

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université BLIDA 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département Biologie des populations et des organismes

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du Diplôme de Master en Biologie

Option : Biodiversité et Développement Durable

Thème :

**Contribution à l'étude physico-chimique et
zooplanctonique des eaux du lac inférieur du barrage
de la réserve de chasse de Zéralda RCZ (Wilaya
d'Alger)**

Présenté par :

BENATMANE IMANE

BENHOCINE ASMA

Date de soutenance : 20/09/2015

Devant le jury :

M^{me} RADL.N

Maître assistante A à BPO

Présidente

M^{me} KHETTAR.S

Maître assistante A à BPO

Examinatrice

M^{me} KHEDDAM.H

Maître assistante A à BPC

Promotrice

M^{me} BENLAMEUR.Z

Cadre technique à la RCZ

Co-promotrice

Mr BOUKRABOUZA.A

Directeur de la RCZ

Invité

Promotion 2014-2015

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail fruit de plusieurs années d'études et d'efforts à mes très chers parents ; à ma mère Benatmane Hayat que je chéris le plus au monde pour tout ce qu'elle a donné à travers son amour, affection, éducation et sensibilité.

Ces mêmes sentiments s'adressent à papa Benatmane brahim, qui assure un soutien constant et indéfectible.

que ce modeste travail, soit pour vous une petite compensation et reconnaissance envers ce que vous avez fait d'incroyable pour moi.

A ma très chère sœur Asma et son marie Hamza et mon adorable nièce Manel.

A mes frères Lotfi et Nadir

A mes chères tantes Soumaya et Chafika

A mes cousines Yasmine et Naima et à toute ma famille.

A mon grand père et à tt ma famille paterelle

A ma binôme Asma et toute sa famille.

A ma chère copine Chahrazed et à tous mes amis

A mon chère ami hafid et à tout mes amis :Fouzia ,Samia,Ikrame,Asma,Sabahe ,Inèce,Sirine,Hadia ,Imane,

A mon chère khaled que j'aime le plus au monde

Je vous dédie ce travail en vous souhaitant un avenir radieux et plein de bonnes promesses.

J'espère de tout mon

cœur que notre amitié durera éternellement

A tout mes amis du département de biologie et tout mes camarades de la spécialité biodiversité et développement durable promotion 2014-2015 et à vous futurs biologistes.

-IMANE-

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

A mes très chers parents

Je vous dois ce que je suis aujourd'hui grâce à votre amour, à votre patience et vos innombrables sacrifices.

Que ce modeste travail, soit pour vous une petite compensation et reconnaissance envers ce que vous avez fait d'incroyable pour moi.

Que dieu, le tout puissant, vous préserve et vous procure santé et longue vie afin que je puisse à mon tour vous combler.

A mes très chers sœurs, frères et à ma belle-sœur .

Aucune dédicace ne serait exprimée assez profondément ce que je ressens envers vous.

Je vous dirais tout simplement, un grand merci, je vous aime.

A ma chère copine Chahrazed ainsi à mon chère ami hafid et à tout mes amis :Fouzia ,Samia,Ikrame,Asma,Sabahe ,Inèce,Sirine .

Et particulièrement à ma chère binôme Imane.

En témoignage de l'amitié sincère qui nous a liées et des bons moments passés ensemble. Je vous dédie ce travail en vous souhaitant un avenir radieux et plein de bonnes promesses.

J'espère de tout mon cœur que notre amitié durera éternellement.

A mes neveux et nièce car ils sont notre avenir.

A tous mes camarades de promotion 2014-2015

Je le dédie à toutes personnes qui me portent leur amitié, leur amour, leur sympathie.

A tous ceux qui m'ont encouragé à aller de l'avant et avaient espoir en ma personne malgré les embûches que j'ai connu.

ASMA

Remerciement

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier en premier lieu Dieu de nous avoir donné la force, la santé, le courage, la volonté et la patience pour mener à bien ce modeste travail.

Nous adressons nos plus sincères remerciements à M^{me} KHEDDAM, pour nous avoir encadrée. Merci pour tout, tout ce que vous nous avez appris, pour votre présence, vos conseils, votre aide pour la rédaction ; et finalement de nous avoir établi un contexte favorable pour le bon déroulement de notre thèse.

Un immense merci à M^{me} RADI d'avoir accepté de présider le jury.

Nos sincères remerciements à M^{me} KHETTAR qui acceptent d'examiner ce travail

Un immense merci à M^{me} N.OUADAH chef d'option biodiversité et développement durable.

Un immense merci à messieurs les professeurs : BELHAMRA et JAZOULI.

Nos vifs remerciements vont s'adresser à M^{me} BENLAMEUR pour son aide.

Nous remercions également l'ensemble du personnels compétent de la RCZ, notamment Mr A.BOUKRABOUZA directeur de RCZ, aussi Mr BENARAB ABDELLAH.

Nous remercions également l'ensemble du personnels compétant de l'ANRH, les techniciennes : M^{me} M.BENSAALA et M^{me} A.SAADI et M^{me} N.TEINTI ; Merci pour votre accueil et votre aide.

ملخص

تركز عملنا في دراسة النوعية الفيزيوكيميائية للمياه، و اهتمام خاص بالعوالق الحيوانية لبحيرة السد السفلي لزرالدة (الجزائر) خلال الفترة الممتدة من شهر مارس 2015 حتى شهر جوان 2015 .

تحليل العينات الفيزيائية و الكيميائية لمياه هذه البحيرة، كشفت الحرارة الموسمية، و درجة الحموضة القلوية و تعتمد نعالي (الموصلية الكهربائية عالية) و المواد الكيميائية الأخرى التي تشكل معظم الأملاح المغذية.

وقد سمح تحليل هيكل السكان العوالق الحيوانية لنا بتحديد تسعة أصناف : اكانتو سيكلوبس سب ، كيراتيلا كوادراتا ، كيراتيلا فلغة ، براكيونوس ليديقي ، براكيونوس انغولاريس ، بولي أرترا ريماتا ، إبيفان سننا ، بوسمينا سب ، ألونيلا سب ، و تقسيمها الى ثلاثة مجموعات تصنيفية : كوبيبود ، روتيفار ، كلادوسار ، كوبيبودا .

أظهر مؤشر شانون أن السكان العوالق الحيوانية يهيمن عليها نوع واحد أكاونتو سيكلوبس سب الذي قدم تركيزات عالية.

كلمات البحث : بحيرة السفلى ، سد زرالدة ، الفيزيائية و الكيميائية ، العوالق الحيوانية ، معيار جزائري.

Résumé

Notre travail consiste à étudier la qualité physico-chimique, et zooplanctonique des eaux de lac inférieur du barrage de Zéralda ; La prise des échantillons a été effectuée deux fois par mois (Mars et Avril) et une fois par mois (Mai et Juin) durant la période s'étalant du mois de Mars jusqu'au mois de Juin 2015 (12 échantillons durant 04 mois)

L'analyse des paramètres physico-chimiques des eaux de lac inférieur de barrage de Zéralda, a révélé une température saisonnière, un pH alcalin et une forte minéralisation (conductivité électrique élevée) et des éléments minéraux conformes à la norme algérienne de Journal Officiel de la République Algérienne (2011).

L'analyse de la structure des peuplement zooplanctonique nous a permis de recenser 9 espèces appartenant à 5 genres qui se répartissent sur 3 groupes : une espèce de Copépode : (*Acanthocyclops sp*), 6 espèces de Rotifère : (*Keratella quadrata*, *Keratella valga*, *Brachionus leydigi*, *Brachionus angularis*, *polyarthra remeta* et *Epiphane senta*) et 2 espèces de Cladocère : (*Bosmina sp* et *Alonella sp*),

L'indice de Shannon a montré que le peuplement zooplanctonique est dominé par une seule espèce *Acanthocyclops sp* qui a présenté des abondances élevées.

Les mots clés : Lac inférieur ; Barrage de Zéralda ; physico-chimique ; zooplancton ; norme algérienne.

Abstract

Our work is to study the physico-chemical quality of water and zooplankton of the lower lake dam Zeralda (Algiers) during the period from the month of March 2015 until June 2015.

Analysis of physico-chemical parameters of the water of this lake, revealed a seasonal temperature, alkaline pH, and high mineralization (high electrical conductivity) and mineral elements in accordance with the standard of Algeria « official gazette of the republic of Algeria » 2011 .

The analysis of the structure of zooplankton populations has allowed us to identify nine taxa: *Acanthocyclops* sp, *Keratella quadrata*, *Keratella valga*, *Brachionus leydigi*, *Brachionus angularis*, *polyarthra remata*, *Epiphanes senta*, *Bosmina* sp, *Alonella* sp, divided into three taxonomic groups: Copépodes, Rotifère and Cladocère.

The Shannon index showed that the zooplankton population is dominated by a single species, *Acanthocyclops* sp who presented high abundances .

Keywords : lower lake ; dam Zeralda Physico-chemical; zooplankton .

Liste des abréviations

RCZ : Réserve de Chasse de Zéralda.

ADE : Algérienne Des Eaux.

MO : Matière Organique.

NTU : Néphélométric Turbidity Unit.

PO₄⁻³ : Ortho phosphate.

R : Coefficient de corrélation.

SEAAL : Société de l'Eau et de l'Assainissement d'Alger

Turb : Turbidité.

Liste des figures

- Figure. 1** : situation géographique de la réserve de chasse de Zéralda (Google earth) .
- Figure. 2** : les principaux oueds qui alimentent le lac de la réserve de chasse de Zéralda.
- Figure. 3** : températures minimales, maximales et moyennes de la zone d'étude.
- Figure. 4** : précipitations moyennes mensuelles de la région de Zéralda (2004-2014).
- Figure. 5** : diagramme ombrothermique de Gaussen de la région de Zéralda (2004-2014).
- Figure. 6** : Position de la région de Zéralda sur le climagramme d'EMBERGER.
- Figure.7** : biodiversité de la réserve de chasse de Zéralda.
- Figure. 8** : station 1.
- Figure. 9** : station 2.
- Figure.10** : localisation des deux stations d'études sur le lac inferieur de barrage de Zéralda.
- Figure .11** : mode de prélèvement et transport.
- Figure .12** : mesure de la température de l'eau sur terrain.
- Figure .13** : fixation de l'oxygène sur terrain.
- Figure.14** : SKALAR ANALYTICAL.
- Figure.15** : méthode de prélèvement du zooplancton.
- Figure.16** : variation spatio-temporelle de la température de l'eau (°C).
- Figure.12** : variation spatio-temporelle des valeurs du pH.
- Figure.17** : variation spatio-temporelle de la conductivité électrique de l'eau ($\mu\text{s}/\text{cm}$).
- Figure.18** : variation spatio-temporelle de la turbidité de l'eau (NTU).
- Figure.19** : variation spatio-temporelle de l'oxygène dissous de l'eau.
- Figure.20**: carte factorielle des variables.
- Figure.21** : variation spatio-temporelle des nitrates de l'eau (mg/l).
- Figure.22** : variation spatio-temporelle des phosphates de l'eau (mg/l).

- Figure.23** : variation spatio-temporelle des sulfates de l'eau (mg/l).
- Figure.24** : variation spatio-temporelle des bicarbonates de l'eau (mg/l).
- Figure.25** : variation spatio-temporelle des chlorures de l'eau (mg/l).
- Figure.26** : variation spatio-temporelle des bicarbonates de l'eau (mg/l).
- Figure.27** : variation spatio-temporelle des calciums de l'eau (mg/l).
- Figure.28** : variation spatio-temporelle des magnésiums de l'eau (mg/l).
- Figure.29** : variation spatio-temporelle des matières organiques de l'eau (mg/l).
- Figure.30** : carte factorielle des variables.
- Figure.31** : l'anatomie externe des copépodes.
- Figure.32** : morphologie générale d'*Acanthocyclops* sp .
- Figure.33** : morphologie externe des rotifères.
- Figure.34** : morphologie générale de *Brachionus*.
- Figure.35** : morphologie générale de *Brachionus leydigi*.
- Figure.36** : morphologie générale de *Brachionus angularis*.
- Figure.37** : morphologie générale de *Keratella quadrata*.
- Figure.38** : morphologie générale de *Keratella valga*. Laboratoire NARH(2015).
- Figure.39** : morphologie générale de *Polyarthra remata*.
- Figure.40** : morphologie générale de *Epiphanes senta*.
- Figure.41** : morphologie générale de *Cladocera bosminidae*.
- Figure.42** : morphologie générale de *Alonella*.
- Figure.43** : distribution spatio-temporelle de la richesses spécifique du zooplancton.
- Figure.44** : distribution de la densité(ind/l) des différents groupement zooplanctoniques.
- Figure.45**: variation spatiaux-mensuelle de l'Abondance relative des espèces récoltées.
- Figure. 46**: variation spatiaux-mensuelle de l'Indice de Shannon-Weaver .
- Figure. 47**: variation spatiaux-mensuelle de Equitabilité.

Liste des tableaux

Tableau I : les principaux oueds qui alimentent le barrage de la réserve de chasse de Zéralda (Sadi, 2000).

Tableau II : morphométrie du bassin inférieur.

Tableau III : distribution des températures moyennes mensuelles durant la Période (2004-2014) de la région d'Alger (O.N.M, 2014).

Tableau IV : pluviométrie moyenne mensuelle et annuelle de la station de Staouéli durant la période (2004-2014), (O.N.M.).

Tableau V : la biodiversité de la réserve de chasse de Zéralda.

Tableau VI : faune mammalienne de la réserve de Zéralda .

Tableau VII : représentation des poissons

Tableau VIII : avifaune du lac de barrage de Zéralda.

Tableau IX : représentation de la faune herpétologique et batracologique.

Tableau X : répartition de l'inertie entre les deux axes (F1x F2).

Tableau XI : valeurs de la température mensuelles en (C°) du l'eau du lac de barrage de Zéralda.

Tableau XII : valeurs des pH mensuelles du l'eau du lac de barrage de Zéralda.

Tableau XIII : valeurs des conductivités électrique mensuelles en (uS/cm) du l'eau du lac de barrage de Zéralda .

Tableau XIV: valeurs de la turbidité mensuelle en NTU du l'eau du lac de barrage de Zéralda.

Tableau XV: valeurs mensuelle de matière organique en (mg/l) du l'eau du lac de barrage de Zéralda.

Tableau XVI : valeurs mensuelles des chlorures en (mg/l) du l'eau du lac de barrage de Zéralda.

Tableau XVII: valeurs mensuelles des bicarbonates en (mg/l) du l'eau du lac de barrage de Zéralda.

Tableau XVIII : valeurs mensuelles des calciums en (mg/l) du l'eau du lac de barrage de Zéralda.

Tableau XIX : valeurs mensuelles des magnésiums en (mg/l) du l'eau du lac de barrage de Zéralda.

Tableau XX: valeurs mensuelles des sulfates en (mg/l) du l'eau du lac de barrage de Zéralda.

Tableau XXI : valeurs mensuelles des O₂ en (mg/l) du l'eau du lac de barrage de Zéralda.

Tableau XXII : valeurs mensuelles des nitrates en (mg/l) du l'eau du lac de barrage de Zéralda .

Tableau XXIII : valeurs mensuelles des phosphates en (mg/l) du l'eau du lac de barrage de Zéralda.

Tableau XXIX: Le Zooplancton récolté dans le lac inferieur de barrage de Zéralda.

Tableau XXX : liste faunistiques (Richesse spécifique) des espèces récoltées à différentes saison dans les quatre stations étudiées.

Tableau XXXI : grille de qualité des eaux de surface.

Tableau XXXII : norme algérienne des eaux superficielles (Journal Officiel de la République Algérienne N°34.le 19juin 2011).

Sommaire

Introduction	1
Chapitre I : Description du biotope	
I.1.Situation géographique de la Réserve de Chasse de Zéralda.....	3
I.2.Réseau hydrographique.....	4
I.3.Caractéristiques morphométriques du bassin inferieur	5
I.4.Caractéristiques abiotiques	5
I.4.1.1. Particularités géologiques.....	5
I.4.1.2.Particularités pédologiques.....	5
I.4.2. Facteurs climatiques.....	6
I.4.2.1.Température	6
I.4.2.2.Précipitations	7
I.4.2.3.Diagramme Ombrothermique.....	8
I.4.2.4.Indice Climatique d'Emberger	9
I.4.2.4.1.Le quotient pluviométrique d'Emberger	9
I.4.2.4.2. Climagramme d'Emberger.....	10
I.5.Caractéristique biotique de la zone d'étude	11
I.5.1.Etude de la biodiversité	11
I.5.1.1.Faune et Flore du lac de barrage de Zéralda.....	12
I.5.1.1.1.La Flore	12
I.5.1.1.2.La Faune	12
Chapitre II : matériels et méthodes	
II.1.Choix et description des stations.....	13
II.2.Echantillonnage	15
II.3.Matériels	15

II.3.1. Matériels biologiques.....	15
II.3.2. Matériels non biologiques.....	15
II.4.Méthodes.....	15
II.4.1.Les paramètres physico-chimiques.....	15
II.4.1.1. Mode de prélèvement et transport	15
II.4.1.2.Les paramètres physiques	16
II.4.1.2.1.Température	16
II.4.1.2.2.Le potentiel d'hydrogène (pH).....	17
II.4.1.2.3. La conductivité électrique	17
II.4.1.2.3. La turbidité.....	18
II.4.1.2.4.Oxygène dissous.....	19
II.4.1.3. Les paramètres chimiques	20
II.4.1.3.1.Nitrates.....	20
II.4.1.3.2.Phosphates.....	21
II.4.1.3.3. Sulfates.....	21
II.4.1.3.4. Chlorures	22
II.4.1.3.5. Bicarbonates.....	22
II.4.1.3.6.Calcium	23
II.4.1.3.7. Magnésium	23
II.4.1.3.8. Détermination de la matière organique.....	23
II.4.2.Etude du zooplancton.....	25
II.4.2.1.Matériel de prélèvement.....	25
II.4.2.2.Méthode de prélèvement	25
II.4.2.3.Etude qualitative et quantitative du zooplancton	26
II.4.2.3.1.Etude qualitative	26
• Méthodes de dissection et de détermination des Copépodes.....	26

• Méthodes de dissection et de détermination des Cladocères	27
• Méthodes de détermination des Rotifères.....	27
II.4.2.3.2.Etudes quantitatives.....	27
➤ La densité	27
➤ L'abondance ou la dominance	27
➤ La diversité	28
✓ Indice de diversité de Shannon	28
✓ Equitabilité.....	28
II.4.3.Analyse statistique des données.....	29

Chapitre III : résultat et discussion

III.1.Les paramètres physico-chimiques.....	30
III.1.1.Les paramètres physiques.....	30
III.1.1.1.La température.....	30
III.1.1.2. Le potentiel d'hydrogène (pH).....	31
III.1.1.3. la conductivité électrique	32
III.1.1.4.la turbidité	32
III.1.1.5. Oxygène dissous.....	33
❖ Analyse statistique des données.....	34
III.1.2. Les paramètres chimiques	36
III.1.2.1.Nitrates	36
III.1.2.2. Phosphates	37
III.1.2.3.Sulfates	37
III.1.2.4.Chlorures	38
III.1.2.5. Bicarbonates.....	39
III.1.2.6. Calcium	40
III.1.2.7. Magnésium	41
III.1.2.8.Matière organique.....	42
❖ Analyse statistique des données.....	43

III.2.Etude du zooplancton.....	45
III.2.1.Analyses qualitatives et quantitatives du zooplancton	45
III.2.1.1.Analyse qualitative.....	45
III.2.1.1.1.Description et écologie des espèces récoltées	45
• Les copépodes	45
• les rotifères	46
• Cladocère	51
III.2.1.2.Analyse quantitative.....	52
III.2.1.2.1.la richesse spécifiques.....	52
III.2.1.2.2.Densité et dominance	53
III.2.1.2.3.Etude de la diversité	55
• Indice de diversité de Shannon-Weaver	55
• Equitabilité	56
Conclusion.....	58

Références bibliographiques

Annexe

INTRODUCTION

Les lacs des barrages sont des plans d'eau artificiels dont la construction contribue de façon considérable à l'augmentation des retenues d'eau. Ces dernières sont destinées à l'irrigation des terres agricoles avoisinantes ou à l'alimentation de la population en eau Potable. Pour cela, il est évident que les lacs de barrages fassent l'objet d'études limnologiques qui portent sur les composantes du milieu aquatique.

La prise en compte des variables biologiques s'est progressivement imposée, car elles permettent une évaluation beaucoup plus précise du devenir du compartiment biologique que les variables physico-chimiques. Les organismes vivants sont sensibles à une large gamme d'impacte physique, chimique et biologique et peuvent théoriquement apporter des réponses précises et graduées aux conséquences de ces perturbations sur le milieu aquatique (*Barbe et al.*, 2003).

L'eau douce renouvelable est une ressource indispensable à la vie. Elle mérite une attention toute particulière, vu qu'elle est très altérée et sérieusement menacée par les activités humaines. En effet, la croissance démographique accompagnée d'une urbanisation rapide qui cause de nombreuses perturbation des milieux naturels (*Mc Kinney*, 2002). L'industrialisation, l'utilisation non rationnelle des engrais et pesticides aussi le manque de sensibilisation de la population envers la protection de l'environnement, conduisent autant à un déséquilibre de l'écosystème et génèrent des éléments polluants qui peuvent affecter la qualité physico-chimique et biologique des milieux aquatiques récepteurs (*Mullis et al.*, 1997).

Le lac inférieur du barrage de la réserve de chasse de Zéralda sujet de notre étude présente :

- Une pollution d'origine des rejets domestique et industriel (station Service naftale) ; zone industriel Rahmania.
- L'extension exponentiel de l'urbanisme autour de la réserve de chasse se qui a conduit à une augmentation du débit des rejets des oueds qui alimentant le barrage (rejet domestique); construction de la nouvelle ville (Mehelma); et aussi le nouveau siège universitaire en cours de construction avec une capacité de 22000 étudiant
- Tous ces changements autour du périmètre de la RCZ ont eu un impacte néfaste et direct sur cet environnement immédiat d'où l'augmentation du taux de pollution qui a causé la mortalité des lâcher des poissons en 2007. C'est pour cette raison nous avons considéré que l'évaluation de faire une étude sur le barrage de la RCZ est une nécessité importante.

INTRODUCTION

Notre travail est une étude préliminaire qui consiste à déterminer les caractéristiques physico-chimiques de l'eau du lac inférieur du barrage de la réserve de chasse de Zéralda, ainsi que la diversité zooplanctonique. Notre étude se compose de trois parties :

-la première partie concerne les caractéristiques du milieu d'étude;

-la deuxième partie porte sur le matériel et les méthodes du dosage des paramètres physico-chimiques qui déterminent les conditions de vie des peuplements.

-la troisième partie est consacrée aux résultats qualitatifs et quantitatifs des facteurs biotiques et abiotiques suivi par l'interprétation.

Nous achevons notre travail par une conclusion générale, puis par des suggestions et perspectives pour des travaux futurs.

Chapitre I : Description du biotope

I. Description du biotope

I.1. Situation géographique de la Réserve de Chasse de Zéralda

La Réserve de Chasse de Zéralda chevauche sur cinq communes à savoir, Zéralda, Mahelma, Soudania, Staouali et Rahmania. Le siège est situé dans la commune de Zéralda.

La Réserve de Chasse de Zéralda s'étend sur une superficie de 1078 ha, située à 30km à l'ouest d'Alger, et à 50km du chef lieu de wilaya de Tipaza et à 2km de la mer, cette superficie répartie comme suit : Territoire de la Réserve de Chasse de Zéralda : 1034ha et Forêt domaniale de Sidi-Fredj : 44ha.

Le barrage de la Réserve de Chasse de Zéralda se trouve à une altitude de 30 m, et couvre une superficie de 25ha. Il est formé de deux bassins : un supérieur naturel, délimité au nord par une digue et doté d'un déversoir de crue qui alimente le deuxième bassin inférieur, destinée à la plaisance et à l'irrigation des espaces des résidences d'une surface de 20ha. (Hociniet al.,1999). (figure 1) ci-dessous.

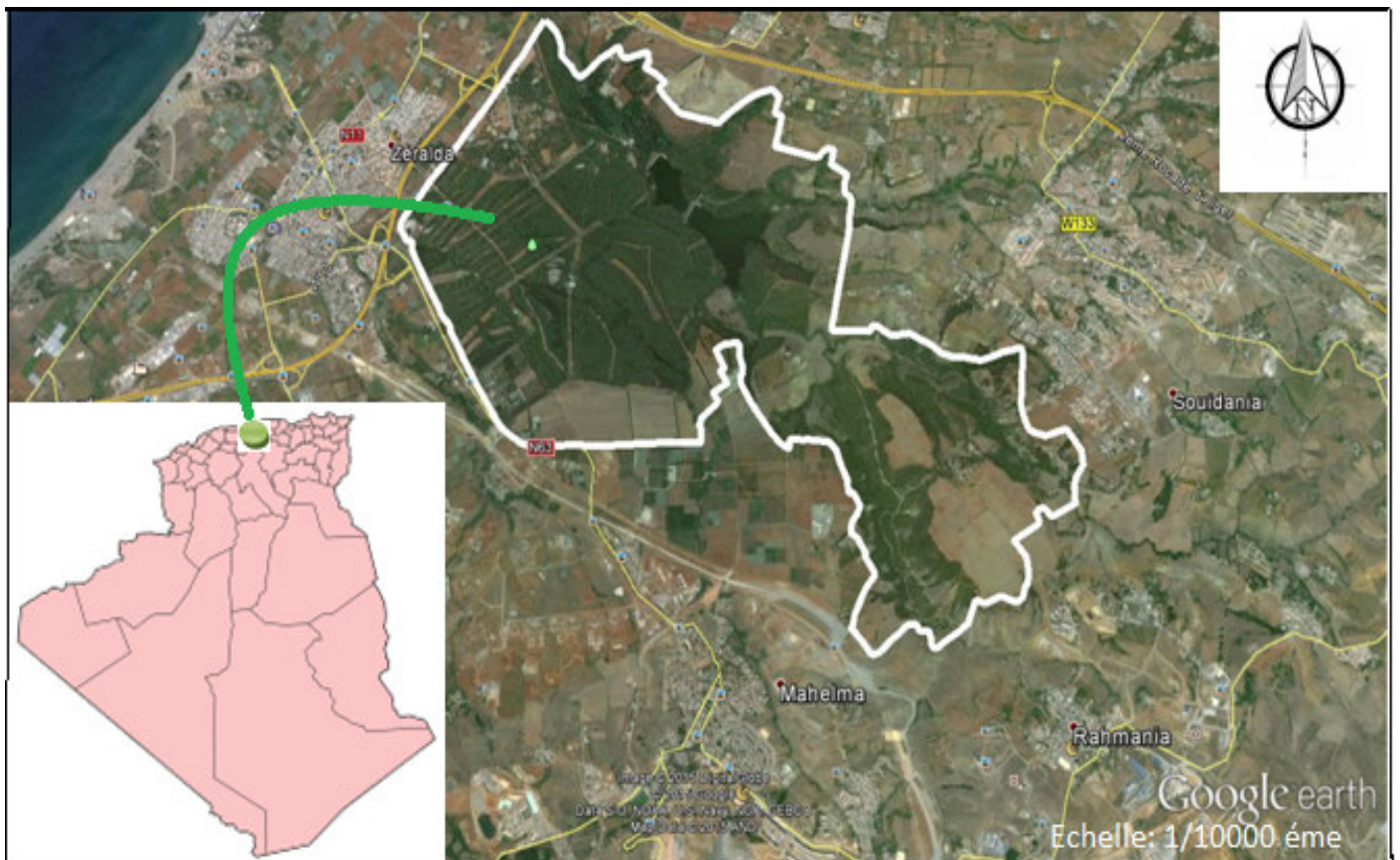


Figure.01: situation géographique de la Réserve de Chasse de Zéralda(Google earth 2015).

I.2. Réseau hydrographique

Le barrage de la Réserve de Chasse de Zéralda est alimenté par cinq principaux oueds (figure 2) dont la longueur et la surface sont représentés sur le tableau I ci-dessous.

Tableau I : les principaux oueds qui alimentent le barrage de la Réserve de Chasse de Zéralda (Sadi, 2000).

Nom des oueds	Longueur (km)	Surface (ha)
Oued El- Haggar	1.91	2.16
Oued Bougandoura	0.62	1.72
Oued Sidi – Harrach	5.11	8.87
Oued Larhat	3.60	8.36
Oued Saf-Saf	2.25	4.52

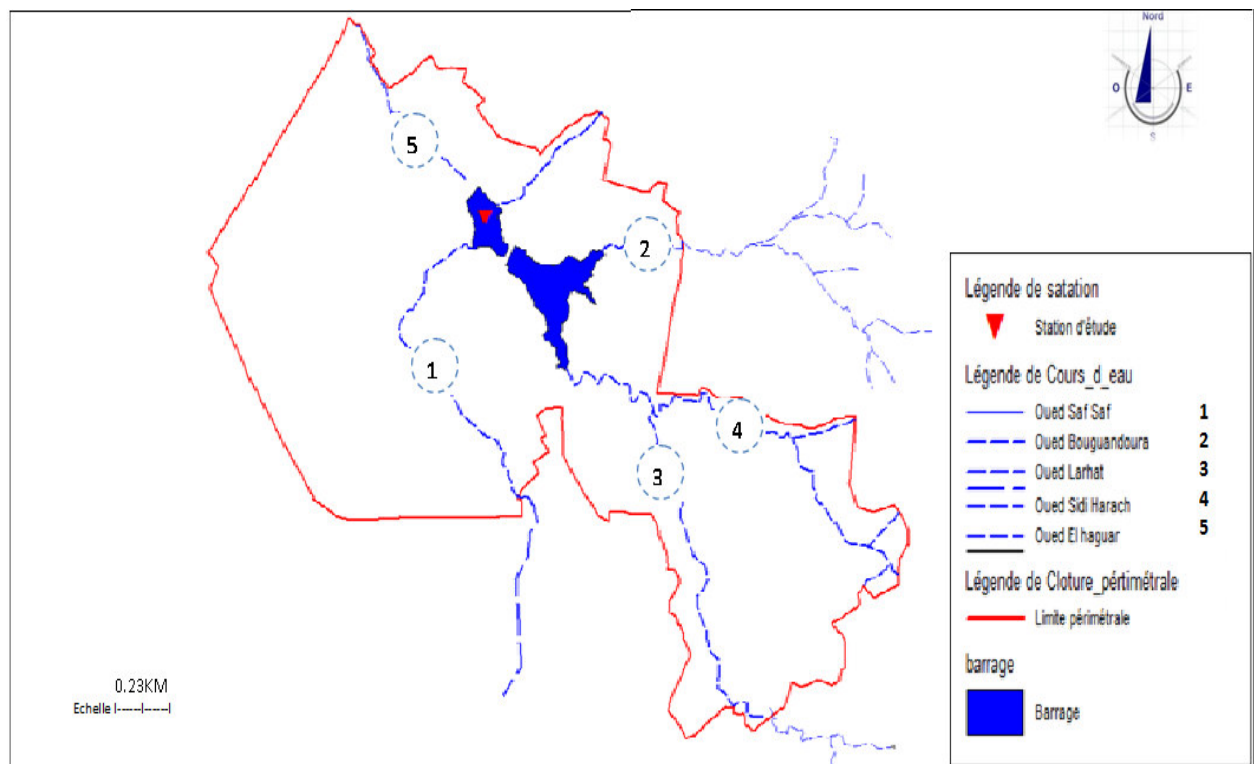


Figure. 02 : les principaux oueds qui alimentent le lac de la Réserve de Chasse de Zéralda (donnée RCZ).

I.3.Caractéristiques morphométriques du bassin inférieur

Dans notre travail, nous nous intéressons uniquement à l'étude du bassin inférieur les caractéristiques morphométriques de ce bassin sont données sur le tableau II ci-dessous.

Tableau II : morphométrie du bassin inférieur.

Volume	600.000 m ³
Longueur en crête	150.00 m
Largeur en crête	4.00 m
Superficie	7.22 m ²
Profondeur maximale	7 m

I.4.Caractéristiques abiotiques

I.4.1.a. Particularités géologiques

La zone d'étude se développe sur une roche mère hétérogène qui a donné naissance à des grès, sables, poudings du quaternaire, dépôts caillouteux du pliocène, argiles et marnes du miocène. Cet ensemble est constitué actuellement par :

- **des dépôts actuels** : ils sont de faible extension et proviennent des formations pliocènes. Ces dépôts sont constitués d'alluvions actuelles;
- **des dépôts quaternaires** : les formations quaternaires sont formées essentiellement par les dépôts suivant : un substratum marneux ; grès et sables;
- **des dépôts pliocènes** : ils occupent la moyenne partie de la zone formée par une forte couche alluviale dont l'épaisseur varier de 10 à 250 mètres. Ces dépôts sont formés par des marnes grises et des argiles.

I.4.1.b.Particularités pédologiques

L'aspect pédologique de la zone d'étude a fait l'objet d'analyses granulométriques et chimiques réalisées dans le laboratoire de l'Institut national de la Recherche Forestière sur des échantillons du sol issus du centre cynégétique de Zéralda. Les résultats montrent que le sol a

une texture limono-argileuse en surface à argilo-limoneuse en profondeur avec un pH de 6.7. Le taux de la matière organique est important au niveau des horizons superficiels et faible en profondeur. Le rapport C/N supérieur à 30, ce qui indique l'intervention d'une végétation acidifiante.

I.4.2. Facteurs climatiques

Les caractéristiques d'un climat résultent de la combinaison des composantes telles que la température et la précipitation.

Le climat présente une variabilité intra et interannuelle avec des conséquences sur les populations animales. Les variations des températures et des précipitations ont des répercussions sur la thermorégulation et sur les ressources alimentaires disponibles, en termes de qualité et de biomasse produite (*Baubet*, 1998).

I.4.2.1. Température

La température est l'élément du climat le plus important étant donné que tous les processus métaboliques en dépendent (*Dajoz*, 2000). Pour caractériser le régime thermique de la zone d'étude, nous avons étudié les données climatiques provenant de la station météorologique de Dar-El-Beida (O.N.M) durant la période de 10ans (Tableau III) ci-dessous.

Tableau III : distribution des températures moyennes mensuelles durant la Période (2004-2014) de la région d'Alger (O.N.M, 2014).

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Moyenne annuelle
m (°c)	5.5	5.7	7.7	9.9	12.7	16.2	19.4	20.0	17.9	14.7	10.8	7.3	12.3
M (°c)	17.0	17.2	19.4	22.0	25.0	29.1	32.1	32.7	29.7	27.2	22.1	17.9	24.3
T (°c)	11.2	11.4	13.5	15.9	18.8	22.6	25.7	26.4	23.8	20.9	16.5	12.6	18.3

M : Moyenne des températures maximales mensuelles exprimées en degrés Celsius (°C).

m : Moyenne des températures minimales mensuelles exprimée en degrés Celsius (°C).

T = (M+m)/2 : Moyennes annuelles des températures exprimées en degrés Celsius (°C).



Figure. 03 : variations des températures de la zone d'étude.

D'après la figure 3, nous constatons que :

- La moyenne annuelle des températures est de 18.3°C;
- Les plus fortes températures sont enregistrées durant la période estivale avec un pic de 25.2°C durant le mois d'Août;
- La plus fraîche sont enregistrées durant la période hivernale, le mois de Janvier étant plus frais avec 11.2°C.

I.4.2.2. Précipitations

Les précipitations constituent un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres (*Ramadane, 1984*). Elles influent sur la vitesse de développement des animaux, sur leur répartition dans le biotope et sur la densité de leurs populations (*Dajoz, 1971*).

Tableau IV : Pluviométrie moyenne mensuelle et annuelle de la station de Staouéli durant la période (2004-2014), (O.N.M.).

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Moyenne
P(mm)	72.6	84.8	70.5	55.4	54.1	8.7	1.6	12.5	27.1	58.7	102.9	112.1	55.13

P (mm) : Précipitations moyennes mensuelles et annuelles.

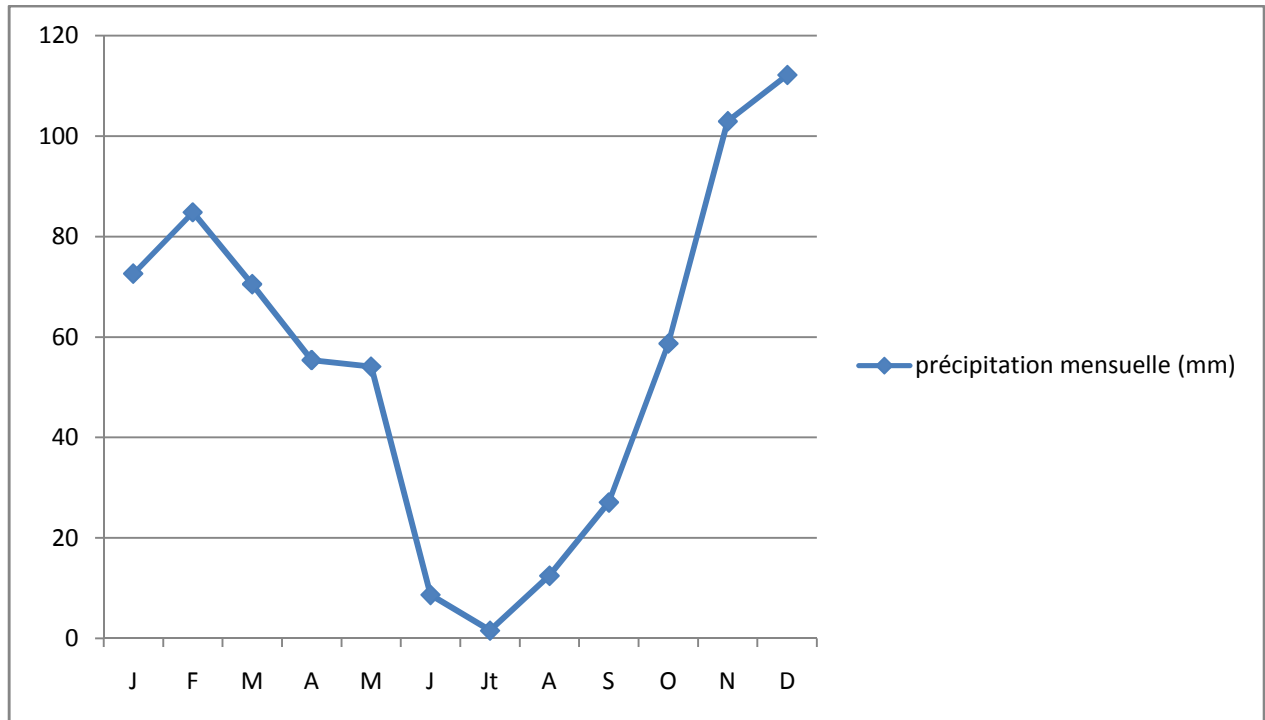


Figure. 04 : précipitations moyennes mensuelles de la région de Zéralda (2004-2014)

Selon la figure 04, la pluviosité moyenne est de 55.13 mm et les plus faibles précipitations sont celles enregistrées durant la période estivale (Juin, Juillet et Août), le mois de Juillet étant le plus sec avec 1.6 mm, tandis que les plus fortes précipitations sont enregistrées durant les mois de Novembre et Décembre avec un pic de 112.1 mm pendant le mois de Décembre.

I.4.2.3. Diagramme Ombrothermique

Le diagramme Ombrothermique permet de déterminer les périodes sèches et les périodes humides d'une région d'étude, en faisant la relation entre les précipitations P et les températures moyennes annuelle T (*Bagnouls et Gaussen, 1953*).

Le climat est considéré sec si les précipitations exprimées en millimètre sont inférieures au double des températures exprimées en degrés Celsius ($P < 2T$).

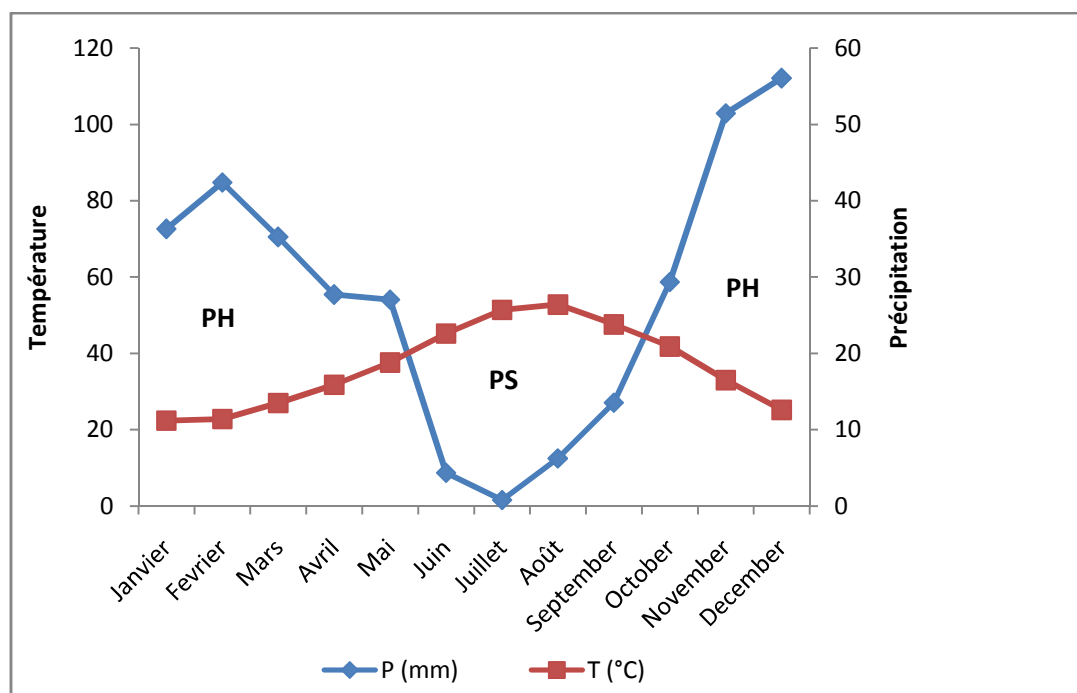


Figure. 05 : diagramme Ombrothermique de Gaussen de la région de Zéralda (2004-2014).

Avec :

PS : la période sèche ;

PH : la période humide.

A partir du diagramme Ombrothermique de la région de Zéralda, nous pouvons distinguer deux périodes différentes :

- une période sèche qui s'étale sur cinq mois, de Mai jusqu'au mois de Septembre ;
- une période froide et humide durant le reste de l'année (Septembre jusqu'à Mai).

I.4.2.4. Indice Climatique d'Emberger

I.4.2.4.1. Le quotient pluviométrique d'Emberger

Emberger (1995), a proposé un quotient pluviométrique, qui permet de distinguer les différents étages climatiques méditerranéens (humide, subhumide, semi-aride, aride et saharien) ainsi que les variantes de chaque étage (hiver froid, frais, tempéré et chaud). Il s'écrit :

$$Q_2 = 2000P / (M^2 - m^2)$$

- Q_2 : Quotient pluviométrique d'Emberger.
- P : Précipitations moyennes annuelles en millimètre.
- M : Moyenne des températures maximales du mois les plus chauds en degrés kelvin.
- m : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid en degrés kelvin.
- $(M-m)$: Amplitude thermique.

Le quotient pluviométrique de notre région d'étude a la valeur de **83.12**.

I.4.2.4.2. Climagramme d'Emberger

En rapportant la valeur du quotient pluviométrique Q_2 calculé et qui est de 83.12 ainsi que la température minimale du mois le plus froid qui est de 5.5°C sur le Climagramme d'EMBERGER, nous déduisons que notre zone d'étude se situe dans l'étage bioclimatique subhumide à hiver tempéré (figure06).

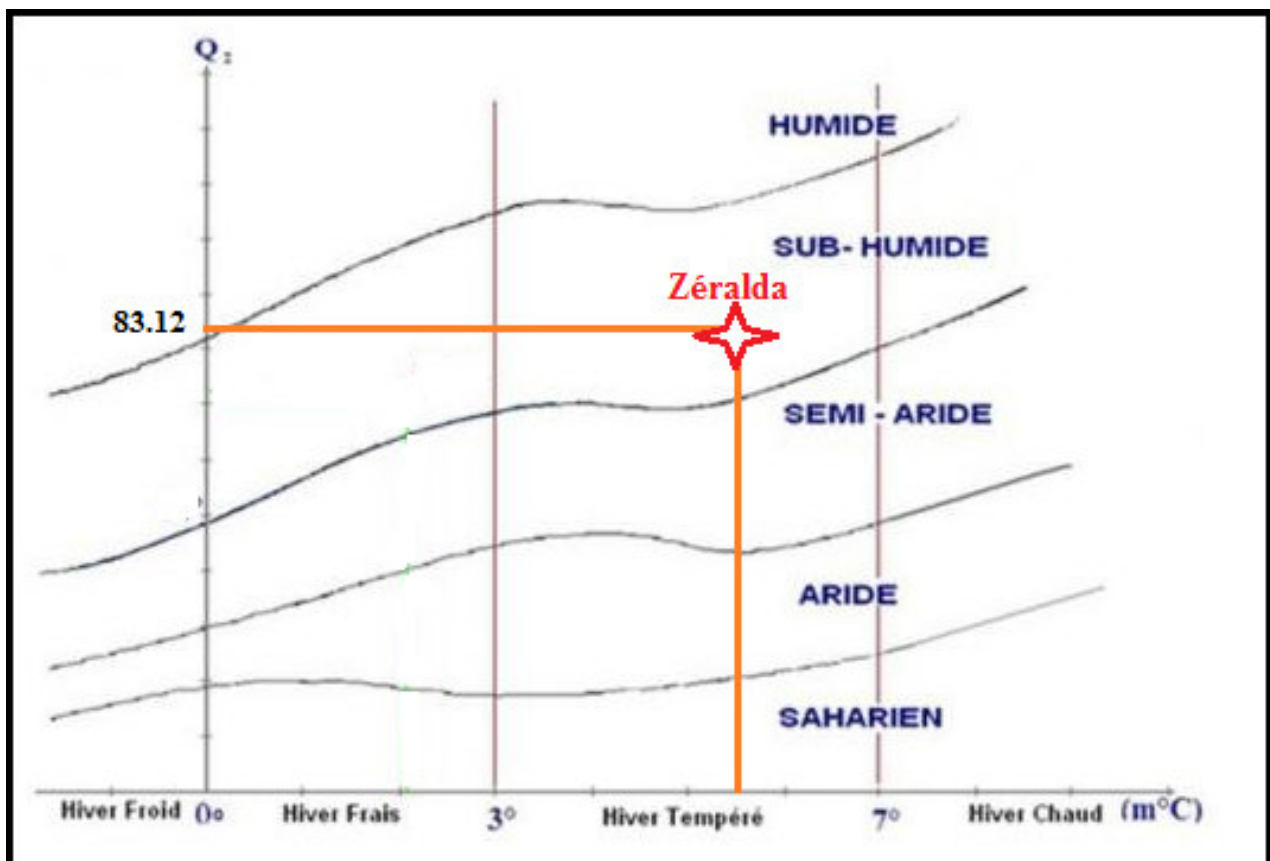


Figure. 06 : position de la région de Zéralda sur le climagramme d'EMBERGER

I.5. Caractéristique biotique de la zone d'étude

5.1. Etude de la biodiversité

L'étude de la biodiversité de la Réserve de Chasse de Zéralda fait ressortir la présence de 252 taxa dont 118 appartenant au règne animal et 134 au règne végétal (tableau V et figure 07).

Tableau V : la biodiversité de la Réserve de Chasse de Zéralda. (donnée RCZ).

Règne	Classe	Nombre d'espèces	Pourcentage (%)
Animal	Mammifères	15	5.95
	Oiseaux	89	35.31
	Poissons	6	0.23
	Reptiles et Batraciens	8	0.31
Végétal		134	53.17
Total		252	100

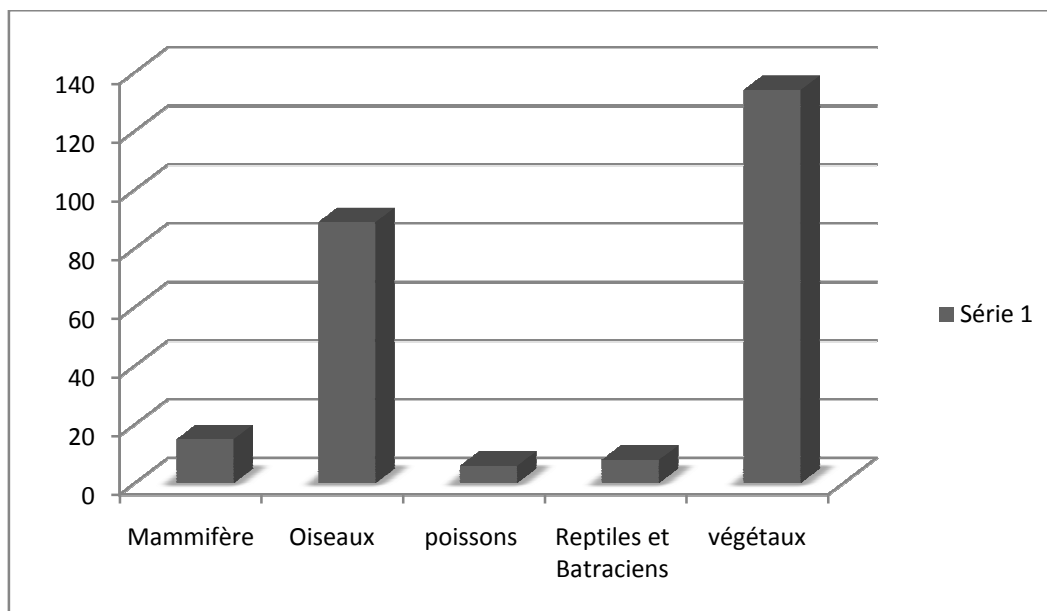


Figure.07 : biodiversité de la Réserve de Chasse de Zéralda.

Nous remarquons que la flore est très importante, elle représente plus que la moitié des espèces de la réserve (53.17%). La faune est répartie en 4 classes, où la classe des oiseaux est représentée par 89 espèces avec un taux de 35.31% de la biodiversité de la réserve.

5.1.1.Faune et Flore du lac de barrage de Zéralda(Donnée RCZ).

5.1.1.1.La Flore

Nous citons les espèces les plus abondantes telles que :

- Eucalyptus : *Eucalyptus camaldulensis* ;
Eucalyptus gomphocephala ;
Eucalyptus globulus ;
- Tamaris : *Tamarix galica* ;
- Roseau commun : *Phragmites australis* ;
- Sripes : *Scirpus sp* ;
- Massette : *Tipha latipholia* ;
- Papyrus : *Cyperus papyrus*.

5.1.1.2.La Faune

- **Les Mammifères** :la plupart des mammifères ont une activité crépusculaire ou nocturne et les plus observés sont soit du fait d'une surpopulation (lapin, sanglier) soit à cause de leur grande taille (cerf).

Tableau VI : faune mammalienne de la réserve de Zéralda. (Donnée RCZ).

Nombre	Noms communs	Noms scientifiques
1	Cerf d'Europe	<i>Cervus elaphus</i>
2	Chacal	<i>Canis aureus</i>
3	Chat forestier	<i>Felis sylvestris</i>
4	Lapin de garenne	<i>Oryctologus cuniculus</i>
5	Sanglier	<i>Sus scrofa</i>

- **Les poissons :** cette faune est riche et diversifiée, les espèces dominantes sont les carpes dont le poids varie entre 2 à 10kg.

Tableau VII : représentation des poissons. (Donnée RCZ).

Nombre	Nom commun	Nom scientifique
1	Carpe commune	<i>Cyprinus carpio</i>
2	Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>
3	Sandre	<i>Lucioperca lucioperca</i>
4	Mulet	<i>Mugilus cephalus</i>
5	Mulet doré	<i>Lisa aurata</i>
6	Anguille	<i>Anguilla anguilla</i>

- **Les oiseaux :** le lac du barrage offre des biotopes riches pour un grand nombre d'espèces sédentaires et migratrices d'oiseaux dont certains sont menacés d'extinction, les oiseaux d'eau sont des excellents indicateurs biologiques de la valeur du milieu.

Tableau VIII : avifaune du lac du barrage de Zéralda. (Donnée RCZ).

Nom commun	Nom scientifique
Avocette élégante	<i>Recurvirostra avocetta</i>
Bihoreau gris	<i>Nycticorax nycticorax</i>
Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i>
Canard siffleur	<i>Anas penelope</i>
Canard souchet	<i>Anas clypeata</i>
Canard pilet	<i>Anas acuta</i>

Canard chipeau	<i>Anas strepera</i>
Grand cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>
Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>
Poule d'eau	<i>Gallinula chloropus</i>
Sarcelle d'hiver	<i>Anas crecca</i>

▪ **La faune herpétologique et batracologique :**

Tableau IX : représentation de la faune herpétologique et batracologique. (Donnée RCZ).

Nom commun	Nom scientifique
Tortue d'eau	<i>Emys orbicularis</i>
Couleuvre de montpellier	<i>Malpolon mensepessulanus</i>
Lézard vert	<i>Lacerta veridis</i>

Chapitre II : Matériel et méthode

Nous avons suivi la qualité physico-chimique de l'eau à travers des analyses qui ont été effectuées au niveau du laboratoire de l'Agence Nationale des Ressources Hydraulique (ANRH) d'Alger, et au niveau du laboratoire de la Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger (SEEAL). La détermination du zooplancton a été effectuée aussi au niveau du laboratoire de l'ANRH d'Alger. Ces travaux ont nécessité une durée de 04mois (Mars, Avril, Mai, Juin).

II.1.Choix et description des stations

L'étude physico-chimique et zoo planctonique de lac du barrage, se fait à travers l'étude de certains points du lac appelés stations d'études.

Deux stations ont été choisies en fonction de la profondeur et de la présence de la végétation.

- **Station 1** : localisée à proximité de la digue, c'est la station la plus profonde (7 m). Elle est située en aval du barrage;
Elle a une faible couverture végétale.



Figure 8 :station1

- **Station 2** : elle est située au centre du barrage; elle est plus en moins profonde (de 1 à 6.5m).Elle est loin de toute couverture végétale.



Figure 9 : station 2

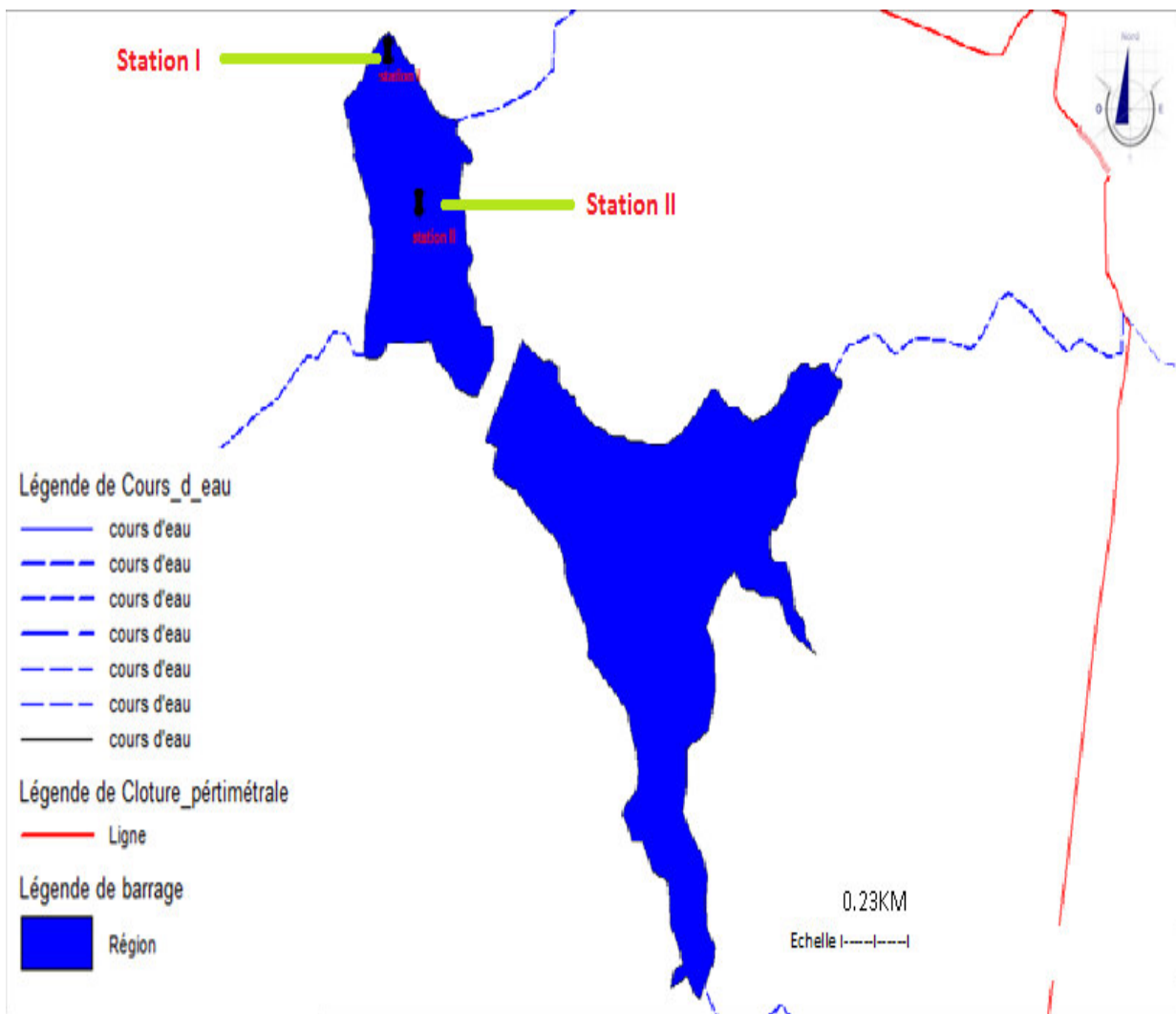


Figure .10 : localisation des stations d'étude sur le lac inferieur de barrage de Zéralda, RCZ modifiée.

II.2. Echantillonnage

La prise des échantillons a été effectués deux fois par mois (Mars et Avril) et une fois par mois (Mai et Juin) durant la période s'étalant du mois de Mars jusqu'au mois de Juin 2015.

II.3. Matériels**II.3.1. Matériel biologique**

L'eau brute de lac inferieur de barrage de la réserve de chasse de Zéralda.

II.3.2. Matériel non biologique

Le matériel non biologique (appareillages, verreries, solutions, réactifs, indicateurs colorés) utilisé lors de nos analyses physicochimiques et détermination zooplanctonique est regroupé dans l'annexe III.

II.4. Méthodes**II.4.1. Les paramètres physico-chimiques**

La physico-chimie des eaux constitue un facteur de première importance pour la structuration des communautés vivantes aquatiques. Les propriétés physico-chimique de l'eau doivent être conformes aux normes pour assurer certaines fonctions naturelles (potentialités biologiques) et usages humains (eau potable, irrigation...) (*Dupieux, 2004*).

II.4.1.1. Mode de prélèvement et transport

Afin de connaître la nature physico-chimique des eaux du lac inferieur du barrage de Zéralda, nous avons procédé à des prélèvements mensuels aux niveaux de deux stations choisies en surface.

Les échantillons ont été prélevés dans des bouteilles en plastiques d'une capacité d'un litre. La bouteille est remplie d'eau, après un rinçage répété avec l'eau du point de prélèvement. Chaque échantillon est soigneusement identifié grâce à une étiquette. Cette dernière doit toujours porter le numéro de la station, la date et le type d'analyse auquel le prélèvement est destiné.

Les échantillons ont été réfrigérés dans une glacière de terrain à 6 °C avant leur acheminement au laboratoire où ils seront déposés au réfrigérateur à 4°C jusqu'à leur analyse.

Notre échantillon a porté sur deux modes d'analyse, l'une sur le terrain au moment de la prise des échantillons (température) et l'autre au niveau de laboratoire ANRH(Agence nationale des Ressources Hydraulique).



Figure .11 : mode de prélèvement et transport

II.4.1.2.Les paramètres physiques

II.4.1.2.1.Température

La mesure de la température de l'eau a été effectuée sur terrain en utilisant un thermomètre gradué 1/10. La lecture a été faite après une immersion de 10 minutes du thermomètre à environ 15 cm de profondeur. Les résultats sont exprimés en degré Celsius(°C)



Figure .12 : mesure de la température de l'eau sur terrain

- **Principe**

Détermination directe, à l'aide d'un instrument approprié de la conductivité électrique de solution aqueuse. La conductivité électrique est une mesure du courant conduit par les ions présents dans l'eau et dépend :

- ✓ De la concentration des ions
- ✓ De la nature des ions
- ✓ De la température de la solution
- ✓ De la viscosité de la solution

- **Mode opératoire**

- Allumer le conductimètre et rincer l'électrode avec de l'eau distillée.
- Prendre environ 100ml d'eau à analyser.
- Tremper l'électrode dans le bécher.
- Laisser stabiliser un moment, puis noter la valeur de la conductivité affichée.

- **Expression des résultats**

La valeur de la conductivité s'affiche sur l'écran de l'appareil avec une unité de micro Siemens par Centimètre (uS/cm).

II.4.1.2.3. La turbidité

La turbidité est un élément important de la qualité de l'eau (*Miquel, 2003*).

Elle est causée par la présence de MES (matière en suspension), d'oxydes et d'hydroxydes métalliques, des organismes Planctoniques et de substances dissoute colorées (*Painchaud, 1997*).

- **Mode opératoire**

- Etalonnage de l'appareil à partir des étalons préparés au laboratoire
- L'échantillon doit être remis à température ambiante et être homogénéisé document avant la mesure.
- La cuve de mesure doit être propre et essuyée à chaque utilisation, elle doit être rincée avec l'échantillon à analyser avant mesure.
- La mesure de la turbidité s'effectue de la manière suivante :
 - Remplir la cuve sans faire de bulles, visser le bouchon et sécher la cuve.

- Insérer la cuve dans la puits de mesure en plaçant la flèche de la cuve face au repère.
- Fermer le capot de l'appareil ;
- Attendre l'affichage automatique d'une valeur. Si la valeur n'apparaît pas au bout de quelques secondes, appuyer sur (enter) et lire la valeur affichée.
- Retirer la cuve de mesure, la vider et la rincer.
- **Expression des résultats**

La valeur de la turbidité est donnée directement par l'appareil de turbidimètre en NTU

II.4.1.2.4.Oxygène dissous(Méthode iodométrique selon le Procédé de winkler)

- **Principe**

Fixation de l'oxygène dans un précipité provoqué par addition de sulfate manganéux en présence d'un mélange de soude et iodure de potassium.

Dissolution du précipité par acidification.

Titrage de l'iode libéré au moyen de la solution de thiosulfate de sodium.

- **Mode opératoire**

- Remplir complètement avec de l'eau à analyser un flacon de 125ml jusqu' à débordement
- Ajouter rapidement à l'aide d'une pipette plongeante sous la surface du liquide:1ml de sulfate manganéux et 1ml de solution alcaline
- Remettre le bouchon avec précaution en évitant l'inclusion d'air dans le flacon
- Mélanger délicatement par retournement du flacon
- Laisser déposer le précipité floconneux d'hydroxyde de manganèse
- Une fois la partie supérieur clarifiée introduire 2ml d'acide sulfurique dilué au 1/2,
- Refermer et agiter pour dissoudre le précipité
- Transvaser avec soin la solution contenant l'iode dans un erlen
- Titrer l'iode libéré avec la solution de thiosulfate à 0,0125N en ajoutant quelque gouttes de la solution d'amidon vers la fin du titrage quand la coloration devient pale, puis en titrant jusqu'a décoloration complète.

- **Expression des résultats**

La concentration d'O₂ est mesurée en milligrammes par litre (mg/l).



Figure .13 : fixation de l'oxygène sur terrain.

II.4.1.3. Les paramètres chimiques

II.4.1.3.1. Nitrates

Les nitrates constituent un élément nutritif majeur indispensable pour les plantes et proviennent de la décomposition des déchets organiques (transformation de l'ammonium en nitrates) (*Painchaud, 1997*)

Les nitrates se retrouvent dans l'environnement de façon naturelle mais de nombreuses activités humaines ont pour effet d'augmenter leur concentration dans l'eau et le sol (l'agriculture et les installations septique déficientes) (*Gaudreau et Mercier, 1998*).

- **Mode opératoire**

Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30% et 1ml de sodium à 10ml de l'échantillon à analyser; Evaporer à sec au bain-marie ou à l'étuve à 75°C_88°C, puis laisser refroidir.

Reprendre le résidu avec 2ml d'acide sulfurique et laisser reposer 10min, puis ajouter 15ml d'eau distillée et 15ml de tartrate double de sodium et de potassium ; en dernier lieu passer au spectrophotomètre à 420nm.

- **Expression des résultats**

Les résultats sont donnés directement en mg/l.

II.4.1.3.2. Phosphates

Le phosphore est un composé chimique qui favorise le développement des plantes. On le retrouve dans l'engrais chimique et naturel, les savons et comme résiduel des activités humaines. Il constitue le principale facteur de l'eutrophisation d'un lac (Cyr *et al.*, 2006)

- **Principe :**

Le molybdate d'ammonium, catalysé par le tartrate de potassium et d'antimoine, réagit en milieu acide avec le phosphate pour former un complexe phosphomolybdique qui après réduction par l'acide ascorbique présente une coloration bleue susceptible d'un dosage colorimétrique à 880nm

- **Mode opératoire**

Se reporter au manuel d'utilisation

- **Expression des résultats**

Les résultats sont obtenus directement à partir du logiciel d'analyse

Ils sont exprimés en milligrammes par litre

II.4.1.3.3. Sulfates

La concentration en ion sulfate des eaux naturelles est très variable (Rodier, 1984).

Leur présence résulte de la légère dissolution des sulfates de calcium des roches gypseuses, de l'oxydation des sulfures dans les roches (*pyrites*), des matières organiques d'origine animale (Ladjel, 2005). Ils sont importants dans le cycle du soufre car il joue un rôle important dans la production et la dégradation de la matière organique, il est dosé par la méthode gravimétrique (Rodier, 1984)

- **Principe**

Le principe de cette analyse est basé sur la méthode de bleu de methylthymol .

-L'échantillon est d'abord débarrassé des cations multivalents en passant dans une colonne échangeuse d'ions.

-Le sulfate contenu dans l'échantillon ,en milieu acide et en présence d'une solution alcoolique de chlorure de baryum, forme un complexe de sulfate de baryum. L'excès de baryum en milieu fortement basique et en présence bleu de methylthymol donne lieu à un composé bleu pouvant être détecté à une longueur d'onde de 460 nm.

- **Mode opératoire**

Se reporter au mode opératoire de l'appareil

- **Expression des résultats**

Les résultats sont obtenus directement à partir du logiciel d'analyse

Ils sont exprimés en milligrammes par litre

II.4.1.3.4. Chlorures

Les teneurs variables des chlorures des eaux sont dues à la nature des terrains traversés, ces variations en teneurs des chlorures peut être provoquées d'une part des lessivages superficiel en cas de fortes pluies et d'autre part due à des pollutions liées aux rejets d'eau usées riches en chlorures .

Ils sont dosés par la méthode volumétrique (Rodier, 1984)

- **Principe**

Les chlorures en présence de thiocyanate mercurique forment un chlorure mercurique soluble mais non ionisé ; les ions thiocyanates libres en présence d'ions ferriques, forment un complexe coloré rouge susceptible d'un dosage spectrophotométrique à 490nm

- **Mode opératoire**

Se reporter au manuel d'utilisation

- **Expression des résultats**

Les résultats sont obtenus directement à partir du logiciel d'analyse

Ils sont exprimés en milligrammes par litre

II.4.1.3.5. Bicarbonates

- **Principe**

La méthode automatique pour la détermination de bicarbonate est basée sur le changement de pH. L'échantillon est mélangé avec une solution faiblement tamponnée contenant un indicateur de pH (phénolphthaleine). La diminution du pH provoque la réduction de la coloration qui est mesurée à 550nm

- **Mode opératoire**

Se reporter au protocole d'utilisation

- **Expression des résultats**

Les résultats sont obtenus directement à partir du logiciel d'analyse

Ils sont exprimés en milligrammes par litre

II.4.1.3.6. Calcium

- **Principe**

L'échantillon est d'abord mélangé avec la solution 8- d'hydroxyquinoline afin de masquer le magnésium. Après dialyse, le calcium forme avec le crésolphtaleine en milieu alcalin un complexe mesurable à une longueur d'onde de 580 nm.

- **Expression des résultats**

Les résultats sont obtenus directement à partir du logiciel d'analyse

Ils sont exprimés en milligrammes par litre

II.4.1.3.7. Magnésium

- **Principe**

L'échantillon est dilué dans une solution saline et subit ensuite une dialyse en présence d'une solution tampon de Borax en même temps qu'une élévation de PH (10). L'ajout de bleu de xylidil forme avec le magnésium un complexe rouge dont l'absorbance est mesurée à une longueur d'onde de 505 nm.

100ppm/100ml

- **Mode opératoire**

Se reporter au manuel

Effectuer les lectures à longueur d'onde de 505

- **Expression des résultats**

Les résultats sont obtenus directement à partir du logiciel d'analyse.

Ils sont exprimés en milligrammes par litre.

II.4.1.3.8. Détermination de la matière organique

Il existe différents types d'analyses des matières organiques de l'eau à savoir l'oxydabilité au permanganate de potassium $KMnO_4$, la Demande biochimique en oxygène (**DBO**), l'analyse du Carbone Organique Totale (**COT**), la demande chimique en oxygène (**DCO**).

🚧 L'oxydabilité au permanganate

- **Principe**

L'oxydabilité au permanganate consiste en l'oxydation modérée par le permanganate de potassium des matières réductrices contenues dans l'eau.

- **Mode opératoire**

Prise d'essai

Dans un erlen de 500ml introduire une prise d'essai de l'échantillon de 100ml

Dosage

Introduire dans la prise d'essai

-10ml d'acide sulfurique au 1/2

-une pincée de HgSO₄ afin de masquer la présence des ions chlorures

-porter à ébullition l'échantillon sur la plaque chauffante

-ajouter 10 ml de KMnO₄ N/80

-maintenir l'ébullition pendant 10mn

-Refroidir rapidement

-ajouter 20ml de sulfate ferreux ammoniacal N/80

-titrer l'excès de sulfate ferreux avec la solution fille de permanganate de potassium N/80 jusqu'à l'apparition d'une coloration rose pale.

Noter le volume de solution de permanganate de potassium, soit V1.

Essai a blanc

Effectuer parallèlement dans les mêmes conditions en remplaçant la prise d'essai par de l'eau distillée sans ajouter HgSO₄ soit V2 le deuxième volume de permanganate utilisé.

- **Expression des résultats**

La teneur en matière organique exprimée en mg/l est donnée par la relation

$$V1 - V2$$



Figure.14 : SKALAR ANALYTICAL.

II.4.2.Etude du zooplancton

II.4.2.1.Matériel de prélèvement

Pour étudier le zooplancton qui joue un rôle important dans la chaîne trophique, il faut choisir le matériel de prélèvement selon sa répartition horizontale ou verticale.

L'étude de la structure verticale du zooplancton, nécessite comme matériel de prélèvement ; une bouteille à renversement dont la capacité est égale à 1 litre, cette dernière à la possibilité d'effectuer des prélèvements à différentes profondeurs avec la connaissance exacte du volume prélevé. Le contenu est filtré à l'aide d'un filet planctonique de 105 μ m de vide de maille, muni d'un collecteur à son extrémité permettant ainsi de recueillir le zooplancton.

Le contenu obtenu dans le collecteur est versé dans des pillulier dans lequel on ajoute quelques gouttes de la solution formol aldéhyde diluée à 5% qui sert à la conservation du zooplancton.

II.4.2.2.Méthode de prélèvement

Pour suivre l'évolution du zooplancton, nous avons réalisé six prélèvements durant 4 mois, comme pour l'étude physico-chimique, le zooplancton était prélevé au niveau des deux stations 1 et 2 à la surface.

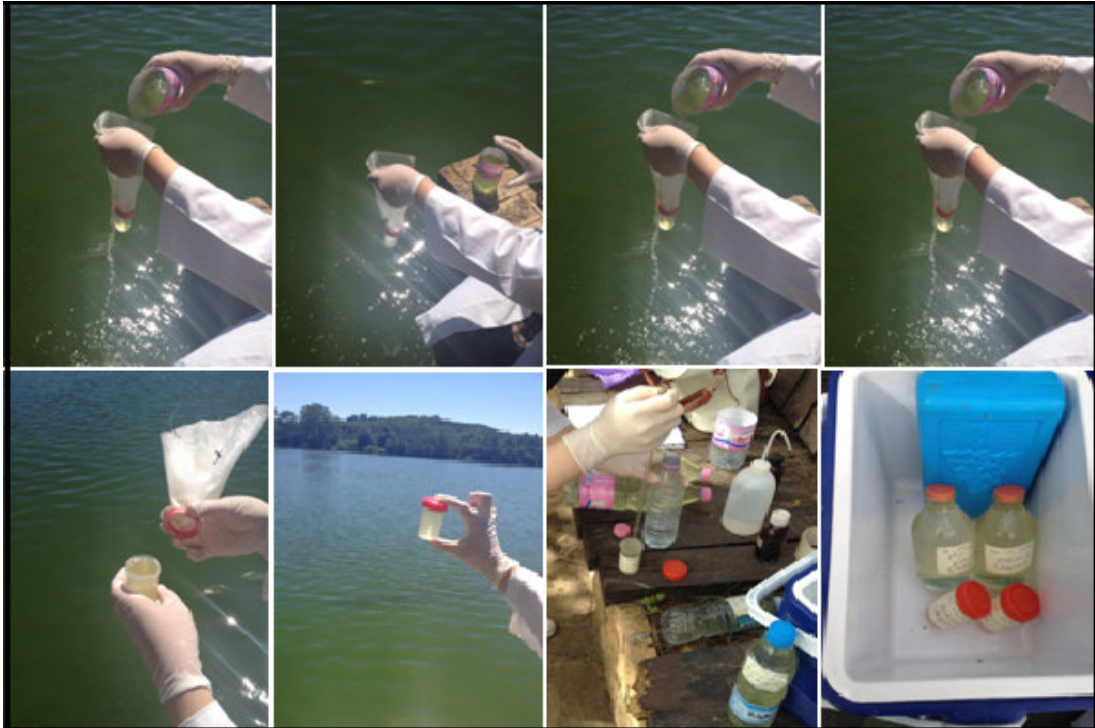


Figure.15 : méthode de prélèvement du zooplancton

II.4.2.3. Etude qualitative et quantitative du zooplancton

II.4.2.3.1. Etude qualitative

Trois groupes principaux composent l'essentiel du zooplancton : Copépodes et Cladocère appartenant à la classe des Crustacés, et les Rotifères qui dépendent des vers (*Champiat et Larpent, 1994*).

- **Méthodes de dissection et de détermination des Copépodes**

Tout d'abord, il faut placer l'animal sur sa face dorsale sur une lame dans une goutte d'eau formolée mélangée avec une petite goutte de glycérine.

Pour disséquer, on utilise deux aiguilles, l'une est placée entre les antennules, et l'autre est placée au dessus du 5^{ème} segment thoracique

La 1^{er} étape de dissection permet de séparer l'abdomen du reste du corps afin de mettre en évidence la patte thoracique 5 qui est un critère essentiel dans la détermination du genre. Pour l'observation des différentes pièces disséquées on recouvre la lame par une lamelle et on passe au microscope pour la détermination des espèces.

La détermination des copépodes a été faite à l'aide de la clé de (*Dussart, 1967-1969*) et sur les descriptions des espèces Algériennes (*Akli, 1992*)

La détermination des copépodes est portée particulièrement sur la 5^{ème} paire de pattes thoraciques, et sur le nombre des articles des antennules.

- **Méthodes de dissection et de détermination des Cladocères**

Sous la loupe binoculaire, en se basant sur la morphologie externe. On peut déjà séparer les différentes familles.

La détermination des espèces nécessite la dissection de certaines pièces de l'animal, comme le post-abdomen, les pattes thoraciques...etc.

La détermination des cladocères était basée sur la clé de : (*Claude AMOROS*, 1984) et sur les descriptions des espèces Algériennes, données par (*Ould Rouis*, 1995)

- **Méthodes de détermination des Rotifères**

Les rotifères ont été déterminés en utilisant la clé de Pourriot et Fraucez, 1986.

II.4.2.3.2. Etudes quantitatives

➤ **La densité**

$$D \text{ (ind/l)} = n/V$$

Avec :

D : densité

n : nombre d'individus

v : volume

La richesse des eaux en plancton, est exprimée en nombre d'individus par unité de volume.

➤ **L'abondance ou la dominance**

La fréquence et la dominance sont des caractéristiques qui permettent de connaître l'importance d'une espèce au regard des autres espèces du même peuplement.

$$A = (Q_i/Q) \times 100$$

Avec :

A : abondance d'une espèce (i)

Q_i : nombre d'individus de l'espèce (i)

Q : nombre total des individus

L'abondance est une expression mathématique qui désigne le rapport en pourcentage entre le nombre d'individus de l'espèce (i) et le nombre totale des individus du peuplement.

➤ **La diversité**

Les indices proposés par différents auteurs permettent de caractériser la structure et l'évolution d'un peuplement.

Pour notre étude, nous avons utilisé deux indices ; l'indice de diversité de Shanon et l'indice de l'équitabilité.

✓ **Indice de diversité de Shannon**

L'organisation et l'évolution d'un peuplement peuvent être caractérisées par sa diversité spécifique. L'expression mathématique de la diversité spécifique est exprimée par l'indice de Shannon selon la formule suivante :

$$\boxed{H' = -\sum P_i \times \log_2 P_i} \quad \longrightarrow \quad \boxed{P_i = n_i/N}$$

Avec :

P_i : Fréquence relative de l'espèce i.

n_i : Nombre d'individus de l'espèce i.

N : Nombre total de tous les individus de toutes les espèces.

H' : Indice de Shannon est exprimé en bits par individu, compris entre 0 pour sa valeur minimale et $\log S$ pour une richesse spécifique, maximale du peuplement.

✓ **Equitabilité**

$$\boxed{E = H' / H_{\max} = H' / \log_2 S}$$

Cet indice vient compléter l'indice de la diversité spécifique, il nous renseigne sur la distribution du nombre d'individus par espèce au sein du peuplement. Il est exprimé par la formule suivante :

E : indice d'équitabilité compris entre 0 et 1.

S : nombre d'espèces du peuplement.

II.4.3. Analyse statistique des données

L'Analyse multifactorielle (ACP) appliquée dans plusieurs études environnementales permet de trouver des combinaisons des paramètres décrivant la variabilité principale des résultats observés, ainsi que de donner une présentation synthétique et visuelle des interrelations existant entre les facteurs étudiés.

Cette méthode statistique permet de transformer les variables quantitatives initiales, toutes plus ou moins corrélés entre elles, en nouvelles variables quantitatives non corrélées, appelées composantes principales (*Davis, 1984*). Cette analyse multifactorielle a été réalisée avec le logiciel Past .

Chapitre III : Résultats et discussions

III.1. Les paramètres physico-chimiques

III.1.1. Les paramètres physiques

III.1.1.1. La température

La température de l'eau est un facteur écologique qui entraîne d'importantes répercussions écologique (Leynaud, 1968). Elle agit sur la densité, la viscosité, la solubilité des gaz dans l'eau, la dissociation des sels dissous, de même que sur les réactions chimiques et biochimique, le développement et la croissance des organismes vivant dans l'eau et particulièrement les microorganismes (W.H.O, 1987).

La température des eaux superficielles est influencée par la température de l'aire et ceci d'autant plus que leur origine est moins profonde (Rodier, 1996).

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau X (Annexe I) et représenté par la figure 16 ci-dessous.

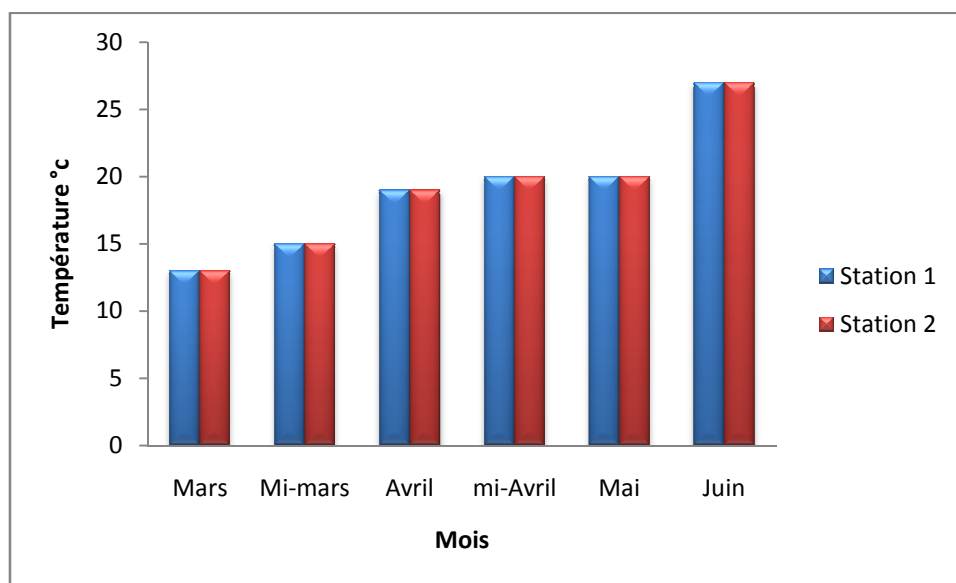


Figure.16 : variation spatio-temporelle de la température de l'eau (°C).

Nous remarquons que la température des eaux du lac inférieur, oscille entre une température minimale de 13°C notée au mois de Mars, puis augmentent progressivement pour atteindre une température maximale de 27°C au mois de Juin. Ces variations de température suivent celles du climat de la région. Nous constatons aussi que les deux stations ont les mêmes températures et ce ci peut être expliqué par le fait que la mesure a été effectuée en surface.

III.1.1.2. Le potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH de l'eau mesure la concentration des protons H^+ contenus dans l'eau. Il résume la stabilité de l'équilibre établi entre les différentes formes de l'acide carbonique et il est lié au système tampon développé par les carbonates et les bicarbonates (Ezzaouaq, 1991 ; El Blidi et al., 2003 ; Himmi et al., 2003).

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau XI (Annexe I) et représenté par la figure 17 ci-dessous.

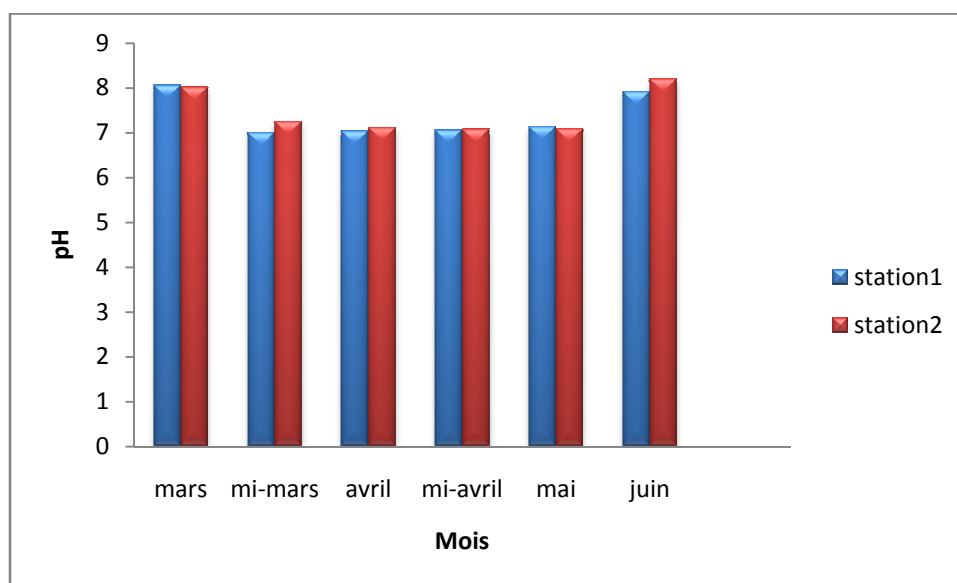


Figure.17 : variation spatio-temporelle des valeurs du pH

Nous remarquons la présence de deux pics de pH qui sont notés durant les deux mois de Mars et juin, ce résultat peut être expliqué par la photosynthèse. En effet, selon Arrignon (1976), la consommation du CO_2 par l'activité photosynthétique des végétaux d'éclanche la transformation d'une partie des bicarbonates en carbonates (les concentrations de carbonate sont élevées), ce qui permet une libération du CO_2 dans le milieu. Pendant les mois qui restent, nous avons noté un pH neutre. Cette neutralité des eaux pourrait être expliquée par la matière humique qui provient de la décomposition des aiguilles de pin d'Alep dans les stations du bassin inférieur.

Selon la grille de la qualité de l'ANRH (2015), Le pH mesuré dans les eaux du lac inférieur appartient donc à la classe moyenne nécessite un traitement simple.

III.1.1.3. la conductivité électrique

la conductivité électrique est proportionnelle à la qualité des sels ionisables dissous, elle constitue un bio-indicateur du degré de minéralisation de l'eau (Rodier et al., 2009).

La conductivité varie en fonction de la présence, la concentration, la mobilité des ions et la température de l'échantillon elle est liée à la concentration et à la nature des substances dissoutes (Oicau, 2007).

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau XII (Annexe I) et représenté par la figure 18 ci-dessus.

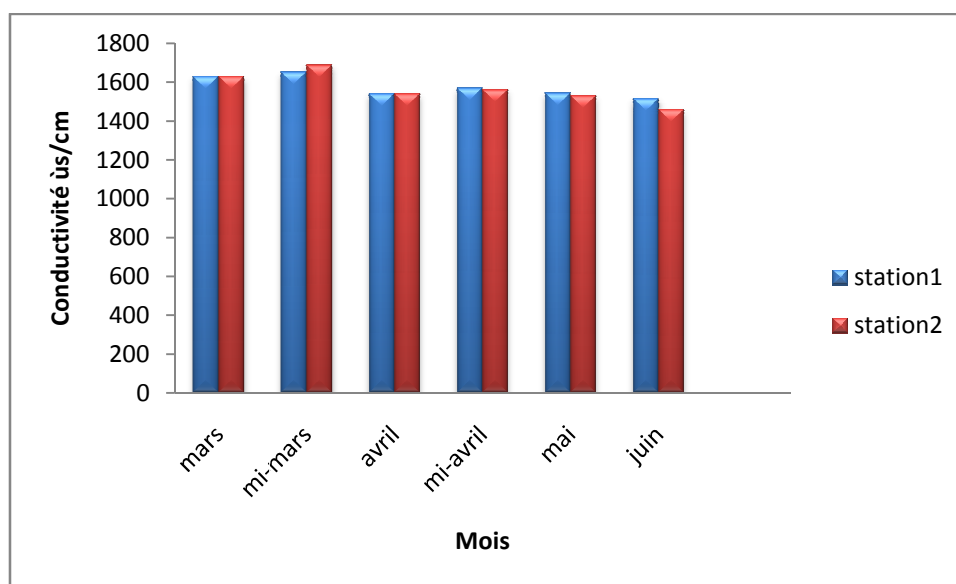


Figure.18 : variation spatio-temporelle de la conductivité électrique de l'eau ($\mu\text{s}/\text{cm}$).

La mesure de la conductivité constitue une bonne appréciation du degré de minéralisation d'une eau ou chaque ion agit par sa concentration et sa conductivité spécifique.

Nous remarquons que ce paramètre varie entre une valeur minimale de 1458 $\mu\text{s}/\text{cm}$ notée au mois de Juin à la station 2 et une valeur maximale de 1688 $\mu\text{s}/\text{cm}$ enregistrée à la mi-Mars dans la même station.

Selon la grille de la qualité des eaux de surface, La conductivité électrique mesurée dans les eaux du lac inferieur appartiennent donc à la classe moyenne.

III.1.1.4. la turbidité

La turbidité est due à la présence dans l'eau de particule en suspension minérale ou organique. En effet l'érosion des roches, l'entraînement des matières minérales ou organique

du sol, le déversement des eaux usées domestiques ou industrielles riches en suspension peuvent conduire inévitablement à l'augmentation de la turbidité (Larbi, 2004).

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau XIII (Annexe I) et représenté par la figure 19 ci-dessous.

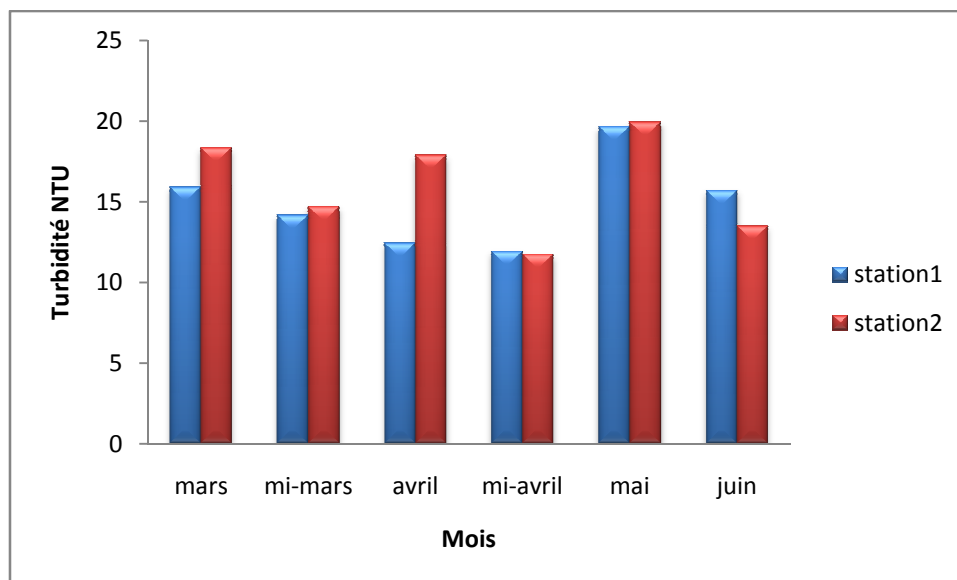


Figure.19 :variation spatio-temporelle de la turbidité de l'eau (NTU).

La distribution spatio-temporelle de la turbidité montre que la valeur minimale de (11.74UNT) est notée durant le mois d'Avril à la station S2 et la valeur maximale de ce paramètre est enregistrée durant le mois de Mai (19.94NTU) à la station S2. Selon la grille de la qualité de l'ANRH (2015), la turbidité mesurée dans les eaux du lac inferieur classe ces eaux dans la case d'eau légèrement trouble. Cette turbidité pourrait être liée à la présence des carpes, espèces benthiques qui en fouissant la vase, entraînent la remise en suspension des sédiments (Crivelli, 1981).

III.1.1.5. Oxygène dissous

L'oxygène l'un des paramètres particulièrement utile pour l'eau et constitue un excellent indicateur de sa qualité. C'est un des paramètres les plus sensibles à la pollution. Sa valeur nous renseigne sur le degré de pollution et par conséquent sur le degré de l'autoépuration de ce lac.

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau XX (Annexe I) et représenté par la figure 20 (p36).

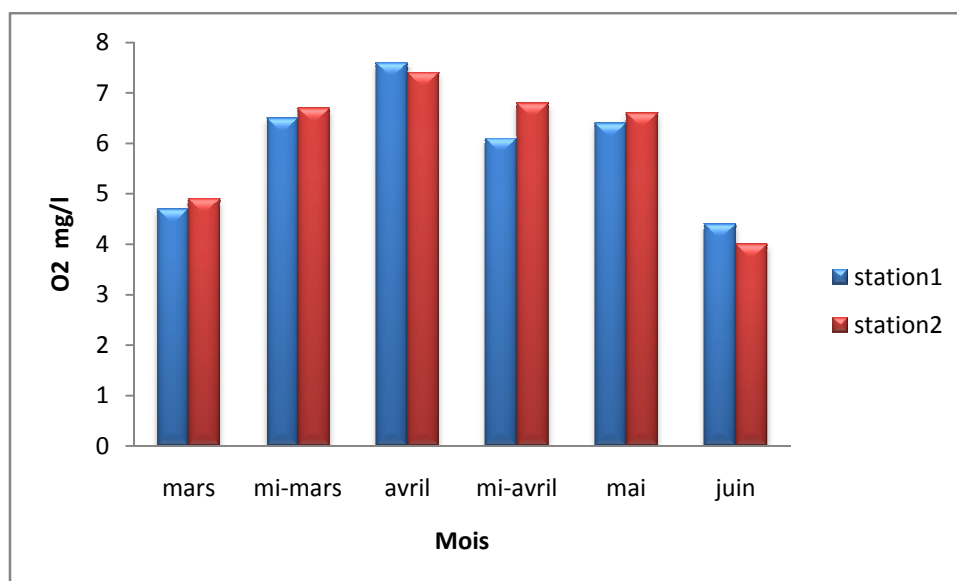


Figure.20 : distribution spatio-temporelle de l'oxygène dissous de l'eau

Dans notre étude, l'évolution mensuelle de l'oxygène dissous montre des concentrations plus élevées durant les mois de mi-Mars, Avril et Mai. Ceci peut être essentiellement dû à la diminution de la température de l'eau, car une eau froide contient une plus grande quantité d'oxygène dissous qu'une eau chaude (*Hébert et Légaré, 2000*).

Selon la grille de la qualité des eaux de surface, L'oxygène dissous mesurée dans les eaux du lac inférieur appartiennent donc à la classe moyenne.

✚ Analyse statistique des données

L'Analyse des composantes principales ACP appliquée à l'ensemble des paramètres physique (T° , pH, conductivité électrique, turbidité, O_2) a permis de vérifier la discrimination des échantillons, la matrice d'entrée qui été utilisée pour l'analyse multi variée appliquée pour les résultats obtenus pour les différentes variables est composée de cinq colonnes (T° , pH, conductivité électrique, turbidité, O_2) et de lignes qui correspondent aux stations de prélèvement.

La projection des paramètres étudiées selon l'axe 1 et 2 a montré une inertie de 64.744% de l'information biologique, l'axe 1 avec 43.33% et l'axe 2 avec 21.41%.(figure21).

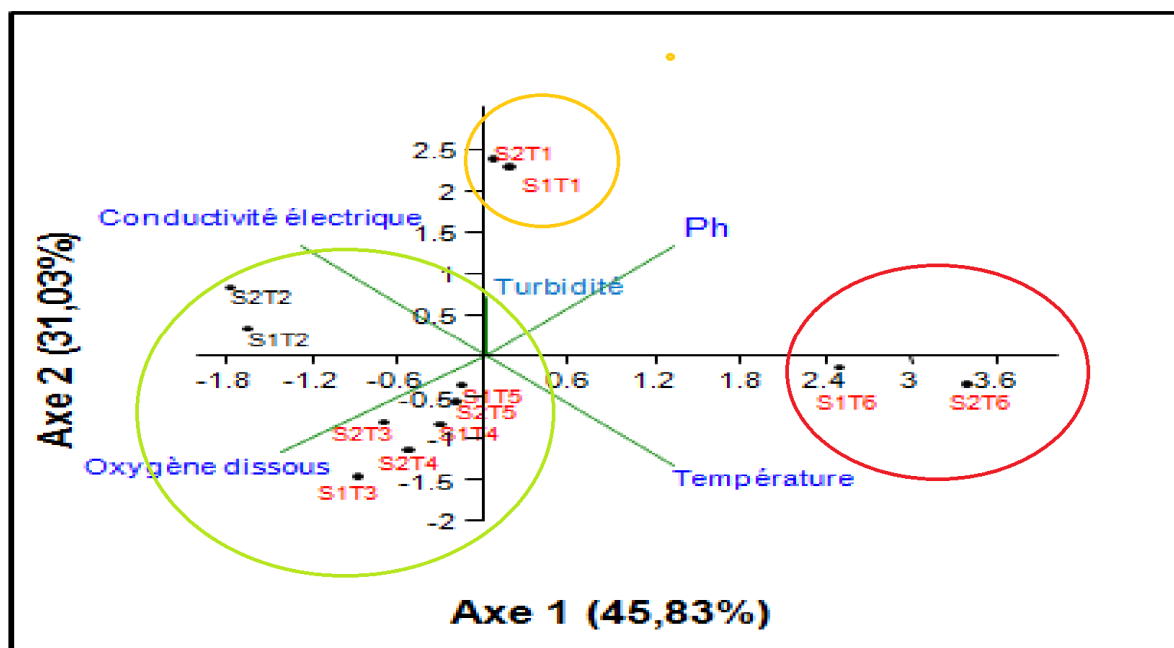


Figure.21 : carte factorielle des variables.

Suivant l'axe 1 (figure 21) l'analyse nous permet de constater que le pH, la température et la turbidité sont localisées sur la partie positive, la conductivité électrique et l'oxygène dissous sont localisées sur la partie négative, les résultats montrent que l'intensité de la coloration augmente avec l'élévation de pH, cette intensité peut traduire par une teneur élevée en plancton, une pollution ou eutrophisation de l'eau, causée éventuellement par l'asphyxie du milieu ou le colmatage des branchies des poissons.

Suivant l'axe 2 l'analyse nous permet de constater que le pH, la conductivité électrique et la turbidité sont localisées sur la partie positive, la température et l'oxygène dissous sont localisés sur la partie négative, la position de l'oxygène dissous sur la partie négative de l'axe 2 pourrait justifier par le fait que les eaux du lac sont plus oxygénées dans la partie inférieure car le système d'aération est situé dans la partie inférieure du barrage de Zéralda.

En deuxième lieu nous nous intéressons à la projection des stations selon l'axe 1 et 2, cette projection sépare les stations en formant 3 groupes

les stations S₂T₁, S₁T₁ sont corrélées avec les paramètres pH et turbidité.

les stations S₁T₆, S₂T₆, sont corrélées avec le paramètre de la température T°.

les stations S₂T₂, S₁T₂, S₁T₃, S₂T₃, S₁T₄, S₂T₄, S₂T₅, S₁T₅, sont corrélées avec les paramètres de conductivité électrique et oxygène dissous O₂ et la température T°.

III.1.2. Les paramètres chimiques

III.1.2.1. Nitrates

Les nitrates constituent le stade finale de l'oxydation de l'azote, et représente la forme d'azote au degré d'oxydation le plus élevé présent dans l'eau. Leurs concentrations dans les eaux naturelles sont comprises entre 1 et 10 mg/l. Cependant leur teneurs dans les eaux usées non traitées sont faibles (UNEP/MAP/MEDPOL, 2004)

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau XXI (Annexe I) et représenté par la figure 22 ci-dessous.

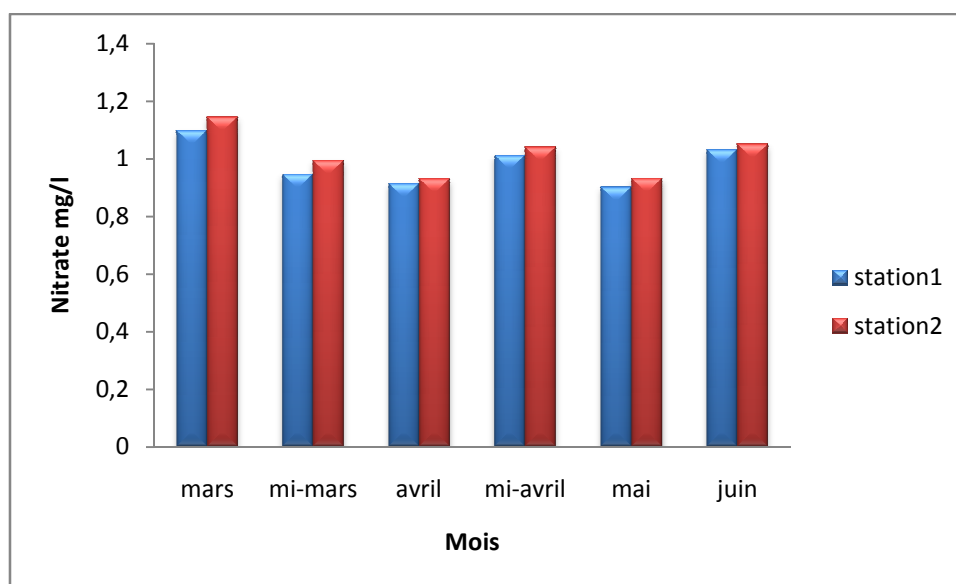


Figure.22 : variation spatio-temporelle des nitrates de l'eau (mg/l).

Nous constatons que les valeurs de nitrates présentent des concentrations spatialement assez homogènes et stable dans le temps. Nous remarquons aussi que les valeurs mensuelles des nitrates sont faibles, elles varient entre une valeur minimale de 0.914 mg/l notée au mois d'Avril à la station1 et une valeur maximale de 1.145 mg/l enregistrée au mois de Mars à la station 2. Selon la grille de la qualité de l'ANRH (2015), les nitrates mesurés dans les eaux du lac inférieur appartiennent à la classe de qualité normale sans exigence particulière.

Selon *Gaujous* (1995), les nitrates dans l'eau proviennent de la minéralisation de la matière organique, les engrais azotés, les résidus d'animaux, les fumiers, le purin et les eaux usées, donc nous pouvons conclure que les sources de provenance de cet élément sont en faibles quantités dans le barrage.

III.1.2.2. Phosphates

Les phosphates sont présents dans l'eau en très faibles quantités car ces derniers sont très rapidement assimilés et recyclés par les organismes.

Les principales sources des PO_4^{3-} sont les lessives phosphatées, les eaux usées et les engrais. L'excès de phosphate est responsable de l'augmentation de la production végétale des milieux aquatiques et de la dégradation des eaux (phénomène d'eutrophisation)

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau XXII (Annexe I) et représentés par la figure 23 ci-dessous.

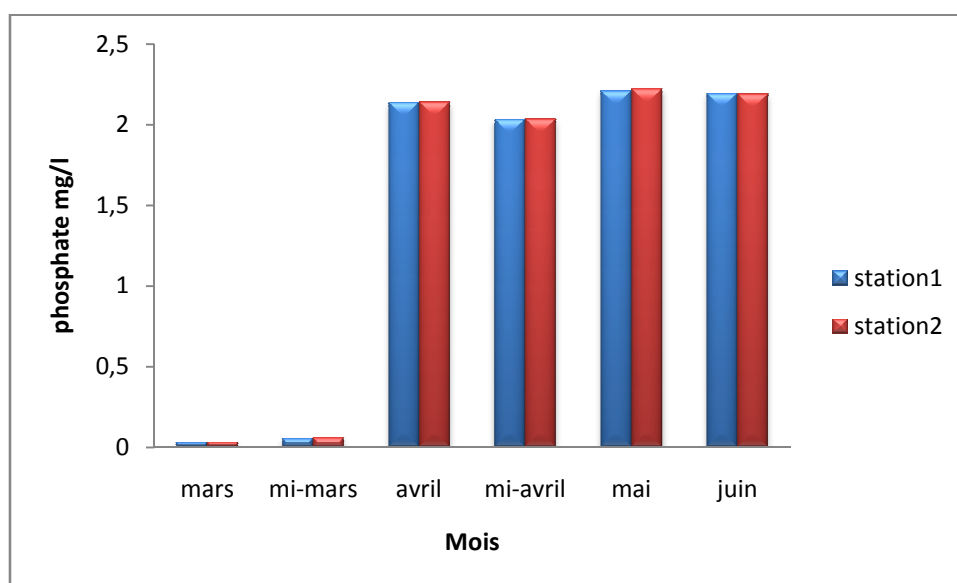


Figure.23 : variation spatio-temporelle des phosphates de l'eau (mg/l).

L'analyse des résultats montre que les concentrations moyennes en phosphates dans les eaux de surface du barrage varient entre une valeur minimale de 0.030 mg/l notée durant le mois de Mars à la station 1 et une valeur maximale de 2.222 mg/l notée au mois de Mai à la station 2. Selon la grille de la qualité de l'ANRH (2015), les phosphates mesurés dans les eaux du lac inférieur appartiennent à la classe de mauvaise qualité nécessitant un traitement poussé.

III.1.2.3. Sulfates

Les sulfates, composés naturels des eaux, sont liés aux cations majeurs : calcium, potassium et sodium. Les sulfates dissous peuvent être réduits en sulfures, qui se volatilisent dans l'air sous forme de sulfure d'hydrogène, ou sont précipités sous forme d'un sel insoluble ou incorporés dans les organismes vivants (*Delisle et Schmidt, 1977*).

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau XIX (Annexe I) et représenté par la figure 24 ci-dessous.

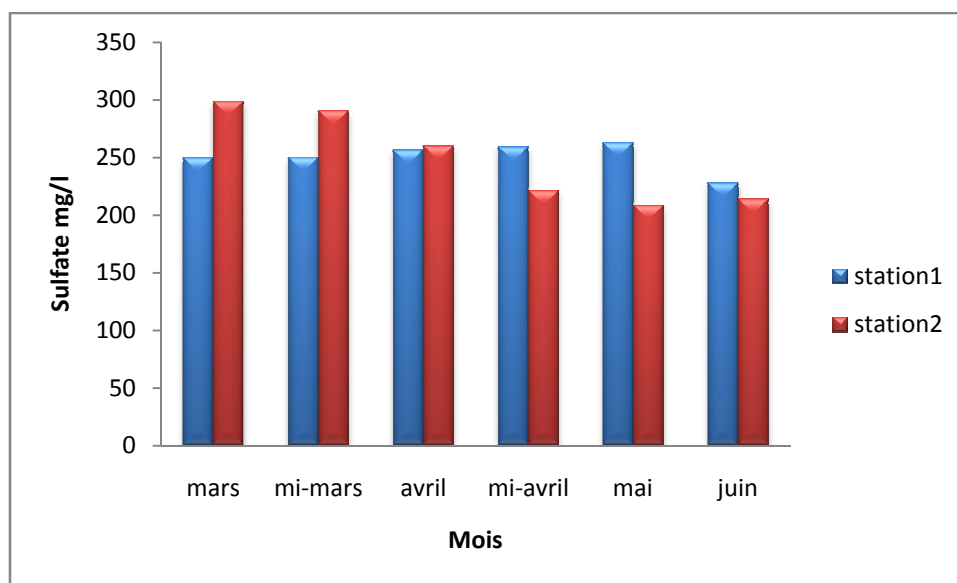


Figure.24 : variation spatio-temporelle des sulfates de l'eau (mg/l).

Nous remarquons que ce paramètre varie entre valeur minimale de 208,5 mg/l relevée à la station 2 durant le mois de Mai et une valeur maximale de 298.6mg/l notée au mois de Mars à la station 2. Ces concentrations élevées peuvent être expliquées par la nature du sol traversé par les eaux. Selon la grille de la qualité de l'ANRH (2015), les sulfates mesurés dans les eaux du lac inferieur appartiennent à la classe de qualité moyenne nécessitant un traitement simple.

III.1.2.4.Chlorures

Les chlorures sont des anions inorganiques importants contenus en concentrations variables dans les eaux naturelles (Makhoukh, 2011).

Les chlorures jouent un rôle important dans la distribution du zooplancton ou du phytoplancton attirés par le degré de chlorinité de l'eau (Arrignon, 1982).

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau XV (Annexe I) et représenté par la figure 25 ci-dessous.

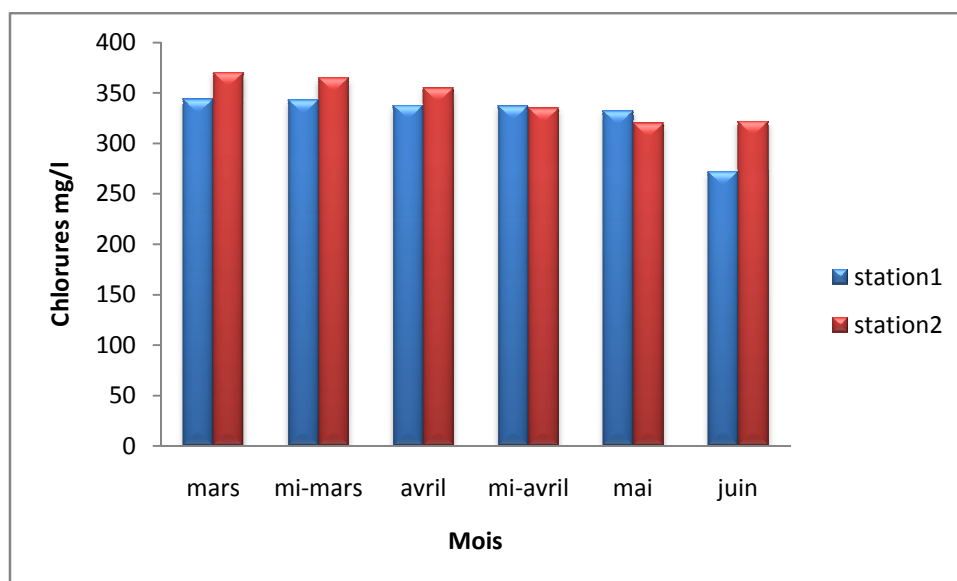


Figure.25 : variation spatio-temporelle des chlorures de l'eau (mg/l).

Nous constatons que les eaux du lac inférieur contiennent des teneurs élevées en ions chlorures (Cl^-). Ces dernières varient entre un minimum de 272 mg/l relevée à la station 1 durant le mois de Juin et un maximum de 370 mg/l enregistrée à la station 2 au mois de Mars. Ces fortes valeurs pourraient être expliquées par la nature du terrain du bassin versant situé sur un sol salin et par des rejets d'eaux usées, des rejets industriels, de la percolation à travers les terrains salés (Cherbi, 1984). Selon la grille de la qualité de l'ANRH (2015), les chlorures mesurés dans les eaux du lac inférieur appartiennent à la classe de mauvaise qualité nécessitant un traitement poussé.

III.1.2.5. Bicarbonates

Les bicarbonates sont les principaux contributeurs de l'alcalinité totale qui peuvent être déterminées dans un teste de l'eau.

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau XIV (Annexe I) et représenté par la figure 26 ci-dessous.

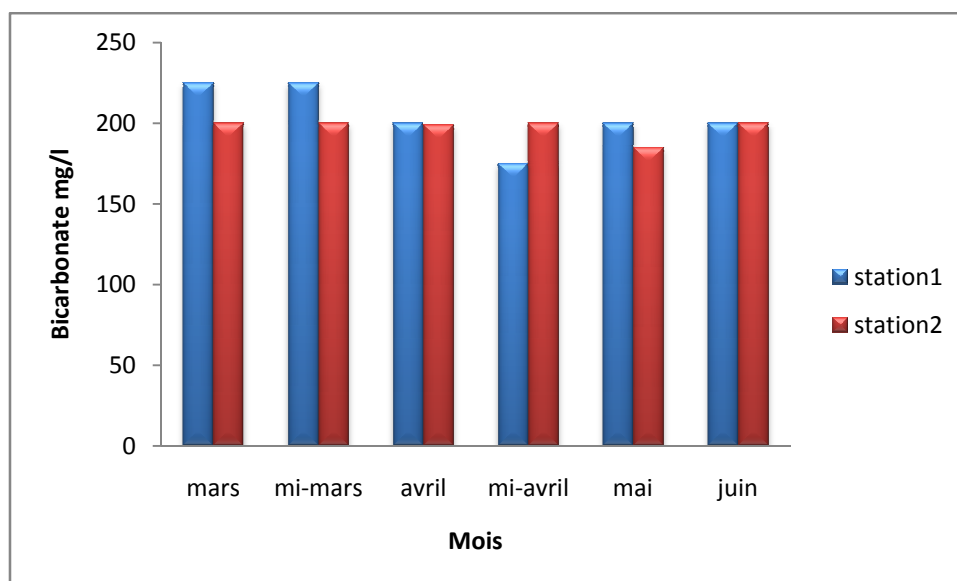


Figure.26 : variation spatio-temporelle des bicarbonates de l'eau (mg/l).

Nous remarquons que les valeurs des bicarbonates enregistrées varient entre une valeur minimale de 175 mg/l notée à la station 1 durant la mi-Avril et une valeur maximale de 225 mg/l relevée à la même station durant le mois de Mars. Ces valeurs peuvent être expliquées soit par : l'érosion de la couche superficielle arable des sols qui contient des quantités de carbonates, de potassium, magnésium qui sous l'effet des réactions chimiques se transforment en bicarbonates (*Buckman et Brady, 1965*), soit par l'augmentation du CO₂ et aussi la dissolution du calcaire pendant les fortes pluies (*Rodier, 1984*). Ou bien par la photosynthèse consommatrice du CO₂ dissous en période de forte production primaire (*Rodier, 1984*).

III.1.2.6. Calcium

Le calcium est un élément de la dureté. Il existe surtout à l'état de bicarbonates et en quantités moindres sous forme de sulfates, chlorures, etc...(*Rodier et al., 2005*).

La teneur en calcium des biotopes terrestres ou limnique présente une importance écologique majeure (*Ramade, 2002*). C'est le constituant cationique le plus dominant des eaux superficielles, il se présente généralement sous forme de bicarbonate, Ca(HCO₃)² soluble (*Brémond et Vuichard, 1973*).

Le calcium est dynamique et sa concentration est fortement influencée par le métabolisme microbien. Ceci, selon *Wetzel (1983)*, est évidemment mieux décelable dans un milieu fermé tel qu'un lac, que dans un oued.

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau XVII (Annexe I) et représenté par la figure 27.ci-dessous

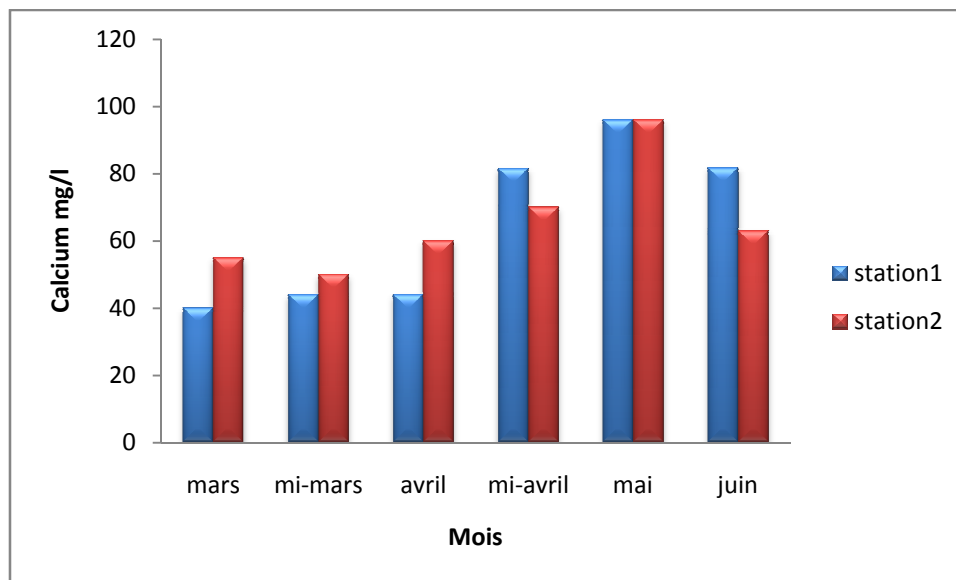


Figure.27 : variation spatio-temporelle des calciums de l'eau (mg/l).

La distribution spatio-temporelle du calcium montre une valeur moyenne minimale de 40 mg/l notée au mois de Mars et une valeur moyenne maximale de 96 mg/l relevée au mois de Mai . Rodier (1996), considère qu'une eau ayant une teneur en calcium supérieure à 30 mg/l comme étant une eau dure. Etant donné que nos valeurs sont élevées, donc nous pouvons dire que l'eau du lac de barrage est dure. Ainsi *Brémond et Vuichard* (1973) ajoutent que la teneur en ions calcium est liée directement à la nature géologique des terrains traversés par les cours d'eau.

L'ion calcium joue un rôle essentiel dans les écosystèmes aquatiques. En effet, il entre dans la constitution des squelettes et coquilles, et dans les phénomènes de perméabilité cellulaire ; il est concentré par les organismes à partir de l'eau ou des aliments (Gaujoux, 1995).

III.1.2.7. Magnésium

Le magnésium est un élément que l'on retrouve abondamment dans le sol et la roche, il est essentiel pour la santé humaine c'est le huitième élément naturel le plus abondant, il est présent dans toutes les eaux naturelles (*Benamar et al.,2011*).

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau XVIII (Annexe I) et représenté par la figure 28.ci-dessous

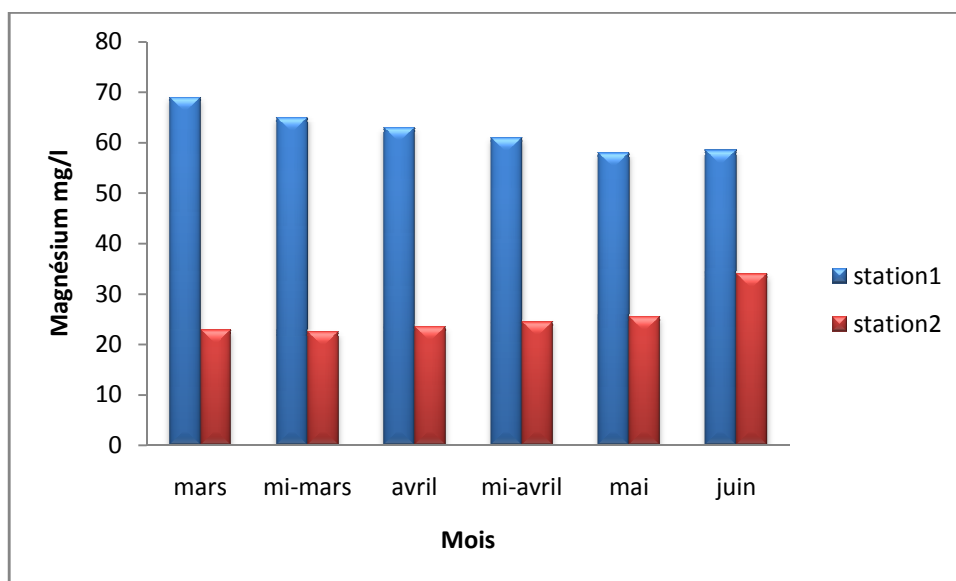


Figure.28 : variation spatio-temporelle des magnésiums de l'eau (mg/l).

Les teneurs moyennes mensuelles du magnésium oscillent entre une teneur minimale de 22.5 mg/l notée au mois de Mars à la station 2 et une teneur maximale de 69 mg/l notée au même mois à la station 1. Selon la grille de la qualité de l'ANRH (2015), le magnésium mesuré dans les eaux du lac inférieur classe les eaux dans la classe de qualité moyenne nécessitant un traitement simple.

III.1.2.8. Matière organique

Pekey (2006), résume les différents rôles que joue la matière organique, elle est une source d'énergie carbonée, de phosphore et d'azote après minéralisation. Elle est également un support des synthèses biologiques, une source de métabolites ou de vitamines. Le déversement d'une charge organique permet la prolifération des protistes hétérotrophes et des espèces bactériophages. Ces polluants organiques entraînent une diminution de la diversité des algues et des métazoaires, compensée par une importante augmentation de la biomasse planctonique.

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau XIV (Annexe I) et représenté par la figure 29 ci-dessous.

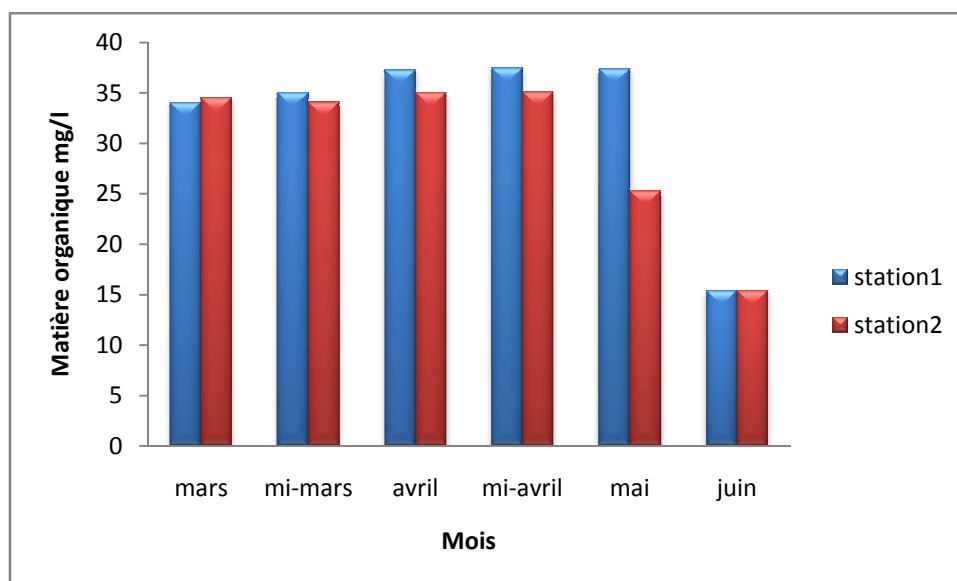


Figure.29 : variation spatio-temporelle des matières organiques de l'eau (mg/l).

La distribution spatio-temporelle des matières organiques (MO) montre une valeur minimale de 15.4 mg/l notée au mois de juin aux deux stations, et une valeur maximale de 37.31 mg/l relevée durant le mois d'avril à la station 1. Selon la grille de la qualité de l'ANRH (2015), la matière organique mesurées dans les eaux du lac inferieur range les eaux dan la classe de très mauvaise qualité nécessitant un traitement très poussé.

✚ Analyse statistique des données

L'Analyse des composantes principales ACP appliquée à l'ensemble des paramètres chimiques (MO , Cl^- , HCO_3^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , NO_3^- , PO_4^{3-}) a permis de vérifier la discrimination des échantillons, la matrice d'entrée qui été utilisée pour l'analyse multi variée appliquée pour les résultats obtenus pour les différentes variables est composée de huit colonnes (MO , Cl^- , HCO_3^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , NO_3^- , PO_4^{3-}) et de lignes qui correspondent aux stations de prélèvement .

Les valeurs propres (2.291 et 1.551) ont permis de retenir deux inerties respectives 45.83% et 31.037%. Le plan de cette analyse totalise 76.86% de l'information (tableau X).

Tableau X : répartition de l'inertie entre les deux axes (F1x F2).

	F1	F2
Valeur propre	2.291	1.551
Variance %	45.83 %	31.037 %
Cumulé %	76.86%	

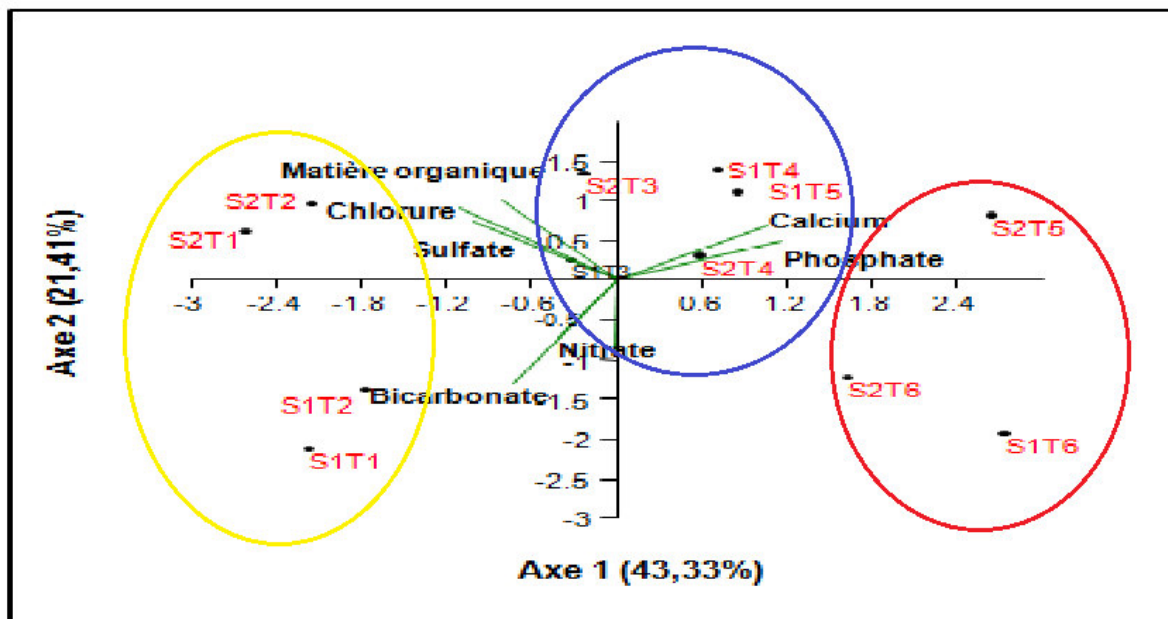


Figure.30 : carte factorielle des variables.

Suivant l'axe 1 (figure 30) l'analyse nous permet de constater que Ca^{2+} , PO_4^{-3} , Mg^{2+} sont localisés sur la partie positive, alors que MO, Cl^- , SO_4^{-2} , NO_3^- , HCO_3^- sont localisés sur la partie négative. Cet axe définit alors un gradient d'eutrophisation (déséquilibre d'un écosystème dû à un excès des nutriments qui se traduit par une croissance excessive des algues et une diminution de l'oxygène).

En deuxième lieu nous nous intéressent à la projection des stations selon l'axe 1 et 2 cette projection sépare les stations en formant 3 groupes :

les stations S_{2T5} , S_{2T6} , S_{1T6} , sont corrélées avec les paramètres Mg^{2+} , Ca^{2+} , PO_4^{-3} .

les stations S_{1T4} , S_{1T5} , S_{2T4} , S_{2T3} , S_{2T4} , S_{1T3} , sont corrélées avec les paramètres Ca^{2+} , PO_4^{-3} , MO, Cl^- , SO_4^{-2}

- les stations S_{2T2} , S_{2T1} , S_{1T2} , S_{1T1} , sont corrélées avec les paramètres MO, Cl^- , SO_4^{-2} , NO_3^- , HCO_3^- .

III.2. Etude du zooplancton

III.2.1. Analyses qualitatives et quantitatives du zooplancton

III.2.1.1. Analyse qualitative

III.2.1.1.1. Description et écologie des espèces récoltées

- Copépodes (Fig.31)

Les copépodes sont des petites crustacés entomostracés, nageurs, au corps nettement segmenté, la taille varie entre 0.5mm à 3.5mm, ils comprennent 16 segments. Les 5 premiers ont fusionné pour former la tête (céphalosome). Chacun des ces segment porté une paire d'appendice, on trouve les antennules, les antennes, les mandibules, les maxillules et les maxilles (Boue & Chanton, 1978), le thorax ou métasome est formé de 6 segments, qui ont fusionné avec la tête, le premier segment porte les maxillipèdes. Les 5 autres segment portant chacun une partie de pattes biramées servant à la locomotion. Les 5 segment formant l'abdomen ou (urosome) sont dépourvus d'appendices et se terminent par une furca (Ridet et al., 1992 ; Grasse, 1998)

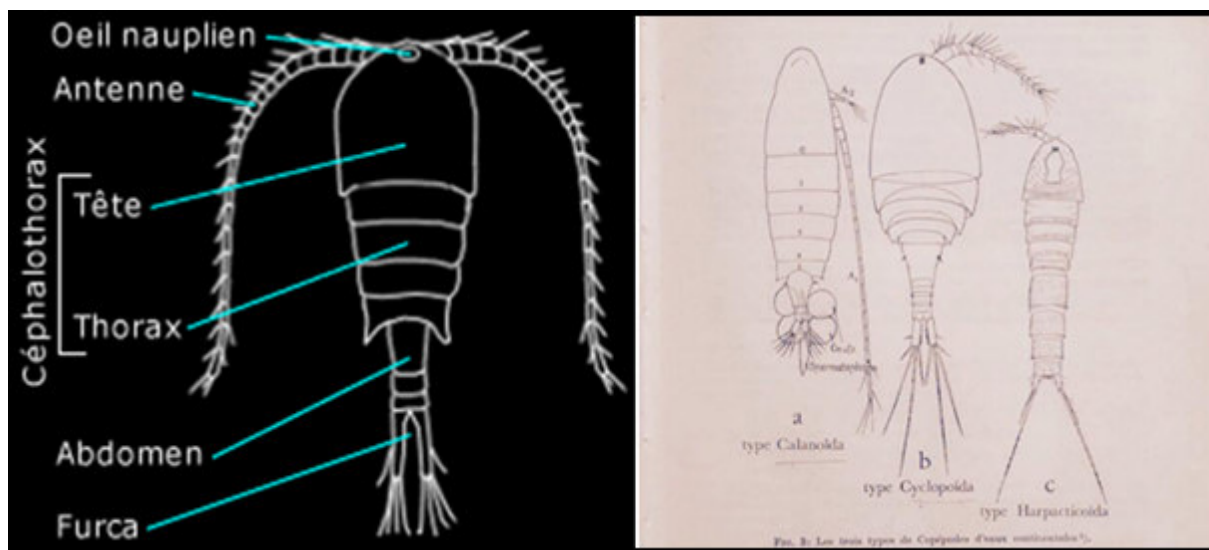


Figure 31 : l'anatomie externe des copépodes (Anonyme1)

➤ *Acanthocyclops* sp (Fig.32)

En Algérie, ce genre présente sept variations morphologiques (A, B, C, D, E, F, G) (Akli 1992).

Ce genre présente une grande instabilité dans les critères de détermination des espèces et nécessite d'être réviser (Kiefer, 1960). Les caractéristiques de ces individus sont :

- ✓ Répondaient bien à celles de la variation morphologique A.
- ✓ Le segment génital est aussi long que large.
- ✓ Le deuxième article de la p5 (cinquièmes patte thoracique) est deux fois plus long que large, il porte une épine insérée subdistalement par rapport à la soie apicale.



Figure.32 : morphologie générale d'*Acanthocyclops sp* .

(A: photo original G $\times 10$; B : Anonyme 2)

• Rotifères (Fig.33)

Les rotifères sont des animaux microscopiques, aquatiques, non segmentés et plus petites que les zooplanctons crustacés. Généralement transparents (les rotifères sont incolores ou légèrement jaunâtre et le tube digestif se colore en brun rouge). Ils mesurent de 0.2 à 2mm et sont caractérisés par une extrémité antérieure modifiée en orange locomoteur (appareil rotateur). Ils possèdent généralement un tube digestif complet avec une bouche antérieure. Un pharynx différencié ou (mastax) en pièces mobiles à « flamme vibratile ».

Les rotifères se fixent par leur pied sur des supports divers : algues filamenteuses, débris végétaux. Ce pied est allongé, souple et rétractile, se terminant

par des cirres (orteils) formant une pince contenant chacun une glande dont la sécrétion permet l'adhésion (Cavani, 2004 ; Dabbadie, 2005).

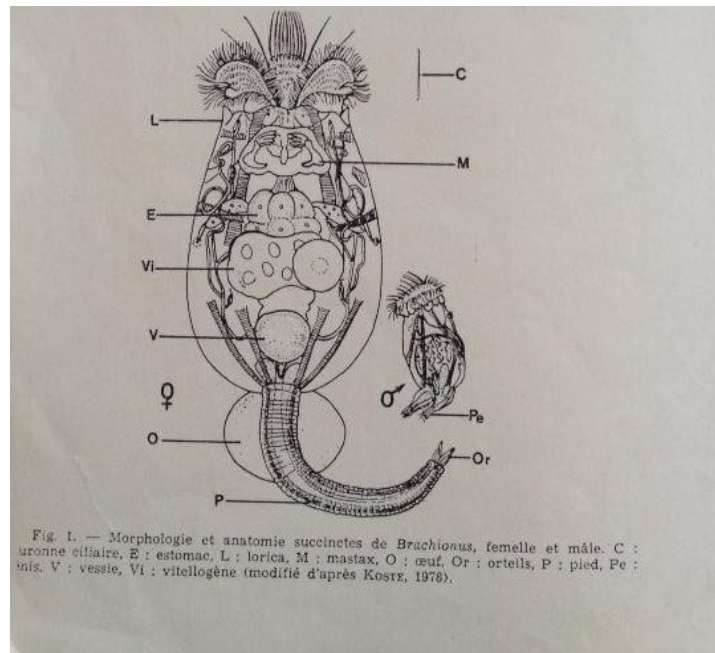


Figure.33 : morphologie externe des rotifères (Anonyme3).

➤ **genre *Brachionus* (Fig.34)**

Le *Brachionus* est caractérisé par la présence du pied dans le prolongement du tronc. La lorica est pourvue de 4 à 6 épines antérieures et présence fréquente de pinces postérieures.



Figure.34 : morphologie générale de *Brachionus*(Anonyme4)

Dans le genre *Brachionus* on a trouvée deux espèces :

❖ *Brachionus leydigi*.

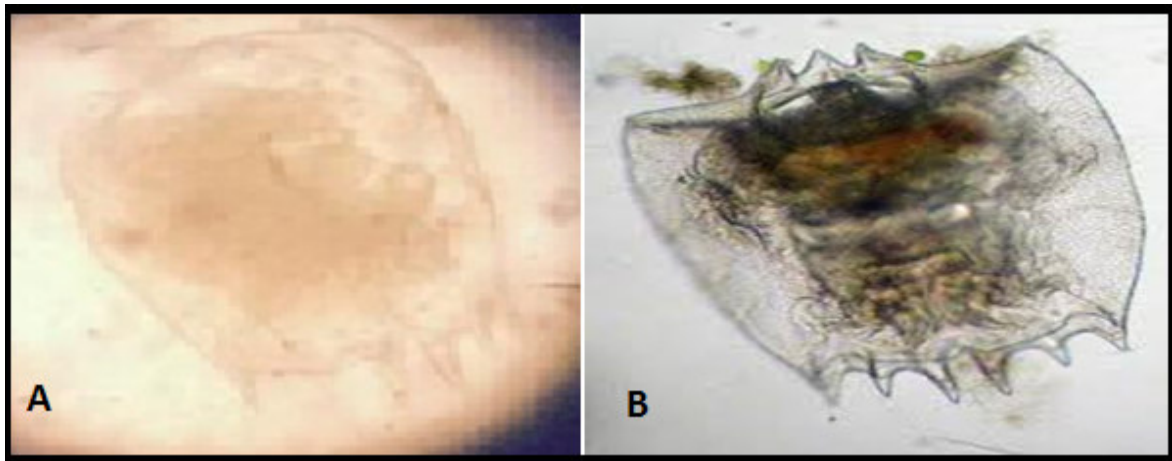


Figure.35: morphologie générale de *Brachionus leydigi* .

(A : photo original G×10 ; B : Anonyme 5)

❖ *Brachionus angularis* .



Figure.36 : morphologie générale de *Brachionus angularis* (Anonyme6).

➤ **Genre *Keratella***

Présent d'un tégument rigide formant une lorica dont la plaque dorsale est orientée de facettes. Ce genre présente deux espèces :

❖ *Keratella quadrata*.

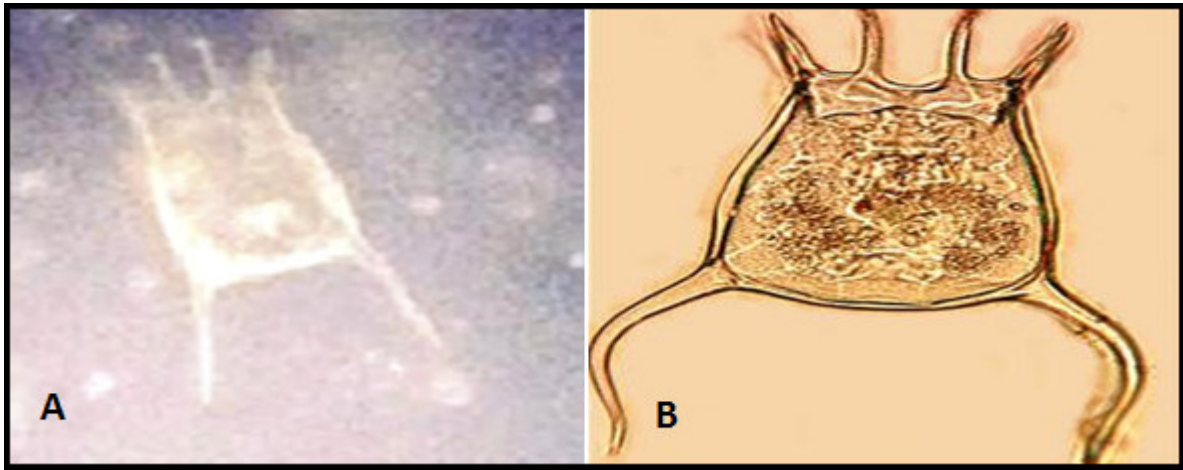


Figure.37 : morphologie générale de *Keratella quadrata* (photo originale)

(A: photo original G×10 ; B : Anonyme 7)

❖ *Keratella valga*.

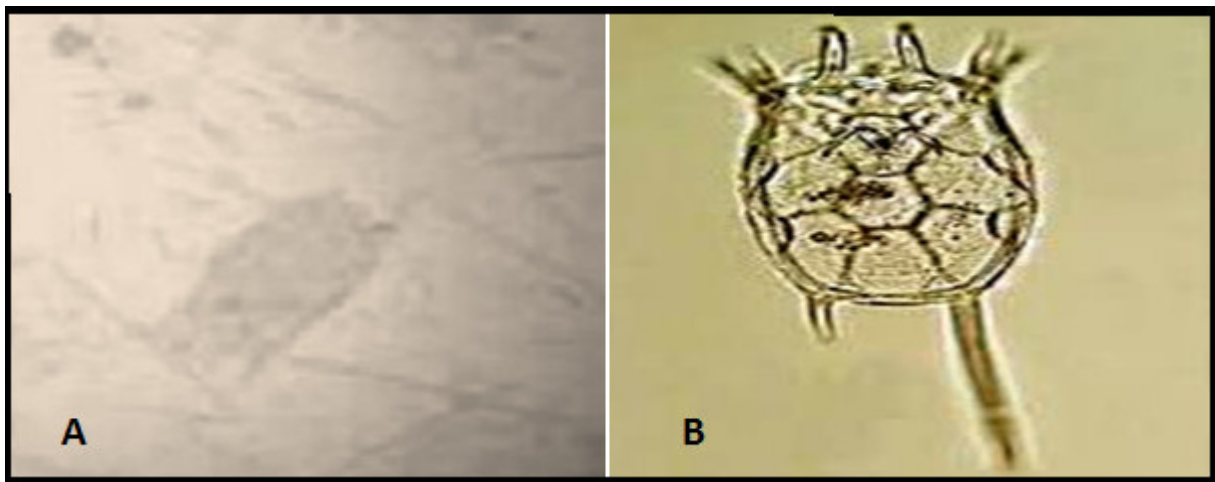


Figure.38 : morphologie générale de *Keratella valga* (photo originale)

(A : photo original G×10 ; B : Anonyme 8)

➤ **Genre *Polyarthra***

Ce genre présente une espèce c'est :

❖ *Polyarthra remata*

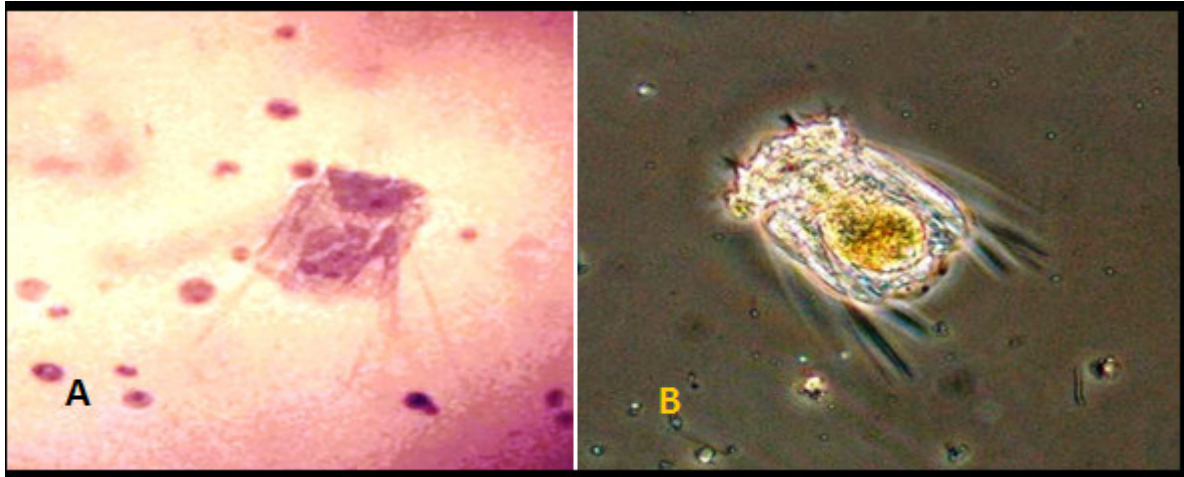


Figure.39 : morphologie générale de *Polyarthra remata*(photo originale).

(A: photo original G $\times 10$; B : Anonyme 9).

➤ genre *Epiphanes*

Ce genre présente une espèce c'est :

❖ *Epiphanes senta*



Figure.40 : morphologie générale d'*Epiphanes senta*(Anonyme10).

- **Cladocères**

Sont très important dans le plancton d'eau douce (*Gaujous,1995*). Ce sont des Entomostracés dont la taille varie de 0.3 à 10 mm. Le corps est transparent, translucide ou parfois coloré, la segmentation n'est pas visible sauf exception.

Chez les plupart des espèces le thorax et le post-abdomen sont recouverts d'une carapace bivalve dont l'ouverture ventrale et postérieure laisse sortir les appendices thoraciques et le post-abdomen. En vue latérale, les valves sont de formes variées : ovales, sphériques , allongées , avec des angles vifs, des indentations, etc... , en vue dorsale, la carapace bivalve apparait soit globuleuse, soit plus ou moins comprimée latéralement. De plus, elle peut présenter des striations, des réticulations ou une pilosité plus ou moins développé à sa surface, des soies ou des épines marginales, une épine caudale. Ces caractères des valves sont assez faciles à observer (*Claude, 1984*).

➤ *Bosmina* (Fig.41)

Antennules longues plus en mois recourbées, prolongeant ventralement la tête à la manière d'une trompe, pluri articulées avec des soies sensorielles sur leur bord antérieur, sur chaque coté de la tête, entre l'insertion des antennules et l'œil composé, est implantée une soie sensorielle, carapace bivalve à bord postérieur rectiligne, l'angle ventro-postérieur des valves se prolonge généralement par une petite pointe (mucro) plus en moins développée , la longueur et la courbure des antennules, la forme du bord dorsal de la carapace et taille des mucros varient en fonction des phénomènes de cyclomorphose.(*Leydig, 1860*).



Figure.41 : morphologie générale du genre *Bosmina* (Anonyme11).

Ce genre présente une espèce :

❖ *Bosmina sp* : nous n'avons pas pu identifier cette espèce à cause de son état détérioré.

❖ *Alonella sp*

Corps comprimé latéralement, longueur du bord postérieur libre des valve inférieure ou égale à la moitié de la hauteur totale des valves, angle ventro-postérieur des valves orné 1 à 3 petits denticules dont la longueur est du même ordre de grandeur que celle des dernières soies du bord ventrale des valves, bord postérieur libre des valves presque rectiligne. (*King*, 1853).

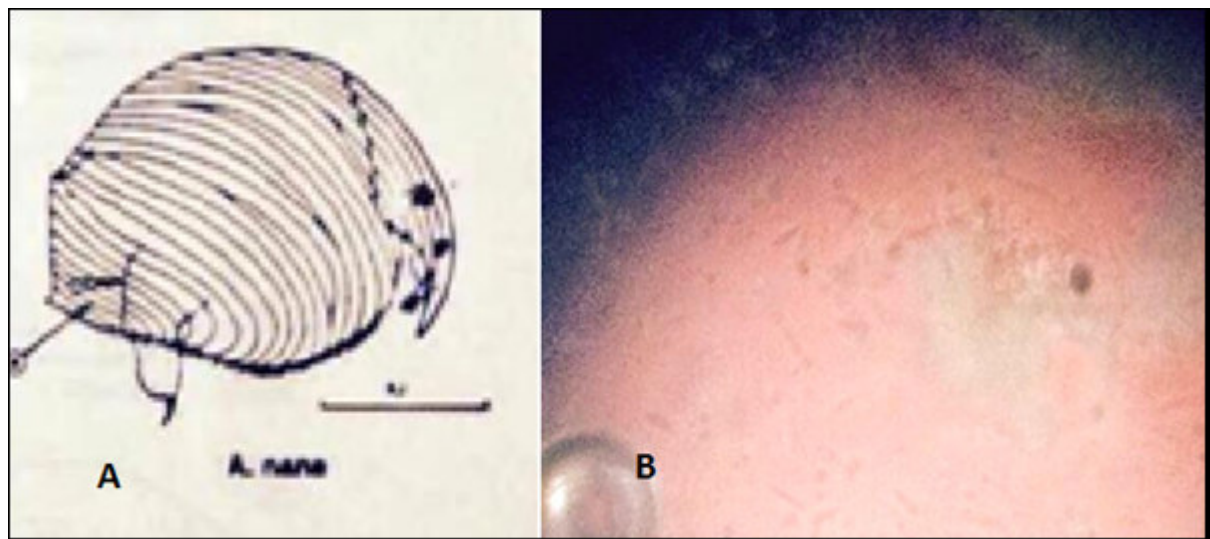


Figure.42 : morphologie générale de *Alonella*.

(A: Anonyme 12; b: photo originale G×10)

III.2.1.2. Analyse quantitative

III.2.1.2.1. la richesse spécifique (fig.43, annexe II)

Les eaux du lac inférieur de Zéralda ont abrité 9 espèces zooplanctoniques répertoriées sur trois groupes : les Copépodes, les Rotifères et les Cladocères.

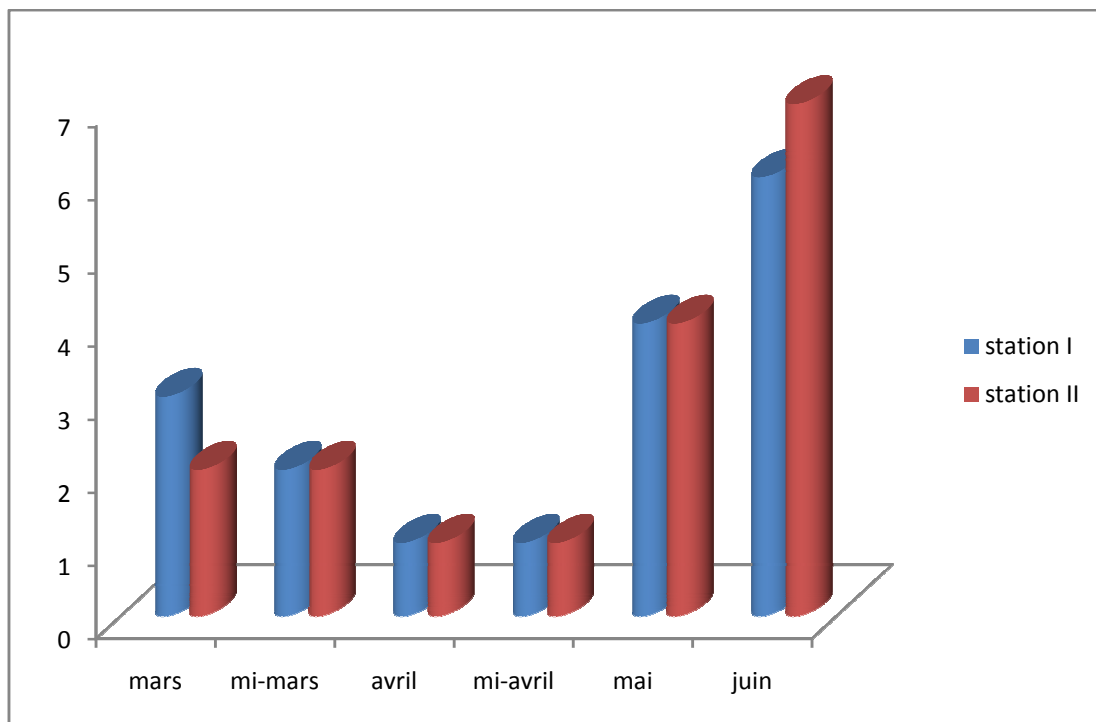


Figure.43 : variation spatio-temporelle de la richesse spécifique du zooplancton

Variation mensuelle : montre une richesse spécifique minimale ($S=1$) notée aux mois d'avril, et une richesse maximale ($S=7$) notée aux mois de juin. Ce dernier résultat peut être dû au fait que les prélèvements ont été réalisés juste après le mauvais temps, ce qui a fait que les espèces ont fuit la couche superficielle agitée pour se réfugier dans la couche profonde peu agitée.

Variation spatiale : montre une valeur minimale ($S=1$) à la station I et la station II, donc il y'a eu la disparition de 8 espèces. Selon la loi de *Gausse* (1935), deux ou plusieurs espèces présentant des modes d'utilisation de ressources identiques ne peuvent continuer de coexister dans un environnement stable, la plus apte élimine les autres (*Acanthocyclops sp*)

Ces résultat diffèrent à ceux obtenus par (**S.BIDI 2008**), cette auteur a noté que le lac de la RCZ abrite une richesse spécifique de 14 espèces dont 8 esp sont des rotifère , 4 sont des cladocère et 2 esp de copépode , la richesse maximale est de 14 esp.

III.2.1.2.2.Densité et dominance

Les résultats obtenus sont représenté par la figure 44 et 45

Variation mensuelle : nous avons inventorié l'existence de 9 espèces zooplanctoniques ; *Acanthocyclops sp* , *Keratella quadrata* , *Keratella valga* , *Brachionus leydigi* , *Brachionus angularis* , *Polyarthra remata* , *Epiphanes senta* , *Bosmina sp* , *Alonella sp* .

L'espèce *Acanthocyclops sp* présente une densité élevée durant la période de prélèvement (avril, mai, juin) avec une densité maximale ($D=197\text{ind/l}$) et une dominance de 91.62%.

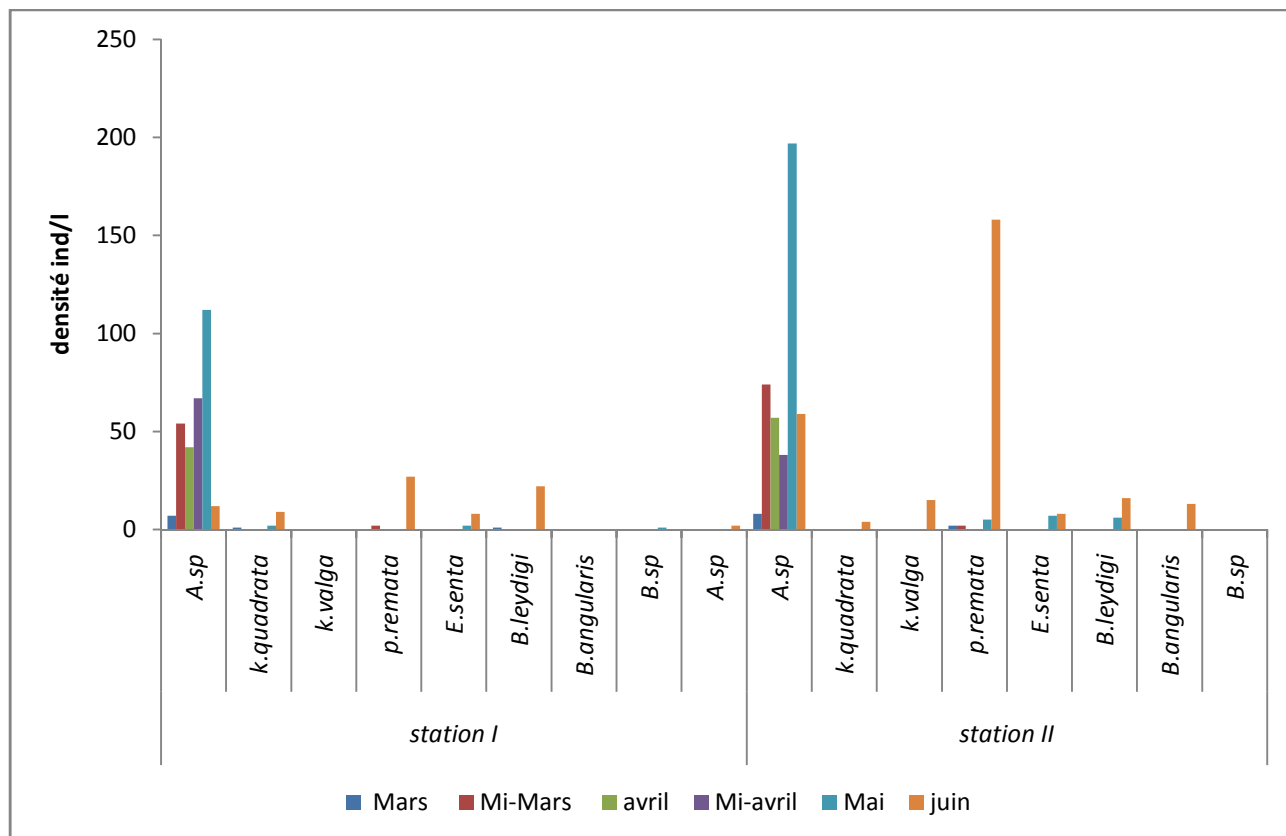


Figure.44 : variation de la densité zooplanctonique (ind/l)

Variation spatiale : nous avons constaté que l'espèce *Acanthocyclops sp* présente les densités maximales au niveau des deux stations d'étude. La densité la plus élevée $D=72.16\text{ind/l}$ est notée au niveau de la station 2 avec une dominance de 81.76% par contre l'espèce *Bosmina sp* présente la densité la plus faible $D=1\text{ ind/l}$ avec une dominance de 0.85% au niveau de la station 1. Selon Pourriot et al., (1982), les réactions des espèces vis-à-vis des facteurs abiotiques (lumière, température, oxygène) et biotique (alimentation, prédation, compétition) déterminent des situations variables selon les milieux.

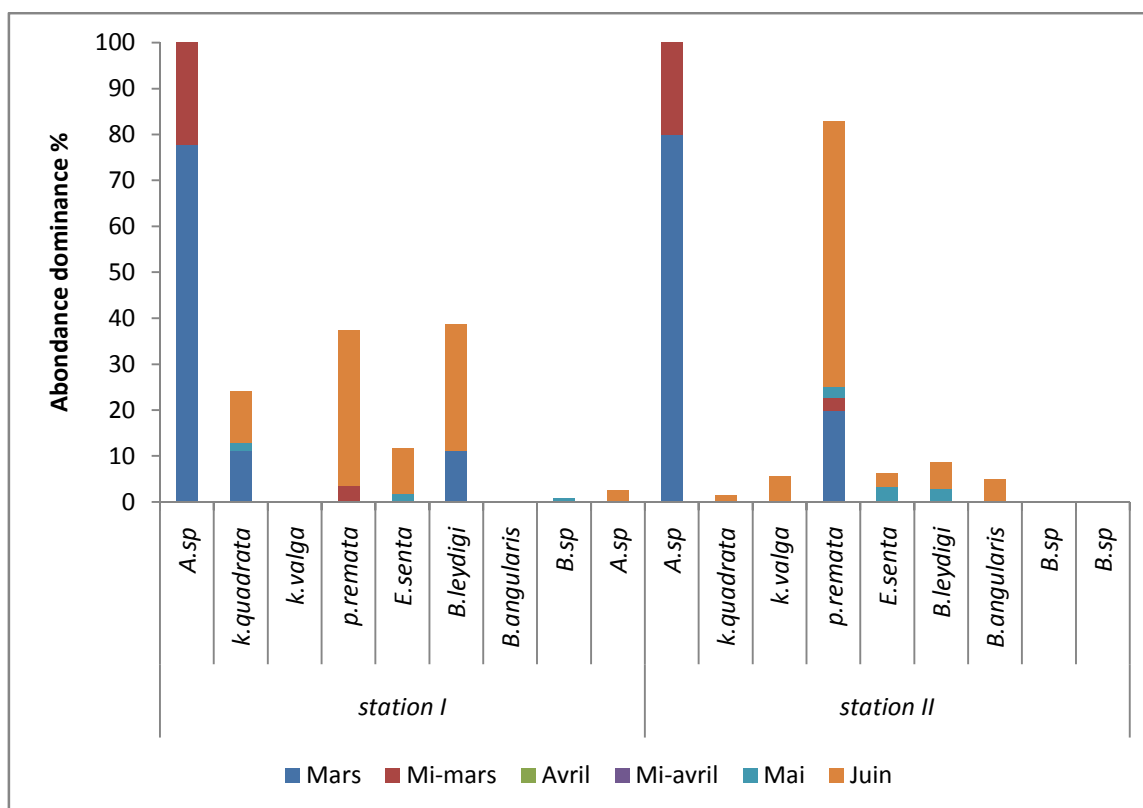


Figure.45: variation spatio-temporelle de l'abondance relative du zooplancton.

Ces résultats diffèrent de ceux obtenus par (Y.Bour 2014), cet auteur a noté l'existence de 5 espèces zooplanctoniques *Ac sp*, *B.leydigi*, *B.angularis*, *k.valga*, *P.remata*

L'espèce *keratella valga* présente une densité maximale de 288 ind/l et une dominance de 97%.

III.2.1.2.3. Etude de la diversité

- **Indice de diversité de Shannon-Weaver**

Selon Frontier et Pichod-Viali (1999), cet indice varie dans un intervalle qui est de 0.5-4.5. Un indice élevé de Shannon-Weaver montre que le peuplement se compose d'un grand nombre d'espèces pour un petit nombre d'individus. Une valeur faible de l'indice H' montre qu'il existe au niveau du peuplement une espèce dominante. Si H' égale à zéro, les individus appartiennent à la même espèce.

Nos résultats indiquent que l'indice de Shannon-Weaver est faible, ceci montre que le peuplement est dominé par une seule espèce. Ce résultat est confirmé par le calcul des dominances qui a révélé en effet, l'existence d'une espèce dominante *Acanthocyclops sp* qui a dominé durant les quatre mois de : mars, avril, mai, juin.

Les faibles valeurs de l'indice de Shannon reflètent l'état du biotope. Selon Shannon Glemarec et Hily (1981) l'indice comporte les classes suivantes :

Classe 1 : peuplement équilibré ou normal $H' > 3$.

Classe 2 : peuplement en zone polluée $H' < 1$.

Classe 3 : zone de déséquilibre (zone intermédiaire) $3 > H' > 1$.

L'indice de Shannon calculé est entre 0 et 2.27 bits/ind, ce qui indique que le peuplement zooplanctonique se trouve en zone polluée ou en zone déséquilibre.

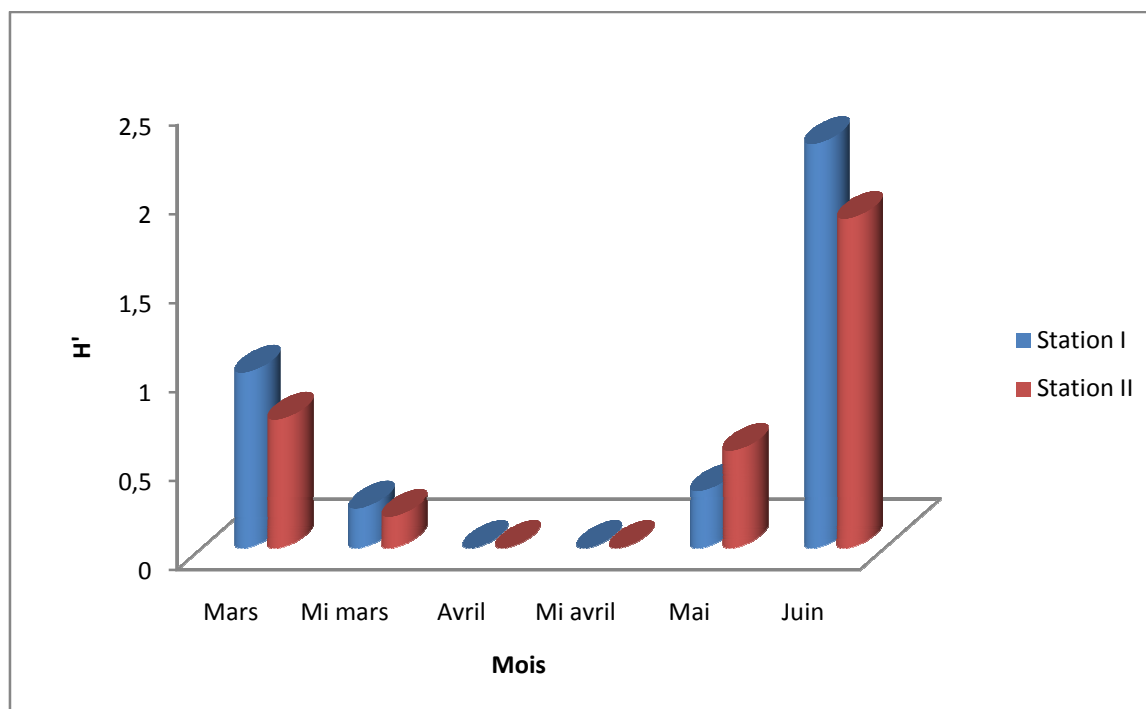


Figure. 46: variation spatio-temporelle de l'Indice de Shannon-Weaver .

- **Equitabilité**

Selon Frontier et Pichod-Viali (1999), lorsque l'indice d'équitabilité tend vers 0, la quasi-totalité des effectifs est concentré sur une espèce, celui-ci tend vers 1 quand la majorité des espèces présente des abondances équilibrées. Une régularité de 0,8 est généralement considérée comme l'indice d'un peuplement équilibré.

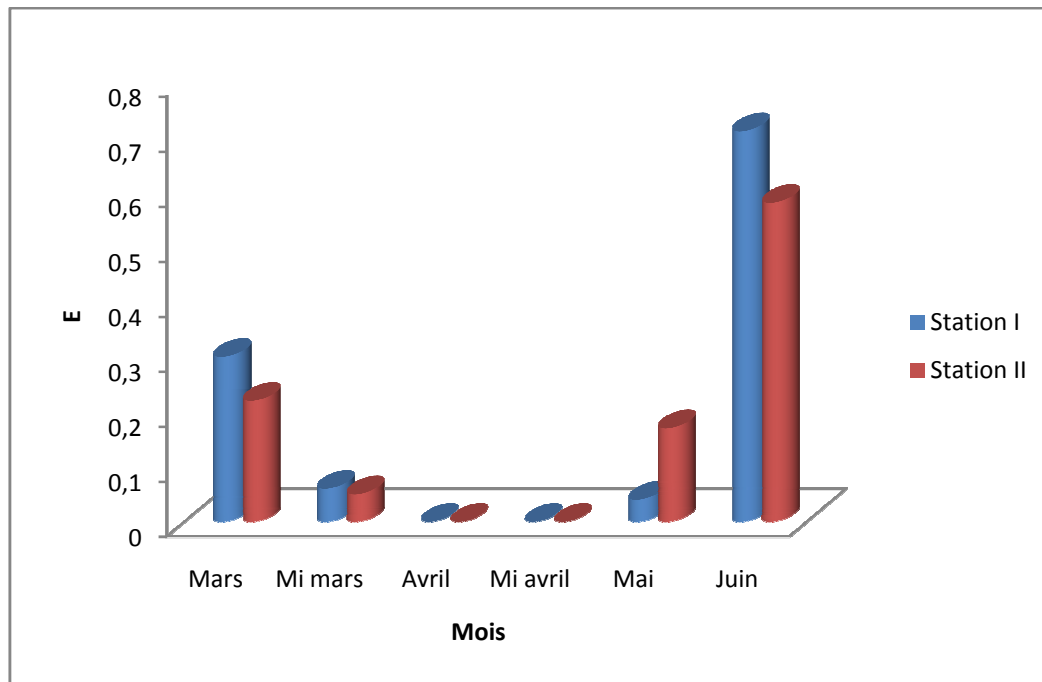


Figure.47: variation spatio-temporelle de l'équitabilité.

A partir des résultats obtenus, nous avons trouvé que l'indice d'équitabilité tend vers le 0, ceci nous permet de dire que la totalité des effectifs du peuplement est concentré sur une seule espèce : *Acanthocyclops sp.* Ce qui confirme aussi le résultat de l'Indice de Shannon-Weaver.

Ces résultats diffèrent de ceux obtenus par (S.ADJAZ et al 2005), Noté que l'analyse des valeurs de la diversité spécifique et d'équitabilité montre que celles-ci sont nulles, ceci montre que le peuplement est dominé par l'espèce *Acanthocyclops sp* qui domine 100%.

Conclusion

Conclusion

Le but de ce travail est l'étude de la qualité physico-chimique et zooplanctonique des eaux de lac inférieur de barrage de Zéralda.

L'analyse des paramètres physico-chimiques a révélé que :

- la température de l'eau varie selon les saisons entre 13°C et 27°C ;
- les eaux sont alcalines et ne dépassent pas 8.20 unités pH;
- la turbidité légèrement trouble, et une forte minéralisation (conductivité électrique élevée) ;
- les concentrations en sulfate, nitrates, phosphates et les chlorures ne dépassent pas les normes recommandées par le **J.O.R.A (2011)** des eaux superficielles.

L'analyse en composante principale, réalisée sur une matrice de données brutes de variables physico-chimiques a permis de dégager deux axes principaux qui résument l'essentiel de l'information de cette matrice : l'axe 1 qui peut être assimilé à un axe traduisant le degré de pollution et d'eutrophisation. De même, les stations sont bien typées et donc bien structurées par leurs données physicochimiques.

L'analyse qualitative du zooplancton a fait ressortir l'existence de 9 espèces appartenant à 5 genres qui se répartissent sur 3 groupes : une espèce de Copépode : (*Acanthocyclops sp*), 6 espèces de Rotifère : (*Keratella quadrata*, *Keratella valga*, *Brachionus leydigi*, *Brachionus angularis*, *polyarthra remeta* et *Epiphane senta*) et 2 espèces de Cladocère : (*Bosmina sp* et *Alonella sp*), alors que l'analyse quantitative a fait ressortir que le développement du zooplancton est hétérogène sur le plan temporel. L'évolution du zooplancton a mis en évidence la dominance spatio-temporelle d'*Acanthocyclops sp* dont le développement est maximal au printemps (Avril).

L'indice de Shannon a montré que le peuplement zooplanctonique est dominé par le copépode *Acanthocyclops sp*, qui a présenté des abondances élevées, ce qui a traduit un déséquilibre du peuplement zooplanctonique. Par contre l'indice d'équitabilité a donné des valeurs qui tendent vers le 0, ceci nous permet de dire que la totalité des effectifs du peuplement est concentré sur une seule espèce : *Acanthocyclops sp*. Ce qui confirme aussi le résultat de l'Indice de Shannon-Weaver.

Conclusion

On a vu à travers nos résultats que cette aire protégée est menacée donc il est temps de prendre des mesures adéquates.

Voilà quelques perspectives pour garantir la durabilité des espèces et l'avenir de cette zone et donc un développement durable;

- Solution temporaire :
 - ✓ Des pompes d'aération.
 - ✓ Réalisation de bassin de décantation en amont.
- Solution à long terme :
 - ✓ Traitement des eaux en amont : le principe c'est de traiter l'eau des oueds qui verse dans le barrage et donc traitement des eaux industriel (RAHMANIA) .
 - ✓ Le traitement en phyto-épuration : Les plantes de phyto-épuration ou plantes épuratrices ou plantes filtrantes sont de plus en plus utilisées pour les petites stations d'épuration privées et piscines écologiques.
 - ✓ La sensibilisation.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Anonyme1.** <http://www.obs-vlfr.fr/~gaspari/copepodes/>.
- **Anonyme2.** <http://www.tenera.com/Gallery/Zooplankton.php>.
- **Anonyme3.** <http://www.cosmovisions.com/rotiferes.htm>.
- **Anonyme4.** http://protist.i.hosei.ac.jp/pdb/images/Multicell/Rotifera/Brachionidae/Brachionus_01.jpg.
- **Anonyme5.** http://www.naturamediterraneo.com/forum/topic.asp?TOPIC_ID=142797
- **Anonyme6.** http://rotifer.acnatsci.org/rotifer_images/Bra_angularis-804DMontageThumbnail.jpg.
- **Anonyme7.** http://cfb.unh.edu/cfbkey/html/Organisms/PRotifera/GKeratella/keratella_quadrata/keratellaquadrata.html
- **Anonyme8.** http://www.serc.si.edu/labs/phytoplankton/guide/addtl_collections/microzoops/polyrem.aspx.
- **Anonyme9.** http://cfb.unh.edu/cfbkey/html/Organisms/PRotifera/GKeratella/keratella_valga/keratellavalga.html
- **Anonyme10.** http://protist.i.hosei.ac.jp/PDB/Images/multicell/Rotifera/Brachionidae/Epiphanes_01.jpg.
- **Anonyme11.** http://www.micromagus.net/animalcules/cladocera/Bosminidae/bosmina_longirostris_001.jpg
- **Anonyme12.** http://www.glerl.noaa.gov/seagrant/GLWL/Zooplankton/Cladocera/Images/Alonella_nana.jpg.
- **Akli, S, (1992).** Systématique et répartition géographique des copépodes (crustacés) dulcicoles dans le nord de l'Algérie , Thèse de magistère en écologie animale , U.S.T.H.B., Alger : 153p.
- **Arrignon J. (1982).** Aménagement écologiques et piscicole des eaux douces. 3^{ème} édition, Gauthier-Villard, paris, pp : 340.
- **Arrignon. J, (1976).** Aménagement écologique et piscicole des eaux douces. Editions Gauthier-Villars , paris : 340p.
- **AZZOUNI A , (1980)** étude de la croissance de *Cerodus atlantica*, man ; introduction en moyenne altitude dans l'atlas tellien. Thèse ing.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Bagnouls F. et Gaussen H. (1953)**. Saison sèche et indice xérothermique document pour les cartes de production végétale. Série générale cartographique de l'unité écologique. Edition Edward Privat, Toulouse. 193-239p

- **Barbe J., Lafont M., Mouthon J. et Philippe M. (2003)**. Protocole actualisé de la diagnose rapide des plans d'eau. 30 p .

- **BAUBET E., (1998)** : Biologie du sanglier en montagne : biodémographie, occupation de l'espèce et régime alimentaire. Thèse doc.

- **Benamar N. Mouadiah N. et Benamar A. (2011)**. Etude de la biodiversité et de la pollution dans les canaux de l'Ouest algérien : le cas de l'oued Cheliff Colloque international usages écologiques, économiques et sociaux de l'eau agricole en méditerranée : quels enjeux pour quels services ?, Université de Provence, Marseille, 20-21 janvier 2011. 6p.

- **Billard, R. & Marie, D. (1980)**. La qualité des eaux de pisciculture et son contrôle. Pp 101-127 in : R. Billard (ed). la pisciculture en étang. INRA, Paris.

- **BLONDEL J., (1979)**. Biogéographie et écologie. Ed. Masson, Paris, 173p.

- **BOUE H, CHANTON R, (1978)**. Zoologie 1-2. Doin éditeurs. Paris. Pp 9-78.

- **Buckman C. et Brady N. (1965)**. The nature and properties of soils. Macmillan Pub L. New York. 750p.

- **CHAUMONT et PAQUIN (1972)** ; carte des précipitation annuelles minimales fréquentielles pour l'Algérie septentrionale.

- **Cherbi M. (1984)**. Contribution à l'étude des peuplements zooplanctoniques de trois lacs : Hamiz, Ghrib et Boughzoul. Thèse de l'Université d'Alger, 154p

- **Claude Amoros, (1984)**. Crustacés Cladocères, université Claude Bernard-Lyon I. <http://umr5023.univ-lyon1.fr/index.php?pid=244&lang=fr>

- **Crivelli, A.J. (1981)**. The biology of the common carp, *Cyprinus carpio* L. in the Camargue, southern France. J. Fish biology, 18: 271-290.

- **Cyr M., Pelletier M., Renaud P et Rant P. (2006)**. Etude physico-chimique de l'eau de lac aux canards 2006 SAINT-RAPHAEL – LA DURANTAYE. Comité pour l'environnement et la protection du lac aux Canards. Québec.

- **DAJOZ R (1971)** ; précis d'écologie. Ed Dunod, paris.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Dajoz.R.,(2000).** précis d'écologie. 7^{ème}ed. édition Dunod : 615p.
- **DAVIS J.C. (1984).** Statistics and data analysis in geology. 2e édition, WILEY (éditeur), New-york, états-unis, 550 p.
- **Delisle C. et Schmidt J. (1977).** The effects of sulphur on water and aquatic life in Canada. Dans: Sulphur and its inorganic derivatives in the Canadian environment. NRCC No. 15015, Comité associé sur les critères scientifiques concernant l'état de l'environnement, Conseil national de la recherches du Canada, Ottawa (1977).
- **Delisle, C.E. et Schmidt, J.W. (1977)** The effects of sulphur on water and aquatic life in Canada. Dans : Sulphur and its inorganic derivatives in the Canadian environment. NRCC No. 15015, Comité associé sur les critères scientifiques concernant l'état de l'environnement, Conseil national de recherches du Canada, Ottawa. ACP
- **Dupieux N.(2004).** Une proposition de protocole commun pour la description et le suivi des annexes hydrauliques du bassin de la Loire. 18p
- **El BLIDI S., FEKHAOUI M. (2003).** Hydrologie et dynamique marégraphique de l'estuaire du sebou (Gharb, Maroc). Bull .Inst. Sci., 25 : 57-65p.
- **Emberger (1955).** Une classification biogéographique des climat. Rev. Trav. Labor. Botan. Zool. Fac. Sci. Montpellier. Ser. Bot. 7 :7-34.
- **Ezzaouaq M. (1991).** Caractérisation hydrodynamique, physico-chimique et bactériologique des eaux superficielles de l'estuaire du bouregreg (maroc)soumis aux rejets des villes de rabat-salé. Thèse D.E.S.FAC .SCI. RABAT, 140p.
- **Frontier S. et Pichod-Viale D., (1999).** Ecosystème structure. Fonctionnement. Evolution. Collection d'écologie. 2^{ème} Edition. DUNOD : 447p.
- **Gaudreau D. et Mercier M. (1998).** La contamination de l'eau des puits privés par les nitrates en milieu rurale. Direction de la santé publique. Montérégie. Pp1.
- **Gaujous D, (1995).** La pollution des milieux aquatiques-aide mémoire 2^{ème} édition Paris. 217 p.
- **Grassé P.P. et Doumenc D., (1998)** Zoologie Invertébrés Masson 295 pages
- **HEBRT S., LEGRE S. (2000).** Suivi de la qualité de l'eau des rivières et petits cours d'eau. Direction du suivi de l'état de l'environnement, Ministère de l'Environnement Gouvernement du Québec,5 p.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **HIMMI N., FEKHAOUI M., FOUTLANE A., BOURCHIC H., EL MMAROUFY M., BENAZZOUT T., HASNAOUI M. (2003).** Relazione plankton-parametri fisicochimici in un bacino di maturazione (laguna mista Beni Slimane_Morocco. Rivista Di Idrobiologia. Università degli studi di Perugia, Dipartimento di biologia Animale ed Ecologia laboratorio Di idrobiologia « G.B.Grassi », 110-111p.
- **Hocini et Mami .S et Mami .M , (1999).** Etude de l'envasement et la pollution de la retenue de Zéralda . Rapport préliminaire : 39p
- **Kiefer, F.(1960)** Notizen zur Copepodefauna Nordwestdeutschlands. Abh. Naturw. Ver. Bremen. 35(3); 438-449.
- **Ladjel. (2005).** « Cahier de formation : Contrôle des paramètres physicochimiques et bactériologiques d'une eau de consommation », centre de formation aux métiers de l'eau de Tizi-Ouzou p.62 .
- **Larbi A. (2004).** Contribution à l'étude de la qualité des eaux de barrage de la région centre de l'Algérie, Thèse, institut hydraulique, Blida. 47p.
- **Leydig, (1860).** Titre et pagination
- **Leynaud G. (1968)** . les pollutions thermiques, influence de la température sur la vie aquatique. B.T.I.Ministère de l'agriculture, 224-881.
- **Makhoukh M.,Sbaa A., Berrahou M et Van M.(2011).** Contribution à l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'Oued Moulouya (Maroc oriental). Larhyss/ Journal n°09 : 149 -169.
- **Mc KINNEY M.L. (2002).** Urbanization, biodiversity and conservation. Biosci., 52, 883-890.
- **McKee, J.E. et Wolf, H.W (1963).** Water quality criteria. 2^e édition. California State Water Quality Control Board, Sacramento, CA. ACP
- **Miquel G. (2003).** La qualité de l'eau et de l'assainissement en France. Office par lementaire d'évaluation des choix scientifique et technologique. P 293.
- **Morin Y ., Borrego J et Romero P. (1987).** Comparative study of different methods for detection and enumeration of salmonella sp. In natural waters. Journal of Applied bacteriology 61:169-176p.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **MULLISS R.M, REVITT D.M, SHUTES R.B.E. (1997).** The impact of discharges from two combined sewer overflows on the water quality of an urban watercourse. *Water Sci. Technol.*, 36,195-199.
- **Office national de l'eau (2007).** www.oicau.fr
- **PAINCHAUD J . (1997).** La qualité de l'eau des rivières du Québec. Etat et tendance direction des écosystèmes aquatiques. Pp 26-88.
- **RAMADE F., (1984).** Elément d'écologie. Ecologie fondamentale. Ed.Mc Graw-Hill, Paris, 397 p.
- **Ridet J-M., Platel R., Meunier F-J., (1992)** Zoologie Des protozoaires aux échinodermes Ellipses 224 pages
- **Rodier J . (1984).** Analyse de l'eau, eau naturelles, eau résiduelles, eau de mer. 5^{ème} édition. Edition Dunod : 1080 p.
- **Rodier J. (1984).** Analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduelles, eaux de mer. 8^{ème} édition. Edition Dunod : 1383 p.
- **Rodier J., Bazin C., Broutin J.P., Charabon P., Champsau H. et Rodo L. (2005).** L'analyse de l'eau : Eau naturelle, résiduaire, eau de mer. 8^{ème} édition, pp : 130-151.
- **Rodier J., Legube B. et Merlet N. (2009).** L'analyse de l'eau. 9^{ème} Ed Dunod, 1487p.
- **Sadi. (2000).** Etude d'aménagement et de mise en œuvre de la réserve de chasse de Zéralda.15p
- **UNEP/MAP/MEDPOL. (2004)** Guidelines on environmental inspection systems for mediterranean region. MAP technical reports series N° 149.
- **W.H.O, (1987)** , Global pollution and health results of related environmental monitoring. Global Environnement Monitoring système, WHO, UNep.