



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE CHADLI BENDJEDID D'EL-TARF

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE  
ET DE LA VIE

DEPARTEMENT : SCIENCES DE LA MER

FILIERE : HYDROBIOLOGIE MARINE ET CONTINENTALE

MEMOIRE PRESENTE EN VUE DE L'OBTENTION DU

DIPLOME DE MASTER

EN

« BIORESSOURCES MARINES »

THÈME

**Contribution à l'étude du zooplancton du lac Tonga**

Présentée par :

**M<sup>elle</sup>. BOUMEZZINE KHAOULA**

Devant le jury compose de:

**PRESIDENTE : Dr. DJEBBARI NAWEL**

Maitre de conférences A, UCB. El Tarf

**EXAMINATRICE : Dr. BENSAFIA NABILA**

Maitre de conférences A., UCB. El Tarf

**PROMOTRICE : Dr. DJABOURABI AICHA**

Maitre de conférences A., UCB. El Tarf

Année universitaire

2021-2022

## Remerciements

*Au terme de ce travail, je remercie avant tout, Dieu étant puissant de m'avoir donné la volonté et la puissance pour terminer ce travail.*

*Mes remerciements les plus profonds et les plus s'insèrent s'adressent particulièrement à Madame **BJABOURABI.A**; de son écoute, ses connaissances et ses conseils ont été bénéfiques pour me diriger tout au long de la réalisation de ce travail.*

*Je remercie sincèrement Madame **BENSALIA N.** (M.C.A à l'Université Chadli Ben Djedid El Taref), d'avoir accepté de présider le jury.*

*Je remercie vivement Madame **DJEBBARI.N** (M.C.A à l'université Chadli Ben Djedid El Taref) pour sa pédagogie, sa vision de la recherche scientifique d'avoir accepté de juger ce travail.*

*Je remercie aussi tous **les profs** du département **SCIENCES DE LA MER**, grâce à vous nous aimons encore l'es études.*

*En fin mes remerciements au tous ceux qui m'avais aidé de près ou de loin pour la réalisation de ce travail.*

# Dédicace



*C'est avec profonde gratitude et sincères mots, que je dédie ce modeste travail de fin d'étude à mes chers parents ; qui ont sacrifié leur vie pour ma réussite et ont éclairé mon chemin par leurs conseils judicieux .*

*Mon modèle dans la vie : quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force.*

*Mon héros : Merci d'être toujours à mes côtés, même si je me trompe, tu me soutenir et m'encourager.*

*J'espère qu'un jour,*

*Je pourra leurs rendre un peu de ce qu'ils ont fait pour moi,*

*Que dieu leurs prête bonheur et longue vie.*

*Je dédie aussi ce travail à mes plus belles sœurs : Asma, Mouna , Amira , Amani , Mesk el Khitem . Et je leur dis que je vous aime tellement, que Dieu vous bénisse.*

*A mes neveux et nièces, votre sourire a semé la joie et m'a donné de la force.*

*Merci d'être dans ma vie.*

**Résumé :**

Ce travail a pour objectif l'estimation de l'évolution saisonnière du zooplancton du lac Tonga, plan d'eau douce du P.N.E.K.

L'étude taxonomique de la communauté zooplanctonique identifiée dans ce plan d'eau nous a permis d'inventorier 13 Familles, 27 Genres et 35 Espèces.

Dans cette étude il s'avère que Les Copépodes (8000ind/l), les Cladocères (900ind/l) et les Rotifères (350ind/l) marquent les densités les plus élevées au printemps, les Protozoaires ne présentent que de faibles densités ne dépassant pas 30ind/l.

Les résultats de l'étude qualitative montrent la prédominance des espèces : *Diacyclops biscuspidatus*, *Daphnia sp*, *Polyarthra sp* et *Phacodinium sp* rattachées respectivement aux classes des Copépodes, Cladocères, Rotifères et Protozoaires.

Le calcul des indices écologiques (indice de Shannon et l'équitabilité), déploie la richesse spécifique du zooplancton et sa distribution saisonnière dans le lac Tonga.

**Mots clés :** Lac Tonga, Zooplancton, diversité, Saisonnalité, P.N.E.K

**Abstract :**

This work aims to estimate the seasonal evolution of zooplankton in Lake Tonga, a freshwater body of the P.N.E.K.

The taxonomic study of the zooplankton community identified in this water body enabled us to make an inventory of 13 families, 27 genera and 35 species

In this study it was shown that copepods (8000 ind/l), cladocerae (900 ind/l) and rotifers (350 ind/l) show the highest density in spring, protozoa only show low densities not exceeding 30ind /l.

The results of the qualitative study show the predominance of species: Diacyclops bicuspidatus, Daphnia sp, Polyarthra sp and Phacodinium sp, related respectively to the classes : Copepoda, Cladocera, Rotifers and Protozoa.

Calculation of ecological indices (Shannon and Equity Index) shows the specific richness of zooplankton and their seasonal distribution in Lake Tonga

**Keywords:** Lake Tonga, zooplankton, diversity, seasonality, P.N.E.K

## ملخص :

يهدف هذا العمل إلى تقدير التطور الموسمي للعوالق الحيوانية في بحيرة تونغا ، وهي هيئة من المياه العذبة في P.N.E.K. مكنتنا الدراسة التصنيفية لمجتمع العوالق الحيوانية التي تم تحديدها في هذا الجسم المائي من جرد 13 عائلة و 27 جنسًا و 37 نوعًا .

في هذه الدراسة تبين أن (ind/l 8000) les copépodes ، (ind/l 900) les cladocères و (ind/l 1350) les Rotifères تظهر أعلى كثافة في الربيع ، les Protozoaires تظهر فقط كثافة منخفضة لا تتجاوز ind/l 30 .

تظهر نتائج الدراسة النوعية غلبة الأنواع : Diacyclops bicuspidatus و Daphnia sp و Polyarthra sp و Phacodinium sp المرتبطة على التوالي بفئات Copepoda و Cladocera و Rotifers و Protozoa . يُظهر حساب المؤشرات البيئية (مؤشر شانون والإنصاف) الثراء النوعي للعوالق الحيوانية وتوزيعها الموسمي في بحيرة تونغا.

**الكلمات المفتاحية:** بحيرة تونجا ، العوالق الحيوانية ، التنوع ، الموسمية ، P.N.E.K

## Liste des abréviations :

<b>symbole</b>	<b>Signification</b>
M	Mètre
µm	Micromètre
Mm	Millimètre
Cm	Centimètre
L	Litre
Ml	Millilitre
Ind/l	Individus par litre
Log	Logaritme
%	Pourcentage.
°	Degré
Ha	Hectar

### Liste des figures :

<b>N°</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>1</b>	La chaîne alimentaire marine	<b>05</b>
<b>2</b>	La morphologie de copépode	<b>07</b>
<b>3</b>	Des espèces de genre copépode	<b>07</b>
<b>4</b>	Des espèces de genre cladocères	<b>08</b>
<b>5</b>	Des espèces de genre rotifère .	<b>10</b>
<b>6</b>	Des espèces de genre protozoaire	<b>12</b>
<b>7</b>	Position géographique du Parc national d'El kala	<b>14</b>
<b>8</b>	Position géographique du Parc national d'El kala	<b>15</b>
<b>9</b>	Schéma d'un filet à plancton	<b>16</b>
<b>10</b>	Densité saisonnière des Copépodes dans le lac Tonga	<b>22</b>
<b>11</b>	Densité saisonnière des Cladocères dans le lac Tonga	<b>23</b>
<b>12</b>	Densité saisonnière des Rotifères dans le lac Tonga	<b>23</b>
<b>13</b>	Densité saisonnière des Protozoaires dans le lac Tonga	<b>24</b>
<b>14</b>	Densité globale moyenne de la communauté zooplanctonique dans le lac Tonga	<b>25</b>
<b>15</b>	Indice écologique de la communauté zooplanctonique du lac Tonga	<b>26</b>

### Liste des tableaux :

<b>N°</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>1</b>	Classification des cladocères	<b>09</b>
<b>2</b>	Diversité taxonomique du zooplancton recensées dans le lac Tonga	<b>19</b>
<b>3</b>	Frequencies d'occurrence	<b>21</b>

## Table de matières

<b>Introduction</b> .....	<b>1</b>
<b>I. Généralités</b>	<b>2</b>
I.1/ Le plancton.....	2
I.2/Le zooplancton.....	2
I.3/Importance du zooplancton.....	5
I.4/Les principaux groupes zooplanctoniques des eaux douces .....	5
I.4.1. Les Copépodes .....	6
I.4.2. Les Cladocères .....	8
I.4.3. Les Rotifères.....	9
I.4.4. Les protozoaires.....	11
<b>II. Matériel et méthodes</b>	<b>14</b>
II.1. Présentation de la zone d'étude.....	14
II.1.2.Présentation du site d'étude .....	15
II.2. Echantillonnage.....	16
II.2.1.Choix des stations de prélèvement.....	16
II.2.2 Matériel utilisé.....	16
II.2.3.Prélèvement du zooplancton.....	17
II.2.4.Identification et dénombrement du zooplancton.....	17
II.3.Indice écologique.....	18
II.3.1.Indice de diversité de Shannon –Weaner (1949).....	18
II.3.2.Indice d'Equitabilité (Equiréparation).....	18
<b>III. Résultats</b>	<b>19</b>
III.1. Identification du zooplancton du lac Tonga.....	19
III.2. Fréquences d'occurrence.....	20
III.3. Densité zooplactonique.....	22
III.3.1. Les Copépodes.....	22
III.3.2. Les Cladocères.....	22
III.3.3. Les Rotifères.....	23
III.3.4. Les Protozoaires.....	24
III.4. Densité globales du zooplancton dans le lac Tonga.....	24
III.5. Etude écologique.....	25
<b>Discussion</b>	<b>27</b>
<b>Conclusion</b>	<b>29</b>
<b>Références bibliographiques</b>	<b>30</b>
<b>Annexe</b>	<b>35</b>

# Introduction

# Introduction

## Introduction

Les eaux de surface occupent la majeure partie du globe. Autour de 98% de cette eau est de l'eau de mer. Les 2% restants sont de l'eau continentale représentée par les rivières, les lagunes, les marais, les étangs et les zones humides ... etc, en raison de leurs multiples usages, Les eaux continentales sont d'une grande importance pour les activités humaines.

Les écosystèmes sont composés de populations et de communautés évoluant en fonction du temps sous l'effet de variations saisonnières et interagissant avec les modifications de leur environnement. Dans l'esprit d'une conservation de la nature, plusieurs scientifiques (**Lévêque et Mounoulou, 2001**) ont estimé d'une part que la diversité biologique ou biodiversité joue un rôle essentiel dans la régulation des écosystèmes et s'interrogent sur les conséquences écologiques d'une réduction de la diversité. Afin de comprendre le fonctionnement d'un écosystème il est nécessaire d'évaluer la nature, l'intensité et la complexité des relations entre les espèces, c'est-à-dire, d'être en mesure d'appréhender la structure de la communauté. L'utilisation des indices de diversité peut être alors une approche permettant d'estimer la qualité biologique et écologique d'un écosystème à travers la structure de la communauté (**Danilov et Ekelund, 1999**). C'est également une méthode permettant de relever le niveau de pollution d'un environnement (**Washington, 1984; Ravera, 2001**).

Parmi les zones humides se trouve le lac Tanga dans la Wilayat d'El Tarf, qui joue un rôle mondial important en raison de sa situation stratégique, de sa richesse et de sa diversité biologique rare, car il est considéré comme le foyer de nombreuses organismes vivants quels que soient leur taille et leur mode de vie et de multiplication, y compris le plancton qui sont un ensemble des organismes pélagiques aussi bien végétaux (phytoplancton) qu'animaux (zooplancton), susceptibles d'être entraînés par le déplacement des eaux » (**Bougis, 1974**).

Ces dernières décennies, ces planctons sont devenus sensibles et modifiés en raison de facteurs climatiques et d'activités humaines qui ne tiennent pas compte de leur importance. Et à travers ce travail, nous avons étudié la dynamique du zooplancton à travers l'inventaire, l'identification et la répartition spatio-temporelle de cette communauté dans le lac Tonga pour tenter de les protéger.

# I. Généralité

## I. Généralité

# I. Généralité

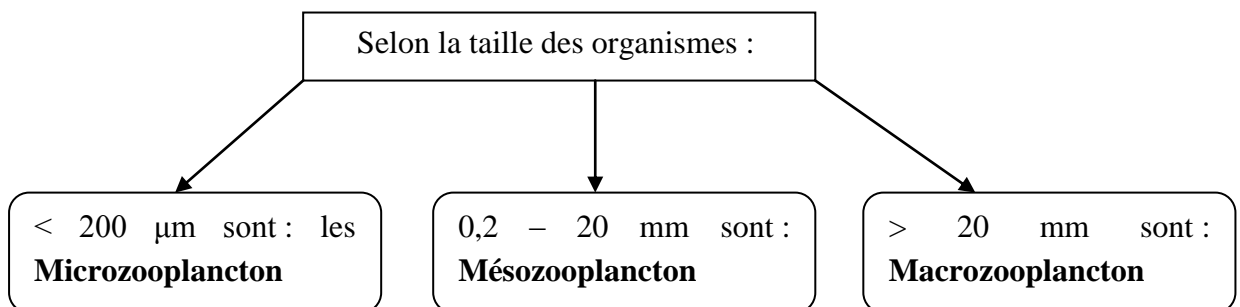
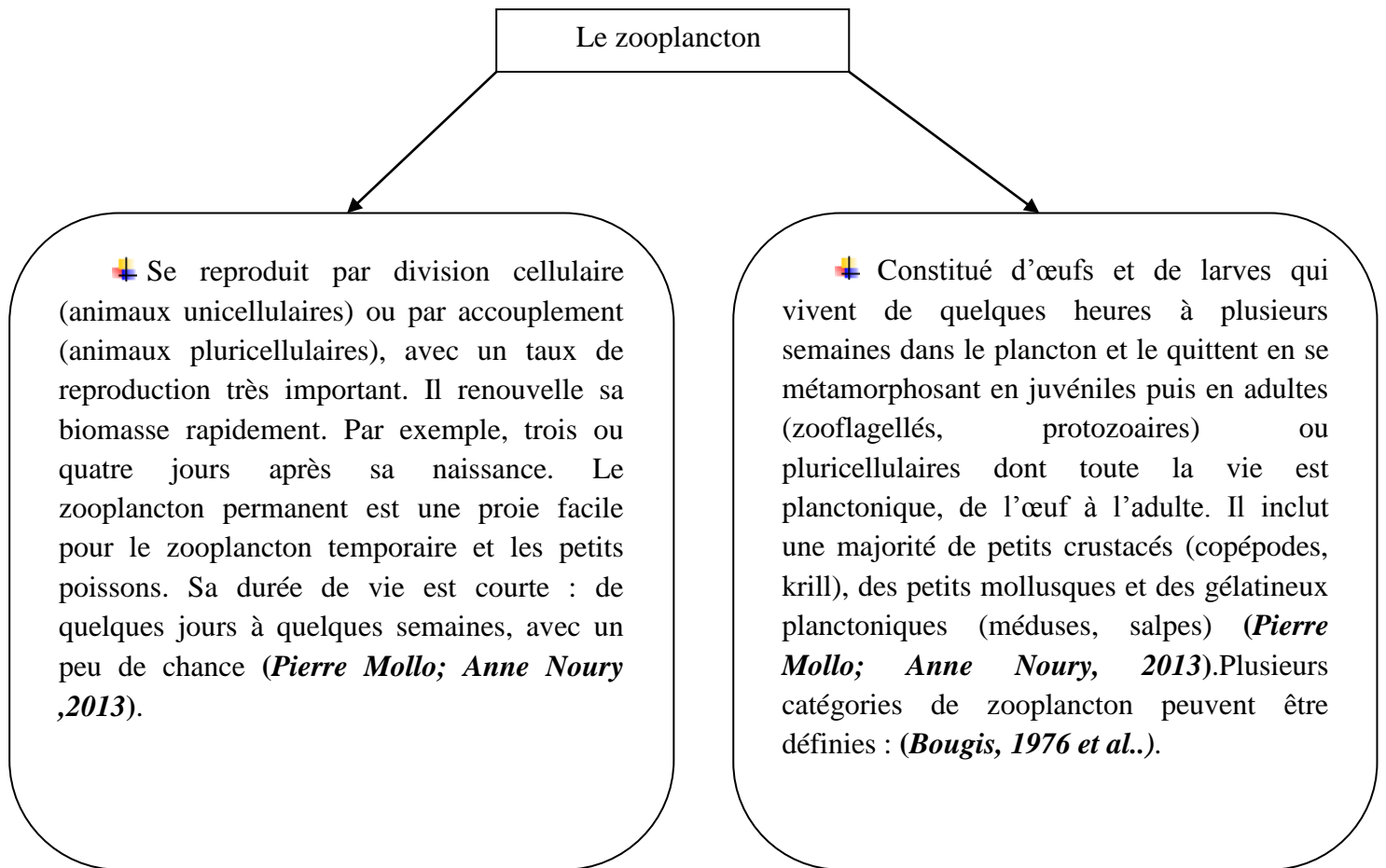
## I.1/ Le Plancton

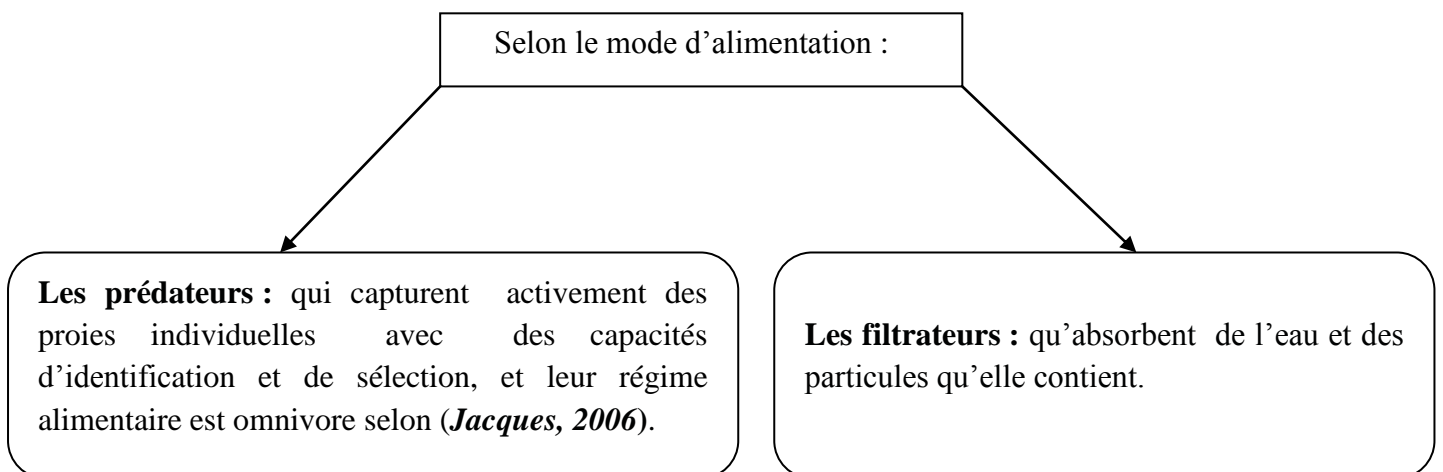
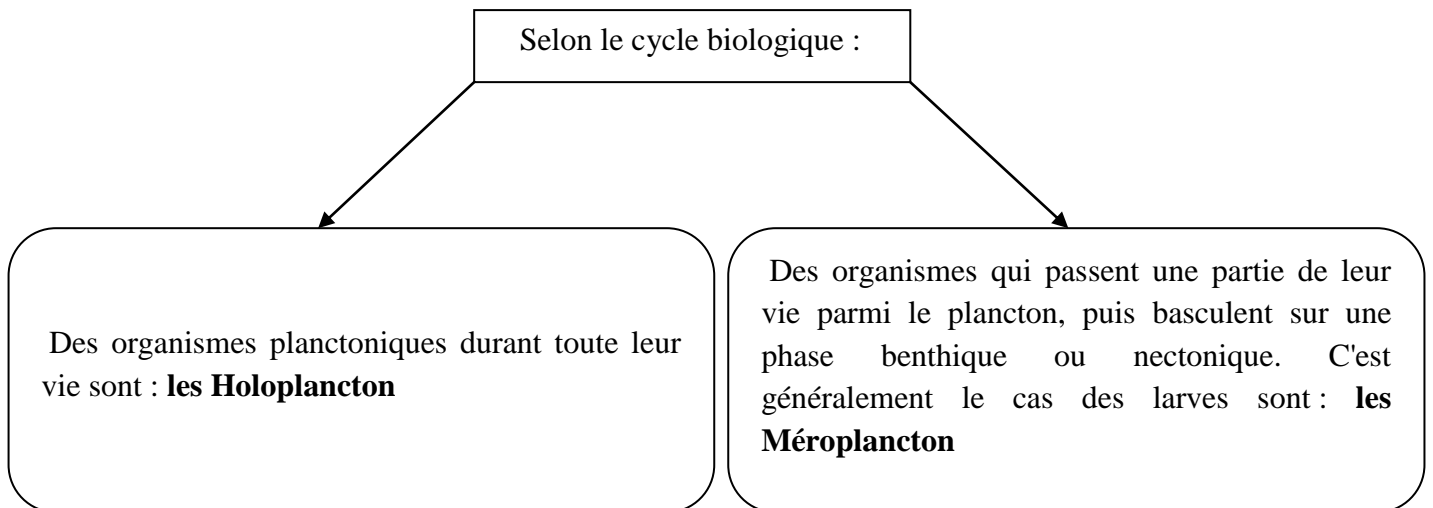
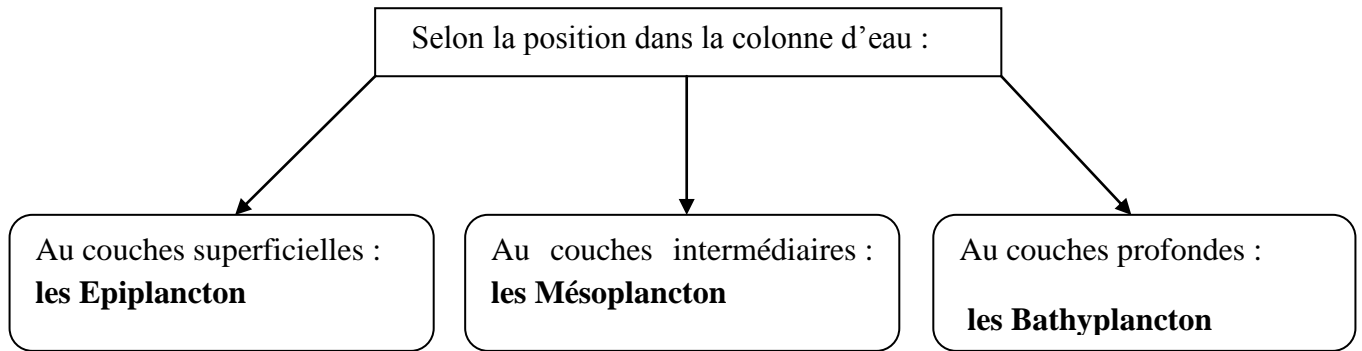
Du grec ancien *plagtós* « errant ». Désigne l'ensemble des espèces aquatiques (en eau douce ou dans l'océan) qui sont entraînées par le courant. Ils ayant des déplacements nuls ou négligeables comparés aux mouvements des masses d'eau, ils sont donc obligés de dériver au gré des courants.. Ainsi, il existe des organismes planctoniques animaux et végétaux et le plancton comporte aussi des bactéries et des virus. De même, les grandes méduses, comme *Nemopilema nomurai* , font partie du plancton car elles ne peuvent se mouvoir que dans le plan vertical. On distingue, notamment, le phyloplancton, végétal, et le zooplancton, animal<sup>1</sup>.

## I.2/Le zooplancton :

Du grec zoo ou « animal » est un plancton animal. Il regroupe aussi l'ensemble des animaux vivant en suspension dans l'eau, aptes à se déplacer activement, mais incapables de s'opposer aux courants qui se développent dans la masse d'eau (**Balvay, 2010**). Il se nourrit de matière vivante, La nuit, il remonte vers la surface pour se nourrir de phytoplancton et redescend pendant la journée vers les eaux plus profondes . Ils sont composés d'animaux unicellulaires ou pluricellulaires, petits ou microscopiques, certaines espèces étant herbivores et d'autres carnivores, issus de nombreux groupes zoologiques. Qui comprend :

- **Le zooplancton permanent (holoplancton)** : certains animaux sont planctoniques tout au long de leur vie comme : Cnidaires, Cténophores, Annélides, Mollusques.
- **Le zooplancton temporaire (méroplancton)** : certains animaux sont planctoniques uniquement une partie de leur vie tel que : les crustacés.





### I.3/Importance du zooplancton :

- Rôle trophique dans les écosystèmes aquatiques, Le plancton quelque soit végétale, ou animale, globalement, constitue les premiers maillons trophiques des écosystèmes aquatiques donc le zooplancton joue un rôle déterminant dans les réseaux trophiques aquatiques. En effet, source de nourriture importante pour les poissons et les invertébrés prédateurs, il broute lui-même intensément les algues, les bactéries, les protozoaires... (G. Balvay, 1990). Plus de 60 % de la production primaire en milieu lacustre peut ainsi être transférée aux alevins de poissons via la seule activité herbivore des espèces zoo planctoniques (J. Haberman, 1998).
- Ils permettent également le flux de substances vers des niveaux supérieurs de la chaîne alimentaire (Banse, 1995 ; Levinsen et Nielsen, 2002). De plus, le zooplancton exerce un contrôle descendant sur les producteurs primaires et participe activement au flux biogéochimique des éléments par la reminéralisations de la matière organique (Bans, 1995).
- L'étude de ces organismes, qui constituent des communautés biologiques très diversifiées (R.J. Shiel, 1995), est donc nécessaire à l'établissement des modèles de fonctionnement des systèmes aquatiques, en vue notamment de la gestion des ressources halieutiques.

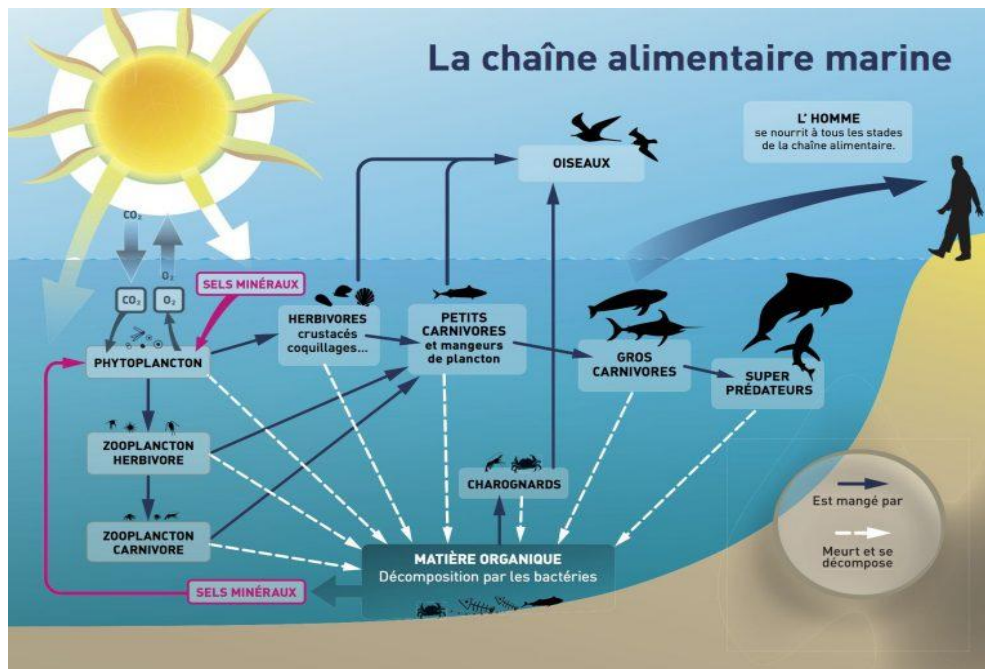


Figure 01 : la chaîne alimentaire marine.<sup>2</sup>

## I.4/Les principaux groupes zooplanctoniques des eaux douces :

Ils sont constitués de 4 groupes principaux : les Copépodes- les Cladocères - les Rotifères - les Protozoaires.

### I.4.1. Les Copépodes : <sup>3</sup>

#### I.4.1.1 .Définition :

Le terme de copépode est issu de deux racines grecques : kope qui signifie rame et podos qui signifie pied. Les copépodes sont considérés comme « les insectes de la mer », (Huys & Boxshall , 1991 ) Ils sont de petits crustacés pluricellulaires dont les adultes ne mesurent le plus souvent qu'un ou deux millimètre , se sont classés parmi le méso-zooplancton de petite taille ( de 200 Um à 12 mm ) (Bradford –Grieve et al ., 1999 ) . ils se développent dans tous les milieux aquatiques (océan, étangs, étendu d'eau ...). Ils sont l'une des principales composants des zooplanctons, ils représentent avec 70 % jusqu'à 95 % de la biomasse totale zooplantonique ( Nybakken , 2001 ) , selon Heerkloss et al., 1990) est 80% à 95 % dans les lagunes et les estuaires et 70 % dans les océans selon( Wells , 1984) . ils vivent sur le fond ou à l'intérieur même des sédiments, on parle alors de copépodes benthique et pélagique.

#### I.4.1.2. Morphologie :

De forme globalement ovoïde, les copépodes sont fondamentalement composés de 16 segments. Les six premiers segments sont généralement fusionnés pour former le céphalosome (la tête). On trouve ensuite 5 segments thoraciques plus ou moins fusionnés en fonction de l'espèce et formant le métasome ou thoracosome (le thorax).

Enfin, on trouve 5 segments abdominaux eux aussi plus ou moins fusionnés en fonction de l'espèce et formant l'urosome (l'abdomen).

La tête et le thorax constituent souvent un ensemble homogène appelé céphalothorax ou corps antérieur que l'on oppose au corps postérieur souvent composé du seul abdomen.

Chaque segment du céphalothorax porte une paire d'appendices .Tous les appendices des copépodes sont construits sur un même modèle de base commun à l'ensemble des crustacés et comprenant un sympodite formé de trois articles (précoxa, coxa et basis) sur lequel viennent s'insérer deux rames : l'exopodite et l'endopodite. Ces différents éléments sont plus ou moins soudés, réduits ou développés en fonction de l'appendice et de l'espèce considérée .Les appendices portent souvent un grand nombre de soies. Ces soies peuvent jouer un rôle sensoriel (en particulier au niveau des antennes), elles peuvent intervenir dans la capture de la nourriture (en particulier pour les soies des appendices céphaliques), participer à la locomotion (dans le cas des pattes mais aussi des antennes) ou freiner la chute vers le fond des copépodes vivant en plein .

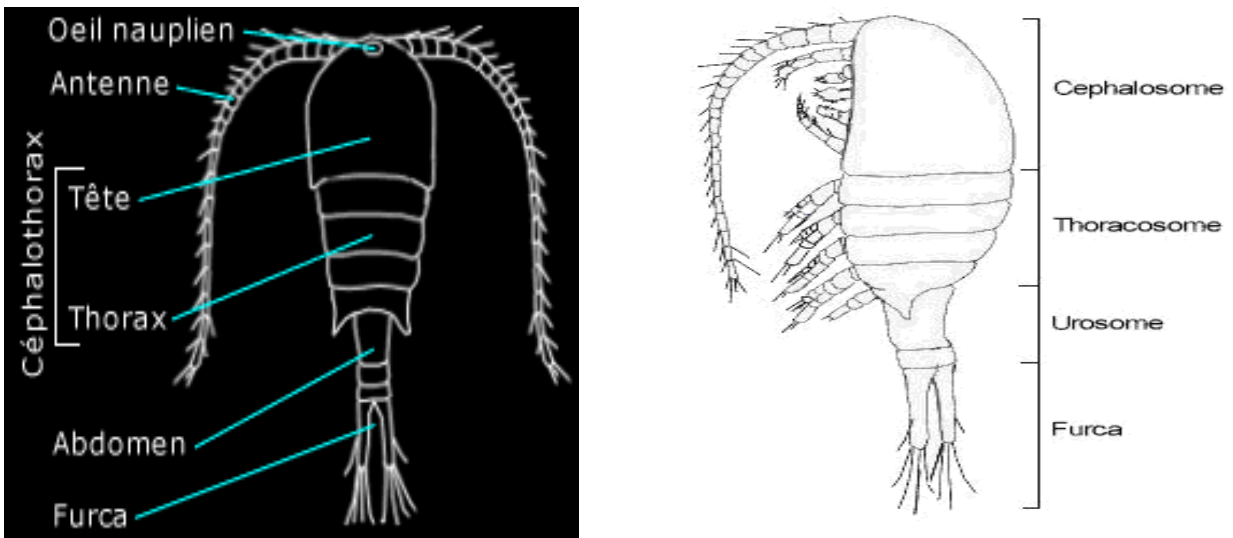


Figure 02: la morphologie de copéode.<sup>4</sup>

#### I.4.1.3. Taxonomie :

Les copépodes appartiennent au groupe des crustacés qui constitue lui-même une subdivision de l'embranchement (ou phylum) des arthropodes. On y distingue actuellement 9 ordres (2 sont principalement constitués d'espèces parasites ou commensales, il s'agit des monstrilloïdes et des siphonostomatoides) totalisant environ 210 familles, 2400 genres et plus de 14000 espèces dont plus de 10000 sont marines. Avec plusieurs milliers d'espèces connues, les harpacticoides (54 familles), les cyclopoïdes (90 familles) et les calanoïdes (41 familles) sont les groupes de copépodes les mieux représentés.

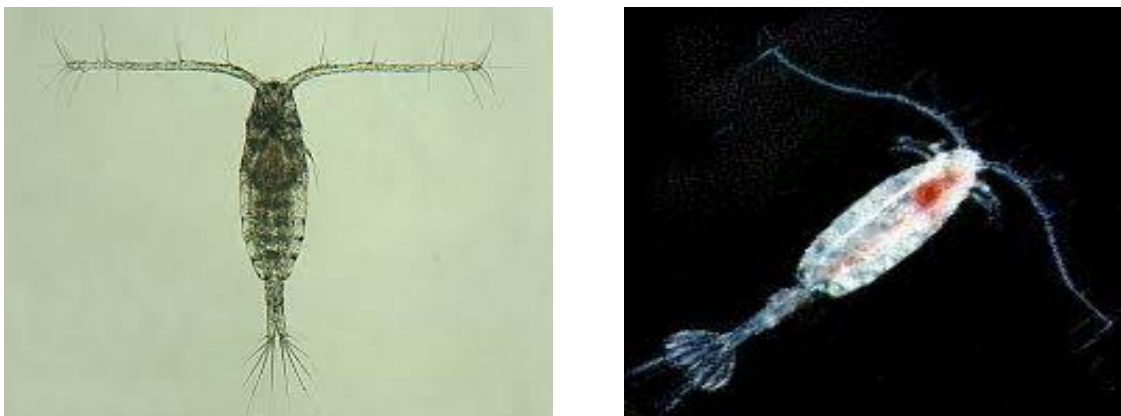


Figure 03 : des espèces de genre copéode.<sup>5</sup>

#### I.4.1.4. Alimentation :

L'alimentation des copépodes est très variable d'une espèce à l'autre, d'une classe d'âge à l'autre ainsi que d'un milieu à l'autre et varie même en fonction des saisons.

- **Les copépodes herbivores :** sont presque toujours des filtreurs (**Graeve et al, 1994**). Ils utilisent leurs appendices buccaux pour créer des courants qui convergent vers un système de soies formant un tamis qui concentre la nourriture avant que celle-ci ne soit conduite vers la bouche et ingérée.
- **copépode carnivores et prédateurs (Calbet et al ,2007) :** ne filtrent pas l'eau mais capturent directement leurs proies après avoir détecté leur mouvement (mécanoréception) ou leurs effluves chimiques (chémoréception).

#### I.4.1.5. Reproduction :

Les copépodes sont des animaux a reproduction sexué et a développement par métamorphoses. l'œuf donne naissance a une larve Nauplienne qui ne se nourrit pas et se métamorphose rapidement (le lendemain) en une, puis plusieurs larves naupliennes successives , chaque fois plus grande et de morphologie plus compliquée . (**Guerfi S., 2019**).

### I.4.2. Les Cladocères :

#### I.4.2.1. Définition :

Du grec [*clado*] = rameau, branche à greffer ; et du grec [*cerat*] = corne ; en allusion aux antennes ramifiées.

Cladocères ou puce d'eau sont de petits crustacés aquatiques très fréquents dans les eaux douces à l'exception des eaux courantes rapides où on ne les trouve que lorsqu'ils sont entraînés par les courants à partir de zones plus calmes (**Amoros, 1984**).

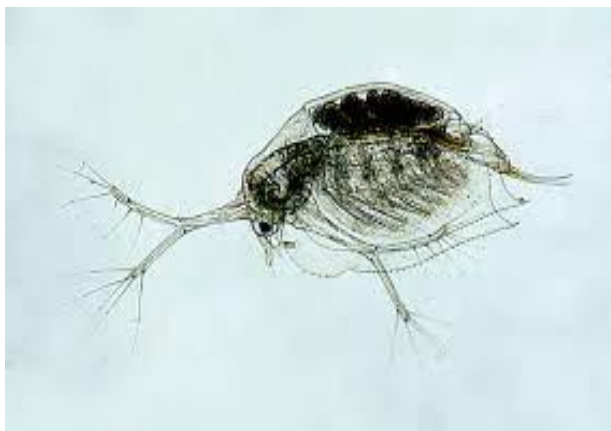


Figure 04 : des espèces de genre cladocères .<sup>6</sup>

**I.4.2.2. Morphologie :**

Ce sont des entomostracés, ils ont une longueur variant de 0,2 à 3 mm et atteignent exceptionnellement 15mm. Le corps est transparent, translucide ou parfois coloré ; la segmentation n'est pas visible, sauf exception. Ils présentent une tête distincte pourvue de deux antennes dont la seconde est grande sert d'organe de locomotion.

Chez la plupart des espèces, le thorax et l'abdomen sont couverts d'une carapace bivalve dont l'ouverture ventrale et postérieure laisse sortir les appendices thoraciques et abdominaux. En vue latérale, les valves sont de formes variées : ovales, sphériques, allongées (*Amoros, 1984*). De plus, ils peuvent présenter des striations, des réticulations ou une pilosité plus ou moins développée à leur surface, des soies ou des épines marginales et une épine caudale. La tête qui n'est pas comprise entre les valves est protégée par une capsule céphalique.

On ne distingue généralement pas de véritable abdomen, mais un post-abdomen constitué par l'extrémité du corps très mobile. Le plus souvent, ce post-abdomen est replié ventralement vers l'avant et l'anus s'ouvre sur le bord dorsal de celui-ci.

**I.4.2.3. Classification : (tableau 01).**

Règne	Animalia
Embranchement	Arthropoda
Classe	Crustacea
Sous-classe	Brachiopoda
Ordre	Cladocera
Famille	Se subdivise en 09 famille : Leptodoriadae , Polyphemidae , Sididae , Holopedidae , Bosminidae , Moinidae , Macrothricidae , Chydoridae.

**I.4.2.4. Alimentation :**

La majorité des espèces de cladocères sont filtreurs à l'aide de leurs appendices thoraciques brassent l'eau du milieu en créant un courant nutritif filtré par les soies filtrantes des endopodites , qui retiennent les particules nutritives (**Berman et Richman , 1974 , Fryer , 1987** ) .

**I.4.2.5. Reproduction :**

Les Cladocères ont une fécondité élevée comme les Copépodes, mais affichent une durée de vie et un temps de génération plus court que ces derniers. Leur reproduction est

parthénogénétique pendant la plus grande partie de l'année. Elle est en suite interrompue par une reproduction sexuée lorsque les conditions du milieu deviennent défavorables (diminution de la température, assèchement, surpopulation, etc.). Le nombre d'œufs par ponte varie de 2 à 40. Les œufs sont portés par la femelle et protégés dans une cavité dorsale. Il n'y a pas de stade larvaire libre. La longévité varie selon les espèces, la température et l'alimentation (*Pourriot, et al., 1982*).

La reproduction des Cladocères est particulière. Les populations sont principalement constituées de femelles qui se multiplient par parthénogénèse et produisent des larves vivantes qui grandiront par mues successives. Quand les conditions écologiques se dégradent apparaissent des mâles qui, en s'accouplant, permettront aux femelles de produire des œufs qui résisteront jusqu'au retour de conditions favorables à leur éclosion. Selon les espèces, les pics de population se produisent à différents moments de l'année, principalement au printemps et en automne (*Jean-François, et al., 2016*).

### I.4.3. Les Rotifères :

#### I.4.3.1. Définition:

Les rotifères sont de minuscules protozoaires homogènes et bidimensionnels mesurant entre 50  $\mu\text{m}$  et 3 mm de diamètre, ce sont donc des organismes microscopiques multicellulaires qui fascinent l'observateur par leur structure à une seule bouche. En effet, le mouvement de la couronne ciliée des rotifères, qui absorbe l'eau à l'intérieur de l'appareil buccal, rappelle le mouvement de la roue. Ainsi, ils doivent leur nom aux expressions latines *rota* (roue) et *ferre* (porter). (*Wallace et Snell, 2010*).

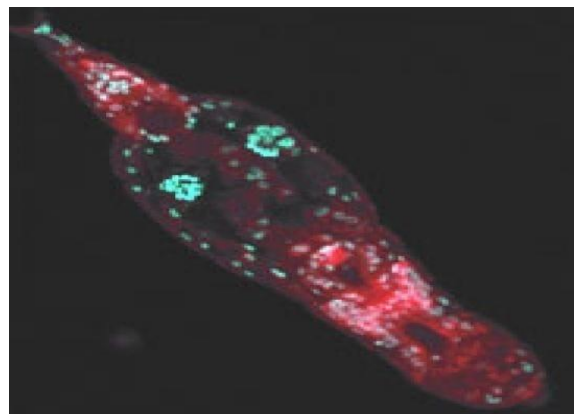


Figure 05 : des espèces de genre rotifère . <sup>7</sup>

**I.4.3.2. Morphologie :**

Les rotifères ont un corps cylindrique, sphérique ou en forme de corne. La zone frontale a une couronne de cils dont les mouvements permettent à l'animal de se déplacer ou de chasser des proies. La région postérieure a un pied qui contient souvent une glande adhésive. L'animal est autorisé à se fixer au substrat.

**I.4.3.3. Classification :**

Ces métazoaires de l'embranchement invertébré Rotifera comprennent environ 2000 espèces et sont retrouvés dans tous les milieux d'eau douce. Les rotifères sont un phylum diversifié de métazoaires vivant pour la plupart en eau douce. Leur taille varie de 50 à 2000  $\mu\text{m}$ . La plupart des espèces de rotifères sont solitaires, mais environ 25 espèces coloniales ont été répertoriées. Quelques rotifères sont des parasites d'algues, d'éponges, d'autres rotifères, d'oligochètes, d'œufs d'escargots, de crustacés et de poissons. D'autres sont sessiles et se fixent à diverses surfaces à l'aide d'une substance adhésive sécrétée par des glandes dans le pied (**Wallace & Snell, 2010**). De façon générale, les rotifères sont divisés en trois groupes: les Seisonides (2 genres, 3 espèces), les Bdelloïdes (19 genres et un peu plus de 460 espèces) et les Monogonontes. Les Seisonides ne vivent qu'en eau salée. Les Monogonontes forment le groupe le plus diversifié avec plus de 100 genres et 1570 espèces (**Wallace & Snell, 2010**).

**I.4.3.4. Alimentation :**

La plupart des rotifères sont omnivores et se nourrissent essentiellement de picoplancton ainsi que de petits flagellés et ciliés de moins de 20  $\mu\text{m}$ , alors que certains sont des prédateurs ingérant des particules pouvant atteindre une taille de 40  $\mu\text{m}$  (**Arndt, 1993**). Dans les milieux aquatiques colonisés par les poissons, ceux-ci exercent une pression de prédation sur le zooplancton, ce qui a pour effet de libérer le phytoplancton de la pression exercée par le zooplancton. Les mares de fonte qui nous intéressent ne contiennent pas de poisson, ce qui implique que le zooplancton se retrouve à la tête de la chaîne alimentaire.

**I.4.3.5. Reproduction :**

Les rotifères observent différents types de reproduction selon les groupes. Les rotifères ont une multiplication asexuée, mais peuvent aussi se multiplier de manière sexuée, surtout dans de mauvaises conditions de vie. Certains espèces se reproduisent uniquement par parthénogénèse thélytoque et ne comptent ainsi que des femelles. D'autres produisent deux sortes d'œufs, la première sorte donne des femelles et la seconde donne des mâles simplifiés incapable de se nourrir. Ces mâles produisent cependant des spermatozoïdes qui iront féconder les ovules femelles. Les zygotes ont la particularité de pouvoir survivre même si leur milieu de vie s'assèche. Lorsque les conditions redeviennent plus favorables, les zygotes sortent de leur léthargie et deviennent de nouvelles femelles qui se reproduisent par parthénogénèse.<sup>8</sup>

#### I.4.4. Les protozoaires :

##### I.4.4.1. Définition :

Les protozoaires (du grec, protos : premier, zoo : animal) sont des organismes unicellulaires, terme protozoaire signifie « premiers animaux ». Ils sont des organismes eucaryotes .

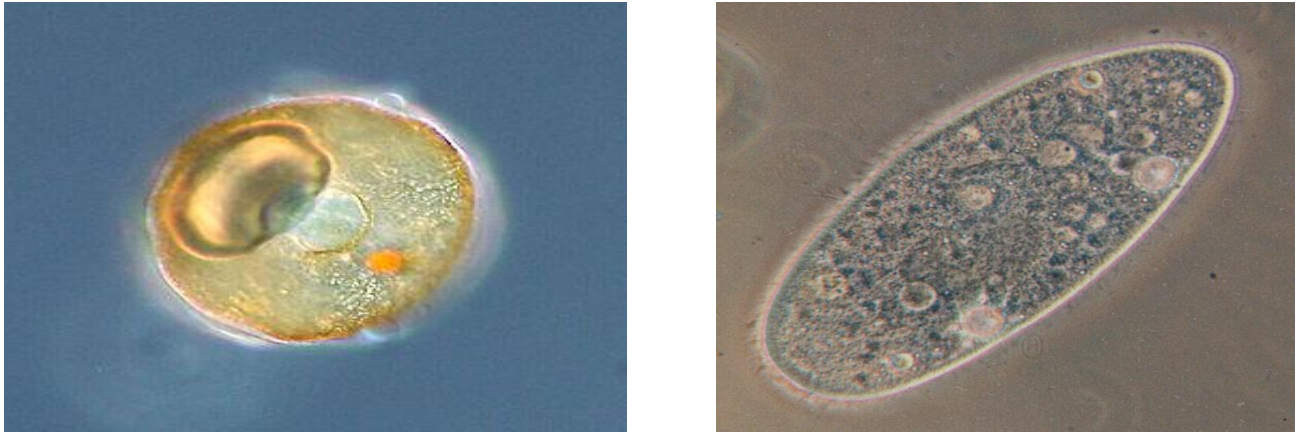


Figure 06: des espèces de genre protozoaire.<sup>9</sup>

##### I.4.4.2. Morphologie :

Les protozoaires ont de taille variant de quelques microns à quelques centaines de microns, les plus gros approchant le millimètre. Il en existe quelques dizaines de milliers d'espèces différentes que l'on peut trouver partout sur Terre, dans toutes les eaux (océans, rivières, marais, étangs), dans les sols humides ou, pour quelques-uns d'entre eux, à l'intérieur d'organismes animaux ou humains (dans le mucus pulmonaire, l'intestin, la panse de certains animaux...) (Pierre Mollo, Anne Noury, 2013).

##### I.4.4.3. Classification :

Les Protozoaires sont divisés en quatre classes:

- ❖ **Les flagellés** : qui comme leur nom l'indique sont caractérisés par la présence dans la partie antérieure d'un flagelle mobile qui sert à la locomotion.
- ❖ **Les rhizopodes** : dont la membrane cellulaire peut se déformer en pseudopodes utilisés pour la locomotion, et la préhension. Il s'agit des amibes, foraminifères, radiolaires.
- ❖ **Les ciliés**, caractérisés par la présence de nombreux cils vibratiles sur le pourtour cellulaire, tels les paramécies ou vorticelles.
- ❖ **Les sporozoaires**, tous parasites internes, jamais à l'état libre. (Y. Spineux, 2008).

**I.4.4.4 .Alimentation:**

Les protozoaires sont hétérotrophes et se nourrissent en ingérant des particules nutritives disponibles dans leur environnement. Leur alimentation se compose de matière organique en suspension, de bactéries, de microalgues ou même d'autres protozoaires. Ils se reproduisent par division cellulaire, un seul individu pouvant reconstituer toute une population (**Pierre Mollo, Anne Noury, 2013**).

**I.4.4.5. Reproduction :**

La principale méthode de reproduction chez les protozoaires est la reproduction asexuée, mais la reproduction sexuée est également courante.

✓ **La reproduction asexuée** peut être :

- 1) Fission ou fission binaire, dans laquelle un individu est littéralement divisé en deux parties pour produire deux individus identiques de même taille.
- 2) Bourgeonnement : dans lequel une extension d'un organisme se sépare et produit un nouvel individu.
- 3) Fission multiple ou mitose (schizophrénie) où le parent multinucléé se divise en plusieurs cellules de taille similaire.

✓ **Reproduction sexuée** : implique généralement la formation de gamètes mâles et femelles, mais chez les ciliés, il existe un mécanisme spécial d'échange de matériel génétique qui n'inclut pas les gamètes mais de petits noyaux appelés micronoyaux : c'est la conjugaison.

II. Matériel et méthodes

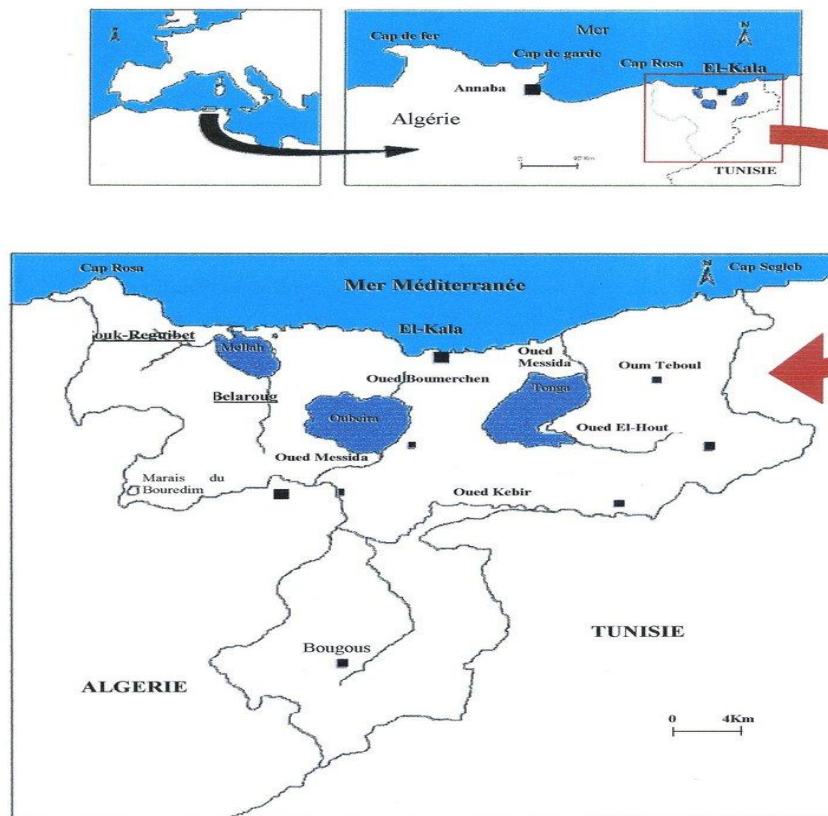
**II. Matériel et méthodes**

## II. MATERIEL ET METHODES

### II.1. Présentation de la zone d'étude

Le Parc National d'El-Kala est un parc national algérien, situé près de la ville d'El Kala dans la wilaya d'El-Tarf, au nord-est de l'Algérie ( **fig.07** ). Créé en 1983, avec une superficie de 80 000 ha. Ses coordonnées géographiques sont : 36°52 Nord et 8°27 longitudes au niveau de la ville d'El Kala. Il est bordé :

- ✚ Au Nord, par la Méditerranée.
- ✚ Au Sud, par les contreforts des monts de la Medjerda.
- ✚ A l'Est, par la frontière Algéro-tunisienne.
- ✚ A l'Ouest, par l'extrémité de la plaine alluviale



**Figure 07: Position géographique du Parc national d'El kala.**<sup>10</sup>

La partie centrale du Parc, abrite trois lacs qui ont été classés zones humides d'importance internationale de la convention de Ramsar par l'Unesco en 1983 : le lac El Melah, le lac Oubeira et le lac Tonga. (Marc c, 1996.)

Le parc a été classé réserve de biosphère par l'UNESCO en 1990<sup>11</sup>.

### II.1.2. Présentation du site d'étude

**Le lac Tonga :** est un étang d'eau douce qui communique avec la mer par le canal artificiel de la Messida. Il se singularise par la présence d'îlots flottants colonisée par des saules et de grandes plages d'eau libre occupées partiellement par le nénuphar blanc. C'est la plus importante zone de nidification d'Afrique du nord. C'est une zone humide d'importance internationale inscrite sur la liste RAMSAR et une réserve intégrale du parc national d'El Kala.

Le lac Tonga est à l'origine, avant les tentatives d'assèchements entreprises dès la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, le réceptacle des eaux de deux importants cours d'eau, l'oued El Hout dont le réseau hydrographique s'étend au sud puis à l'Est et l'oued El Eurg qui draine le Nord-Est. Son émissaire est un canal aménagé pour drainer les eaux du lac vers la mer. Il ne reçoit plus aujourd'hui les eaux de l'oued El Eurg. Le plan d'eau du lac joue un rôle important dans la maîtrise des crues en période hivernale, comme il retient les sédiments arrachés en amont qui participent à son comblement.

Le bassin versant du lac Tonga, situé à l'extrême Est de la wilaya où il fait frontière avec la Tunisie, s'étend sur 16 390 ha ; Son altitude moyenne est comprise entre 10 et 550 m. Elle croît d'Est en Ouest elle culmine à 562 m à Kef El Hammam. Son plan d'eau de 2300 ha, correspond à 12% de l'ensemble ; il est le réceptacle de deux oueds qui ont édifié les cônes de déjection qui forment les plaines de Oued El Hout (225 ha) et de Om Teboul (200 ha). Le lac Tonga est alimenté par de nombreux affluents dont les plus importants sont : Oued El Hout et Oued El Eurg. Le lac reçoit également les eaux souterraines des nappes dans les terrains qui le bordent tout autour. C'est à ce flux souterrain que l'on doit l'échec des tentatives d'assèchements. (fig. 08)

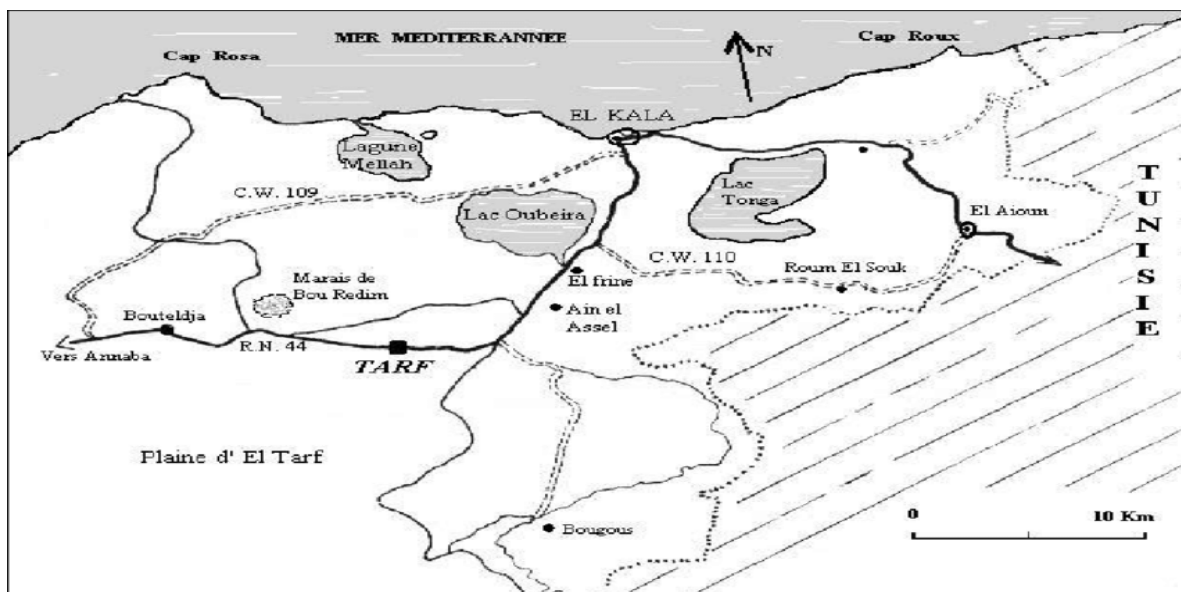


Figure 08 : Position géographique du Parc national d'El kala<sup>12</sup>

## II.2. Echantillonnage

### II.2.1. Choix des stations de prélèvement :

Cette étude a été réalisée de **Décembre 2019 à Novembre 2020**  
Les échantillons sont prélevés au niveau de deux stations:

- **Station 1** : la vanne
- **Station 2** : le centre du lac

### II.2.2 Matériel utilisé :

- ✚ Un filet à plancton; (**fig.9**)
- ✚ Une corde;
- ✚ Un flacon de 100 ml;
- ✚ Formol;
- ✚ pipette graduée;
- ✚ lame et lamelle;
- ✚ microscope optique.

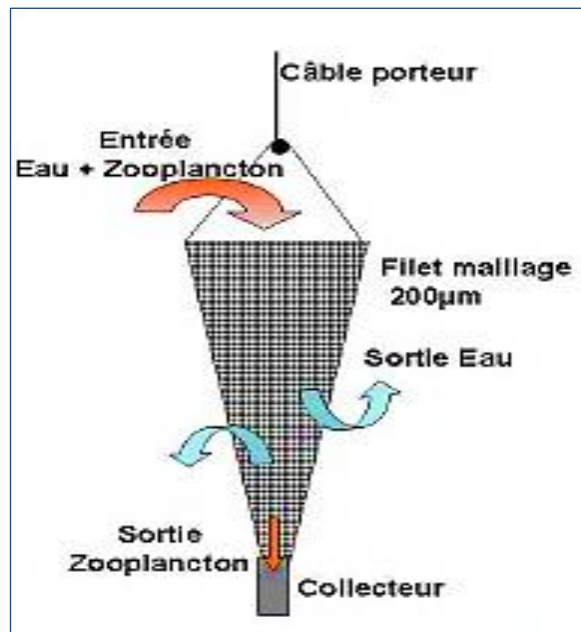


Figure 9: Schéma d'un filet à plancton.

### II.2.3. Prélèvement du zooplancton :

Les prélèvements sont réalisés à l'aide d'un filet à plancton présentant une ouverture de 25 cm de diamètre et une longueur de 1 m. Confectionné à partir d'une toile de soie à bluter dont les mailles rondes ont un diamètre de 20 µm (M. Lamotte et F. Bourlière, 1971).

Avant de procéder à chaque échantillonnage, le filet a été rincé avec l'eau du lac afin d'en déloger toute matière qui pourrait s'y trouver. Puis en plonger le filet, en assurant que le robinet est bien fermé, jusqu'au fond sans en toucher le substrat, pour éviter de mettre en suspension les sédiments, et réaliser un trait de filet depuis le fond jusqu'à la surface en remontant le filet lentement, jusqu'à filtration d'un volume total de 100 ml d'eau. Les échantillons ont été ensuite fixés avec quelques gouttes du formol à 5%, et à la fin de chaque échantillonnage, le filet et le collecteur ont été rincés avec l'eau du lac avant de passer à l'autre site d'échantillonnage.

### II.2.4. Identification et dénombrement du zooplancton :

Le comptage et l'identification du zooplancton est effectué sous microscope optique sur une lame, à un grossissement de Gx4, le passage au Gx10 était nécessaire pour identifier les différentes espèces.

L'identification des espèces zooplanctoniques est effectuée à l'aide de clés et d'ouvrages d'identification de:

- ✚ Dussart (1980) ;
- ✚ Pourriot et Francez (1986);
- ✚ Draft Zooplankton Guide; Identification Handbook of Freshwater Zooplankton (2015);
- ✚ Practical Guide to Identifying Freshwater Crustacean Zooplankton(2004);
- ✚ an image based key to identify zooplankton of north America (2013).

L'étude quantitative du zooplancton a été faite sur un prélèvement de 0,5 ml d'échantillon bien homogénéisé, avec cinq (05) répétitions (soit au total 2,5 ml de chaque échantillon). l'équation des calculs utilisée est :  
(Agadjihouede et al., 2010)

$$[ D = (n/v1) \times (v2/v3) ]$$

**D**= la densité

**v1** = volume du filtrat prélevé (2,5 ml),

**v2** = volume du filtrat concentré (100 ml)

**n** = nombre d'individus comptés

**v3**= volume d'eau filtrée (1 L)

### II.3.Indice écologique

#### II.3.1.Indice de diversité de Shannon –Weaner (1949) :

Est la quantité d'information apportée par un échantillon sur les structures du peuplement dont provient l'échantillon et sur la façon dont les individus y sont répartis entre diverses espèces, (**Daget, 1976**).

Cet indice renseigne sur la diversité de taxons du milieu étudié. il varie généralement entre 1.5 et 3.5 et dépasse rarement 4.5 (**Magurran, 1988**).

Cet indice est indépendant de la taille de l'échantillon et tient compte de la distribution du nombre d'individus par taxon (**Dajoz, 2003**). Il est également été utilisé pour étudier les changements temporels de la diversité liés à l'augmentation ou la réduction d'une pollution (**Pearson & Rosenberg, 1978**).

La valeur de  $H'$ , représentée en unités binaires d'information ou bits est donnée par la formule suivante :

$$H' = -\sum (n_i/N) \cdot \log_2(n_i/N)$$

Selon **Dajoz (1975)**, la diversité est la fonction de la probabilité  $P_i$  de présence de chaque espèce  $i$  ( $n_i$ ) par rapport au nombre total d'individus ( $N$ ).

#### II.3.2.Indice d'Equitabilité (Equiréparation) :

Elle constitue une seconde dimension fondamentale de la diversité, (**Ramade, 1984**). Selon **Dajoz (1985)**, c'est la distribution du nombre d'individus par espèces. Elle est le rapport entre la diversité maximale ( $H_{max}$ ), elle s'exprime comme suite :

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

$$H'_{max} = \log_2(S)$$

**S** = le nombre d'espèces formant le peuplement.

La valeur  $H'$  égale zéro si l'ensemble contient une seule espèce, et sont égale à  $\log_2(S)$  si tous les espèces contiennent le même nombre d'individus, savant que les deux valeurs sont les limites d'un intervalle dans la quelle  $H'$  est variable (**Barbault, 1995**).

III. Résultats

**III. Résultats**

### III. Résultats

#### III.1. Identification du zooplancton du lac Tonga

L'observation microscopique des échantillons prélevés du lac Tonga nous on permis d'identifier 04 classes : Copépodes, Cladocères, Rotifères et Protozoaire dont on compte : 13 Familles ,27 Genre et 35 Espèces

**Tableau 02** : diversité taxonomique du zooplancton recensées dans le lac Tonga.

<b>Les copépodes</b>	
<p><b>Ordre : cyclopoide</b>  <b>Famille : cyclopoida</b></p> <p><i>Diacyclops thomasi</i>(Forbes S.A, 1882)  <i>Diacyclops bicuspidatus</i>(Claus, 1857)</p> <p><b>Ordre: clanoide</b>  <b>Famille : diaptomidae</b></p> <p><i>Leptodiaptomus sp</i></p>	
<b>Les cladocères</b>	
<p><b>Ordre : Anomopoda</b>  <b>Famille : Daphnidae</b></p> <p><i>Daphnia sp</i> (O.F. Müller, 1785)  <i>Ceriodaphnia sp</i>  <i>Simocephalus vetulus</i> (O.F. Müller, 1776)  <i>Simocephalus exspinosus</i> ( Koch, 1841)</p> <p><b>Famille : Bosminidae</b></p> <p><i>Bosmina sp</i>(O.F. Müller, 1785)</p> <p><b>Famille :Chydoridae</b></p> <p><i>Alonella sp</i>  <i>Chydorus sphericus</i> (O.F. Müller, 1776)  <i>Chydorus sp</i>  <i>Graptoleberis sp</i> (Fischer, 1848)  <i>Pleuroxus leavis sp</i> (Sars, 1862)  <i>Disparalonaros rostrata</i> (Koch, 1841)</p> <p><b>Famille : Macrothricidae</b></p> <p><i>Lathonurare rectirostris</i> ( O.F. Müller, 1776)</p>	
<b>Les Rotifères</b>	

<p><i>Brachionus calyciflorus</i> (Pallas, 1766)  <i>Keratella tropica</i> (Apstein, 1907)  <i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)  <i>Platyias quadricornis</i> (Ehrenberg, 1832)  <i>Keratella quadrata</i> (O.F. Müller, 1786)</p>	
	<b>Famille : Asplanchnidae</b>
<p><i>Asplanchna pridonta</i></p>	
	<b>Famille : Synchaetidae</b>
<p><i>Polyarthra</i> sp (Ehrenberg 1834)  <i>Syncheata</i> sp</p>	
	<b>Famille Trichocercidae</b>
<p><i>Trichocerca pusilla</i> (Lauterborn, 1898)  <i>Trichocerca weberi</i> (Jennings 1903)</p>	
	<b>Ordre : flosculariaseae</b>
	<b>Famille testidinellidae</b>
<p><i>Testidinella patina</i> (Hermann, 1783)</p>	
	<b>Classe : Bdelloidea</b>
	<b>Ordre : Bdelloida</b>
	<b>Famille : Philodinidae</b>
<p><i>Philodina</i> sp (Ehrenberg, 1830)</p>	
<b>Les protozoaires</b>	
	<b>Classe : ciliophora</b>
<p><i>Phacodinium</i> sp  <i>Loxophyllum meleagris</i> (O.F. Mueller 1773)  <i>Paramecium</i> sp</p>	

### III.2. Fréquences d’occurrence :

Le calcul de la fréquence d’apparition des espèces inventoriées dans notre site d’étude (tableau 03) montre que *Diacyclops bicuspidatus*, *Daphnia* sp et *Keratella cochlearis* sont des espèces fréquentes ( $\geq 75\%$ ). Par ailleurs les résultats obtenus font apparaître 09 espèces occasionnelles, 03 communes, 12 accidentelles et 07 espèces rares.

Il est à noter la présence des Nauplii qui enregistrent des taux de 75%.

**Tableau 03 :** Fréquences d’occurrence

## Résultats | 2022

Groupe	Espèces	Pourcentage	Observation
copépodes	Nauplii	75	Fréquente
	<i>Diacyclops bicuspidatus</i>	75	fréquente
	<i>Leptodiaptomus sp</i>	33.33	occasionnelle
	<i>heterocope septentrionalis</i>	8.33	accidentelle
	<i>Diaptomus minutus</i>	8.33	accidentelle
cladocères	<i>Daphnia sp</i>	100	Fréquente
	<i>Alonella sp</i>	25	occasionnelle
	<i>Simocéphalus vetulus</i>	50	commune
	<i>Simocéphalus expinosus</i>	33.33	occasionnelle
	<i>Chydorus sphericus</i>	0	accidentelle
	<i>Chydorus sp</i>	0	accidentelle
	<i>Bosmina sp</i>	25	occasionnelle
	<i>Ceriodaphnia sp</i>	25	occasionnelle
	<i>Graptoleberis sp</i>	8.33	Accidentelle
	<i>Pleuroxus leavis sp</i>	8.33	accidentelle
	<i>Lathonurare rectirostris</i>	16.66	rare
	<i>Disparalonaros rostrata</i>	8.33	accidentelle
	Rotifères	<i>Keratella cochlearis</i>	100
<i>Kératella quadrata</i>		58.33	commune
<i>Keratella tropica</i>		33.33	occasionnelle
<i>Polyarthra sp</i>		58.33	commune
<i>Brachionus calcifloris</i>		25	occasionnelle
<i>Plationu spatulus</i>		16.66	rare
<i>Platyias quadricornis</i>		16.66	rare
<i>Trichocera pusilla</i>		16.66	rare
<i>Testidunella patina</i>		16.66	rare
<i>Asplanchna pridonta</i>		16.66	rare
<i>Asplanchna sp</i>		25	occasionnelle
<i>trichocerca weberi</i>		8.33	accidentelle
<i>Syncheata sp</i>		8.33	accidentelle
<i>Philodina sp</i>		8.33	accidentelle
<i>Trichocerca weberi</i>		8.33	accidentelle
protozoaires		<i>Paramecium sp</i>	16.66
	<i>Bryophyllums pathidioïdes</i>	8.33	accidentelle
	<i>Phacodinium sp</i>	25	occasionnelle

### III.3. Densité zooplactonique

#### III.3.1. Les Copépodes

L'estimation de la densité moyenne saisonnière des Copépodes révèle que c'est en période printanière que les densités les plus élevées sont enregistrées (supérieure à 8000ind/l), quand à l'hiver et l'été les densités ne dépassent pas 1000 ind/l. Une absence totale de cette classe est notée en période automnale. (fig.10).

Les Nauplii présentent la proportion la plus importante de cette classe avec des densités de l'ordre de 8300 ind/l suivie des *Diacyclops bicuspidatus* avec 3800ind/l.

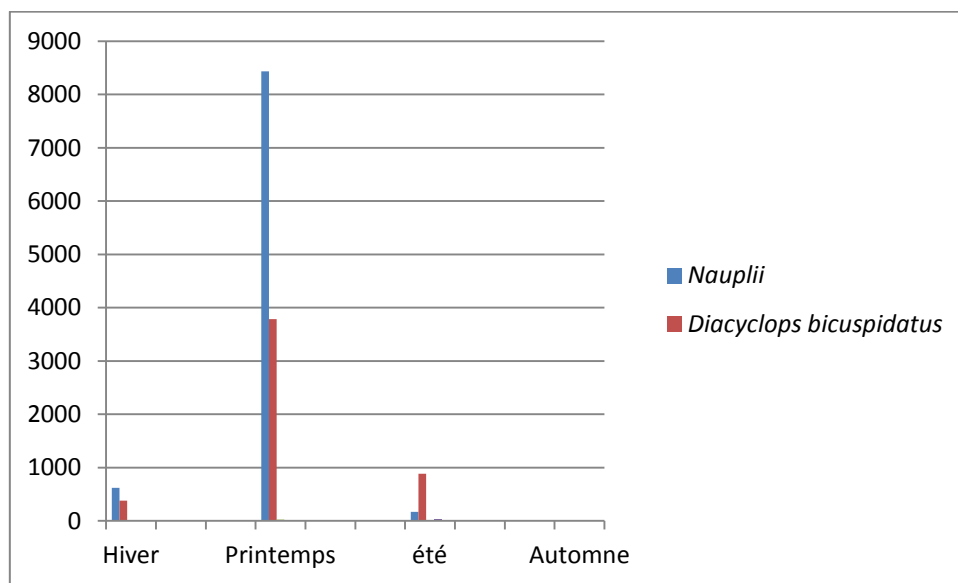


Figure 10: Densité saisonnière des Copépodes dans le lac Tonga

#### III.3.2. Les Cladocères

Il ressort de la figure 11 que c'est la saison printanière que les densités les plus élevées sont relevées dont l'espèce *Daphnia sp* marque la densité de 900ind/l.

En été des valeurs moyennes sont notées avec une dominance de *Ceriodaphnia sp* (113ind/l).

En hiver c'est l'espèce *Simocéphalus vetulus* qui domine cette classe (46ind/l).

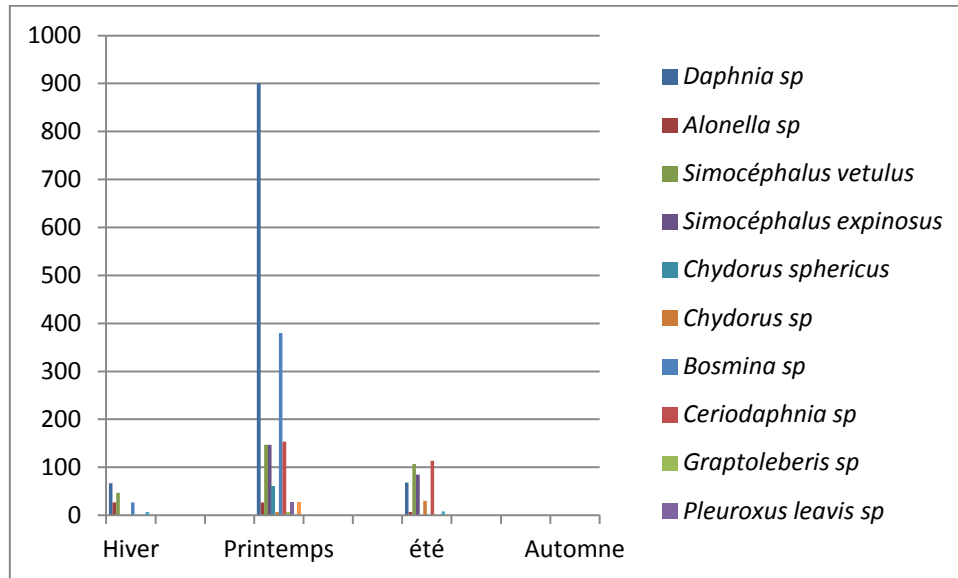


Figure 11 : Densité saisonnière des Cladocères dans le lac Tonga.

### III.3.2. Les Rotifères

Les résultats de l'inventaire des Rotifères dans le lac Tonga font apparaître que les densités les plus élevées sont observées en hivers et en printemps. Les densités les plus faibles ne dépassant pas 40 ind/l sont observées en été et en automne (fig.12)

*Polyarthra sp* est l'espèce qui présente les valeurs maximales supérieures à 300 ind/l. suivie des espèces *Keratella cochlearis* (supérieurs à 150 ind/l), *Kératella quadrata* (133 ind/l) et *Testidunella patina* (146 ind/l).

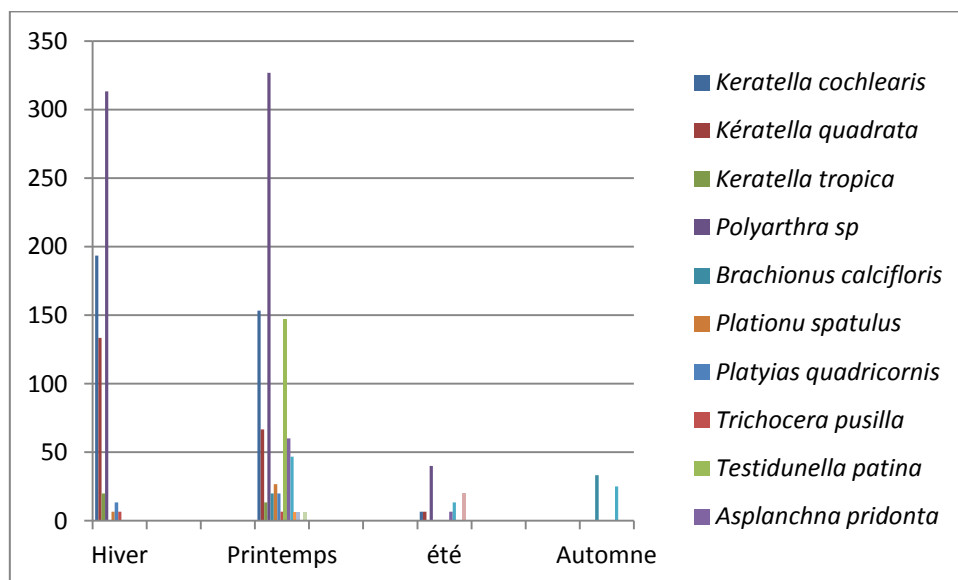


Figure 12 : Densité saisonnière des Rotifères dans le lac Tonga

### III.3.3. Les Protozoaires

Les protozoaires ne sont présents qu'en périodes printanières et estivales (fig.13)

On observe que *Phacodinium sp* et *Paramecium sp* présentent les valeurs maximales dépassant 20ind/l.

Par ailleurs l'espèce *Bryophyllums Pathidioides* apparaît en été avec une densité de 6ind/l.

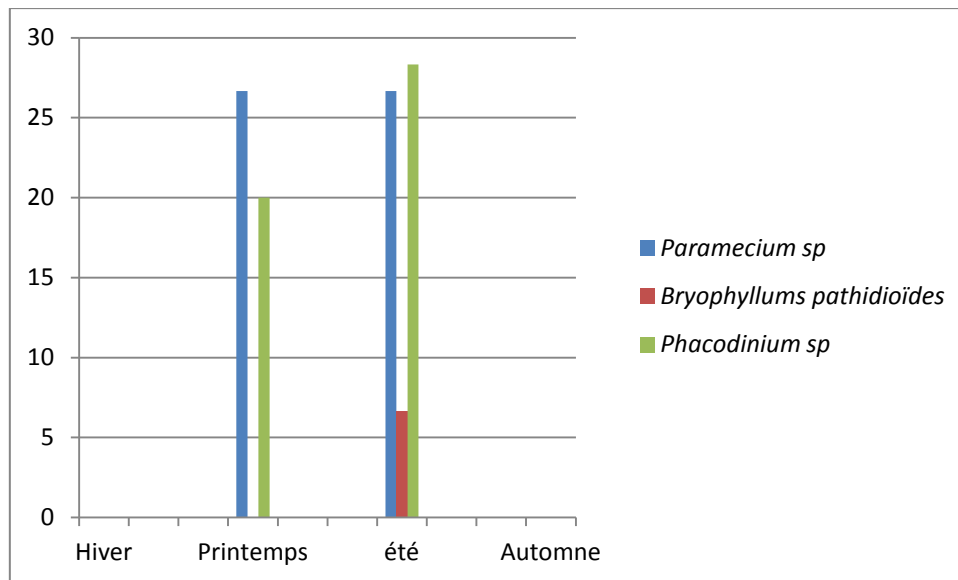


Figure 13 : Densité saisonnière des Protozoaires dans le lac Tonga

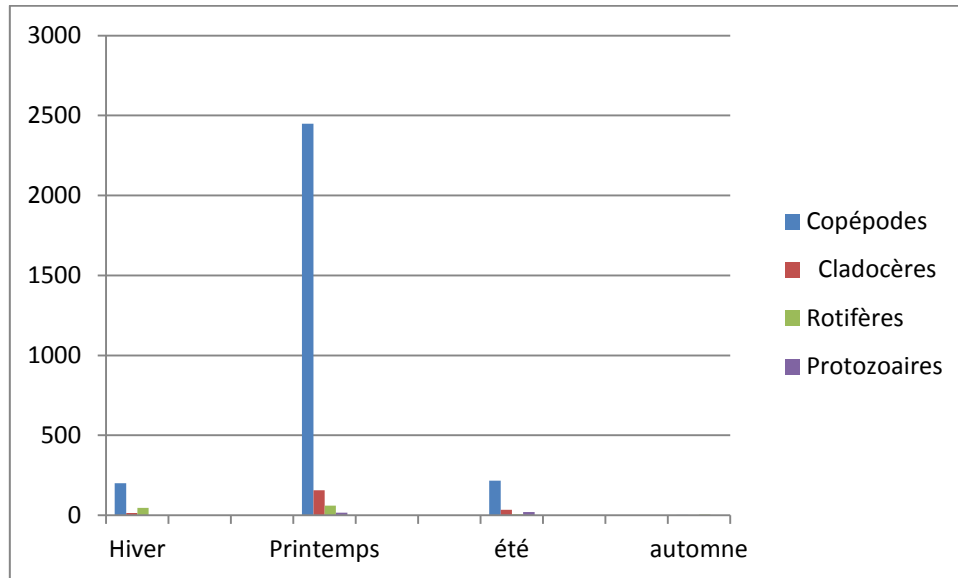
### III.4. Densité globale du zooplancton dans le lac Tonga

La densité totale moyenne de la communauté zooplanctonique du lac Tonga représenté par la figure 14 montre que la classe des Copépode est la plus représenté durant toute la période d'étude avec un maximum de 2449 ind/l au printemps et un minimum (1ind/l) en automne.

Les cladocères enregistrent des valeurs comprises entre 14ind/l en hiver et 156 ind/l en printemps.

Quant aux rotifères comptent 60ind/l au printemps ; 44ind/l en hiver et moins de 10ind/l pour l'été et l'automne.

En ce qui concerne les protozoaires présentent des densités comprises entre 15 et 20 ind/l.

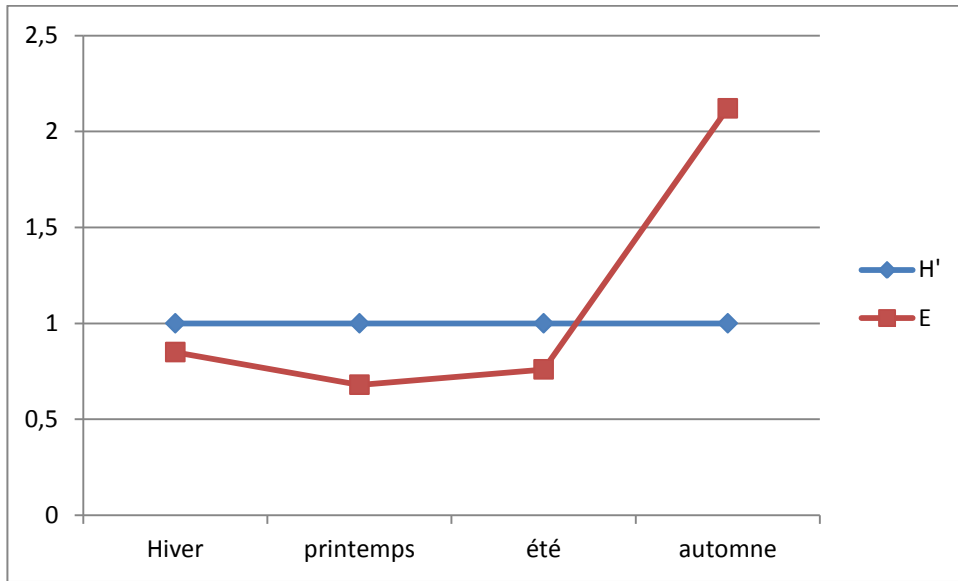


**Figure 14 : Densité globale moyenne de la communauté zooplanctonique dans le lac Tonga**

### III.5. Etude écologique

La figure 15 montre que l'indice de diversité  $H'$  est constant (égale à 1) durant toute la période d'étude, ceci signifie la présence de toutes les espèces inventoriées dans notre site d'étude.

Quant à l'équitabilité (E) ses valeurs varient entre 0,7 et 2,1, ce qui signifie qu'il existe une diversité dans la répartition saisonnière des espèces zooplanctoniques recensées dans le lac Tonga. La saison printanière représente la saison la plus diversifiée avec une valeur de 0,7, suivie de l'été avec une valeur de 0,8, l'hiver avec 0,9, tandis qu'à l'automne, nous remarquons une diminution notable de l'équitabilité de la distribution du zooplancton dans le lac ( $E= 2,1$ ).



**Figure 15 : Indice écologique de la communauté zooplanctonique du lac Tonga**

# Discussion

# Discussion

**Discussion :**

Le zooplancton transforme jusqu'à 40% de la production primaire (**Frangoulis et al 2005**). En consommant du phytoplancton, il relâche de nombreuses particules détritiques (**Moller, 2005**), et produit des pelotes fécales (**Robinson et al, 2010**), qui vont s'agréger et ainsi participer au transport passif de la matière organique (**Cavan et al, 2017**).

Dans le lac Tonga la communauté zooplanctonique est représentée par 27 genres appartenant à 4 groupes : Les copépodes, les cladocères, les rotifères et les protozoaires dont les densité les plus élevées sont celle enregistrées en période printanières.

Les communautés zooplanctoniques sont fortement soumises aux processus physiques dans la colonne d'eau et constituent ainsi de véritables indicateurs biologiques des changements climatiques (**Fernandez des puellas et al, 2004**)

La température constitue un paramètre physique crucial vu son influence et sa relation étroite avec la dynamique et la distribution du zooplancton, particulièrement sur les copépodes agissant sur le taux de leur reproduction et leur prolifération (**souissi et al, 2008**)

Les résultats obtenus dans cette étude montrent la dominance des copépodes représentés essentiellement par les Nauplis et l'espèce *Diacyclops biscuspidatus*.

Quand aux cladocères et rotifères ils sont présents à des densités non négligeables, les espèces dominantes dans chaque classe sont respectivement *Daphnia sp*, *Polyarthra sp*, *Simocéphalus vetulus* et *Keratella cochlearis*.

Toute fois, les protozoaires sont les spécimens les moins identifiés dans le lac Tonga représentés seulement avec trois espèces dont la dominante est *Phacodinium sp*

Les copépodes jouent un rôle central dans les réseaux trophiques, le suivi de la structure et la dynamique de ces espèces au sein d'un écosystème marin pourrait être d'une grande importance dans l'évaluation de son état écologique. (**Suissi et al, 2008**).

La taille est considérée comme le «trait principal» pour l'acquisition des sources de nourriture, la reproduction et l'évitement des prédateurs (**Litchman et Klausmeier, 2008**).

L'abondance relative des cladocères, des rotifères et des nauplies de copépodes témoigne la richesse phytoplanctonique de ce milieu. Cette assertion rejoint celle de **Margalef (1983)**,) qui soulignent que la forte représentativité des rotifères dans un milieu indique biologiquement le niveau trophique élevé de ce milieu.

L'étude de l'évolution temporelle de la communauté zooplanctonique du lac Tonga révèle la grande diversité enregistrée durant toute la période d'étude confirmé par le calcul de l'indice de Shannon.

L'indice de diversité des espèces est un outil pertinent pour l'évaluation de la qualité de l'eau et une base pour la bio surveillance en évaluant la complexité structurelle des assemblages de zooplancton (**Patra et al, 2011**). Le calcul de cet indice confirme l'état de santé d'un écosystème (moins pollué).

L'indice d'Équitabilité :  $S = H/\log_2(S)$ , où S représente le nombre d'espèces présentes. L'indice d'Équitabilité varie de 0 à 1. Une valeur proche de 1 indique que toutes les espèces ont à peu près la même abondance. Une valeur proche de 0 témoigne de la prépondérance d'une seule espèce.

Des études complémentaires et des expériences en laboratoire doivent se réalisées pour mieux définir les traits des espèces zooplanctoniques qui nous aideront en premier lieux à mieux comprendre l'effet des activités anthropiques sur les écosystèmes et en second lieux à définir les espèces qui pourront faire l'objet d'une exploitation aquacole entant que source nutritionnelle naturelles.

conclusion  
**conclusion**

## Conclusion

L'étude en cours est une contribution à l'étude de l'évolution saisonnière du zooplancton dans un plan d'eau douce appartenant au complexe des zones humides du Parc National D'El Kala (Lac Tonga).

L'observation microscopique des échantillons d'eau prélevés du lac Tonga nous a permis d'identifier 13 Familles, 27 Genre et 35 Espèces appartenant aux groupes Copépodes, Cladocères, Rotifères et Protozoaires.

Les résultats du calcul de la densité moyenne globale du zooplancton dans le lac Tonga révèlent que c'est la période printanière qui enregistre les densités les plus élevées, prédominée par les copépodes qui atteignent un pic de 2500 ind/l.

L'étude qualitative montre que les Nauplius et l'espèce *Diacyclops biscuspidatus* dominent la classe des copépodes, les cladocères et les rotifères sont respectivement dominés par *Daphnia sp* et *Polyarthra sp*. Les protozoaires sont la classe la moins présente dans notre site d'étude, identifiant trois espèces dont la dominante est *Phacodinium sp*.

L'estimation de l'indice de diversité (indice de Shannon) et l'équitabilité, font ressortir une bonne richesse spécifique des spécimens identifiés avec une saisonnalité dans la distribution de la communauté zooplanctonique dans le lac Tonga.

### Perspectives :

Une étude génétique visant l'identification plus précise des espèces du zooplancton du lac Tonga s'avère aussi nécessaire.

L'opportunité de poursuivre cette étude sur une longue période en combinaison avec une étude du phytoplancton, de la production primaire, de l'abondance des nutriments et des paramètres physico-chimiques permettrait de bien élucider le fonctionnement biologique du lac Tonga.

Une étude de l'abondance relative et de la migration verticale de chaque espèce s'avère aussi nécessaire.

## Références bibliographiques

### ➤ A

**AMOROS.C, (1984).** Introduction pratique a la systématique des organisme des eaux continentales français (5) p73.

**ARNDT H, (1993).** Rotifers as predators on components of the microbial web (bacteria, heterotrophic flagellates, ciliates) - a review. Hydrobiologia, p 255/256, 231-24

### ➤ B

**BALVAY. G, (1990)** - Long-term changes in zooplankton abundance and water transparency in Lake Geneva. Arch.Hydrobiology, vol. 207, p. 31-36.  
DOI : 10.1007/BF00041437.

**BALVAY .G,( 2010).** Biodiversité du zooplancton d'eau douce. In: Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon, hors-série numéro 2. Évaluation de la biodiversité rhônalpine. p. 86-90.

**BANSE. K,( 1995).** Zooplankton: Pivotal role in the control of ocean production. ICES J. mar. Sci., 52: 265-277.

**BARBAULT .R.(1995)** . écologie des peuplements .Ed, Masson, paris , p273.

**BERMAN M.S .ET RICHMAN S. (1974).** the feeding behaviour of daphnia pulex from lake wlnnebago , wisconsin . limnology and oceanography , 19 : 105-109

**BOUGIS.P, ( 1974).** Écologie du plancton marin. II - Le zooplancton. Masson et Cie, Paris, 200p.

**BRATFORD - GRIEVE J. M , MARKHASEVA E.L.,ROCHA C.E.F ET ABIAHY B . (1990).** south atlantic zoolankton ( volume 2 ) . edited by boltovsky , backhuys publishers , leiden , the methers lands . 869-1098 p .

➤ C

**CALBET A. CARLOTTI F ET GAUDY R . (2007)** . the feeding ecology of the copepod *centropages typicus* . progress in oceanography , 72 : 137-150.

**CAVAN, E. L., TRIMMER, M., SHELLEY, F., SANDERS, R., (2017).**

Remineralization of particulate organic carbon in an ocean oxygen minimum zone. Nat. Commun. 8, 14847. DOI: 10.1038/ncomms14847.

**CHRISTIAN L ET JEAN-CLAUDE M,** Biodiversité, dynamique biologique et conservation, DUNOD, 248 p., 2001.

➤ D

**DAGET R (1976).** les modèles mathématiques en écologie .Ed . Masson, paris, p172

**DAJOZ . R.( 1975)** .précis d'écologie .ed.dunod , paris .p 549.

**DAJOZ . R.( 1985)** précis d'écologie .ed.dunod , paris .p505.

**DAJOZ, R (2003)** .précis d'écologie .Ed . Dunod , paris p 619.

➤ F

**FERNANDEZ DE PUELLES, M.L., VALENCIA, J., JANSA, J., MORILLAS, A., (2004).** Hydrographical characteristics and zooplankton distribution in the Mallorca channel (Western Mediterranean): spring 2001. ICES Journal of Marine Science 61, 654-666.

**FRANGOULIS, C., CHRISTOU, E. D., HECQ, J. H., (2005).** Comparison of marine copepod outfluxes: nature, rate, fate and role in the carbon, and nitrogen cycles. Adv. Mar. Biol. 47, 251-307.

**FRYER. G. (1987).** morphology and the classification of the so –called cladocera . hydrobiologia , 145 : 19-28.

➤ G

**GRAEVE M., KATTNER G . ET HAGEN W . (1994)** . diet – induced changes in the fatty acid composition of arctic herbivorous copepods : experimental evidence of trophic . journal of experimental marine biology and ecology , 182 : 97-110.

**GUERFI SARRA. (2019).**, evaluation spatio-temporelle physicochimique et biologique des zones humides du PNEK ( Nord –est Algérien ). Thèse doctorat , spécialité de biologie et conservation des zones humides . université Chedli ben Djedid – el Taref .

➤ *H*

**HABERMAN J. (1998)** - Zooplankton of lake Vörtjälv. Limnology, vol. 28, p. 49-65.

**HEERKLOSS R., BRENNING U., RING M., (1990).** Secondary production of calanoïds (Copepoda, Crustacea) in Brackish waters. Limnology and Oceanography 20 : 65-69.

**HUYS. R, BOXSHALL GA.,( 1991).** Copepod Evolution. The Ray Society, London. 468p.

➤ *J*

**JACQUES. G, (2006).** Ecologie du plancton. TEC & DOC éd.

**JEAN-FRANÇOIS, COROLLA JEAN-PIERRE, NOËL PIERRE, KUPFER MICHE ,(2016).** Cladocera eau douce Latreille., <http://doris.ffessm.fr/ref/specie/2838> .

➤ *L*

**LITCHMAN, E., KLAUSMEIER, C. A., (2008).** Trait-Based Community Ecology of Phytoplankton, Annu. Rev. Ecol. Evol. S., 39, 615–639, doi:10.1146/annurev.ecolsys.39.110707.173549.

➤ *M*

**MARC COTE,** Guide d'Algérie : paysages et patrimoine, Algérie, Média-Plus, 1996, 319 p. (ISBN 9961-9-2200-X), p. 211).

**MARGALEF, R. AND CASTELLVÍ, J.:** Fitoplancton y produccion primaria de la costa catalana, de julio de 1966 a julio de 1967, Investigacion Pesquera, 31, 491–502, 1967.

**MENASRIA HANANE :** dynamique de la communauté zooplanctonique dans le lac Tonga, 2018 ., master 2 en Hydrobiologie marine et continental; option: "Bio ressource marine et hydrologie continentale", faculté Chedli Ben Djedid – el Taref

**MØLLER, E.F., (2005).** Sloppy feeding in marine copepods: prey-size-dependent production of dissolved organic carbon. J. Plankton Res. 27, 341–56 .

**MOLLO. P, NAURY. A, ( 2013).**Manuel du plankton , Charles Léopold Mayer éd. Paris .P15-45.

**MOLLO .P, NAURY. A, (2013) .** Manuel du plankton, Charles Léopold Mayer éd. Paris. P101.

➤ N

**NYBAKKEN J.W. (2001) .** Plankton and plankton community in : marine biology : an ecological approach , 5 th ed . p 38-93.

➤ P

**PATRA, A., SANTRA, K.B., MANNA, C.K., ( 2011 ).** Ecology and diversity of zooplankton in relation to physico-chemical characteristics of water of Santragachi Jheel, West Bengal, India. Journal of Wetlands Ecology 5, 20–39.doi:10.3126/JOWE.V5I0.4595.

**PEARSON T.H. ET ROSENBERG R. (1978).** macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment .oceanographique Marine Biology Annual review ,16,230-306.

**POURRIOT. R, BENEST. D, CHAMP P, ROUGIER. C., (1982 ) .** Influence de quelques facteurs du milieu sur la composition et la dynamique saisonnière du zooplancton de la Loire. *Acta Œcologica*, vol. 3, p. 353-371.

➤ R

**RAMADE . F.(1984) .**Eléments d'écologie –écologie fondamentale .Ed .Mc graw-hill, paris , p397.

**ROBINSON, C., STEINBERG, D.K., ANDERSON, T.R., ARÍSTEGUI, J., CARLSON, C.A., FROST, J.R., GHIGLIONE, J.-F., HERNÁNDEZ-LEÓN, S., JACKSON, G.A., KOPPELMANN, R., (2010).** Mesopelagic zone ecology and biogeochemistry –a synthesis. Deep Sea Res. Part II Top. Stud. Oceanogr. 57, 1504–1518.

➤ S

**SHIEL R.J. (1995)** - A guide to identification of rotifers, cladocerans and copepods from Australian Inland water. Édit. CRCFE, Identification guide 3, 144 p.

**Souissi, A., Souissi, S. & Daly-Yahia, M.N., (2008).** Temporal variability of abundance and reproductive traits of *Centropages kroyeri* (Calanoida; Copepoda) in Bizerte Channel (SW Mediterranean Sea, Tunisia). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 355: 125- 136.

➤ W

**WELLS P.G (1984)** . Marine ecotoxicological tests with zooplankton in : persoone , G., jaspers , E., claus . c , ecotoxicological testing for the marine environment , institue of marine science research , Braden , p 215-256.

**WALLACE R.L. & SNELL T.W,( 2010).** Rotifera. In: *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*. (Eds J. Thorp), pp. 173-235. Academic Press.

➤ Y

**YANNIK. SPINEUX., (2008).** Le zooplancton des eaux douces de nos régions.

**SITE WEB :**

- <sup>1</sup> ( [https : // www.futura-sciences.com](https://www.futura-sciences.com) ) .
- <sup>2</sup> (<https://eleau.org/ecologie/>) association reconnue d'intérêt général - mieux comprendre notre environnement marin pour mieux le protéger .
- <sup>3 4 5</sup> ( <https://www.obs-vlfr.fr> ) .
- <sup>6</sup> ([https://fr.wikipedia.org/wiki/Cladocera#/media/Fichier:Daphnia\\_pulex.png](https://fr.wikipedia.org/wiki/Cladocera#/media/Fichier:Daphnia_pulex.png)) .
- <sup>7</sup> \* (<https://planktovie.biz/actualites/parthenogenese-ou-quand-la-reproduction-ne-necessite-plus-lintervient-dun-male>)  
\*([https://www.sciencesetavenir.fr/nature-environnement/la-reproduction-des-rotiferes-ou-le-guide-de-la-survie-sans-sexe\\_3986](https://www.sciencesetavenir.fr/nature-environnement/la-reproduction-des-rotiferes-ou-le-guide-de-la-survie-sans-sexe_3986))
- <sup>8</sup> ( [https:// www.techno-science.net](https://www.techno-science.net)).
- <sup>9</sup> \* ([https://ressources.unisciel.fr/DiversiteUnicite/chap2/co/2-Microbiologie\\_5.html](https://ressources.unisciel.fr/DiversiteUnicite/chap2/co/2-Microbiologie_5.html) )  
\*(<https://fr.wikipedia.org/wiki/Protozoaire>).
- <sup>10</sup> ( [https:// www.researgate .net](https://www.researgate.net) )
- <sup>11</sup> ((en) <https://plus.google.com/+UNESCO> [archive], « El Kala Biosphere Reserve, Algeria » [archive], sur *UNESCO*, 25 mars 2019 (consulté le 14 novembre 2021))
- <sup>12</sup> ( [https:// www.researgate .net](https://www.researgate.net) )

1. Quelques espèces trouvées dans le lac Tonga. (Menasria. H., 2018).

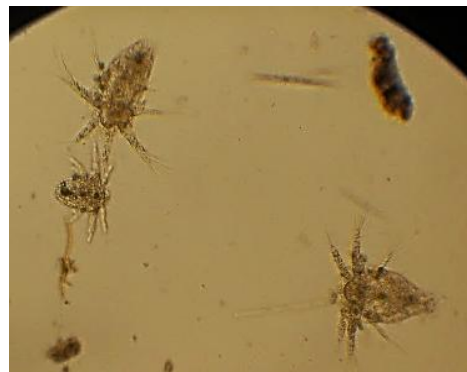
➤ Les espèces de copépodes trouvés dans lac Tonga



*Diacyclops bicuspidatus / (Diacyclops thomasi) (Gx10)*



*Leptodiaptomus sp (Gx10)*



*Copépodes Nauplius (Gx10)*

- Les espèces des cladocères trouver dans lac Tonga



*Simocephalus exspinosus* (Gx4)



*Simocephalus vetulus* (Gx4)



*Ceriodaphnia sp (Gx10)*



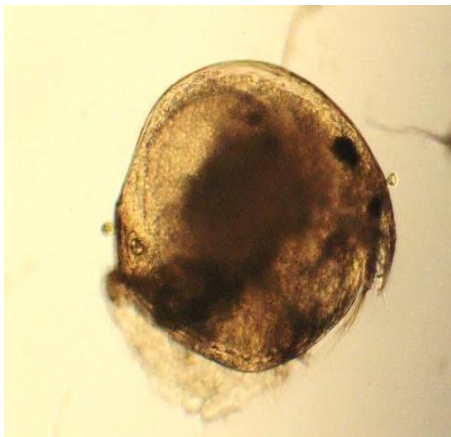
*Alonella sp (Gx10)*



*Pleuroxus laevis (Gx10)*



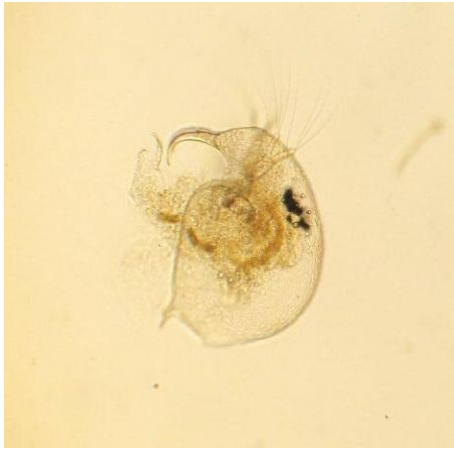

*Chydorus sp (Gx4)*







*Chydorus sphaericus (Gx10)*



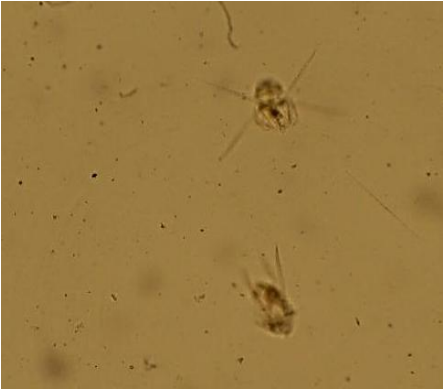





*Ceriodaphnia sp (Gx10)*


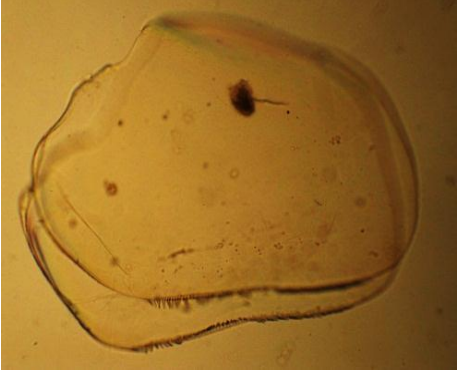


	
<i>Bosmina sp (Gx10)</i>	<i>Lathonurare rectirostris (Gx4)</i>

- les espèces des rotifères trouver dans lac le lac Tonga

	
<i>Keratella quadrata (Gx10)</i>	<i>Keratella Tropica (Gx10)</i>
	

<i>Keratella cochlearis cochlearis</i> (Gx10)	<i>Trichocerca weberi</i> (Gx10)
	
<i>Asplanchna priodonta</i> (Gx10)	<i>Trichocerca pusilla</i> (Gx10)
	
<i>Polyarthra sp</i> (Gx10)	<i>Brachionus calyciflorus</i> (Gx10)
	
<i>Philodina sp</i> (Gx10)	<i>Testidinella patina</i> (Gx10)

- Les espèces des protozoaires trouver dans lac Tonga

	
<i>Phacodinium sp (Gx10)</i>	<i>Phacodinium sp (Gx10)</i>
	
<i>Loxophyllum meleagris (Gx10)</i>	<i>Paramecium sp (Gx10)</i>

2. Des photos réales pour le lac Tonga .

