



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

**MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ DE BLIDA 1
FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DÉPARTEMENT DES BIOTECHNOLOGIES**

Spécialité : phytopharmacie appliquée

Mémoire de fin d'études En vue de l'obtention
Du diplôme de Master II en Sciences de la Nature et de Vie

Thème :

**Etude de l'effet de la qualité des eaux stagnantes sur
la disponibilité de l'entomofaune aquatique
(Lac Tamezguida)**

Présenté par :

Rahal Hanane
Zemmouri Nadia

Devant le jury composé de:

Mme. REMINI. L	M.C.A	U.S.D.B	Présidente
Mme. DJEMAI. I	M.A.A	U.S.D.B	Promotrice
Mme. BEI GANDOUZ. R	M.C.B	U.S.D.B	Examinatrice

Année Universitaire : 2016/2017

Remerciements

Je tiens à remercier avant tout dieu le tout puissant de m'avoir accordé la force, la patience, la santé et le courage pour accomplir ce modeste travail.

*Je tiens à témoigner toute ma gratitude et tout mon respect à ma promotrice. Mme **DJEMAIMEN** pour son aide, sa dynamique, ces conseils précieux et sa disponibilité. Mes sincères remerciements.*

*Mes vifs remerciements s'adressent aux membres de jury Mme **BELGANDOZ**. L'examinatrice et Mme **REMINE**. La présidente qui a accepté de consacrer de leur temps précieux pour juger ce travail.*

*J'adresse également mes sincères remerciements à tout qui m'ont aidé pour réaliser ce travail, Mme **AMINA**.*

Technicienne de laboratoire de zoologie,

Et enfin je remercie de tout mon cœur tous mes amis et mes proches qui m'ont aidé pendant les périodes difficiles.



Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

*A Dieu Le Tout Miséricordieux, ton amour, Miséricorde
et Tes grâces à mon endroit m'ont fortifiée*

Dans la persévérance Et l'ardeur au travail.

A mon Père et A ma Mère

A mes chère frères Et sœurs surtout ma grande sœur

« MALIKA »

A mes grands parents

A mon Amour

A ma collègue NADIA

A tous mes oncles et mes tontons et toute la famille

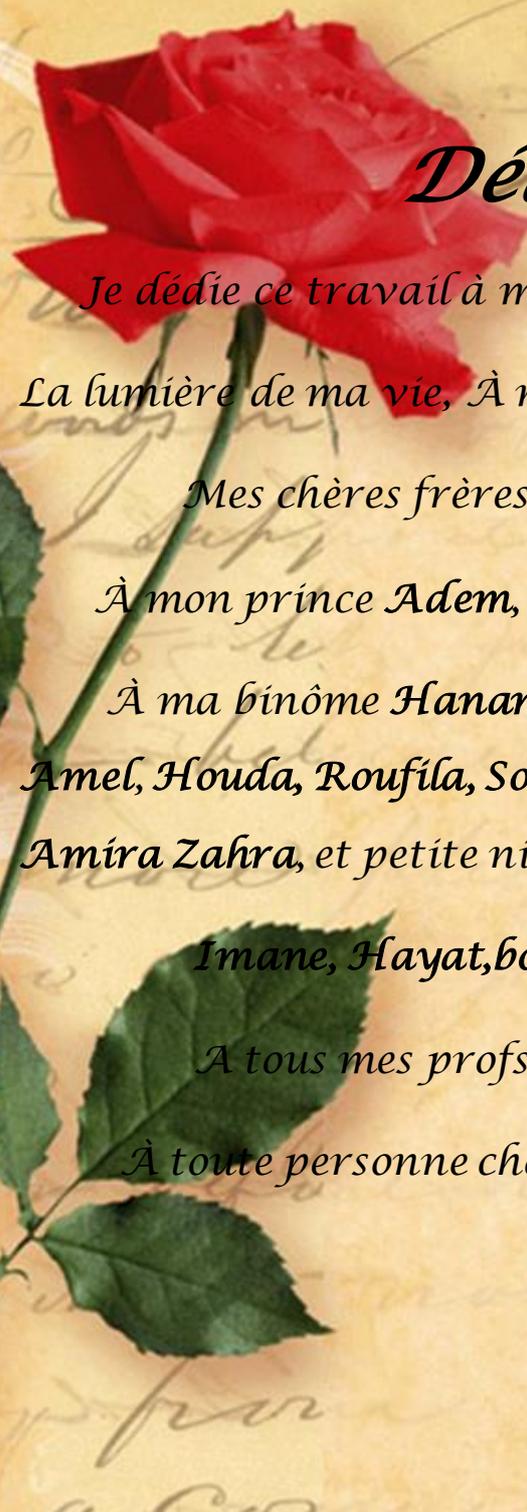
« RAHAL »

A tous mes collègues et mes amis

*Avec tous mes sentiments de reconnaissance et de
Gratitude*

Rahal Hanane





Dédicace :

Je dédie ce travail à ma chère famille à ma mère

La lumière de ma vie, À mon père la force de volonté

Mes chères frères, et mes sœurs

À mon prince Adem, à MONMARIHAMZA

*À ma binôme Hanane et à mes amies Hadjer,
Amel, Houda, Roufîla, Soumia, Chourouk, Nassîma,
Amîra Zahra, et petite nièces à ma famille de ppa surtout,*

Imane, Hayat, bouchra, yasmine.

À tous mes profs sans exception,

À toute personne chère à coté de mon cœur.

Zemmouri Nadia



Etude de l'effet de la qualité des eaux stagnantes sur la disponibilité de l'entomofaune aquatique (lac Tamezguida)

Résumé :

Lac Tamezguida est un site extrêmement important pour le maintien de la diversité biologique de la région biogéographique d'Afrique du Nord. A cet effet, le présent travail consiste à effectuer une étude qualitative du point de vue physicochimique et bactériologique de son eau et voir son effet sur la disponibilité de l'entomofaune aquatique abritant ce dernier.

Deux prélèvements d'échantillons d'eau, ainsi qu'un inventaire biologique (insectes aquatiques) ont été réalisés entre janvier et juin 2017 afin d'évaluer les caractéristiques physico chimiques et bactériologiques de l'eau sur la disponibilité des taxons inventoriés et leur dynamique –temporelle.

Cette étude nous a permis d'identifier les taxons capturés et étudier leurs diversités spécifiques, leurs abondances relatives ainsi que leurs fréquences d'occurrence.

Les résultats de l'analyse physico chimique et bactériologique obtenus dans cette étude ont révélé que les eaux de ce site important sont suspectes d'être polluées.

Mots clés :

Disponibilité, entomofaune aquatique, lac Tamezguida, qualité de l'eau.

تأثير نوعية المياه الراكدة على توافر الحشرات المائية (بحيرة تمز قيدا)

الملخص:

تعد بحيرة تمز قيدا موقع جد مهم للغاية للحفاظ على التنوع البيولوجي للمنطقة البيولوجية الجغرافية لشمال إفريقيا ، لهذا الغرض ، يهدف العمل الحالي للقيام بدراسة نوعية لوجهة نظر فيزيوكيميائية و بكتريولوجية لمياهها و رؤية تأثيرها على توافر الحشرات المائية، لحماية هذه الأخيرة.

تم أخذ عينتين من الماء، بالإضافة إلى المخزون البيولوجي (حشرات مائية) بين يناير و يونيو 2017 بغية تقييم الخصائص الفيزيائية الكيميائية و البكتريولوجية للمياه حول توافر التصنيف و ديناميكيته الزمنية. وأظهرت نتائج التحليل الفيزيائي والبكتريولوجي الذي تم الحصول عليه في هذه الدراسة أن مياه هذا الموقع المهم يشتبه في أنها ملوثة.

كلمات البحث:

توافر، إنتوموفونا المائية ، بحيرة تامز غويدا، ونوعية المياه.

Effect of water quality on the availability of aquatic entomofauna from stagnant waters (Lake Tamezguida)

Summary:

Lake Tamezguida is an extremely important site for maintaining the biological diversity of the biogeographically region of North Africa. To this end, the present works consists in carrying out a qualitative study from the physicochemical and bacteriological point of view of its water and see its effect on the availability of the aquatic entomofauna harbouring the latter.

Two water sampling and a biological inventory (aquatic insects) were conducted between January and June 2017 to assess the physic-chemical and bacteriological characteristics of water on the availability of the taxa inventoried and their temporal dynamics. This study allowed us to identify the captured taxa and study their specific diversity, relative abundance and frequency of occurrence.

The results of the physic-chemical and bacteriological analysis obtained in this study revealed that the waters of this important site are suspected of being polluted.

Keywords:

Availability, aquatic entomofauna, Lake Tamezguida, water quality.

Sommaire

Remerciements

Dédicace

Résumé

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste d'abréviation

Introduction générale.....01

Partie bibliographie

Chapitre I : La qualité de l'eau

Introduction.....03

I.1. Préserver la qualité l'eau03

I.2. Pollution de l'eau.....04

I.2.1. Généralité04

I.2.2. Définition la Pollution de l'eau.....04

I.2.3. Méthodes utilisées pour évaluer la pollution05

I.2.3.1. Principaux types de pollution.....05

I.2.3.1.1. Pollution organique.....05

A. D'origine urbaine.....05

B. D'origine industrielle.....05

I.2.3.1.2. Pollution minérale.....05

I.2.3.1.3. Pollution microbienne.....06

I.2.3.1.4. Pollution par les métaux lourds.....06

I.3. Paramètres physiques chimiques et bactériologiques.....06

I.3.1. Paramètres physico-chimiques.....06

I.3.1. Paramètres physiques	07
A. Température	07
B. Conductivité électrique	07
C. Potentiel d'hydrogène pH	07
I.3.2. Paramètres chimique	07
A. Nitrates	08
B. Nitrites	08
C. Magnésium	08
I.3.3. Paramètres bactériologiques de l'eau	08
I.3.3.1 Recherche des germes totaux à 22°C et 37°C pathogènes	09
I.3.3.2 Recherche des coliformes totaux	09
I.3.3.3 Recherche des streptocoques fécaux (37°C)	09

Chapitre II : l'entomofaune aquatique des eaux stagnantes

II.1. Introduction	10
II.2. Les insectes aquatiques se trouvent dans le lac	10
II.2.1. Les Hémiptères	10
II.2.2. Les coléoptères	11
II.2.3. Les Diptères	12
II.2.4. Les odonates	13
II.2.5. Les Ephéméroptères	13
II.2.6. Les Trichoptères	14
II.2.6.1. Méthode de capture et d'identification	15
II.2.7. Les Plécoptères	15
II.2.7.1. Méthode de capture et d'identification	16

Partie Expérimentale

Chapitre I : Matériels et méthodes

I.1. Objectif	17
I.2. Présentation de la région d'étude	17
I.2.1. Localisation générale	17
I.3. Les conditions météorologiques de zone d'étude	18
I.3.1. Le climat	18
I.3.2. Les températures	18
I.4. Synthèse climatique	19
I.4.1. Climagramme d'Emberger	19
I.4.2. Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausson	20
I.5. Méthodologie d'étude	22
I.6. Etude de l'entomofaune aquatique	22
I.6.1. Méthodes d'échantillonnage (Méthodes appliquées sur terrain) ...	22
I.6.1.1. Le filet troubleau	22
I.6.1.2. Méthode Collecte à la main	23
I.6.2. Méthodes utilisées au laboratoire	23
I.6.2.1. Pré-tri et conservation des échantillons	23
I.6.3.2. Tri et Identification de l'entomofaune aquatique au laboratoire ...	23
I.6.3.3. Détermination et conservation des espèces entomofauniques ...	24
I.7. Echantillonnage de l'eau des stations	24
I.7.1. Techniques d'échantillonnage	24
I.7.2. Transport et conservation au laboratoire	25
I.8. Caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques	26
I.8.1. pH	26
I.8.2. La conductivité électrique	26
I.8.3. Détermination du phosphate par spectrométrie	26

I.8.4. Dosage des ions magnésium	27
I.8.5. Dosage des ions sulfates par spectrophotométrie UV visible	27
I.8.6. Recherche et dénombrement des bactéries coliformes et D'Escherichia Coli.....	27
I.8.6.1. Recherche des streptocoques fécaux en milieu liquide	28
I.8.6.2. Recherche et dénombrement des coliformes milieux liquides	28
I.9. Indices écologiques appliquées et Traitement des données biologiques	33
I.9.1 Abondance relative "AR".....	33
I.9.2 Fréquence de présence de ces espèces.....	33
I.9.3. L'indice de Shannon H'.....	34
I.9.4. L'indice d'Equitabilité (E)	35
Chapitre II : Evaluation de la qualité physico-chimique, bactériologique et biologique d'eau de lac d'étude	
II.1. Analyses des propriétés physico-chimiques et bactériologiques d'eau de lac stations.....	36
II.1.1. Paramètres physiques.....	36
II.1.1.1. Température "T°"	36
II.1.1.2. La conductivité électrique " CE "	37
II.1.1.3 Le pH.	37
II.1.2. Paramètres chimiques.....	38
II.1.2.1. Les Nitrate "NO ₃ ⁻ "	38
II.1.2.2. Azote Nitreux "NO ₂ ⁻ ".....	38
II.1.2.3. Le Magnésium "Mg".....	39
II.1.3. Analyses bactériologiques.....	39
II.1.3.1. Coliformes totaux.....	40
II.1.3.2. Coliformes fécaux.....	40
II.1.3.3. Streptocoques fécaux groupe D.....	41
II.2. Evaluation de la qualité biologique de lac étudiée.....	41

II.2.1. Abondance relative Richesse, et diversité spécifique des groupes faunistiques.....	41
II.2.3. abondance de la globale dans le lac	44
Discussion générale.....	46
Conclusion général et Perspectives.....	54
Référence bibliographiques.	55

Liste d'abréviation

Abréviation	Signification
ADE	Algérienne des eaux
AEP	Alimentation en Eau Potable
BMWP	Biological Monitoring Working Party
OMS	Organisation Mondial de Santé
PNC	Parc National de Chréa S Simens
S/m	siemens par mètre
$\mu\text{S/cm}$	micro-siemens par centimètre
UNEP	united nations environment programme
BCPL	Bouillon lactosé au pourpre de bromocrésol
D/C	double concentration
S/C	simple concentration
CGP	cocci à Gram positif
BGN	bacilles gram négatifs

Liste des tableaux

Tableau1: Température mensuelle moyenne, maxima et minima et précipitations de l'année 2015 secteur d'El Hamdania (ONM 2015).....	21
Tableau2: Abondance taxonomiques de l'entomofaune aquatique du lac Tamezguida	42
Tableau 03: Représenté fréquence d'occurrence des espèces étudiées.....	43
Tableau 04: L'indice de diversité H', E, J de lac d'étude en 2017.	44

Liste des figures

Figure 01 : <i>Gerris lacustris</i> (Linnaeus, 1758)	11
Figure 02 : <i>Noterus clavicornis</i> (De Geer, 1774).....	12
Figure 03 : <i>Culex pipiens</i> (Linné, 1758).....	12
Figure 04 : <i>Libellula aqua drimaculata</i> (anonymes 1993).....	13
Figure 05 : Linnaeus, (1767).....	14
Figure 06 : <i>Hydropsyche sp</i> (Curtis, 1835).....	15
Figure 07 : Perlidae (Latreille, 1802).....	16
Figure 08 : Localisation de site d'étude (Google Earth, 2017).....	17
Figure 09 : Lac Tamezghuida photo originale 2017.....	18
Figure 10 : L'étage bioclimatique de lac étudié au niveau du sous bassin Versant de La Chiffa sur le climagramme d'Emberger (2006- 2015)...	20
Figure 11 : Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausson du secteur d'ElHamdania durant l'année 2016.....	21
Figure 12 : Echantillonnage avec filet troubleaux (originale, 2017).....	22
Figure 13 : Mode de prélèvement d'échantillons d'eau.....	25
Figure 14 : Dénombrement des streptocoques fécaux dans l'eau.....	31
Figure 15 : Dénombrements des coliformes totaux et fécaux dans l'eau.....	32
Figure 16 : Variation de la température (T°) pendant les deux périodes	36
Figure 17 : Variation de la Conductivité électrique "CE" pendant les deux périodes	37
Figure 18 : Variation du Taux de potentiel en Hydrogène pH pendant les deux période	37
Figure 19 : Variation des Nitrates " NO_3^- " pendant les deux périodes.....	38
Figure 20 : Variation de l'Azote Nitreux " NO_2^- " pendant les deux périodes	38
Figure 21 : Variation Magnésium pendant les deux périodes	39
Figure 22 : Variation de coliformes totaux pendant les deux périodes.....	40

Figure 23 : Variation des Streptocoques fécaux pendant les deux périodes.....	40
Figure 24 : Fréquence d'occurrence des espèces étudiées.....	41
Figure 25 : Abondance de la faune globale dans le lac étudiée.....	44

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Chapitre I : La qualité de l'eau

1. Introduction:

L'eau est la plus importante source vitale à commencer par l'unité fondamentale de l'être vivant la cellule baigne toujours dans l'eau. Cette dernière joue un rôle dans la régulation de la concentration intracellulaire et extracellulaire donc dans les échanges cellulaires qui permettent à leur tour à l'organisme de croître et de se développer (**Hubert. et Marin M., 2001**).

En fait, tous les êtres vivants vivent sur une planète « planète bleu » qui se distingue des autres planètes du système solaire par l'abondance de l'eau.

L'approvisionnement en eau constitue actuellement un besoin majeur dans les différents domaines de la vie en raison de l'accroissement de la population et de son niveau de vie (**Luna B. et Kenneth S., 1972**).

En outre, la pollution guette à chaque instant et de plus en plus toutes nos belles réserves c'est pour cela qu'il est devenu très utile de procéder à des contrôles et analyses physico-chimiques et microbiologiques de l'eau périodiquement.

2. Préserver la qualité l'eau

Selon Grâce aux processus physiques, chimiques et biologiques qu'elle développe, la nature possède la faculté extraordinaire de "digérer" les pollutions que nous lui faisons subir. Mais lorsque les charges sont trop importantes, les équilibres peuvent être rompus. Les activités humaines ont des conséquences quelquefois dramatiques pour les espèces naturelles présentes dans les milieux aquatiques et sans une action énergique, nous risquons en fin de compte de scier la branche sur laquelle nous sommes assis.

Heureusement, la prise de conscience se renforce et les autorités ont lancé des programmes ambitieux de lutte contre les pollutions pour l'épuration des eaux usées le rétablissement de sites naturels et la protection des ressources d'eau pure dans une optique de "développement durable". La participation de tous les secteurs de la société à cette grande entreprise de réhabilitation de la nature ne cesse de croître. Ainsi même s'il reste encore beaucoup d'efforts à accomplir l'industrie a réduit de manière spectaculaire ses rejets nocifs dans les eaux et elle réutilise de plus en plus l'eau au sein même des usines. Un nombre croissant de stations d'épuration des eaux usées domestiques est en fonctionnement et une attention plus grande est accordée aux pollutions diffuses provenant notamment de l'agriculture. On constate déjà depuis quelques années une amélioration relative de la qualité de nombreux cours d'eau, ce qui a permis la réapparition de certaines formes de vie aquatique en divers endroits. Il reste néanmoins encore de très gros progrès à réaliser. Afin de se conformer aux directives de l'Union européenne, un vaste réseau d'égouts, de collecteurs et de stations d'épuration

doit encore être construit ou rénové Les budgets prévus totalisent plusieurs milliards d'Euros (**Anonyme., 2017**).

3. Pollution de l'eau

3.1. Généralité

Le terme «pollution» désigne toute modification défavorable du milieu naturel qui parait en totalité ou en partie comme un sous-produit de l'action humaine au travers des effets directs ou indirects altérant les critères de répartition des flux d'énergie des niveaux de radiation de la constitution physico-chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes Ces modifications peuvent affecter l'homme directement ou à travers des ressources agricoles en eau et en produits biologiques. Elles peuvent aussi l'affecter en altérant les objets physiques qu'il possède ou les possibilités réactives du milieu (**1er Rapport du Conseil sur la qualité de l'environnement de la Maison Blanche, 1965, in Ramade, 2002**). La pollution est la dégradation d'un écosystème par la diffusion comme sous-produit involontaire d'une activité humaine d'agents matériels, les polluants qui rendent ce milieu malsain, dangereux ou qui dégradent les conditions de vie (**Chiroleu – Assouline, in Veyret, 2007**).

Elle peut être définie également comme la surexploitation des capacités d'autoépuration du milieu naturel (**Khaled, 1995**). En effet pendant longtemps les eaux souterraines étaient pures car le passage dans les roches poreuses joue un rôle de filtre et elles s'auto nettoient grâce aux bactéries aérobies et anaérobies. Mais depuis quelques années, ces nappes sont touchées par la pollution car les bactéries ne parviennent plus à l'enrayer assez rapidement. Dans le cas des fleuves, des rivières et des cours d'eau si la source polluante est maîtrisée l'eau en mouvement se renouvelle et peut donc se nettoyer (**Khamar et al, 2000**). La pollution résulte de l'introduction dans un milieu de substances conduisant à son altération (**Gaujous,. 1995**).

Actuellement la pollution des eaux est devenue un phénomène universel qui mena gravement l'environnement et qui nécessite une lutte soutenue car de nombreux produits agricoles et industriels sont de plus en plus responsables de l'apparition de cette forme de pollution.

3.2. Définition la Pollution de l'eau

La pollution des eaux est définie comme toute modification physique ou chimique et bactériologique de la qualité des eaux, qui a une influence négative sur les organismes vivants ou qui rend l'eau inadéquate aux usages souhaités. Donc on dit que l'eau est polluée, lorsque sa composition ou son état est directement ou indirectement modifié par l'action de l'homme (**Ezziane S, 2007**)

3.3. Méthodes utilisées pour évaluer la pollution

3.3.1. Principaux types de pollution

La composition des eaux usées est en fonction de nombreux paramètres

- Propriété physico-chimique de l'eau potable distribuée
- Mode de vie des usagers
- Importance et le type des rejets industriels.

D'une manière générale la pollution des eaux se manifeste sous les formes principales suivantes (**Raymond D, 1997**).

3.3.1.1. Pollution organique

La pollution organique constitue la partie la plus importante, et comprend essentiellement des composés biodégradables. Ces composés sont de diverses origines (**Bechac J, Boutin P., 1984**).

3.3.1.2. D'origine urbaine

Les protides (les protéines) qui représentent tous les organismes vivants qui sont de nature protéique telle que les animaux, les bactéries et même les virus. Ces protéines subissent une décomposition chimique au contact de l'eau (hydrolyse) en donnant des acides aminés.

Les lipides (corps gras) : ce sont des éléments rejetés généralement par les eaux domestiques telles que les graisses animales, et les huiles végétales.

Leur décomposition en milieu aérobie se traduit par une libération du CO₂, et en anaérobiose, il y a formation de CO₂ et CH₄.

Les glucides à l'état simple, il s'agit des sucres alimentaires, le glucose, à l'état complet donnant les polysaccharides (**Ezziane S., 2007**).

3.3.1.3. D'origine industrielle

Ce sont les produits organiques toxiques tels que les phénols, les aldéhydes les composés azotés, les pesticides, les hydrocarbures et les détergents (**Bechac J, Boutin P., 1984**).

3.3.1.4. Pollution minérale

Il s'agit principalement d'effluents industriels contenant des substances minérales tel que : les sels, les nitrates, les chlorures, les phosphates, les ions métalliques, le chrome, le cuivre et le chlore. Ces substances suscitées :

- peuvent causer des problèmes sur l'organisme de l'individu.
- Perturbent l'activité bactérienne en station d'épuration.

- affectent sérieusement les cultures **(Bechac J, Boutin P., 1988)**.

3.3.1.5. Pollution microbienne

Les bactéries, virus et autres agents pathogènes vivant dans les eaux souterraines composent ce que l'on appelle la pollution microbiologique. Elle vient généralement de décharges, d'épandages d'eaux usées, de l'élevage, de fosses septiques, de fuites de canalisations et d'égouts, d'infiltration d'eaux superficielles, de matières fermentées ou du rejet d'eaux superficielle. Ces microorganismes nocifs peuvent générer des maladies graves dans les cas de contact ou d'ingestion de l'eau qui en est porteuse **(Paulr ., 1998)**.

3.3.1.6. Pollution par les métaux lourds

Parmi les métaux lourds dangereux pour la santé, il faut citer le plomb le mercure, le cadmium, l'arsenic, le cuivre, le zinc et le chrome. Ces métaux se trouvent à l'état naturel dans le sol, sous forme de traces qui posent peu de problèmes. Cependant, quand ils sont concentrés dans des aires particulières, ils posent un grave danger. L'arsenic et le cadmium, par exemple, peuvent causer le cancer. Le mercure peut provoquer des mutations et des dégâts génétiques, tandis que le cuivre, le plomb et le mercure peuvent causer des lésions aux os **(Ezziane S., 2007)**.

4. Paramètres physiques chimiques et bactériologiques

4.1. Paramètres physico-chimiques

Les paramètres physiques et chimiques sont essentiels pour préciser la qualité de Léau, la nature et la concentration des polluants et la distribution des organismes vivants.

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

4.1.1. Paramètres physiques

4.1.1.1. Température

C'est une caractéristique physique importante, elle joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH pour la connaissance de l'origine de l'eau des mélanges éventuels. Sa mesure est nécessaire pour accéder à la détermination du champ de densité et des courants. D'une façon générale, la température des eaux superficielles est influencée par la température de l'air et ceci d'autant plus que leur origine est moins profond. Selon leurs températures, les eaux naturelles sont classées comme suit hypothermies, hyperthermies (**Mokeddem K, Ouddane S., 2005**).

4.1.1.2. Conductivité électrique

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau entre deux électrodes métalliques de 1 cm² et distantes l'une de l'autre de 1 cm. (**Rodier J., 1996**).

La conductivité est une mesure de la capacité de l'eau à conduire un courant électrique, donc une mesure indirecte de la teneur de l'eau en ions. Ainsi, plus l'eau contient des ions comme le calcium (Ca²⁺), le magnésium (Mg²⁺), le sodium (Na⁺), le potassium (K⁺), le bicarbonate (HCO₃⁻), le sulfate (SO₄²⁻) et le chlorure (Cl⁻), plus elle est capable de conduire un courant électrique et plus la conductivité mesurée est élevée (**Hade A., 2002**).

4.1.1.3. Potentiel d'hydrogène pH

Le pH ou le potentiel d'hydrogène est le logarithme décimal de l'inverse de sa concentration en ions d'hydrogène (H⁺), il est inférieur ou supérieur à 7 suivant que l'eau est acide ou basique. Il n'a pas de la signification hygiénique mais il représente une notion importante de la détermination de l'agressivité de l'eau et la précipitation des éléments dissous. (**Hade A., 2002**)

4.1.2. Paramètres chimique

La qualité chimique de l'eau est l'ensemble des caractéristiques générales de l'eau et des concentrations de minéraux dissous dans l'eau. Elle dépend des types de matériaux présents dans le sol et du temps de contact de l'eau avec ces matériaux. Le terme technique qui désigne les éléments à analyser est « Paramètres » (**Catherine G., 2009**).

4.1.2.1. Nitrates

Les nitrates NO₃ présents dans le sol, dans les eaux superficielles et souterraines résultent de la décomposition naturelle, par des microorganismes, de matière organique azotée telle que les protéines végétales, animales et les excréments animaux. L'ion ammonium formé est oxydé en nitrates. La présence de nitrates dans l'environnement est une conséquence naturelle du cycle de l'azote (**Schuddeboom J., 1993**).

La dose journalière de nitrates admissible pour un homme de 70 kg est de l'ordre de 350 mg de nitrate de sodium par jour.

Les valeurs limitent des nitrates dans l'eau, varient de 25 mg/l (CEE) à 50 mg/l (OMS) et (NA) (**Bouziani M, .2000**).

4.1.2.2 Nitrites

Les nitrites NO₂ proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniac, soit d'une réduction des nitrates. Une eau renferme une quantité élevée de nitrites (Supérieur à 1 mg/l d'eau). (**Rodier J., 1996**).

Les valeurs limitent recommandées pour les nitrites dans l'eau de boisson, sont de 0,1mg/l pour les pays de l'union européenne et Algérie et des doses inférieures à 1 mg/l pour l'OMS (**Boualem R., 2009**)

4.1.2.3. Magnésium

Le magnésium est un des éléments les plus rependus dans la nature. Il constitue environs 2.1% de l'écorce terrestre. Il est un élément indispensable pour la croissance. Il intervient comme élément plastique dans l'os et comme élément dynamique dans les systèmes enzymatique et hormonaux. Le magnésium constitue un élément significatif de dureté de l'eau. à partir d'une concentration de 100 mg/l et pour des sujets sensibles le magnésium donne un goût désagréable à l'eau potable (**Rodier J., 1996**).

4.2. Paramètres bactériologiques de l'eau

Les analyses bactériologiques de Léau ont pour but de mettre en évidence la présence des bactéries qui modifient l'aptitude d'une eau pour une utilisation donnée. La qualité bactériologique d'une eau n'est pas un paramètre stable mais sujet à des fluctuations en rapport avec une pollution accidentelle qui peut être d'origine domestique, agricole ou industrielle.

Les micro-organismes les plus utilisée comme indicateurs de la contamination fécale sont les coliformes fécaux (**Prescott et al, 2003**).

Les micros organismes à dénombrer ou à rechercher dans l'eau sont d'origines diverses

4.2.1. Recherche des germes totaux à 22°C et 37°C pathogènes

Certaines maladies infectieuses sont transmises à l'homme par absorption d'eau ou d'aliments pollués par une eau contenant des micro-organismes pathogènes. Les plus redoutables d'entre eux sont les salmonelles responsables de la fièvre typhoïde et le vibron cholérique responsable du choléra (**Leyral G, Ronnefoy C, Guillet F., 2002**).

4.2.2. Recherche des coliformes totaux

Selon l'organisation internationale de standardisation, il s'agit de bacilles gram négatifs (BGN) non sporulés oxydase négative aérobies ou anaérobies facultatifs, capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 24 à 48 heures à une température comprise entre 36°C et 37°C. Elles existent dans les matières fécales mais se développent également dans les milieux naturels (**Leral G, Ronnefoy C, Guillet F., 2002**).

4.2.3. Recherche des streptocoques fécaux (37°C)

Il s'agit de cocci à Gram positif (CGP) de forme sphérique ou ovoïde, se présentant en chainettes plus ou moins longues, non sporulées aéro-anaérobies facultatives, ne possédant ni catalase ni oxydase ce sont des hôtes normaux d'homme et ne sont pas considérés comme pathogène (**Berne F., 1972**).

CHAPITRE II :

l'entomofaune aquatique des eaux stagnantes

Chapitre II : l'entomofaune aquatique des eaux stagnantes

1. Introduction

Les eaux stagnantes abritent de nombreuses espèces d'insectes aquatiques adaptées à la vie dans ces milieux. Les faunes sont bien différentes selon qu'il s'agit de mares, d'étangs de lacs, de marécages, de lacs de montagne ou d'une simple flaque d'eau.

Ces milieux ont en commun une richesse en plantes aquatiques qui envahissent la totalité du milieu dans les marécages, ainsi qu'une certaine stabilité. Leur surface et leur aspect évoluent cependant dans le temps : les mares, les étangs et les lacs se comblent progressivement par accumulation de débris organiques et de sédiments et ils se trouvent envahis de végétation, entraînant des modifications majeures dans la composition numérique et spécifique de l'entomofaune. Le mode de formation de ces milieux humides varie énormément : lac à l'intérieur de cratères d'anciens volcans éteints dans le Puy de dôme, mares formées par l'isolement d'anciens bras morts de rivière, marais côtiers ou marécages alimentés par des sources. Certains sont d'origine humaine, comme les anciennes gravières et les sablières inondées ou les étangs artificiels, nombreux autour des villages. Leur faune est souvent particulière.

Les insectes aquatiques se trouvent en majorité en bordure littorale, particulièrement riche en nombreuses plantes aquatiques. Ces plantes constituent des refuges pour les invertébrés phytophages, comme les mollusques et les insectes aquatiques qui consomment ces plantes. Elles abritent aussi des insectes prédateurs qui consomment d'autres invertébrés.

La composition chimique de l'eau est un autre facteur important. Les eaux sont acides, neutres ou alcalines, plus ou moins chargées en calcium ou en magnésium, en matière organique dont la décomposition entraîne une diminution de la quantité d'oxygène dissous. L'ensemble de ces facteurs, biotiques et abiotiques, conditionne la composition faunistique des eaux stagnantes, les insectes ayant des préférences quant au choix des habitats disponibles. (Dommaget J.L ,2000).

2. Les insectes aquatiques se trouvent dans le lac

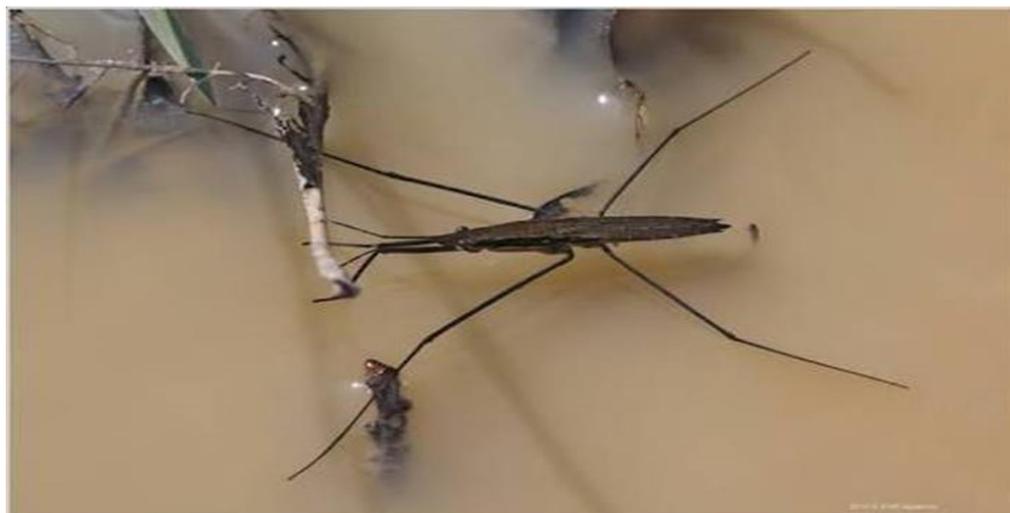
2.1. Les Hémiptères

Ce groupe essentiellement terrestre présente quelques espèces semi-aquatiques et quelques rares espèces totalement aquatiques. Les œufs sont déposés sur des substrats semi aquatiques ou dans les saprophytes aquatiques. Les nymphes crient rapidement (1 à 4 semaines). Les larves se développent également rapidement (2 mois) en effectuant 5 mues. Les caractères distinctifs les plus saillants sont la présence de pièces buccales armées d'un rostre de type labial, piqueur-suceur, des ailes antérieures transformées en hémiélytres et divisées en corium (opaque) et membrane (transparente), la fréquente présence d'une ou de deux glandes odoriférantes métathoraciques (provoquant l'odeur de Punaise). Cet ordre présente

Line nette dominance des Gymnocerates semi-aquatiques ou des Amphibicorisae, ils constituent d'insectes qui ne nagent pas, mais marchent ou patinent à la surface de l'eau (**Chinaei Usjnger, 1949**). La famille des Velina est la plus nombreuse, suivie de la famille des Nepinae et Hydrometridae. Les Velina sont des insectes de taille moyenne, allongés et souvent macroptères. Le mésonotum est largement recouvert par le pronotum chez les individus aptères.

Les Nepinae sont des insectes légèrement aplatis portent une tête caune triangulaire, très mobile et munie de gros yeux et d'un rostre court et conique apparemment non segmente. Les stylets mandibulaires et maxillaires sont de types non-piqueurs, ils servent à dilacérer les algues filamenteuses et les larves des Diptères,

Les espèces les plus fréquemment rencontrées sont : *Nepa sp* et *Ranatra sp*, Les Hydrometridae sont des insectes qui présentent les mêmes caractéristiques que les Nepinae, mais ayant une taille au moins égale à 6 mm, Les antennes comportent 4 articles, pas d'ocelles ni d'omphalium, le seul et unique genre en Afrique est le genre *Hydrometra* **Poisson, 1957 ; Macan T.T ,1960**).



Gerris lacustris (Anonyme, 1758)

2.2. Les Coléoptères

Les Coléoptères sont bien adaptés au milieu aquatique (1arves et adultes) et sont phyllo génétiquement les plus primitifs. Deux familles serni-aquatiques sont rencontrées en grand nombre au niveau du 1^{er}mètre précédant le niveau d'eau. Il s'agit de la famille des Hydraenidae et des Staphylinidae caractérisées par des espèces ayant une respiration aérienne, Parmi celles rencontrées dans l'eau, la famille des Dytiscidés, des Staphylinidae et celle des Hydraenidae sont majoritaires (**Auber, 1976**).



***Noterus clavicornis* (Anonyme, 1774)**

2.3. Les Diptères

Les Diptères constituent avec les Coléoptères 1^{er} groupe des ordres d'insectes les plus variés en espèces et abondants dans le monde. Les Lormes aquatiques sont par contre moins nombreuses que les faunes terrestres mais bien souvent ils sont d'un intérêt économique et médical. Ce groupe, à métamorphose complète, est le plus important des insectes aquatiques aussi bien en milieu lentique que l'otique. Selon les espèces, les stades larvaires (3 à 4 mues) aquatiques durent plusieurs semaines après de 2 ans. La plupart des espèces ont une génération par ans, certains en ont deux. La plupart des larves ont une respiration cutanée ou branchiale (Johannsen, 1977).



***Culex pipiens* (Anonyme, 1758)**

2.4. Les Odonates

Les Odonates communément appelés libellules, renferment des insectes prédateurs qui associent des caractères de structure archaïque à d'autres d'un développement très poussé et très original. Ils ont une tête mobile portant des pièces de type broyeur, des antennes courtes et des yeux très gros (les libellules sont des insectes qui ont une vision bien développée). Ils ont des pattes faibles, mais de grandes ailes semblables ou de différentes pourvues d'abondantes nervures longitudinales et transversales. L'abdomen est cylindrique ou aplati, longuement étiré et le corps est glabre. Après la fécondation, les Odonates déposent leurs œufs sur l'eau, sur un substrat végétal émergent ou à proximité de l'eau. Les œufs éclosent au bout de 2 à 5 semaines. La croissance des larves est variable (5 semaines à 5 ans) de même que le nombre de mues (10 à 20). Les nymphes quittent alors l'eau le long d'un substrat émergent. COM11L: les insectes parfaits, les larves de libellules sont des animaux prédateurs, à l'aide de leur « masque » qu'elles projettent pour capturer leur proie (**Rietschel, 1975 ; Aguesse, 1968 ; Robert, 1958**).



Libellula quadrimaculata (anonymes, 1815)

Le développement pré-marginal des Libellules se déroule en six phases. Au cours du premier stade larvaire la larve grimpe sur un fragment végétal qui émerge. Au deuxième stade, le thorax se fend en croix et il en sort une libellule. Au troisième stade, la Libellule dégage ses pattes de l'enveloppe larvaire et se repose. Le quatrième stade correspond au développement des ailes. Au cinquième stade, l'abdomen s'étire à son tour et absorbe de l'air. Enfin au sixième stade l'abdomen rejette par l'anus quelques gouttes de liquide et de l'air et commence alors à prendre sa forme définitive (**Aguesse, 1968 ; Rietschel, 1975**).

2.5. Les Éphéméroptères

Les Éphéméroptères sont presque totalement aquatiques. La longévité de l'adulte terrestre est très courte (3 jours). Les œufs sont déposés dans l'eau ou sur des objets submergés et l'éclosion a lieu quelques semaines plus tard. Le nombre

de mues est toutefois considérable (20 à 40). Quelques espèces vivent à l'état nymphal pendant plus de deux ans. Les larves des Epheméroptères sont hétérométaboles et se distinguent essentiellement par leurs 3 cerques (plus rarement 2) et leurs branchies présentes sur l'abdomen et non sur le thorax. Les griffes sont toujours simples. La distinction des familles se fait en grande partie par l'examen des branchies (nombre, taille, forme, disposition) et des cerques (longueurs relatives, position des soies). La forme des notums thoraciques et des segments abdominaux est aussi utilisée pour distinguer les familles. Ces caractères pénètrent le plus souvent une détermination du genre (**Landa, 1969 ; Macan, 1979 ; Micha, 1982 ; Merritt et Cummins, 1984**).



***Cloëon sp1* (Anonyme, 1767)**

2.6. Les Trichoptères

Les cohortes d'adultes de Trichoptères émergent pendant les périodes les plus chaudes de l'année (mai à octobre). Les œufs féconds sont déposés sur des substrats immergés et se développent en 1 à 3 semaines. Les larves de la plupart des espèces construisent des fourreaux avec des particules du substrat (sable, graviers, feuilles) à la soie sécrétée et y sont spécifiquement liées. Elles se distinguent de celles des Coléoptères avec lesquelles elles pourraient être confondues, par la présence d'une paire de crochets anaux (**Lepneva, 1964 ; Rousseau E., 1921**). Ces crochets sont soit disposés latéralement à l'extrémité de l'abdomen chez les larves de type éruciforme, soit portés à l'extrémité de fausses pattes (les pyrophores) chez les larves de type campo déiforme. Certaines larves de Coléoptères (F. Gyridae) portent des crochets à l'extrémité de l'abdomen, mais ces crochets n'ont jamais la disposition observée chez les larves de Trichoptères (**Edington & Hildrew, 1981**).



***Hydropsyche sp* (Anonyme, 1835)**

2.6.1. Méthode de capture et d'identification

Certaines espèces de trichoptères sont présentes toute l'année, mais on observe un maximum de entre fin juin et début juillet. Les individus peuvent être trouvés en journée, quand ils sont alors cachés dans la végétation, sous les ponts ou les buses. Ils peuvent être capturés au filet troubleau classique. Le piège lumineux est cependant la méthode de capture la plus efficace. Les larves sont à rechercher dans milieux aquatiques et avec la plus grande variété possible de vitesses de courant (**Edington J.M., Hildrew A.G., 1995**)

L'identification des trichoptères est basée entre autres sur la forme et la disposition des nervures des ailes (critères d'identification des familles et des genres), sur des critères des palpes maxillaires ou des épines des pattes, et aussi généralement sur l'examen des génitales des mâles. Dans certains cas favorables, les femelles peuvent être identifiées au niveau spécifique également à partir de l'examen des génitales. Une loupe binoculaire est dans tous les cas indispensable (**Hickin N.E., 1942 à 1955**)

2.7. Les Plécoptères

Les larves des Plécoptères sont très proches morphologiquement de celles des éphéméroptères. Elles s'en distinguent essentiellement par la présence de deux griffes aux tarsi (une seule chez les Ephéméroptères). Ce caractère peut être compensé par d'autres. Il y a toujours 2 cerques articulés (généralement 3 chez les Ephéméroptères sauf le genre *Epeorus*). Lorsqu'il y a des branchies, celles-ci sont soit sous le cou, soit coxales, soit anales, mais jamais abdominales comme chez les Ephéméroptères (**ILLIES, et al 1955 ; Hynes et al, 1977 ; Consiglio, 1980**).



Perlidae (anonyme, 1802)

2.7.1. Méthode de capture et d'identification

Les mois les plus riches en diversité de captures d'adultes sont avril, mai, juin et septembre. Un filet pour les adultes et une simple passoire pour les larves peuvent suffire pour la capture des perles. En hiver, il faut préférer les moments les plus chauds de journées ensoleillées. On peut prospecter en priorité les parapets des ponts et les touffes de végétation en bordure des cours d'eau et abrités du vent (Phalaris, jeunes saules...) La recherche de larves peut être orientée sur les zones où l'eau stagne (coude de rivière..) et plutôt dans des endroits peu profonds. Il faut aussi toujours inspecter le bois mort qui se trouve dans l'eau, en bordure de rivière ou coincé dans les chutes. Pour déterminer les perles, une loupe binoculaire est nécessaire, ainsi qu'un microscope pour certaines espèces **(Le Doare, J Vincon, G .2005)**.

CHAPITRE III :

Matériel et méthode

Chapitre III : Matériel et méthode

1. Objectif

L'objectif de notre travail consiste à déterminer la qualité de l'eau du lac Tamezguida par des analyses physico-chimiques et bactériologiques et voir son effet sur la disponibilité de son entomofaune aquatique en vue d'étudier

- ◆ Les caractéristiques physico chimiques et bactériologiques de l'eau.
- ◆ La dynamique -temporelle et identification des taxons capturés.
- ◆ La diversité spécifique, l'abondance relative ainsi que la fréquence d'occurrence des taxons rencontrés.

.2. Présentation de la région d'étude

2.1. Localisation générale

Lac Tamezguida se situe à 90 km au Nord-Ouest de la capitale Alger et à 12km au sud-est de la wilaya de Médéa dont il dépend administrativement. Accessible par la route nationale 1 et situé à l'extrémité est du pic de Mouzaia ce lac offre une vue imprenable sur la partie Nord de la plaine de la Mitidja à l'est la vallée de Bou Roumi et de la Chiffa, au sud l'entrée de la ville de Médéa, la vallée de Oued Harbil et à l'Ouest une partie du haut Chellif.

Le lac Tamezguida ou lac Dhaia appartient au Parc National de Chréa, culminant à plus de 1200 mètres d'altitude sur l'atlas Blidéen, classé réserve mondiale de la biosphère en 2003(Anonyme, .2010).



Figure 08 : localisation du Lac Tamezguida (Anonyme, 2013).



Figure 09 : Photographie du Lac Tamezguida (originale ,2017)

3. Les conditions météorologiques de zone d'étude

3.1. Le climat

La station météorologique du lac de Mouzaia est prise comme référence :

Altitude (m)	Latitude	Longitude
1270	36°22	2°41 E

- Précipitations moyennes annuelles : 933 mm
- neige en moyenne 20 jours/an
- L'enneigement dépasse 01 mois pouvant atteindre à certains endroits les 02 mois (**Anonyme., 2010**).

3.2. Les températures

Les températures (**°C**) sont indiquées par le tableau suivant :

	M	M	M'	m'	M''	m'
moyenne annuelle	moyenne Maximas	moyenne minimas	moyenne maximas extrêmes	moyenne minimas extrêmes	maxima absolu	minima absolu
11,75	15,7	7,8	23,1	2,3	37	-9,4

- L'humidité relative atteint 70%. **(Anonyme., 2010).**
- Amplitudes moyennes des températures **(Anonyme., 2010).**

Minima moyen des deux valeurs extrêmes	16,5°C	1 - 17,5
Maxima moyen des deux valeurs extrêmes	22,3°C	6,5 - 28,8

- La zone du bassin versant et le site du lac de Mouzaia sont classés selon le quotient pluviométrique d'Emberger $Q = 3,43 \cdot P/M-m$ **(Anonyme., 2010).**
- La valeur obtenue $Q = 117$ classe la zone dans l'étage humide / Sous-étage hiver froid. **(Anonyme., 2010).**

4. Synthèse climatique

A l'aide du diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausson et du climagramme pluviométrique d'Emberger, nous allons essayer de dégager certaines caractéristiques du climat de notre région d'étude à partir des quelles nous pouvons interpréter nos résultats du terrain.

4.1. Climagramme d'Emberger :

L'indice d'Emberger permet la caractérisation des climats et leur classification dans l'étage bioclimatique. Cet indice est calculé par le biais du coefficient pluviométrique adopté par Stewart **(Stewart, 1978)** et obtenu par la formule qui suit :

$$Q_2 = 3,43(P / (M-m))$$

Avec :

P : La pluviométrie annuelle (mm).

M : La moyenne des températures maximales du mois le plus chaud.

m : La moyenne des températures minimales du mois le plus froid.

La température moyenne minimale du mois le plus froid, placée en abscisses et la valeur du coefficient pluviométrique

Q₂ placée en ordonnées, donnent la localisation de la station météorologique choisie dans le climagramme.

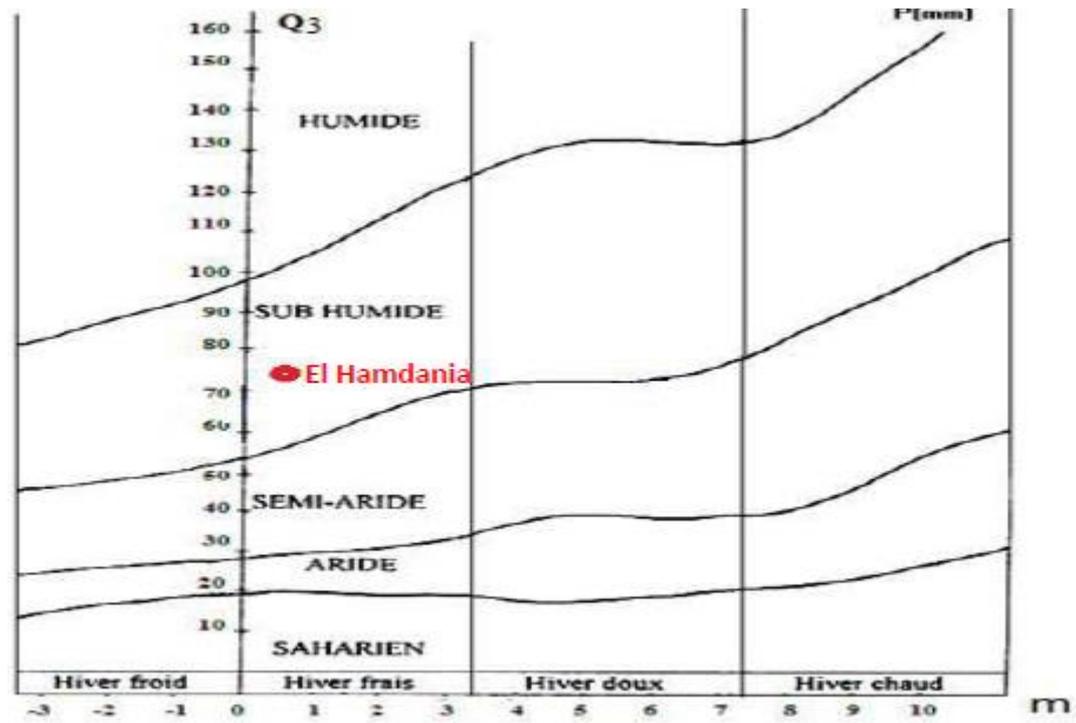


Figure10 : étage bioclimatique du lac Tamezguida au niveau du sous bassin Versant de La Chiffa sur le climagramme d'Emberger (2006-2015).

4.2. Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen

Le diagramme Ombrothermique sert à refléter une image du climat. Selon Bagnouls et Gaussen (**Djazoz, 985**). Le mois est défini comme étant sec lorsque la somme des précipitations moyennes (P), exprimées en millimètres (mm), est inférieure au double de la température de ce mois ($P / 2T$).

La moyenne des températures minimales mensuelles la plus basse se situe au mois de Janvier de l'année 2015 avec une température de 5,9°C, et la moyenne des températures maximales mensuelles la plus haute se situe au mois de Juillet de l'année 2015 de 28,1°C (**Tableau 01**)

Les précipitations mensuelles du bassin versant est le même que celui du secteur d'El Hamdania qui ont un régime typiquement méditerranéen avec un maximum en hiver et un minimum en été, et varient entre 600 et 900 mm en fonction de la région considérée (localisation géographique et l'altitude) (**MutinG, 1977**)

Cette distribution inégale des précipitations au cours du cycle annuel et l'alternance saison humide et saison sèche joue un rôle régulateur des activités biologiques de l'entomofaune aquatiques

Dans la plaine d'El Hamdania le cumul des précipitations pour l'année 2015 est de 865,5 mm Le mois le plus pluvieux est Février avec 301.6mm, suivi par Janvier Avec 142.7mm. Le mois le plus sec est Avril avec 0,00mm

La synthèse climatique s'accomplit de deux façons complémentaires.

Elle implique la construction du diagramme Ombrothermique de Gaussen et celle du climagramme pluviothermique d'Emberger. Nous avons défini l'étage bioclimatique pour notre région d'étude et qui se situe dans l'étage sub- humide à hiver frais pour les dix ans de 2006 à 2015 (**Figure 16**).

Tableau1 : Température mensuelle moyenne, maxima et minima et précipitations de l'année 2015 secteur d'El Hamdania (ONM, 2015).

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
M. (° C.)	16,7	13,2	20,7	25,4	35,6	35,3	40	38	33,3	30,6	21,6	20,2
m. (° C.)	-1,4	-3	3	5,6	7,5	10	19,4	16	12	5,5	0	4
M. + m. / 2 (° C).	5,9	4,0	9,3	15,3	19,1	21,5	28,1	26,1	19,9	16,3	11,3	10,6
P (mm)	142.7	301.6	47.3	0.0	18.9	19.0	0.2	12.2	81.9	37.9	32.5	0.3

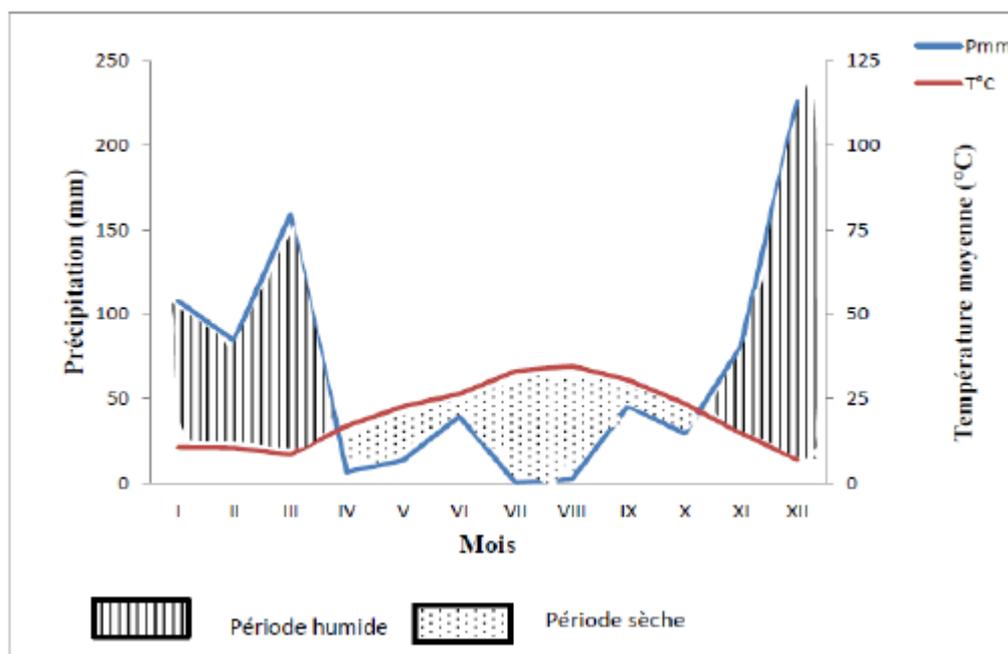


Figure 11: Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen du secteur d'El Hamdania durant l'année 2016.

5. Méthodologie d'étude

Pour la réalisation de cette étude, nous avons effectué deux prélèvements d'échantillons d'eau, ainsi qu'un inventaire biologique (insectes aquatiques) durant les deux périodes (hivernale et printanière).

Le matériel biologique (insectes aquatiques) a été prélevé avec une fréquence hebdomadaire (1fois/semaine) à raison de 21 sorties entre le mois de janvier et juin 2017 au cours des journées ensoleillées et ce de 10h à 16h

6. Etude de l'entomofaune aquatique

6.1. Méthodes d'échantillonnage (Méthodes appliquées sur terrain)

6.1.1. Le filet troubleau

Pour échantillonner des insectes aquatiques dans les eaux des mares, des étangs, des lacs, les entomologistes emploient un "filet spécial", appelé filet troubleau. Cet instrument est constitué traditionnellement d'un cercle de fer plat, de forme circulaire, sur lequel est montée une poche en toile de jute. Un manche en bois ou en canne de bambou s'adapte au cercle par une douille, Ce filet est construit en aluminium, métal léger et inoxydable, et sa poche est en Térylène, une fibre synthétique perméable employée pour sa résistance (Franck B., 2009).



Figure 12 : Echantillonnage avec filet troubleaux (originale ,2017).

6.1.2. Méthode Collecte à la main

Souvent la méthode la plus simple et la plus rapide pour échantillonner des insectes qui vivent à la surface des plantes à côté des pierres en particulier, consiste à faire des observations directes lors de chaque sortie (hebdomadaire) et prélever au hasard des échantillons, elle est utilisée dans notre étude pour la collecte des larves aquatiques car certaines larves sont extrêmement fragiles et la manipulation devient vite une catastrophe pattes arrachées, crèques endommagés inévitablement d'un problème de détermination. L'utilisation de pinces en métal plates et souples résout ce problème, la manipulation de gros insectes (coléoptères en général) ne pose aucun souci car ils se trouvent à l'état adulte.

6.2. Méthodes utilisées au laboratoire :

6.2.1. Pré-tri et conservation des échantillons

Sur le terrain, les organismes capturés, sont déposés dans un bassin blanc avec de l'eau de stations pour faciliter leur mobilité ainsi leur capture et aussi afin d'éliminer les éléments les plus grossiers (petites pierres, fragments du bois et feuilles des végétaux).

A l'aide des pinces entomologiques, nous avons procédé à introduire délicatement ces organismes dans des récipients en plastiques contenant du formol 10 % et ceci pour les fixer, à l'exception de certains taxons déterminés comme les larves qui sont très délicat et se détériorent facilement.

6.3.2. Tri et identification de l'entomofaune aquatique au laboratoire

Au laboratoire, les échantillons conservés dans des récipients étiquetés et sont rincés abondamment à l'eau claire dans des boites de pétri, le tri et l'identification est faite sous la loupe binoculaire. Ce même outil a servi à la détermination et au comptage des organismes (nombre total de taxons recensés, nombre d'individus par taxon).

6.3.3. Détermination et conservation des espèces entomofauniques

Après avoir récolté les taxons, ces derniers sont déterminés au laboratoire de Zoologie, au niveau du département de Biotechnologie, Faculté des Sciences de la Nature et de La Vie à L'Université Saad Dahleb De Blida. La reconnaissance est faite sous une loupe binoculaire, ou la détermination des spécimens récoltés est réalisée en faisant appel à des ouvrages, collections et Clés de détermination suivant : Tachet et al clef d'identification de **(Tachetet al. 2000)**, ainsi que celui de **(Bouchard,,2004)**, guide pratique d'identification des macros invertébrées benthiques des cours d'eau de Nathalie Mary.

7. Echantillonnage de l'eau

Les analyses ont été effectuées au niveau de l'ADE : Algériennes des eaux de la wilaya de BLIDA, durant les deux périodes hivernale et printanière.

7.1. Techniques d'échantillonnage

Pour la réalisation de cette étude, nous avons effectué deux prélèvements, le premier en hiver et le deuxième au printemps. à une profondeur de 3 m de ce lac **(Bouziani M., 2000)**.

Le matériel de prélèvement doit faire l'objet d'une attention particulière.

L'emploi de flacons neufs en verre borosilicaté de préférence bouchés émeri ou le cas échéant avec des bouchons en polyéthylène ou en téflon maintenus pendant 1 heure dans l'eau distillée puis séchés.

Pour les analyses microbiologiques, les flacons utilisés doivent assurer une fois bouchés, une protection totale contre toute contamination. Avant l'usage, les flacons doivent être soigneusement lavés, puis rincés à l'eau distillée, car il ne doit rester aucune trace d'un éventuel détergent ou antiseptique. Les flacons en verre seront stérilisés par la chaleur, soit à l'autoclave à 120°C pendant 1 heure, soit au four Pasteur à 180°C pendant 1 h 30. En présence d'une eau traitée par un oxydant, il faut ajouter avant stérilisation 5 gouttes d'une solution de thiosulfate de sodium à 10%. Pour la présente étude, des flacons de 500 ml en verre sont utilisés.

Durant les prélèvements, les flacons sont rincés trois fois avec de l'eau à analyser puis remplis jusqu'au bord. Le bouchon est placé de telle manière à ce qu'il n'y ait aucune bulle d'air et qu'il ne soit pas éjecté au cours du transport. Les prélèvements s'effectuent dans les meilleures conditions de stérilisation tel que : Se laver très soigneusement les mains et les avant-bras, les rincer à l'alcool et les laisser sécher.



Figure13 : mode de prélèvement d'échantillons d'eau (originale,2017).

7.2. Transport et conservation au laboratoire

Afin d'éviter que la teneur initiale en germes des eaux ne risque de subir des modifications dans le flacon, toutes les analyses sont effectuées le plus rapidement possible.

A cet effet la circulaire du 21 janvier 1960 relative aux méthodes d'analyses bactériologiques des eaux d'alimentation spécifie que «si la durée du transport dépasse 1 heure, et si la température extérieure est supérieure à 10°C, les prélèvements seront transportés dans des glacières dont la température doit être comprise entre 4 à 6 °C. Même dans de telles conditions, l'analyse bactériologique doit débiter dans un délai maximal de 8 heures, après le recueil de l'échantillon. Si exceptionnellement l'analyse doit être reportée, il faut entreposer les échantillons à 4 °C. Après prélèvement, les échantillons sont transportés aseptiquement à la température de 4°C dans des isothermes à l'obscurité pour assurer une conservation satisfaisante.

8. Caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques

Les analyses effectuées selon les normes (Afnor et Rodier ,1996), sont la température, le pH, la conductivité électrique, le magnésium, l'azote nitreux, le nitrate, les germes totaux ainsi que les coliformes totaux, fécaux et aussi les streptocoques fécaux.

8.1. PH

La détermination électro métrique du pH s'effectue par mesure de la différence du potentiel entre une électrode en verre et une électrode de référence (calomel-KCl saturé) plongeant dans une même solution. Cette différence de potentiel est une fonction linéaire du pH de la solution. Selon la loi de Nernst, le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions H⁺ présents par la relation :

$$E = E_0 + 2,3 \frac{RT}{nF} \log a_H$$

Avec :

E = Potentiel mesuré.

E₀ = Constante dépendant du choix de l'électrode de référence est des solutions internes.

R = Constante des gaz (J/°C).

T = Température absolue (°C).

n = Charge de l'ion.

F = Constante de Faraday (96 500 C).

H = Activité de l'ion dans l'échantillon (H⁺).

8.2. La conductivité électrique

La conductivité électrique d'une eau est une mesure du courant électrique conduit par les ions présents dans l'eau. Elle dépend de la concentration, nature des ions, de la température et la viscosité de la solution. La conductivité d'une solution est définie comme la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm² de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm. Elle est l'inverse de la résistivité électrique. L'unité de la conductivité

électrique est le siemens par mètre (S/m) mais est généralement exprimée en micro-siemens par centimètre ($\mu\text{S/cm}$).

8.3. Dosage des ions magnésium

Connaissant la dureté totale d'une part et la dureté calcique d'autre part, il est facile par différence de calculer la dureté magnésienne.

TH : Dureté totale

TCa²⁺ : Dureté calcique

TMg²⁺ : Dureté magnésienne.

8.4. Dosage des nitrites par spectrophotomètre UV visible

8.4.1. Principe

Le nitrite présent dans l'échantillon réagit avec l'acide sulfanilique pour former un sel intermédiaire de diazonium. Ce dernier se combine à l'acide chromo tropique pour produire un complexe de couleur rose dont l'intensité est directement proportionnelle à la concentration de nitrite dans la solution.

8.5 .Dosage des nitrates par spectrophotomètre UV visible

8.5.1. Principe

Le nitrate présent dans l'échantillon réagit avec l'acide chromo-tropique en condition fortement acide pour former un produit jaune dont l'absorbance maximale se mesure à 410 nm.

8.6. Recherche et dénombrement des bactéries coliformes et d'*Escherichia* –Coli (Méthode par Filtration)

Les analyses bactériologiques qui ont été effectuées au niveau du laboratoire de L'A.D.E de Blida, consistent à rechercher :

- Les *Germes totaux*
- Les *Coliformes totaux et fécaux*
- Les *Streptocoques fécaux*

8.6.1. Recherche des Streptocoques fécaux en milieu liquide

Test de présomption

A partir de l'eau a analysée, porter aseptiquement

- 5 fois 10 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE D/C
- 1 ml dans un tube contenant 10 ml de milieu ROTHE S/C
- 0.1ml dans un tube contenant 10 ml de milieu ROTHE S/C
- Bien mélanger le milieu et l'inoculum.
- L'incubation se fait à 37 °C pendant 24 à 48 heures.

Lecture

Seront considérés comme positif, les tubes présentant à la fois :

- Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu pendant cette période est présumé contenir un streptocoque fécal.
- La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP.

Test de confirmation

Le test de confirmation est basé sur la confirmation des Streptocoque fécaux éventuellement présents dans le test de présomption.

Les tubes de ROTHE positifs, après l'agitation, prélever de chacun d'eux quelques gouttes à l'aide d'une pipette Pasteur donc faire l'objet d'un repiquage dans un tube contenant le milieu LITSKY EVA

Bien mélanger le milieu et l'inoculum et l'incubation se fait à 37°C pendant 24 heures.

Lecture

Seront considérés comme positif, les tubes présentant à la fois :

- Un trouble microbien.
- Une pastille violette (blanchâtre) au fond des tubes.
- La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP, le nombre de streptocoque fécaux sont par 100 ml de l'eau analyse

8.6.2. Recherche et dénombrement des coliformes en milieux liquides (Méthode de NPP)

Test de présomption

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement

- 5 fois 10 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL D/C muni d'une cloche de Durham.
- 1ml dans un tube contenant 10 ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham.
- 0,1ml dans un tube contenant 10 ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham

Chassez le gaz présent éventuellement dans les cloche et bien mélanger le milieu, l'incubation se fait à 37 °C pendant 24 à 48 heures.

Lecture

Seront considérés comme positif + ; les tubes présentant à la fois :

- Un dégagement du gaz (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche).
- Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu).
- La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table de Mac Grady NPP

Test de confirmation

Le test de confirmation ou test de Marc Kenzie est basé sur la recherche de coliformes fécaux parmi lesquels on redoute surtout la présence d'***Escherichia Coli***.

Les tubes de BCPL positifs, après l'agitation, prélever de chacun d'eux quelques gouttes à l'aide d'une pipette Pasteur pour faire le repiquage dans un tube contenant le milieu Schubert muni d'une cloche

Chassez le gaz présent éventuellement dans les cloche et bien mélanger le milieu. L'incubation se fait à 44 °C pendant 24 heures.

Lecture

Seront considérés comme positif + les tubes présentant à la fois

- Un dégagement du gaz (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche).
- Un anneau rouge ou rose en surface, témoin de la production d'Indole par ***Escherichia Coli*** après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs.
- La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table de Mac Grady NPP
- en tenant compte du fait qu'***Escherichia Coli*** est à la fois producteur de gaz et d'indole à 44 °C.
- Utilisation d'un seul tube confirmatif (Dénombrement d'***E. Coli***)

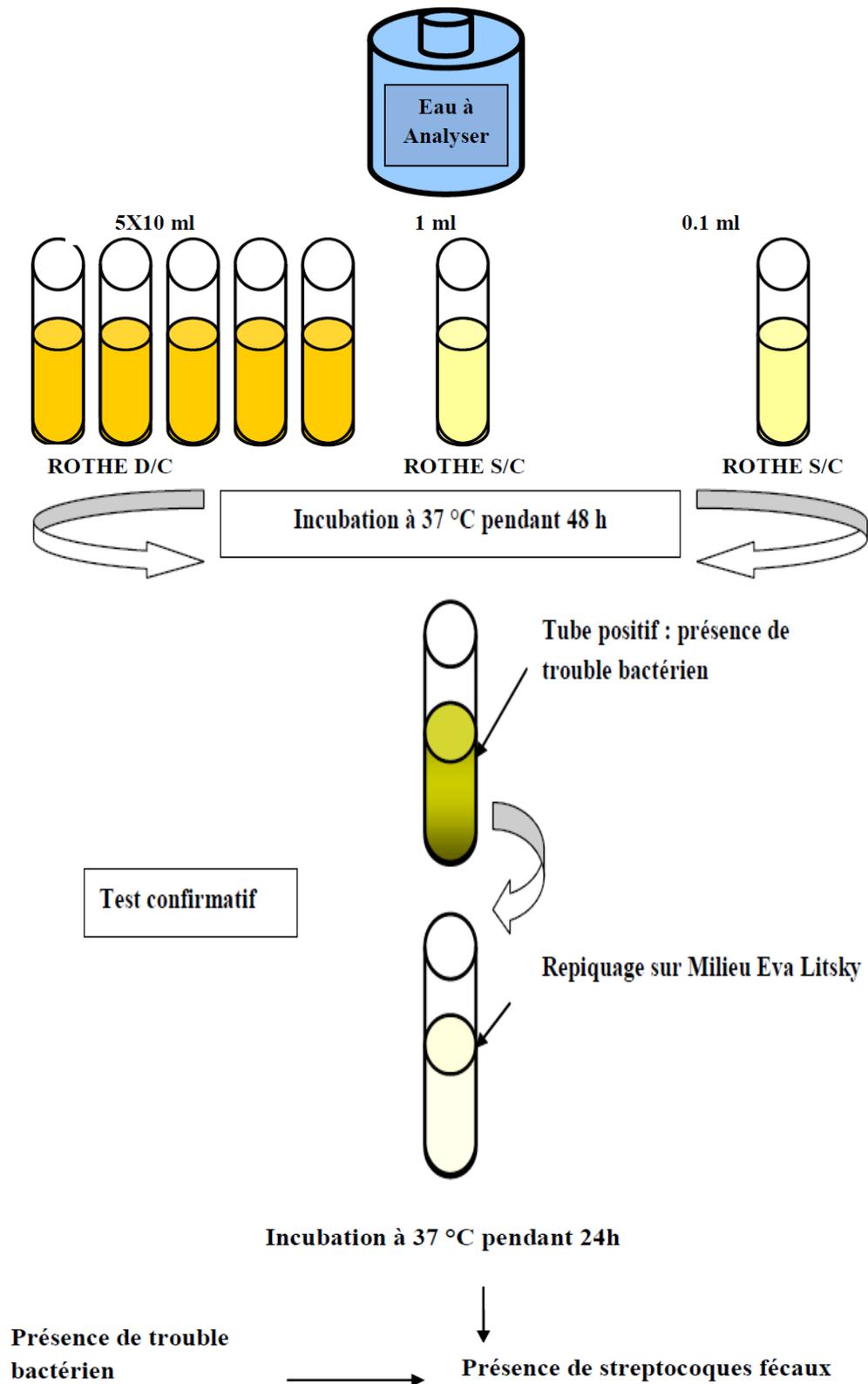


Figure 14 : Dénombrement des streptocoques fécaux dans l'eau (originale).

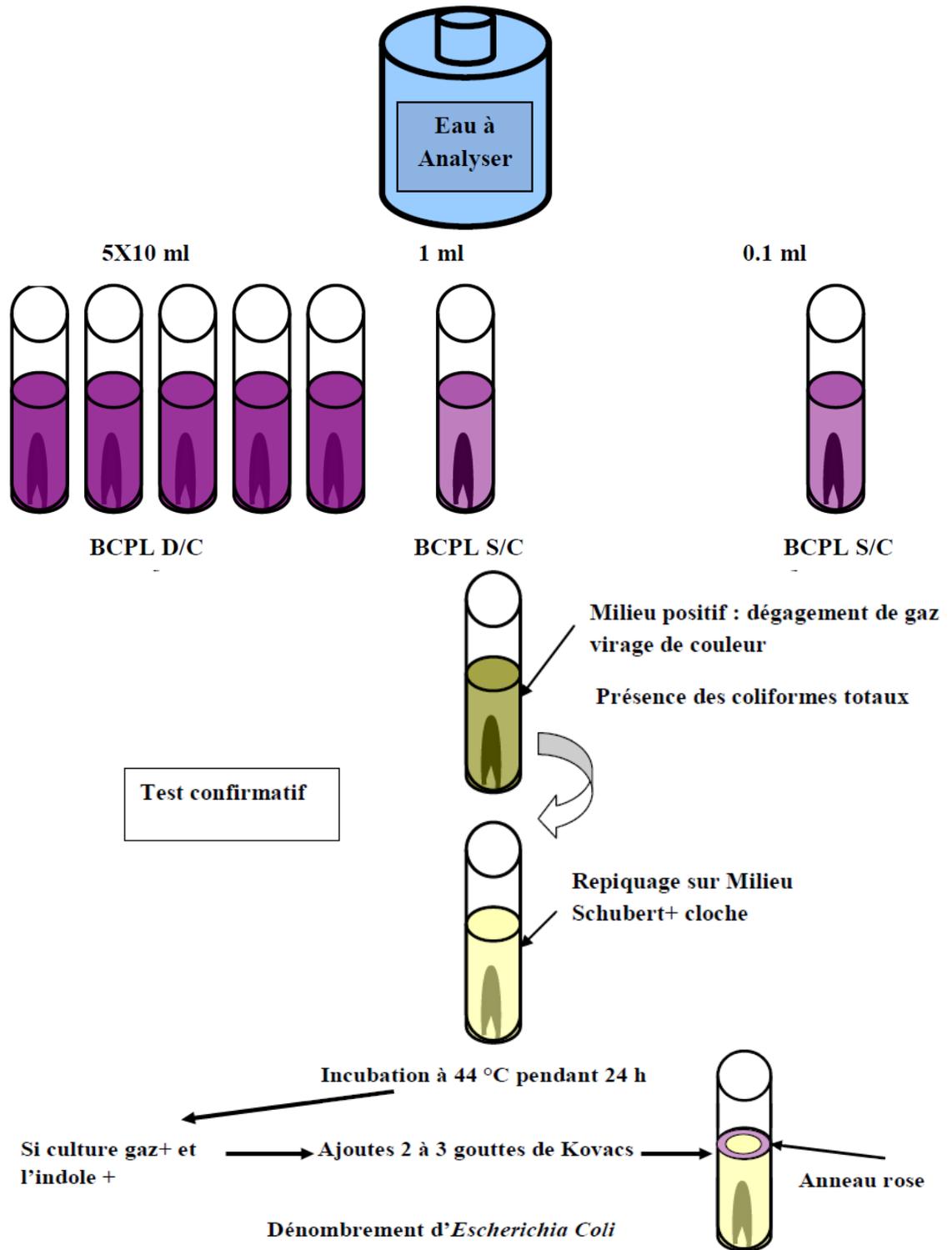


Figure 15: Dénombrements des coliformes totaux et fécaux dans l'eau (originale).

9. Indices écologiques appliquées et Traitement des données biologiques

La mesure de la diversité peut se faire simplement en récoltant les divers organismes et en comptant le nombre d'espèces présentes. La récolte et la détermination de tous les taxa sont souvent une tâche impossible et le chercheur doit se limiter à un seul groupe qui lui est familier. Le nombre d'espèces rencontrées dépend du nombre d'exemplaires récoltés, ce qui empêche une comparaison précise entre deux peuplements pour pallier cet inconvénient on utilise des indices de diversité qui prennent en compte le nombre d'exemplaires de chaque espèce. Les deux indices de diversité les plus utilisés sont l'indice de Shannon H' , et S est le nombre d'espèces, N l'abondance totale de ces S espèces, et n l'effectif de l'espèce de rang i , l'abondance relative de l'espèce i est $p_i = n/N$. Concernant la qualité structurelle des peuplements.

9.1 Abondance relative "AR"

L'abondance relative (AR%) est le rapport du nombre d'individus d'une catégorie de proie (n_i) au nombre total de proies (N) toutes catégories confondues. Elle est calculée selon la formule suivante :

$$AR \% = \frac{N_i \times 100}{N}$$

AR % : Abondance relative ou fréquence centésimale

N_i : Nombre d'individus de l'espèce rencontrée.

N : Nombre total des individus de toutes les espèces trouvés.

N_i est le nombre total des individus de l'espèce prise en considération.

N est le nombre total des individus de toutes les espèces présentes confondues.

D'après **Faurie et al (2003)** Selon la valeur de l'abondance relative d'une espèce les individus

9.2 Fréquence de présence de ces espèces

La fréquence des espèces trouvés ou fréquence d'occurrence en % est égale au nombre de fois où l'espèce est rencontrée **K** sur le nombre de sortie **n**.

La fréquence d'occurrence F_i d'une espèce i

$$F_i = K \times 100 / n$$

- Une espèce est qualifiée d'accidentelle si $F_i < 25 \%$.
- Elle est accessoire si $25 \% \leq F_i < 50 \%$.
- Elle est régulière si $50 \% \leq F_i < 75 \%$.
- Elle est constante si $75 \% \leq F_i < 100 \%$.
- Elle est omniprésente si $F_i = 100 \%$.

9.3. L'indice de Shannon H' :

Dérivé de la théorie de l'information, est égal à :

$$H' = - \sum_{i=1}^s [p_i * \log_2 p_i] \text{ avec } p_i = n/N.$$

Avec p_i = nombre d'individus du taxon i par rapport au nombre total d'individus et
Log = logarithme décimal.

H' : L'indice de diversité exprime en unités bits.

p_i : La probabilité de rencontrer l'espèce i .

n_i : Nombre des individus de l'espèce i .

N : Nombre total des individus de toutes espèces confondues.

La diversité maximale est représentée par H' max. Elle correspond à la valeur la plus élevée possible du peuplement calculé par la formule suivante :

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

S est le nombre total des espèces trouvées lors de N relevés

Cet indice mesure la diversité du peuplement. Sa formule est la suivante et devra être minimum quand l'échantillonnage est représenté par une seule espèce, Il est également minimal si, dans un peuplement, chaque espèce est représentée par un seul individu et devra être maximum quand toutes les espèces échantillonnées ont la même fréquence. Pour y arriver, il faut calculer la diversité maximale

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

Où S est le nombre d'espèces échantillonnées.

Cette indice est calculé à l'échelle des habitats les plus biogènes

L'indice de Shannon (**Shannon, 1948**) permet d'évaluer l'hétérogénéité et la stabilité de l'habitat en prenant en compte respectivement la richesse

taxonomique et l'abondance relative de chaque taxon au sein de l'assemblage faunistique. Plus la valeur de l'indice est élevée et plus la diversité taxonomique est grande.

Indice de diversité de Shannon Weaver correspond au calcul de l'entropie appliquée à une communauté (**Ramade, 2004**). L'idée de base de cet indice est d'apporter à partir de la capture d'un individu au sein d'un échantillon plus d'information que sa probabilité d'occurrence est faible (**Faurie et al. 2003**).

9.4. L'indice d'Équitabilité (E) :

Est donné que deux peuplements différents peuvent avoir le même indice de diversité on évalue leurs différences en calculant l'équitabilité E, ou équirépartition, qui est le rapport entre la diversité réelle et la diversité maximale

Correspondant à des effectifs égaux pour toutes les espèces :

$$E = H' / \log_2 S$$

L'Équitabilité varie entre 0 et 1 ; elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce, traduisant ainsi une répartition inégale entre les individus des différentes espèces prise en considération, et tend vers 1 lorsque les individus considérés sont équitablement répartis.

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

Avec

n_i : l'effectif du taxon i , i allant de 1 à S (variété taxonomique totale) et N : l'effectif total. Sa valeur varie de 0 (H minimal, un seul taxon présent) à $\log_2 S$ (H maximal, tous les taxons ont la même abondance).

Chapitre IV : RESULTATS

Chapitre IV : Résultats

1. Analyses des propriétés physico-chimiques et bactériologiques d'eau du lac Tamezguida :

1.1. Paramètres physico-chimiques

Les paramètres physico-chimiques des eaux du lac montrent des variations périodiques (période hivernale et période printanière). Les résultats de cette étude seront traités en discutant les paramètres mesurés.

1.1.1. Paramètres physiques

Les différents résultats obtenus au cours de nos travaux ont été présentés par des histogrammes.

1.1.1.1. Température T

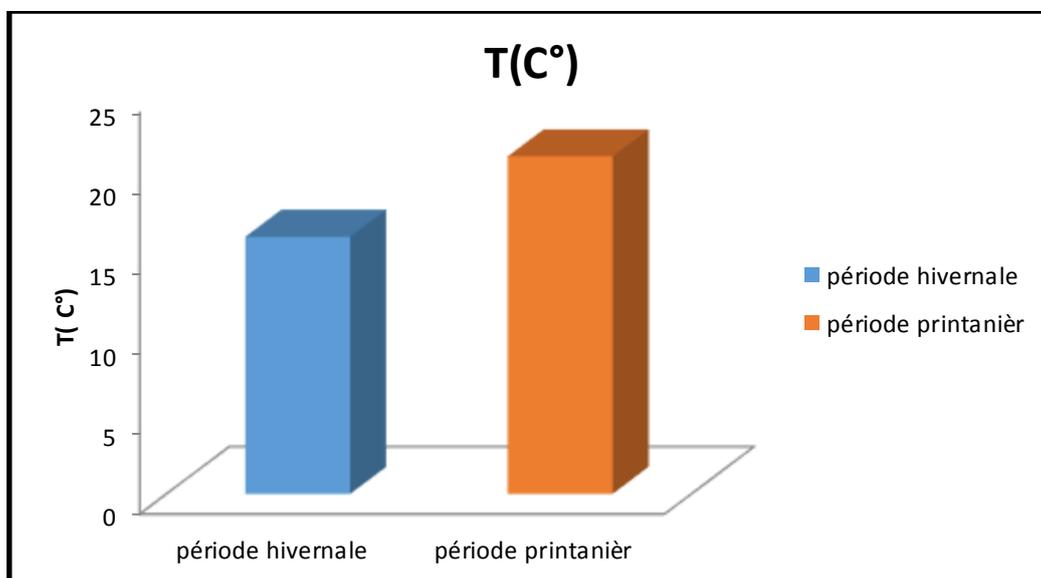


Figure 16 : Variation de la température (T°) pendant les deux périodes

Les résultats représentés par la figure n°16 montrent que les températures des eaux sont comprises entre 16C° et 21C° d'où on remarque une valeur plus élevée en période printanière 21C° et moins élevée en période hivernale 16C°.

1.1.1.2. Conductivité électrique

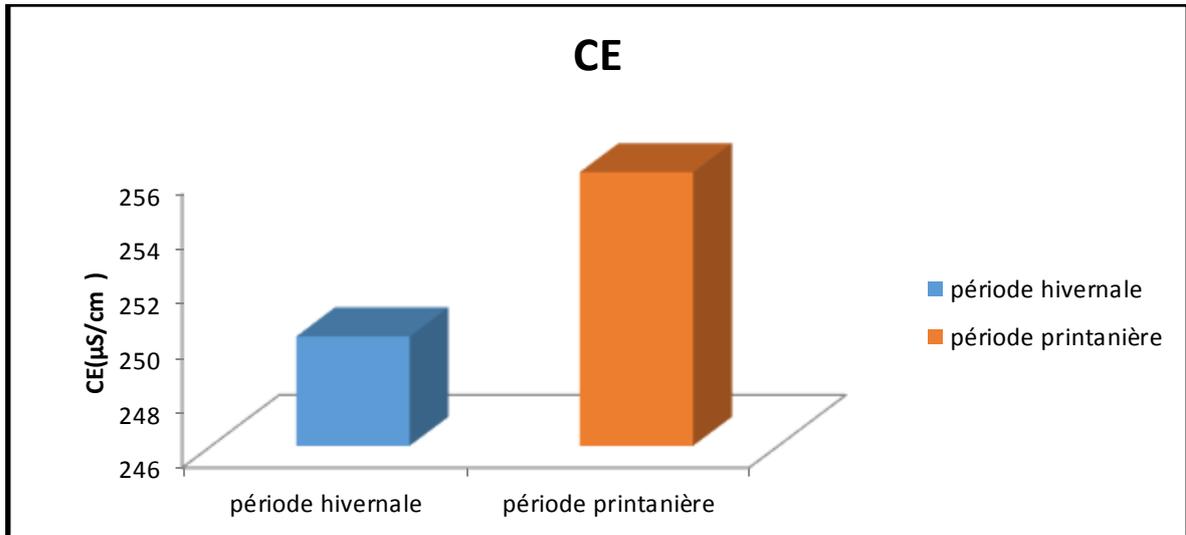


Figure17: Variation de la Conductivité électrique "CE" pendant les deux périodes

Les résultats obtenus ont révélé une valeur assez remarquable de conductivité en période hivernale $CE=250 \mu\text{S/cm}$ en comparaison avec la période printanière ou elle a été mesurée à $256 \mu\text{S/cm}$.

1.1.1.3. Potentiel d'hydrogène pH

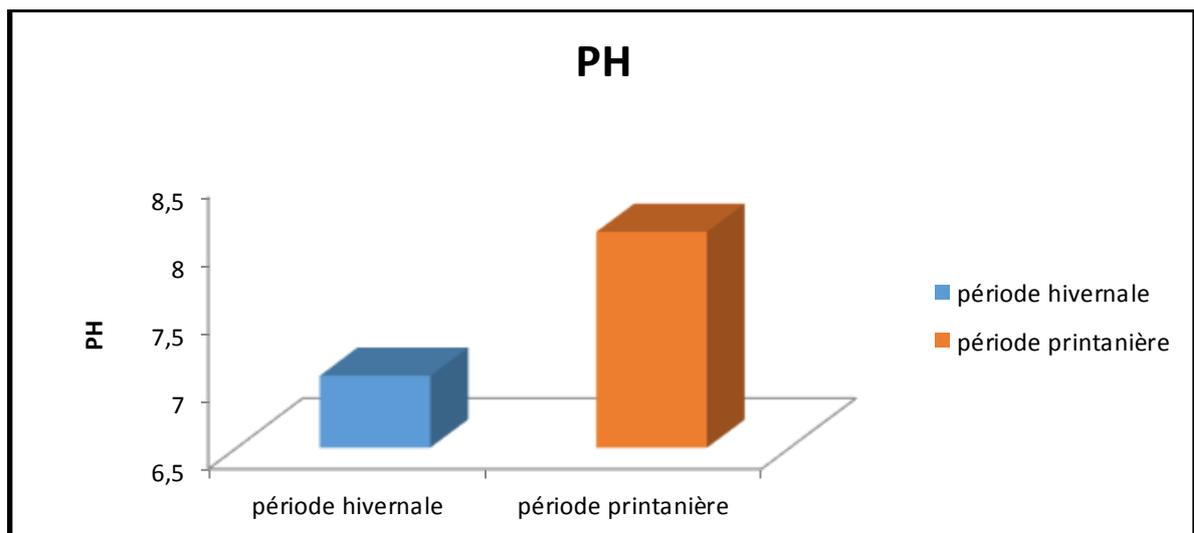


Figure18: Variation du Taux de potentiel en Hydrogène pH pendant les deux périodes

Les valeurs de pH ont été mesurées à 7,03 en période hivernale et 8,09 en période printanière.

1.1.2. Paramètres chimiques

Les différents résultats obtenus au cours de nos travaux ont été présentés par des histogrammes.

1.1.2.1. Les Nitrates " NO_3^- "

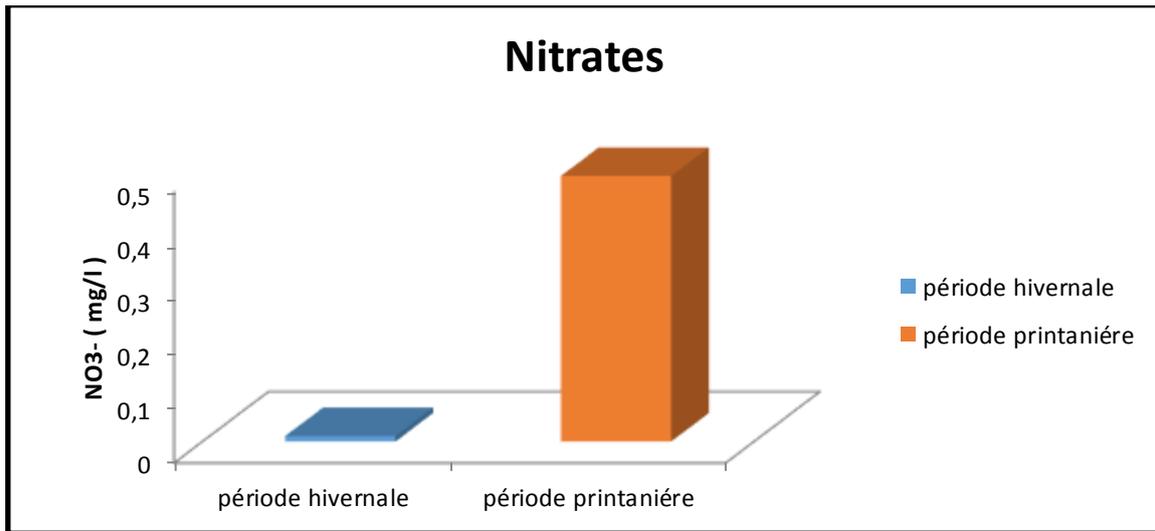


Figure19: Variation des Nitrates " NO_3^- " pendant les deux périodes

La figure n°19 : montre une valeur élevée de nitrate en période printanière (0,49mg/l) contrairement à la période hivernale où le taux de nitrate est presque nul (0,01mg/l).

1.1.2.2.-Azote Nitreux " NO_2^- "

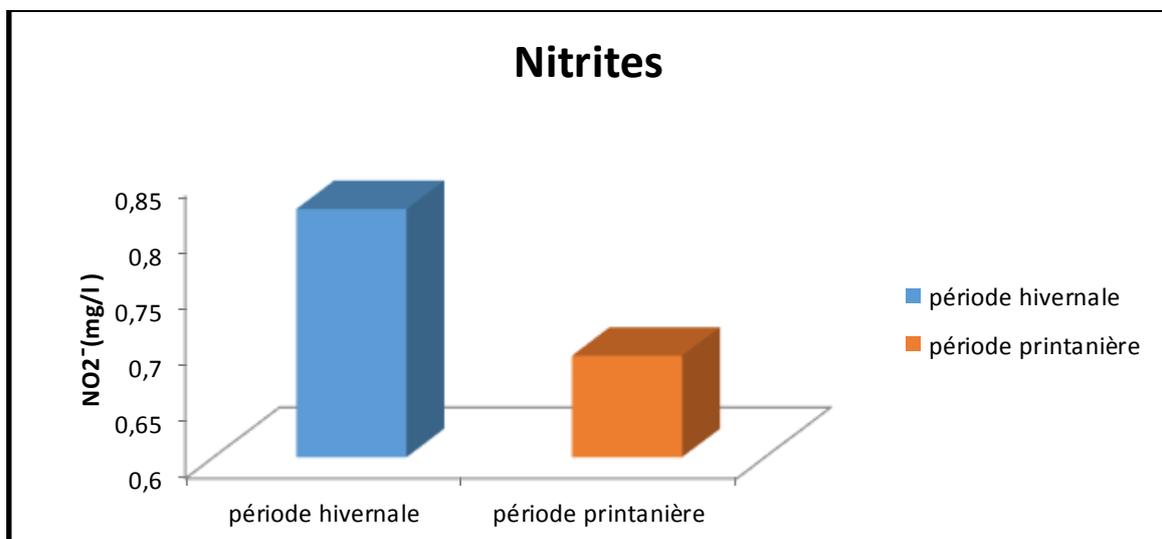


Figure20: Variation de l'Azote Nitreux " NO_2^- " pendant les deux périodes

Les valeurs de l'Azote Nitreux ont été mesurées à 0,69mg/l en période hivernale et 0,82mg/l en période printanière d'où on remarque une légère variation entre les deux périodes.

1.1.2.2. Le Magnésium "Mg"

Les valeurs du magnésium ont été mesurées à 12mg/l en période hivernale et 10,1mg/l en période printanière d'où on remarque une très grande différence entre les deux périodes

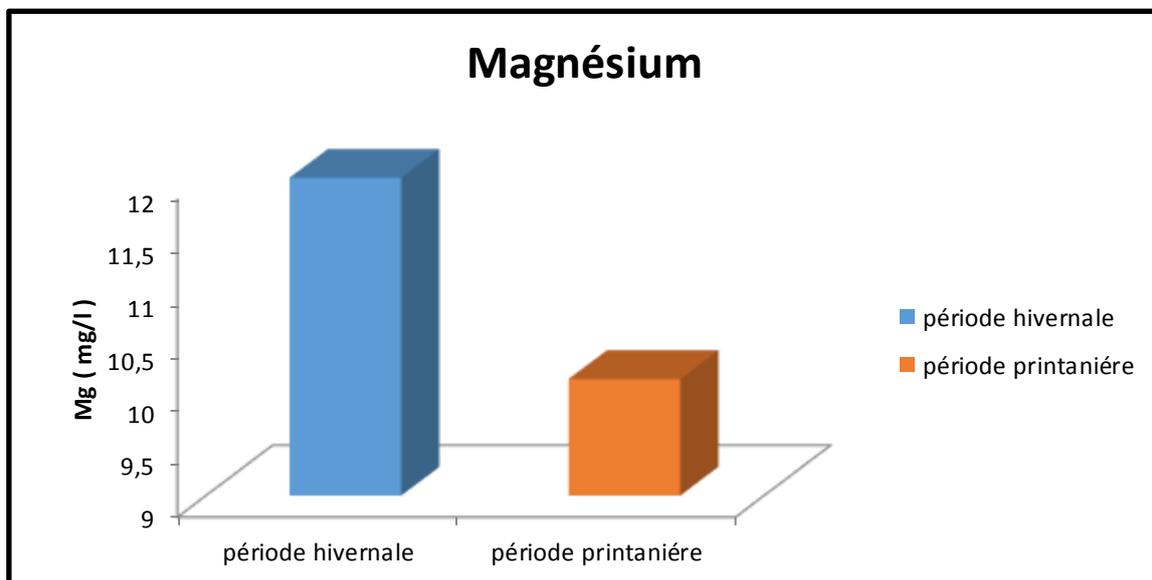


Figure21 : Variation Magnésium pendant les deux périodes

1.2. Les analyses bactériologiques

Les analyses bactériologiques ont été effectuées au niveau du laboratoire ADE, et consiste à la recherche des Coliformes totaux et fécaux, et des Streptocoques fécaux

1.2.1. Coliformes totaux

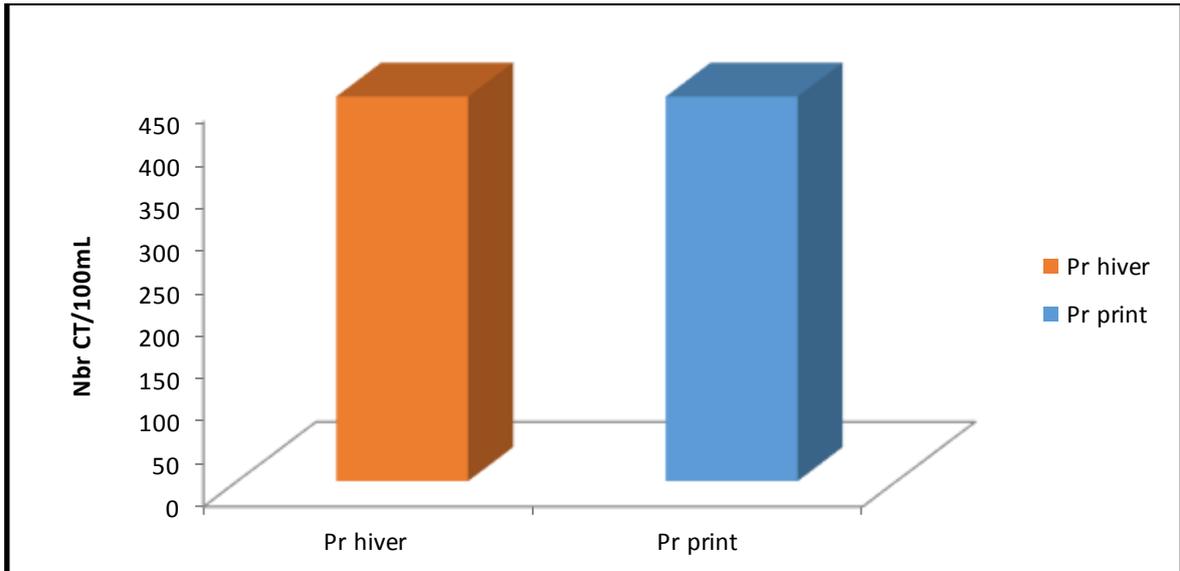


Figure22: Variation de coliformes totaux pendant les deux périodes

Le nombre de coliformes totaux varie au cours de notre étude et dépasse le nombre de 450Nbr dans 100 ml d'échantillon durant les deux périodes d'étude.

1.2.2. Coliformes fécaux

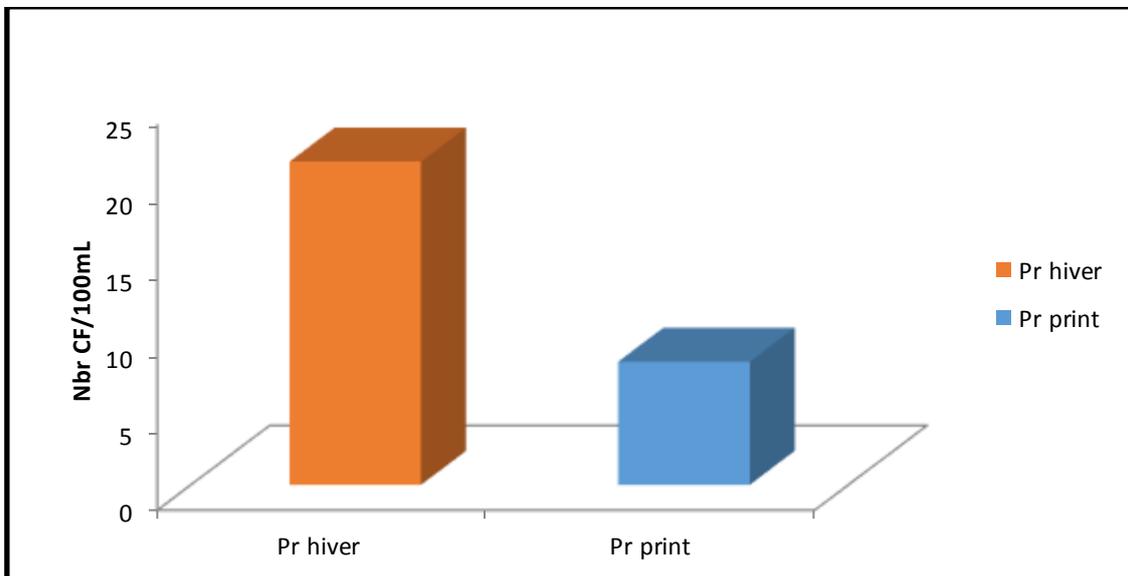


Figure23 : Variation des coliformes fécaux pendant les deux périodes

Le nombre de coliformes fécaux varie de 8Nbr à 21Nbr dans 100 ml d'échantillon au cours de notre étude ce qui montre une grande différence entre les deux périodes hivernale et printanière.

1.2.3. Streptocoques fécaux groupe D

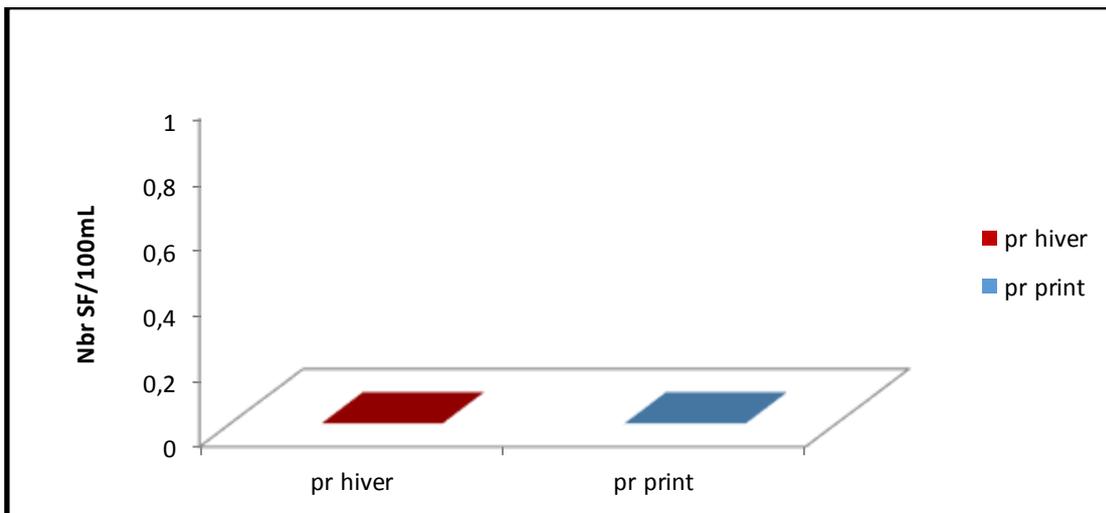


Figure24: Variation des Streptocoques fécaux pendant les deux périodes

Les résultats de l'analyse bactériologique montrent l'absence totale de streptocoques fécaux dans les deux périodes hivernale et printanière

2. Evaluation de la qualité biologique du LacTamezguida

2.1. Abondance relative Richesse, et diversité spécifique des groupes faunistiques

En termes d'abondance globale, un total de 1705 individus d'entomofaune aquatique a été prélevé durant notre campagne d'échantillonnage appartenant à 20 familles et à 21 taxons,

Tableau 02 : Abondance taxonomiques de l'entomofaune aquatique du lac Tamezguida

	Famille	Espèces	Ni %	AR %	Fi %
Hémiptères	Gerridae	<i>Gerris lacustris</i> (Linnaeus, 1758)	152	8,91	58,66
		<i>Gerris Aquarius najas</i> (De Geer ,1773)	102	5,98	50
	Mesoveliidae	<i>Mesovelia furcata</i> (Mulsant&Rey, 1852)	239	14,01	62,5
	Hydrometridae	<i>Hydrometra stagnorum</i> (Linnaeus, 1758)	5	0,29	20,83
	Cercopidae	<i>Cercopis sp</i> (Leach, 1815)	4	0,23	16,66
Coléoptères	Hydrochidae	<i>Hydrochus sp</i> (Richmond, 1920)	4	0,23	16,66
	Gyrinidae	<i>Gyrinus substriatus</i> (Stephens, 1828)	172	10,08	45,83
	Notridae	<i>Noterus clavicornis</i> (De Geer, 1774)	2	0,11	8,33
Diptères	Culicidae	<i>Culex pipiens</i> (Linné, 1758)	5	0,29	20,83
Hyménoptères	Siricidae	<i>Tremex sp</i> (Jurine, 1807)	3	0,17	12,5
Odonates	Lestidae (Calvert 1901)	<i>Lestes-viridis</i> (Vander Linden, 1825)	4	0,23	16,66
	Aeshnidae (Rambur, 1842)	<i>Aeshna mixta</i> (Latreille ., 1805)	5	0,29	20,83
	Calopterygidae (Rambur, 1842)	<i>Calopteryxhae morrhoidalis</i> (Van Der Linden, 1825)	7	0,41	29,16
	Baetidae	<i>Nigrobaetis colonus</i> (Gattolliat, 2004)	73	4,28	41,66
	Baetidae	<i>Cloeon sp1</i> (Leach, 1815)	51	2,99	37,5
Ephéméroptères	Baetidae	<i>Cloeon sp2</i> (Leach, 1815)	75	4,39	33,33
	Ephemerilidae (Klapálek, 1909)	espèce 1 non déterminé	61	3,57	45,83
	Caenidae (Newman, 1853)	espèce 1 non déterminé	98	5,74	50
Plécoptères	Perlidae (Latreille, 1802)	espèce 1 non déterminé	214	12,55	62,5
	Pteronarcyidae (Enderlein, 1909)	espèce 1 non déterminé	269	15,77	66,66
Trichoptères	Hydropsychidae	<i>Hydropsyche sp</i> (Curtis, 1835)	160	9,14	45,83

Tableau 3: fréquence d'occurrence des espèces étudiées

Espèces	Statut écologique
<i>Gerris lacustris</i>	Régulier
<i>Gerris Aquarius najas</i>	Régulière
<i>Mesovelia furcata</i>	Régulière
<i>Hydrometra stagnorum</i>	Accidentelle
<i>Cercopis Sp</i>	Accidentelle
<i>Hydrochus Sp,</i>	Accidentelle
<i>Gyrinus substriatus</i>	Accessoire
<i>Noterus clavicornis</i>	Accidentelle
<i>Culex pipiens</i>	Accidentelle
<i>Tremex Sp</i>	Accidentelle
<i>Lestes-viridis</i>	Accidentelle
<i>Aeshna mixta</i>	Accidentelle
<i>Calopteryxhae morrhoidalis</i>	Accessoire
<i>Nigrobaetis colonus</i>	Accessoire
<i>Cloeon sp1</i>	Accessoire
<i>Cloeon sp2</i>	Accessoire
Epheméridae sp (non déterminée)	Accessoire
Caenidae sp (non déterminée)	Régulière
Perlidae sp (non déterminée)	Régulière
Pteronarcyidae sp(non déterminée)	Régulière
Hydropsyche	Accessoire

2.3. Abondance de la faune globale dans le lac étudiée

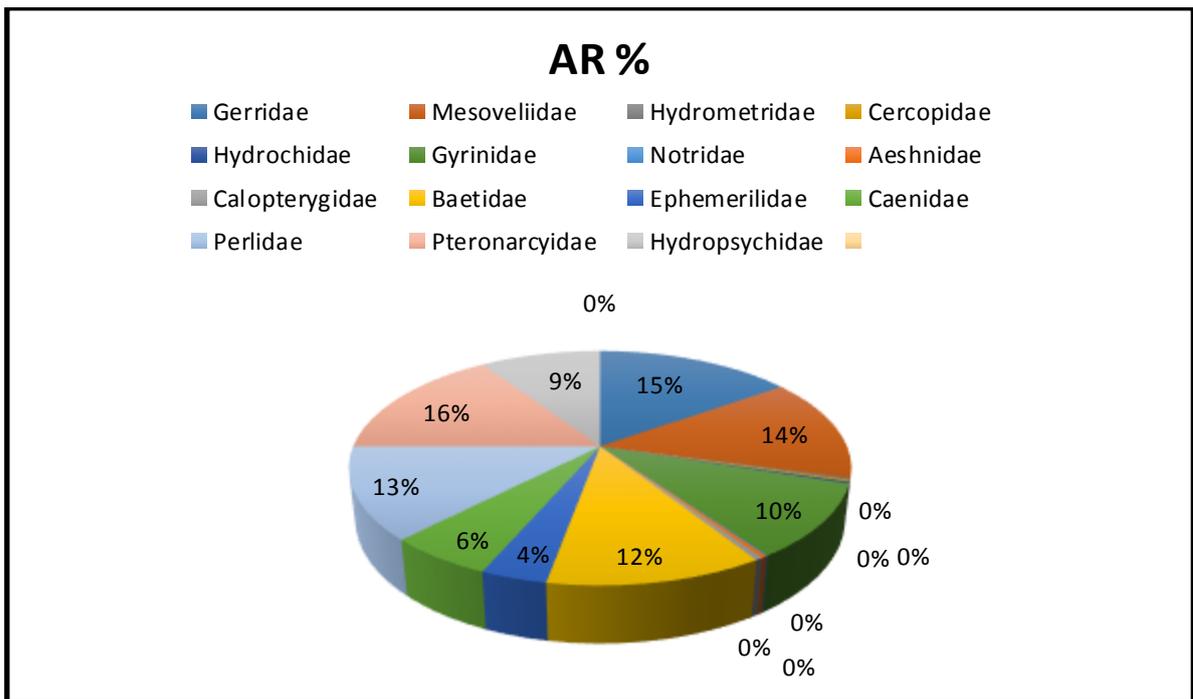


Figure 25 : Abondance de la faune globale dans le lac étudiée

D'après la figure n°25, nous avons constaté que la famille la plus représentative est celle des Pteronarcyidae avec un pourcentage de 16 % suivi par Gerridae et Pteronarcyidae ,des Mesoveliidae et Perlidae avec un taux de (14% et 12%) et un faible pourcentage chez les Gyrinidae (10,08%),Gerris Aquarius najas (5,89%) et Baetidae , et Ephemerilidae (4,3% et 3,57%).

Tableau 4 : L'indice de diversité H', Hmax et E, de la station d'étude

0	lac étudiée
L'indice de Shannon H'	3,04 Bits
Hmax	4,39
L'indice d'Equitabilité (E)	0,7

Lesvaleurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver H', de la diversité maximale H' max et de l'équitabilité E sont mentionnées au niveau du tableau n°04

D'une manière générale, les valeurs de H' sont élevées. Ces valeurs traduisent la grande diversité des espèces inventoriées dans la station d'étude. Pour ce qui est des valeurs de l'indice d'équitabilité, elles sont toutes supérieures ou égale à 0,70. De ce fait elles tendent vers 1. En conséquence, les effectifs des populations échantillonnées ont tendance à être en équilibre entre eux.

DISCUSSIONS

Chapitre V : DISCUSSION

D'après nos analyses et selon les paramètres indicateurs de la qualité des eaux du lac Tamezguida, ce dernier révèle une température généralement supérieure à 16°C, favorable pour le développement des bactéries, des parasites, des larves de moustique et autres germes microbiens de même que sur les réactions chimiques et biochimiques, le développement et la croissance des organismes vivant dans l'eau et particulièrement les microorganismes (**W.H.O, 1987**) arrivant à un maximum de 21°C en période printanière. En rapport avec les normes algériennes de l'eau fixées par l'OMS (1994), l'eau est excellente lorsque la température varie entre 20 et 22°C ; passable lorsque la température oscille dans l'intervalle de 22 à 25°C ; médiocre lorsqu'elle est comprise entre 25 et 30°C. La température mesurée dans les échantillons d'eau du lac Tamezguida varie entre 16 et 21°C, ces valeurs sont inférieures à 21°C, ceci pourrait signifier comparativement à ces normes, que les eaux analysées ne sont pas excellentes mais plutôt bonnes.

Le PH est un paramètre qui nous permet de mesurer l'acidité, l'alcalinité ou la basicité d'une eau. Il est considéré comme étant l'un des paramètres les plus importants pour l'étude de la qualité des eaux. Il doit être étroitement surveillé au cours de la période de prélèvement. Le PH de l'eau du lac est légèrement alcalin. Ce paramètre abiotique est fortement influencé par la photosynthèse (**STUM. W & Morgan. J, 1991**), car le phytoplancton en effectuant la photosynthèse libérerait de l'oxygène dans l'eau consommerait le CO₂ ce qui augmenterait le PH (**Martin. C, 2004**) in (**Bireche. I & Guessoume. A, 2013**) Certains auteurs rapportent que les lacs eutrophes ont un PH qui varie entre 5 et 9 et possède une faible transparence (**Seyni. S, 2006**), les valeurs du PH relevées durant cette étude nous permettent de classer le lac dans la catégorie des lacs eutrophes.

La conductivité est la capacité d'une solution à conduire le courant électrique. Cette capacité dépend de plusieurs facteurs tels que la nature des ions présents et leurs concentrations totales. Elle donne une idée sur la salinité, permet une bonne appréciation des matières en solution (surtout minérales) dans une eau naturelle et permet de déceler les variations de la composition chimique de l'eau.

Une conductivité élevée traduit soit un pH anormal, soit, le plus souvent, une salinité élevée d'origine naturelle ou anthropique (rejet salins) (**Azzaoui, 1999**). La conductivité permet de déterminer la capacité de l'eau à conduire l'électricité. En effet, elle permet de juger la quantité de sels dissous dans l'eau.

(**Pescod, 1985; Rodier, 1996**) et de vérifier l'existence de pollution dans l'eau (**Ghazali et Zaid, 2013**). La valeur de la conductivité est aussi en relation avec la nature des couches géologiques de la nappe ou de la présence des minéraux indésirables (**Guergazi & Achour, 2005**). Toutefois, toutes les valeurs enregistrées ne dépassent pas les normes algériennes de 2800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ recommandé par le (**J.O.R.A, 2011**).

Les nitrates Présents dans le sol, dans les eaux superficielles et souterraines résultent de la décomposition naturelle, par des microorganismes, de matière organique azotée telle que les protéines végétales, animales et les excréments animaux (**Schuddeboom, 1993**). Nous avons remarqué que les valeurs des nitrates obtenues sont faibles (0,01 et 0,49) durant les deux périodes hivernale et printanière et inférieures à la norme de 50 mg /l recommandé par (**J.O.R.A 2011**). 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 lac.

Les nitrites sont les indicateurs de la pollution. Elles proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammonium soit d'une réduction des nitrates. Les teneurs enregistrées dans le lac Tamezguida durant les deux périodes hivernale et printanière sont largement supérieures (0,69 et 0,82 mg/l) à la norme de 0,1 mg /l exigé par le (**J.O.R.A, 2011**), donc les eaux du lac Tamezguida sont riches en nitrites.

L'ion magnésium constitue un élément significatif de la dureté de l'eau, sa teneur dépend de la composition des roches sédimentaires rencontrés (calcaires dolomitiques, dolomies du jurassique ou du trias moyen) (**Rodier J., 2005**). Notre eau présente des teneurs faibles de magnésium, la valeur déterminée pour l'eau étudiée varie entre 10 à 12 mg/L. Elle est bien inférieure à la valeur préconisée par la réglementation de notre pays qui exige une concentration de 150 mg/L au maximum.

Sur le plan bactériologique, la recherche des germes totaux, Coliformes et des Streptocoques fécaux dans les échantillons d'eau montre des valeurs un peu élevées expliquées par leurs expositions directes aux eaux de ruissellements qui viennent y tomber chargées de nombreuses substances contaminants (**Mechahed et Yakoubi, 2009 ; Fouad et al., 2013**). Ces germes sont peu ou pas pathogènes, ils sont révélateur de contamination fécale et entraînent par leur abondance

la présomption de contamination plus dangereuse (**Figarellaetal, 2001**), la présence des spores des Anaérobies sulfito-réducteurs dans une eau naturelle fait penser à une contamination fécale et en l'absence de bactéries Coliformes, à une contamination déjà ancienne ce qui est le cas dans notre étude

Où les coliformes totaux dans lac Tamezguida dépassent la recommandation (10 coliformes totaux dans 100 ml d'échantillon) (**OMS, 1994**).

Afin de mesurer l'effet de la qualité de l'eau, Cette approche classique, paramètres physicochimiques, peut être complétée par un suivi biologique qui consiste à utiliser des organismes vivants (indicateurs biologiques). Toutefois, afin de pouvoir étudier un milieu aquatique, il est nécessaire de disposer d'une méthode d'échantillonnage reflétant fidèlement la biodiversité du milieu. Bien que des protocoles standardisés ou représentatifs de collectes des invertébrés aquatiques existent dans de nombreux pays des zones tempérés (Nixon et al ,1996), très peu d'études ont été réalisées à ce sujet dans les zones néo tropicales (**Mathooko et al, 1992**) et elles sont quasiment inexistantes en Guyane française (**Gelemet ,2005**).

En Afrique du Nord les études hydrobiologiques se sont multipliées ces dernières années. Nous citons les travaux de(**Yakoubi et Khebiza1987**)

En Algérie et plus particulièrement dans l'ouest d'Algérie plusieurs travaux ont eu lieu dans la Tafna, en particuliers ceux de (**Gagneur et Thomas 1988**)

La biodiversité est accrue par l'hétérogénéité spatio-temporelle des conditions du milieu (**Ward et Stanford, 1983b**), qui procure aux communautés un large éventail de possibilité de développement (**Feminella et Resh, 1990**).La connaissance des

relations entre les organismes et leur environnement, est indispensable pour la compréhension du fonctionnement des écosystèmes **(Begonet al.1996)**.

Les études faunistiques (invertébrés benthiques), écologique (répartition spatiale, structure des communautés) revêtent d'une importance primordiale dans la compréhension du fonctionnement et de la gestion des systèmes naturels et, d'autre part, dans l'évaluation de l'état de santé écologique des hydrosystèmes **(Bouzidi, 1989 ; Dakki M, 1992)**.

Les macro invertébrés sont de bons bios indicateurs en raison de leur sédentarité, leur grande diversité et leur tolérance variable à la pollution et à la dégradation de l'habitat **(Amigues J.P -Bonnieux F. -Le Goff P.H –Point P.1979)** et reflètent particulièrement bien l'état écologique du cours d'eau en réagissant très vite aux changements survenant dans leur environnement.

Les peuplements entomofauniques de notre zone d'étude sont comme le reste des macroinvertébrés benthiques des intégrateurs des altérations de qualité d'eau et d'habitat.

Nos résultats bien que préliminaires ont permis l'inventaire de 21 taxons aquatiques dont 04 Hémiptères, 05 Éphéméroptères 03 Coléoptères, 03 Odonates, 02 Plécoptères, 01 Diptères, 01 Hyménoptères et 01 Trichoptères.

Selon nos résultats, la faune récoltée des Hémiptères compte 498 individus dans le lac Tamezguida soit (29,42%) de la faune totale inventoriée. Ils sont constitués par quatre familles différentes dont l'abondance diffère d'une famille à l'autre : deux espèces appartenant à la famille des Gerridae (14,89%) représentée par *Gerris lacustris* (8,91%) et *Aquarius najas* (5,98%), la 2ème famille est celle des Mesoveliidae, avec une seule espèce *Mesovelia furcata* (14,01%), contre la 3ème famille: les Hydrometridae représentée par une unique espèce aussi *Hydrometra stagnorum* (0,29%), et la dernière famille Cercopidae avec une seule espèce aussi *Cercopis sp* (0,23%).

La répartition des Hétéroptère dans le lac révèle l'existence de ces invertébrés dans les stations à eau stagnante avec des proportions variables **(Latreille.,1810)** .

Les Ephéméroptères constitue le premier rang des insectes aquatiques, ils occupent souvent les principaux biotopes des torrents, des ruisseaux, et des rivières **(Thomas,**

1981). Les larves présentent de très nombreuses adaptations morphologiques notamment pour s'adapter aux courants rapides (**Gattolliat, 2000;2001b**)

Gagneur et Thomas (1988) signalent que les Caenidae sont résistants à la forte minéralisation. D'après (**Bouzidi et Guidicelli, .1994**), il est également typique des ruisseaux de sources et de cours d'eau de moyen Atlas, du haut Atlas, du Rif et du plateau centrale.

Pour les Éphéméroptères ils sont représentés par trois familles récoltées dans notre étude; trois espèces appartenant à la famille des Baetidae qui est la plus abondante dans cet ordre représentant 11,66% du total des captures avec 1009 individus de la totalité de cette famille, et qui sont représentées par

Nigrobaetis colonus (4,28%), *Cloeon sp1*(2,99%) et *Cloeon sp2*(4,39%), contre la deuxième famille les Ephemerilidae(3,51%) représentée par une seule espèce non déterminée, et la dernière famille est celle des Caenidae(5,74%) du peuplement représentée aussi par une seule espèce non déterminée et qui occupe la première place.

Les coléoptères sont les seuls insectes holométaboles à se présenter à la fois sous la forme imaginale et sous la forme larvaire dans les milieux aquatiques .Ils colonisent divers habitats : sources, ruisseaux de sources, rivières à eau modérément courante et rivières à eau quasi-stagnante et riche en végétation(**Tachet et al, 1984**).

Pour l'ordre des Coléoptères, ils sont représentés par trois familles ; celle des Gyrinidae représentée par une seule espèce qui est *Gyrinus substriatus*, la deuxième est celle des Notridae représentée par une seule espèce *Noterus clavicornis*, et la dernière famille est celle des Hydrochidae représentée par un seule espèce *Hydrochorus sp.*

Les Coléoptères collectés au niveau du lac Tamezguida constituent un groupe plus ou moins diversifié que les autres groupes. En effet, si on prend en considération la richesse taxonomique au niveau des familles des coléoptères collectés, les Gyrinidae (10,08%), sont les mieux représentés que les autres familles : Hydrochidae (0,23%), Notridae (0,11%). Au total, le nombre des genres récoltés est de l'ordre de 1008; les *Gyrinus* sont numériquement les plus inventoriés.

Les Coléoptères qui forment un groupe diversifié du point de vue taxonomique est peu abondant. Les coléoptères existent dans notre matériel sous deux formes

larvaire et adulte. Trois familles ont été récoltées dans cette étude, ils sont des organismes eurythermes, colonisant les eaux peu courantes (**Berthelemy, 1966**), ils sont peu abondants, d'après (**Boumaiza1994**) ils prolifèrent en plaine, à altitudes moyennes ou peu élevées.

Les Odonates récoltés dans la présente étude sont représentés en très faibles proportions comparés aux Diptères, aux Éphéméroptères, aux Trichoptères et aux Coléoptères et aux plécoptères.

Ces invertébrés sont repartis en trois familles ; un Zygoptère (0,23%) appartenant à la famille des Lestidae représentée par *Lestes viridis* (0,23%), pour les Anisoptère (0,29%) une seule espèce *Aeshna mixta* (0,29%) appartenant à la famille des Aeshnidae et une dernière espèce *Calopteryxhae morrhoidalis* appartenant à la famille des Calopterygidae (0,41%). (**Djemai,2013**).

Quant aux Plécoptères sont représentés par deux familles celle des Perlidae (12,55%) contre celle des Pteronarcyidae (15,77%) représenté chacune par une seule espèce non déterminée. (**Baumeister, 1839**)

Pour les Diptères représentés par une seule famille les Culicidae incluant une seul espèce *Culex pepiens* (0,29%); contre une seule espèce *Tremex sp* (0,17%) appartenant à la famille des Siricidae pour l'ordre des Hyménoptères ; pour les Trichoptères une seule espèce identifiée *Hydropsyche sp* appartenant à la famille des Hydropsychidae.

Les Diptères possèdent une large distribution altitudinale et une grande capacité de coloniser les biotopes pollués et non pollués (**Moubaled, 1986**), ce sont des animaux connus par leur tolérance à la pollution, habituellement plus abondants dans des cours d'eau de mauvaise qualité, et préfèrent généralement des températures élevées. Le peuplement de Culicidae semble important dans les stations d'amont, leur importance peut être attribuée aux formes torrentico les et à la remontée des espèces à la recherche des conditions plus favorable (**Haouchine, 2011**).

Les Hydropsychidae sont les plus abondants et les plus fréquents, (**Lounaci2005**) a signalé leur abondance et leur fréquence dans les cours d'eau d'Algérie, ils sont des Eurythermes à large répartition altitudinale.

Concernant les Hyménoptères la présence d'une seule famille est marquée : celle des Siricidae représentée par une seule espèce du genre *Tremex sp* (0,17%) marqué par 10 individus.

Les Trichoptères récoltés sont généralement représentés par la seule famille d'Hydropsychidae et par le genre *Hydropsyche sp*: 851 individus d'Hydropsyche sont été inventoriés, soit (9,14%) du peuplement total.

Comme déjà noté par **Tachet et al. 2006**, le phénomène de l'anthropisation, pourrait être à l'origine d'une disparition des taxons pollué-sensibles et de la prolifération des groupes pollué-tolérants tels que les Chironomidae. Ceci pourrait être lié aux facteurs naturels et/ou anthropiques influençant ce cours d'eau tel que les rejets industriels et domestiques, sans doute, contribue considérablement à l'installation de conditions particulières (globalement défavorable) à la présence d'un peuplement très diversifié, caractéristique de ce cours d'eau.

La composition chimique de l'eau est un autre facteur important. Les eaux sont acides, neutres ou alcalines, plus ou moins chargées en calcium ou en magnésium, en matière organique dont la décomposition entraîne une diminution de la quantité d'oxygène dissous. L'ensemble de ces facteurs, biotiques et abiotiques, conditionne la composition faunistique des eaux stagnantes, les insectes ayant des préférences quant au choix des habitats disponibles.

Depuis le début du XXIème siècle, on considère que les peuplements d'invertébrés peuvent indiquer la qualité des cours d'eau. Beaucoup réagissent en effet au manque d'oxygène qui caractérise souvent les eaux très polluées. On a donc imaginé qu'il était possible d'estimer le degré de pollution des eaux par la présence ou l'absence de certaines espèces indicatrices (organismes à faible marge de tolérance qui réagissent rapidement à des modifications de leur environnement). Les larves d'éphémères *Ecdyonurus* sont par exemple caractéristiques des eaux propres et bien oxygénées, alors que la larve de l'éristale gluante (une espèce de mouche) est indicatrice d'une eau à forte pollution organique (elles vivent même dans le jus du purin). Ainsi, certains scientifiques utilisent des dénombrements quantitatifs et qualitatifs pour calculer des indices de qualité des eaux: ils disposent pour le faire d'une liste de 152 types différents d'invertébrés! Ces indices fournissent une idée de la qualité globale du cours d'eau (qualité du substrat notamment) et sont

régulièrement améliorés et complétés par des indices plus précis qui correspondent au peuplement d'algues diatomées, beaucoup plus révélateur de la qualité chimique des eaux.

Depuis le début de l'ère industrielle, la biodiversité a fortement diminué partout, y compris dans les cours d'eau. On citera quelques causes.

1. La pollution organique (rejets d'égouts) et agricole (engrais, pesticides). En particulier, l'apport d'un excédent de nutriments (azote, phosphore) entraîne une surproduction d'algues (eutrophisation) qui diminue la qualité des habitats et donc la diversité des peuplements d'invertébrés. L'érosion des terres agricoles et des berges entraîne des sédiments fins vers les cours d'eau. Il y a donc formation de vase qui colmate les fonds et supprime aussi les habitats de beaucoup d'invertébrés(**Louis L, Michel M., 2010**).
2. La pollution chimique: de nombreuses substances toxiques sont déversées dans la rivière, entraînant la disparition de nombreux invertébrés (**Louis L, Michel M.,2010**)
3. Le manque de diversité du milieu au niveau structurel: le curage des cours d'eau détruit la variété des habitats et la rectification détruit les berges et supprime les liaisons directes au biotope terrestre; il n'y a plus d'imbrication rivière / terre ferme(**Louis L, Michel M., 2010**).

Conclusions et Perspectives

CONCLUSION GÉNÉRALE

Conclusion

L'étude menée au cours de ce modeste travail a pour but d'évaluer la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau du lac Tamezguida et voir son effet sur la disponibilité de l'entomofaune aquatique abritant ce dernier.

Du point de vue physico-chimique, l'ensemble des résultats obtenus ont révélé une teneur faible en magnésium ce qui signifie une dureté moins importante de l'eau de notre station d'étude.

- Une conductivité moyenne de 256 μ s/cm; donc c'est une eau peu minéralisée.
- Une teneur en nitrite élevée dépassant la norme, son origine peut provenir soit d'une oxydation incomplète de l'ammonium soit d'une réduction des nitrates, on ne peut en déduire qu'une origine artificielle « pollution » vu qu'en amont il existe des habitations et que le lac est situé dans une région agricole, et cette dernière n'est pas protégée par des périmètres de protection selon la réglementation algérienne en vigueur.

Du point de vue bactériologique les résultats obtenus montrent la présence des germes indicateurs de pollution telle que les *Coliformes totaux* et *fécaux*, avec un taux un peu élevé des *germes totaux*. Ces résultats prouvent du point de vue bactériologique que les eaux de cette station sont suspectes d'être polluées.

L'inventaire faunistique réalisé dans la présente étude constitue une base de données importante, la faune étudiée est caractérisée par une diversité taxonomique variable

La faune recensée dans ce travail se compose de 1705 individus correspondant à 18 Familles et 21 taxons appartenant à 08 ordres (Hétéroptères, Ephéméroptères, Plécoptères, Coléoptères, Trichoptères, Diptères, Hyménoptères, Odonates). L'effectif du peuplement benthique a montré que les Hétéroptères, les Ephéméroptères Plécoptères, Coléoptères sont dominants. Les Diptères, les Hyménoptères et les Odonates ne constituent qu'une faible fraction de la faune récoltée.

Les différents indices biologiques utilisés à savoir (AR%, Fi%, Shannon et Equitabilité) ont permis d'évaluer la biodiversité du peuplement et sa qualité de son fonctionnement tout en mesurant sa diversité spécifique.

En perspectives, il serait intéressant à l'avenir de prospecter de façon approfondie les différents réseaux hydrographiques et engager des suivis annuels avec un plus grand nombre de stations afin d'établir l'influence des facteurs du milieu sur la distribution de l'entomofaune. Certaines mesures de protection devraient être prises afin de préserver les milieux aquatiques. Une réglementation en vigueur doit être mise en place pour le maintien en bon état des zones humides, il faut mettre l'accent sur l'éducation et la sensibilisation de la population par des moyens d'information afin qu'elle puisse prendre de l'importance de l'eau et sa qualité.

Référence bibliographique :

Abdesselem A., 1999. Suive de La Qualité Microbiologique et Physicochimique De Trois Serres Alimentant De La Région De Tlemcen, Mémoire d'ingénieur institut de biologie, université de Tlemcen., pp 2-18.

Achour S.,2001.ncidence des procédés de chloration, de floculation et d'adsorption sur l'évolution de composés organiques et minéraux des eaux naturelles. Thèse de Doctorat d'Etat en Sciences Hydrauliques. Université de Tizi-Ouzou, Algérie. 231 p.

Afnor.1985.Recueil des normes françaises des eaux, méthodes d'essais, AFNOR. 2ème édition Paris pp : 566-622.

Ait mouloud S ., 1987. Essais de recherche sur la dérive de la macro invertébrée dans l'oued Aissi : faunistique, écologie et biogéographie. Thèse magister.Univ des sciences et de la technologie. Houari Boumediene : 119p.

AjakaneA., 1988. Etude hydrobiologique du bassin versant de l'oued N'fis 5haut Atlas Marocain). Biotypologie, dynamique saisonnière, Impact de l'assèchement sur les communités benthique .Thèse 3eme cycle. Univ. Marrakech (Maroc) :192p.

Aguesse, P., 1968. Les Odonates de l'Europe Occidentale, du Nord de l'Afrique et des Atlantiques, Masson et Cie Editeurs, Paris, 262 p.

Amigues J P et Bonnieux F. Le Goff P.H –Point P. Valorisation des usages de l'eau P.U.F France 1979p.

Anonyme.,1758.Culex pipiens linnée, [https://www.google.dz/search?q=culex+pipiens+\(linne,+1758\)&client=sandbox-samsung&prmd](https://www.google.dz/search?q=culex+pipiens+(linne,+1758)&client=sandbox-samsung&prmd).

Anonyme.,1758. Cerris laceustris,[https://www.google.dz/search?q=Geris+la+crestris+\(Linnaeus+1758\)&client=sandbox-samsung&prmd](https://www.google.dz/search?q=Geris+la+crestris+(Linnaeus+1758)&client=sandbox-samsung&prmd).

Anonyme.,1802.Perlidae latreille ,[https://www.google.dz/search?q=Perlidae+latreille+1802\)&=samsung&prmd](https://www.google.dz/search?q=Perlidae+latreille+1802)&=samsung&prmd).

Anonyme.,1835. Hydropsyche,[https://www.google.dz/search?q=hydropsyche+sp+\(Curtis+%2C+1835\)](https://www.google.dz/search?q=hydropsyche+sp+(Curtis+%2C+1835)).

Anonyme.,1909., Ephemérellidae,[https://www.google.dz/search?q=Ephemerellidae+\(klapalek+1909\)&=samsung&prmd](https://www.google.dz/search?q=Ephemerellidae+(klapalek+1909)&=samsung&prmd).

Anonyme., 2010. Plan de gestion II. Période quinquennale 2010 2015. Parc national de Chréa. 125 p.

Anonyme., 2013. Nom et adresse du rédacteur de la FDR : Mme Djoudi Fatiha Docteur Vétérinaire. Parc national de chréa 20, boulevard Mohamed Boudiaf – Blida.

Arab A, 1989. Étude de peuplements d'invertébrés et de poissons appliquée a l'évaluation de la qualité des eaux et des ressources piscicoles des oueds mouzaia et chiffa. Thèse magister.univ des sciences et de la technologie. Houari Boumediene : 142p.

Arabe A et Zebdi A, 1983. Contribution al' évaluation de la qualité de l'eau des oueds de la Mitidja. Mém.DES. univ des sciences et de la technologie. Houari Boumediene : 116p.

Arabe A, 2004. Recherche faunistique et écologique sur les réseauxhydrographiques du Chélif et des bassins du mazafran. These doctorat. F.S.B.Univsciences et de la technologie. HouariBoumediene.

Aubert J., 1959.Plecoptera.Insecta Helvetica Fauna, vol1:1-140pp

Aubert J., 1959.Plecoptera.Insecta Fauna Helvetica 1, Lausanne. 140 p.

Auber, L., 1976. Atlas des Coléoptères de France. Deux tomes. 4eme edition, Societc nouvelle des Editions Boubée, Paris, 535 p.

Azzaoui S. 1999. Métaux lourds dans le bassin versant du Sebou Géochimie, source de pollution et impact sur la qualité des eaux de surface Thèse de Doctorat national, université Ibn Tofail, Kénitra, Maroc, 130p.

Bechac J, Boutin P., 1996.Traitements des eaux usées, paris, 1988, 130 p.

Begon M., Harper J.L. & Townsend C.R., 1996.Ecology: individuals, population, and communities, Third edit., Blackwell Science, Oxford: 1068p.

BerneF., 1972.Les traitements des eaux dans l'industrie pétrolière, Édition TECHNIP, .1972, 207 p.

Barthélemy C, 1966. Contribution à la connaissance des Leuctiridae. Annales De Limnologie, t. 4, fasc. Vol 2 .pp : 175-198.

Boualem R., 2009.Contribution à l'étude de la qualité des eaux des Barrages, Article de recherche, 2009. pp : 20-33.

Bouziani M., 2000.L'eau De La Pénurie A La Maladie. Edition Ebeanthaldoun. pp: 84.

Bouzid S., 2009. Etude de la dynamique du phosphore dans la Tafna. Thèse de Magister en Biologie. Univ. Tlemcen. 139p ;

Bouzi A., 1989. Recherches hydrobiologiques sur les cours d'eau des massifs du Haut-Atlas (Maroc). Bio-écologie des macroinvertébrés et distribution spatiale des peuplements. Thèse d'état, Fac.Sc. Tech. St. Jerome, Université d'Aix- Marseille III: 190p.

Bouzi A et Guidicelli J., 1994. Ecologie et distribution des macro invertébrés des eaux courantes du Haut Atlas marocain. Rev. Fac. Sci. Mar, vol 8 .pp:23 43.

Bechac J, Boutin P., 1984. Traitements des eaux usées Ed EYROLLES Bd St Germain. 1984, 121p.

Belaidi -Aliane N, Taleb A et Gagneur J., 2004. Contribution and dynamics of hyporheic and surface fauna in a semi- arid stream in relation to the management of a polluted reservoir. Ann.Limnol.Int. J. Lim, 40(3) ,pp :237-248.

Birechel Guessoume A., 2013. Caractéristiques physico-chimiques et niveau trophique du lac Méggarine (Touggourt). Mémoire d'ingénieur d'Etat. Université d'Ouargla.

Catherine G., 2009. La qualité chimique de l'eau, 3ème Éditions, Paris, 2009, 10p .

China W et Usinger R. L., 1949. New genus of Hydrometridae from the Belgian Congo, with a new subfamily and a key to genera. *Rev. Zoo.Bo.afr.*, 41,4:314-319.

Chiroleu Assouline M., 2007. «notices d'économie» pictionnaire de l'environnement, yvettveyret [Ed.], 404 p .

Dakki M., 1979. Recherches hydrobiologiques sur un cours d'eau du Moyen- Atlas (Maroc). Thèse de 3eme cycle, Aix- Marseille III. 126p.

Dakki M., 1992 Etude National sur la biodiversité Faune aquatique continentale (Invertébrés et Poissons). Projet PNUE/ GEF/6105- pp :92. 121.

Dakki M et Algbani MA, 1983. Ephéméroptères d'Afrique du Nord : 3.Elément pour la connaissance de la faune marocaine. Bull. InstSc,Rabat, vol 7 ,pp :115-126.

Dazoz R., 1985. Précis d'écologie. Ed. Bordas, Paris, 505p. DAJOZ (1970),

Despax R., 1951. Plécoptères. Faune de France, vol. 55. Féd. Française Sci. Nat., Paris. 280 p.

Djemai I., 2013. contribution à l'étude de l'odonatofaune du Parc National de Chréa ; Mèm .mag. ,Univ ;Saad Dhleb Blida 1 ,62p .

Doare J & Vincon G., 2005 .Les Plécoptères de France : inventaire des signalées par départements (plecoptera), vol ; 7 (1) ,pp : 11-43.

Dommanget L J ,2000. Les insectes des eaux douces stagnantes. Lacs de plaine, Étangs, Mares et Marais. (pdf)

- Dupieux N., 2004.** Une proposition de protocole commun pour la description et le suivi des annexes hydrauliques du bassin de la Loire. 18p .
- Edington, J. M., Hildrew, AG., 1981.** A key to the Caseless caddis larvae of the British Isles with notes on their ecology. Freshwater Biological Association, Sc. Publ. n043, 92p.
- Edington J M., Hildrew A.G., 1995.** A revised key to the caseless caddis larvae of the British Isles with notes on their ecology. F.B.A., 53, 134 p.
- El Agbani M., 1984.** Le réseau hydrographique du bassin versant de l'oued Bou Regreg (plateau central marocain). Essai de biotypologie. Thèse Doctorat 3ème cycle, Université Claude Bernard LyonA 147 p.
- El AgbaniM, .1984.** Le réseau hydrographique du bassin versant de l'oued Bou Regreg (plateau central marocain). Essai de biotypologie. Thèse Doctorat 3ème cycle, Université Claude Bernard LyonA 147 p.
- Emberger L., 1955.** Une classification biogéographique des climats. L'année biologique. 3e serie, T 31,pp: 249-255.
- EzzianeS., 2007.**traitement des eaux de rejets, le Mémoire Présenté pour obtenir le diplôme de Magister, Université HASSIBA BEN BOUALI de CHLEF, 2007, 186p, L'année biologique. 3e serie, T 31,pp: 249-255 .
- Fekhaoui M., 1990.** Recherches hydrobiologiques sur le Moyen Sebou soumis aux rejets de la ville de Fès: suivi d'une macro-pollution et évaluation de ses incidences sur les composantes de l'écosystème. Thèse d'Etat, Fac. Sci. Rabat. 173 p.
- Fekhaoui M., 1990.**Recherches hydrobiologiques sur le Moyen Sebou soumis aux rejets de la ville de Fès: suivi d'une macro-pollution et évaluation de ses incidences sur les composantes de l'écosystème. Thèse d'Etat, Fac. Sci. Rabat. 173 p.
- Feminella J.W et Resh V.H., 1990.** Hydrological influences, disturbance, and intraspecific competition in a streamcaddisfly population. Ecolgy, vol 71,pp : 2083-2094.
- Figarellal J., Leyral G., Terret M., 2001.** Microbiologie générale et appliquée. Edit. Jacques Lanore.285p.
- Fouad S., Cohen N., Hajjami K., Chlaidia M., 2013.** Qualité physicochimiqueet contamination métallique des eaux de l'oued Hassar: impacts des eaux uséesde la localité de Mediouna (Periurbain de Casablanca, Maroc).,ScienceLibEditions Mersenne Volume 5 , N ° 130113, ISSN pp :2111-4706.

- Franck B., 2009.** Un filet robuste pour la récolte des insectes aquatiques. 7p.
- Gagneur J et Aliane N.,1991.** Contribution à la connaissance des Plécoptères d'Algérie. Labo. Hydrob.Univ. Paul. Sabatier.Toulouse. I.N.E.S. Bio, BP.358.D2A.13000p.
- Gagneur J et Thomas A G B., 1988.** Contribution à la connaissance des Ephéméroptères d'Algérie. I- Répartition et écologie. (1ere partie) (Insecta, Ephéméroptera). Bull. Soc. Hist. Not. Toulouse vol 124,pp: 223- 231,PGagneur et ChaouiBoudghene (1991).
- Gaujous D., 1995.** La pollution des milieux aquatiques. Aide-mémoire. Ed. *Technique et Documentation. Lavoisier, Paris.* 220p.
- Gaujous D., 1995.** Pollution des milieux aquatiques (aide-mémoire) 2ème édition, 46p.
- Giani N, .1983.** Le Riou Mort, affluent du lot pollué par les métaux lourds. Etude faunistique générale. *AnnlsLimnol*, 19 p.
- Giudicelli J., DakkiM. & Dia A. 1985.** Caractéristiques abiotiques ethydrobiologiques des eaux courantes méditerranéennes. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, vol 22, pp :2094-2101 .
- Guenda W., 1985.** Hydrobiologie d'un cours d'eau temporaire en zone soudanienne: La Voita Rouge (Burkina Faso - Ghana). Relation avec les traitements chimiques antisimulidiens.*These de 3(cycle. Uni)'. Aix-Marseille:*193p.
- Guergazi S., Achour S., 2005.** Caractéristiques physico-chimiques des eaux d'alimentation de la ville de Biskra. *Pratique de la chloration, Larhyss Journal*, vol 4, pp:119 127.
- HadeA.,Nos Lacs – Les Connaître Pour Mieux Les Protéger, Éditions Fides, 2002,** 360 p.
- Haut- Commissariat Aux Eaux et Forêt et la Lutte Contre la Désertification HCEFLCD, .2006.** Etude sur la pisciculture au barrage Almassira, CR darCHAFAAI, Cercle d'ELBROUGE, Province de Settat, 201p.
- Hickin N.E., 1942 à 1955.** Larvae of the British Trichoptera. *Proc. R. Ent. Soc. London.*
- Hubert P et Marin M., 2001.** Quelle eau boirons-nous demain ? Edition:FabienneTravers. pp:64-124.

- Hynes H.B.N., 1971.** Zonation of the invertebrate fauna in a west Indian stream. *Hydrobiologia*, 38(1) pp:1-8.
- Johannsen O.A., 1977.** Aquatic Diptera- 4e reedition des memoires n° 164 (1934), 177 (1935) et 210 (1937) publies par Comell. Univ. Exp. appl. Mem., 369 p.
- J.O.R.A., 2011.** Décret exécutif n° 11-219, fixant les objectifs de qualité des eaux superficielles et souterraines destinees a l'alimentation en eau des populations.
- Khaled A., 1995.** La pollution, un phénomène universel qui s'aggrave et nécessite une lutte soutenue. 10/1995. base.d-p-h.info/fr/fiches/premierdph/fiche-premierdph-2589.html.
- Khamar M, Bouya D et Ronneau C., 2000.** Pollution métallique et organique des eaux et des sédiments d'un cours d'eau marocain par les rejets liquides urbains. *Water. Qual. Res. J.Canada*. Volume **35 (1)**,pp :147-161.
- Lavendier, .1979 .** Ecologie d'un torrent pyreen de haute montagne : l'Estaragne. Thèse de Doctorat d'état. Univer Paul Sabatier Toulouse : 523p.
- Leyral G., RONNEFOY C, GUILLET F.,2002.** Microbiologie et qualité des industries agroalimentaire, Paris, 2002, 245p.
- Leclercq .L et Solito M.M ,2010.** Clé simple de détermination des macro-invertébrés d'eau douce à l'usage du petit « gardien des rivières ». Station Scientifique des Hautes-Fagnes Université de Liège ,pp :1-60.
- Lepneva S G.,1970.** Trichoptera-I . Larvae and pupae .Larvae and pupae. 700 p.
- Louis L et Michel Marie Solito de Solis., 2010**
- Lounaci A, 1987.** Recherches hydrobiologiques sur les peuplements d'invertébrés benthiques du bassin de l'oued Aissi (grand kabylie. Houari Boumadiene: 133 .
- Lounaci et Daoudi, 1996 .** Travaux sur la faunistique. L'écologie et la biogéographie des insectes aquatiques du réseau hydrographique de Sébaou. Thèse Magistère. Univ Mouloud Mammeri TiziOuzou, 152p.
- Luna B et Kenneth S., 1972.** L'eau. Edition: Time-Life: 1. pp: 9-39.
- Macan, T.T., 1960.** A key to the British fresh water and brackish water Gastropods. F.B.A., n° 13,46 pp.
- Macan, TT, 1979.** A key to the Nymphs of the British species of Ephemeroptera with notes on their Ecology. Freshwater Biological Association, Sc. Publ. n020, Ambleside, 81 p.

- Meybeck, M. et R. Helmer, 1992.** "An introduction to water quality", pp:1-18, dans Chapman D. Water quality assessment Chapman & Hall (éd).
- Mezardi F., 2011.** Connaissance et gestion d'une population captive de perdrix gabra « Alectoris barbara » Mémoire de magistère. Université mohamed khider BISKRA, 83 p.
- Micha,1. C., 1982.** Les bases scientifiques d'une politique de contrôle de la pollution des eaux de surface, Cebedeau, sous presse
- Moisan J, Pelletier L., 2008 .** Guide de surveillance biologique basée sur les macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec – Cours d'eau peu profonds à substrat grossier. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 86 p.
- MOKEDDEM K, OUDDANE S., 2005.** Qualité Physico-chimique Et Bactériologique De L'eau De Source Sidi Yaakoub (Mostaganem), Mémoire d'ingénieur institut de biologie Mascara, , pp :18-22.
- Mutin G., 1977.** La Mitidja, décolonisation et espace géographique. Ed. Office Publ. Univ., Alger, 606 p.
- Nixon S C, Mainstone C P, Iversen T M et al., 1996.** The harmonised monitoring and classification of ecological quality of surface waters in the European Union. WRC Report No. CO4150, Medmenton, UK, 293 p.
- Norme Marocaine 03.7.001. 1991.** Qualité des eaux d'alimentation humaine élaborée par le comité technique de normalisation des eaux d'alimentation humaine éditée et diffusée par le service de normalisation industrielle Marocaine (SNIMA), 14p.
- Normes Algériennes N.A. 1992.** Norm. Al. 6360, Ed. lanor.
- O.N.M., 2015.** Résumé annuel du temps Algérie. Volume II. Centre Climatologique. National. Médéa (2006-2015).
- OMS ., 1994.** Directives de qualité pour les eaux de boisson; Volume 1 Recommandation. Organisation mondiale de la santé 2e édition.
- OMS., 1991.** DECRET N°91-257 DU 7 MARS 1991.
- OMS., 2002.** Directives de qualité pour l'eau de boisson ; Volume 2- critères d'hygiène et documentation à l'appui OMS, Genève, 2ème Edition, 1050 p.
- OMS., 2004.** Guidelines for Drinking Water Quality, Third edition, 2003. Organisation Mondiale de la Santé. En ligne.

- Organisation mondial de santé (OMS)., 2004.** L'eau pour les hommes, l'eau pour la vie, Paris, Unesco-Wwap.
- Paul R.,**Eaux d'égout et eaux résiduaires industrielles: Épuraton, utilisation, Société d'Éditions techniques, 1998, 192 p.
- Pihan J A et Mohati A., 1984.** les peuplements benthiques du réseau permanent de l'oued ourika (haut Atlas de Marrakech). Qualité des eaux. Verh.Internet. Limnol : vol 22,pp :2110-2113 .
- POISSON, R., 1957.** Faune de France 61 : Heteropteres aquatiques. Paul Lechevalier, Paris, 267 p.
- Ramade F., 2002.** Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. 2ème Ed. *DUNOD*. Paris. 1075 p.
- Raymond. D,** Le traitement des eaux, 2ème Édition, 1997, 304 p
- Robert P.A.,1958.** Les libellules(Odonates) Delachaux et Niestle, Neuchatel, 364 p.
- Rietschel P., 1975** in. Le monde anima1 en 13 volumes. Encyclopedie de la vie des betes. Ed. Bernard GRZIMEK. Tome II 86-98
- Rodier J., 1996.** Analyse De L'eau (Eau Naturelles, Eaux Résiduaires, Eau De Mer), 8^{ème} Edition, paris, 1260 p.
- Rodier J. 1996.**L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eau de mer, 8^{ème}edition, Dénod, Paris, 1383 p.
- Rodier J., 1984.** Analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 7^{ème} édition, Dunot, Paris.
- Rodier J., 2005.** L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 8^{eme} édition: Dunod, Paris.
- RodierJ, .L'analyse De L'eau (Eaux Naturelles, Eaux Résiduaires Et Eaux De Mer),** 8^{ème} Edition, Dunod, Paris, 1997, pp :66.67 .
- RodierJ.,1996.**L'analyse De L'eau, Eaux Naturelles, Eaux Résiduaires, 8^{ème} Edition, Dunod, paris, 1996, 1335p.
- Rousseau E., 1921.** Larves aquatiques des insectes d'Europe. o./J. *Publicite*, Bruxelles, n° 621,2, 343 - 967 (*repris de ULMER, 1909*).
- SchuddeboomJ., 1993.**Nitrates et Nitrites dans les denrées alimentaires, éditions du Conseil de l'Europe, Strasbourg, 1993, 11p .

Seyni S, .2006. Control environnemental de la production primaire du lac de Guiersaunord de Sénégal, Thèse de doctorat de 3ème cycle de biologie végétale. UnivercheikAntodiop.

Stum. W & Morgan. J, 1991. Aquatique chemistry. An introduction emphasizing.

Tachet, H., B ournaud M., Richoux, PH., 1980. Introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces (systématique élémentaire et aperçu écologique). Association française de limnologie : (1980) 150p 22. Amors, C., Bull.Mens.Soc. Lin. Lyon, (1984).

Tardat Henry M.,1992. Chimie Des Eaux, 2ème Edition, Les éditions du griffon d'Argile, 1992, pp :213-215.

Thomas, J.D., 1993. Journal of Natural History vol27, pp:795-806.

Thomas A.,1981. Travaux sur la taxonomie, la biologie et écologie des insectes torrenticole de sud-ouest de la France (Ephéméroptères et Diptères Dixidae, Cecidomiidae, Rhagionidae, et Athéricidae) avec quelques exemples de perturbations par l'homme. Thèse de doctorat. Uniser Paul Sabatier, Toulouse 330p.

Vincon G., 1998. Les Leuctridés (Plecoptera : Leuctridae) des Alpes. Mitteilungen der Schweizerischen entomologischen Gesellschaft. vol71, pp: 285 - 342.

W.H.O., 1987. Global pollution and health results of related environmental monitoring Global Environment Monitoring system, WHO, UNEP.

Zouaggahe F., & Moali A.,2009. Variabilité structurelle des peuplements de macroinvertébrés benthiques dans le bassin versant de la Soummam (Algérie, Afrique du Nord). Rev. Écol. (Terre Vie), vol. 64p.

Zouakh ,.1995. Etude des macroinvertébrés et des poissons de l'Oued El Climatologique. National. Médéa (2006-2015). Harrach et effet de la pollution des milieux aquatiques 96 p.

Références électronique

Www. Google earth 2016.com

ANNEXE 1 : les normes algériennes de l'eau de source Attar (Abode Reader)

paramètres	normes algériennes	Unités
Température	-	T°
PH	6,5-8,5	-
Conductivité	2800	US/cm
Turbidité	5	NTU
TA	-	mg/L
TAC	500	mg/L
Nitrates	50	mg/L
Nitrites	0,1	mg/L
Sulfates	400	mg/L
Calciums	200	mg/L
Chlores	500	mg/L
Magnésium	150	mg/L
Phosphates	0,5	mg/L

ANNEXE 2 : Caractéristiques physicochimiques et bactériologiques étudiés (RODIER. J, .1997 et MOKEDDEM. K, OUDDANE. S.,2005)

Lieu d'analyse	Paramètres effectué	Nature de la méthode
Analyse in situ (paramètres physiques)	pH, température, conductivité	méthode électro-métrique
Analyse in vitro (paramètres chimiques)	phosphates	Méthode Spectrométrique
	Nitrates	Méthode au Salicylate de Sodium
	Nitrites	Méthode Spectrométrique
Paramètres Bactériologiques	germes totaux	Méthode Générale sur Milieu de Culture Gélose Nutritive
	coliformes totaux et fécaux liquide(N.P.P)	Méthode Générale par ensemencement en Milieu

ANNEXE 03:

1. Matériels utilise dans laboratoire

1.1.Appareillages



Photographie d'un spectrophotomètre



Photographie d'une étuve



Photographie d'une balance de précision



Photographie d'une centrifugeuse

ANNEXE 04 : Matériels des analyses physico-chimiques et bactériologiques

1. Matériels des analyses physico-chimiques:

1.1. Appareillage et verrerie :

- Béchers.
- Pissette d'eau distillée.
- Flacons de 250 ml.
- Appareil multi-paramètre (HACH).
- Spectrophotomètre HACH DR/2000.
- pH-mètre.

2. Matériels des analyses bactériologiques:

Le matériel utilisé durant les analyses est le suivant :

2.1. Milieu de culture :

- Bouillon lactosé au pourpre de bromocrésol (BCPL).
- Milieu indole + mannitol (milieu de schubert).
- Bouillon à l'azide de sodium (bouillon de Rothe).
- Bouillon à l'éthyl violet et azide de sodium (EVA litsky).
- Gélose viande foie (VF).
- Tryptone Glucose Extract Agar (TGEA).

2.2. Réactifs additifs et solutions:

- Eau physiologique stérile.
- Alun de fer.
- Sulfite de Sodium.
- Réactif de Kovacs.

-Eau de javel.

2.3. Appareillage et verrerie :

-Pipettes graduées de 1 ml.

-Pipettes graduées de 10 ml.

-Tubes à essai stériles.

-Bec bunsen.

-Les boites de pétri.

-Etuve à 22°C, 37°C et 44°C.

- Bain marie.

- Réfrigérateur.

-Flacons en verre de 250 ml stériles.

-Portoirs.

-Anse de platine.