



DEMOCRATIC AND POPULAR ALGERIAN REPUBLIC
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTRY OF HIGHER EDUCATION AND SCIENTIFIC RESEARCH
جامعة الشاذلي بن جديد - الطارف
CHADLI BENDJEDID EL TARG UNIVERSITY
كلية علوم الطبيعة والحياة
FACULTY OF NATURE AND LIFE SCIENCES
قسم علوم البحر



DEPARTEMENT DES SCIENCE DE LA MER

Mémoire de Fin d'Études
Présenté en vue de l'obtention d'un Diplôme de Master en
« Hydrobiologie marine et continentale;
Option : "Bioressources Marines" »

Thème

CONTRIBUTION A L'ETUDE DES ROTIFERES D'EAU DOUCE (CAS DU LAC TONGA ET LAC DES OISEAUX)

Présenté Par : **Benfiala Nardjes**

Soutenue publiquement le : 16/06/2026

devant le jury composé de :

NOM et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
Dahel Amina Tania	Pr.	Université Chadli Bendjedid-El-Tarf	Présidente
Djabourabi Aicha	Pr.	Université Chadli Bendjedid-El-Tarf	Directrice
Zaidi Abdel Raouf	MCA	Université Chadli Bendjedid-El-Tarf	Examineur

Année universitaire : 2025/2026

REMERCIEMENTS

«Je tiens à remercier chaleureusement les membres du jury Pr. Dahel A. T. (présidente) et Dr. Zaidi A. R. (Examineur) d'avoir accepté d'évaluer ce travail.

Je souhaite également exprimer ma profonde gratitude à ma directrice de recherche professeur Djabourabi A. pour son accompagnement précieux, ses conseils et sa patience tout au long de ce projet.

Mes remerciements s'adressent enfin à mes proches, ma famille, ainsi qu'à l'ensemble des équipes des laboratoires pédagogiques de l'université Chadli Bendjedid El Tarf de pour leur soutien quotidien.

Sommaire

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale1

I — Généralités sur le zooplancton d'eau douce

I.1. Définition 3

I.4. Importance du zooplancton4

II — Les rotifères des eaux douces.....5

II.1. Caractérisation générale des rotifères 7

II.1.1. Téguments et organes tégumentaires7

II.1.2. Mode de déplacement des espèces libres 7

II.1.3. Tube digestif 8

II.1.4. Système excréteur, système nerveux et organes des sens 8

III. Classification du zooplancton d'eau douce.....9

II — Matériel et méthodes

II.1. Présentation des sites d'étude10

II.1.1. Lac Tonga10

II.1.2. Lac des Oiseaux 10

II.2. Échantillonnage 13

II.2.1. Matériel utilisé	13
II.2.2. Prélèvement du zooplancton	13
II.3. Identification et dénombrement du zooplancton	14
II.4. Indices écologiques	15
II.4.1. Indice de diversité de Shannon-Weaver (1949)	15
II.4.2. Indice d'équitabilité	16

III — Résultats

III.1. Étude qualitative du zooplancton	17
III.1.1. Biodiversité zooplanctonique	17
III.1.2. Identification des espèces de rotifères inventoriées	18
III.1.3. Biodiversité spatiale	19
III.2. Étude quantitative	20
III.2.1. Distribution temporelle du zooplancton	20
III.2.2. Densité par classe zooplanctonique	21
III.2.3. Distribution temporelle des espèces zooplanctoniques	22
III.2.3.1. Les rotifères	22
III.2.3.2. Les cladocères	24
III.2.3.3. Les copépodes	25
III.3. Indices écologiques	26

IV. Discussion	27
-----------------------------	----

V. Conclusion	31
----------------------------	----

VI. Références bibliographiques	33
--	----

Résumé

La présente étude porte sur l'analyse comparative des rotifères de deux zones humides du nord-est algérien, le lac Tonga et le lac des Oiseaux, situées dans le Parc National d'El Kala (wilaya d'El Tarf). L'échantillonnage a été réalisé sur une période de trois mois, de mars à mai, 2026.

Sur le plan qualitatif, 21 espèces zooplanctoniques ont été recensées au total, soit 11 espèces au lac Tonga et 10 espèces au lac des Oiseaux. Le lac Tonga présente une biodiversité spécifique légèrement supérieure (52 %) à celle du lac des Oiseaux (48 %). La composition spécifique diffère entre les deux milieux : au lac Tonga, les rotifères et les cladocères contribuent à parts égales (37 % chacun), tandis qu'au lac des Oiseaux, les copépodes dominent avec 40 % des espèces identifiées.

L'inventaire des espèces de rotifères constitue l'un des apports majeurs de cette étude. Au lac Tonga, quatre espèces ont été identifiées : *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata*, *Keratella tropica* et *Asplanchna* sp. La dynamique temporelle de ces espèces est marquée par une succession interspécifique notable : *Keratella cochlearis* domine en mars (600 ind/m³) et en mai (400 ind/m³), cédant sa place à *Asplanchna* sp. en avril (400 ind/m³), accompagnée de *Keratella quadrata* (200 ind/m³). L'apparition de *Keratella tropica* en mai (200 ind/m³) enrichit davantage la composition spécifique de ce mois. Au lac des Oiseaux, trois espèces de rotifères ont été inventoriées : *Polyarthra major*, *Asplanchna* sp. et *Plationus patulus*. Leur présence se limite au mois de mars, avec des densités atteignant 400 ind/m³ pour *Polyarthra major* et *Asplanchna* sp., et 200 ind/m³ pour *Plationus patulus*. Leur disparition totale en avril et mai traduit une forte sensibilité de ce groupe aux fluctuations environnementales propres à ce milieu. D'un point de vue bioindicateur, la présence des genres *Keratella*, *Asplanchna* et *Polyarthra*, reconnus comme indicateurs fiables des conditions trophiques des eaux continentales, suggère un niveau trophique de type mésotrophe à légèrement eutrophe dans les deux plans d'eau, en cohérence avec les caractéristiques écologiques connues de ces zones humides.

Sur le plan quantitatif, la dynamique temporelle de l'abondance zooplanctonique est contrastée entre les deux plans d'eau. Au lac Tonga, la densité globale atteint son maximum en avril (3 600 ind/m³) avant de chuter en mai (1 400 ind/m³), reflétant une phase de prolifération printanière suivie d'un déclin. Au lac des Oiseaux, la densité maximale est enregistrée dès mars (1 100 ind/m³) et diminue progressivement jusqu'en mai (300 ind/m³). Dans les deux milieux, les copépodes constituent le groupe dominant, avec *Diacyclops thomasi* comme espèce persistante. Les rotifères et les cladocères se caractérisent par une forte variabilité temporelle, marquée par une quasi-disparition en avril et mai au lac des Oiseaux.

Les indices écologiques calculés révèlent une diversité satisfaisante et une bonne équitabilité dans les deux lacs, avec un indice de Shannon de $H' = 2,16$ au lac Tonga et $H' = 2,08$ au lac des Oiseaux, et des valeurs d'équitabilité proches de l'équilibre, témoignant d'une répartition homogène des espèces au sein des communautés.

Ces résultats confirment la richesse zooplanctonique de ces zones humides et soulignent l'importance des rotifères comme bioindicateurs de l'état trophique de ces écosystèmes.

Mots-clés : zooplancton, rotifères, lac Tonga, lac des Oiseaux, biodiversité.

Abstract

This study focuses on the comparative analysis of rotifers from two wetlands in northeastern Algeria, Lake Tonga and Lake des Oiseaux, located within the El Kala National Park (wilaya of El Tarf). Sampling was carried out over a three-month period, from March to May 2026.

From a qualitative standpoint, a total of 21 zooplankton species were recorded, with 11 species at Lake Tonga and 10 species at Lake des Oiseaux. Lake Tonga exhibits slightly higher species diversity (52%) compared to Lake des Oiseaux (48%). Species composition differs between the two sites: at Lake Tonga, rotifers and cladocerans contribute equally (37% each), whereas at Lake des Oiseaux, copepods dominate with 40% of the identified species.

The inventory of rotifer species represents one of the major contributions of this study. At Lake Tonga, four species were identified: *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata*, *Keratella tropica* and *Asplanchna* sp. The temporal dynamics of these species are characterized by a notable interspecific succession: *Keratella cochlearis* dominates in March (600 ind/m³) and May (400 ind/m³), giving way to *Asplanchna* sp. in April (400 ind/m³), accompanied by *Keratella quadrata* (200 ind/m³). The appearance of *Keratella tropica* in May (200 ind/m³) further enriches the species composition of that month. At Lake des Oiseaux, three rotifer species were recorded: *Polyarthra major*, *Asplanchna* sp. and *Plationus patulus*. Their presence is restricted to March, with densities reaching 400 ind/m³ for *Polyarthra major* and *Asplanchna* sp., and 200 ind/m³ for *Plationus patulus*. Their complete disappearance in April and May reflects the high sensitivity of this group to the environmental fluctuations characteristic of this habitat. From a bioindicator perspective, the presence of the genera *Keratella*, *Asplanchna* and *Polyarthra*, widely recognized as reliable indicators of trophic conditions in continental waters, suggests a mesotrophic to slightly eutrophic trophic level in both water bodies, consistent with the known ecological characteristics of these wetlands.

From a quantitative perspective, the temporal dynamics of zooplankton abundance are contrasted between the two water bodies. At Lake Tonga, overall density peaks in April (3,600 ind/m³) before declining sharply in May (1,400 ind/m³), reflecting a spring proliferation phase followed by a decline. At Lake des Oiseaux, maximum density is recorded as early as March (1,100 ind/m³) and decreases progressively through May (300 ind/m³). In both environments, copepods constitute the dominant group, with *Diacyclops thomasi* as the persistent species. Rotifers and cladocerans are characterized by high temporal variability, marked by a near-total disappearance in April and May at Lake des Oiseaux.

The calculated ecological indices reveal satisfactory diversity and good evenness in both lakes, with a Shannon index of $H' = 2.16$ at Lake Tonga and $H' = 2.08$ at Lake des Oiseaux, and evenness values close to equilibrium, indicating a homogeneous distribution of species within the communities.

These results confirm the zooplankton richness of these wetlands and highlight the importance of rotifers as bioindicators of the trophic status of these ecosystems.

Keywords: zooplankton, rotifers, Lake Tonga, Lake des Oiseaux, biodiversity.

ملخص

تتناول هذه الدراسة تحليلاً مقارناً للرواتب (الروتيفيرا) في منطقتين رطبتين بشمال شرق الجزائر، وهما بحيرة تونغا وبحيرة الطيور، الواقعتان داخل المتنزه الوطني القالة (ولاية الطارف). أجريت عمليات أخذ العينات على مدى ثلاثة أشهر، من مارس إلى مايو 2026.

من الناحية النوعية، تم رصد ما مجموعه 21 نوعاً من الحيوانات العوالق، منها 11 نوعاً في بحيرة تونغا و10 أنواع في بحيرة الطيور. تُظهر بحيرة تونغا تنوعاً نوعياً أعلى قليلاً (52%) مقارنةً ببحيرة الطيور (48%). يختلف التركيب النوعي بين الموقعين: ففي بحيرة تونغا تُسهم الرواتب والقشريات الفكبية (Cladocères) بنسب متساوية (37% لكل منهما)، في حين تهيمن القشريات الحلقية (Copepodes) في بحيرة الطيور بنسبة 40% من الأنواع المحددة.

يُعدّ جرد أنواع الرواتب أحد الإسهامات الرئيسية لهذه الدراسة. في بحيرة تونغا، تم التعرف على أربعة أنواع *Keratella*: *Keratella cochlearis* و *Keratella quadrata* و *Keratella tropica* و *Asplanchna sp.* تتسم الديناميكية الزمنية لهذه الأنواع بتعاقب ملحوظ بين الأنواع: يهيمن *Keratella cochlearis* في مارس (600 فرد/م³) ومايو (400 فرد/م³)، ليحلّ محله *Asplanchna sp.* في أبريل (400 فرد/م³) مصحوباً بـ *Keratella quadrata* (200 فرد/م³). ويُثري ظهور *Keratella tropica* في مايو (200 فرد/م³) التركيب النوعي لذلك الشهر. أما في بحيرة الطيور، فقد رُصدت ثلاثة أنواع من الرواتب *Polyarthra major* و *Asplanchna sp.* و *Plationus patulus*. يقتصر وجودها على شهر مارس، بكثافات تبلغ 400 فرد/م³ لكل من *Polyarthra major* و *Asplanchna sp.* و 200 فرد/م³ لـ *Plationus patulus*. ويُعكس اختفاؤها الكلي في أبريل ومايو حساسيةً بالغة لهذه المجموعة تجاه التقلبات البيئية الخاصة بهذه البيئة. ومن منظور المؤشرات الحيوية، يُشير وجود الأجناس *Keratella* و *Asplanchna* و *Polyarthra* المعترف بها مؤشرات موثوقة للأحوال الغذائية في المياه القارية، إلى مستوى غذائي متوسط إلى مائل للتغذية الزائدة قليلاً في كلا المسطحين المائيين، وهو ما يتوافق مع الخصائص البيئية المعروفة لهذه المناطق الرطبة.

من الناحية الكمية، تتباين الديناميكية الزمنية لوفرة العوالق الحيوانية بين المسطحين المائيين. في بحيرة تونغا، تبلغ الكثافة الإجمالية ذروتها في أبريل (3600 فرد/م³) قبل أن تنخفض حاداً في مايو (1400 فرد/م³)، وهو ما يعكس مرحلة تكاثر ربيعية يعقبها تراجع. وفي بحيرة الطيور، تُسجل الكثافة القصوى منذ شهر مارس (1100 فرد/م³)، ثم تتناقص تدريجياً حتى مايو (300 فرد/م³). وفي كلا البيئتين، تُشكّل القشريات الحلقية المجموعة المهيمنة، إذ يبرز *Diacyclops thomasi* بوصفه النوع الثابت الحضور. أما الرواتب والقشريات الفكبية فتتسم بتقلبية زمنية عالية، تتجلى في الاختفاء شبه الكلي في أبريل ومايو ببحيرة الطيور.

تكشف المؤشرات البيئية المحسوبة عن تنوع مُرضٍ وتوزيع متوازن في كلتا البحيرتين، إذ بلغ مؤشر شانون $H' = 2,16$ في بحيرة تونغا و $H' = 2,08$ في بحيرة الطيور، مع قيم توازن قريبة من الاتزان، مما يدل على توزيع متجانس للأنواع داخل المجتمعات الأحيائية.

تؤكد هذه النتائج غنى العوالق الحيوانية في هذه المناطق الرطبة، وتُبرز أهمية الرواتب بوصفها مؤشرات حيوية لتقييم الحالة الغذائية لهذه النظم البيئية.

الكلمات المفتاحية: عوالق حيوانية، رواتب (روتيفيرا)، بحيرة تونغا، بحيرة الطيور، التنوع البيولوجي.

Listes des figures

Titre	Page
Figure 1: La chaine trophique aquatique d'eau douce	4
Figure 2 : Rotifère vue dorsale(x 300)	6
Figure 3: Position géographique des sites d'études	12
Figure 4: Schéma d'un filet à plancton	14
Figure 5 : Diversité spécifique du zooplancton	17
Figure6: Diversité spatiale du zooplancton	20
Figure 7: Densité Globale moyenne du zooplancton	21
Figure 8: Densité moyenne par classe zooplanctonique	22
Figure 9: distribution temporelle des espèces de rotifères	23
Figure 10: distribution temporelle des espèces de cladocères	24
Figure 11: distribution temporelle des espèces de copépodes	25

Liste des tableaux

Titre	page
classification du zooplancton d'eau douce	9
Indices écologique	26

Introduction

Le zooplancton d'eau douce constitue un ensemble extrêmement diversifié d'organismes hétérotrophes vivant en suspension dans les écosystèmes aquatiques continentaux tels que les lacs, les étangs, les marais et les zones humides. Ces organismes, généralement de très petite taille, sont apte à se déplacer activement mais incapables de s'opposer aux courants qui se développent dans la masse d'eau, et dépendent largement des dynamiques hydrologiques pour leur dispersion (Wetzel, 2001).

Sur le plan écologique, le zooplancton occupe une position stratégique au sein des réseaux trophiques aquatiques. Il constitue un maillon indispensable du réseau trophique entre les organismes autotrophes du phytoplancton qu'il consomme et le peuplement piscicole auquel il sert de nourriture, au moins pour tous les alevins et pour certaines espèces à des stades plus âgés. Il joue ainsi un rôle fondamental dans le fonctionnement global des écosystèmes aquatiques, en participant à la fois à la circulation de la matière, à la régulation des populations algales et à la stabilité des chaînes alimentaires (Pinel-Alloul *et al.*, 1999 ; Wetzel, 2001).

Le zooplancton d'eau douce présente une grande hétérogénéité taxonomique et fonctionnelle. Il regroupe une grande diversité d'organismes appartenant à différents embranchements, dont les némathelminthes (rotifères), les arthropodes (microcrustacés, larves planctoniques), un cnidaire (méduse d'eau douce *Craspedacusta sowerbyi*) et un mollusque lamellibranche à larve planctonique (*Dreissena polymorpha*).

Les rotifères (*Rotifera*), groupe extrêmement abondant et diversifié en milieux dulcicoles, sont caractérisés par une reproduction rapide. La plupart du temps, les rotifères ont une multiplication asexuée (parthénogenèse) ; ils peuvent aussi se multiplier de manière sexuée, notamment quand leurs conditions de vie se dégradent, produisant alors des œufs de résistance capables de survivre même si le milieu s'assèche. Ils constituent des indicateurs biologiques importants de la qualité des eaux (Sládecek, 1983 ; Ruttner-Kolisko, 1974). Ils peuvent en effet servir d'indicateurs des conditions trophiques ; à cet effet, un quotient *Brachionus* : *Trichocerca* a été proposé pour caractériser la situation dans les eaux stagnantes et à faible courant.

Les rotifères occupent une place particulièrement importante dans les milieux eutrophes ou mésotrophes. Le zooplancton varie au cours de l'année en fonction de la température, des conditions physico-chimiques de l'eau, de l'abondance de la nourriture et de la prédation par les poissons. La structure communautaire et la densité des rotifères sont ainsi étroitement liées aux paramètres environnementaux, ce qui en fait des bioindicateurs sensibles des perturbations (Sládecek, 1983 ; Pourriot & Meybeck, 1995).

Dans les zones humides du nord-est algérien, le zooplancton a fait l'objet de plusieurs études écologiques en raison de la richesse de ces écosystèmes. Dans le marais de la Mekhada (Guerfi & Samraoui, 2018), les lacs oubeira et elmellah (shili, 2023) (région d'El Tarf), les

rotifères occupent une place importante dans le peuplement zooplanctonique ; une forte densité de rotifères au cours des deux saisons semble corrélée avec une plus faible densité de cladocères. La structure du peuplement zooplanctonique a été analysée dans des réservoirs algériens de situations géographiques et climatiques différentes en relation avec les facteurs abiotiques (température, oxygène dissous, pH, matières en suspension, sels nutritifs azotés et phosphorés), les variations thermiques et les précipitations irrégulières caractérisant le climat méditerranéen influençant fortement la composition des communautés.

En particulier, les systèmes lacustres tels que le Lac Tonga et le Lac des Oiseaux représentent des milieux naturels d'une grande importance écologique et ornithologique. Ces deux lacs sont des sites d'hivernage pour de nombreuses espèces d'oiseaux d'eau et servent également de reposoirs et lieux d'alimentation, conférant à leur avifaunistique une richesse remarquable. La productivité biologique et l'importante végétation aquatique de ces lacs offrent des conditions favorables au développement d'une communauté zooplanctonique riche (Boumezbeur, 1993 ; Chalabi, 1998). Un inventaire du zooplancton dans quelques lacs du nord-est algérien a été réalisé par Samraoui *et al.* (1998), travail pour lequel la liste des espèces a ensuite été complétée (Samraoui, 2002), suivi de nombreux travaux régionaux sur la composition et la dynamique du zooplancton dans différents plans d'eau algériens.

La présente étude constitue une contribution à la connaissance des rotifères dans deux plans d'eau douce de la région d'El Tarf. Elle s'inscrit dans la continuité des inventaires faunistiques antérieurs et vise à approfondir l'identification taxonomique de ces organismes, compte tenu de leur rôle reconnu comme bioindicateurs de l'état écologique des écosystèmes aquatiques. Ces milieux, outre leur valeur écologique intrinsèque, revêtent une importance socioéconomique considérable, ce qui justifie pleinement le suivi et l'évaluation régulière de leur santé environnementale à travers l'étude de leurs communautés zooplanctoniques.

I. Généralités

I.1.Définition

Le zooplancton (du grec zoo ou « animal ») regroupe l'ensemble des organismes animaux vivant en pleine eau, aptes à se déplacer activement, mais incapables de s'opposer aux courants qui se développent dans la masse d'eau(**Balvay,2010**). Ils sont composés d'animaux unicellulaires ou pluricellulaires, petits ou microscopiques, issus de nombreux groupes zoologiques. Qui comprend :

✚ **Le zooplancton permanent (holoplancton)**: se reproduit par division cellulaire (animaux unicellulaires) ou par accouplement (animaux pluricellulaires) avec un taux de reproduction très important. Il renouvelle sa biomasse rapidement. Par exemple, trois ou quatre jours après sa naissance.

Le zooplancton permanent est une proie facile pour le zooplancton temporaire et les petits poissons. Sa durée de vie est courte : de quelques jours à quelques semaines, avec un peu de chance (**Mollo et al, 2013**).

✚ **Le zooplancton temporaire (méroplancton)** : constitué d'œufs et de larves qui vivent de quelques heures à plusieurs semaines dans le plancton et le quittent en se métamorphosant en juvéniles puis en adultes (zooflagellés, protozoaires) ou pluricellulaires dont toute la vie est planctonique, de l'œuf à l'adulte. Il inclut une majorité de petits crustacés (copépodes, krill), des petits mollusques et des gélatineux planctoniques (méduses, salpes) (**Mollo et al, 2013**).

Plusieurs catégories de zooplancton peuvent être définies: (**Bougis, 1976 et al..**).

➤ **Selon la taille des organismes:**

- **Microzooplancton** : 200 µm
- **Mésozooplancton** : 0,2 – 20 mm
- **Macrozooplancton** : > 20 mm

➤ **Selon la position dans la colonne d'eau:**

- **Epiplancton** : couches superficielles
- **Mésoplancton** : couches intermédiaires
- **Bathyplancton** : couches profondes

➤ **Selon le cycle biologique :**

- **Holoplancton** : organismes planctoniques durant toute leur vie.
- **méroplancton** : organismes qui passent une partie de leur vie parmi le plancton, puis basculent sur une phase benthique ou nectonique. C'est généralement le cas des larves.

Le zooplancton se nourrit par deux modes d'alimentation :

- + **La filtration** : par l'absorption de l'eau et des particules qu'elle contient.
- + **La prédation** : qui est un mécanisme de capture active de proies individuelles avec des possibilités de repérage et de choix, aussi le régime alimentaire des zooplanctons est omnivore selon (**Jacques, 2006**).

I.2. Importance du zooplancton

Le zooplancton occupe une place clé dans l'écosystème aquatique car il est à l'interface entre les autotrophes et les grands hétérotrophes (fig.1). En effet il puise sa nourriture au sein du producteur primaire qu'est le phytoplancton et permet ainsi le flux de matières vers les échelons supérieurs de la chaîne trophique (**Banse, 1995 ; Levinsen et Nielsen, 2002**). De plus le zooplancton exerce un contrôle de type « top-down », sur les producteurs primaires et participe activement au flux biogéochimiques des éléments par la reminéralisations de la matière organique (**Banse, 1995**). D'autre part, certaines espèces zooplanctoniques sont utilisées dans l'aquaculture. Ce sont des proies pour les larves des poissons (**O'bryen et Lee, 2005**).

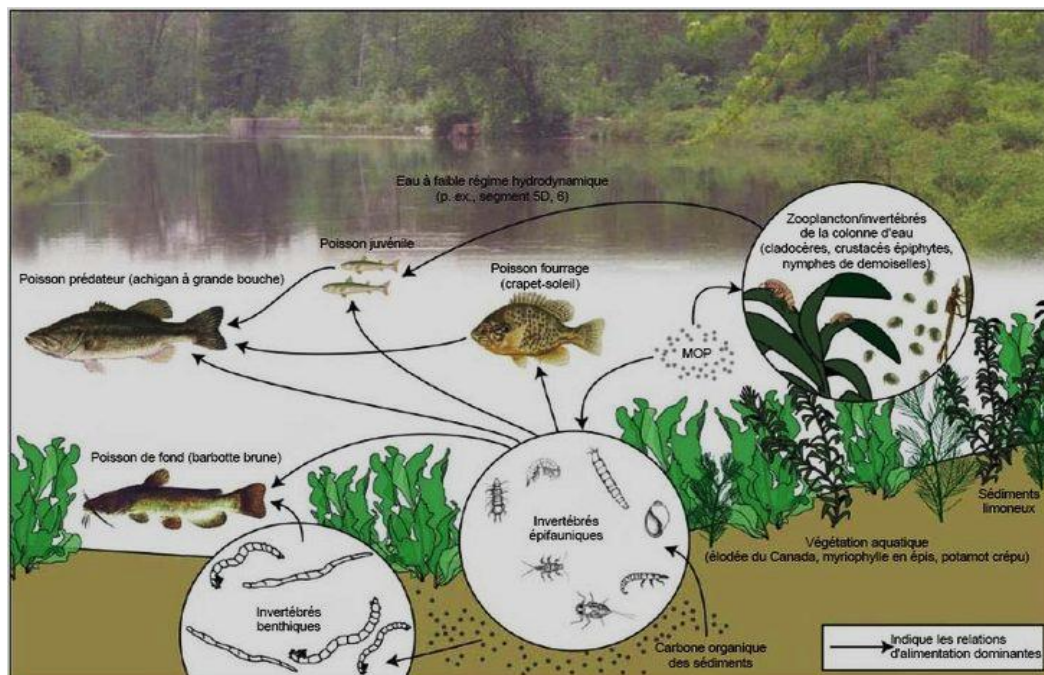


Figure 1: La chaîne trophique aquatique d'eau douce

II. Les rotifères des eaux douces

Les rotifères sont des organismes multicellulaires microscopiques appartenant au zooplancton, fascinent l'observateur avec leur structure buccale singulière. En effet, le mouvement de la couronne ciliée des rotifères, qui aspire l'eau à l'intérieur de l'appareil buccal, rappelle celui d'une roue. Ainsi, ils doivent leur nom aux locutions latines *rota* (roue) et *ferre* (porter) (**Wallace & Snell, 2010**).

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 µm.

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**).

Les rotifères observent différents types de reproduction selon les groupes. Les Seisonides vivent seulement en eau salée, observent une reproduction exclusivement sexuée, alors que les Bdelloïdes sont tous parthénogénétiques. L'absence de reproduction sexuée chez les Bdelloïdes bouscule un des principes de base de l'évolution pour lequel la perte de la reproduction sexuée chez une espèce la voue à une extinction rapide. Pourtant, ce groupe de rotifères persiste asexuellement depuis des millions d'années et pourrait donc détenir des informations sur les raisons pour lesquelles la majorité des espèces se reproduisent sexuellement (**Judson & Normark, 1996**). Les Monogonontes, quant à eux, alternent entre les deux types de reproduction, selon les conditions du milieu. Lorsque les conditions sont favorables, seulement des femelles diploïdes sont présentes. Elles se reproduisent de façon parthénogénétique, produisant des femelles amictiques, c'est-à-dire des femelles qui ne produisent que des femelles. Lorsque les conditions deviennent défavorables, les femelles amictiques donnent naissance à des femelles diploïdes mictiques qui, à leur tour, produisent des œufs haploïdes. Si l'œuf n'est pas fécondé, il donnera naissance à un mâle haploïde apte à féconder des œufs. Pour certaines espèces, les mâles n'ont tout simplement pas encore été observés.

Des différences morphologiques sont observées entre les mâles et les femelles, les mâles étant généralement plus petits. Si les conditions sont favorables (température, photopériode, nourriture abondante), le cycle de vie des rotifères peut s'avérer très court. Une femelle peut survivre d'une à trois semaines et produire

environ vingt-quatre oeufs(Wallace &Snell, 2010). Dans un contexte de changements climatiques, la température pourrait avoir une influence sur la durée de vie des rotifères.

La plupart des rotifères sont omnivores et se nourrissent essentiellement de picoplancton ainsi que de petits flagellés et ciliés de moins de 20 μm , alors que certains sont des prédateurs ingérant des particules pouvant atteindre une taille de 40 μm (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.

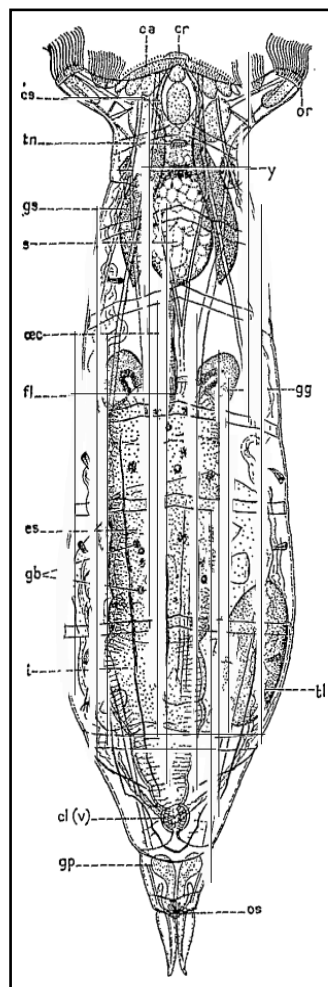


Figure 2 : Rotifere vue dorsale(x 300)

(b,bouche ; ca,ceinture circumapicale; el(v),vessie cloacale er,rostre cuticulaire , es,estomac ;gb,grains bruns de l'estomae; gg,glande gastrique; gp ,glande du pied ;gs,gland esube érébrale ;i,intestin ;m,mastax ;or,oreillettes ;os,organe sensoriel du pied; pl,plaque buccale ;ccc, msophage;s, saerétroe érébral ;tl,tentacule lombaire ;tu, tentaeulenucal;y,Lil (BExucuwr ; 1965))

II.1. Caractérisation des Rotifères (Pourriot R. & Francez A.-J, 1986)

II.1.1. Téguments et organes tégumentaires

L'un des caractères propres aux Rotifères est l'existence d'une structure ciliaire localisée à la partie antérieure du corps. Cet appareil rotateur, d'importance extrêmement variable selon les genres, se compose le plus souvent d'une plaque buccale et d'une ceinture circumapicale. Il sert à la locomotion et/ou à la récolte de nourriture.

La plaque buccale existe seule chez les formes primitives. La couronne ciliaire circumapicale est soit un pseudotrochus (ordre des Pseudotroques ; ex. *Brachionus*).

Chez les Paedotroques (*Collotheca*), l'appareil rotateur n'existe qu'à l'état larvaire libre et se transforme chez l'adulte (généralement fixé) en une nasse destinée à la capture des proies.

La cuticule, de nature protéinique et non chitineuse, reste souvent mince et souple. Chez quelques genres, elle peut s'épaissir jusqu'à former une carapace indéformable ou lorica (*Brachionus*, *Keratella*). Pourvue ou non d'expansions (épines, soies natatoires), la lorica présente parfois des ornements spécifiques (stries, facettes, points).

Le corps se prolonge par un pied terminé le plus souvent par deux orteils. Deux glandes pédieuses sécrètent une substance adhésive permettant à l'animal de s'attacher temporairement (ou définitivement) à un substrat. Chez les espèces franchement pélagiques (*Asplanchna*, *Filinia*, *Keratella*, *Polyarthra*, etc.), le pied a complètement disparu.

Dorsalement au cerveau existe un appareil rétro-cérébral rudimentaire chez de nombreuses espèces, mais bien développé chez quelques Notommatidae et Dicranophoridae. Il est constitué d'un sac rétro-cérébral prolongé par deux canaux s'ouvrant apicalement, ainsi que de deux glandes sub-cérébrales situées de chaque côté du sac (fig. 2). La fonction de cet ensemble glandulaire est totalement inconnue.

II.1.2. Mode de déplacement des espèces libres

Les espèces périphtiques et benthiques se déplacent en rampant le long du substrat. Les espèces planctoniques nagent en tournant autour de leur axe, sauf quelques exceptions (*Asplanchna*). Certaines espèces (*Epiphanes*) ont une trajectoire rectiligne ; d'autres décrivent une spire hélicoïdale (*Brachionus*, *Filinia*).

II.1.3. Tube digestif

L'appareil digestif comprend classiquement une bouche, un pharynx, un œsophage, un estomac flanqué de deux glandes gastriques et un intestin qui débouche à l'extérieur par l'intermédiaire d'un cloaque (parfois absent, ex. *Asplanchna*).

Le pharynx ou mastax, musculéux, glandulaire et armé de pièces dures (trophi) de formes très variables, est un organe caractéristique des Rotifères. Les divers types de mastax dérivent, par réduction ou hypertrophie de différentes pièces, d'un type moyen dit malléé.

Le mastax malléé est constitué d'une lame impaire, le fulcrum, sur laquelle s'articulent deux rami. Sur ces derniers, auxquels ils sont rattachés par un repli cuticulaire, reposent deux unci dentés prolongés chacun par un manubrium. Grâce à une musculature complexe, l'ensemble peut se mouvoir dans deux plans, vertical et horizontal, ce qui leur permet de saisir et de broyer les aliments.

Le type ramé accentue ce caractère broyeur par le développement des unci en deux plaques semi-circulaires et par la réduction du fulcrum et des manubriums. Le type virgé représente une adaptation à la succion réalisée par l'allongement du fulcrum et des manubriums.

II.1.4. Système excréteur, système nerveux et organes des sens, appareil génital

Tous les Rotifères sont pourvus d'un système excréteur de type protonéphridien et d'un système nerveux primitif comprenant un ganglion cérébroïde.

Les organes sensoriels se composent :

- d'un ou de plusieurs ocelles, cérébraux, apicaux ou latéraux, parfois absents ;
- d'un tentacule nuchal et de deux tentacules latéraux (absents chez les Bdelloïdes) ;
- de fossettes ciliées et de soies tactiles.

L'appareil génital est surtout visible grâce à son vitellogène à gros noyaux (huit le plus souvent). Les glandes génitales sont paires dans deux sous-classes, dont l'une est entièrement marine (les Seisoniens) et l'autre (les Digonontes, comprenant un seul ordre : les Bdelloïdes) est faiblement représentée dans le milieu strictement aquatique.

La gonade est impaire dans la sous-classe des Monogonontes, largement répandus dans les milieux aquatiques.

J'ai corrigé les fautes d'orthographe, les erreurs de frappe, les accents, la ponctuation, les espacements, ainsi que plusieurs noms scientifiques manifestement déformés par la numérisation du texte.

III. Classifications générale du zooplancton d'eau douce (Pourriot & Meybeck, 1995)

Tableau 1 : Classification du zooplancton d'eau douce

Groupe majeur	Sous-groupe	Exemples	Rôle écologique
Protozoaires (Protozoa) — Unicellulaires	Ciliés (Ciliophora)	<i>Vorticella, Paramecium</i>	Consommation de bactéries
	Flagellés (Flagellata)	<i>Euglena, Bodo</i>	Boucle microbienne
Rotifères (Rotifera) — Métazoaires microscopiques	Monogonontes (Monogononta)	<i>Brachionus, Keratella, Polyarthra</i>	Bioindicateurs, brouteurs d'algues
	Bdelloïdes (Bdelloidea)	<i>Philodina, Rotaria</i>	Décomposeurs, bactérovores
Crustacés planctoniques (Crustacea)	Cladocères (Cladocera)	<i>Daphnia, Bosmina, Chydorus</i>	Transfert trophique, contrôle algal
	Copépodes calanoïdes	<i>Eudiaptomus, Acanthodiaptomus</i>	Herbivores, proies pour poissons
	Copépodes cyclopoïdes	<i>Cyclops, Thermocyclops</i>	Omnivores, parfois carnivores
Méropplancton — Temporaire	Larves d'insectes aquatiques	<i>Chaoborus, Chironomus</i> (L.)	Prédateurs, dynamique saisonnière
	Larves de mollusques	<i>Dreissena polymorpha</i> (L.)	Filtreurs, flux de matière

(L.) = stade larvaire planctonique d'une espèce benthique à l'état adulte

II. Matériel et méthodes

II.1.Présentation des sites d'étude

II.1.1. Lac Tonga

C'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. (fig.3)

Le lac Tonga est à l'origine, avant les tentatives d'assèchements entreprises dès la fin du XIX 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 croit 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.

III.1.2. Lac des Oiseaux

Il est situé dans la Numidie orientale (Nord-est de l'Algérie) (36°47'N 08°7'E). Il est en plan incliné vers Koudiat Nemlia au Nord et au Nord-est et Djebel Bouabed au Sud et au Sud-est. À l'Ouest, il s'ouvre sur la plaine alluviale de la Mékhada. Le lac présente une forme plus ou moins ovale, étirée vers le Nord-est par une queue d'étang très caractéristique (Houhamdi, 1998). Le Lac des Oiseaux s'étale sur une superficie totale de 75 ha et présente une surface plus ou moins ovale étirée vers le Nord-Ouest par une queue d'étang caractéristique (fig. 3). Les dépôts de matières organiques constituent 20 cm (Houhamdi, 2002). Actuellement, le lac s'étale sur 46 ha avec une surface d'eau libre de 35 ha et une profondeur maximale de 0.5 m (Observation personnelle). Le Lac est classé site Ramsar depuis 1999.

La végétation du Lac des Oiseaux est très liée au substrat pédologique qui diffère du Nord-ouest au Sud-est. Le plan d'eau est dominé par *Typha angustifolia*, *Ranunculus baudotii*, *Nymphaea alba*, *Scirpus lacustris*, *S. maritimus* et *Myriophyllum spicatum* avec quelques taches de *Cyperus aristatus*, *C. fucus*, *Callitriche* sp., *Rumex algeriensis* et *R. pulcher* (Houhamdi, 1998). Le lac est entièrement délimité par une ceinture de *Juncus acutus* montrant la limite des hautes eaux. La couverture végétale et le cortège floristique diffèrent d'une saison à une autre et au total 187 espèces appartenant à 47 familles ont été recensées en 1997 (Houhamdi, 1998).

Malgré sa taille réduite, le Lac des Oiseaux recèle une avifaune abondante et remarquable. Le lac est un refuge pour de nombreux oiseaux d'eau et rapaces hivernant ou de transit (Houhamdi, 1998, Houhamdi et Samraoui, 2002). Plus de 10 000 oiseaux d'eau y hivernent chaque année et sa richesse spécifique est supérieure à 45 (Houhamdi, 2002). Le plan d'eau et malgré sa pollution abrite toujours des Anguilles *Anguilla anguilla*, des barbeaux *Barbus callensis*, du Mulet (*Mugil* sp.) et des carpes *Cyprinus carpio* (Houhamdi, 1998).

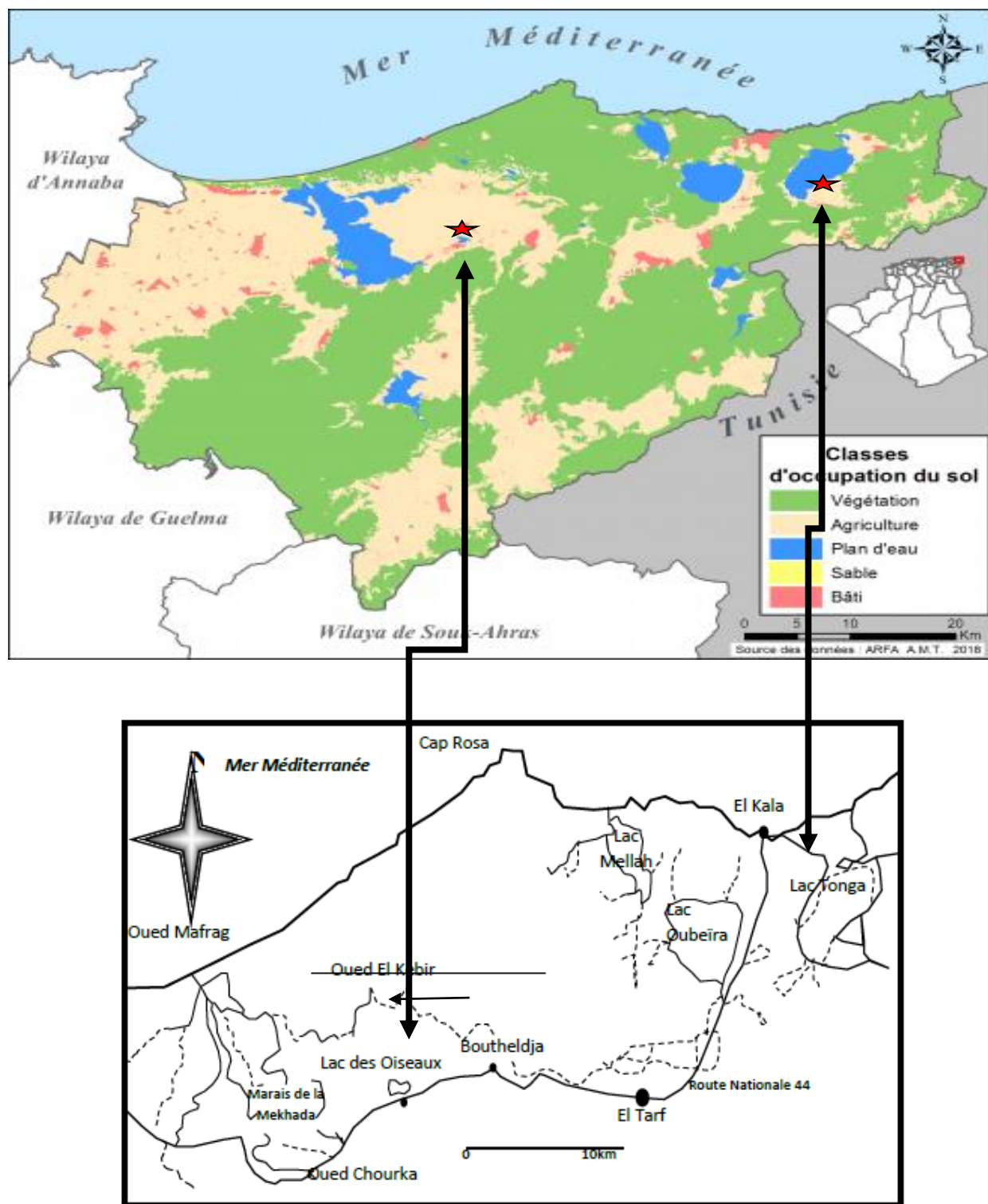


Figure 3: Position géographique des sites d'études

II.2. Echantillonnage

II.2.1 Matériel utilisé

- + Un filet à plancton;
- + Une corde;
- + Un flacon de 250 ml;
- + Formol;
- + pipette graduée;
- + Loupe binoculaire.

II.2.2.Prélèvement du zooplancton

Les prélèvements sont réalisés à l'aide d'un filet à plancton (fig.4) 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 μ m (*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.

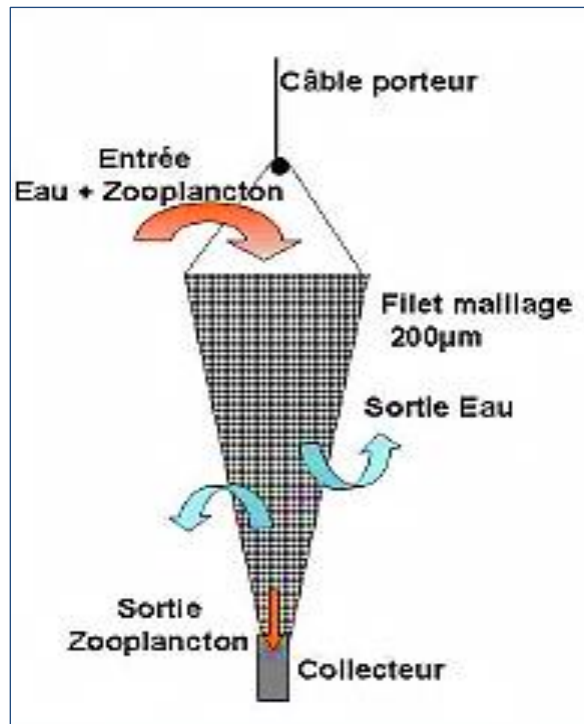


Figure 4: Schéma d'un filet à plancton

II.3. Identification et dénombrement du zooplancton :

Le comptage et l'identification du zooplancton est effectué sous loupe binoculaire, à un grossissement de Gx200, le passage au Gx400 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 5 ml d'échantillon bien homogénéisé, avec cinq (05) répétitions. L'équation des calculs utiliser est :

(Agadji houede et al., 2010)

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

D= la densité

n = nombre d'individus comptes,

v1= volume du filtrat prélevé (5 ml),

v2= volume du filtrat concentré (250 ml)

v3= volume d'eau filtrée (50 L).

II.4.Indice écologique

II.4.1.Indice de diversité de Shannon –Weaver (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 (n_i) par rapport au nombre total d'individus (N).

II.4.2. 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 (Hmax), elle s'exprime comme suite :

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

$$H'_{\max} = \text{Log}_2 (S)$$

S = le nombre d'espèces formant le peuplement.

La valeur H' égale zéro si l'ensemble contient une seule espèce, et sont égale à Log₂ (S) si tous les espèces contiennent le même nombre d'individus, sachant que les deux valeurs sont les limites d'un intervalle dans la quelle H' est variable (Barbault, 1995).

III. Résultats

III.1. Etude Qualitative du zooplancton

III.1.1. Biodiversité zooplanctonique

La diversité spécifique du zooplancton prend en considération 03 groupes : Les rotifères, les cladocères et les copépodes.

Au sein du lac Tonga les rotifères et les cladocères présentent la même proportion de 37% (soit 4 espèces pour chaque groupe) tandis que les copépodes constituent 27 % représentés par 3 espèces (fig.5A).

Au lac des oiseaux, les copépodes dominent la composition spécifique du zooplancton avec 40 % (4 espèces) des espèces recensées. Les rotifères et les cladocères contribuent chacun à hauteur de 30 %. Soit 3 espèces (fig.5B)

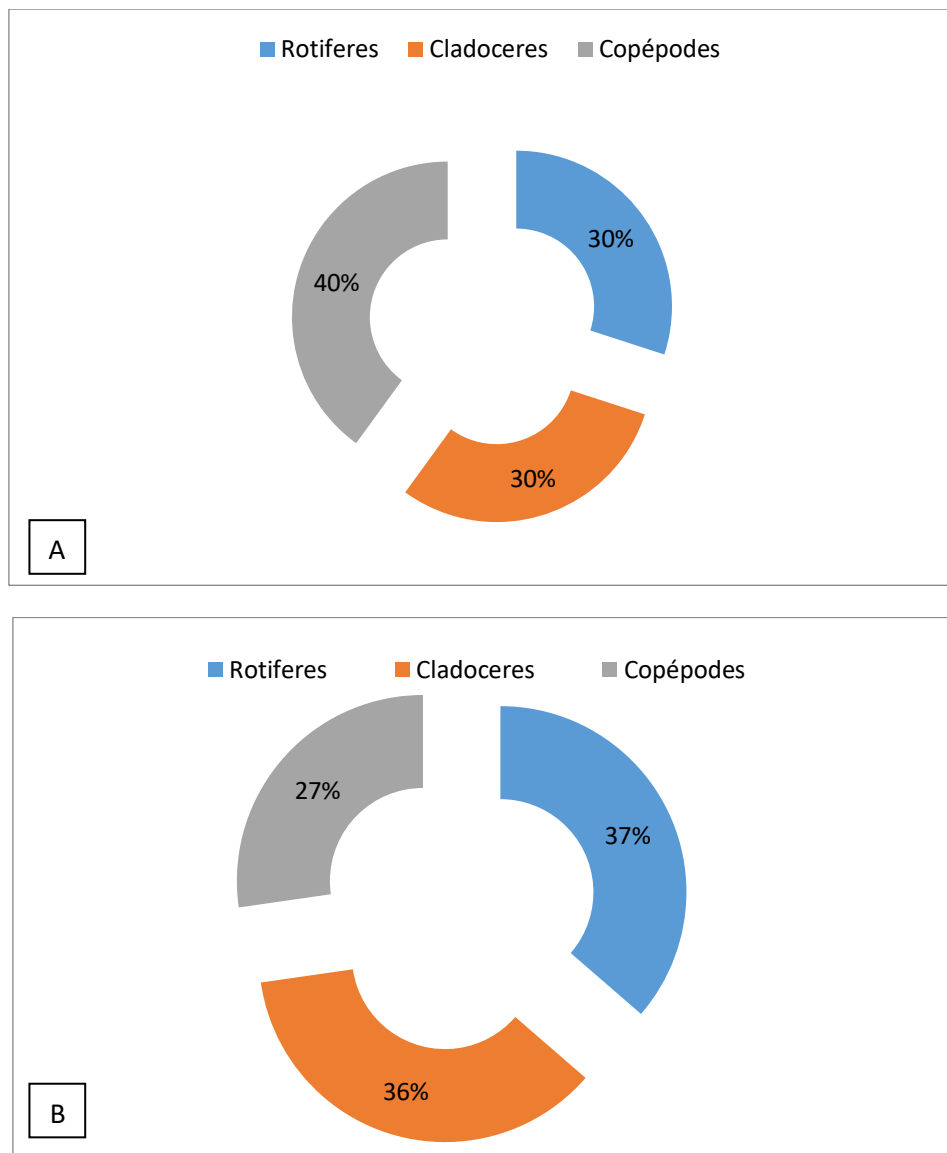
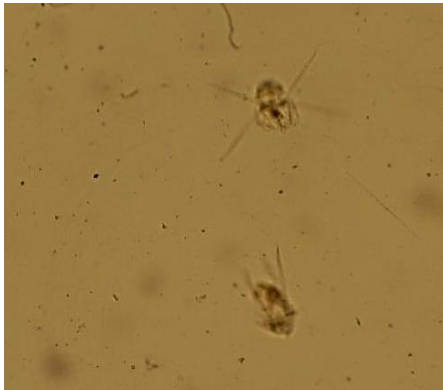


Figure 5 : Diversité spécifique du zooplancton (A : lac Tonga ; B : lac des oiseaux)

III.1.2. Identification des espèces de Rotifères inventoriées

	
<i>Keratella quadrata</i> (Gx10)	<i>Keratella Tropica</i> (Gx10)
 	
<i>Keratella cochlearis</i> (Gx10)	<i>Plationus patulus</i> (Gx10)

	
<i>Asplanchna sp (Gx10)</i>	<i>Asplanchna sp(Gx10)</i>
	
<i>Polyarthra major(Gx10)</i>	<i>Polyarthrasp (Gx10)</i>

III.1.2.Biodiversité spatiale

La comparaison spatiale des deux milieux montre que le lac Tonga (fig.6A) présente une biodiversité légèrement supérieure (52 %) à celle du lac des oiseaux (48%). Cette différence, bien que faible, indique que le lac Tonga offre des conditions écologiques plus favorables au maintien d'un plus grand nombre d'espèces zooplanctoniques.

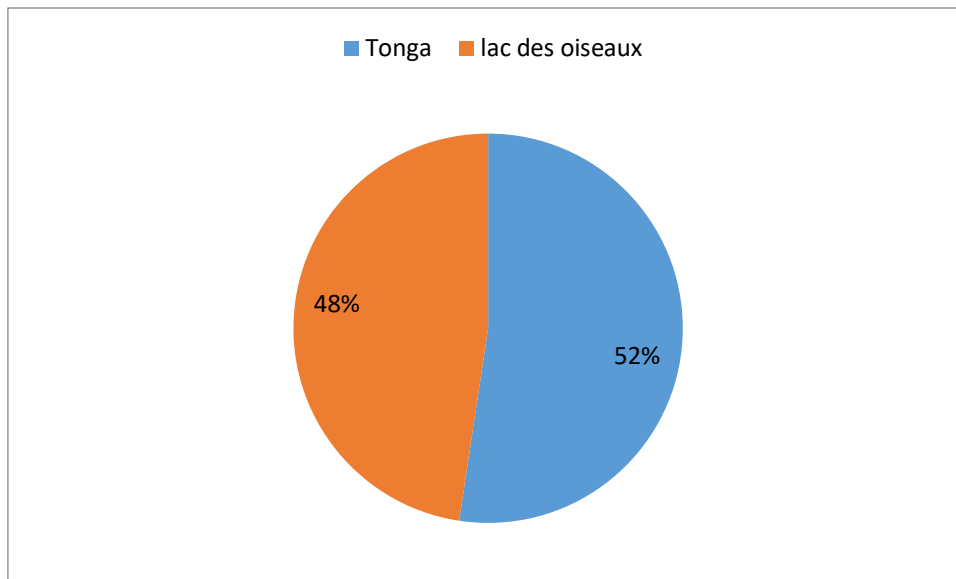


Figure 6: Diversité spatiale du zooplancton

III.2. Etude quantitative

III.2.1. Distribution Temporelle du zooplancton

La densité globale du zooplancton dans le lac Tonga augmente de mars à avril, passant d'environ 2600 ind/m³ à 3600 ind/m³, puis diminue fortement en mai pour atteindre environ 1400 ind/m³. Le maximum observé en avril traduit une période de prolifération zooplanctonique, probablement liée à des conditions environnementales optimales (fig.7A).

Concernant lac des oiseaux (fig.7B); la densité moyenne globale est maximale en mars avec environ 1100 ind/m³. Elle chute fortement en avril (≈ 350 ind/m³) et reste faible en mai (≈ 300 ind/m³). Cette tendance traduit une diminution progressive de l'abondance zooplanctonique au cours de la période d'étude.

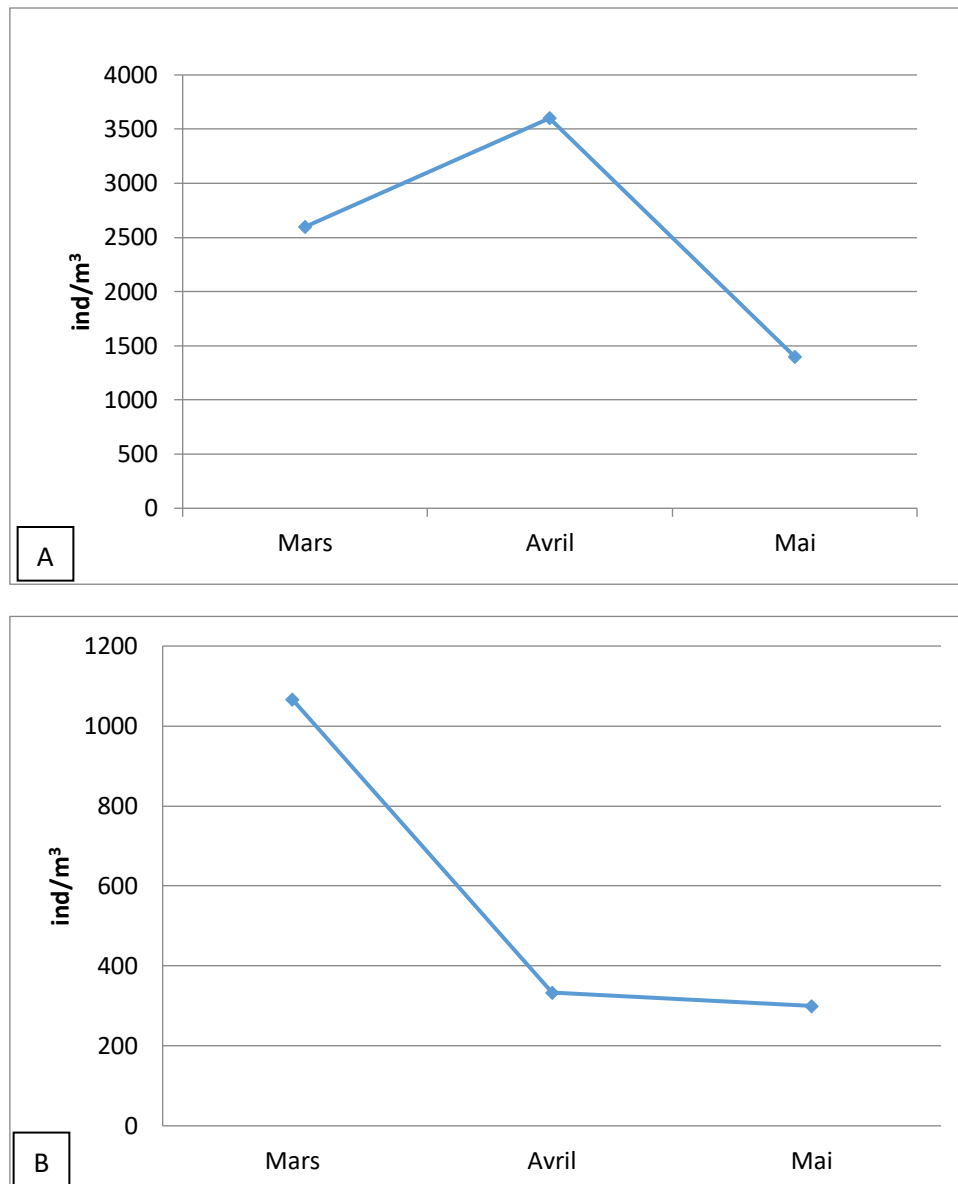


Figure 7: Densité Globale moyenne du zooplancton (A : lac Tonga ; B : lac des oiseaux)

II.2.2. Densité par classe zooplanctonique

Les copépodes constituent le groupe dominant dans le lac Tonga durant toute la période d'étude. Leur densité augmente de mars à avril avant de diminuer nettement en mai avec les taux respectifs de 1600, 2000 et 400 ind/m³. Les cladocères montrent également une augmentation importante en avril (1000ind/m³), tandis que les rotifères présentent des valeurs relativement stables avec une légère hausse en avril (fig. 8A).

Pareillement Au lac des oiseaux, les copépodes dominent largement la communauté zooplanctonique durant les trois mois étudiés relevant des densités supérieures à 1000ind/m³ (fig.8B). Les rotifères et les cladocères sont abondants en mars mais deviennent très rares en avril et mai (inferieur a 200ind/m³). Cette situation met en évidence une forte dominance des

copépodes dans ce milieu.

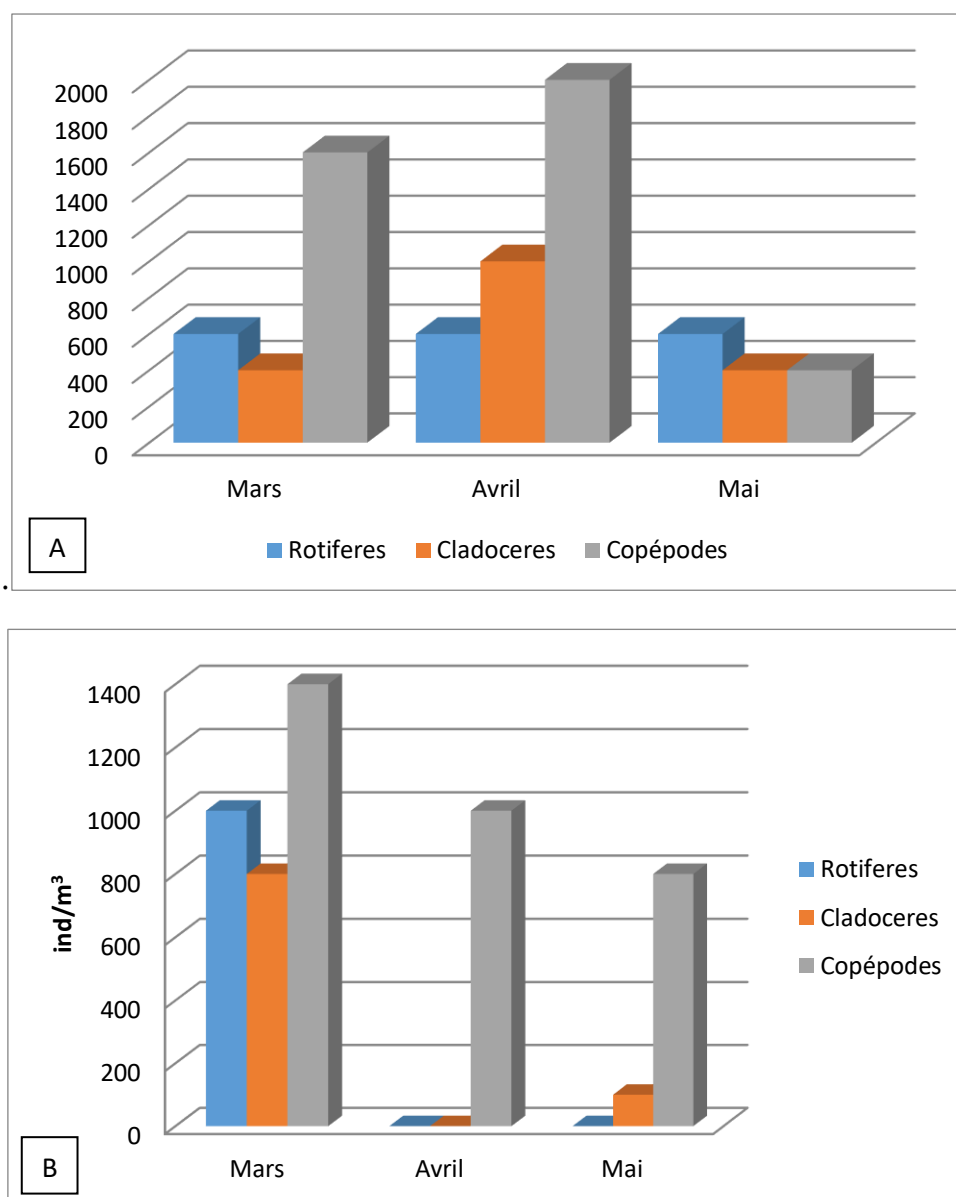


Figure 8: Densité moyenne par classe zooplanctonique

(A : lac Tonga ; B : lac des oiseaux)

III. 2.3. Distribution temporelle des espèces zooplanctoniques

III.2.3.1. Les rotifères

La composition spécifique des rotifères au niveau du lac tonga varie selon les mois. En mars, *Keratella cochlearis* est l'espèce dominante avec environ 600 ind/m³. En avril, *Asplanchna sp* devient dominante (400 ind/m³), accompagnée de *Keratella quadrata* (200

ind/m³). En mai, *Keratella cochlearis* redevient dominante (400 ind/m³), tandis que *Keratella tropica* apparaît avec 200 ind/m³ (fig.9A). Cette succession traduit une dynamique temporelle importante des espèces.

Quand a lac des oiseaux ; en mars, *Polyarthra major* et *Asplanchna sp* présentent les plus fortes abondances (400 ind/m³ chacune), alors que *Plationus patulus* atteint 200 ind/m³. Aucune espèce n'est observée en avril et en mai, ce qui indique une disparition temporaire ou une forte réduction des populations de rotifères (fig.9B).

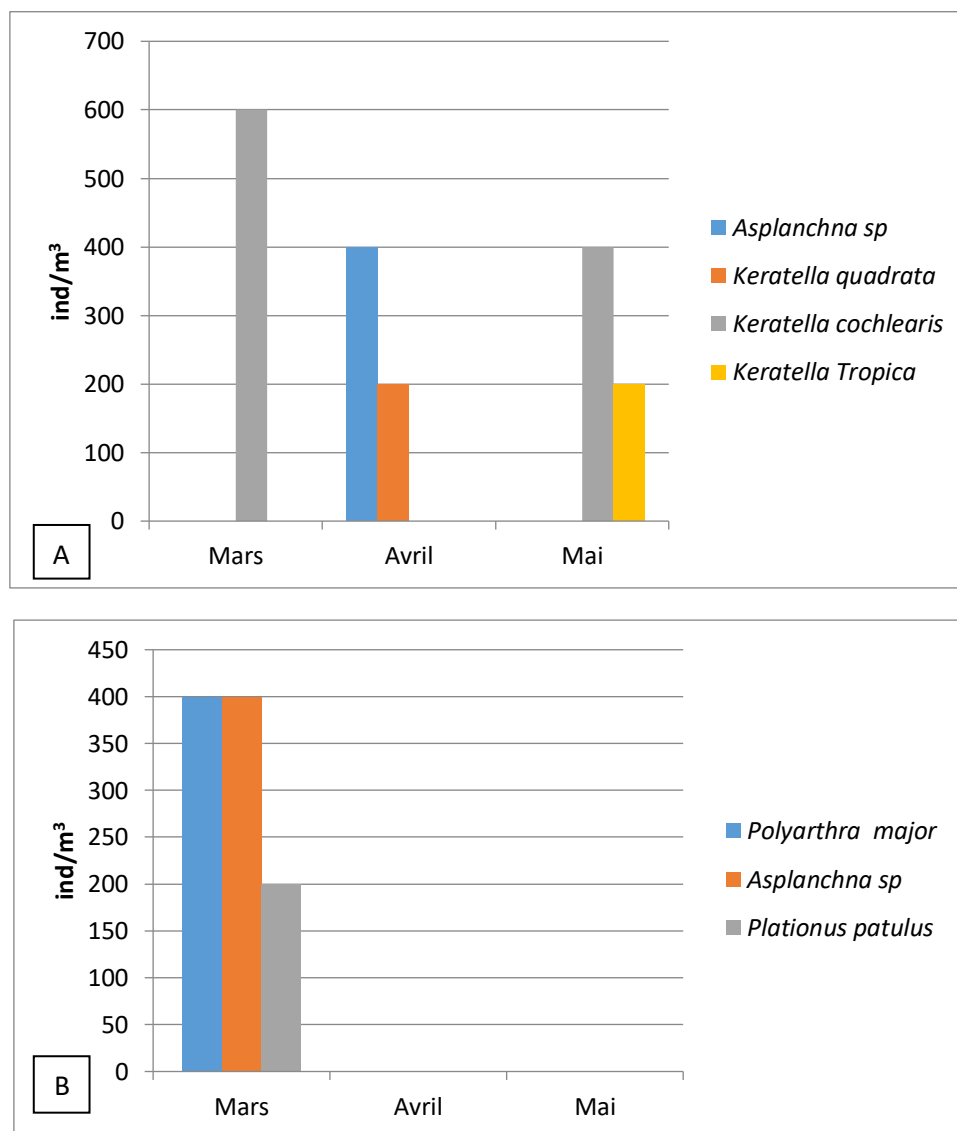


Figure 9: distribution temporelle des espèces de rotifères
(A : lac Tonga ; B : lac des oiseaux)

III.2.3.2. Les cladocères,

Seule *Ceriodaphnia laticaudata* est observée en mars avec une densité de 400 ind/m³. En avril, toutes les espèces recensées sont présentes, avec une dominance de *Daphnia parvula* (400 ind/m³). En mai, seules *Daphnia sp* et *Alonella sp* persistent avec des densités de 200 ind/m³ chacune. La richesse spécifique est donc maximale en avril (fig.10A).

Simocephalus expinosus domine en mars au lac des oiseaux avec 400 ind/m³, tandis que *Bosmina longirostris* et *Ceriodaphnia sp* atteignent chacune 200 ind/L. En avril, aucune espèce n'est observée. En mai, seule *Bosmina longirostris* subsiste avec une densité réduite à 100 ind/m³ (fig.10B). Cette évolution traduit une diminution progressive de la diversité et de l'abondance des cladocères.

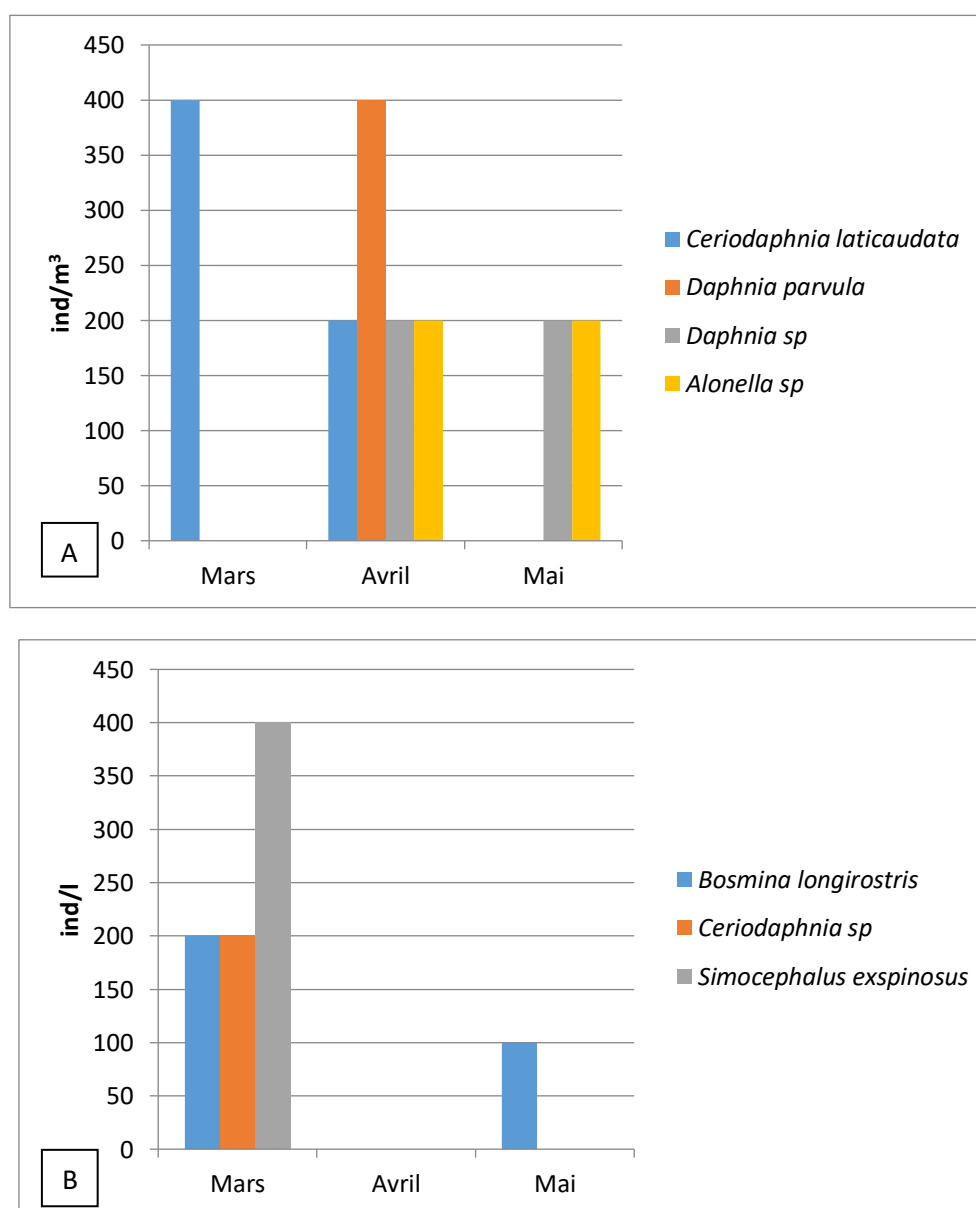


Figure 10: distribution temporelle des espèces de cladocères

(A : lac Tonga ; B : lac des oiseaux)

III.2.3.3. Les copépodes

Diacyclops bicuspidatus domine largement la communauté zooplanctonique du lac Tonga avec 800 ind/m³ en mars et 1200 ind/m³ en avril, avant de disparaître en mai. *Diacyclops thomasi* et *Leptodiaptomus sp* maintiennent des densités relativement constantes (400 ind/m³) entre mars et avril. En mai, seule *Diacyclops thomasi* subsiste avec 400 ind/m³. (fig.11A)

Diacyclops thomasi constitue l'espèce dominante durant toute la période d'étude pour lac des oiseaux (fig.11B), avec 800 ind/m³ en mars, 200 ind/m³ en avril et 600 ind/m³ en mai. Les stades naupliens atteignent leur maximum en avril (400 ind/m³), indiquant une période de reproduction.

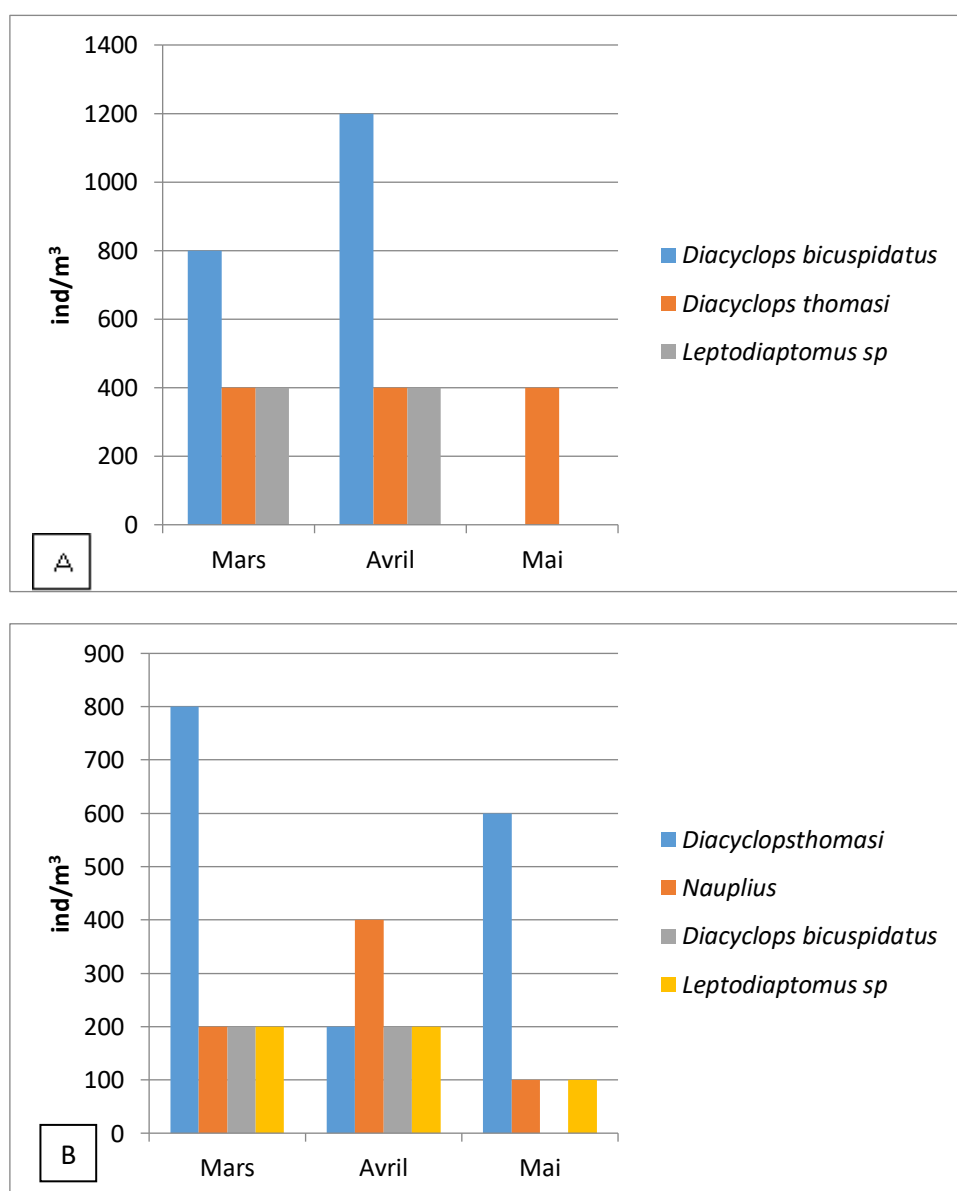


Figure 11: distribution temporelle des espèces de copépodes

(A : lac Tonga ; B : lac des oiseaux)

III.3. Indices écologiques

Le calcul des indices écologiques (tab. 1) indique une bonne distribution des individus zooplanctoniques inventoriés dans les deux plans d'eau, ainsi qu'une bonne homogénéisation de la distribution des espèces identifiées.

Tableau 2 : Indices écologiques

	S	H'	H/max	E
Tonga	11	2,15838118	1,04139269	2,07259107
Lac des oiseaux	10	2,08321552	1	2,0831552

H' : Indice de SHANNON.

E : Equitabilité.

S = Nombre d'espèces.

IV. Discussion

Les résultats de l'étude qualitative ont mis en évidence la présence des trois grands groupes zooplanctoniques classiques dans les deux plans d'eau étudiés : les Rotifères, les Cladocères et les Copépodes. Cette composition est conforme aux données généralement rapportées dans les écosystèmes lacustres d'Afrique du Nord et du bassin méditerranéen. En effet, Mouelhi *et al.* (2000) ont dressé un inventaire des Branchiopodes et Copépodes des eaux continentales d'Afrique du Nord, soulignant leur large distribution et leur diversité dans ces milieux. De même, Hazem *et al.* (2009), dans leur étude du lac Sidi M'hamed Benali en Algérie nord-occidentale, ont recensé un peuplement dominé par ces trois mêmes groupes, avec des variations d'abondance relative selon les saisons.

La prédominance du lac Tonga en termes de richesse spécifique (52 % contre 48 % pour le lac des Oiseaux) peut s'expliquer par les caractéristiques écologiques propres à chaque plan d'eau. Le lac Tonga est reconnu comme l'un des sites les plus riches en biodiversité du complexe d'El Kala, classé site Ramsar et réserve de biosphère par l'UNESCO, ses écosystèmes lacustres jouant un rôle essentiel pour de nombreuses espèces. Sa superficie plus importante et sa végétation aquatique dense — notamment les herbiers à *Potamogeton* et les roselières — offrent une plus grande diversité de microhabitats, favorisant l'installation d'un cortège zooplanctonique plus varié. À l'inverse, le lac des Oiseaux, d'une superficie de 170 ha seulement, constitue un milieu plus confiné, ce qui peut limiter la diversité des niches écologiques disponibles pour le zooplancton.

La distribution temporelle du zooplancton observée dans les deux lacs reflète une saisonnalité marquée, caractéristique des zones humides soumises au régime méditerranéen. Cherbi *et al.* (2008), dans leur étude de la distribution du zooplancton dans des lacs algériens à climat méditerranéen, ont montré que les facteurs hydrologiques et la température constituent les principales causes de la distribution temporelle des espèces zooplanctoniques. Les variations de densité observées au cours du cycle annuel dans le lac Tonga et le lac des Oiseaux s'inscrivent donc dans ce schéma général.

Concernant les Rotifères, leur abondance saisonnière est cohérente avec les données de la littérature. Au printemps, les rotifères sont largement dominants en abondance ; en été et en automne, les copépodes et les cladocères augmentent, même si les rotifères restent dominants. Ce patron de succession, observé dans de nombreux lacs européens et nord-africains, s'explique par le temps de génération très court des Rotifères, leur permettant de répondre rapidement aux enrichissements en nutriments et aux blooms phytoplanctoniques printaniers. Dans l'étude algérienne de Zéralda, la composition de la communauté des Rotifères a varié de façon saisonnière, avec en été une prolifération de *Keratella tropica*, espèce tolérant les milieux eutrophes, de même que *Brachionus calyciflorus*.

Pour les Cladocères, dans les lacs méditerranéens algériens, leur développement maximal se produit au printemps, avec une codominance de plusieurs espèces dont *Daphnia longispina*, *Ceriodaphnia reticulata* et *Diaphanosoma brachyurum*, ce dernier tendant à dominer en été. Les fluctuations de densité des Cladocères observées dans les deux lacs étudiés pourraient ainsi être liées à ces dynamiques printanières et estivales.

Quant aux Copépodes, dans le lac Sidi M'hamed Benali, ils dominent en mars, avril, juillet, août et septembre, tandis que le peuplement zooplanctonique global est très faible en juillet et en août, en raison des conditions thermiques défavorables et des faibles teneurs en oxygène

dissous. Cette observation est pertinente pour comprendre les creux de densité susceptibles d'avoir été enregistrés durant la période estivale dans les lacs Tonga et des Oiseaux.

La structure du peuplement zooplanctonique (dominé par les Rotifères en termes d'abondance) est un indicateur important de l'état trophique des deux plans d'eau. Dans les milieux peu profonds à caractère eutrophe, le zooplancton forme une composante essentielle dans la chaîne trophique, et la prédominance des Rotifères est caractéristique de tels milieux. Les espèces du genre *Brachionus* et *Keratella* sont particulièrement reconnues comme bioindicateurs d'eutrophisation. À cet égard, Sladeczek (1983) a établi que les Rotifères constituent de précieux indicateurs de la qualité de l'eau, plusieurs espèces étant caractéristiques des milieux pollués ou enrichis en matières organiques.

La présence des Cladocères, notamment du genre *Daphnia*, témoigne d'un rôle fonctionnel important dans le contrôle du phytoplancton par broutage. Le broutage du zooplancton a été mesuré comme consommant de 23 à 228 % de la biomasse phytoplanctonique par jour, avec une sélection particulière pour les algues Chlorophytes et Cryptophytes. Cette pression de broutage est un mécanisme de régulation biologique fondamental dans les lacs peu profonds, contribuant à maintenir la transparence de l'eau.

La coexistence des trois groupes dans les deux lacs, malgré leur taille différente, confirme la bonne fonctionnalité écologique globale de ces zones humides. Avant même la création du Parc National d'El Kala en 1982, les lacs Tonga et Oubeira avaient été inscrits sur la liste Ramsar en raison de leur importance internationale, ce qui témoigne de la valeur patrimoniale et de la richesse biologique de ces écosystèmes.

Les Rotifères constituent l'un des groupes zooplanctoniques les plus abondants et les plus diversifiés des eaux douces continentales. Environ 2000 espèces ont été identifiées à l'échelle mondiale, la plupart vivant en eau douce, avec des densités pouvant atteindre 5000 individus par litre, voire 12 000 individus par litre dans les milieux très enrichis. Leur présence dans les deux lacs étudiés — lac Tonga et lac des Oiseaux — s'inscrit dans ce contexte général propre aux zones humides d'eau douce du bassin méditerranéen.

Du point de vue fonctionnel, les Rotifères jouent un rôle central dans le transfert d'énergie au sein de la chaîne trophique pélagique. Ce sont des organismes filtreurs qui se nourrissent de particules en suspension dans l'eau — bactéries, algues et débris organiques — et contribuent ainsi activement au cycle des nutriments et au contrôle des populations microbiennes. Ils représentent par ailleurs une ressource alimentaire essentielle pour les larves de poissons, les copépodes prédateurs et d'autres invertébrés aquatiques, ce qui leur confère un rôle charnière dans le réseau trophique.

La distribution temporelle des Rotifères observée dans les deux lacs est cohérente avec les données disponibles pour d'autres plans d'eau algériens et méditerranéens. Leur abondance est gouvernée par plusieurs facteurs abiotiques et biotiques agissant de concert.

Facteur trophique et phytoplancton : L'abondance des Rotifères est étroitement reliée à la quantité de chlorophylle *a* dans le milieu — reflet de la biomasse phytoplanctonique disponible — ainsi qu'à la teneur en phosphore. Les pics de densité rotatoire enregistrés en période printanière correspondent vraisemblablement aux blooms phytoplanctoniques caractéristiques de cette saison, lorsque la combinaison lumière-température-nutriments est la

plus favorable. Ce couplage phytoplancton-zooplancton a été bien documenté dans les lacs méditerranéens algériens.

Facteur reproductif — la parthénogenèse : L'un des atouts écologiques majeurs des Rotifères réside dans leur stratégie reproductive. La croissance de la population se fait rapidement grâce à leur capacité à se reproduire par parthénogenèse, sans la participation d'un mâle. Une augmentation rapide de la nourriture disponible favorise ces populations, ce qui leur permet de représenter jusqu'à 50 % du zooplancton total. La parthénogenèse est le mode de reproduction habituel des Rotifères monogonontes, mais une reproduction sexuée peut être déclenchée en réponse à une forte densité de population ou à des variations brusques de température, donnant naissance à des œufs de résistance (œufs dormants) capables de traverser les périodes défavorables. Ce mécanisme explique leur persistance dans les deux lacs tout au long du cycle annuel, y compris lors des étages estivaux.

Effet de la température : La température constitue un facteur déterminant de la dynamique des Rotifères. La durée du développement embryonnaire est fortement dépendante de la température, variant entre 7 et 13,4 heures chez *Brachionus calyciflorus*, avec un taux de reproduction maximal atteint à 25 °C. Dans les conditions thermiques méditerranéennes des lacs d'El Kala, les températures estivales proches ou supérieures à 25 °C peuvent ainsi déclencher une accélération du cycle reproductif, expliquant des proliférations ponctuelles estivales chez certaines espèces thermophiles.

La composition spécifique du peuplement rotiférien est marquée par une succession saisonnière bien définie, décrite dans plusieurs études algériennes. Dans le lac de barrage de Foug El Gherza (Algérie), les communautés estivales ont été caractérisées par une prolifération de *Keratella tropica* (92,5 %), espèce tolérant les températures élevées, les conditions anoxiques et les fortes salinités, de même que *Brachionus calyciflorus* (5,54 %) ; en revanche, lorsque la température de l'eau s'abaisse, *K. quadrata* devient l'espèce la plus abondante (94,6 %). Cette alternance saisonnière entre espèces estivales et hivernales est un patron récurrent dans les milieux lacustres nord-africains, et peut être attendu dans les deux lacs étudiés.

Dans le lac Sidi M'hamed Benali en Algérie nord-occidentale, les Rotifères présentent une dominance spectaculaire en janvier, atteignant 18 780 individus par litre en moyenne, soit une dominance de 95,3 % du peuplement zooplanctonique total, avec *Keratella cochlearis* comme espèce majoritaire. Ce pic hivernal de densité est une signature commune des lacs peu profonds à caractère eutrophe, où le refroidissement des eaux favorise certaines espèces rotatoires tolérantes au froid.

Dans les zones humides proches géographiquement des deux lacs étudiés, notamment au marais de la Mékhada (région d'El Tarf, nord-est de l'Algérie), une forte densité des Rotifères a été observée de manière répétée, semblant corrélée inversement avec la densité des Cladocères, traduisant une compétition ou une alternance de dominance entre ces deux groupes selon les saisons. Cette relation de compétition/complémentarité entre Rotifères et Cladocères mérite d'être vérifiée dans le contexte du lac Tonga et du lac des Oiseaux, où une telle alternance pourrait refléter les variations saisonnières de la pression de prédation et de la disponibilité en ressources alimentaires.

L'intérêt des Rotifères ne se limite pas à leur rôle fonctionnel ; ils constituent également de précieux indicateurs biologiques de la qualité des eaux. Certaines espèces de Rotifères

fournissent un bon exemple d'indicateurs écologiques pour un facteur limitant : *Synchaeta lakowitziana* et *Notholca* spp. sont indicatrices de la température, tandis que *Brachionus plicatilis* est caractéristique des milieux saumâtres ; l'indexation des espèces à la qualité des eaux a été discutée et formalisée par Sladeczek (1973).

Plus globalement, certaines espèces de Rotifères sont des indicatrices reconnues d'eutrophisation, leur densité augmentant avec l'enrichissement en nutriments du milieu ; par ailleurs, les espèces du genre *Keratella* sont particulièrement abondantes lorsque le pH diminue, ce qui peut orienter l'interprétation des variations observées sur les deux sites. La présence ou l'abondance d'espèces telles que *Brachionus calyciflorus*, *Keratella tropica* ou *Brachionus angularis* dans les deux lacs pourrait ainsi indiquer un niveau trophique élevé (mésio-eutrophie), cohérent avec le statut de zones humides riches et productives que représentent les lacs du complexe d'El Kala.

V. Conclusion

La présente étude, menée sur la communauté zooplanctonique de deux zones humides du nord-est algérien — le lac Tonga et le lac des Oiseaux — durant la période de mars à mai, apporte des éléments significatifs sur la diversité, la structure et la dynamique saisonnière du zooplancton dans ces écosystèmes d'importance écologique majeure.

Sur le plan qualitatif, l'inventaire réalisé a permis de recenser au total 21 espèces réparties entre trois groupes taxonomiques principaux : les rotifères, les cladocères et les copépodes. Le lac Tonga présente une biodiversité légèrement supérieure (52 %) à celle du lac des Oiseaux (48 %), ce qui suggère des conditions écologiques globalement plus favorables au maintien d'une communauté zooplanctonique diversifiée. Au lac Tonga, rotifères et cladocères contribuent à parts égales à la richesse spécifique (37 % chacun), tandis qu'au lac des Oiseaux, les copépodes dominent la composition spécifique avec 40 % des espèces recensées.

Sur le plan quantitatif, les deux milieux présentent des dynamiques temporelles contrastées. Au lac Tonga, la densité zooplanctonique globale atteint son maximum en avril (3 600 ind/m³), traduisant une période de prolifération probablement favorisée par des conditions environnementales optimales, avant de diminuer fortement en mai. Au lac des Oiseaux, la densité maximale est enregistrée dès mars (1 100 ind/m³) et décroît progressivement jusqu'en mai, reflétant une dynamique d'abondance différente. Dans les deux milieux, les copépodes constituent le groupe dominant tout au long de la période d'étude, avec *Diacyclops thomasi* comme espèce caractéristique des deux plans d'eau. Les rotifères et les cladocères montrent quant à eux une forte variabilité temporelle, avec des disparitions quasi totales en avril et mai au lac des Oiseaux, ce qui traduit une sensibilité plus marquée aux fluctuations environnementales saisonnières.

Une attention particulière a été accordée aux rotifères, dont la dynamique dans les deux plans d'eau révèle des informations précieuses sur l'état écologique de ces milieux.

Au lac Tonga, quatre espèces de rotifères ont été identifiées — *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata*, *Keratella tropica* et *Asplanchna* sp. — avec une succession temporelle marquée : *Keratella cochlearis* domine en mars et en mai, tandis qu'*Asplanchna* sp. prend le dessus en avril. Cette alternance interspécifique reflète la sensibilité des rotifères aux variations saisonnières des conditions physico-chimiques de l'eau, notamment la température, la charge organique et la disponibilité des ressources alimentaires. Au lac des Oiseaux, trois espèces ont été inventoriées — *Polyarthra major*, *Asplanchna* sp. et *Plationus patulus* — dont l'abondance, bien que notable en mars, s'effondre totalement en avril et mai. Cette disparition brutale suggère une dégradation temporaire des conditions environnementales ou une pression de prédation accrue dans ce milieu. La présence d'espèces appartenant aux genres *Keratella*, *Asplanchna* et *Polyarthra*, reconnues comme de bons bioindicateurs de la qualité des eaux (Sládeček, 1983 ; Ruttner-Kolisko, 1974), témoigne d'un niveau trophique mésotrophe à légèrement eutrophe dans les deux lacs, conformément aux observations réalisées dans d'autres zones humides du nord-est algérien

Les indices écologiques calculés confirment une bonne diversité des communautés zooplanctoniques dans les deux lacs, avec des indices de Shannon proches ($H' = 2,16$ pour le lac Tonga et $H' = 2,08$ pour le lac des Oiseaux) et des valeurs d'équitabilité élevées, indiquant une répartition relativement homogène des individus entre les espèces et l'absence d'une dominance écrasante d'une seule espèce.

En définitive, cette étude confirme la richesse zooplanctonique des zones humides de la région d'El Tarf et souligne l'intérêt de ces milieux comme indicateurs de l'état écologique des écosystèmes aquatiques. Elle constitue une contribution à l'inventaire faunistique de ces plans d'eau et ouvre des perspectives pour des suivis à plus long terme, intégrant l'ensemble des paramètres physico-chimiques et biologiques afin de mieux appréhender les mécanismes régissant la dynamique du zooplancton et son rôle dans le fonctionnement trophique de ces écosystèmes.

Perspectives

- Réaliser un suivi saisonnier afin de mieux comprendre la dynamique des communautés zooplanctoniques ;
- Étudier les relations entre le zooplancton et les paramètres physico-chimiques de l'eau ;
- Évaluer les interactions trophiques au sein des écosystèmes aquatiques ;
- Explorer le potentiel des espèces zooplanctoniques en aquaculture ;
- Utiliser le zooplancton comme bioindicateur dans les programmes de surveillance écologique.

V.I. Références bibliographiques citées dans la discussion

Agadjihouede Hyppolite, Agossou Clement Bonou, Elie Montchowui, Philippe Laleye 2011 : « Recherche de la dose optimale de fiente de volaille pour la production spécifique de zooplancton à des fins piscicoles », Cahier Agriculture, vol. 20, n84, juillet-aout 2011.

Arch.Hydrobiol.,Ergbn.Limnol.,vol. 8, 1977

ARNDT H, 1993 Rotifers as predators on components of the microbial web (bacteria, heterotrophic flagellates, ciliates) - a review. Hydrobiologia, p 255/256, 231-246.

BALVAY. G, 2009 . La biodiversité du zooplancton d'eau douce en Haute-Savoie et en France.

BALVAY. G, 2010. Biodiversité du zooplancton d'eau douce. In: Bulletin mensuel de la Société limnologique de Lyon, hors-série numéro 2. Évaluation de la biodiversité rhénalpine. pp. 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 — Structure et dynamique de la biodiversité. Masson, Paris, xiv + 259 p. ISBN : 978-2-225-84865-0.

Bentouili A. (2007). Étude des zones humides de la région d'El Kala. Références internes PNEK/UNESCO.

Bidi-Akli S., Arab A. & Samraoui B. (2014). Variation spatio-temporelle du zooplancton dans le barrage de la réserve de chasse de Zéralda (Algérie). Revue d'Écologie (Terre et Vie), 69(3-4), 214–224.

Bidi S. & Abdelmalek A. (2014). Variation spatio-temporelle du zooplancton dans le barrage de la réserve de chasse de Zéralda (Algérie). Revue d'Écologie (Terre et Vie), 69(3).

BIOFOZI (2017). Biodiversité et fonctionnalité du zooplancton : test du potentiel indicateur de la qualité de l'eau. Agence de l'Eau Artois-Picardie.

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

Boulaouad N. et al. (2018). Première contribution à l'étude du zooplancton du marais de la Mékhada (région d'El Tarf, NE Algérie). Hydroécologie Appliquée.

Boumezbeur A. (1993). Écologie et biologie de la reproduction de l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* et du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* sur le Lac Tonga et le Lac des Oiseaux (Nord-Est algérien). Thèse de doctorat, Université de Montpellier, 254 p.

- Chalabi B. (1998). Contribution à l'étude de l'importance des zones humides algériennes pour la protection de l'avifaune : cas du Lac Tonga (P.N.E.K.). Thèse de Magister, INA, Alger, 133 p.
- Cherbi M., Lek-Ang S., Lek S. & Arab A. (2008). Distribution du zooplancton dans les lacs à climat méditerranéen. *Comptes Rendus Biologies*, 331(9), 692–702.
- Cherbi M., Zebdi S. & Arab A. (2008). Distribution du zooplancton dans les lacs à climat méditerranéen. *Comptes Rendus Biologies*, 331(9), 700–711.
- Daget J. (1976). Les modèles mathématiques en écologie. Collection d'Écologie n°8, Masson, Paris, 172 p.
- Dajoz R. (2003). Précis d'écologie (7e éd.). Dunod, Paris, 631 p.
- Dumont H.J. (1976). Réflexions sur les rotifères en tant qu'indicateurs biologiques. *Annales de Limnologie*, 12, 125–130.
- Guerfi S. & Samraoui B. (2018). Première contribution à l'étude du zooplancton du marais de la Mekhada dans la région d'El Tarf (Nord-Est de l'Algérie). *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 143(4), 245–262.
- Hazem Z., Mehdadi Z. & Bachir-Bouiadjra S.E. (2009). Étude de l'évaluation du peuplement zooplanctonique et physicochimique du lac Sidi M'hamed Benali. Actes du colloque "Gestion des ressources naturelles et développement durable", Sidi-Bel-Abbès.
- Hazem Z., Mehdadi Z. & Bachir-Bouiadjra S.E. (2009). Étude du peuplement zooplanctonique du lac Sidi M'hamed Benali. *Physio-Géo*, Algérie.
- Houhamdi M. (1998). Écologie du Lac des Oiseaux : cartographie, palynothèque et utilisation de l'espace par l'avifaune aquatique. Thèse de Magister, Université Badji Mokhtar, Annaba, 198 p.
- Houhamdi M. (2002). Écologie des peuplements aviens du Lac des Oiseaux (Numidie orientale). Thèse de Doctorat d'État en Écologie et Environnement, Université Badji Mokhtar, Annaba, 238 p.
- Houhamdi M. & Samraoui B. (2002). Occupation spatio-temporelle par l'avifaune aquatique du Lac des Oiseaux (Algérie). *Alauda*, 70(2), 301–310.
- JACQUES. G, 2006.Écologie du plancton. TEC & DOC éd.
- JUDSON O.P. & NORMARK B.B, 1996 Ancientasexualscandals. *Trends Ecol. Evol.*, 11, p41-46.
- Magurran A.E. (1988). *Ecological Diversity and Its Measurement*. Croom Helm, London / Princeton University Press, Princeton, 179 p.
- MOLLO. P, NAURY.A, 2013. Manuel du plancton, Charles Léopold Mayer éd. Paris.P15-45.

- MOLLO. P, NAURY. A, 2013. Manuel du plancton, Charles Léopold Mayer éd. Paris.P101.
- Mouelhi S., Balvay G. & Kraïem M.M. (2000). Branchiopodes (Cténopodes et Anomopodes) et Copépodes des eaux continentales d'Afrique du Nord : inventaire et biodiversité.
- O'BRYEN PJ., LEE. CS,2005. Culture of copepods and applications to marine finfishlarvalrearingworkshop discussion summary. In : Lee C.S., O'Bryen P.J., Marcus N.H.(Eds.), Copepods in Aquaculture, pp. 245-253.
- Pagano M. & Saint-Jean L. (1997). Dynamique de production et qualité nutritive du rotifère *Brachionus calyciflorus*. *Aquatic Living Resources*, 10(2), 77–89.
- Pearson T.H. & Rosenberg R. (1978). Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanography and Marine Biology — An Annual Review*, 16, 229–311.
- Pennak R.W. (1953). *Freshwater Invertebrates of the United States*. The Ronald Press, New York, 769 p.
- Pinel-Alloul B., Méthot G., Lapierre L. & Willsie A. (1999). Les réseaux trophiques lacustres : structure, fonctionnement, interactions et variations spatio-temporelles. *Revue des Sciences de l'Eau*, 12(3), 575–610.
- 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.
- Pourriot R. & Meybeck M. (1995). *Limnologie générale*. Masson, Paris, 956 p.
- Pourriot R. & Francez A.-J. (1986). Introduction pratique à la systématique des organismes des eaux continentales françaises. 8 : Rotifères. *Bulletin mensuel de la Société Linnéenne de Lyon*, 55(5), 1–49.
- Pourriot R. & Meybeck M. (1995). *Limnologie générale*. Collection d'Écologie n°25, Masson, Paris, 956 p.
- «Proceedings of the Second international Rotifer Sympo-sium • ä paraîtredans *Hydrobiologia*1980
- Ramade F. (1984). *Éléments d'écologie — Écologie fondamentale* (1re éd.). McGraw-Hill, Paris, ix + 397 p. ISBN : 2-7042-1062-4.
- Ruttner-Kolisko A. (1974). Plankton Rotifers. *Biology and Taxonomy*. *Binnengewässer*, 26(1), 1–146.
- Samraoui B. & De Bélair G. (1998). Les zones humides de la Numidie orientale : bilan et perspectives. *Synthèse*, 4, 1–90.

Samraoui B. (2002). Inventaire du zooplancton des zones humides du nord-est algérien. *Hydroécologie Appliquée*, 13, 1–15.

Shannon C.E. & Weaver W. (1949). *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana, 117 p.

Sladeczek V. (1983). Rotifers as indicators of water quality. *Hydrobiologia*, 100, 169–201.

Tachet H., Richoux P., Bournaud M. & Usseglio-Polatera P. (2010). *Invertébrés d'eau douce : systématique, biologie, écologie*. CNRS Éditions, Paris.

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.

WesxnbEno-LoCo(G.), 1930. —

Contribution to the biology of the Rotifera. Part II. The periodicity and sexual periods. R. dans Keuidensk. Selsk., Ser. 9, 2, 1: 1-30.

Wetzel R.G. (2001). *Limnology: Lake and River Ecosystems* (3e éd.). Academic Press, San Diego, 1006 p.