

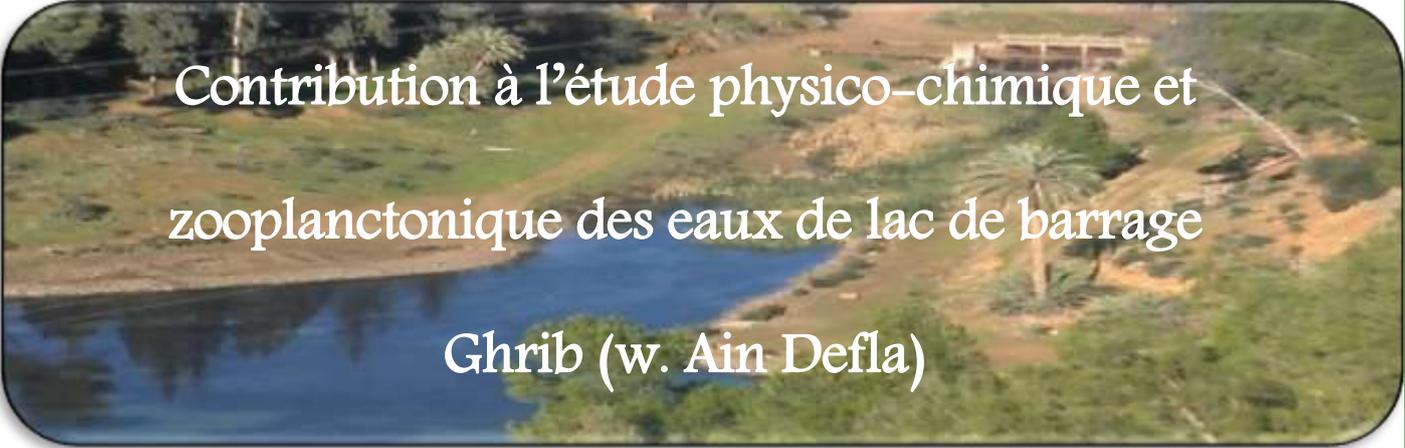
République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université de Blida 1
Facultés des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie et Physiologie Cellulaire



Mémoire de fin d'étude

En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master en Biologie
Option : Biodiversité et Restauration des Milieux Aquatiques Continentaux

Thème :



Contribution à l'étude physico-chimique et
zooplanctonique des eaux de lac de barrage
Ghrib (w. Ain Defla)

Présenté par :

M^{elle} Lounis Nabila

M^{elle} Ouazine Sarah Nesrine

Date de soutenance :

Le 13/09/2015.

Devant le jury :

Présidente de jury : M^{me} Med MAHMOUD F.

Examineur : M^r LARBI DOUKARA K.

Promotrice : M^{me} KHEDDAM H.

M.A.A UB 1

M.C.B UB 1

M.A.A UB 1

Promotion 2014-2015

REMERCIEMENTS

*Nous tenons tout d'abord à exprimer toute notre reconnaissance à Madame **KHEDDAM HOUDA**. On la remercie de nous avoir encadrées, orientées, aidées et conseillées. "Nous voulons que vous sachiez que vos élèves garderont toute leur vie un très bon souvenir de cette année d'étude".*

*A Madame **Med MAHMOUD F** la présidente du jury, pour avoir bien voulu présidé ce jury et évaluer notre travail.*

*A Monsieur **LARBI DOUKARA K** l'examineur, pour avoir accepté d'examiner ce mémoire.*

*A Madame **AMAROUCHE N**, nous tenons à vous écrire un « Merci » sincère pour votre soutien, votre enseignement et vos conseils tout au long de cette année qui vient de s'écouler"*

*Une profonde reconnaissance pour le personnel du barrage Ghrib (*Wilaya de Ain Defla*) de nous avoir accueilli et aidé à réaliser notre travail de terrain, ainsi qu'aux membres du laboratoire **SEAL Mazafra** de nous avoir assistées tout au long de notre stage pratique.*

DEDICACE

Je dédie ce modeste mémoire à toute ma famille ; mes très chers parents qui ont toujours été là pour moi, et qui m'ont donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance. Ma douce mère Farida à qui je dois ce que je suis, mon tendre père Abderrahmane qui m'a tout donné sans rien demander, mon frère Rafik, ma grande sœur Lydia, mon modèle qui m'a tant inspirée, et mes jeunes sœurs adorées Zizou, Linda et Yasmine.

A mes chères Maria et Manel.

A mes oncles, tantes, cousins et cousines. Vous avez de près ou de loin contribué à ma formation.

A mes amis d'enfance Abdelilleh, Rifka, Fatima et à leurs familles.

Je ne saurais terminer sans citer mes adorables amies Zineb, Imene, Nawel, Sarah, Souad, Zineb et Salwa.

Enfin je le dédie aux amis que je n'ai pas cités et à tous ceux qui me connaissent, en particulier : Souhila, Selma, Khadidja, Raihana, Hala, Soumia, Amine, Zakaria, Hichem, Djafer, et Mouatez.

A ma chère binôme Ouazine Sarah Nesrine et à toute sa famille.

A toute la promotion de 2^{ème} année master biodiversité et restauration des milieux aquatiques continentaux 2015. Que ce travers soit la preuve de ma sincère reconnaissance.

LOUNIS NABILA.

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail à :

Mes très chers parents qui m'ont aidé pour arriver à ce que je suis aujourd'hui.

A mon très cher époux Khalil pour son soutien constant.

A mon très cher frère Hichem pour sa disponibilité et son aide ainsi qu'à mes adorables frères Ilyes, Sidali et Lounes, je vous souhaite une vie pleine de succès.

A ma binôme Nabila et toute sa famille.

A toute ma famille et belle famille.

OUAZINE NESRINE SARAH.

Liste des abréviations

ANBT : Agence Nationale des Barrages et des Transferts.

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydriques.

EDTA : Éthylène Diamine Tétra-Acétique.

ISO: International organisation of Standardization.

J.O.R.A : Journal Officiel de la République Algérienne.

N.A : Normes Algériennes.

NaOH : Hydroxyde de sodium.

ONM : Office National de la Météorologie.

SEAAL : Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger.

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
I	Principales caractéristiques morpho-métriques du barrage de Ghrib (ANBT, 2015).	09
II	Les valeurs des températures et des précipitations à Miliana (1993-2003).	10
III	Calendrier des prélèvements.	17
IV	Méthode de dosage pour les différentes variables chimiques.	21 et 22
V	Résultats des variables physico-chimiques.	Annexe II
VI	Norme Algérienne des eaux superficielles (Journal Officiel de la république Algérienne N°34.le 19 juin 2011).	Annexe III
VII	Variation spatiotemporelle de la densité zooplanctonique.	Annexe IV
IX	Liste faunistiques (Richesse spécifique) des espèces récoltés.	Annexe IV

Liste des figures

N°	Titre	Page
01	Situation géographique du barrage Ghrib (vue aérienne: Google Earth, 2015)	08
02	Réseau hydro-graphique du lac de barrage Ghrib.	12
03	Diagramme ombrothermique de la région de Miliana.	13
04	Localisation de la région de Miliana sur le climagramme d'EMBERGER (1993-2004).	14
05	Localisation des stations d'étude (Google Earth, 2015)	15
06	Station 1	15
07	Station 2	16
08	Station 3	16
09	Station 4	17
10	Filet à plancton 80 (μm)	18
11	Variation bimensuelle de la température de l'eau.	25
12	Variation bimensuelle du pH.	26
13	Variation bimensuelle de la conductivité.	27
14	Variation bimensuelle de la salinité.	28
15	variation bimensuelle des chlorures.	28
16	variation bimensuelle du calcium.	29
17	Variation bimensuelle du nitrate.	30
18	Variation bimensuelle de l'azote ammoniacal.	31

Liste des figures

19	Variation bimensuelle des orthophosphates	32
20	Variation bimensuelle des matières en suspension.	33
21	Variation bimensuelle de la matière organique	34
22	<i>Arctodiatomus (Rhabdodiatomus) salinus</i> . Gr 10X1 (photo originale)	37
23	<i>Acantocyclops sp</i> Gr 10X1 (photo originale)	38
24	<i>Acroperus elongatus</i> Gr 10X1(photo originale)	38
25	<i>Ceriodaphnia dubia</i> Gr 10X1 (photo originale).	39
26	<i>Diaphanosoma brachyurum</i> Gr 10X1 (photo originale)	39
27	<i>Daphnia magna</i> vue par loupe photonique (photo originale)	40
28	<i>Macrothrix laticornis</i> Gr 10X1 (photo originale).	41
29	<i>Brachionus quadridentatus</i> Gr 10X1 (photo originale).	41
30	Variation bimensuelle de la richesse spécifique.	42
31	Variation spatiale de la richesse spécifique.	43
32	Variation bimensuelle de la densité des espèces récoltées	44
33	Variation bimensuelle de la dominance des espèces récoltées.	44
34	Variation spatiale de la densité des espèces récoltées.	45
35	Variation spatiale de la dominance des espèces récoltées.	45
36	Variation bimensuelle de l'indice de Shannon.	46
37	Variation bimensuelle de l'équitabilité.	47

SOMMAIRE

INTRODUCTION	01
---------------------------	----

CHAPITRE I : PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1. Les ressource en eaux	03
I.1.1. Types des eaux douces	03
I.1.2. Usage de l'eau	04
I.2. Généralités sur la pollution	05
I.2.1. Origines de la pollution	05
I.2.2. Contamination des ressources hydrauliques	06
I.3. Généralités sur le zooplancton	06
I.4. Caractéristiques du site	07
I.4.1. Situation géographique	07
I.4.3. Géologie et couvert végétal	09
I.4.4. Hydrologie	10
I.5. Synthèse climatique et bioclimatique	10
I.6. Diagramme ombro-thermique de Gaussen	11
I.7. Climagramme pluvio-thermique d'Emberger	13

CHAPITRE II: MATÉRIEL ET MÉTHODES

II.1. Choix des stations	15
II.2. Descriptions des stations	15

II. 3. Echantillonnage	17
II.3.1. Mode de prélèvement	18
II.4. Facteurs abiotiques	18
II.4.1. Matériels utilisés (non biologiques).....	19
II. 4.2. Variables physiques	19
II.4.3. Variables chimiques.....	20
II.4.4.Variables de pollution	21
II.5. Facteurs biotiques	23
II.5.1. Etude qualitative	23
II.5.2. Etude quantitative	23
II.5.2.1. Fréquence ou abondance	23
II.5.3. Etude de la structure	23
II.5.3.1. Indice de Shannon	23
II.5.3.2. Indice de l'équitabilité (régularité).....	24

CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSION

III.1. Interprétation de la physico-chimie.....	25
III.1.1. La température de l'eau	25
III.1.2. Le potentiel d'Hydrogène pH	26
III.1.3. Conductivité électrique	26
III.1.4. Salinité	27
III.1.5. Chlorures	28
III.1.6. Calcium	29
III.1.7. Nitrates.....	30
III.1.8. Azote ammoniacal	30

III.1.9. Orthophosphates	31
III.1.10. Matière en suspension	32
III.1.11. Matière organique	33
III.2. Etude du peuplement zooplanctonique	34
III.2.1. Analyse qualitative du zooplancton	34
III.2.1.1. Inventaire zooplanctonique	34
III.2.1.2. Systématique	35
III.2.1.3. Ecologie et description de quelques espèces	37
III.2.2. Analyse quantitative	42
III.2.2.1. Variation spatiotemporelle du peuplement zooplanctonique	42
III.2.3. Etude de la structure	46
III.2.3.1. Indice de Shannon.....	46
III.2.3.2. Equitabilité	47
CONCLUSION	48
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	49

ANNEXES

RESUME

L'Algérie, pays à climat méditerranéen semi-aride, les besoins croissant en eau pour l'irrigation, la production d'électricité et l'alimentation en eau potable, ont nécessité l'édification d'un grand nombre de barrage. Ces ouvrages d'art doivent lui permettre de subvenir à ses besoins.

Au cours de ce travail, nous avons choisis quatre stations différentes selon la cuvette du barrage et on a réalisé six prélèvements bimensuelles pour chaque station de la période allant de la mi janvier à la fin mars.

Notre travail à porter sur la qualité des eaux de lac de barrage Ghrib (Ain Defla) et pour cela nous avons procédé à l'étude physico-chimique et zooplanctonique de ces eaux et les résultats ont révélé en ce qui concerne les paramètres physicochimiques que la température est saisonnière, le pH est alcalin, et les éléments minéraux sont conformes à la norme algérienne du Journal Officiel de la République Algérienne n° 34 (2011) , tandis que l'analyse zooplanctonique nous a permis d'identifier 8 espèces, réparties en trois groupes zooplanctoniques les Copépodes avec deux espèces : *Acanthocyclops sp*, *Arctodiaptomus salinus*, les Cladocères avec cinq espèces : *Acroperus elongatus*, *Ceriodaphnia dubia*, *Macrothrix laticornis*, *Diaphanosoma brachyurum* et *Daphnia magna*, et les Rotifères avec une seule espèce : *Brachionus quadridentatus*.

Mots clés : Barrage Ghrib, pollution, physico-chimique, zooplanctonique, Copépodes, Cladocères, Rotifères.

SUMMARY

Algeria, a country with a semi-arid Mediterranean climate, the growing water needs for irrigation, power generation and drinking water, required the construction of a large number of dam. These structures must be designed to support herself.

In this work we have chosen four different stations depending on the basin of the dam was completed six bimonthly sampling for each station the period from mid January to late March.

Our work consists to assess the quality of reservoir water Ghrib (Ain Defla) and for this we conducted physico-chemical study and zooplankton of these waters. The results revealed regarding physicochemical parameters that seasonal temperature, pH is alkaline, and the mineral elements conform to the norm of Algerian Official Journal of the Algerian Republic No. 34 (2011) , while the zooplankton analysis allowed us to identify eight species, divided into three groups zooplankton Copepods with two species: *Acanthocyclops sp*, *Arctodiaptomus salinus* the Cladocera with five species: *Acroperus elongatus*, *Ceriodaphnia dubia*, *Macrothrix laticornis*, *Diaphanosoma brachyurum* and *Daphnia magna*, and Rotifers with one species *Brachionus quadridentatus*.

Keywords: Dam Ghrib, pollution, physicochemical, zooplankton, Copepods, Cladocerans, Rotifers.

ملخص

تتميز الجزائر بمناخ البحر الأبيض المتوسط شبه الجاف، الاحتياجات المتزايدة لمياه الري، توليد الطاقة و الكهرباء و مياه الشرب، تتطلب إلى بناء عدد كبير من السدود.

في هذا العمل الذي اخترناه أربع محطات مختلفة اعتمادا على حوض السد اكتمل ستة أخذ العينات تصدر كل شهرين عن كل محطة في الفترة من منتصف يناير إلى أواخر مارس

يتركز عملنا في دراسة النوعية الفيزيائية و الكيميائية و العوالق الحيوانية لنظام إيكولوجي لمياه بحيرة سد غريب (ولاية عين الدفلى)، كشفت التحاليل الفيزيائية والكيميائية و العوالق الحيوانية أن مياه البحيرة تتميز بحرارة موسمية و درجة الحموضة فكانت قلوية، أما العناصر المعدنية الموجودة فكانت متوافقة مع المعايير الجزائرية للجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية رقم 34(2011).

دراسة العوالق الحيوانية سمحت لنا بالتعرف على 8 أصناف منتشرة في ثلاث فصول:

Copépodes (*Acanthocyclops sp*, *Arctodiaptomus salinus*), Cladocères (*Acroperus elongatus*, *Ceriodaphnia dubia*, *Macrothrix laticornis*, *Diaphanosoma brachyurum* et *Daphnia magna*), Rotifères (*Brachionus quadridentatus*).

كلمات البحث: سد غريب، التلوث، الفيزيائية و الكيميائية، العوالق الحيوانية Rotifères Cladocères Copépodes

Introduction

INTRODUCTION

Au cours des dernières années, la protection de l'environnement, la conservation des écosystèmes, le développement durable et la gestion intégrée des ressources aquatiques ; ont constitué une priorité tant au niveau agricole, environnemental, socio-économique que politique

La proportion d'eau douce de la planète existant sous forme de lacs et de réservoirs correspond à 0.22% alors que 0.005% s'écoule dans les cours d'eau, environ 40% sont souterraines et 60% sont figées dans les glaces (**KINGUMBI, 2006**).

Les écosystèmes lacustres constituent non seulement des réserves d'eau douce, mais ils peuvent être également des centres d'intérêts touristiques et piscicoles capables de stimuler des économies régionales. Face à l'exploitation démographique actuelle, on se rend compte que les ressources en eau douce sont épuisables et que les activités humaines représentent l'une des causes majeures du stress des écosystèmes aquatiques (**HAMAIDI, 2012**)

L'Algérie, pays méditerranéen à climats semi-aride, dont l'approvisionnement en eaux potables et industrielles est assuré essentiellement par les eaux de surfaces. (**EL.GHACHTOUL et al., 2005**).

Avec un nombre de 114 grands et petits barrages, l'Algérie se situe au premier rang dans le monde arabe et occupe la deuxième place en Afrique après l'Afrique du Sud. La capacité totale avoisine les 5200 millions de mètres cubes et permet de régulariser un volume annuel de 2500 millions de mètres cubes (**REMINI, 2005**).

Le zooplancton apparaît comme une composante essentielle des réseaux trophiques dans les lacs peu profonds (**MC QUEEN et al., 1986**). En effet, source de nourritures importantes pour les poissons et les invertébrés prédateurs, il se nourrit lui-même intensément d'algues, de bactéries, de protozoaires...etc. (**BALVAY, 1990**).

La distribution spatiotemporelle du peuplement planctonique, déterminant le fonctionnement de l'écosystème lacustre, est liée aux variations de plusieurs facteurs. L'évaluation de ces facteurs déterminant la distribution des espèces zooplanctoniques constitue un point central en écologie du zooplancton. (**CHERBI et al., 2008**)

Il est fréquemment difficile d'isoler les causes primaires qui expliquent la variation de l'abondance, bien que, parfois, certains facteurs abiotiques, tels que les précipitations, le vent, ou la turbidité, ont été identifiés en tant que facteurs critiques dans l'évolution saisonnière du zooplancton. D'autres auteurs ajoutent que la composition, l'abondance et la dynamique du zooplancton sont structurées par l'environnement et l'interaction biotique. (**CHERBI et al., 2008**)

Le présent travail a pour objectif principal de déterminer la qualité physico-chimique et zooplanctonique des eaux de lac de barrage Ghrib appartenant à l'étage bioclimatique semi-aride à hiver tempéré.

Notre étude débute par une bibliographie, où nous avons présenté des généralités sur l'eau.

Le deuxième chapitre est consacré à la description des stations d'étude, et les différentes méthodes d'analyses physico-chimiques et zooplanctonique utilisés.

Le troisième chapitre est consacré à l'interprétation des résultats obtenus.

Cette étude se termine par une conclusion générale.

Chapitre I

L'eau fait partie de notre environnement naturel tout comme l'air que nous respirons et la terre qui nous porte et nous nourrit ; elle constitue un des éléments familiers de notre vie quotidienne. **(GROSCLAUDE, 1999).**

L'eau se rencontre dans l'écosphère sous trois états : solide, liquide, et gazeux dépendant des conditions particulières de température et pression. L'eau a des propriétés physico-chimiques assez particulières par rapport aux autres liquides car elle est un excellent solvant, elle solubilise de nombreux gaz, corps minéraux et organiques, ionise les électrolytes et disperse les colloïdes électrochargés. **(MICHARD, 2002).**

I.1. Les ressources en eaux

L'eau recouvre 72 % de la surface terrestre et représente une réserve totale de 1350 milliard de km³ dans la biosphère. Cependant l'eau se trouve en constant recyclage. L'eau douce ne représente que 2.5 % du stock total d'eau sur la planète (les 97,5 % restant étant salés) : or 2/3 de l'eau douce planétaire est concentrée dans les glaciers et la couverture neigeuse et 1/3 dans les nappes souterraines difficiles d'accès. Il ne reste que 0.3 % de l'eau douce (soit 0.007 % de la totalité de l'eau de la planète) dans les rivières, les ruisseaux, les réservoirs et les lacs. Seule cette infime partie est aisément disponible et se renouvelle relativement rapidement : 16 jours en moyenne pour une rivière, 17 ans pour un lac. **(MEBARKI, 2005).**

I.1.1. Types des eaux douces

Il existe deux types d'eaux douces qui sont les eaux souterraines et les eaux de surface :

- **Eaux souterraines**

Ce sont les eaux des nappes phréatiques qui correspondent à 22 % des réserves d'eaux douces, soit environ 1000 milliards de m³. Leur origine est représentée par l'accumulation des infiltrations dans le sol qui varient en fonction de la porosité et de la structure géologique du sol. Les eaux souterraines sont habituellement à l'abri des sources de pollution, elles sont donc d'excellente qualité physico-chimique et microbiologique par rapport aux eaux de surface. **(MEBARKI, 1982).**

- **Eaux de surfaces**

Les eaux de surface se répartissent en eaux véhiculées par les cours d'eau, ou contenues dans les lacs, ou maintenues derrière les barrages réservoirs. Elles ont pour origine, soit des nappes profondes dont l'émergence constitue une source de ruisseaux, de rivières, soit des rassemblements des eaux de ruissellement. La composition chimique des eaux de surface dépend de la nature des terrains traversés par l'eau durant son parcours dans l'ensemble des bassins versants. Au cours de son cheminement, l'eau dissout les différents éléments constitutifs des terrains, elle est donc généralement riches en gaz dissous, en matière en suspension et en matière organique ainsi qu'en plancton. Les eaux de surface sont très sensibles à la pollution minérale et organique. **(MDDEP, 2012).**

I.1.2. Usage de l'eau

- ✓ **Usage domestique**

Les eaux de consommation publique sont utilisées à différentes fins. Un habitant consomme 230 litres par jour, n'en utilise que seulement 1 % pour la boisson et 6 % pour la préparation de la nourriture, les 93 % restant sont consacrés aux bains-douches (39 %), aux sanitaires (20 %), au lavage de la linge (12 %), de la vaisselle (10 %), à des usages domestiques divers (6 %) et au lavage des voitures et arrosage du jardin (6 %). **(SCHKI, 1996).**

- ✓ **Besoins agricoles**

L'agriculture est l'activité humaine la plus consommatrice d'eau: elle représente en moyenne 70 % de la consommation mondiale. Elle varie selon les pays, les climats, les types de cultures, les techniques d'irrigation, etc. Avec l'intensification de la production agricole, l'usage de l'irrigation se répand et engendre des consommations d'eau croissantes. L'alimentation du bétail nécessite également un approvisionnement abondant en eau dans les régions d'élevage. **(BENSOULLAH, 1995).**

- ✓ **Besoins industriels**

L'industrie est consommatrice de l'eau. Elle a de multiples fonctions, par exemple celle de fluides de refroidissement et de substance primaire (dans le domaine de la production) ou de solvant et de milieu réactionnel (dans l'industrie chimique par exemple). **(GILLI et al., 2004).**

I.2. Généralités sur la pollution

Avoir de l'eau à disposition en quantité suffisante et en qualité contribue au maintien de la santé. Elle peut être aussi source de maladie du fait de sa contamination par des déchets ménagers, industriels, agricoles, par des excréta et divers déchets organiques. (CAZABAN et al., 2005).

La pollution de l'eau est définie comme toute modification de la composition naturelle de l'eau ayant un caractère gênant ou nuisible pour les usages humains, la faune ou la flore (KADI, 1997).

La pollution des masses d'eau limitent d'avantage encore l'eau disponible pour l'utilisation humaine. Par ailleurs, elle dégrade les écosystèmes et entrave leur capacité à fournir des services précieux (OCDE, 2003).

Selon (CAZABAN et al., 2005) cette pollution affecte beaucoup plus les eaux superficielle et, à un moindre degré, les eaux souterraines.

I.2.1. Origines de la pollution

Selon l'origine des substances polluantes, quatre catégories de pollutions sont à distinguer (GILLI et al, 2004).

➤ Pollution domestique

Elle provient des habitations et elle est, en général, véhiculée par le réseau d'assainissement jusqu'à la station d'épuration. La pollution domestique se caractérise par la présence des germes fécaux, de fortes teneurs en matières organiques, des sels minéraux et des détergents. (GAUJOUT, 1995).

➤ Pollution industrielle

Selon (CALVET, 2005) elle provient des usines et elle est caractérisée par la présence d'une grande diversité des polluants, selon l'utilisation de l'eau tels que :

- ✓ Les hydrocarbures (raffinerie) ;
- ✓ Les métaux (traitement de la surface) ;
- ✓ Les acides, les bases, les produits chimiques divers (industrie chimiques) ;
- ✓ L'eau chaude (circuit de refroidissement des centrales thermiques) ;
- ✓ Les matières radioactives (centres nucléaires, traitement des déchets radioactifs).

➤ **Pollution naturelle**

Certains acteurs considèrent que divers phénomènes naturels sont aussi à l'origine de la pollution (éruption volcaniques, etc.). (**GROSCLAUDE, 1999**).

➤ **Pollution agricole**

Elle provient des fermes ou des cultures et elle se caractérise par les fortes teneurs en sels minéraux (NO₂, P, K,...) et la présence de produits chimiques du traitement (pesticides, engrais...). (**GROSCLAUDE, 1999**).

I.2.2. Contamination des ressources hydrauliques

Les ressources hydrauliques font souvent l'objet d'une contamination naturelle à long terme, en particulier à la suite de certains changements climatiques. L'activité de l'homme apparaît toutefois comme la principale cause de contamination de l'eau.

Les eaux de surfaces peuvent être asphyxiées par les sédiments par suite d'une accélération de l'érosion résultant de la destruction du couvert végétal.

L'eau de consommation contaminée représente un important facteur de diffusion de maladies. A travers une hygiène personnelle imparfaite le manque d'eau peut accroître les risques de transmission des maladies par voies fécale et orale chez l'homme comme chez l'animal, l'utilisation d'une eau de surface polluée peut entraîner une forte incidence de maladies véhiculées par l'eau (schistosomiase, dracunculose) ou transmises par certains insectes (trypanosomiase, paludisme, fièvre jaune, dengue et onchocercose). (**EDWARDS et al., 1988**).

I.3. Généralités sur le zooplancton

Le zooplancton correspond aux organismes non photosynthétiques de nature animal (**ARZUL et QUINIOU, 2014**). C'est l'ensemble d'organismes hétérotrophes se nourrissant de phytoplancton dans l'eau, constitue le principal lien trophique entre la production primaire et la production en poissons dans les écosystèmes pélagiques (**IRVINE et al., 1995**).

La composition et la structure de la communauté zooplanctonique est déterminé par la nature de la nourriture en présence d'une part et la pression de la prédation d'autre part. La succession et le succès compétitif de la population zooplanctonique peuvent être matériellement influencés par la prédation (**WETZEL, 1975**).

Le zooplancton est représenté principalement par trois types d'organismes :

- **Copépodes**

Selon **MARGALEF (1953)**, les Copépodes sont les animaux les plus abondants de la création et presque toutes les eaux continentales en contiennent. Ce sont des crustacés entomostracés à corps nettement segmentés, dont la taille varie entre 0,5mm et 3,5mm. Ils sont divisés en deux ordres les Calanoides et les Cyclopoides.

- **Cladocères**

Les cladocères sont de petits crustacés très fréquents dans tous les types d'eau douce à l'exception des eaux courantes rapides. Herbivores ou détritivores, ils assurent une fonction très importante dans le transfert de la matière et l'énergie dans de nombreux écosystèmes d'eau douce (**POURRIOT et al., 1982**).

- **Rotifères**

Colonisent aussi bien les eaux douces que les eaux saumâtres. Cependant, ils sont rares en mer. Doter de cryptobiose, ceci leur confèrent la possibilité de survie en condition extrême de gel ou d'assèchement (**POURRIOT, 1986**).

I.4. Caractéristiques du site

I.4.1. Situation géographique

Le barrage Ghrib (El-Mouattan) a été construit en 1928, en bordure nord de la chaîne Tellienne, au point où l'oued Cheliff quitte sa direction sud-nord pour prendre celle de l'ouest, mais ce n'est qu'en 1939 qu'a eu lieu la mise en eau (**ANBT, 1965**).

Il est situé sur l'oued Cheliff à environ 30Km du Sud-Ouest de Médéa et à 110Km en aval du barrage de Boughzoul qui a été construit afin de protéger le chantier du barrage Ghrib contre les crues de fréquences centenaires ou millénaires (**Figure 01**). Aussi, le barrage de Boughzoul sert comme bassin de décantation pour la vase permettant de diminuer les apports solides au barrage de Ghrib.

La construction de ce barrage a permis la régularisation des débits de l'oued Cheliff dont le régime interannuel est très irrégulier. Le barrage régularisait environ 120 millions de m³ d'eau pour une capacité initiale de 280 millions de m³ (**ANRH, 1965**).

Le barrage de Ghrib représente une retenue de régularisation multi-annuelle permettant l'irrigation d'une importante surface d'environ 80.000ha de terres agricoles dans le périmètre du haut, moyen et bas Cheliff, ainsi qu'à la production d'énergie électrique (ANRH,1965).



Figure 01: situation géographique du barrage Ghrib (vue aérienne: Google Earth, 2015).

I.4.2. Principales caractéristiques morpho-métriques du réservoir

Les Principales caractéristiques ont été fournies par l'Agence Nationale des Barrages et des Transferts (ANBT). Elles sont représentées dans le (tab I).

Tableau I : principales caractéristiques morpho-métriques du barrage de Ghrib (ANBT, 2015)

Capacité initiale	280hm ³
Capacité dernier levé	115,30hm ³
Apport moyen annuel	89hm ³ /an
Capacité après surélévation	185hm ³
Envasement annuel	3,20hm ³ /an
Surface du bassin versant	23 300Km ²
hauteur	105m
longueur	270m

I.4.3. Géologie et couvert végétal

A partir de la carte des sols d'Algérie et les données sur les sols d'Algérie de **DURAND (1954)**, le bassin versant de Ghrib est constitué de plusieurs types de sols.

La zone tellienne est formée par :

- Des sols calcaires constituant la plus grande partie de la superficie de cette zone. Dans ces sols, la teneur en calcium croit de la surface vers la profondeur. La teneur en argile diminue au contraire avec la profondeur ; il en est de même pour la teneur en matières organiques. Le pH est toujours voisin de 7.6 ;
- Des sols alluviaux recouvrant seulement les deux rives de l'oued Cheliff. Dans ces types de sols, les matières organiques peuvent être plus abondantes en surface.

La végétation du bassin versant est constituée de deux types :

- ✓ une végétation de forêts de maquis et de culture, dans la zone tellienne ;

- ✓ une végétation steppique et sol nu dans la zone des hauts plateaux.

I.4.4. Hydrologie

Le Cheliff est le principal oued alimentant le lac de barrage Ghrib. Il prend naissance à l'aval du barrage Boughzoul et s'écoule le long d'un parcours d'environ 700Km (**Figure 02**). Il constitue un des plus longs oueds de l'Algérie (**ARAB, 2004**).

L'oued Cheliff prend naissance depuis l'Atlas Saharien de Djebel Ammour près d'Aflou, issu d'une confluence entre Oued Touil qui draine une superficie de 16338 km², et Naher Ouassel dans le bassin versant du barrage Boughzoul.

I.5. Synthèse climatique et bioclimatique

I.5.1. Synthèse climatique

Le climat joue un rôle fondamental dans la distribution des êtres vivants (**FAURIE et al., 1980**). La température et la pluviosité, sont les deux éléments principaux du climat. Ils sont employés dans le calcul de la plupart des indices climatiques (**DAJOZ, 2000**).

Par manque de données climatiques concernant la région de Ain Defla et les stations météorologiques avoisinantes, et afin de situer l'étage bioclimatique de notre région d'étude, nous avons été obligés de faire une étude sur les données de la température et la pluviosité de la région la plus proche, celle de Miliana.

Les valeurs des températures et des précipitations ont été fournies par l'Agence Nationale des Ressources Hydriques (ONM, 2003) de Miliana (**tab II**).

Tableau II : les valeurs des températures et des précipitations à Miliana (1993-2003) (ONM, 2003).

Mois	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
M	8,65	9,21	12,18	13,17	18,32	23,50	26,58	26,96	21,90	17,74	12,48	9,61
m	6,18	6,54	8,44	10,79	13,85	18,67	22,37	22,50	18,30	14,74	8,86	6,57
P	63,64	40,47	17,3	33,80	20,30	9,2	0,65	4,46	17,35	24,25	60,20	48,26

Avec :

M= 26,96°C ; **m**=6,18°C ; **P**= 339,88mm.

P : Moyenne annuelle des précipitations (mm).

M : Température moyenne des maxima du moi le plus chaud (°K).

m : Température moyenne des minima du mois le plus froid (°K).

I.5.2. Synthèse bioclimatique

Pour caractériser le climat d'une région, il faut procéder à une synthèse des principaux facteurs climatiques (température et précipitation).

La synthèse des données climatiques est représentée par le diagramme ombrothermique de Gaussen et par le climagramme d'Emberger (**DAJOZ, 1977**).

I.6. Diagramme ombro-thermique de Gaussen

Le diagramme ombro-thermique de GAUSSEN permet de déterminer les périodes sèches et humides de n'importe quelle région à partir de l'exploitation des données des précipitations mensuelles et des températures moyennes mensuelles (**DAJOZ, 2002**).

Avec :

P : Moyenne annuelle des précipitations (mm).

M : Température moyenne de maxima du mois le plus chaud (°K).

m : Température moyenne des minima du mois le plus froid (°K).

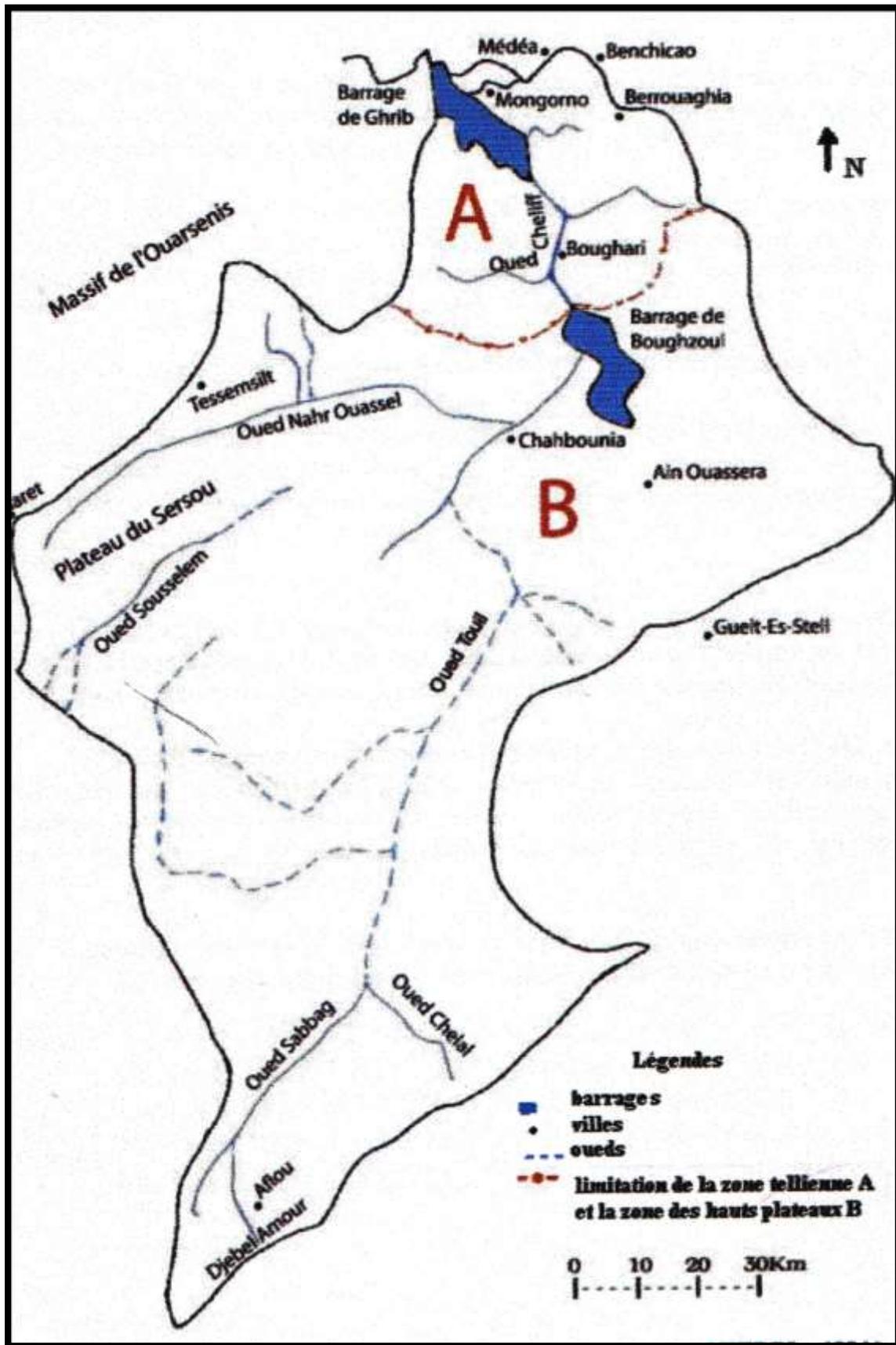


Figure 02 : réseau hydro-graphique du lac de barrage Ghibra (KHEDDAM, 2007).

Le diagramme ombrothermique (**Figure 03**) révèle :

- une période sèche qui s'étale sur six mois, elle débute de la fin du mois d'avril jusqu'à la mi-octobre ;
- deux périodes humides, la première commence au mois de janvier jusqu'à la fin du mois d'avril et la deuxième débute à la mi-octobre jusqu'à la fin du mois de décembre.

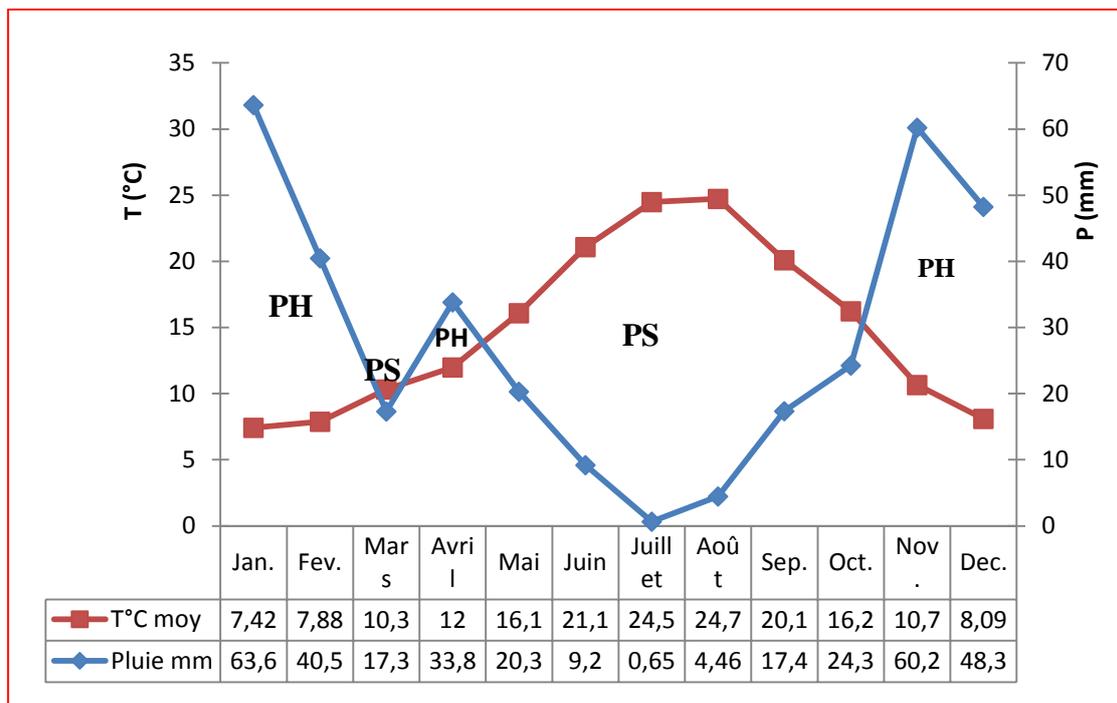


Figure 03 : diagramme ombrothermique de la région de Miliana (1993-2003).

I.7. Climagramme pluvio-thermique d'Emberger

Les recherches de **QUEZEL & MEDAIL (2003)** ainsi que celles d'**EMBERGER (1952)** sur l'ensemble de la région méditerranéenne, les ont amenés à définir, du point de vue bioclimatique divers ensembles de végétations. Ces derniers peuvent être caractérisés en fonction du coefficient pluvio-thermique (Q_2) qu'**EMBERGER (1952)** a mis au point ; cet indice se fonde sur les critères liés aux précipitations annuelles (P), à la moyenne des minima du mois le plus froid de l'année(m) et à la moyenne des maxima du mois le plus chaud (M), selon la formule :

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

Le Q_2 étant égal à **56,48** ce qui montre que la région appartient à l'étage bioclimatique semi-aride à hiver doux (**figure 04**).

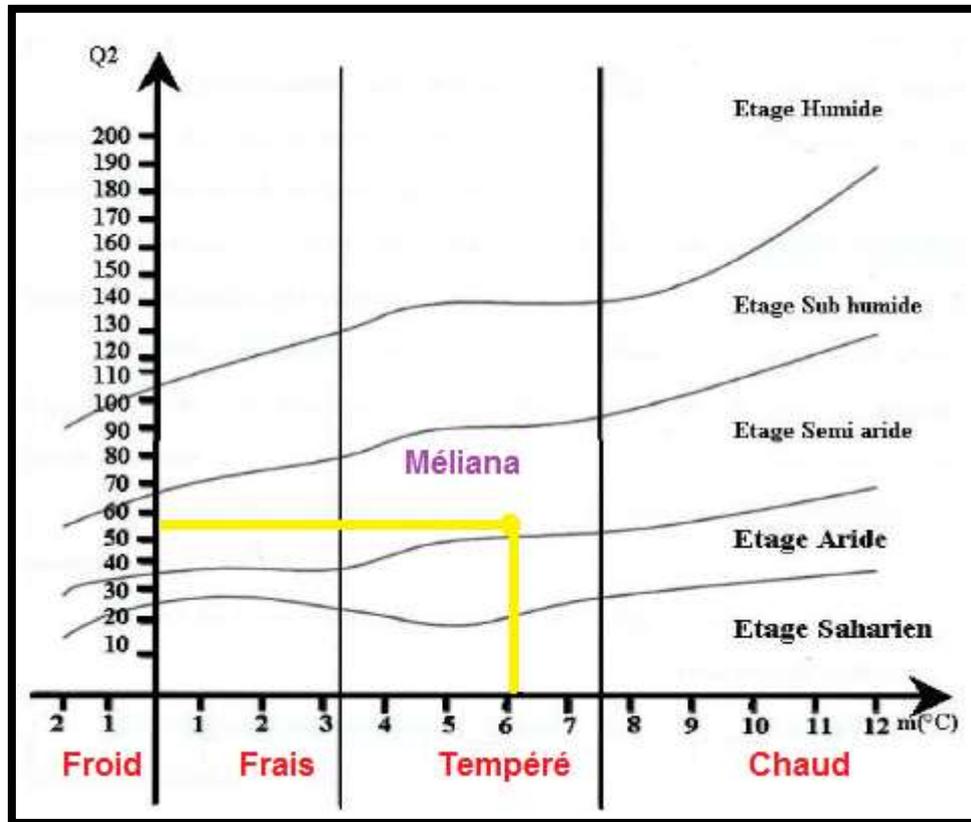


Figure 04 : localisation de la région de Miliana sur le climagramme d'EMBERGER (1993-2004).

Chapitre II

II. Matériels et méthodes

II.1. Choix des stations

Les quatre stations sur lesquelles nous avons travaillé ont été choisies selon la morphométrie de la cuvette du lac de barrage (**figure 05**).



Figure 05 : localisation des stations d'étude (Google Earth, 2015).

II.2. Descriptions des stations

- **Station 1** : située en aval du barrage, près de la digue et de la tour de prise.

Altitude : 425m

Latitude : 36°09'45N

Longitude : 002° 33'37E



Figure 06 : station 1.

- **Station 2** : située sur la rive droite du lac de barrage, ombragée, riche en végétation.

Altitude : 426m

Latitude : 36°09'46N

Longitude : 002° 33'47E



Figure 07 : station 2.

- **Station 3** : station dénudée, se trouvant au milieu du lac loin des rives.

Altitude : 430m

Latitude : 36°09' 39N

Longitude : 002° 33'47E



Figure 08 : station 3.

- **Station 4** : située sur la rive gauche du lac de barrage.

Altitude : 427m

Latitude : 36°09' 30N

Longitude : 002° 33'42E



Figure 09 : station 4.

II.3. Echantillonnage

Six prélèvements bimensuelles ont été réalisés à partir de quatre stations différentes durant la période allant de la mi-janvier jusqu'à la fin mars, afin d'étudier la variabilité spatiotemporelle des facteurs abiotiques telles que la température, pH... et de la biocénose présente dans le milieu (**tab III**).

Tableau III : Calendrier des prélèvements

Mois	Jour de prélèvement	Heure de prélèvement
Janvier	15/01/2015	09 ^h 30-10 ^h 45
	30/01/2015	09 ^h 36-10 ^h 00
Février	15/02/2015	09 ^h 10-10 ^h 25
	28/02/2015	09 ^h 03-09 ^h 58
Mars	15/03/2015	08 ^h 34-09 ^h 10
	30/03/2015	08 ^h 05-08 ^h 50

II.3.1. Mode de prélèvement

Pour les analyses physico-chimiques :

- Les échantillons d'eau sont prélevés dans des bouteilles en PET de 1,5L.
- Remplir et refermer les flacons en prenant soin de ne pas toucher l'intérieur du flacon ni du bouchon.
- Identifier les flacons (date et l'heure de prélèvement, la station)

Pour l'étude du zooplancton, nous avons effectué un prélèvement horizontal en utilisant :

- un filet à plancton de forme conique avec un vide de maille de 80 μm , et dont la partie inférieure est munie d'un collecteur dans lequel est récolté le contenu de l'opération de filtration (**figure 10**).
- les échantillons récoltés sont conservés dans des piluliers de 50 ml, puis fixés au formol à 8%.
- la reconnaissance taxonomique du zooplancton peut se faire à l'aide d'une loupe binoculaire, celle des espèces est faite au microscope photonique.



Figure 10 : filet à plancton (80 μm).

II. 4. Facteurs abiotiques

La qualité de l'eau conditionne fortement la vie qui s'y développe. Les critères susceptibles de changer la chimie de l'eau, sont par excellence des critères de nature physico-chimique (MULHAUSER, 1995).

II. 4.1. Matériels utilisés (non biologiques)

Il y'a des variables qui peuvent être mesurées in situ telles que la température, d'autres ont nécessité des dosages au niveau de la station SEAAL Mazafran, tout en respectant le mode de conservation des échantillons. Le matériel utilisé est :

a. Verreries

- Erlenmeyer
- Béchers
- Pipette Pasteur
- Burette
- Eprouvette

b. Appareillages

- Incubateur
- Spectrophotomètre
- pH mètre
- Conductimètre
- Plaque chauffante
- Balance
- Agitateur

II.4.2. Variables physiques

✓ Température de l'eau

La température de l'eau est une variable essentielle et préalable à toute évaluation de la qualité de l'eau. Elle a une influence directe sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques du milieu aquatique (**MORIN et al., 1987**).

Elle joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH et pour la connaissance de l'origine de l'eau (**RODIER et al., 2005**).

✓ potentiel Hydrogène (pH)

Le pH indique le caractère acide ou basique de l'eau. Il est influencé par les précipitations acides, l'activité biologique et certains rejets industriels (**PAINCHAUD, 1997**).

✓ Conductivité électrique

Selon **ARRIGNON (1991)**, la conductivité électrique est exprimée en micro siemens par centimètres ($\mu\text{S}/\text{cm}$). Elle permet d'apprécier le degré de minéralisation de l'eau (**RODIER et al., 2009**), cette dernière augmente avec la teneur en sels électrolytables dissous, elle augmente encore avec la mobilité des ions donc avec la température (**ARRIGNON, 1982**).

✓ Matière en suspension (M.E.S)

Ce sont des particules fines d'origines minérale et organique en suspension à la surface de l'eau, leur teneur dépend de la nature des terrains traversés, de la saison, des travaux, des rejets. Elles ont été mesurées par filtration (**tab IV**).

✓ Salinité

C'est la concentration des corps chimiques qui, en solution dans l'eau, se dissocient sous forme de cations et d'anions.

Il existe une relation entre la teneur en sels dissous d'une eau (salinité) et sa conductivité électrique.

II.4.3. Variables chimiques

✓ Calcium (Ca^{2+})

Le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables et sa teneur varie essentiellement suivant la nature des terrains traversés (terrain calcaire ou gypseux) (**RODIER et al., 2009**). Le Calcium (mg/l) est dosé par titrimétrie à l'EDTA (**tab IV**).

✓ Chlorures (Cl^-)

Ces éléments sont très répandus dans la nature. Leur teneur dans les eaux est très variable et liée principalement à la nature des terrains traversés. Les Chlorures ont été déterminés par la méthode de Mohr (mg/l) (**tab IV**).

II.4.4. Variables de pollution

✓ Matière organique

La matière organique des eaux superficielles englobe les cellules vivantes ou mortes, animales ou végétales et toutes les molécules résultant de la décomposition de ces cellules. Elle est mesurée par oxydabilité au permanganate de potassium. Le principe consiste à mesurer en milieu acide la quantité d'oxygène utilisée pour la réduction du permanganate de potassium par les matières oxydables contenues dans une eau (RODIER *et al.*, 2005).

✓ Nitrates (NO₃⁻)

Ils sont le produit de l'oxydation de l'azote par les microorganismes dans les plantes, le sol ou l'eau (BEATSON, 1978). Les nitrates ont été dosés par spectrophotométrie (mg/l) (tab IV).

✓ L'azote Ammoniacal (NH₄⁺)

L'azote ammoniacal provient de la réaction de minéraux contenant du fer avec des nitrates. Il est donc un excellent indicateur de la pollution de l'eau par des rejets organiques d'origine agricole, domestique ou industriel (CHAPMAN *et al.*, 1996). Il est dosé par spectrophotométrie (mg/l) (tab IV).

✓ Orthophosphates (PO₄⁻³)

Sont des éléments nutritifs primordiaux dont, l'excès entraîne la prolifération d'algues et une détermination de la qualité des eaux (GAUJOUS, 1995). Les orthophosphates (mg/l) ont été dosés par spectrophotométrie (tab IV).

Tableau IV : méthode de dosage pour les différentes variables chimiques.

Les variables	Réactifs utilisés	Mode opératoire	Calculs
MES		Sécher le filtre à 105°C puis filtrer 100ml de l'échantillon. Sécher une deuxième fois le filtre et peser à 0,1ml près	MES ml/l = $\frac{MI - M0}{V} \times 10^3$ MI = masse du filtre après utilisation (mg) M0 = masse du filtre avant utilisation (mg) V = 100ml

Calcium	Solution d'hydroxyde de sodium NaOH à 2N E.D.T.A et Murexide	Prendre 50 ml d'eau à analyser. Ajouter 2ml de NaOH. Ajouter du murexide. Et titrer avec l'EDTA jusqu'au virage violet.	$[Ca^{2+}] \text{ mg/l} = V_1 \times 8,016$ V1 : volume de l'EDTA
Chlorures	Indicateur de Chromate de potassium Nitrate d'Argent AgNO ₃	Prendre 5ml d'eau à analyser Ajouter quelques gouttes d'indicateur de Chromate de Potassium Titrer avec le Nitrate d'Argent jusqu'au virage vers le Rouge brique.	$[Cl^-] \text{ mg/l} = V \times 71$ V : volume de Nitrate d'Argent
Matière organique	Acide de permanganate de potassium KMnO ₄ Acide sulfurique H ₂ SO ₄ Oxalate de sodium Na ₂ C ₂ O ₄	Prendre 100ml d'eau à analyser Ajouter 20ml d'Acide sulfurique Ébullition Injecter 20ml de permanganate de potassium 10mn d'ébullition Ajouter 20ml Oxalate de sodium Titrer avec permanganate de potassium	$[MO] \text{ mg/l} = \frac{V_1 - V_0}{V_2} \times 16$ V ₁ : volume de l'échantillon V ₀ : volume de l'eau distillé V ₂ =19, 22
Nitrates	Solution Salicylate de Sodium Acide Sulfurique concentré Tartrate double de sodium et de potassium	Mettre 10ml d'eau à analyser dans des capsules Ajouter 2ml de Solution Salicylate de Sodium Evaporation à sec à 150°C Laisser refroidir pendant 15mn Ajouter 2ml Acide Sulfurique Concentré+15ml d'eau distillé Ajouter Tartrate 15ml double de sodium et de potassium	Selon la courbe d'étalonnage.
L'Azote ammoniacale	Réactif 1 Réactif 2	Prendre 40ml d'eau à analyser Ajouter 4ml de réactif 1+4ml de réactif 2 Repos 30 à 60mn	Selon la courbe d'étalonnage.
Ortho-phosphates	Acide ascorbique Heptamolybdate d'ammonium	Prendre 40ml d'eau à analyser Ajouter 1ml d'Acide ascorbique Ajouter 2ml d' Heptamolybdate d'ammonium Repos 10 à 20mn	Selon la courbe d'étalonnage.

II.5. Facteurs biotiques**II.5.1. Etude qualitative**

La détermination des espèces est rendue possible grâce aux clés de détermination du zooplancton comme celle-ci :

- Dussart, (1967) : pour les Calanoides.
- Dussart, (1969) : pour les Cyclopoïdes.
- Pourriot, (1984) : pour les Cladocères.
- Pourriot, (1986) : pour les Rotifères.
- Ould Rouis, (1995) : pour les Cladocères.

II.5.2. Etude quantitative

Pour estimer la quantité de la faune récoltée, nous avons calculé la densité, l'abondance, et certains indices de diversité.

II.5.2.1. Fréquence ou abondance

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. La dominance D d'une même espèce est le rapport en pourcentage, entre le nombre d'individus q de cette espèce et le nombre total d'individus Q du peuplement considéré :

$$D = (q/Q) \times 100$$

II.5.3. Etude de la structure

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 Shannon et l'indice de l'équitabilité.

II.5.3.1. Indice de Shannon

L'indice de Shannon-Weaver est une mesure de la composition spécifique en relation avec la fréquence relative des différentes espèces de l'échantillon, s'exprimant par la formule suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$$

Avec :

S : la somme des espèces

Pi : fréquence relative de l'espèce avec :

$$P_i = q_i/Q$$

Où :

q : nombre d'individus de l'espèce ;

Q : nombre total d'individus dans le peuplement.

II.5.3.2. Indice de l'équitabilité (régularité)

La régularité (R) est également désignée comme diversité relative, la régularité d'un échantillon est le rapport de sa diversité sur la diversité maximale. La régularité est donnée par la formule suivante :

$$R = H'/H_{\max}$$

Avec :

$H_{\max} = \log_2 S$;

S : le nombre d'espèces ;

H' : indice de Shannon.

Chapitre III

III. Résultats et discussion

III.1. Interprétation de la physico-chimie

Les valeurs obtenues des variables physico-chimiques sont recueillies dans le tableau V, annexe II.

III.1.1. La température de l'eau

Les résultats de la température sont représentés par la figure 11.

La température est un paramètre très important pour la connaissance des masses d'eau. Sa principale application physico-chimique est la détermination de la valeur de saturation des gaz dissous et en particulier de l'oxygène (CNEOXO, 1983).

La variation bimensuelle de la température montre l'existence de deux périodes :

1. une période allant de la mi-janvier jusqu'à la mi-février où les températures varient entre 8°C et 9°C ;
2. et une période allant de la fin février jusqu'à la fin mars où les températures varient entre 11°C et 17°C.

La variation des températures montre une certaine homogénéité entre les quatre stations d'études et ceci peut être expliqué par les heures de prélèvements effectuées entre 8H05 et 10H45 (voir tableau 3).

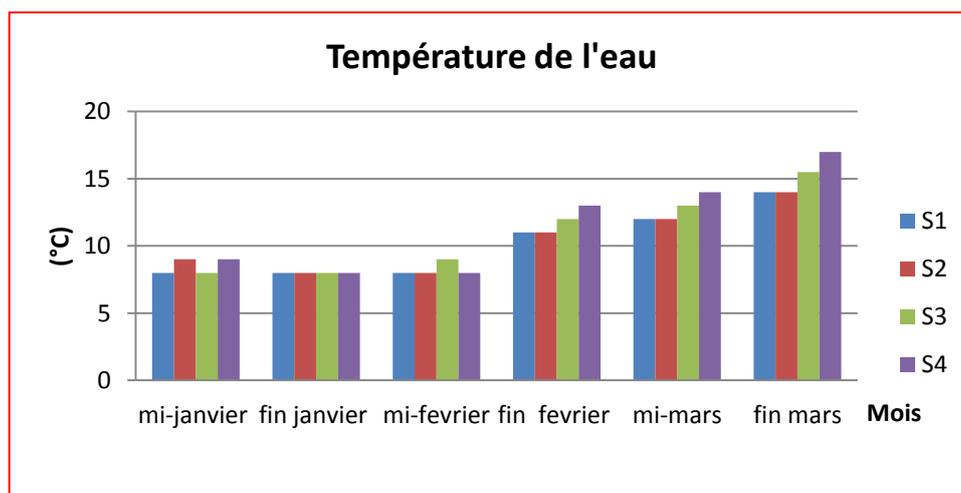


Figure 11 : variation bimensuelle de la température de l'eau.

III.1.2. Le potentiel d'Hydrogène pH

Les résultats du pH sont représentés par la figure 12.

Le pH indique l'alcalinité ou l'activité du milieu. Il joue un rôle très important dans la répartition aquatique, et il est directement lié à la température et à l'oxygène dissous (GAUJOUS, 1995).

La variation bimensuelle du pH montre que ce dernier varie entre une valeur minimale de 7,66 notée à la station 3 durant la fin janvier et une valeur maximale de 8,5 relevée à la station 1 durant la mi-février. Ces valeurs sont conformes aux normes algériennes préconisées par le J.O.R.A (2011), qui tolère une valeur minimale de 6,5 et une valeur maximale de 9 pour les eaux de surface. (Voir tableau VI, annexe III)

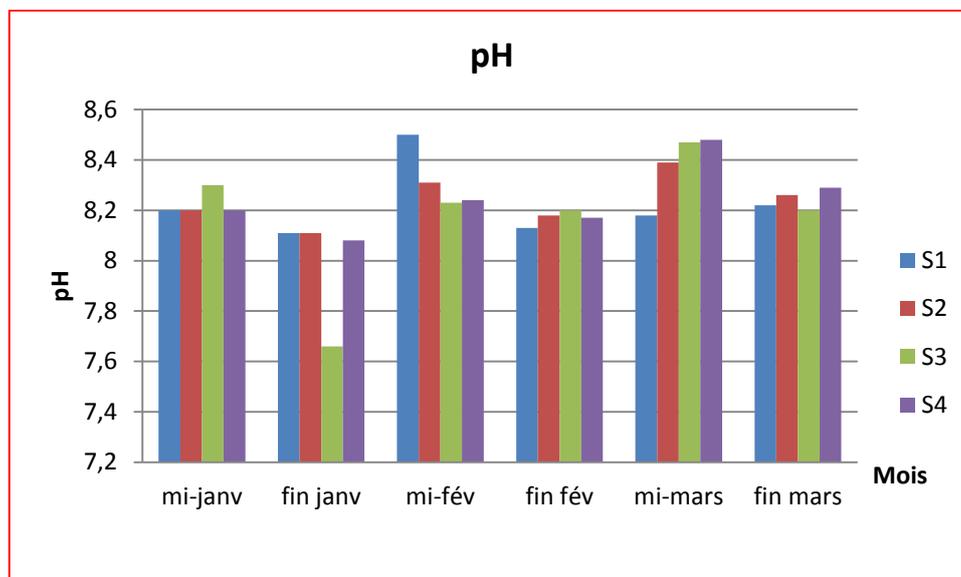


Figure 12 : variation bimensuelle du pH.

III.1.3. Conductivité électrique

Les résultats de la conductivité sont représentés par la figure 13.

La conductivité électrique est proportionnelle à la quantité des sels ionisables dissous. Elle constitue un bon indice du degré de minéralisation.

La conductivité varie entre une valeur minimale de 1648 μ S/cm notée à la station 1 durant la fin février et une valeur maximale de 2530 μ S/cm relevée dans la station 4 durant la

mi-janvier. Cet intervalle de variation est inférieur aux normes du **J.O.R.A (2011)**, qui exigent pour les eaux superficielles une valeur de 2800 $\mu\text{S}/\text{cm}$. (Voir tableau VI, annexe III)

Sachant que la conductivité varie avec la concentration ionique de l'eau, nous pouvons expliquer les faibles teneurs enregistrées durant la fin février à la mi-mars par les faibles teneurs de la salinité.

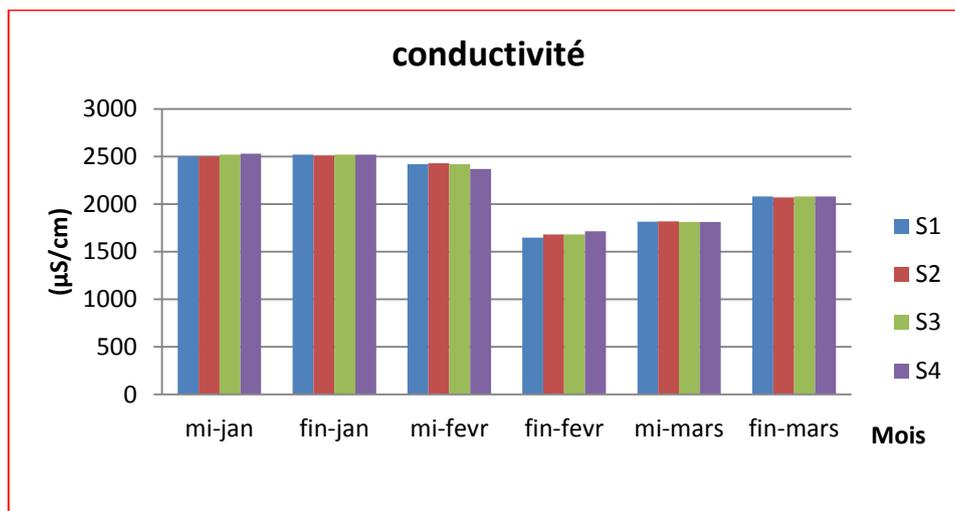


Figure 13 : variation bimensuelle de la conductivité.

III.1.4. Salinité

Les résultats de la salinité sont représentés par la figure 14.

La salinité indique la teneur d'un milieu en sel, elle permet de connaître la circulation des eaux, d'identifier les masses d'eaux d'origines différentes (**AMINOT, 1983**).

La variation bimensuelle de la salinité montre l'existence de deux périodes :

1. Une période allant de la mi-janvier à la mi-février où la salinité est située entre 1,2 et 1,3 (valeur maximale) ;
2. Une période allant de la fin février à la fin mars où la salinité est située entre 0,8 et 1 (valeur minimale).

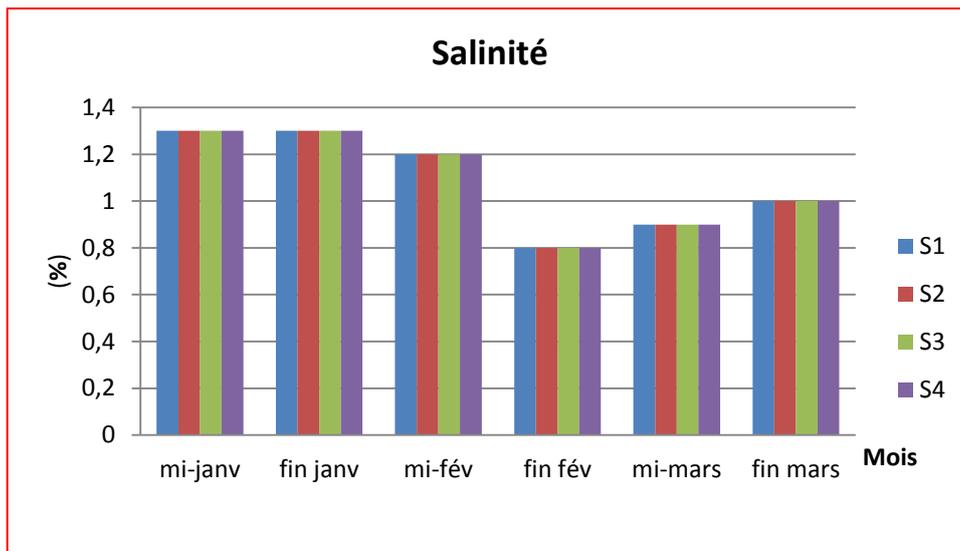


Figure 14 : variation bimensuelle de la salinité.

III.1.5. Chlorures

Les résultats des chlorures sont représentés par la figure 15.

Les chlorures existent dans toutes les eaux à des concentrations très variables (BREMOND et VUICHARD, 1973). Selon RODIER et al., (2005), la teneur en ion chlore des eaux naturelles est inférieure à 50mg/l, mais peut subir des variations.

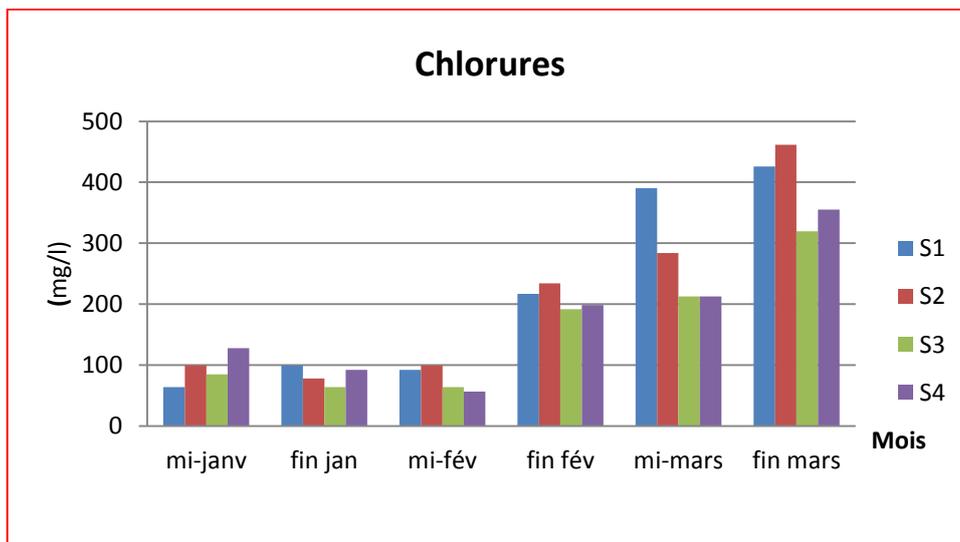


Figure 15 : variation bimensuelle des chlorures.

Les chlorures enregistrés varient entre une valeur minimale de 56,8mg/l notée à la station 1 durant la mi-janvier, et une valeur maximale de 461,5mg/l notée à la station 4 durant

la fin mars. Cet intervalle de variations est supérieur à 50mg/l, ceci peut être expliqué par la nature géologique de la cuvette du lac (voir géologie).

L'augmentation des chlorures enregistrés de la fin février jusqu'à la fin mars est probablement due aux apports exogènes charriés par les affluents et aux fortes précipitations enregistrées durant cette période. Ces teneurs restent conformes aux normes algériennes qui préconisent une valeur inférieure à 600mg/l. (Voir tableau VI, annexe III)

III.1.6. Calcium

Les résultats du calcium sont représentés par la figure 16.

Le calcium se présente sous forme de composantes minérales complexes du sol. Cette forme succombe lentement au cours des années, sous l'action dissolvante de l'eau chargée d'acide carbonique et d'autres acides (BUCKMAN et BRADY, 1965).le calcium est l'élément qui nous renseigne sur la productivité de l'eau (RODIER, 1996).

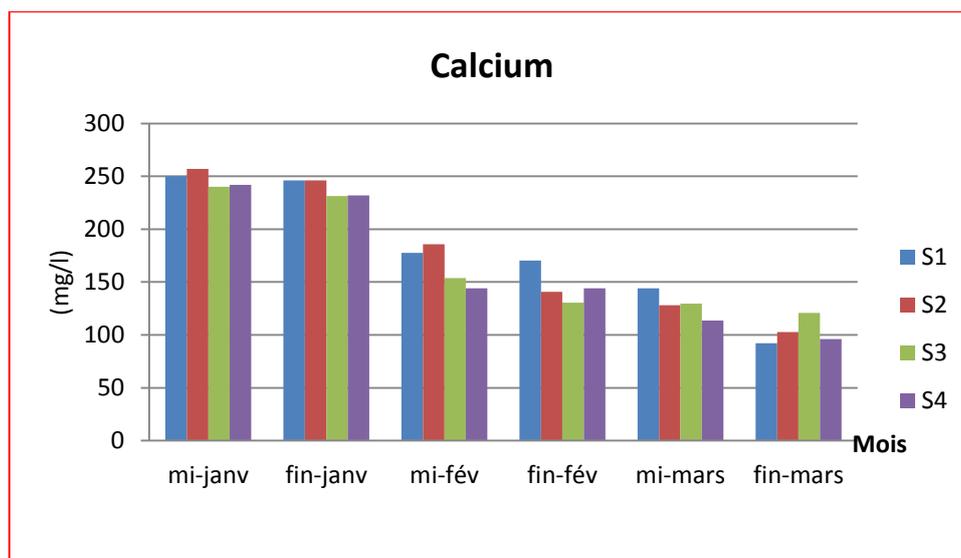


Figure 16 : variation bimensuelle du calcium.

La variation bimensuelle montre une valeur minimale de 92,2mg/l notée durant la fin mars dans la station 1 et une valeur maximale de 257mg/l durant la mi-janvier dans la station 2

De la mi-janvier à la fin du mois, nous remarquons que les teneurs en calcium sont supérieures aux normes du J.O.R.A (2000), qui exigent pour les eaux superficielles une valeur de 200 mg/l (Voir tableau VI, annexe III), ce résultat peut être expliqué par le fait que la teneur en ion calcium est liée directement à la nature géologique des terrains traversés (BREMONT et VUICHARD, 1973).

III.1.7. Nitrates

Les résultats du nitrate sont représentés par la figure 17.

Etant la forme la plus oxygénée de l'azote, les nitrates stimulent le développement de la flore aquatique et augmentent la productivité du lac (ARRIGNON, 1976).

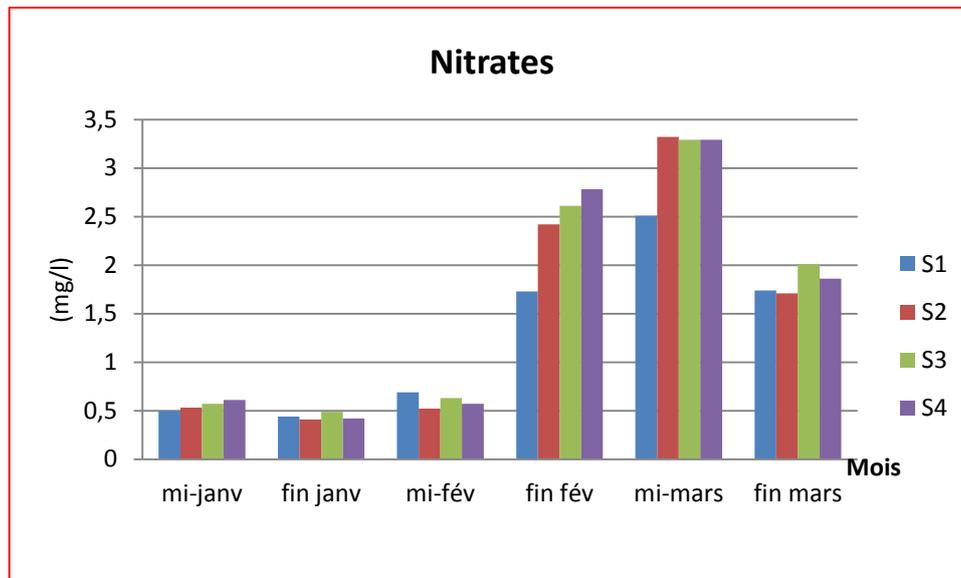


Figure 17 : variation bimensuelle du nitrate.

Les valeurs des nitrates enregistrées varient entre une valeur minimale de 0,41mg/l notée à la station 2 durant la fin janvier et une valeur maximale de 3,32mg/l notée à la station 2 durant la mi-mars. Cet intervalle de variation est largement inférieur à 50mg/l (**norme de J.O.R.A., 2011**), ceci indique que les eaux étudiées ne sont pas assujetties à un risque de pollution par les nitrates. En effet 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.

Nous remarquons aussi une augmentation des valeurs de cet élément enregistrées durant la fin février jusqu'à la fin mars, ce résultat peut être expliqué par les apports importants peu chargés en cet élément dues aux précipitations enregistrées durant cette période.

III.1.8. Azote ammoniacal

Les résultats de l'azote ammoniacal sont représentés par la figure 18.

Selon NISBET et VERNAUX (1970), l'azote ammoniacal, qui est la forme la plus réduite de l'azote, existe dans les eaux riches en matière organique en décomposition, lorsque la teneur en oxygène est insuffisante pour assurer sa transformation en nitrate.

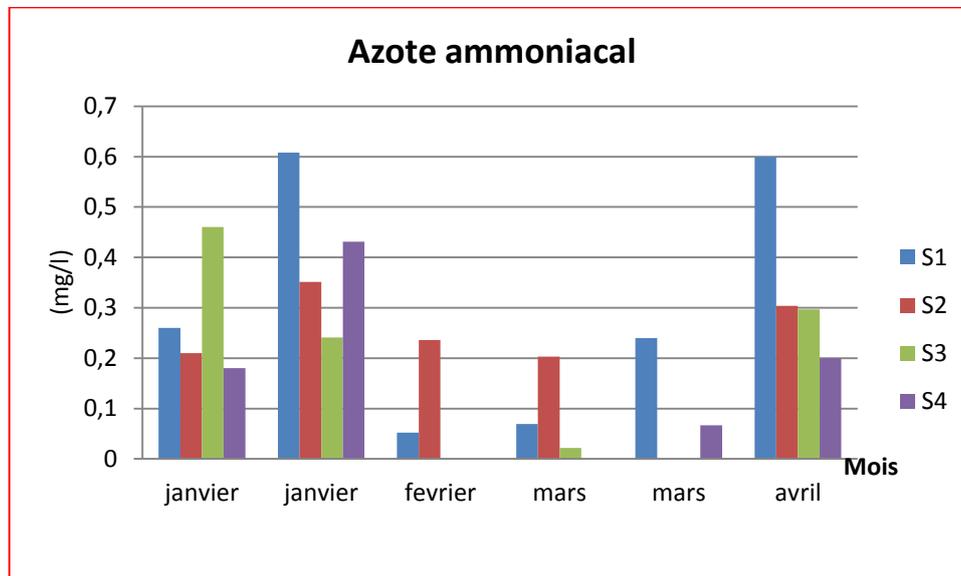


Figure 18 : Variation bimensuelle de l'azote ammoniacal.

L'azote ammoniacal, rencontré dans les eaux et dont la présence est anormale (NISBET & VERNAUX, 1970), traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière lorsque la teneur en oxygène est insuffisante pour assurer sa transformation.

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

Les teneurs de l'azote ammoniacal enregistrées montrent une valeur minimale de 0mg/l notée dans les stations 3 et 4 durant la mi-février, la station 4 durant la fin février et les stations 2 et 3 durant la mi-mars et une valeur maximale de 0,6mg/l enregistrée à la station 1 durant la fin janvier et la fin mars. Excepté ces deux dernières stations, nous remarquons que les teneurs de cet élément sont inférieures à 0,5mg/l, norme exigée par le J.O.R.A (1993). (Voir tableau VI, annexe III).

III.1.9. Orthophosphates

Les résultats des orthophosphates sont représentés par la figure 19.

Selon CHAMPIAT et LARPENT (1988), les orthophosphates présents dans l'eau proviennent de deux origines :

- Des apports diffus : c'est de l'érosion des sols, lessivage des engrais artificiels et naturels et les apports ponctuels constitués par les rejets d'eaux usées domestiques.
- Les détergents utilisés dans l'industrie pour le traitement de surface des métaux ou évacués par les eaux usées urbaines.

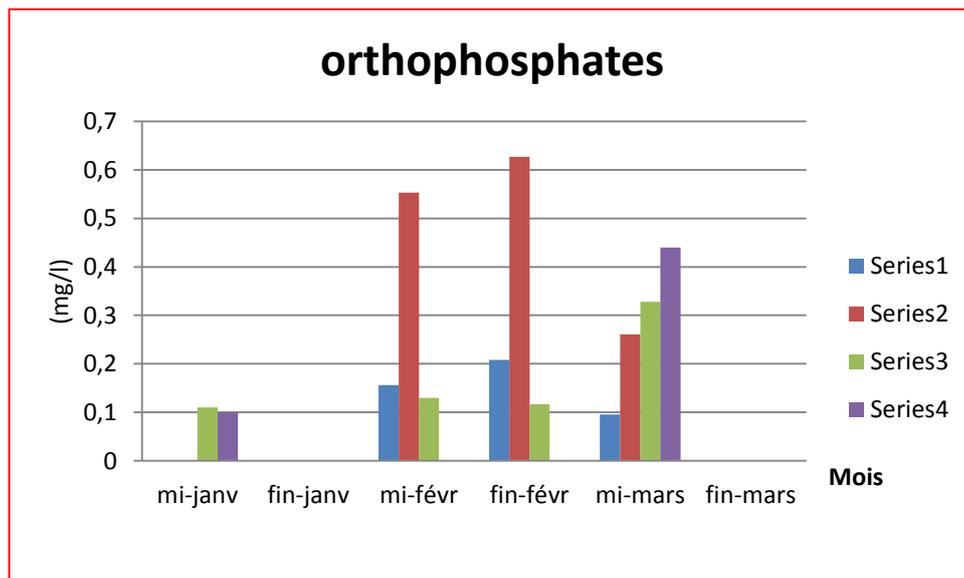


Figure 19 : Variation bimensuelle des orthophosphates

Les teneurs des orthophosphates enregistrées montrent une valeur minimale de 0mg/l notée dans les stations 1 et 2 durant la mi-janvier, absence totale dans les quatre stations durant la fin janvier et la fin mars, dans la station 4 durant la mi et la fin février et une valeur maximale de 0,627 enregistrée à la station 2 durant la mi-février.

Ces valeurs sont largement inférieures à 10 mg/l préconisées par le J.O.R.A (2011), pour les eaux de surfaces. (Voir tableau VI, annexe III).

III.1.10. Matière en suspension

Les résultats de la matière en suspension sont représentés par la figure 20.

L'eau d'un affluent transporte une certaine quantité de matière en suspension. Cette dernière est constituée de particules non ou difficilement solubles minérales ou de nature colloïdale ainsi que des matières organiques.

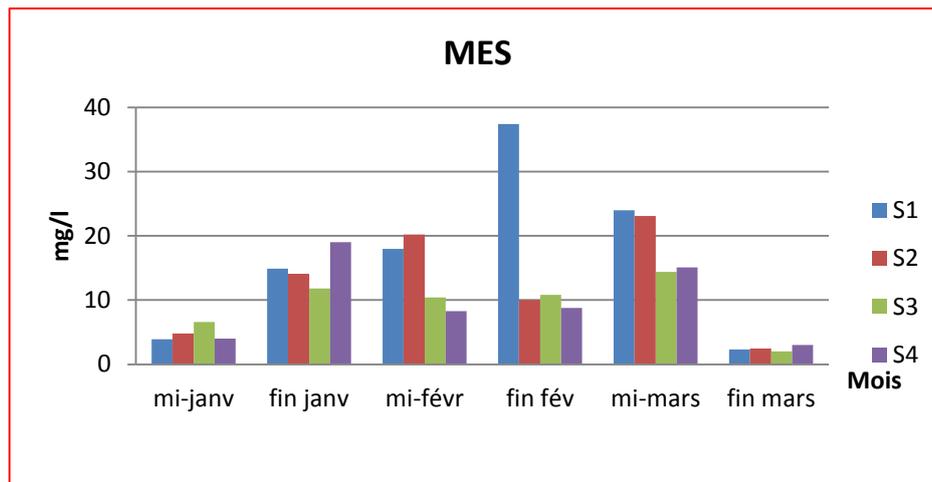


Figure 20 : Variation bimensuelle des matières en suspension.

Les teneurs de la matière en suspension enregistrées montrent une valeur minimale de 2,03mg/l relevée dans la station 3 durant la fin mars et une valeur maximale de 24mg/l notée dans la station 1 durant la mi-mars, ces dernières sont inférieures à 25mg/l ; norme exigée par le **J.O.R.A (2011)** (Voir tableau VI, annexe III), et une valeur maximale de 34,7mg/l enregistrée dans la station 1 durant la fin février, ceci peut être traduit par des pluies qui occasionnent une augmentation des matières en suspension.

III.1.11. Matière organique

.Les résultats de la matière organique sont représentés par la figure 21.

Dans les eaux naturelles, les matières organiques proviennent naturellement de la décomposition de la flore et la faune aquatique (**NKAMBULE et al., 2012**).

La variation des teneurs de la matière organique montre une valeur minimale de 5,1mg/l notée dans la station 2 durant la mi-janvier et une valeur maximale de 15,71mg/l relevée dans la station 2 durant la mi-mars. Cette matière organique pourrait être d'origine soit endogène générée au cours des processus biologiques au sein du milieu, principalement, l'excrétion algale (**MAURIN et al., 1997**), soit d'origine exogène notamment les engrais agricoles et les rejets domestiques, apportés par les affluents du barrage.

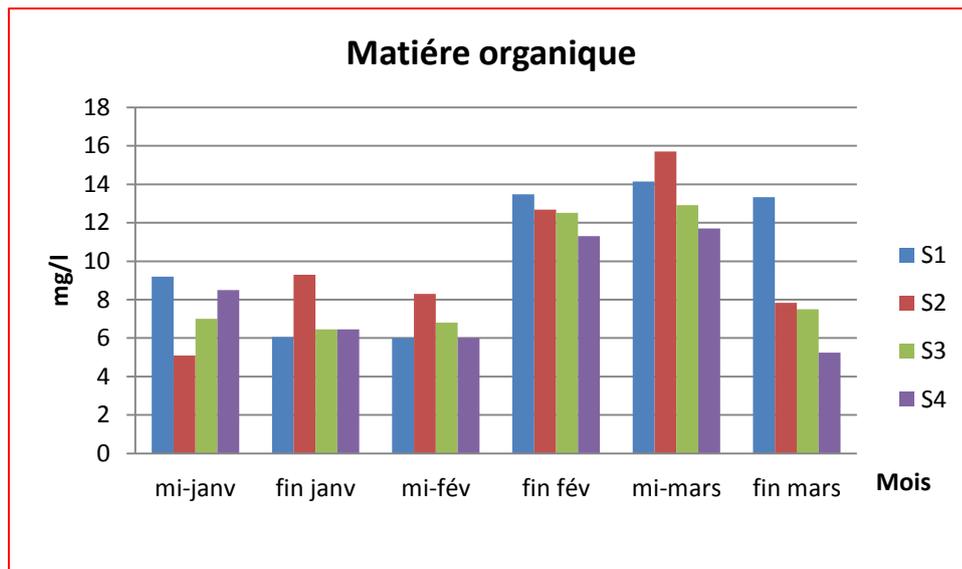


Figure 21 : Variation bimensuelle de la matière organique

III.2. Etude du peuplement zooplanctonique

III.2.1. Analyse qualitative du zooplancton

III.2 .1.1. Inventaire zooplanctonique

L'étude du zooplancton nous a permis de recenser 8 espèces réparties en 3 groupes zooplanctoniques :

Copépodes : avec deux espèces

- *Acanthocyclops sp*
- *Arctodiaptomus salinus*

Cladocères : avec cinq espèces

- *Acroperus elongatus*
- *Ceriodaphnia dubia*
- *Macrothrix laticornis*
- *Diaphanosoma brachyurum*
- *Daphnia magna*

Rotifères : avec une espèce

- *Brachionus quadridentatus*

III.2.1.2. Systématique**Les copépodes**

Règne : Animal

Phylum : Arthropodes

Sous-phylum : Crustacés

Classe : Maxillopodes

Sous-classe : Copépodes

Ordre : Cyclopoïdes

Famille : Cyclopodae

Genre : *Acanthocyclops*

Espèce : *A. sp*

Règne : Animal

Phylum : Arthropodes

Sous-phylum : Crustacés

Classe : Maxillopodes

Sous-classe : Copépodes

Ordre : Calanoïdes

Famille : Diaptomidae

Genre : *Arctodiaptomus*

Espèce : *A. salinus*

Les cladocères

Règne : Animal

Phylum : Arthropodes

Sous-phylum : Crustacés

Classe : Branchiopodes

Ordre : Cladocères

Famille : Chydoridae

Genre : *Acroperus*

Espèce : *A. elongatus*

Règne : Animal

Phylum : Arthropodes

Sous-phylum : Crustacés

Classe : Branchiopodes

Ordre : Cladocères

Famille : Daphnidae

Genre : *Ceriodaphnia*

Espèce : *C. dubia*

Règne : Animal

Phylum : Arthropodes

Sous-phylum : Crustacés

Classe : Branchiopodes

Ordre : Cladocères

Famille : Macrothricidae

Genre : *Macrothrix*

Espèce : *M. latocornis*

Règne : Animal

Phylum : Arthropodes

Sous-phylum : Crustacés

Classe : Branchiopodes

Ordre : Cladocères

Famille : Daphnidae

Genre : *Daphnia*

Espèce: *D. magna*

Les rotifères

Règne : Animal

Phylum : Rotifères

Classe : Monogonontes

Ordre : Pluosiomes

Famille : Brachionidae

Genre : *Brachionus*

Espèce : *B. quadridentatus*

Règne : Animal

Phylum : Arthropodes

Sous-phylum : Crustacés

Classe : Branchiopodes

Ordre : Cladocères

Famille : Sididae

Genre : *Diaphanosoma*

Espèce : *D. brachyrum*

III.2.1.3. Ecologie et description de quelques espèces

a. Les Copépodes

Calanoides

- *Arctodiaptomus (Rhabdodiaptomus) salinus* (DADAY, 1885) (fig.22)

Cette espèce est caractéristique des eaux salées des régions semi-désertiques, et des eaux saumâtres. Elle est eurytherme (6 à 34°C) et euryhaline, c'est une espèce pérenne qui peut vivre dans les eaux qui sont chargées en sels avec une concentration de 2 à 15g/l de chlorures et de 14g/l de sulfates (DUSSART, 1967).

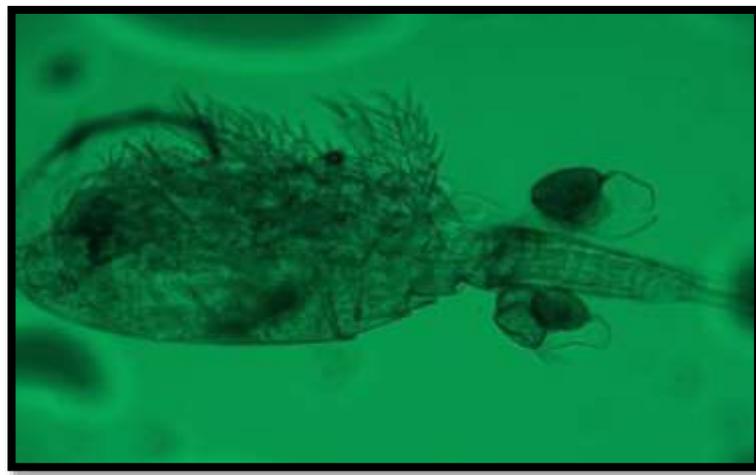


Figure 22: *Arctodiaptomus (Rhabdodiaptomus) salinus*. Gr 10X1 (photo originale)

Cyclopoïdes

- *Acantocyclops sp* (fig.23)

En Algérie sept variations morphologiques (A, B, C, D, E, F, et G) ont été isolées (AKLI, 1992). Les individus récoltés dans le lac de barrage Ghrib sont conforme à la variation morphologique B. C'est un genre qui supporte les eaux saumâtres et semble affectionner les eaux chaudes (DUSSART, 1969).

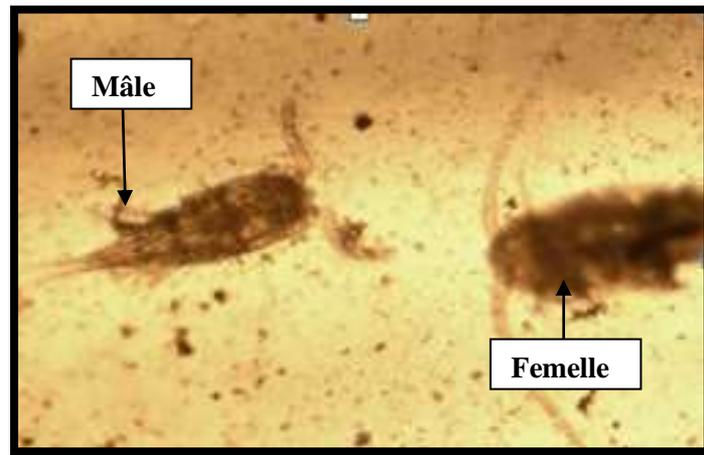


Figure 23 : *Acantocyclops* sp Gr 10X1 (photo originale)

b. Les Cladocères

- *Acroperus elongatus* (Sars, 1862) (fig.24): vit dans les zones littorales des lacs oligotrophes à faiblement eutrophes ; espèce benthique : vit parmi les détruits organiques déposés sur le fond (AMOROS, 1984).



Figure 24: *Acroperus elongatus* Gr 10X1(photo originale)

- *Ceriodaphnia dubia* (Richard, 1894) (fig.25) : vit dans les petits lacs peu profonds, étangs ; espèce planctonique littorale : dans les petites zones d'eau libre entre les roselières littorales et entre les herbiers d'hydrophytes assez rare. (AMOROS, 1984).



Figure 25: *Ceriodaphnia dubia* Gr 10X1 (photo originale).

- *Diaphanosoma brachyurum* (Lievin, 1948) (fig.26) : vit dans le plancton des étangs eutrophes ; peut vivre dans des eaux acides (pH supérieur à 4) ; bien que planctonique on peut la rencontrer en zone littorale parmi les macrophytes ; nutrition par filtration de particules en suspension (bactéries, algues et détritius fins) ; espèce thermophile ; commune (POURRIOT *et al.*, 1982).

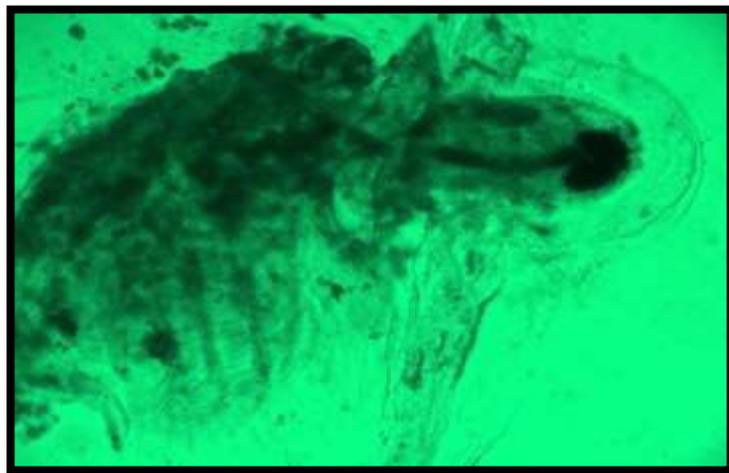


Figure 26: *Diaphanosoma brachyurum* Gr 10X1 (photo originale)

- *Daphnia magna* (Starus, 1820) (fig.27) : elle vit dans les eaux stagnantes riches en détritius en suspension, c'est une espèce filtreuse qui peut avoir un large éventail alimentaire (AMOROS, 1984). C'est une espèce eurytherme qui supporte une eau alcaline à pH de 7,3 à 8,2.

Les individus de cette espèce sont robustes. La carapace est ovale se terminant postérieurement par une épine caudale importante.

Le bord dorsal du post abdomen est échancré juste après l'anus, cette échancrure sépare les épines latérales sur les valves.

Le mâle est de petite taille par rapport à la femelle qui est plus grande. Le post abdomen du male est différent de celui de la femelle. Cette différence réside dans la présence d'une protubérance garnie par six spinules et neufs denticules anales à proximité de la griffe.



Figure 27: *Daphnia magna* vue par loupe photonique (photo originale)

- ***Macrothrix laticornis* (Jurine, 1820) (fig.28)** : vit dans les biotopes peu profonds : littoral des lacs, étang, mares, cours d'eau lents, eaux temporaires ; eaux faiblement eutrophes ; espèce benthique : sur des fonds limoneux ou sablo-vaseux et sur des détruits organiques d'origine végétale ; espèce largement répandue mais peu abondante (AMOROS, 1984).



Figure 28: *Macrothrix laticornis* Gr 10X1 (photo originale).

C. Les rotifères

- *Brachionus quadridentatus* (Hermann, 1783) (fig.29) : elle est fréquente dans les plans d'eau et dans les cours d'eau (MADIGOU, 2005) et peut également se rencontrer dans les eaux saumâtres (DE MANUEL, 2000).

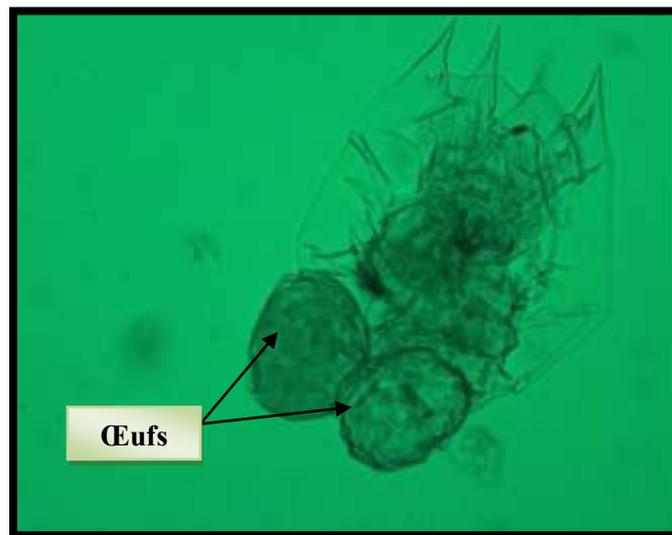


Figure 29: *Brachionus quadridentatus* Gr 10X1 (photo originale).

III.2. 2. Analyse quantitative

III.2. 2.1. Variation spatiotemporelle du peuplement zooplanctonique

III.2. 2.1.1. Richesse spécifique (figure 30, 31 et annexe IV)

La richesse spécifique S représente le nombre total des espèces récoltées dans la station d'étude.

Les eaux du lac de barrage Ghrib abritent 8 espèces zooplanctoniques répertoriées en trois groupes : Copépodes avec 2 espèces : *Acanthocyclops sp*, *Arctodiaptomus salinus*, Cladocères avec 5 espèces : *Acroperus elongatus*, *Ceriodaphnia dubia*, *Macrothrix laticornis*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Daphnia magna*, Rotifères avec 1 espèce : *Brachionus quadridentatus*. La distribution de celles-ci varie en fonction de l'espace (stations) et du temps (mois).

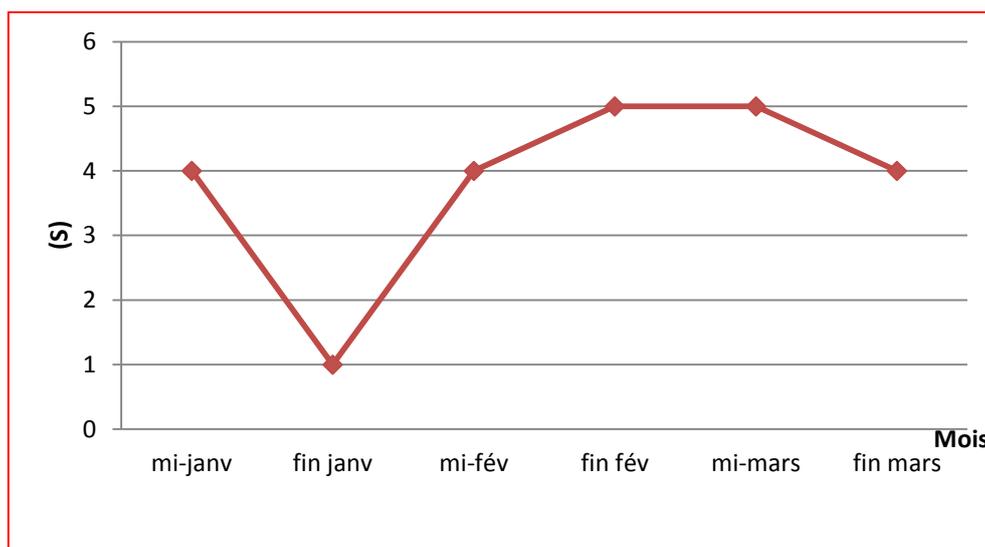


Figure 30 : Variation bimensuelle de la richesse spécifique.

La variation temporelle montre une richesse spécifique maximale ($S=5$) durant la fin février et la mi-mars. Alors que la richesse minimale ($S=1$) est notée durant la fin janvier.

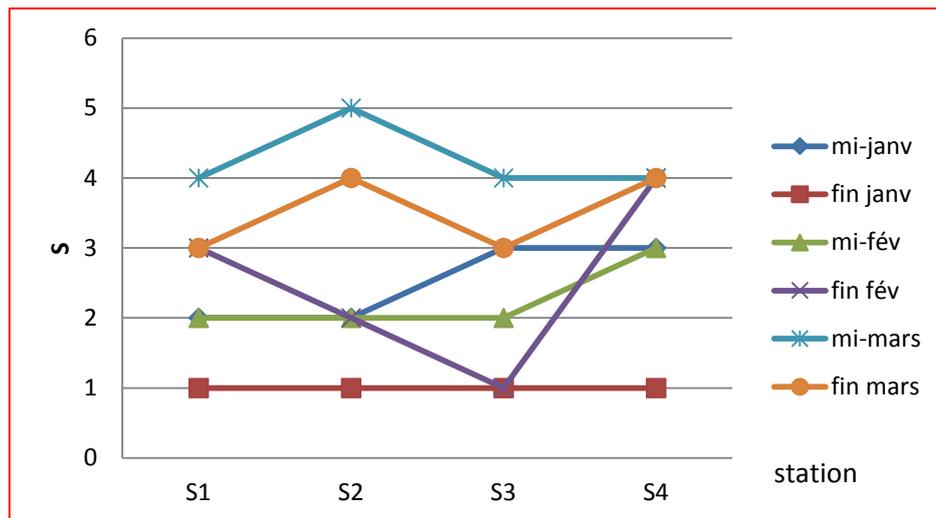


Figure 31 : Variation spatiale de la richesse spécifique.

La variation spatiale montre une richesse spécifique élevée ($S = 5$) au niveau de la station 2 durant la mi-mars, et une richesse spécifique faible ($S=1$) dans les stations 1, 2, 3 et 4 durant la fin janvier.

Cette variation spatio-temporelle peut être expliquée d'une part, par la variabilité nutritionnelle, reproductive et la variabilité des paramètres abiotiques du milieu. Celui-ci, par les facteurs qui le font évoluer, induit le taux de reproduction, modifie le temps de développement, oriente la nutrition, provoque l'accélération ou le ralentissement du métabolisme, et de la croissance.

D'autre part, cette variation peut être expliquée par la disparition de certaines espèces, et selon la loi de Gauss (1935) in BARBAULT, 1981, 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.

III.2. 2.1.2. Densité et dominance (figure 32, 33, 34, 35 et annexe IV)

La densité zooplanctonique varie extrêmement d'un mois à un autre. En effet, la variation mensuelle des espèces récoltées montre que :

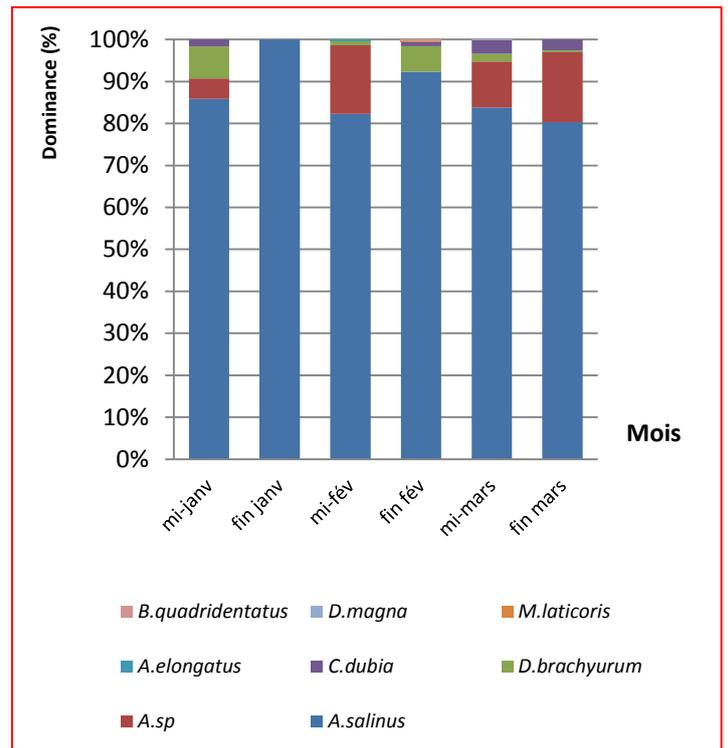
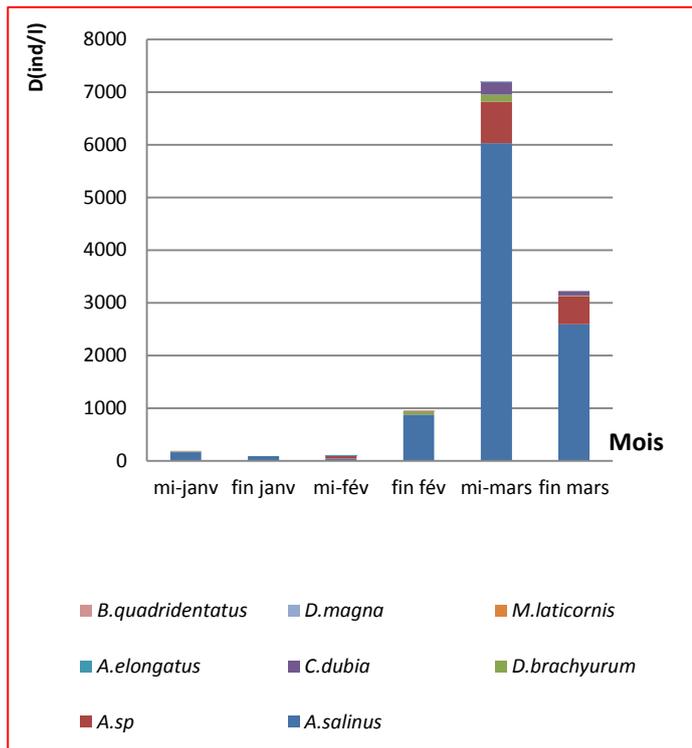


Figure 32 : variation bimensuelle de la densité des espèces récoltées.

Figure 33 : variation bimensuelle de la dominance des espèces récoltées.

- les copépodes sont les plus abondants, ils sont représentés par deux espèces appartenant aux deux ordres : les Cyclopoïdes avec *Acanthocyclops sp*, et les Calanoïdes avec : *Arctodiaptomus salinus*. Nous constatons que cette dernière est la plus abondante durant toute la période du prélèvement allant de la mi-janvier jusqu'à la fin mars, avec une densité maximale $D=6033 \text{ ind/l}$ et une dominance de 83,6% durant la mi-mars ;
- les cladocères viennent en deuxième position, ils sont représentés par cinq espèces : *Acroperus elongatus* ; *Ceriodaphnia dubia* ; *Macrothrix laticornis* ; *Diaphanosoma brachyurum* et *Daphnia magna*.

La variation bimensuelle montre une densité élevée de *Ceriodaphnia dubia* ($D=236 \text{ ind/l}$) et *Diaphanosoma brachyurum* ($D=14 \text{ ind/l}$) avec une dominance respective de 3,27 % et 7,6% durant la mi-mars et la mi-janvier.

- Les rotifères viennent en troisième position, ils sont représentés par une seule espèce : *Brachionus quadridentatus*. Cette dernière a été recensée seulement durant la fin février, elle représente 0,31% du peuplement zooplanctonique avec une densité $D=3\text{ind/l}$.

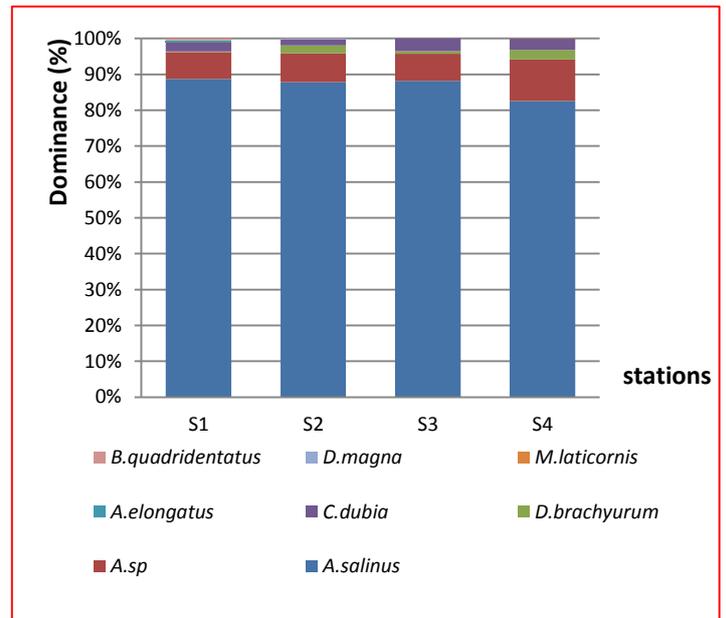
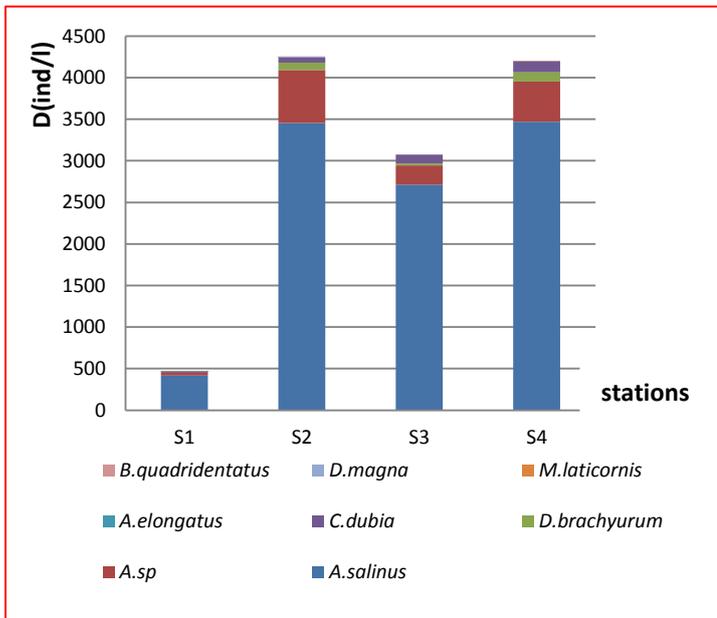


Figure 34 : variation spatiale de la densité des espèces récoltées.

Figure 35 : variation spatiale de la dominance des espèces récoltées.

La variation spatiale montre que les densités les plus élevées sont celles d'*Arctodiaptomus salinus*. La densité maximale $D=3469\text{ ind/l}$ (82,53%) est notée au niveau de la station 4.

Nous constatons l'apparition de *Daphnia magna* durant la mi-mars dans la station 2 qui représente 0,13% du peuplement zooplanctonique. L'apparition de cette espèce dans cette station est dû peut être à la richesse de cette dernière en matière organique. Selon AMOROS (1984), *Daphnia magna* fréquente les biotopes riche en matière organique. Ce fait concorde avec notre résultat, en effet, la matière organique enregistrée à la station 2 durant cette période est la plus élevée (voir Figure 21).

Nous pouvons conclure que :

Les densités élevées des deux espèces *Acanthocyclops sp* et *Arctodiaptomus salinus* sont dues probablement au fait que durant ces périodes, les densités des autres groupes (Cladocères, Rotifères), sont faibles. Ce résultat peut être expliqué par l'absence de la

compétition pour la nourriture, étant donné que les cladocères filtrent des volumes d'eaux 5000 fois plus importants que les autres groupes (DABADDIE, 2005)

Les variations spatiales peuvent être expliquées selon (POURRIOT *et al.*, 1982) par les réactions des espèces vis-à-vis des facteurs abiotiques (lumière, température, oxygène) et biotiques (alimentation, prédation, compétition) qui déterminent des situations variables selon les milieux.

Les valeurs inférieures de la densité des rotifères par rapport aux autres groupes zooplanctoniques peuvent être dues à leur dynamique qui est plus sensible aux paramètres physico-chimiques que celle des copépodes et des cladocères (MAKAREWICZ *et al.*, 1995). Elle dépend des variations de la température de l'eau (BERZIN *et PEJLER*, 1989).

III.2.3. Etude de la structure

III.2.3.1. Indice de Shannon (figure 36)

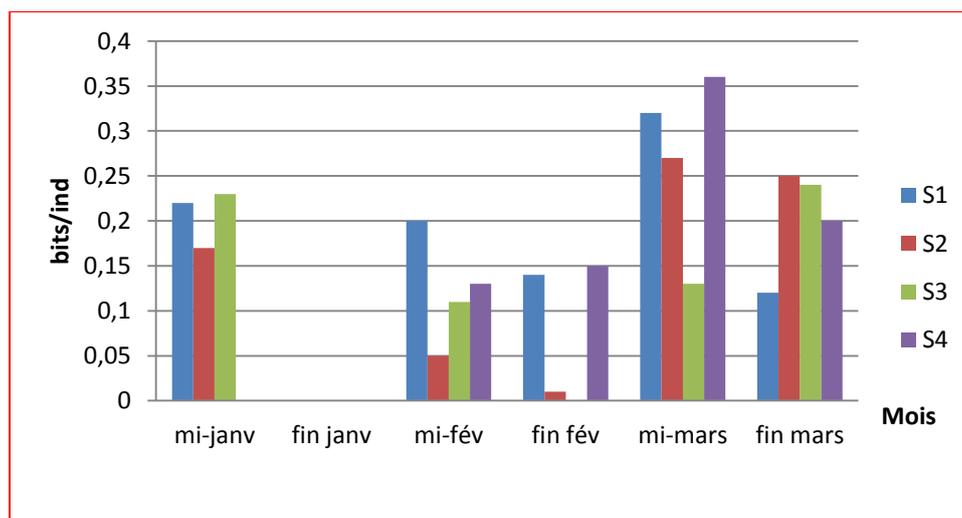


Figure 36 : Variation bimensuelle de l'indice de Shannon.

Selon FRONTIER *et PICHOD-VIALI* (1999), cet indice varie dans un intervalle qui est de] 0,5 - 4,5[. Un indice élevé de Shannon (H') 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' égal à zéro, les individus appartiennent à la même espèce.

Cette diversité est une expression quantitative de l'organisation des communautés et s'exprime en bits/individus.

Nos résultats montrent que l'indice de Shannon est faible $< 0,36\text{bits/ind}$, ce résultat montre que le peuplement est dominé par une seule espèce. En effet durant les 5 prélèvements (excepté le deuxième prélèvement où l'indice de Shannon $H'=0\text{bits/ind}$ ceci implique que les individus appartiennent à la même espèce *Arctodiaptomus salinus*, en effet, durant ce prélèvement nous avons noté la présence d'une seule espèce *Arctodiaptomus salinus*) nous avons noté la dominance d'*Arctodiaptomus salinus*.

III.2.3.2. Equitabilité (figure 37)

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

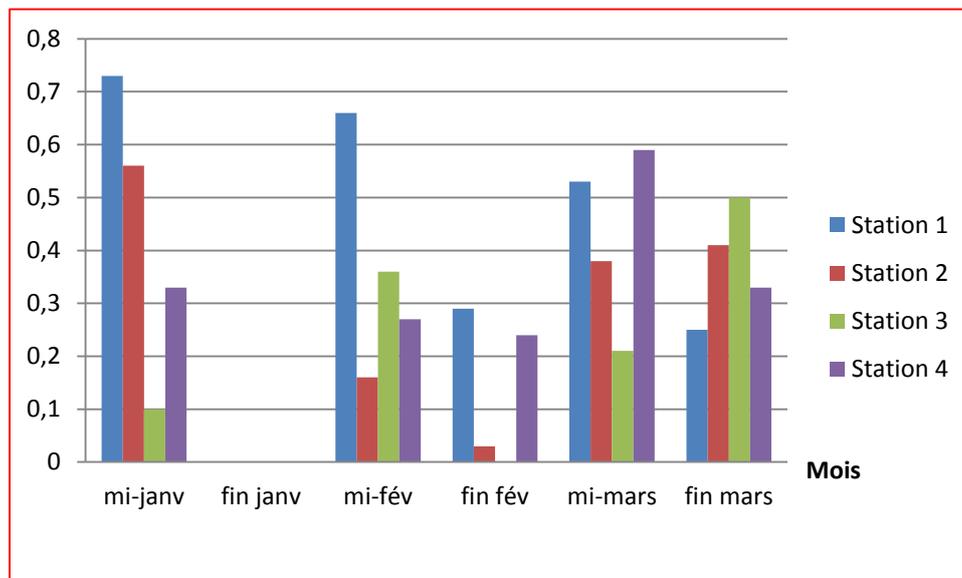


Figure 37 : variation bimensuelle de l'équitabilité.

Nos résultats montrent que l'indice d'équitabilité tend vers le 0, ceci veut dire que la totalité des effectifs du peuplement zooplanctonique est concentré sur une seule espèce (*Arctodiaptomus salinus*), ce qui confirme aussi le résultat de l'indice de Shannon.

Conclusion

CONCLUSION

Le but de ce travail est d'étudier la qualité physico-chimique et zooplanctonique des eaux du lac de barrage Ghrib.

L'analyse des paramètres physico-chimiques des eaux de ce lac, a révélé une température saisonnière, un pH alcalin compris entre 7,66 et 8,5, une forte minéralisation allant de 1648 μ S/cm à 2530 μ S/cm et d'autres substances chimiques dont la plus part constituées des sels nutritifs qui pourraient assurer une bonne productivité dans le lac.

L'analyse qualitative du zooplancton nous a permis de recenser huit espèces réparties en trois groupes : deux espèces de Copépodes (*Acanthocyclops sp*, *Arctodiaptomus salinus*), cinq espèces de Cladocères (*Acroperus elongatus*, *Ceriodaphnia dubia*, *Macrothrix laticornis*, *Diaphanosoma brachyurum* et *Daphnia magna*) et une espèce de Rotifères (*Brachionus quadridentatus*).

L'étude quantitative nous a permis de déduire que le développement du zooplancton est hétérogène sur le plan temporel. L'évolution de ce dernier a mis en évidence la dominance temporelle et spatiale d'*Arctodiaptomus salinus*, où le développement est maximal (d=6033ind/l) durant la mi-mars.

L'indice de Shannon a montré que le peuplement zooplanctonique est dominé par l'espèce *Arctodiaptomus salinus* qui a présenté des abondances élevés, ce qui confirme aussi l'indice d'équitabilité.

Il serait souhaitable que d'autres aspects scientifiques complètent ce travail, comme faire une étude de l'effet de l'eutrophisation sur la biocénose (poisson) des eaux de lac du barrage Ghrib, pour permettre une compréhension totale des phénomènes qui régissent cet écosystème.

Bibliographie

Références bibliographiques

- AKLI S. (1992).** Systématique et répartition géographique des copépodes (crustacés) dulcicoles dans le nord de l'Algérie. Thèse de Magistère, USTHB, 155p.
- AMINOT A. et CHAUSSEPIED H. (1983).** Manuel des analyses chimiques en milieu marin, Ed. Paris, 395p.
- AMOROS C. (1984).** Introduction pratique à la systématique des organismes des eaux continentales françaises. Crustacés- Cladocères Univ Claude-Bernard Lyon I. 63p.
- ANBT. (1965).** Le barrage Ghrib. doc. poly, Agence Nationale des Barrages et Transferts. 50p.
- ANBT. (2015).** Le barrage Ghrib. doc. poly, Agence Nationale des Barrages et Transferts. 10p.
- ANONYME:** <https://www.google.fr/#q=google+earth>
- ARAB A. (2004).** Recherche faunistique et écologique sur les réseaux hydrographique du Cheliff et du bassin Mazafran. Thèse Doctorat d'état USTHB, 173p.
- ARRIGNON J. (1976).** Aménagement écologique et piscicole des eaux douces, 3ème Ed, O. Gauthier-Villars, Paris, 340p.
- ARRIGNON J. (1991).** Aménagement écologique et piscicole des eaux douces, 4ème Ed, Gauthier-Villars, Paris, 613p.
- ARZUL, G., QUINIOU, F. (2014).** Plancton marin et pesticides : quels liens. Ed. QUAE. Paris. 144p.
- BALVAY G. (1990).** Long-term changes in zooplankton abundance and water transparency. pp. 335-338.
- BEATSON G. (1978).** Methaemoglobinemia-Nitrates in drinking water, Environ. Health, pp. 31-86.
- BENSOULLAH, S. (1995).** Contribution à l'étude hydrogéologique des Hautes Plaines sétifiennes dans le cadre de la haute vallée de l'oued Rhumel en amont d'Oued Athmania. Mémoire de magister. Université Mentouri de Constantine. Faculté des sciences de la terre.
- BERZIN B. et PEJLER B. (1989).** Rotifer occurrence in relation to temperature. Hydrobiologia, pp. 223-231.

Références bibliographiques

BREMOND R. et VUICHARD R. (1973). Paramètres de la qualité des eaux, Ministère de la protection de la nature et de l'environnement, SPEPE, Paris, 179p.

BUCKMAN C. et BRADY N. (1965). The nature and properties of soils. Macmillan Pub 1. New York, 750p.

CALVET, R., BARRIUSO, E., BEDOS C., BENOLT, P., CHARNAY, M., COQUET, Y. (2005) Les pesticides dans le sol, conséquences agronomiques et environnementales. Edition France agricole. 637 p.

CAZABAN, M., DUFFOUR, J., FABBRO-PERAY. (2005). Santé publique. 5e édition. 242p

CHAMPIAT D. et LARPENT P. (1988). Biologie des eaux, méthodes et techniques. Ed, Masson, 374p.

CHAPMAN D. et KIMSTACH V. (1996). Selection of water quality variables. water quality assessments : a guide to the use of biota, sediments and water in environment monitoring, Chapman edition, 2nd Ed. E and FN Spon, London, pp.59-126.

CHERBI M. (1984). Contribution à l'étude du peuplement zooplanctonique de trois lacs de barrage : Hamiz, Boughzoul et Ghrib. Thèse de Doctorat, Université d'Alger, 216p.

CHERBI M. LEK-ANG S. LEK S. et ARAB A. (2008). Distribution du zooplancton dans les lacs à climat méditerranéen. Comptes rendus biologie, université d'Alger.

CNEXO. (1983). Manuel des analyses chimiques en milieu marin. 395p.

DABADDIE L. (2005). Les rotifères. Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le développement aquaculture.

DAJOZ R. (1977). Coléoptères Colydiidae et Anommatidae paléartiques. Ed. Manson, 281p.

DAJOZ R. (2000). Précis d'écologie. 7^{ème} édition, Ed. Dunod, Paris, 615p.

DAJOZ R. (2002). Les Coléoptères Carabidés et Ténébrionidés : Ecologie et Biologie. Ed. Lavoisier Tec & Doc, Londres, Paris, New York, 522p.

de doctorat, Université Claude-Bernard - Lyon 1, 255p.

DE MANUEL BARRABIN J. (2000). The rotifers of Spanish reservoirs: ecological,

Références bibliographiques

DUSSART B. (1967).Les Copépodes des eaux continentales. Tome I : Calanoides et Harpacticoides, Ed.Gauthier-Villars, Paris, 667p.

DUSSART B. (1969).Les Copépodes des eaux continentales d'Europe occidentale. Tome II : Cyclopoïdes et Biologie. Ed.N.Boubée et Cie,Paris, 292p.

EDWARDS, K. A., CLASSEN, G.A, ET SCHROTEN E, .J. (1988). L'exploitation des ressources hydrauliques en Afrique tropicale, Rapport de recherche n° 6. CIPEA, Addis-Abeba(Ethiopie).

EL GHACHTOUL Y. ALLAQUI M. MHAMDI H.et GABI H. (2005).Eutrophisation des eaux des retenues des barrages Smir et Sehla (Maroc) : Causes, conséquences et consignes de gestion. Revue des Science de l'Eau. pp.75-89.

EMBERGER L. (1952).Sur le quotient pluviothermique Sciences, pp.2508-2510.

FAURIE C. FERRA C.et MEDORI P. (1980).Ecologie. Ed. Baillière, Paris, 168p.

FRONTIER S.et PICHOD-VIALI D. (1999). Ecosystème Structure. Fonctionnement. Evolution. Collection d'écologie. 2ème édition, Ed.Dunod, 447p.

GAUJOUS D. (1995).La population des milieux aquatiques, aide mémoire, 2ème édition, Paris, 217p.

GAUJOUS, D. (1995). La pollution des milieux aquatiques. Aide-mémoire. 2ème édition TEC et DOC. Paris. 520p.

GILLI, E., MANGAN C., MUDRY J. (2004). Hydrogéologie : objets, méthodes et applications. Edition DUNOD. Paris. 352 p.

GILLI, E., MANGAN C., MUDRY J. (2004). Hydrogéologie : objets, méthodes et applications. Edition DUNOD. Paris. 352 p.

GROSCLAUDE ., G.(1999). L'eau, Tome II, usage et polluants, Institut national de la recherche agronomique. Paris, France. 210 p.

GROSCLAUDE, G. (1999). L'eau, Tome II, usage et polluants, Institut national de la recherche agronomique. Paris, France. 210 p.

Références bibliographiques

HAMAIDI F. (2012) .Contribution à la connaissance du peuplement planctonique de six plans d'eau du nord de l'Algérie. Thèse de Doctorat d'état, USDB, 571p.

IRVINE, S, J.C., BAJAJ, J., GIL, R., GLASS, H. (1995). Electron Mater., p24 et p457.

JORA. (1993). Décret exécutif n° 1-219, fixant les objectifs de qualité des eaux superficielles et souterraines destinées à l'alimentation en eau des populations. Journal Officielle de la République Algérienne.

JORA. (2011). Décret exécutif n° 34.fixant les objectifs de qualité des eaux superficielles et souterraines destinées à l'alimentation en eau des populations. Journal Officielle de la République Algérienne.

KADI, A. (1997).La gestion de l'eau en Algérie, Hydrological Sciences-Journal des Science Hydrologiques, 42(2), Limoges, France.

KHEDAM H. (2007).Eutrophisation et suivi du lac de barrage de Ghrib (W.Ain Defla).Thèse de Magister, USTHB, Alger, 74p.

KINGUMBI A. (2006).Modélisation hydrologique d'un bassin affecté par des changements d'occupation, cas du merguellil en Tunisie centrale. Thèse de Doctorat, Université de Tunis El Manar, 179p.

MADIGOU E. (2005).Influence du statut trophique de cours d'eau sur les fonctionnalités microbiennes des biofilms (épipsammon et épilithon). Thèse de doctorat, spécialité Ecologie microbienne, Université Claude Bernard, Lyon I. 236 p.

MAKAREWICZ J. BERTRAM P. LEWIS T. et BROWN G. (1995).Decade of predatory control of zooplankton species composition of lake Michigan.Great Lakes Res.pp.620-640.

MARGALEF, R. (1953) Biologia de las aguas continentales X. Los crustaceos de las aguas continentales Ibericas. Madrid: Ministerio de Agricultura, Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. 243 pp

MC QUEEN D. et MILLS E. (1986).Trophic relation ships in fresh water pelagiceco systems. Can. J. Fish.Aquat.pp.157-210.

MEBARKI, A. (1982). Le bassin du Kebir Rhumel, Ressources en eaux et aménagement en Algérie. Thèse doctorat 3ém cycle. Université de Nancy II. 303p.

Références bibliographiques

MEBARKI, A. (2005). Hydrologie des bassins de l'Est algérien, Ressources en eau, aménagement et environnement. Thèse de doctorat d'Etat. Université Mentouri de Constantine. Faculté des sciences de la terre, de la géographie et de l'aménagement du territoire, Département de l'aménagement du territoire. 360p.

MICHARD, G. (2002). Chimie des eaux naturelles. Principe des géochimies des eaux. Edition Publisud. 565p.

MINISTERE DE DEVELOPPEMENT DURABLE, ENVIRONNEMENT ET PARCS. (2012).

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. pp.169-176.

MULHAUSER B. et MONNIER C. (1995). Guide de la faune et de la flore, des lacs et des étangs d'Europe, 448p.

NISBET M. et VERNAUX J. (1970). Composantes chimiques des eaux courantes, discussion et proposition des classes en tant que base d'interprétation des analyses chimiques. Annale de limnologie. pp.161-190.

NKAMBULE T. KRAUSE R. HAARHOFF J. et MAMBA B. (2012). A three step approach for removing organic matter from South African water sources and treatment plants. J. Phys. Chem. Earth 50–52, 132–139

O.N.M. (2003). Office National de la Météorologie : données climatique de Miliana de 1993 à 2003.

ORGANISATION DE COOPERATION ET DE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUES(OCDE). (2003).

OULD ROUIS S. (1995). Systématique et répartition géographique des cladocères (Crustacés) en Algérie transect Nord-Sud. Thèse de Magister, USTHB, 131p.

PAINCHAUD. (1997). La qualité de l'eau des rivières du Québec : état et tendances, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, Québec, 58p.

Références bibliographiques

POURRIOT P. CAPBLANCQ J. CHAMP P. et MAYER J. (1982). Ecologie du plancton des eaux continentales. Collection d'écologie, Ed.Masson, Paris, 198p.

POURRIOT R. (1984). La qualité de l'eau des rivières des Québec. Etat et tendances Direction des écosystèmes aquatiques.

POURRIOT R. (1986). Rotifères : introduction à la systématique des organismes des eaux continentales française. 37p.

POURRIOT, R. CAPBLANCQ, J. CAMP, P. MEYER, J-A. (1982). écologie du plancton des eaux continentales. Collection d'écologie n° 16. Masson édition. PP : 188.

QUEZEL P. et MEDAIL M. (2003). Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. ELSEVIER. Paris, 571p.

REMINI B. (2005). La problématique de l'eau en Algérie. Ed.OPU, 160p.

RODIER G. (1996). L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, chimie, physico-chimique, bactériologique. Vol 2, 7ème édition. Ed.Dunod, Paris, 1080p.

RODIER J. BAZIN C. BROUTIN JP. CHAMPON P. et CHAMPSAUR H. (2005). L'analyse de l'eau ,8ème édition, Ed.Dunod, Paris, 1381p.

RODIER J. LEGUBE B. et MERLET N. (2009). L'analyse de l'eau, Ed.Dunod, Paris. pp. 78- 1368.

SCHKI, D. (1996). L'eau dans tous ses états. Edition Ellipses. Paris. 632p

WETZEL, R.G. (1975). Limnology. W. B. Saunders Co., Philadelphia, London, and Toronto. 50p.

Annexes

Annexe I

Méthodes utilisés pour la détermination des variables physico chimiques

- ✓ Détermination du pH : méthodes potentiométrie (Norme : NA.751/1990)

Principe

Mesure de la différence de potentiel existant entre une électrode de mesure et une électrode de référence plongeant dans une même solution.

Réactifs

- Les solutions étalons utilisés sont es solution prêtes à l'emploi.
- Solution étalon pH 4,01 à 25°C ;
- Solution étalon pH 7,00 à 25°C ;
- Solution étalon pH 10,00 à 25°C.
- Solution KCl de concentration à 3mol/l.

Mode opératoire

- Introduire l'électrode du pH-mètre, préalablement rincée avec de l'eau distillée, dans un bécher contenant l'échantillon à analyser ;
- Agiter doucement avec un barreau magnétique ;
- Appuyer sur la touche (Read/Entrer), la valeur du pH et de la température évoluent jusqu'à se stabiliser, un bip sonore indique la stabilité de la valeur, noter cette dernière ;
- La valeur du pH est donnée directement par l'appareil ainsi que la temperature.la valeur du pH donnée est celle correspondante à une température de 25°C ;
- A la afin de la mesure, rincer l'électrode avec de l'eau distillée et la placer dans la solution de conservation KCl.

Expression des résultats

La valeur du pH est donnée directement par l'appareil du pH.

✓ Détermination de la conductivité électrique (NA 749)

Détermination directe, à l'aide d'un instrument approprié de la conductivité électrique de solutions 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.

Réactifs

-Solution contrôle qualité de chlorure de potassium à 0,01 mol/l.

Mode opératoire

- Préparer l'appareillage selon les instructions du fabricant et s'assurer qu'il est équipé d'une cellule de mesure en platine ;
- Remplir un bêcher avec une quantité d'eau suffisante pour l'immersion de l'électrode de la conductivité ;
- Mettre l'électrode dans le bêcher, puis appuyer sur la touche Read.

Expression des résultats

La valeur de la conductivité s'affiche sur l'écran de l'appareil avec une unité de micro Siemens par Centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

✓ Détermination des matières en suspensions par filtration (ISO 11923)

Principe

Filtration sous vide de l'échantillon sur un filtre de verre ;

Séchage à 105°C et séchage.

Réactifs

-Cette méthode ne demande pas de réactif.

Mode opératoire :

- Attendre jusqu'à ce que les échantillons soient à température ambiante ;
- Peser le filtre à 0,100mg. Eviter soigneusement de contaminer le filtre par des poussières ;
- Placer le filtre (la partie lisse en bas) dans l'entonnoir du dispositif de filtration et insérer l'entonnoir sur la fiole à vide ;
- Agiter vigoureusement le flacon contenant l'échantillon et transférer immédiatement et d'un seul trait 200ml dans une fiole jaugée ;
- Le résultat doit, pour être correct, être obtenue à partir d'un résidu sec (après filtration) d'au moins 2mg ;
- Verser lesml d'échantillon dans l'entonnoir, puis rincer la fiole jaugée avec peu d'eau distillée, et verser également dans l'entonnoir ;
- Démarrer la filtration en enclenchant la pompe d'aspiration. Une fois distillée et filtrer cette eau ;
- Libérer le dispositif sous vide lorsque le filtre est pratiquement sec ;
- Retirer avec précaution le filtre de l'entonnoir à l'aide de pinces à extrémités plates. Placer le filtre dans le creuset et le sécher dans l'étuve à (150 ± 2) °C pendant au moins 2h ;
- Retirer le tout de l'étuve, passer au dessiccateur environ 30min plus peser (masse M_1).

Expression des résultats

Calculer la teneur en matières en suspension d'après l'expression

$$P \text{ (mg/l)} = (M_1 - M_0) \times 1000 / V$$

P : teneur en matières en suspension, en milligrammes par litres ;

V : volume, en millilitres, de la prise d'essai ;

M_0 : masse, en milligrammes, de la capsule vide ;

M_1 : masse, en milligrammes, du creuset de son contenu après séchage 105°C et dessiccation.

- ✓ **Détermination du Calcium (Ca^{2+}) par la méthode titrimétrique à l'EDTA (Norme ISO 6058 NA 1655)**

Principe

Titration des ions calcium avec une solution aqueuse de l'EDTA. L'indicateur utilisé est le Murexide, qui forme un complexe rose avec le calcium. Lors du titrage, l'EDTA réagit avec les ions calcium l'indicateur vire alors de la couleur rose à la couleur violet.

Réactifs

- Solution d'Hydroxyde de sodium NaOH, à 2N ;
- EDTA, solution titrée 0,01mol/l ;
- Murexide.

Mode opératoire

1. Prendre 50ml d'eau à analyser ;
2. Ajouter 2ml de NaOH à 2N ;
3. Ajouter du Murexide ;
4. Et titrer avec l'EDTA jusqu'au virage (violet).

Expression des résultats

$$[\text{Ca}^{2+}] \text{ mg/l} = V_1 \times F \times 8,016$$

V_1 : volume d'EDTA nécessaire pour une concentration donnée

F : facteur de dilution

- ✓ **Détermination des chlorures (Cl^-) : méthode de Mohr (NF ISO 9297)**

Principe

Réaction en ions chlorure avec des ions argent pour former du chlorure d'argent insoluble qui est précipité quantitativement. Addition d'un petit excès d'ions argent et

formation du chromate d'argent brun-rouge avec des ions chromate qui ont été ajoutés comme indicateur. Cette réaction est utilisée pour l'indication du virage. Durant le titrage, le pH est maintenu entre 5 et 9,5 afin de permettre la précipitation.

Réactifs

-Indicateur de Chromate de Potassium

-Nitrate d'Argent AgNO_3

Mode opératoire

- Introduire, au moyen d'une fiole, 100ml de l'échantillon, dans un béher conique, placé sur un fond blanc
- Ajouter quelque goutte d'indicateur de chromate de potassium
- Ajouter 1ml d'indicateur de chromate de potassium et titrer la solution par addition goutte à goutte de solution de nitrate d'argent jusqu'à ce que la solution prenne une couleur brun rougeâtre

Expression des résultats

$$[\text{Cl}^-] \text{ mg/l} = V \times 71$$

V : volume de Nitrate d'Argent

✓ Dosage spectrophotométrique des orthophosphates (ISO N° 6878)

Principe

Réaction des ions orthophosphates avec une solution acide contenant des ions de molybdate et d'antimoine pour former un complexe d'antimonyl-phosphomolybdate. Réduction du complexe par l'acide ascorbique pour former un nouveau complexe de molybdène (fortement coloré en bleu)

Mesure de l'absorbance de ce complexe pour déterminer la concentration en orthophosphates présents.

Réactifs

-Acide ascorbique

-Heptamolybdate d'ammonium

Mode opératoire

- ✓ Prendre 40ml d'eau à analyser
- ✓ Ajouter 1ml d'Acide ascorbique
- ✓ Ajouter 2ml d' Heptamolybdate d'ammonium
- ✓ Attendre 10mn le développement de la couleur bleue
- ✓ Effectuer la lecture à une longueur d'onde de 880nm.

Expression des résultats

Le résultat est donné directement en mg/l.

- **Dosage des nitrates NO_3^- : méthode au salicylate de sodium (NFT90-012)**

Principe

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosionate de sodium coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique

Réactifs

-Solution Salicylate de Sodium ;

-Tartrate double de sodium et de potassium.

Mode opératoire

- Mettre 10ml d'eau à analyser dans des capsules
- Ajouter 2ml de Solution Salicylate de Sodium
- Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75-88°C. (ne pas surcharger ni surchauffer très longtemps) laisser refroidir.
- Ajouter 15ml d'eau distillée

- Ajouter 15ml de tartrate double de sodium et de potassium puis passer au spectrophotomètre au 415nm

Expression des résultats

Le résultat est donné directement en mg/l à une longueur d'onde de 415nm.

- **Dosage de l'azote ammoniacal par spectrophotométrie d'absorption moléculaire (ISO 7150/1)**

Principe

Mesurage spectrométrique du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium. Les ions hypochlorite sont générés in situ par hydrolyse alcaline du sel de sodium du dichloroisocyanurate de sodium.

Réactifs

Réactif coloré 1

Acide dichloroisocyanurique ;

32g d'hydroxyde de sodium NaOH ;

1000ml d'eau distillée.

Réactifs coloré 2

130g de citrate trisodique di hydrate ;

130g de salicylate de sodium ;

0,97g de nitroprussiate de sodium ;

1000ml d'eau distillée.

Mode opératoire

- Prendre 40ml d'eau à analyser, ajouter dans l'ordre :
- 4ml de réactif coloré 1 ;
- 4ml de réactif coloré 2 ;
- Après au moins 60mn, attendre le développement de la couleur. Effectuer les mesures spectrophotométriques à la longueur d'onde de 655nm.

Expression des résultats

La concentration en azote ammoniacal est exprimée en mg/l à une longueur d'onde de 655nm.

- **Détermination de la matière oxydable en milieu acide (M.O) (ISO 8467 1993)**

Principe

Chauffage d'un échantillon en présence d'une quantité connue de permanganate de potassium et d'acide sulfurique pendant une période donnée (10mn), Réduction d'une partie du permanganate par les matières oxydable.

Détermination de l'excès de permanganate par addition d'une solution d'oxalate, suivi par un titrage de l'oxalate en excès par le permanganate.

Réactifs

-Acide de permanganate de potassium $KMnO_4$ à 2mmol/l

-Acide sulfurique H_2SO_4 à 2mmol/l

-Oxalate de sodium $Na_2C_2O_4$ à 5mmol/l

Mode opératoire

- Prendre 100 ml d'eau à analyser ;
- Ajouter 20 ml d'acide sulfurique dilué à 2.2 M et homogénéiser. Porter à ébullition douce puis ajouter 20ml de la solution de permanganate de potassium à 2mmol/l. Après 10min, ajouter 20ml de la solution d'oxalate de sodium à 5mmol/l ;
- Titrer après décoloration, alors que la solution est encore chaude, avec la solution de permanganate de potassium à 2mmol/l jusqu'à apparition d'une coloration rose ;
- Ajouter 20ml d'oxalate de sodium à 5mmol/l. Chauffer jusqu'à 80°C et titrer avec le permanganate de potassium à 2mmol/l jusqu'à apparition de la coloration rose.

Expression des résultats

L'indice permanganate(X) de l'échantillon, exprimé en milligrammes d'oxygène par litre est donné par l'expression suivante:

$$x = \frac{V_1 - V_2}{V_3} * \frac{C}{V_s} * V_4 * f * 16$$

D'où :

V₁ : Volume KMnO₄ à 2mmol/l (échantillon).

V₂ : Volume KMnO₄ à 2mmol/l (blanc : H₂O distillée).

V₃ : volume de la solution de permanganate de potassium utilisé pour le titrage de la solution de permanganate de potassium.

V₄ : volume de la solution d'oxalate de sodium utilisé pour le titrage de la solution de permanganate de potassium.

C : Concentration de la solution d'oxalate de sodium à 5mmol/l

V_s : Volume de la prise d'essai de l'échantillon.

f : facteur de dilution éventuel de l'échantillon avant analyse.

D'où :

V₄ = 20ml ; **V_s** = 100ml ; **C** = 5 mmol/l

L'expression devient :

$$x = \frac{V_1 - V_2}{V_3} * f * 16$$

Annexe II

Tableau V : Résultats des variables physico-chimiques

Premier prélèvement : 15 janvier 2015				
Paramètres/Stations	01	02	03	04
Température (C°) de l'air	04	07	07	06
Température (C°) de l'eau	08	09	08	09
pH	8,2	8,2	8,3	8,2
Conductivité (µS/cm)	2500	2500	2520	2530
Salinité %	1,3	1,3	1,3	1,3
MES (mg/l)	3,93	4,8	6,6	4
Matière organique (mg/l)	9,2	5,1	7	8,5
Nitrate (mg/l)	0,5	0,53	0,57	0,61
orthophosphates (mg/l)	<0,09	<0,09	0,11	0,1
Azote ammoniacale (mg/l)	0,26	0,21	0,46	0,18
Calcium (mg/l)	250	257	240	242
Chlorures (mg/l)	63,9	99,4	85,2	127,8

Deuxième prélèvement : 30 janvier 2015				
Paramètres/Stations	01	02	03	04
Température (C°) de l'air	06	06	05	05
Température (C°) de l'eau	08	08	08	08
pH	8,11	8,11	7,66	8,08
Conductivité (µS/cm)	2520	2510	2520	2520
Salinité %	1,3	1,3	1,3	1,3
Matière organique (mg/l)	6,06	9,29	6,46	6,46
Nitrate (mg/l)	0,44	0,41	0,49	0,42
orthophosphates (mg/l)	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009
Azote ammoniacale (mg/l)	0,608	0,351	0,241	0,431
Calcium (mg/l)	240	246	231,2	232
Chlorures (mg/l)	99,4	78,1	63,9	92,3

--	--	--	--	--

Troisième prélèvement : 15 Février 2015				
Paramètres/Stations	01	02	03	04
Température (C°) de l'air	05	05	07	06
Température (C°) de l'eau	08	08	09	08
pH	8,5	8,31	8,23	8,24
Conductivité (µs/cm)	2420	2430	2420	2370
Salinité %	1,2	1,2	1,2	1,2
MES (mg/l)	18	20,2	10,4	8,3
Matière organique (mg/l)	6	8,3	6,8	6
Nitrate (mg/l)	0,69	0,52	0,63	0,57
orthophosphates (mg/l)	0,156	0,553	0,13	<0,009
Azote ammoniacale (mg/l)	0,052	0,236	<0,02	<0,02
Calcium (mg/l)	177,6	185,6	153,6	144
Chlorures (mg/l)	92,3	99,4	63,9	56,8

Quatrième prélèvement : 28 Février 2015				
Paramètres/Stations	01	02	03	04
Température (C°) de l'air	09	09	10	12,5
Température (C°) de l'eau	11	11	12	13
pH	8,13	8,18	8,2	8,17
Conductivité (µs/cm)	1684	1683	1682	1715
Salinité %	0,8	0,8	0,8	0,8
MES (mg/l)	37,4	10	10,8	8,8
Matière organique (mg/l)	13,49	12,68	12,52	11,31
Nitrate (mg/l)	1,73	2,42	2,61	2,78
orthophosphates (mg/l)	0,208	0,627	0,117	<0,09
Azote ammoniacale (mg/l)	0,069	0,203	0,022	<0,002
Calcium (mg/l)	170,4	140,8	130,4	144
Chlorures (mg/l)	216,9	234,3	191,7	198,8

Cinquième prélèvement : 15 Mars 2015				
Paramètres /Stations	01	02	03	04
Température (C°) de l'air	10	11	15,5	16
Température (C°) de l'eau	12	12	13	14
pH	8,18	8,39	8,47	8,48
Conductivité (µS/cm)	1815	1819	1812	1811
Salinité %	0,9	0,9	0,9	0,9
MES (mg/l)	24	23,1	14,4	15,1
Matière organique (mg/l)	14,14	15,71	12,92	11,71
Nitrate (mg/l)	2,51	3,32	3,29	3,29
orthophosphates (mg/l)	0,096	0,261	0,328	0,44
Azote ammoniacale (mg/l)	0,24	<0,02	<0,02	0,067
Calcium (mg/l)	144	128	129,6	113,6
Chlorures (mg/l)	390,5	284	213	213

Sixième prélèvement : 30 Mars 2015				
Paramètres /Stations	01	02	03	04
Température (C°) de l'air	15	16	18,5	20
Température (C°) de l'eau	14	14	15,5	17
pH	8,22	8,26	8,2	8,29
Conductivité (µS/cm)	2080	2070	2080	2080
Salinité %	1	1	1	1
MES (mg/l)	2,31	2,45	2,03	3,02
Matière organique (mg/l)	13,33	7,83	7,51	5,25
Nitrate (mg/l)	1,74	1,71	2,01	1,86
orthophosphates (mg/l)	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09
Azote ammoniacale (mg/l)	0,6	0,304	0,297	0,2
Calcium (mg/l)	92,2	102,6	120,8	96
Chlorures (mg/l)	426	461,5	319,5	355

Annexe III

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

Groupes des paramètres	paramètres	unités	Valeur maximale
Paramètres physico-chimiques en relation avec la structure naturelle des eaux	Chlorures	mg/l	600
	Concentration en ions hydrogène (pH)	Unité pH	≥ 6.5 et ≤ 9
	Conductivité	$\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C	2800
	Matière en suspension	mg/l	25
	Température	°C	25
	Ammonium	mg/l	4
	Nitrates	mg/l	50
	Phosphore	mg/l	10

Annexe IV

Tableau VII : Variation spatiotemporelle de la densité zooplanctonique (ind/l)

Premier prélèvement : 15 janvier 2015				
	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4
<i>Arctodiaptomus salinus</i>	14	34	25	85
<i>Acanthocyclops sp</i>	4	0	5	0
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	0	6	1	7
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	0	0	0	3

Deuxième prélèvement : 30 janvier 2015				
	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4
<i>Arctodiaptomus salinus</i>	34	10	8	34
<i>Acanthocyclops sp</i>	0	0	0	0

Troisième prélèvement : 15 Février 2015				
	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4
<i>Arctodiaptomus salinus</i>	29	220	4	54
<i>Acanthocyclops sp</i>	7	6	48	0
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	0	0	0	4
<i>Acroperus elongatus</i>	0	0	0	1

Quatrième prélèvement : 28 Février 2015				
	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4
<i>Arctodiaptomus salinus</i>	30	184	78	586
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	0	0	0	58
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	0	0	0	9
<i>Macrothrix laticornis</i>	1	0	0	2
<i>Brachionus quadridentatus</i>	2	1	0	0

Cinquième prélèvement : 15 Mars 2015				
	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4
<i>Arctodiaptomus salinus</i>	40	2005	1968	2020
<i>Acanthocyclops sp</i>	14	297	47	428
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	1	80	22	30
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	2	64	80	90
<i>Daphnia magna</i>	0	10	0	0

Sixième prélèvement : 30 Mars 2015				
	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4
<i>Arctodiaptomus salinus</i>	270	1000	630	690
<i>Acanthocyclops sp</i>	10	336	132	58
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	0	2	0	13
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	10	10	28	35

Tableau VIII : liste faunistiques (Richesse spécifique) des espèces récoltés

Mois	esp stat	Copépodes		Cladocères					Rotifères	Total/ station	Total / mois
		<i>Arctodiaptomus salinus</i>	<i>Acanthocyclops sp</i>	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	<i>Ceriodaphnia dubia</i>	<i>Acroperus elongatus</i>	<i>Macrothrix laticornis</i>	<i>Daphnia magna</i>	<i>Brachionus quadridentatus</i>		
Mi- janv	1	+	+	-	-	-	-	-	-	2	4
	2	+	-	+	-	-	-	-	-	2	
	3	+	+	+	-	-	-	-	-	3	
	4	+	-	+	+	-	-	-	-	3	
Fin janv	1	+	-	-	-	-	-	-	-	1	1
	2	+	-	-	-	-	-	-	-	1	
	3	+	-	-	-	-	-	-	-	1	
	4	+	-	-	-	-	-	-	-	1	
Mi- fév	1	+	+	-	-	-	-	-	-	2	4
	2	+	+	-	-	-	-	-	-	2	
	3	+	+	-	-	-	-	-	-	2	
	4	+	-	+	-	+	-	-	-	3	
Fin fév	1	+	-	-	-	-	+	-	+	3	5
	2	+	-	-	-	-	-	-	+	2	
	3	+	-	-	-	-	-	-	-	1	
	4	+	-	+	+	-	+	-	-	4	
Mi- mars	1	+	+	+	+	-	-	-	-	4	5
	2	+	+	+	+	-	-	+	-	5	
	3	+	+	+	+	-	-	-	-	4	
	4	+	+	+	+	-	-	-	-	4	
Fin mars	1	+	+	-	+	-	-	-	-	3	4
	2	+	+	+	+	-	-	-	-	4	
	3	+	+	-	+	-	-	-	-	3	
	4	+	+	+	+	-	-	-	-	4	

Les signes : (+) indique la présence de l'espèce considérée, (-) indique l'absence de l'espèce considérée.

Sommaire