

N° d'Ordre : الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ DJILLALI LIABES DE SIDI BEL ABBES

FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DÉPARTEMENT DES SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

Mémoire

De fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Biodiversité et Ecologie Végétale

Intitulé du thème :

**Evaluation de qualité de l'eau du lac de Sidi
M'Hamed Benali (Sidi Bel Abbès) en vue de
l'aménagement et de la sauvegarde de la
biodiversité**

Présenté par : Mlle BOUAFIA Sara

Mlle DELMI Haibat-Allah

Mémoire soutenu devant l'honorable jury composé de :

Président de jury : Mme. BENNABI Faiza (MCA / UDL Sidi Bel Abbès)

Examineur : Mme. HELLAL Tidjania (MCB/ UDL/Sidi Bel Abbès)

Promoteur : Mme. MOURI Charaf (MCB UDL /Sidi Bel Abbès)

Année universitaire 2020 - 2021

Session : « juin »

REMERCIEMENTS

Nous remercions le bon Dieu pour le courage et la patience qui nous ont été utiles toute au long de notre parcours.

Nous tenons à exprimer nos hautes considérations et présenter nos vifs remerciements à notre promoteur Mme MOURI C., pour l'effort fourni, les conseils prodigués, sa patience et sa persévérance dans le suivi.

Nous remercions à Mme BELAGHONE, chef laboratoire d'analyse de l'A.D.E. de S.B.A et MME NOUREDDINE responsable de centre de mesure de la faculté des sciences exacte UDL S.B.A. qui nous ont permis de réaliser les analyses de nos échantillons au sein de leurs laboratoires.

Une mention particulière doit être adressée à MME MAHADJI M, C /B Des eaux superficielles au sien de la direction des ressources en eau pour ses précieux conseils.

Nous remercions également les membres de jury : **Mme BENNABI F. MCA UDL/SBA** qui nous a honoré pour présider notre jury et **Mme HELLAL T. MCB UDL/SBA** d'avoir bien voulu accepter d'examiner notre travail.

Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin, tout au long de la réalisation de ce travail.

DEDICASES

La vie n'est qu'un rêve tout commence puis s'achève

Il y'a toujours un salut pour faire un début

*Ilya aussi une fin pour finir notre chemin et on doit se quitter pour se voir
demain.*

C'est avec un grand plaisir que je dédie ce modeste travail :

*A celle qui a été toujours à mes côtés et à la personne la plus chère au
monde : à toi ma mère.*

*A celui qui a combattu toute sa vie pour procurer tout ce dont j'avais besoin,
celui qui m'a soutenu tout au long de mon parcours : à toi mon père.*

A ma grande mère chérie qui m'a comblé de sa gentillesse et de ses prières.

« Que Dieu vous gardes et vous accordes longue vie »

A l'âme de mon plus chère frère Mustapha

A mes très chers frères Mohamed, Omar

Et mes très chères sœurs Fatima, Assia, Meriem

A ma belle-sœur Assia

ET Mes beaux-frères

A mes très chères neveux et nièces Mohamed, Akram, abrar, Aya, Issrae et

Mustapha Yacine

A mes très chères amies Asmaa ET Rima et mes voisines Amina, Ikram, Afaf

A Mon binôme Hibat-Allah et sa famille.

DEDICACES

*Après dix-sept ans, je suis sur le point de terminer ma carrière
universitaire, et tout cela grâce à Dieu*

*Je dédie mon mémoire de fin d'études à celle qui m'a appris l'alphabet et a
sacrifié sa vie pour moi à ma chère mère.*

A mon cher père

Mon petit frère, Tarek Abdelbarie

A ma grande mère qui m'a comblé de sa gentillesse et de ses prières

A l'âme de ma chère sœur, Fadila

A ma chérie Hannae et mon neveu Amdjad

A ma très chère amie Sarah et Sa famille

Et à tous ceux qui m'ont aidé et à tous les honorables professeurs.

Hibat-Allah

Résumé

Le lac Sidi Mohamed Ben Ali est considéré comme l'une des réserves naturelles les plus importantes de l'ouest algérien en général, et dans notre wilaya en particulier, ce lac sert de station touristique pour les habitants de la région.

Notre étude consiste à déterminer la qualité physicochimique et biologique de l'eau du lac Sidi

M'Hamed Benali en analysant quatre échantillons provenant de différentes stations.

Où pouvons-nous trouver (taux de Chlorures, sulfates, nitrates, nitrites, calcium, magnésium, oxygène dessous, pH et dureté de l'eau...).

Par conséquent, ces résultats indiquent que l'eau du lac est légèrement à modérément polluée.

Ces polluants peuvent provenir de zones urbaines ou agricoles.

Ainsi nous concluons que le lac Sidi M'Hamed Benali est exposé à des pollutions d'origines

diverses, il est donc temps de réfléchir à la manière de préserver cette richesse environnementale à travers un bon aménagement et une meilleure exploitation qui sert notre environnement et même notre économie.

Mots clés

Lac Sidi M'Hamed Benali- Qualité physico-chimique -Pollution -Aménagement.

Abstract

Lake SidiM'hamedBenali is considered one of the most important natural reserves in western Algeria in general, and in our state in particular, this lake serves as a tourist resort for the inhabitants of the region.

Our study consists of determining the physical and chemical quality and biological of the water in Lake SidiM'hamedBenali by analyzing four samples from different stations.

Where can we find it (rate of Chlorides, sulfates, nitrates, nitrites, calcium, magnesium, pH and water hardness).

Therefore, these results indicate that the lake water is slightly to moderately polluted. These pollutants can come from urban or agricultural areas.

we conclude that Lake SidiM'hamedBenali is exposed to pollution of various origins, so it is time to think about how to preserve this environmental wealth through good arrangement and better exploitation that serves our environment and even our economic.

Key words

Lake SidiM'hamedBenali -Physical and chemical quality –Pollution - Arrangement.

ملخص

تعتبر بحيرة سيدي محمد بن علي من أهم المحميات الطبيعية في غرب الجزائر بشكل عام، وفي ولايتنا بشكل خاص، هذه البحيرة بمثابة منتج سياحي لسكان المنطقة

تتمثل دراستنا في تحديد الجودة الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية لمياه بحيرة سيدي محمد بن علي من خلال تحليل أربع عينات من محطات مختلفة

حيث تمكنا من معرفة (معدل الكلوريدات، والكبريتات، والنترات، والنترت، والكالسيوم، والمغنيسيوم، ودرجة الحموضة، وعسر الماء و الأوكسجين المطروح).

وعليه فان هذه النتائج تشير إلى أن مياه البحيرة قليلة إلى متوسطة التلوث و قد تكون هذه الملوثات من المناطق الحضرية أو من المناطق الزراعية

و هكذا نستنتج أن بحيرة سيدي محمد بن علي تتعرض للتلوث من مصادر مختلفة فلقدحان وقت التفكير بكيفية الحفاظ على هذه الثروة البيئية من خلال التهيئة و حسن الاستغلال الذي يخدم بيئتنا و حتى اقتصادنا .

كلمات مفتاحية

بحيرة سيدي محمد بن علي-الجودة الفيزيائية و الكيميائية- التلوث - التهيئة.

Liste des abréviations :

ADE : Algérienne Des Eaux

CE : Conductivité électrique

DE SBA : Direction de l'environnement Sidi Bel Abbas

M.O : matière organique

Max : Maximum.

mg/l : Milligramme par litre.

Min : Minimum.

Moy : Moyenne.

NPK : Sodium, phosphore et potassium

NT : Azote total

O.N.M : Office National de la Météorologie

OMS : Organisation mondiale de la santé

OD : Oxygène dissous

P : précipitation

pH : Potentiel d'hydrogène

S.B.A: Sidi Bel Abbas

S.M.B: SidiM'HamedBenali

S : Station

T : Température

TDS : Total des solides dissous

TH : Dureté total

µs/cm : Micro siemens par centimètre

LISTE DES TABLEAUX :

Tableau 1 : les principaux écosystèmes lacustres du monde par ordre de surface décroissante. **Page 08_09**

Tableau 2: Faune du lac **Page 40-41**

Tableau 3 : Flore du lac. **Page 42_43**

Tableau 4 : Produits phytosanitaires et fertilisants utilisés dans les fermes qui entourent le lac. **Page 44_45**

Tableau 5 : Résultat des analyses physiques. **Page 53**

Tableau 6 : Résultat des analyses chimiques. **Page 54**

Liste des figures :

Figure 01 : Lac Sidi M'Hamed Benali wilaya de Sidi Bel Abbes (prise par Bouafia et Delmi, 2021).

Figure 02 : Situation géographique du lac Sidi M'Hamed Benali (Google image 03_06_2021)

Figure 03 : les stations de prélèvement au niveau du lac Sidi M'Hamed Benali SBA.(Google Earth 2021)

Figure 04 : la variation de la température de l'eau brute (lac sidi M'Hamed Benali).

Figure 05 : la variation du pH pour l'eau brute (Lac sidi M'Hamed Benali).

Figure 06 : la variation de la turbidité pour l'eau brute (Lac sidi M'Hamed Benali).

Figure 07 : Histogrammes de la variation de la conductivité électrique pour l'eau brute (lac sidi M'Hamed Benali).

Figure 08:Variation du taux des sels dissouts de l'eau brute (lac sidi M'Hamed Benali).

Figure 09 : la variation de la salinité pour l'eau brute (lac sidi M'Hamed Benali).

Figure 10 :de la variation du TAC pour l'eau brute (lac sidi M'Hamed Benali).

Figure 11 : la variation de TH pour l'eau brute (lac sidi M'Hamed Benali).

Figure 12 : la variation du calcium pour l'eau brute (lac sidi M'Hamed Benali).

Figure 13 : la variation des chlorures pour l'eau brute (lac sidi M'Hamed Benali).

Figure 14 :la variation des nitrites pour l'eau brute (lac sidi M'Hamed Benali).

Figure 15 :la variation mensuelle d'Ammonium pour l'eau brute (lac sidi M'Hamed Benali).

Figure 16 :la variation des sulfates pour l'eau brute (lac sidi M'Hamed Benali) .

Figure 17 :la variation des nitrates pour l'eau brute (lac sidi M'Hamed Benali).

Figure18 : la variation du sodium pour l'eau brute (lac sidi M'Hamed Benali).

Figure 19 : la variation du potassium pour l'eau brute (lac sidi M'Hamed Benali).

Figure 20 : la variation d'oxygène dissous pour l'eau brute (lac sidi M'Hamed Benali).

Figure 21 :la variation de la matière organique pour l'eau brute (lac sidi M'Hamed Benali).

Table des matières

Introduction générale.....	1
Partie I :	2
Synthèse bibliographique.....	2
<i>Chapitre 1 : Généralité sur la biodiversité</i>	3
1 -Qu'est-ce que la biodiversité :	4
2- Origines et définition :	4
3 -La diversité du monde vivant : (des gènes aux écosystèmes) :	4
3.1 La diversité des espèces :	4
3.2 La diversité génétique :	4
3-3 <i>La diversité</i> écologique :.....	5
4- Définition de l' écosystème aquatique :	5
4.1-Les organismes présents dans les écosystèmes aquatiques :	5
<i>Chapitre 2 :</i>	7
Les Lacs dans le monde.....	7
1-Définition :	8
1.1-Caractéristiques morphologiques des lacs :.....	8
1.2- Les variations du niveau des lacs :.....	9
1.2.1-Les seiches :	9
1.2.2-Les variations saisonnières :	10
1.3- Stratification des lacs :	10
1.4-Type des lacs:.....	10
1.4.1-sur le plan géomorphologie :	10
1.4.2- Selon la nature trophique:	11
<i>Chapitre 3 :Pollution de l'eau</i>	12
;bj.....	Erreur ! Signet non défini.
1-Etude de la pollution :	13
2-Les paramètres chimiques de la pollution :	13
3-Les caractéristiques physicochimiques :	13
3.1-la température :	13

3.2-le pH :.....	13
3.3- la minéralisation :.....	14
3.4- la turbidité et les matières en suspension :.....	14
3.5- la coloration :	14
3.6- l'oxygène dessous :.....	14
3.7- le potentiel redox :	15
• 4-Les origines de la pollution de la Ressource en eau :	15
4.1-La pollution industrielle :.....	16
4.2-La pollution agricole :.....	16
4.3-La pollution domestique :	16
4.4-La pollution accidentelle :.....	16
5-De La pollution de l'air à la biodiversité marine :	16
6-Zoom pollution de sol :	17
7-Zoom pollution de l'eau :	17
<i>Chapitre 4 :</i>	19
Impact de la pollution de l'eau sur la biodiversité	19
1-Autoépuration et pollution :	20
2- L'eutrophisation des milieux :	22
3- L'appauvrissement de la biodiversité :	23
Chapitre 5 : Evaluation des paramètres physico-chimique	25
1-Paramètres organoleptiques :	26
1.1-La couleur :	26
1.2- L'odeur et la saveur :	26
2- Paramètres d'évaluation de la qualité des eaux :	26
2.1- La turbidité :.....	26
2.2- Les matières en suspension :.....	27
3-Paramètres physico-chimiques :	27
3.1- La température :	27
3.2-Potentiel d'hydrogène (pH) :	28
3.3- La conductivité électrique :.....	28
3.4- Le total des solides dissous (TDS) :.....	29
3.5- La salinité :.....	29
3.6-L'oxygène dissous (OD) :.....	29

3- Substances toxiques et indésirables :	30
3.1-Les anions :	30
Partie II :	33
Partie expérimentale	33
Chapitre 1 : Matériels et méthodes	34
I. Présentation de la zone d'étude :	35
1. Présentation de la wilaya de sidi Bel Abbés:	35
2 .Cadre physique :	35
2.1 Le relief :	35
2.2 Géologie:	35
3. Caractères climatiques :	36
3.1 Les Précipitations :	36
3.2 La température:	37
3.3 Le vent :	37
3.4 L'humidité :	37
2-Présentation de Lac Sidi M'Hamed Benali :	37
2.1- Historique :	37
2.2 Position géographique :	38
2.3 Climatologie:	39
2.4 Géologie:	39
2.5 Hydrographie:	40
2.6 Pédologie:	40
2.7 Faune et flore :	40
2.8-Impact de l'environnement rural et urbain sur le lac :	44
II· 3 /Matériel et méthode :	46
II.3.1.Matériels du laboratoire et verreries :	46
II.3.2.Matériels biologiques	46
II.3.Méthode :	46
II.4.1. Echantillonnages :	46
II.4.2.Techniques de prélèvement de l'eau brute :	47
II.4.3.Transport des échantillons :	47
II.4.4.Les paramètres analysés :	48
II.4.4.1-Les analyses physico-chimiques :	48

A. Les analyses réduites :.....	48
1. Mesure de la température.....	48
2. Mesure du pH (le potentiel d'hydrogène)	48
3. Mesure de la conductivité électrique :.....	49
4. Mesure de la TDS et Mesure de la salinité :	49
5. Mesure de la turbidité :	49
B. Analyses par spectrophotomètres :.....	49
a. Analyse par spectrophotomètre d'absorption moléculaire à UV visible:.....	49
b. Analyses par spectrophotomètre d'émission flamme :.....	50
C. Analyse volumétrique :.....	50
1. TA (Le titre alcalimétrique)	50
2. TAC (Titre alcalimétrique complet) :	50
3. Dosage de la somme de calcium (Ca²⁺) et de magnésium (Mg²⁺), (TH ou la dureté totale) :	51
4. Détermination des chlorures (Cl⁻) :	51
5. Dosage du calcium (Ca²⁺) :	51
Chapitre 2 : résultats et discussion	52
1 -Résultats d'analyse des paramètres physico-chimiques.....	53
2-Résultat d'analyse des paramètres chimique :.....	53
2.1 Température.....	54
2.2 Le pH (potentiel d'hydrogène) :.....	55
2.3 La turbidité :	55
2.4 Conductivité électrique :.....	56
2.5 La salinité :	57
2.6 Titre Alcalimétrique complet (TAC) :.....	58
2.7 La dureté totale(TH) :	58
2.8 Le calcium :	59
2.9 Le chlorure :	59
2.10 Les nitrites :.....	60
2.11 L'ammonium :	60
2.12 Le sulfate :	61
2.13 Les nitrates :.....	62

2.14 Sodium :	62
2.15 Potassium :	63
2.16 Oxygène dissous :	63
2.17 La matière organique :	64
3- les résultats d'observation microscopique des espèces :	65
4. Discussion :	67
Références bibliographiques :	75

Introduction générale

L'eau est un élément indispensable à la vie et revêt de l'importance pour d'innombrables activités humaines. Cet élément vital mérite une attention toute particulière, étant donné qu'elle peut être altérée et sérieusement menacée par les processus naturels et par l'activité anthropique (**Roy et al.2014**). Cette dernière est la première responsable des perturbations de la qualité physicochimique et des changements profonds de la flore et de la faune aquatiques impliquant inmanquablement des impacts sur l'équilibre des écosystèmes.

La nécessité de préserver la qualité des eaux superficielles est aujourd'hui reconnue et devient de plus en plus pressante.les grands lacs constituent des réserves d'eau douce dans lesquelles l'humanité puise de plus en plus et peuvent être aussi de puissants centre d'intérêt touristique et piscicoles capables de stimuler les économies régionales (**Gafsiet al.,2008**) .

Notre site d'étude est le lac sidi M'Hamed Benali, qui étant un milieu aquatique, revêtent une importance capital pour la ville de Sidi Bel Abbes, car c'est le lieu qui permet la protection de la ville contre les crues dévastatrices, provenant de l'oued Mekkera, et la décantation des eaux chargée par les sédiments contribuant ainsi à fournir de l'eau claire, qui sera véhiculée par un canal jusqu'au barrage Sarno(**Mokkedem, 2016**).

Le travail présenté dans ce mémoire est subdivisé en trois principales parties :

La première partie est la partie bibliographique qui traite un chapitre sur le concept de biodiversité, le deuxième présent une généralité sur les lacs ensuite un autre chapitre qui déroule sur la pollution de l'eau et le quatrième chapitre est sur l'impact de pollution sur la biodiversité et le dernier chapitre est sur les paramètres d'évaluation de la qualité des eaux.

La deuxième partie traite les résultats des analyse physico-chimique de l'eau de lac Sidi M'Hamed Benali avec une discussion qui explique les causes de variation des ces paramètres physico-chimique.

La dernière partie présente despropositions et des perspectives pour un aménagement de lac Sidi M'Hamed Benali à l'objectif de améliorer état de ce lac au niveau écologique et économique.

Partie I :

Synthèse

bibliographique

Chapitre 1 :

Généralité sur la

biodiversité

1 -Qu'est-ce que la biodiversité :

Pour certains, le terme de biodiversité est une coquille vide, ou chacun met ce qu'il veut pour d'autres, c'est un concept assez global qui recouvre les nombreux aspects de la Diversité de la vie, y compris les usages qui en sont fait par les sociétés humaines. au-delà D'un débat sémantique qui n'a que peu d'intérêt ici, il convient cependant de préciser ce Que l'on entend par biodiversité (**Lévêque ,1999**).

2- Origines et définition :

Le terme «biodiversité »contraction de diversité biologique, a été introduit au milieu des années 1980 par des naturalistes qui s'inquiétaient de la destruction rapide des milieux naturels et de leur espèces, et réclamaient que la société prenne des mesures pour protéger ce patrimoine .il a ensuite été popularisé lors des discussions qui ont eu lieu autour de la signature de la convention sur la diversité biologique, lors de la conférence de Rio de Janeiro en 1992 La biodiversité peut être définie, selon la convention comme «la variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres ; les écosystèmes terrestre ; Marins et autres écosystème aquatiques, et des complexes écologiques dont ils font Parties cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des Écosystèmes plus simplement, la biodiversité est constituée par l'ensemble des êtres vivants ; De leur matériel génétique, et des complexes écologique dont ils font partie (**Lévêque ,1999**).

3 -La diversité du monde vivant : (des gènes aux écosystèmes) :

La biodiversité concerne principalement trois niveaux emboîtée de la hiérarchie biologique :

3.1 La diversité des espèces :

L'identification des espèces et leur inventaire constituent la manière la plus simple d'apprécier la diversité biologique d'une aire géographique, c'est l'évolution qui a façonné au cours des temps cette immense diversité de formes et d'espèces. (**Lévêque ,1999**)

3.2 La diversité génétique :

chaque espèce est différente des autres du point de vue de sa constitution génétique (gène, chromosomes).mais les recherches en biologie moléculaire ont mis également en évidence l'existence d'une variabilité génétique entre population

Isolées appartenant à une même espèce ainsi qu'entre individus au sein d'une population .la Diversité génétique est l'ensemble de l'information génétique contenue dans tous les êtres vivants et correspondant à la variabilité des gènes et des génotypes entre espèces et au sein De chaque espèce (Lévêque ,1999).

3-3 La diversité écologique :

Les écosystèmes sont constitués par des complexes d'espèces (ou biocénoses) et leur environnement physique .on distingue de nombreux types d'écosystèmes naturels comme les forêts tropicales, les récifs coralliens, les mangroves, les Savanes, les to ces écosystèmes agricoles, chacun de ces écosystèmes abrite une combinaison caractéristique de plantes et d'animaux.

Ces écosystèmes évoluent eux-mêmes mais en fonction du temps, sous L'effet des variations climatiques saisonnières ou à long terme (Lévêque ,1999).

4- Définition de l'écosystème aquatique :

Un écosystème aquatique est un ensemble d'organismes interdépendants qui dépendent également de leur milieu aquatique pour les éléments nutritifs qui s'y trouvent (p. ex., l'azote et le phosphore) et l'abri qu'il leur procure. Les étangs, les lacs et les cours d'eau constituent des exemples familiers d'écosystèmes aquatiques; toutefois, ceux-ci englobent également des zones, telles que des plaines d'inondation et des terres humides, qu'elles soient inondées toute l'année ou seulement pendant certaines périodes. Des écosystèmes apparemment hostiles peuvent entretenir la vie. Des algues et quelques espèces d'insectes vivent, par exemple, dans des sources thermales où la température de l'eau frôle le point d'ébullition, des vers minuscules vivent à longueur d'année sur des champs de glace au Yukon et de grandes populations de bactéries réussissent à vivre dans certaines eaux très polluées. Même une goutte d'eau constitue un écosystème aquatique, puisqu'elle contient des organismes vivants ou peut en assurer la survie. En fait, les écologistes étudient souvent, en laboratoire, des gouttes d'eau -- prélevées dans des lacs et des cours d'eau -- afin de comprendre le fonctionnement de ces écosystèmes de plus grande envergure (**site web 1**).

4.1-Les organismes présents dans les écosystèmes aquatiques :

Les écosystèmes aquatiques renferment habituellement une grande variété de formes de vie, notamment les bactéries, les champignons et les protozoaires, les organismes vivant dans le fond des cours d'eau (larves d'insectes, escargots, vers, etc.), les plantes et les animaux

microscopiques vivant en suspension dans l'eau et connus sous le nom de plancton les grosses plantes (quenouilles, joncs, parnassies, roseaux, etc.), ainsi que les poissons, les amphibiens, les reptiles et les oiseaux. Les virus font aussi partie intégrante de l'écologie microbienne des eaux naturelles : on a récemment démontré qu'ils jouent un rôle important dans les cycles des éléments nutritifs et de l'énergie (**site web 1**).

La composition de ces ensembles d'organismes varie d'un écosystème à l'autre car les conditions d'habitat particulières à chacun d'eux tendent à influencer sur la distribution des espèces. Ainsi les eaux de nombreux cours d'eau, contrairement à celles des lacs, sont riches en oxygène et leur écoulement est rapide. Les espèces adaptées à ces conditions particulières sont rares ou même inexistantes dans les eaux calmes des lacs et des étangs (**site web 01**).

Chapitre 2 :

**Les Lacs dans le
monde**

1-Définition :

Un lac est une étendue d'eau, dépourvue de courant, pouvant être d'origine naturelle ou artificielle, à l'intérieur des terres (Alfaidy et al, 1999)

Les lacs sont caractérisés par des eaux calmes par suite de l'absence de courant gravitaire donc d'un renouvellement lent (Ramade, 2002).

1.1-Caractéristiques morphologiques des lacs :

La morphologie des lacs se détermine par la variabilité des contours, la profondeur, la superficie et ainsi le volume.

La plus vaste est la mer Caspienne qui s'étend sur 380000 km² et qui est en fait un biotope d'eaux saumâtres. Cependant, pris en sens strict, le plus grand lac actuel d'eau douce est le lac supérieur aux états unis qui couvre 82680 km², suivi du lac Victoria en Afrique centrale 69000 km², on trouve en dernier le lac Erié avec une superficie de 25700 km²La profondeur des lacs est très variable, de quelques mètre à peine pour les moins creux d'entre eux jusqu'à quelques cent aines de mètres en générale pour les plus profonds(Ramade,2002).

TABLEAU 01 :Les principaux écosystèmes lacustres du monde par ordre de surface décroissante (Ramade, 2002)

NOM DU LAC	SURFACE (en Km ²)	Volume (en km ²)	Profondeur Maximale (en m)	Superficie du bassin versant (en Km ²)
Supérieur	82260	11600	406	127000
Victoria	69000	2700	92	184000
Huron	59800	3580	299	133000

Michigan	58100	4680	281	118000
Tanganyika	32900	18900	1435	263000
Baïkal	31500	23000	706	65000
Nyassa Malawi	30900	7725	706	65000
Grand lac du l'ours	30200	1010	137	146000
Grand lac des esclaves	27200	1070	156	97100
Erié	25700	545	64	58800

1.2- Les variations du niveau des lacs :

1.2.1-Les seiches :

Les lacs sont sujets à des variations de niveau, qui peuvent atteindre une grande amplitude a des intervalles mesurés, un lac se soulève puis redescend pour recommencer ce. C'est à ces oscillations de courte période que l'on a donné le nom seiches (**la Croix, 1991**)

1.2.2-Les variations saisonnières :

Elle se remplit par les pluies, les rivières tributaire, les sources et parfois les glaciers, il se vide par l'évaporation par l'écoulement du cours d'eau émissaires, par les infiltrations (**la Croix, 1991**)

1.3- Stratification des lacs :

Une première ozonation verticale résulte de la stratification des couches d'eau de température différente les eaux chaudes superficielles constituant l'épilimnion et les eaux froides d'accumulations

dans le fond puisqu'elles ont le maximum de densité à 4 °C et constituent la zone profonde l'hypolimnion. cette stratification estivale et hivernale traduit par l'existence d'une thermocline séparant deux domaines thermiques dans le lac (**Ramade 2002**)

Cette dernière est définie selon (Mackenzie et al, 2000) comme étant une barrière entre l'épilimnion et l'hypolimnion. deux homogénéisation l'une automnale l'autre printanières ont lieu dans les pays tempérés ou à climat froid :

On dénomme de ce fait dimictique de tels lacs .par contre dans les régions tropicales ,les écosystèmes lacustre assez profonds sont souvent monomictiques car ils sont marqués par une seule homogénéisation annuelle est présent généralement une thermocline quasi-permanente (**Frantier et Pichod,1998**)

pour la profondeur dans des nombreux lac, elle est suffisante pour que la lumière ne puisse traverser entièrement la colonne d'eau ,et que l'on atteigne le point de compensation de la photosynthèse . on peut donc distinguer les couches superficielles des eaux constituant une zone euphotique (épilimnitique) et une zone profonde aphotique dans laquelle le flux lumineux est d'intensité inférieur au seuil de compensation (**Ramade, 2002**)

1.4-Type des lacs:

Il existe plusieurs classifications des lacs selon les critères choisis, les classifications les plus utilisés sont relatives l'une à l'origine géologique des lacs et l'autre à leur statut trophique directement conditionné par la teneur de leur eaux en sels minéraux nutritifs (**Ramade ,2002**)

1.4.1-sur le plan géomorphologie :

En distingue les lacs tectoniques dans l'ancienneté atteint les durées des périodes géologiques (Victoria, Malawi) les lacs proviennent de l'effet conjugué du surcreusement puis ensuite de la fusion des glaciers (lacs glacières) les lacs volcanique (de cratère) qui sont généralement de forme circulaire, occupent soit le fond d'une cheminée et soit le caldera de volcans atteints ,les lacs fluviaux sont généralement très plats, tandis que les lacs de dissolution qui se rencontrent dans les zones karstiques et sont généralement d'étendue relativement faible , ainsi que les lacs réservoir (artificielle) ils sont construits en amont d'un barrage de retenue .leur nombre et cesse croissants (**Ramade,2002**)

1.4.2- Selon la nature trophique:

Il est possible de classer les lacs en fonction de la teneur de leurs eaux en éléments minéraux nutritifs.

La classification trophique des lacs est corrélée de toute évidence à leur âge, ainsi on distingue:

- **Les lacs oligotrophe:**

Ce sont des lacs aux eaux pures et transparentes, pauvre voir très pauvre en nutriments, cela conduit naturellement à la formation de très faible biomasse disponible pour les niveaux trophiques supérieurs. (**Ramade, 2002**)

- **Les lacs mésotrophe :**

Ils ont une teneur moyenne en éléments minéraux nutritifs, il y 'a un accroissement du développement du plancton ,des insectes et des poissons suite ou recyclage interne par phénomène de brassage et les apports progressifs en matière minérales pour le bassin versantL'accumulation des cadavres en profondeur entraîne l'apparition durant l'été d'une zone anoxique et la formation d'un sédiment (**Ramade, 2002**)

- **Les lacs eutrophes:**

Ils possèdent des eaux enrichies en nutriments minéraux, naturellement ou artificiellement (rejets d'eaux polluées ou autre action d'origine anthropique conduisant à un apport important de phosphore et (ou) d'azote, dans ce dernier cas, les lacs sont dites hypertrophie (ou encore dystrophe) (**Ramade, 2002**) .

Chapitre 3 :

Pollution de l'eau

1-Etude de la pollution :

La pollution ayant, par définition, des conséquences négatives on peut, en théorie la quantifier en mesurant celles-ci.

Ainsi, l'étude épidémiologique permet de quantifier, sur une population, les effets sanitaires d'une pollution microbienne ou toxique.

De même, les études socio-économiques peuvent évaluer l'impact d'une pollution sur l'économie ou la qualité de vie dans une région.

Ce genre d'étude est absolument nécessaire et devrait se développer, car il permet d'évaluer l'importance réelle de la pollution.

Toutefois, il est également nécessaire d'approcher l'étude de la pollution en amont de ses conséquences, dans ses causes et ses mécanismes d'action (**Gaujous, 1995**).

2-Les paramètres chimiques de la pollution :

Les phénomènes de pollution se traduisent généralement par des modifications des caractéristiques physicochimiques du milieu récepteur.

Un des moyens d'étude de la pollution consistera donc à mesurer, par des analyses, ces caractéristiques (au niveau du rejet, du milieu naturel ou du milieu pollué).

Les techniques utilisées sont celles de la chimie analytique classique, complétées par des tests globaux spécifiques à l'étude de la pollution (**Gaujous, 1995**).

3-Les caractéristiques physicochimiques :

Il s'agit des paramètres facilement mesurables et qu'il est généralement utile de connaître. Ces paramètres peuvent être mesurés en continu par des sondes installées dans des stations d'observation de la qualité des eaux (**Gaujous, 1995**).

3.1-la température :

La température influe sur la densité de l'eau et joue donc un rôle primordial dans les phénomènes de stratification des lacs et des mers (thermocline).

Elle est mesurée par thermosonde (ou par thermomètre) (**Gaujous, 1995**).

3.2-le pH :

Le pH influe sur la forme des produits chimique ; par exemple, le gaz carbonique est présent dans l'eau sous différentes formes.

En eau douce, les milieux naturels sont généralement (tamponnés) à un pH de 7 à 8.

Extrêmes : pH 5 à 6 : zones granitique, tourbière pH 8,5 : zones calmes, bras morts.

Le pH n'a pas une incidence écologique directe forte entre 5 et 9.

Il est mesuré sur place par électrode ou par indicateur coloré (papier Ph) (**Gaujous, 1995**).

3.3- la minéralisation :

C'est la quantité de sels minéraux contenus dans l'eau.

Elle est estimée à partir de la mesure de la conductivité, caractéristique électrique de l'eau (mesure par sonde) qui traduit l'aptitude à laisser passer un courant.

En général, la minéralisation augmente naturellement avec la profondeur. Par contre, les variations « horizontales » de la minéralisation au sein d'une nappe sont souvent le témoin d'une pollution (**Gaujous, 1995**).

3.4- la turbidité et les matières en suspension :

La turbidité est inversement proportionnelle à la transparence de l'eau.

Elle est mesurée :

-Soit visuellement par la hauteur d'eau à travers laquelle on ne distingue plus un objet ; elle est alors exprimée en mètres.

Soit électroniquement (néphélogéométrie) par comparaison avec une gamme de solution de référence (silice, mastic) ; elle est alors exprimée en mg/L de silice, de mastic...ou en unités (NTU, néphélogéométrie turbidité unit, ou JTU, Jackson- ou FTU, formazine-).

La turbidité peut être l'indicateur d'une insuffisance au niveau du traitement ou d'un ennui de distribution (dépôts remis en suspension) (**Gaujous, 1995**).

3.5- la coloration :

La coloration d'origine chimique est très difficilement éliminable en épuration.

Méthode de mesure : comparaison (après centrifugation) avec une gamme de dilution étalon de platine cobalt à 500 mg/l de platine.

3.6- l'oxygène dessous :

L'oxygène dessous dans l'eau est mesurable par méthode chimique ou électrochimique (sonde)

L'oxygène est un facteur écologique essentiel :

Présence= milieu aérobie : permet la respiration des êtres vivants

Absence= milieu anaérobie : seuls certains micro-organismes subsistent ; réaction de fermentation

Les rejets polluants sont souvent pauvres en oxygène.

Normes en AEP/une concentration minimale est exigée pour les eaux de surface servant de ressource à l'AEP : 30% de la valeur de saturation.

Pas de normes précises sur l'oxygène dissous en matière de rejets (**Gaujous, 1995**).

3.7- le potentiel redox :

Le potentiel d'oxydoréduction (redox) est une des caractéristiques fondamentales des milieux aquatiques, au même titre que la température, le pH ou l'oxygène dissous.

La mesure du potentiel redox permet de caractériser le milieu, de suivre, notamment en absence d'oxygène, les évolutions de certaines substances et l'activité microbienne qui y est toujours liée.

Pour mesurer le potentiel d'oxydoréduction, on utilise une électrode indicatrice (en platine), plongée dans la solution à mesurer, et une électrode de référence. Entre ces deux électrodes se crée, en fonction de la capacité des substances en solution à céder ou accepter des électrons, une force électromotrice (ddp) mesurée par un voltmètre : c'est le potentiel est, par convention nul (**Gaujous, 1995**).

4-Les origines de la pollution de la Ressource en eau :

La pollution de la ressource en eau se caractérise par la présence de micro-organismes, de substances chimiques ou encore de déchets industriels. Elle peut concerner les cours d'eau, les nappes d'eau, les eaux saumâtres mais également l'eau de pluie, la rosée, la neige et la glace polaire (**site web 02**).

Cette pollution peut avoir des origines diverses :

4.1-La pollution industrielle :

Avec les rejets de produits chimiques comme les hydrocarbures ou le PCB rejetés par les industries ainsi que les eaux évacuées par les usines (**site web 02**).

4.2-La pollution agricole :

Avec les déjections animales mais aussi les produits phytosanitaires/pesticides (herbicides, insecticides, fongicides) contenus dans les engrais et utilisés dans l'agriculture. Ils pénètrent alors dans les sols jusqu'à atteindre les eaux souterraines (**site web 02**).

4.3-La pollution domestique :

Avec les eaux usées provenant des toilettes, les produits d'entretien ou cosmétiques (savons de lessives, détergents), les peintures, solvants, huiles de vidanges, hydrocarbures (**site web 02**).

4.4-La pollution accidentelle :

Avec le déversement accidentel de produits toxiques dans le milieu naturel et qui viennent perturber l'écosystème (**site web 02**).

5-De La pollution de l'air à la biodiversité marine :

Les pays industrialisés ont pour grande directive de diviser par 4 leurs émissions de GES d'ici 2050, afin de limiter à 2°C le réchauffement climatique à la fin du siècle. Mais alors que l'Europe parvient à stabiliser ses émissions, certaines puissances font un usage accru des centrales au charbon, comme la Chine le plus gros pollueur avec plus de 10 milliards de tonnes de CO₂ en 2018. En plus d'être un problème de santé publique, la pollution de l'air et le réchauffement climatique associés entraînent le délogement de certaines espèces de leur habitat naturel, la perturbation du cycle des végétaux et remet ainsi en jeu la survie de la microfaune (**site web 03**).

La pollution atmosphérique menace également la biodiversité aquatique. En effet, les océans ont capté depuis les années 1980 entre 20 et 30% des GES émis par l'homme. En conséquence, les eaux s'acidifient et la concentration en oxygène a diminué de 2% en un demi-siècle. Ces perturbations des écosystèmes marins modifient les comportements de

certains poissons ainsi que la productivité du plancton. Les récifs coralliens ne survivent plus en eaux trop acides, ainsi que l'ensemble des organismes marins à coquille calcaire. 15% de la production de biomasse de l'océan pourrait ainsi disparaître et la pêche perdrait jusqu'à 26% de ses ressources maritimes (**site web 03**).

6-Zoom pollution de sol :

Le sol est la matrice d'une exceptionnelle biodiversité : dans une poignée de terre, il peut y avoir plus de 5 milliards d'êtres vivants. Grâce à eux, le sol rend à l'homme de nombreux services écosystémiques, tels que la régulation des aléas naturels, du cycle des éléments ou encore de l'agriculture. La pollution des sols par les rejets industriels et domestiques, ainsi que par de mauvaises pratiques agricoles, perturbe l'équilibre chimique des végétaux. L'emploi non ciblé de produits phytosanitaires engendre des dégâts collatéraux sur la microfaune, qui est indispensable à la santé et à la qualité des sols (**site web 03**).

7-Zoom pollution de l'eau :

La pollution des eaux est directement liée à celle des sols : 80% des pollutions marines sont d'origine terrestre. Par exemple, la dissémination d'engrais à base de nitrates et de phosphates cause la prolifération d'algues à la surface des eaux, provoquant leur asphyxie puis leur envasement précipité. Ce phénomène d'eutrophisation concerne les lacs, les rivières ainsi que les eaux maritimes côtières. Autant d'écosystèmes en milieu maritime ou continental qui dépérissent. L'an passé, seulement 22% des habitats naturels présentaient un état de conservation favorable. L'impact sur la biodiversité est frappant : les espèces éteintes ou menacées s'élevaient à 26 % des espèces évaluées (**site web 03**).

Finalement, la diversité de la faune et la flore constituent des écosystèmes sur lesquels nous pouvons nous baser, mais nos activités polluantes nous portent préjudice et restreignent nos opportunités. Entretenir la diversité des écosystèmes vivants nous ouvrirait les champs du possible, avec des solutions moins coûteuses et plus durables. À notre petite échelle, il est possible par exemple d'aménager les espaces pour laisser s'installer les pollinisateurs ainsi que la faune utile à la fertilité du sol. Générer moins de nuisances environnementales pour

laisser la biodiversité nous proposer ses multiples services : des solutions fondées sur la nature (**site web 03**).

Chapitre 4 :

Impact de la

pollution de l'eau

sur la biodiversité

Suite aux actions humaines, les milieux aquatiques sont modifiés et parfois dégradés. L'altération d'un des paramètres du milieu peut provoquer une perturbation générale de tout l'équilibre naturel.

La pollution de l'eau est un des principaux facteurs de dégradation. Quels que soient les rejets, plus que leur nature, c'est l'état du milieu du moment qui influencera la qualité de l'eau (un rejet polluant, même de faible quantité dans une rivière à faible débit, aura plus de conséquences que ce même rejet dans une rivière en période de hautes eaux). Le degré d'eutrophisation d'une rivière augmente aussi la sensibilité de la rivière face à une pollution **(site web 04)**.

1-Autoépuration et pollution :

Un milieu aquatique est dit pollué lorsque son équilibre a été modifié de façon durable par l'apport en quantités trop importantes soit de substances plus ou moins toxiques, d'origine naturelle ou issue d'activités humaines, soit encore d'eaux trop chaudes.

Chaque polluant est différent et ne présente pas les mêmes risques pour les écosystèmes aquatiques et la biodiversité associée en effet certains sont biodégradables et d'autres non. Le caractère biodégradable d'une substance dépend de sa structure moléculaire.

Les métaux (mercure, plomb ...) ne sont par exemple pas biodégradables et peuvent se concentrer dans les organismes vivants tout au long de la chaîne alimentaire pouvant atteindre des taux très élevés. Les pesticides éliminent tout ou partie des espèces animales ou végétales. Leur toxicité résiduelle, souvent mal connue, participe à la destruction des écosystèmes, à la perte de biodiversité et à la pollution des sols et des ressources en eau. **(site web 04)**.

Naturellement, un écosystème a des capacités d'autoépuration par l'action directe de l'oxygène (aération) et par l'action d'organismes aérobies (oxydation) et anaérobies (réduction). Cette épuration ne met en œuvre que des éléments constitutifs du biotope elle sera d'autant plus efficace et rapide que les conditions de température, d'oxydoréduction et de lumière seront remplies, et que le milieu ne sera pas toxique pour la biomasse.

L'écosystème est ainsi capable de transformer ou d'éliminer (en partie ou en totalité) les substances biodégradables qu'il reçoit. Le maintien de l'équilibre de l'écosystème ainsi que de sa qualité des eaux est alors effectif. Ce phénomène est rendu possible grâce à la filtration et à l'oxydation des substances en lien avec l'action des organismes comme les bactéries, les insectes ou encore les plantes qui se trouvent dans le milieu ou à proximité sur les berges par exemple.

Un déséquilibre peut être observé lorsque la quantité de substances plus ou moins toxiques reçue est supérieure aux capacités auto-épuratoires de l'écosystème. L'élimination des polluants n'est alors plus aussi efficace et ceux-ci tendent à s'accumuler dans le milieu pouvant alors devenir toxiques pour les espèces.

Les agents polluants qui ne sont pas ou peu biodégradables comme les macro-déchets (plastiques, verre ...), les métaux ou certains pesticides, perturbent et amplifient ce phénomène (**site web 04**).

L'autoépuration d'un milieu pollué peut être restaurée lors d'épisodes pluvieux importants, la pluie apportée permettant en effet une meilleure oxygénation de l'eau. Ce phénomène est notamment très important pour les zones les plus profondes dans lesquelles tendent à s'accumuler les cadavres et débris organiques qui vont alors reprendre leur cycle de décomposition biologique naturel.

Pour ce qui est des surplus de fertilisants et de certains produits phytosanitaires, ils vont être fixés dans la vase et de ce fait, ne seront plus disponibles. Ils pourront également être fixés par les végétaux aquatiques ou utilisés pour leur croissance.

L'élimination de l'ensemble de ces substances peut permettre de favoriser l'épuration de plans d'eau ou de bras morts des rivières par exemple.

Enfin, l'équilibre d'un milieu ne peut perdurer que si un certain débit est maintenu, permettant ainsi le transport des débris et des sédiments, et évitant leur accumulation. Avec une lame d'eau plus importante et son renouvellement continu, l'oxygénation de l'eau est favorisée et la capacité auto-épuratoire du milieu maintenue (**site web 04**).

2- L'eutrophisation des milieux :

L'eutrophisation est une forme singulière mais naturelle de pollution de certains écosystèmes aquatiques qui se produit lorsque le milieu reçoit trop de matières nutritives assimilables par les algues et que celles-ci prolifèrent en quantité exceptionnelle, perturbant ainsi le fonctionnement de tout l'écosystème.

Ce phénomène s'observe principalement dans les écosystèmes où les eaux se renouvellent lentement comme les lacs par exemple ou encore les cours d'eau à faible débit. Mais l'eutrophisation peut aussi bien atteindre les eaux douces, saumâtres ou salées, le milieu marin comme les milieux continentaux, les eaux profondes comme les eaux superficielles.

Les principaux nutriments à l'origine de ce phénomène sont le phosphore (contenu dans les phosphates), l'azote (contenu dans l'ammonium, les nitrates, et les nitrites) et le carbone (carbonates, hydrogénocarbonates, matières organiques...). Le phosphore est généralement le facteur limitant dans les milieux naturels de type eau douce, l'azote est plutôt le facteur limitant en milieu marin. C'est un processus plutôt lent qui peut s'étaler sur de longues périodes. Il peut en revanche être accéléré lors d'apports plus élevés d'effluents domestiques, industriels et/ou agricoles (**site web 04**).

L'eutrophisation d'un milieu induit principalement une baisse de la biodiversité ainsi que de la qualité de l'eau. Ces dégradations sont liées à différents facteurs :

- une augmentation du volume d'algues et de la biomasse
- le développement de phytoplancton toxique et de pathogènes en lien avec la diminution de la pénétration des UV dans l'eau
- une dégradation de l'eau (aspect, couleur, odeur ...)
- l'envasement plus rapide du milieu et l'apparition de vase sombre et malodorante
- l'asphyxie du milieu par diminution de la teneur en oxygène dissous la nuit due à la respiration des nombreux végétaux et animaux présents

-la dégradation des habitats lors de la décomposition des algues. Les éléments décomposés vont colmater le fond des cours d'eau détruisant ainsi les milieux de vie des invertébrés et les zones de frai des poissons.

Ces effets peuvent également se répercuter sur l'activité touristique qui peut être menacée lorsque la qualité de l'eau se dégrade (**Site web 04**).

3- L'appauvrissement de la biodiversité :

Par rapport à la situation dans l'air, l'eau présente pour les organismes qui y vivent une grande stabilité : les variations de température, les chocs, les vibrations, sont atténués. Par sa densité, l'eau facilite aussi les déplacements avec un minimum de dépenses physiques.

Elle offre « gîte et couvert » à toute une gamme d'organismes végétaux et animaux, permettant ainsi l'établissement de chaînes alimentaires complexes et équilibrées.

Les besoins des écosystèmes liés à l'eau portent sur la qualité (oxygénation, température, luminosité, turbidité réduite, faible apport de nutriments et absence de polluants), sur la régularité (perturbations réduites, suffisance de débit en étiage, crues suffisantes) et sur la diversité (courants lents et/ou rapides, substrats variés, zones de repos, d'alimentation et de reproduction pour les espèces animales). Entre les êtres vivants et le milieu s'exercent des relations privilégiées qui conditionnent l'équilibre général (**Site web 04**).

De par leur rôle de refuge, de nourrissage et de zone de reproduction, les milieux aquatiques, constitués d'un milieu physique environnant (le biotope, composé par l'eau, le lit, les berges, les nappes d'accompagnement pour les cours d'eau) et d'un ensemble d'organismes vivants (la biocénose, composée par des espèces végétales et animales se trouvant dans le milieu ou à proximité) présentent un intérêt écologique majeur.

Les ripisylves, ensembles des formations végétales qui croissent le long des cours d'eau, jouent un rôle important : ce sont à la fois des zones riches en essences végétales, des zones

d'abri, de nourrissage et de reproduction pour de nombreuses espèces aquatiques et terrestres. Elles ont un rôle paysager, contribuent aussi à la stabilité des berges et à l'épuration des eaux(Site 04).

Chapitre 5 :
Evaluation des
paramètres physico-
chimique

1-Paramètres organoleptiques :

Ces différents paramètres doivent être appréciés au moment des prélèvements et essentiellement par les sens (la vue, le goût et l'odorat).

Leur détermination est subjective car elle fait appel aux sens qui sont différents d'un individu à un autre.

1.1-La couleur :

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand la substance en suspension y ajoute leur propre coloration. Les couleurs réelles et apparentes sont approximativement identiques dans l'eau claire et des eaux de faible turbidité, La coloration d'une eau peut être soit d'origine naturelle (éléments métalliques, matières humiques, microorganismes liés à un épisode d'eutrophisation etc.), soit associée à la pollution (composés organiques colorés). Elle est donc très souvent synonyme de la présence des composés dissous (**Thomas, 1995**).

1.2- L'odeur et la saveur :

Ces deux paramètres sont regroupés et font appel au même type de traitement. L'odeur et la saveur sont dues à des molécules organiques contenues en très faibles quantités dans les eaux.

Ces molécules peuvent être soit d'origine naturelle (métabolites d'algues, etc.), soit d'origine de pollutions domestiques ou industrielles (**Mebarki & Smahi, 2006**).

L'eau doit être inodore. Généralement les odeurs désagréables de l'eau résultent de la présence excessive de substances volatiles d'origine biologiques comme H₂S ou industrielles comme le chlore libre actif.

La saveur et le goût peuvent être définis comme des sensations gustatives, olfactives et desensibilité chimique comme perçus lorsque l'aliment ou la boisson est dans la bouche. Selon les physiologistes, il n'existe que quatre saveurs fondamentales : salée, sucrée, aigre et amère (**Gamrasni, 1986**).

2- Paramètres d'évaluation de la qualité des eaux :

2.1- La turbidité :

La turbidité est le caractère trouble de l'eau. Elle est causée par les matières en suspension, telles que l'argile, le limon, les particules organiques, le plancton et les autres

organismes microscopiques. Elle est également due à la présence des matières colloïdales d'origine organique ou minérale. Une turbidité trop élevée empêche la pénétration de la lumière dans la colonne d'eau et peut ainsi diminuer la croissance des algues et des plantes aquatiques (Vilagines, 2003).

La variabilité de la turbidité dépend des facteurs locaux et des conditions spécifiques :

- -L'état des sols avant les chutes de pluies et le degré de cohésion des particules.
- -La fréquence et l'intensité des pluies.
- -L'arrivée d'une grande quantité de boue liée au rôle du ruissellement de surface et celleramenée par les Oueds affluents et les effondrements locaux des berges en périodes de hautes eaux ce qui augmente la turbidité des eaux (Garet.Garet& al, 2005).

2.2- Les matières en suspension :

Les matières en suspension (MES) constituent l'ensemble des particules minérales et/ou organiques présentes dans une eau naturelle ou polluée. Elles peuvent être composées de particules de sable, de terre et de sédiment arrachées par l'érosion, de divers débris apportés par les eaux usées ou les eaux pluviales très riches en MES, d'êtres vivants planctoniques (notamment les algues). Elles correspondent à la concentration en éléments non dissous d'un Échantillon. L'abondance des matières en suspension dans l'eau favorise la réduction de la luminosité et abaisse la production biologique du fait, en particulier, d'une chute de l'oxygène dissous consécutive à une réduction des phénomènes de photosynthèse (Bouanani, 2005).

3-Paramètres physico-chimiques :

Il s'agit des paramètres facilement mesurables et qu'il est généralement utile de connaître. Ces paramètres peuvent être mesurés en continu par des sondes installées dans des stations d'observation de la qualité des eaux (Gaujous, 1995).

3.1- La température :

La température est un facteur important dans la réparation de la vie végétale dans les eaux courantes. Ses variations ont une grande influence sur la vie aquatique, en particulier sur les phénomènes respiratoires (les eaux froides étant plus riches en oxygène que les eaux chaudes). Ses variations peuvent tuer certaines espèces, mais également, elles en favorisent le Développement d'autres (Arrigon, 1991).

Une élévation de température peut perturber fortement le milieu (pollution thermique). Elle peut aussi être un facteur d'accroissement de la productivité biologique, qui peut être mis en valeur par l'aquaculture (Gaujous, 1995).

3.2-Potentiel d'hydrogène (pH) :

Le pH est une échelle logarithmique qui varie de 0 à 14. Il traduit l'acidité, l'alcalinité ou la neutralité d'une eau et mesure l'activité des ions H^+ contenus dans cette eau.

Le pH a une influence majeure sur les formes physico-chimiques du métal et des composants métalliques dans l'environnement aquatique, du fait qu'il contrôle la solubilité et la concentration des métaux (**Gendronneau, 2006**).

3.3- La conductivité électrique :

La conductivité est la mesure de la capacité de l'eau à conduire un courant électrique. Elle varie en fonction de la présence d'ions, de leur concentration, de leur mobilité et de la température de l'échantillon. Elle est liée à la concentration et à la nature des substances dissoutes. En général, les sels minéraux sont de bons conducteurs par opposition à la matière organique et colloïdale, qui conduit peu. Par conséquent, dans le cas des eaux usées fortement chargées en matière organique, la conductivité ne donnera pas forcément une idée immédiate de la charge du milieu. Dans les autres cas, elle permet d'évaluer rapidement le degré de minéralisation de l'eau et d'estimer le volume d'échantillon nécessaire pour certaines déterminations chimiques.

La mesure de la conductivité électrique est l'une des plus simples. Elle est importante pour le contrôle de la qualité des eaux résiduaires. Valeur inverse de la résistivité, paramètre très largement utilisé en hydrogéologie, la conductivité est en fonction de la concentration en espèces ionisées, principalement la matière minérale (**Gaagai, 2009**).

Ce paramètre doit impérativement être mesuré sur le terrain. La procédure est facile et permet d'obtenir une information très utile pour caractériser l'eau (**Lapegue&Ribstien, 2006**).

D'après Rodier, 1984 il existe une relation entre la minéralisation et la conductivité :

- Conductivité $< 100 \mu\text{s/cm}$: minéralisation très faible,
- $100 < \text{conductivité} < 200 \mu\text{s/cm}$: minéralisation faible,
- $200 < \text{conductivité} < 333 \mu\text{s/cm}$: minéralisation moyenne,
- $333 < \text{conductivité} < 666 \mu\text{s/cm}$: minéralisation moyenne accentuée,
- $666 < \text{conductivité} < 1000 \mu\text{s/cm}$: minéralisation importante,
- Conductivité $> 1000 \mu\text{s/cm}$: minéralisation excessive.

3.4- Le total des solides dissous (TDS) :

Le TDS signifie le total des solides dissous et représente la concentration totale des substances dissoutes dans l'eau. Il est composé de sels inorganiques tels que (calcium, magnésium, potassium et sodium) et des carbonates (nitrates, bicarbonates, chlorures et sulfates) ainsi que quelques matières organiques. Des sources d'eau minérales contiennent de l'eau avec un taux élevé de solides dissous parce qu'elles ont coulé au travers des régions où les roches contiennent beaucoup de sel (**Bouchebbah & Ayache, 2011**). L'eau dans les prairies contient beaucoup de solide dissous dus aux fortes quantités de calcium et magnésium dans le sol. Ces minéraux peuvent aussi provenir d'activités humaines. Les eaux de ruissellements agricoles et urbains peuvent provoquer un surplus de minéraux dans les sources d'eaux comme les bassins d'eaux usées, eaux industrielles et le sel qui est utilisé pour dégivrer les routes (**Bouchebbah & Ayache, 2011**).

3.5- La salinité :

Elle est définie comme la somme des matières solides en solution contenues dans une eau, après conversion des carbonates en oxyde, après oxydation de toutes les matières organiques et après remplacement des iodures et bromures par une quantité équivalente de chlorure (**Bentekhici & Zebbar, 2008**).

3.6- L'oxygène dissous (OD) :

C'est un constituant vital de tous les tissus vivants, végétaux et animaux. Ils ont besoin, pour vivre de dioxygène à l'état libre ou combiné. La présence de matière organique réduit latencur en oxygène dissous dans l'eau par oxydation à travers un procédé microbiologique (**AFNOR, 2000**).

C'est l'un des paramètres les plus sensibles à l'apport de pollution organique dans un cours d'eau (**Bontoux, 1983**).

Le dosage de l'oxygène dissous est d'une importance capitale dans les études portant sur la qualité des eaux, et ce, parce qu'il régit les réactions d'oxydoréduction (**Belhadj, 2006**). La concentration en oxygène est directement influencée par la température et la salinité : une eau moins salée est plus froide dissout relativement plus d'oxygène (**Sacchi & Testard, 1971**).

3- Substances toxiques et indésirables :

3.1-Les anions :

- Nitrites (NO₂⁻) :

Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, soit d'une réduction des nitrates (Rejseck, 2002). C'est une forme moins oxygénée et moins stable, représentent la forme de passage entre les nitrates et l'ammoniac. C'est une forme toxique (Belhadj, 2006).

Une eau renfermant une quantité élevée de nitrites supérieure à 1 mg/l est considérée comme chimiquement impure « indice de pollution » (**Baziz, 2008**).

L'origine des nitrites peut être industrielle (traitement de surface, dosage chimique, colorants...). Elles disparaissent vite en milieu naturel (**Gaujous, 1995**).

- Nitrates (NO₃⁻) :

Les nitrates représentent la forme azotée souvent la plus présente dans les eaux naturelles. Les nitrates constituent la composante principale de l'azote inorganique (N inorganique) ou minéral, lui-même inclus majoritairement dans l'azote globale (NGL) ou azote total (NT) avec une autre composante, l'azote organique (N organique).

L'ion nitrate est un composé important entrant dans le cycle de l'azote comme un support principal de la croissance du phytoplancton (**Rodier, 2009**).

- Origine :

Les nitrates proviennent de la minéralisation de la matière organique, des engrais azotés et des résidus d'animaux (fumier, purin), ainsi que les eaux usées domestiques (**Gaujous, 1995**).

- Effets écologiques :

Les nitrates stimulent la flore aquatique, c'est la forme d'azote la plus utilisée par les végétaux qui peuvent toutefois utiliser également les nitrites, l'azote organique (Ulva, Enteromorpha), voir l'azote gazeux (algues bleues). Cette dernière possibilité fait que l'azote n'est pas dans l'eau un vrai facteur limitant de l'eutrophisation.

Chez les nourissants, la réduction en nitrite peut provoquer une méthémoglobinémie (inaptitude du sang à transporter l'oxygène) (**Gaujous, 1995**).

- Phosphates (PO₄³⁻) :

Les phosphates font partie des anions facilement fixés par le sol. Leur présence dans les eaux naturelles est liée à la nature des terrains traversés et à la décomposition de la matière

organique. Il n'y a pas de norme limitant la teneur des phosphates dans l'eau (Rodier, 1984).

- Origine :

Les phosphates ont des origines naturelles (phosphates calciques) et anthropiques (contamination fécale, détergents, engrais, industrie chimique) (**Gaujous, 1995**).

- Effets écologiques :

Les phosphates sont généralement responsables de l'accélération des phénomènes d'eutrophisation dans les lacs ou les rivières. Ils peuvent avoir un effet bénéfique comme sel nutritif, notamment en mer où ils sont présents à faible dose (50 à 100 µg/l). Ils ne sont pas toxiques vis-à-vis des poissons.

Ils contribuent à la prolifération des germes, goûts, coloration, turbidité (**Gaujous, 1995**).

- Chlorures (Cl⁻) :

Les ions chlorures, dont la plus grande partie se trouve dans les océans, constituent environ 0,05 % de la lithosphère (partie solide de la sphère terrestre). De façon générale, l'ion chlorure est présent dans toutes les eaux, à des concentrations variables. Dans les eaux de surface, il est présent en faible concentration. Dans les eaux souterraines, la teneur en ion chlorure peut atteindre quelques grammes par litre au contact de certaines formations géologiques (**Lapegue & Ribstein, 2006**).

- Origine :

L'origine des chlorures peut être naturelle (mer : 27g/l de NaCl, terrains salés), humaine (10 à 15 g de NaCl dans les usines/jours) et industrielle (potasse, industrie pétrolière, galvanoplastie, agroalimentaire.....etc).

- Effets écologiques :

Les chlorures provoquent des maladies rénales et cardiovasculaires.

Limite l'utilisation de l'eau en agriculture (irrigation salinisation des terres, abreuvement des animaux) (**Gaujous, 1995**).

3-2-Les cations :

- Calcium :

Le calcium est un élément (métal) alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature, et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates surtout à l'état d'hydrogénocarbonate

et en quantité moindre sous forme de sulfate et de chlorure. Il est le composant

majeur de la dureté de l'eau et l'élément dominant des eaux naturelles. Lorsque sa teneur dans l'eau dépasse la norme, il provoque l'entartrage dans les canalisations. Les eaux minérales contiennent plusieurs centaines de grammes par litre. L'organisation mondiale de la santé (OMS) recommande pour l'eau destinée à la consommation humaine une valeur limite de 500 mg/l, exprimée en CaCO_3 . Le calcium est dosé généralement par la méthode complexométrique (**Belkhiri, 2011**).

- Magnésium :

C'est un élément dominant dans l'eau qui représente le 7^{ème} élément le plus abondant à l'état naturel. Il constitue un élément significatif de la dureté. Sa teneur dépend du terrain traversée. Il dépasse rarement 15 mg/l dans les eaux naturelles. Par contre, dans les eaux minérales, il peut largement dépasser cette valeur. Au même titre que le calcium, le magnésium est dosé par la méthode complexométrique. Le magnésium est un élément essentiel pour la photosynthèse des plantes (**Belkhiri, 2011**).

- Sodium :

C'est le 6^{ème} élément le plus abondant à l'état naturel. Il est toujours présent dans l'eau en proportion très variable. Aucune norme ne limite la concentration en sodium dans les eaux potables. Le sodium joue un rôle important en agriculture du fait de son action sur la perméabilité des sols. Il peut présenter des inconvénients pour certains malades en cas de grandes quantités. Le sodium est, après le chlore, le deuxième élément dissous le plus abondant dans l'eau de mer (**Belkhiri, 2011**).

Il est nécessaire à l'homme pour maintenir l'équilibre hydrique de l'organisme. Le sodium est aussi nécessaire pour le fonctionnement des muscles et des nerfs. Trop de sodium peut endommager nos reins et augmenter les risques d'hypertension artérielle (**Belkhiri, 2011**).

- Potassium :

C'est le 7^{ème} élément le plus abondant à l'état naturel. Beaucoup moins abondant que le sodium, il est rarement présent dans l'eau à des teneurs supérieures à 20 mg/l. Il ne représente aucun inconvénient particulier. La teneur globale de Na et de K dans l'eau est souvent estimée comme la différence entre la somme de tous les cations présents obtenus par échange ionique et la dureté (**Belkhiri, 2011**).

Partie II :

Partie expérimentale

Chapitre 1 :

Matériels et

méthodes

I. Présentation de la zone d'étude :

1. Présentation de la wilaya de sidi Bel Abbés:

Elle est localisée dans l'ouest algérien, la région de sidi Bel Abbés s'étend sur une superficie de 9150,63 km² dont 377,192 hectares de terres agricoles et 196,144 hectares de forêt. Géographiquement la wilaya occupe une position centrale stratégique, considérée comme de par son emplacement privilégié dans la mesure où elle est traversée par les principales routes de cette partie du pays. Elle est limitée par les wilayas suivantes :

- Au Nord, par les wilayas d'Oran et AIN T'émouchent
- A l'Est par les Wilayas de Mascara et de Saida
- A l'Ouest par les wilayas de Tlemcen
- Au Sud par les wilayas Naama et d'EL Bayadh (Mechtri, 2013).

2. Cadre physique :

2.1 Le relief :

les écosystèmes de la wilaya de sidi Bel Abbès présente une grande diversité du principalement à la

grande superficie de la wilaya par sa position dans l'ouest algérien et à la géomorphologie cela nous

fait penser à la grande diversité que notre pays les écosystèmes au niveau local dépendent

essentiellement de la géomorphologie du territoire de la wilaya et nous pouvons dégager trois

grandes ensemble naturel destin premièrement la zone montagneuse de la zone de plaine 3 les

zones de steppe (Sahel, 2016).

2.2 Géologie:

L'examen de la carte géologique au 1/50 000, fait état de la prédominance dans la zone des

formation sédimentaire des pliocène continentale et de l'oligocène récent, que l'on retrouve à travers tout le territoire de la commune et, particulièrement, dans la zone centrale et Est. Ces formations sont secondées par les formations du miocène.

Elles se répartissent dans la zone comme suit :

Au Sud et au Nord : le pliocène ancien : constitué des grès dur compacts, quoique toujours bien

, lités alternant avec des bancs plus tendres, assez argileux et teinte rougeâtre.

Au Nord, ce sont les formations de l'éocène inférieur, qui constituent le substratum les plus récents : elle se compose essentiellement des marbres ausonienne, verdâtres, très fissiles, auxquelles s'intercalent de petits bancs de calcaire marneux blancs à silex noirs.

A l'Ouest, et dans la partie centrale de la commune, l'essentiel des formations date de l'oligocène et se compose de marnes et grès à l'épidocycline. Ces terrains forment une bande assez large qui se poursuit jusqu'au nord de la commune.

en fin de la partie centrale de la commune, l'essentiel du substrat est composé d'alluvions anciennes (Ardjoum, 2015).

3. Caractères climatiques :

La wilaya de Sidi Bel Abbès se caractérise par un régime climatique semi-aride et une pluviométrie assez faible, n'excédant que rarement les 400 mm par an, les pluies très irrégulières surviennent généralement en saison froide, la période sèche assez dure en moyenne 5 mois et demi. Elle débute à partir de la fin du mois d'avril et s'étend jusqu'à la moitié du mois d'octobre (ONM, 2014).

3.1 Les Précipitations :

En raison de l'existence de plusieurs homogènes, la pluviométrie va en régressant du Nord au Sud : 400 à 600 mm dans le Nord de 200 à 400 mm dans les hautes plaines et faibles quantités dans les zones steppiques (moins de 200 mm par an)

La période d'enneigement atteint 20 jours sur les monts au-dessus de 1000 mètres d'altitude.

En fait 50% de la superficie de la wilaya subit une précipitation moyenne comprise entre 400 et 500 mm en période pluviale normale (ONM, 2014).

3.2 La température:

En moyenne en hiver et de 14 à 15°C avec un minimum de 2°C. La différence entre l'été et l'hiver atteint les 20 °C. Le sirocco souffle dès le mois de mars avec une plus grande intensité durant les mois de juillet et dont l'évaporation en moyenne est de 20 jours par an. Au cours des dernières années il a été enregistré en moyenne par an à Tessala 16 jours à Sfisef et Ras Elma 21 jours (Mechtri, 2013)

3.3 Le vent :

C'est le déplacement de l'air, Facteur prépondérant dans le transport des polluants. Il possède une vitesse et une direction ce qui fait de lui le facteur principal de dispersion horizontale des polluants, il intervient à toutes les échelles tant par sa direction que par sa vitesse. Généralement les vents dans la wilaya de Sidi Bel Abbès sont d'ouest à nord-est faibles ou modérés pendant la journée est calme durant la nuit (Mechtri, 2013).

3.4 L'humidité :

Le taux d'humidité moyen de l'air dépasse les 63% cette valeur varie au cours de l'année enregistrant une valeur maximale de 75 % en décembre et un minimum de 46 % en juillet durant 7 mois (octobre à avril) les valeurs mensuelles dépassent la moyenne annuelle. En été, il faut relever les effets compensateurs de l'humidité relative. En effet, même si elle est assez faible au cours de cette période estivale elle joue encore un rôle dans la vie végétative. Plus l'air est saturé (taux d'humidité élevé) plus l'évapotranspiration est faible (Ar1djoum, 2015).

2-Présentation de Lac Sidi M'Hamed Benali :

2.1- Historique :

Le lac SMB n'est qu'une cuvette incluse sous la configuration naturelle d'un terrain de 25 hectares implantée de silos de provision d'orge et de blé sur la partie Nord la tribu. Une société étrangère entreprise des travaux en déterrants ces silos comme elle avait réalisé un Seguia en double préfabriquées de forme demis-cyclique sur une distance de 4 km, la première reliant la cuvette à l'Oued Mekerra et l'autre placée du côté ouest de la ville. Cet ouvrage avait pour rôle d'atténuer la force du courant du à la montée des eaux pendant la saison pluviale et éviter les inondations au centre urbain et alimenter le barrage d'Oued Sarno. Pendant la première année, le fond de la cuvette absorbait toute l'eau puis elle commençait

à se remplit graduellement après chaque hiver et s'est ainsi que s'était formé le lac porta le nom d'un Saint religieux : Sidi M'Hamed Benali.

La faune aquatique a été ramène à la veille de l'indépendance et a été lâchés dans le lac à partir d'un hélicoptère par trois sortes et concernant l'avifaune sont lâchés par la direction des forêts. Le lac a été collé par une autre vanne qui est situé en aval à quelque km plus loin où elle déversait dans le barrage Sarno(DE, SBA).



Figure 02 : Lac Sidi M'Hamed Benali wilaya de Sidi Bel Abbes (Créché par Bouafia et Delmi, 2021).

2.2 Position géographique :

Le lac de Sidi M'hamed Benali situé dans l'Ouest algérien, Sur un plateau à 460 m d'altitude, il est l'une des plus importantes réserves de la région.

Il est situé sur le territoire de la commune d'Ain Trid à 1,7 Kilomètres de la ville de Sidi Bel Abbes, ou encore à proximité de l'autoroute Est-Ouest .Sa superficie est de 26 hectares, Une contenance de 3 millions de m³ et sa profondeur atteint 30 mètres (Chiali and Cherifi, 2019).

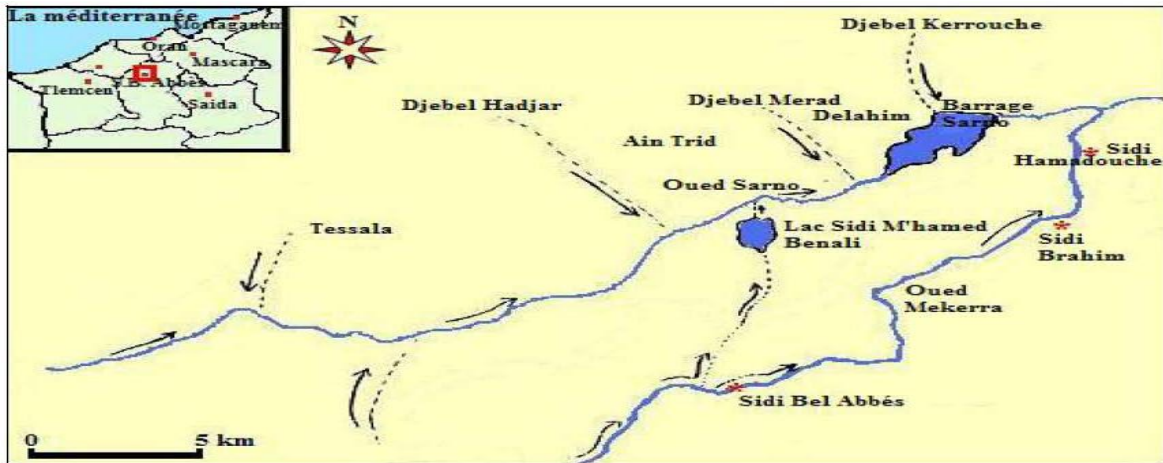


Figure 03 : Situation géographique du lac Sidi M’Hamed Benali (Google image 03_06_2021)

Les traits bleus continus représentent le réseau hydrographique principal. Les cours d’eau temporaires sont figurés par des traits discontinus. Les flèches indiquent le sens de l’écoulement.

2.3 Climatologie:

Le bassin de la Mekerra subit les influences maritimes au nord et saharienne au sud .le lac appartient au climat de à l'atlas tellien, à bioclimatique semi-aride. le climat caractéristiques de la plaine et Méditerranée, caractérisé par une saison sèche prolongée et une autre humide avec des pluies irrégulières violentes insuffisantes (DE,Sba ,2012) selon la station de météorologie (2015) la durée de la gelée est de 10 à 15 jours au cours des mois décembre, janvier, février. Cependant en 2011, elle a dépassé les 28 jours tandis que la période de Sirocco par an est de 4 à 5 jours au cours des mois juillet, août la direction de vent est soit nord, nord-ouest ou au sud sud-ouest (SM, 2015).

2.4 Géologie:

Le territoire du lac Sidi M’Hamed Benali, fait partie du tel oranais, se caractérise par Les formations des nappes de charriages du complexe créto-oligocène ainsi que par des

formations à dominance calcaires, de temps en temps quelques affleurement moments durs des grès font leur apparition avec des semelles de trias (**Dellaoui, 1952**).

Les formations prédominantes dans ce lac sont les Marnes et les calcaires des marneux du paléogène et du crétacé, dans chaque unité topographique est caractérisé par une structure différents (**Bouklikha, 2001**).

2.5 Hydrographie:

la zone d'étude est constituée par deux portions de bassins versants ,l'Oued Mekerra dont la dérivation des crues vers le barrage Sarno est de 2,5 m³/s leur capacité est de 3 millions m³ et leur profondeur oscille entre 15 m et 30 m. les nappes des eaux de lac sont en contact ,l'infiltration dans le sens lac/nappe est très faible en raison de remplissage en bas-fonds de la réserve par les matériaux très fins des marnes et des argiles (**Sahel,2016**)

2.6 Pédologie:

Le sol est de type calcaire, il est caractérisé par une profondeur généralement inférieure à 50 cm et une faible teneur en matière organique, la fraction argileuse est la texture dominante, la zone étant à vocation agricole le sol joue un rôle primordial, néanmoins le sable reste parfois important et prédispose les sols à une instabilité et une érosion avec toutes leurs conséquences sur la fertilité (**Abbouni et Djennanne, 2009**).

2.7 Faune et flore :

Le lac SMB est une réserve naturelle très importante d'espèces animale (tableau 1) et végétales (tableau 2).

Tableau 02 : Faune du Lac S .M.B

Faune du Lac	
Zooplanctons	Rotifères Cladocères

	<p>Copépodes</p> <p>Ostracodes</p>
Poissons	<p>Cyprinus carpio (carpe commune)</p> <p>Hypophthalmichthys molitrix (Carpe argentée)</p> <p>Barbus barbus (Barbeau)</p> <p>Abramis brama (Brème)</p> <p>Rutilus rutilus (Gardon)</p> <p>Micropterus salmoides (Black-bass)</p>
Oiseaux	<p>-Oiseaux aquatiques : Colvert, Canard plongeur , poule d'eaux, Canard de surface</p> <p>-Oiseaux terrestre : Bussard des roseaux, Hibou des marées, Tourterelle des bois, pigeon biset, Moineau, Rapaces, Martinet noir</p>

(Source : Direction de l'environnement de Sidi Bel Abbès ,2015)

Tableau 03 : Flore du lac S.M.B

Flore du lac

	Nom d'espèce	Nom commun
Plantes terrestres	<i>Pinu Male Pinus</i>	Pin d'Alep
	<i>Tamarix gallica</i>	Tamarix
	<i>Cyperessussemperviens</i>	Cyprès
	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalyptus
	<i>Populus alba</i>	Peuplier blanc
	<i>Populusnigra</i>	Peuplier noir
	<i>Salix alba</i>	Saule blanc
	<i>Casaurinaequisetifolia</i>	Casuarina
	<i>Fraxinusaxyphylla</i>	Frêne
	<i>Oleaeuropea</i>	Olivier
	<i>Schinusmollus</i>	Freneoxyphylle
	<i>Acacia cyanophila</i>	Olivier
		Poivrier d'Amérique
	Acacia	

Plantes Immergées	Joncusacutus	Joncus
	Thyphalatifolia	Massette
	Arundo donax	Roseau
Algues	Algues microscopiques : Chlorellasp.	Nostoc
	Algues Phytoplanctons : Mixophycées Chlorophycées	Bacillariophycées (Diatomopycées)

(Source : Direction de l'environnement de Sidi Bel Abbès)

2.8-Impact de l’environnement rural et urbain sur le lac :

Le lac est entouré de tous parts de terres agricoles destinées principalement à la céréaliculture.

Ces terres à proximité du lac, constituent de véritables menaces pour l’eau et pour la biocénose, elles apportent des produits phytosanitaires (engrais et pesticides) et fertilisant (Tableau 4) au lac. Les excès de nutriments (Azote, phosphate) utilisés par les agriculteurs sont transportés par les eaux de ruissellement riches en Azote, dont (l’excès peut provoquer l’augmentation de la teneur en nitrates qui est l’un des problèmes actuels parmi les plus préoccupant sur le plan écologique (DE,2015).

Egalement, il reçoit des diverses polluants de son bassin versant et en particulier de l’Oued Mekkera , qui est devenu un égout à ciel ouvert, Durant presque toute l’année , et particulièrement pendant la saison estivale, il constitue un centre de détente (baignade , pêche , camping).

Les activités anthropique sur le lac sont nombreuses et diverses : l’agriculture, le pompage, illicite de l’eau du lac à des fins agricoles, la pêche anarchique et abusives et non réglementée (le nombre croissant de pêcheurs) . lavage des voitures et le nombre élevé de visiteurs entraînant automatiquement des tas d’immondices et déchets de bivouac, derrière eux (El Badaoui,2016) .

Tableau 04 : Produits phytosanitaires et fertilisants utilisés dans les fermes qui entourent le lac S.M.B.

<i>Produits phytosanitaires</i>	Engrais de fond (engrais Phosphatés)
	Engrais de couvertures (engrais azoté)
	Engrais de couverture (engrais urée)
<i>Produits fertilisants</i>	Granstar
	Apyros
	Callifope
	Illoxan

	Zoow
--	------

(Source : APC de Tessala W S.B.A, 2015)

La partie expérimentale apporté sur les analyses physico-chimique effectué sur les échantillons de l'eau du lac sidi M'Hamed Benali la wilaya de sidi bel abbés ; la préparation des solutions ; étalonnage des appareillages utilisés ; ainsi que les méthodes pour traitement des données.

II.3 /Matériel et méthode :

Dans le cadre de notre étude nous avons pris les échantillons de lac sidi Mohammed Benali, la wilaya de Sidi Bel Abbas.

II.3.1 : Matériel :

II.3.1. Matériels du laboratoire et verreries :

Tubes à essai stériles avec bouchons.
Pipettes graduées stérile de 01 ml et 10 ml.
Ance de platine.
Boîtes de pétris.
Flacons en verre pour prélèvement.
Pince.
Pipette pasteur.
Anton noire
Portoirs pour tubes à essai.
Pro pipette.

II.3.2. Matériels biologiques

Les échantillons utilisés dans ce présent travail sont des eaux brutes prélevées au niveau de lac sidi Mohammed Benali

II.3. Méthode :

Le but de notre travail est de comparer les concentrations des paramètres trouvés aux normes algériennes nationales de qualité des eaux superficielles brutes.

II.4.1. Echantillonnages :

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté; il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau (gaz dissous, matières en suspension, etc....). (**Rodier et al., 2005**).

La plupart des cas le responsable du prélèvement n'est pas l'analyste, il convient que le préleveur ait une connaissance précise des conditions du prélèvement et de son importance pour la qualité des résultats analytiques. Globalement, il est donc nécessaire de mettre en place une organisation structurée, de disposer d'un personnel qualifié, de développer une méthodologie adaptée à chaque cas, de procéder à un choix judicieux des points de prélèvement et d'utiliser le matériel convenable (**Mano, 2018**).

L'échantillonnage se fait dans des flacons propres et faciles à nettoyer. L'ensemble flacon et bouchon vis à vis doivent assurer une fermeture étanche à l'eau et pratiquement au gaz pour permettre de longues périodes de stockage. Les principaux aspects dont il faut tenir compte pour obtenir un échantillon d'eau représentatif sont comme suites :

La sélection convenable du point d'échantillonnage.

Le strict respect des procédures d'échantillonnage.

La conservation adéquate de l'échantillon. (Rodier, 1997).

Les principaux renseignements à fournir pour une analyse d'eau :
Identité des préleveurs

Date et heure de prélèvement

Motif de la demande d'analyse

point de prélèvement d'eau

Origine de l'eau (Lac sidi Mohammed Benali à titre d'exemple dans notre étude) (Mano, 2018).

II.4.2. Techniques de prélèvement de l'eau brute :

Le prélèvement se fait dans le lac sidi M'Hamed Benali dans des conditions réglementaires d'hygiène et d'asepsie.

Les échantillons ont été prélevés dans quatre bouteilles stériles de 1 L pour chaque station déférente dans le lac .ensuite, rincés plusieurs fois à l'eau distillée. La bouteille sera plongée à une certaine distance du fond (50 cm) et de la surface, assez loin des rives ou des bords ainsi que des obstacles naturels ou artificiels, en dehors des zones mortes, et en évitant la remise en suspension des dépôts (Mano, 2018).

Les bouteilles sont immergées en position verticale en le tenant par le fond, l'ouverture soit légèrement plus haute que le fond et dirigée dans le sens contraire de courant. Alors chaque flacon de 1L conçu pour les analyses physico-chimiques.

II.4.3. Transport des échantillons :

Le transport doit se faire obligatoirement en glacière à une température inférieure à 4°C (NA 762, 1990). Dans notre cas nous avons exporté nos échantillons dans une glacière, les échantillons sont placés aux froids dès leurs arrivés au laboratoire avant de commencer les analyses.

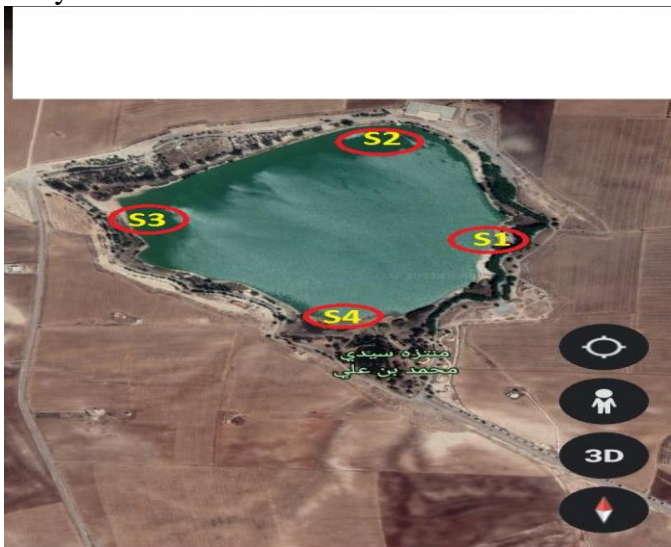


Figure 01 : les stations de prélèvement au niveau du lac Sidi M'Hamed Benali SBA.(Google Earth 2021)

II.4.4. Les paramètres analysés :

II.4.4.1- Les analyses physico-chimiques :

La qualité physico-chimique est une entité fondamentale dans la détermination de l'eau. Le choix des paramètres dépend des objectifs à atteindre. En général, pour déterminer la qualité des eaux (**Mano, 2018**).

On distingue 2 groupes de paramètres :

-Le premier se rapporte aux paramètres qui présentent des concentrations stables : Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ , K^+ , Cl^- , SO_4^{-2}

-Le deuxième groupe se rapporte aux paramètres dont les concentrations varient considérablement au cours de l'année et qui déterminent la production et la décomposition de la biomasse : pH, HCO_3^- , turbidité, NO_2^- ,... etc.

Pour les différents prélèvements d'eau, la mesure de ces paramètres est réalisée systématiquement (**Mano, 2018**).

Nous avons effectué les analyses physico chimique au niveau de laboratoire régional de l'unité ADE (Algérienne des eaux) de la wilaya de sidi bel Abbés et au niveau de centre de mesure de la faculté de science exacte UDL de la wilaya de sidi bel abbés.

A. Les analyses réduites :

1. Mesure de la température

La mesure de la température a été effectuée sur le laboratoire en utilisant un thermomètre. La lecture a été faite après une immersion de 10 minutes du thermomètre à environ 15 cm de profondeur de flacon. Les résultats sont exprimés en °C (**Mano, 2018**).

2. Mesure du pH (le potentiel d'hydrogène)

Le pH est en relation avec la concentration des ions hydrogène $[\text{H}^+]$ présent dans l'eau ou les solutions. La différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence (Calomel - KCl saturé). Plongeant dans une même solution, est une fonction linéaire du pH de celle-ci. Le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions H^+ (**Mano, 2018**).

3. Mesure de la conductivité électrique :

La conductivité électrique d'une eau est 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 conductivité est le Siemens par mètre (S/m).

La conductivité électrique d'une eau s'exprime généralement en micro siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$). La relation entre la résistivité et la conductivité est la suivante: Mesure de la conductance électrique d'une colonne d'eau délimitée par deux électrodes de platine (Pt) (ou couvertes de noir de platine) maintenues parallèles(Mano, 2018).

4. Mesure de la TDS et Mesure de la salinité :

On utilise le conductivimètre pour mesurer les deux paramètres (TDS, salinité).

5. Mesure de la turbidité :

C'est la Réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matière non dissoute. Comparaison de la lumière diffusée et la lumière transmise par l'échantillon d'eau et par une gamme étalon constituée de solutions de formazine. La mesure de la lumière diffusée est significative pour les eaux de faible turbidité non visible à l'œil nu (par exemple les eaux de boisson).

La mesure de la lumière transmise est significative pour les eaux de turbidité visible à l'œil nu (par exemple les eaux polluées) et pour les eaux de faible turbidité contenant des substances qui ne diffusent pas. Pour tout échantillon d'eau, la mesure de la lumière diffusée et de la lumière transmise permet la détection de matières non dissoutes, absorbant mais diffusant mal, qui passeraient inaperçues par la seule mesure de la lumière diffusée(Mano, 2018).

B. Analyses par spectrophotomètres :

a. Analyse par spectrophotomètre d'absorption moléculaire à UV visible:

1. Détermination de l'azote ammoniacal (NH_4^+) :

Mesure spectrométrique à environ 655nm du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitrosopentacyanoferrate (III) de sodium (nitroprussiate de sodium). (ISO 7150/1-1984) (Mano, 2018).

2. Dosage des nitrites (NO_2^-) :

Les nitrites réagissent avec le Sulfanilamide pour former un composé diazoïque qui, après copulation avec le N1 Naphtyléthylènediaminedichloride donne naissance à une coloration rose mesurée à 543nm , réagissent en milieu acide (pH =1.9)avec la

sulfamilade en formant sel de di-azonium (diazotation) qui forme avec le N-(1-naphtyl)-éthylènediamine-dichlorohydraté un colorant azoïque rouge (Mano, 2018).

3. Dosage des nitrates (NO_3^-) :

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosnylate de sodium coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique, Réaction des nitrates avec le dimethyl - 2,6 phénol en présence des acides Sulfurique et phosphorique, avec production du nitro - 4 dimethyl - 2,6 phénol (Mano, 2018).

4. Détermination des Sulfates (SO_4^{2-})

Les ions sulfates sont précipités et passés à l'état de sulfate de baryum en présence de Ba Cl_2 (Mano, 2018).

5. Détermination des matières en suspension :

Les matières solides en suspension dans l'eau qui provient de sources naturelles (érosion), de rejets municipaux et industriels ainsi que du ruissellement des terres agricoles. La MES peut nuire la pénétration des rayons du soleil dans l'eau et ainsi gêner la croissance des algues et plantes aquatiques. Les matières fines de la MES peut convoyer des contaminants et générer des problèmes de sédimentation en eaux calmes, est déterminée par un dosage(Mano, 2018).

b. Analyses par spectrophotomètre d'émission flamme :

1. Dosage de sodium et de potassium :

La photométrie de la flamme est un des procédés les plus rapides et sensibles connus aujourd'hui pour le dosage des éléments alcalins et alcalino - terreux .Les éléments à analyser (sodium, potassium lithium, calcium etc ...) sont généralement sous forme de sels. L'analyse se fait en partant de leurs solutions(Mano, 2018).

C. Analyse volumétrique :

1. TA (Le titre alcalimétrique)

Le titre alcalimétrique ou TA mesure la teneur de l'eau en alcalin libres et carbonates alcalin caustique. Ces déterminations sont basées sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué, en présence d'un indicateur coloré(Mano, 2018).

2. TAC (Titre alcalimétrique complet) :

L'alcalinité (Titre alcalimétrique complet ou TAC) est déterminée par un dosage volumétrique à l'aide d'une solution d'acide sulfurique en utilisant l'Hélianthine comme indicateur coloré. Le mode opératoire est le suivant : un ajout de quelques gouttes d'hélianthine dans 100 ml d'eau de puits, puis dosage de la solution par l'acide sulfurique, le

dosage est terminé quand la solution devient jaune orangé. La valeur de TAC est indiquée par le volume de l'acide sulfurique versé(Mano, 2018).

3. Dosage de la somme de calcium (Ca^{2+}) et de magnésium (Mg^{2+}), (TH ou la dureté totale) :

Titration molaire des ions calcium et magnésium avec une solution de sel disodique de l'acide éthylènediaminetétraacétique (EDTA) à pH10. Le noir ériochrome T, qui donne une couleur rouge foncé ou violette en présence des ions calcium et magnésium, est utilisé comme indicateur(Mano, 2018).

4. Détermination des chlorures (Cl^-) :

Réaction des ions chlorure avec des ions argent pour former du chlorure d'argent insoluble qui est précipité quantitativement .Addition d'un petit excès d'ions argent et formation du chromate d'argent brun-rouge avec des ions chromates qui ont été ajoutés comme indicateur. Cette réaction est utilisée pour l'indication du virage. Durant le titrage, le pH est maintenu entre 5 et 9.5 afin de permettre la précipitation (Mano, 2018).

5. Dosage du calcium (Ca^{2+}) :

Titration des ions calcium avec une solution aqueuse d'EDTA à pH compris entre 12 et 13. Le HSN qui forme un complexe rouge avec le calcium est utilisé comme indicateur .le magnésium est précipité sous forme d'hydroxyde et n'interfère pas lors du dosage.

Lors du titrage, l'EDTA réagit tout d'abord avec les ions calcium libre, puis avec les ions combinés avec l'indicateur qui vire alors de la couleur rouge à la couleur bleu clair(Mano, 2018).

Chapitre 2 : résultats et discussion

Dans ce travail nous rappelons ; que nous sommes intéressés, d'une part à évaluer la qualité physico-chimique des eaux brutes : lac sidi Mohammed Benali, d'autre part de faire une comparaison de résultat avec les normes national

Les résultats des analyses physico-chimiques sont comparés aux normes fixés par le journal officiel de la république algériennes démocratique et populaires est les normes de l'OMS.

1-Résultats d'analyse des paramètres physico-chimiques

Tableau 05 : Résultats d'analyse des paramètres physiques :

Stations / paramètres	Couleur	Odeur et saveur	Turbidités	T	pH	EC	TDS	Salinités	MES	OD
Unités	-	-	FAU	°C	-	µs/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Normes			-	20-30	6,5-8,5					-
S1	Incolore	Absence	5,87	19,8	7,85		2200			7,33
S2	Incolore	Absence	5,75	19,9	7,73		2219			6,75
S3	Incolore	Absence	5,54	19,9	8,30		2220			6,88
S4	Incolore	Absence	5,20	19,8	8,45		2220			7,31

2-Résultat d'analyse des paramètres chimique :

Stations / paramètres	Th	Ca	Mg	NO-2	Cl -	NH4	So-24	Na	k	NO-3	P	MO
Unités	-	-	mg/L	mg /L	mg/L	mg /L	mg/L	mg/L	mg /L	mg/L	Mg/L	
Normes	-	-	-	-	600	4	400	-	-	50	-	
S1	1130	188	160,38	0,320	1255	0,9	119,17	437,66	34,59	0,340	0,012	13,76
S2	1080	186	149,44	0,327	1267	0,866	115,44	435,78	32,78	0,362	0,010	13,22
S3	1130	186	161,59	0,302	1274	0,891	120,94	440,58	33,71	0,454	0,012	14,15
S4	1180	190	171,35	0,317	1266	0,881	124,94	444,05	34,44	0,415	0,01	12,69

2.1 Température

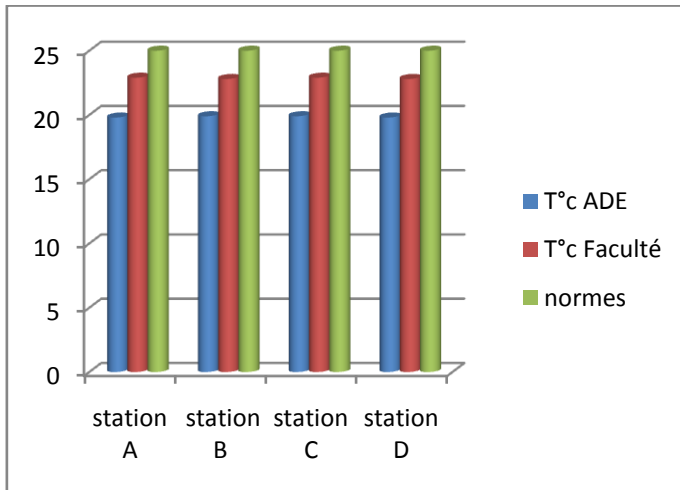


Figure 04 : la variation de la température de l'eau brute (lac sisi M'Hamed Benali).

Les résultats illustrés sur la figure 1 montrent que les températures de (lac sisi Mohammed Benali) respectent les normes algériennes estimées de 25°C.

Les variations de la température de l'eau aux différentes stations. Bien que les mesures soient effectuées sur des eaux prélevées à 5 cm de la surface, les différentes températures enregistrées se situent dans la fourchette tolérée par les espèces aquatiques d'eau avec une variation peu significative. En effet, pour se reproduire,]. On en déduit donc que la température des eaux du lac est favorable à la vie de ces espèces.

2.2 Le pH (potentiel d'hydrogène) :

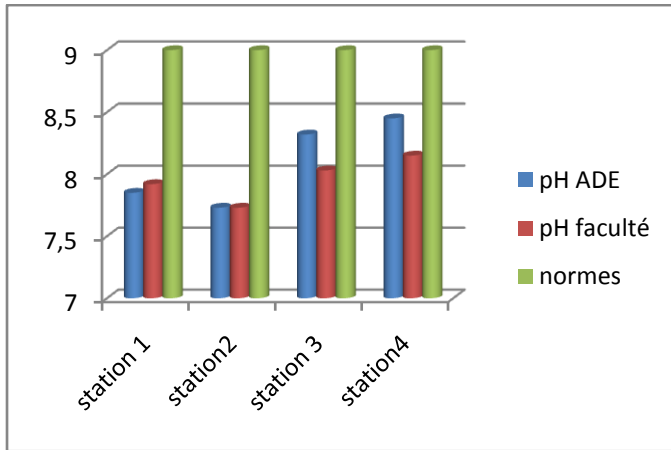


Figure 05 : la variation du pH pour l'eau brute (Lac sidi M'Hamed Benali).

Les valeurs limites du pH sont comprises entre 6,5 et 8 (OMS, 1998), et entre 6,5 et 9,5 pour la norme Algérienne (Journal officiel du 19/06/2011).

On constate d'après les résultats obtenus une valeur de PH comprise entre 7.5 et 8.43 de l'eau de lac, Les résultats obtenus sont conformes aux normes algériennes.

Le pH exprime la concentration en ion H⁺ et mesure l'acidité ou l'alcalinité d'une eau lue sur une échelle allant de 0 à 14. On note une très faible variation du pH d'une station à une autre. Ces valeurs (7,8 et 8,4 pour la plupart) expriment une légère basicité du milieu.

2.3 La turbidité :

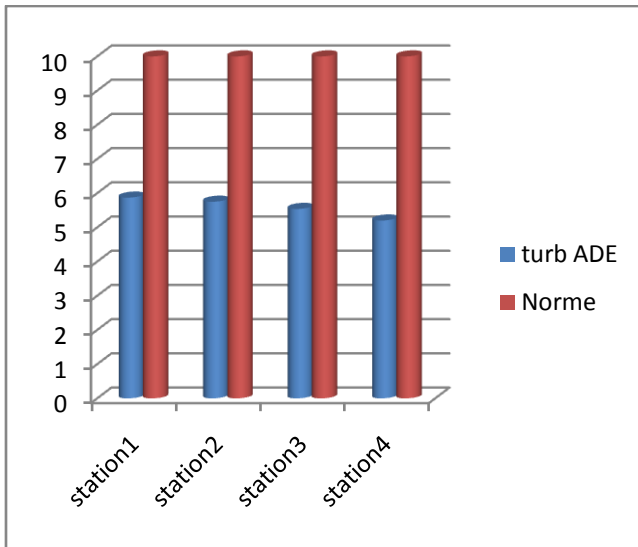


Figure 07 : la variation de la turbidité pour l'eau brute (Lac sidi M'Hamed Benali).

Pour les eaux brutes, on remarque que le lac est moins turbide (turbidité < 10 NTU)
 On constate que la turbidité répond à la norme. Elle est inférieure à 10 NTU.

2.4 Conductivité électrique :

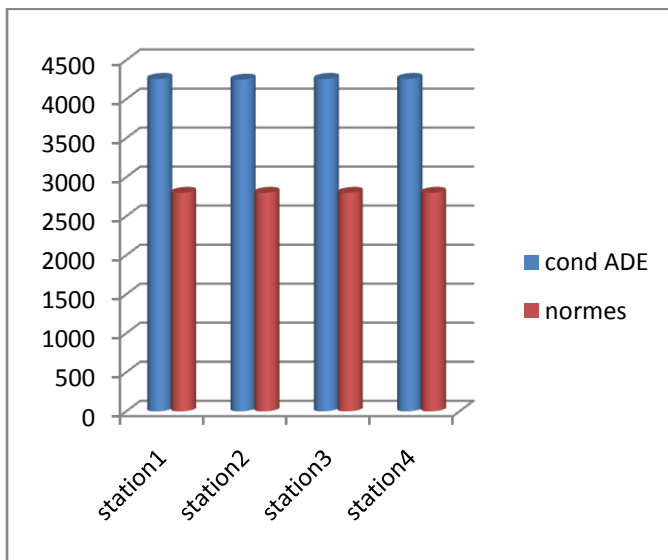


Figure 08 : Histogrammes de la variation de la conductivité électrique pour l'eau brute(lac sidi M'hamedBenali).

La mesure de la conductivité constitue une bonne appréciation du degré de minéralisation d'une eau. On observe sur l'histogramme une valeur très élevée par rapport au norme dans les

déférentes stations c'est signe d'une augmentation des apports de substances dissoutes provenant du bassin versant (Journal officiel du N°18 ; 23/03/2011).Ceci explique les valeurs élevées qui atteignent $4260 \mu\text{S}/\text{Cm} > 2800 \mu\text{S}/\text{Cm}$.

1. Le taux des sels dissous :

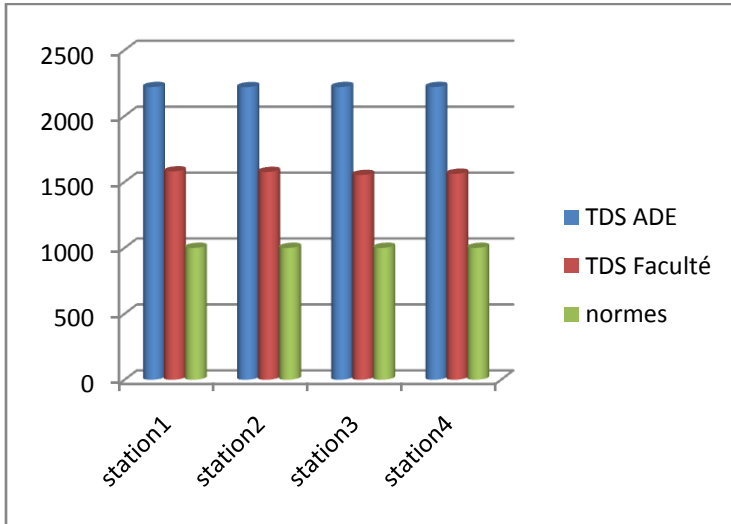


Figure 09:Variation du taux des sels dissouts de l'eau brute (lac sidi M'Hamed Benali).

Pour l'ensemble des concentrations de l'eau , notre étude a montré une valeur de la TDS supérieure à $1000 \mu\text{S}/\text{Cm}$ (norme de l'OMS), ce qui indique que les eaux de ce lac sont plus riches en éléments dissous. Cet enrichissement est attribué au drainage des terrains agricoles.

2.5 La salinité :

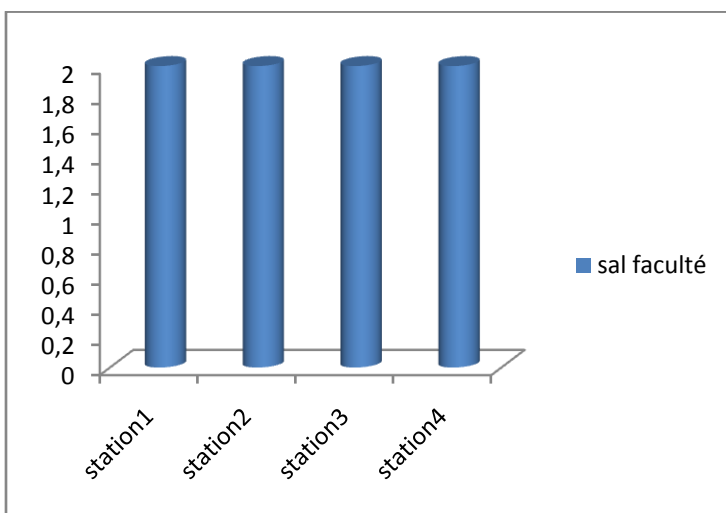


Figure 10 : la variation de la salinité pour l'eau brute (lac sidi M'Hamed Benali).

La salinité des eaux brutes de lac est à 2 mg/l aux quatre stations. Cette quantité rend cette eau lourde ce qui est confirme les valeurs de la conductivité trouvés précédemment.

2.6-Titre Alcalimétrique complet (TAC) :

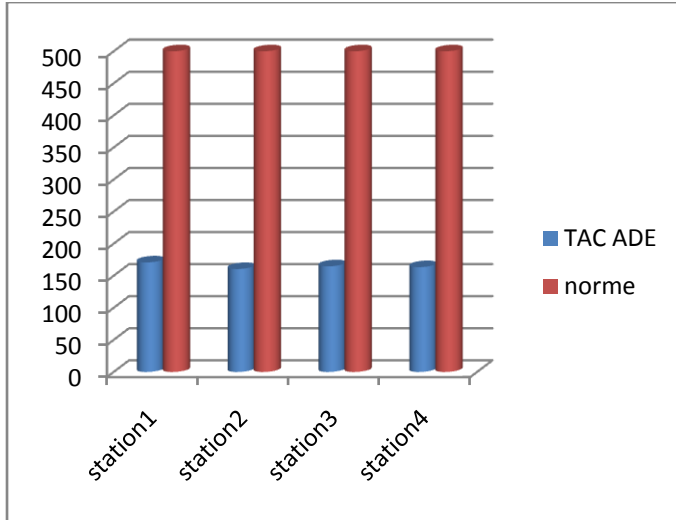


Figure 11 : de la variation du TAC pour l'eau brute (lac sidi M'Hamed Benali).

Le Titre Alcalimétrique complet (TAC) est une mesure de l'alcalinité de l'eau (carbonates alcalins, hydrogencarbonates et total des hydroxydes). Il caractérise le pouvoir tampon de l'eau, c'est-à dire la capacité d'influence d'un produit acide ou basique sur le pH de l'eau. L'alcalinité est exprimée en quantité équivalente de carbonate.

L'alcalinité des eaux brutes dans ces quatre stations sont inferieur à la norme Algérienne qui est de 500mg /l. On observe que le TAC du lac de Sidi mohammedbenali est entre 160.5mg/L et 170.8 mg/l au maximum.

2.7 La dureté totale(TH) :

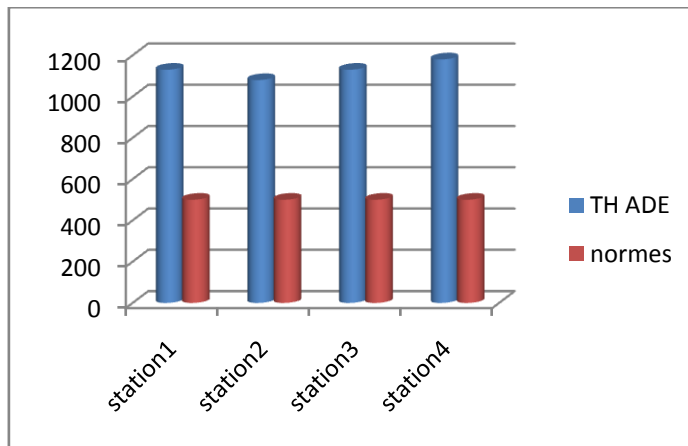


Figure 12 : la variation de TH pour l'eau brute (lac sidi M'Hamed Benali).

La dureté d'une eau est un caractère naturel liée au lessivage des terrains traversés et se résume globalement à teneur en calcium et en magnésium. Une eau a titre hydrotimétrique élevé est dite « dure », dans le cas contraire, il s'agit d'une eau « douce » (Mano, 2018). Les mesures sont comprises entre 1080mg/l et 1130mg/l pour les quatre stations. D'après c'est résultats en constate que l'eau de ce lac appartiennent à la catégorie des eaux dures et dépasse les normes algérienne (500 mg /l).

2.8 Le calcium :

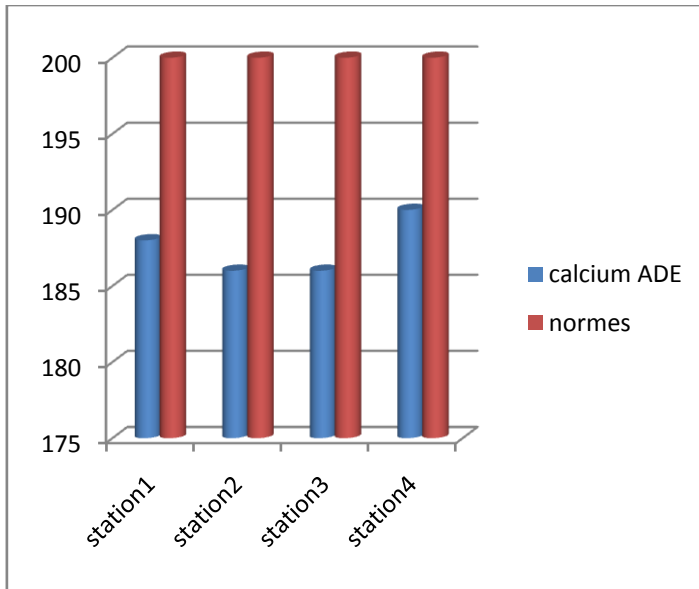


Figure 13 : la variation du calcium pour l'eau brute (lac sidi M'Hamed Benali).

La figure 13, pour les quatre stations ; indiquent des teneurs en calcium qui ne dépassant pas la norme algérienne (200mg/l).

2.9 Le chlorure :

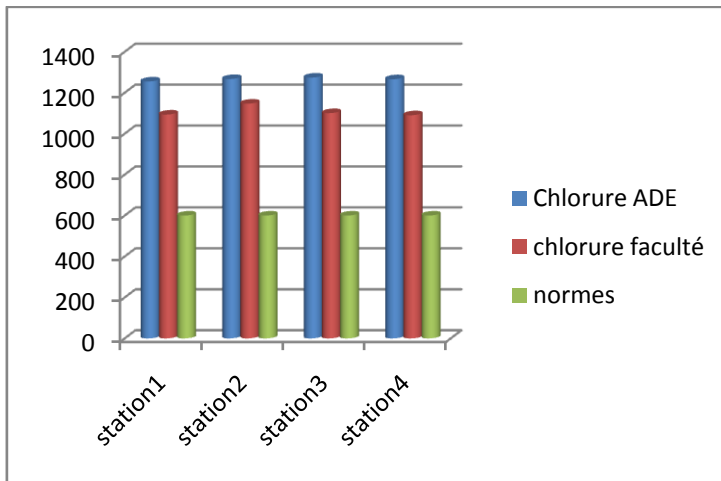


Figure 14 : la variation des chlorures pour l'eau brute (lac sidi M'Hamed Benali).

Les chlorures sont des anions inorganiques importants contenus en concentrations variables dans les eaux naturelles (Mano, 2018)

Les résultats obtenues (figures 14); montrent que les teneurs en CI dans les quatre stations sont entre 1100mg/l et 1200mg/l , alors elles sont supérieure à la norme algérienne qui est de 600mg/l.

2.10 Les nitrites :

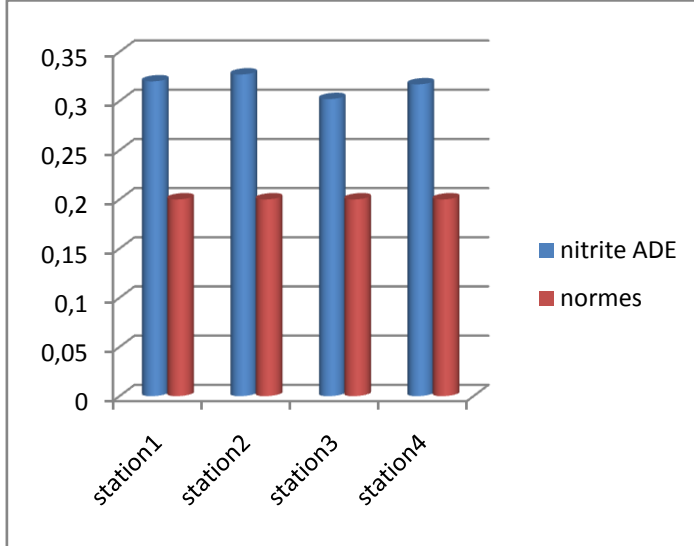


Figure 15 :la variation des nitrites pour l'eau brute (lac sisi M'Hamed Benali).

Les nitrites sont des indicateurs de pollution. Elles proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque soit d'une réduction des nitrates. La contamination par le nitrite représente l'un des premiers signes de la détérioration de la qualité d'une eau de surface. Une eau qui renferme des nitrites est à considérer comme suspecte (Mano, 2018)

Concernant les eaux brutes du lac sisi Mohammed Benali Les valeurs trouvées aux quatre stations dépassent énormément les normes algériennes (0,2mg/l), ces eaux atteint un maximum de 0,327mg/l.

2.11 L'ammonium :

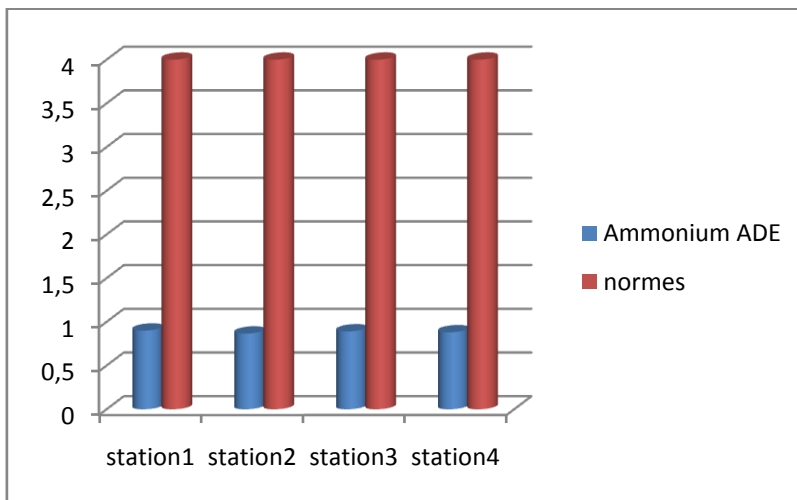


Figure 16 :la variation mensuelle d'Ammonium pour l'eau brute (lac sisi M'Hamed Benali).

L'ammonium dans l'eau traduit habituellement par un processus de dégradation incomplet de la matière organique. L'ammonium provient de la réaction de minéraux contenant du fer avec des nitrates. C'est donc un excellent indicateur de la pollution de l'eau par des rejets organiques d'origine agricole, domestique ou industriel. (Mano, 2018)

La réglementation algérienne fixe 4 mg /l comme teneur limite en ammonium dans les eaux brutes superficielle. Les teneurs trouvées en ammonium au niveau de lac Sidi Mohammed Benali enregistrent des valeurs inférieure à 4 mg/l.

2.12 Le sulfate :

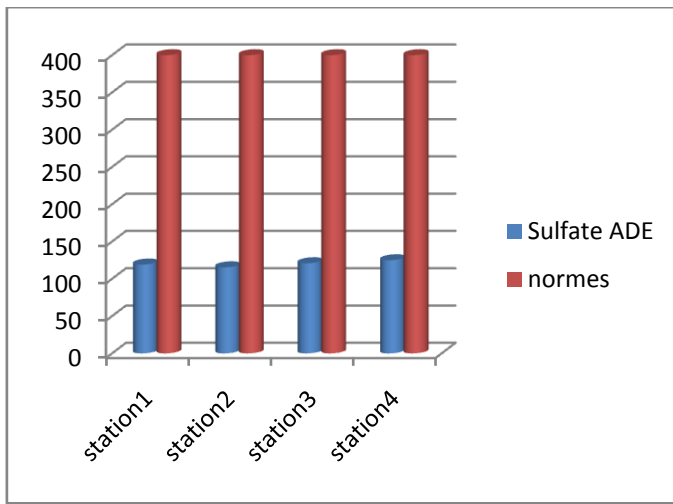


Figure 17 : la variation des sulfates pour l'eau brute (lac sidi M'Hamed Benali) .

Les sulfates (SO_4^{-2}) peuvent être trouvés dans presque toutes les eaux naturelles. L'origine de la plupart des composés sulfates est l'oxydation des minerais de sulfites, la présence de schistes, ou de déchets industriels. Le sulfate est l'un des éléments majeurs des composés dissouts dans l'eau de pluie (Mano, 2018) .

La concentration maximale admissible décrétée par les normes Algérienne est de 400mg/l.

Dans les quatre stations, ce paramètre se situé entre 115,44 mg/l et 124,94 mg/l donc il respecte les normes algérienne.

2.13 Les nitrates :

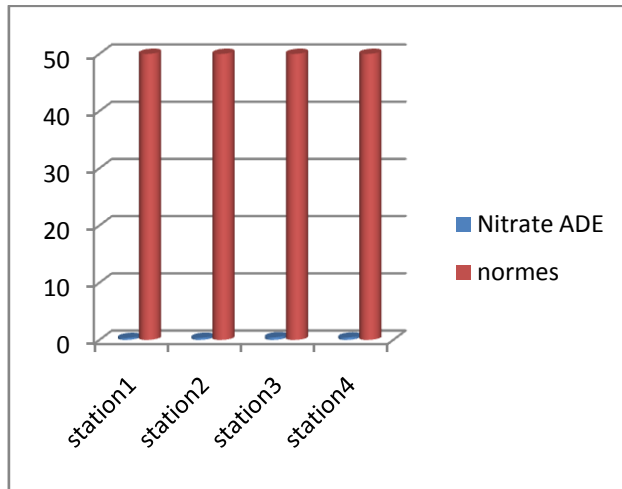


Figure 18 : la variation des nitrates pour l'eau brute (lac sidi M'Hamed Benali).

Les fertilisants agricoles, le fumier, les rejets domestiques d'eaux usées et la décomposition d'organismes végétaux et animaux figurent parmi les sources les plus importantes de nitrates et constituent le stade final de l'oxydation de l'azote, et représentent aussi la forme d'azote au degré d'oxydation le plus élevé présent dans l'eau (Mano, 2018).

L'histogramme des teneurs en nitrates dans les eaux quatre stations montrent des concentrations oscillent respectivement autour de 0,34 mg/ l et 0,45 mg/l pour les eaux brutes, On peut conclure que les teneurs en nitrates enregistrées dans les eaux de surface de ce lac sont inférieures à la teneur suggérée par les normes algériennes (50mg/ l). Ce qui indique que les eaux étudiées ne présentent pas un risque de pollution par les nitrates.

2.14 Sodium :

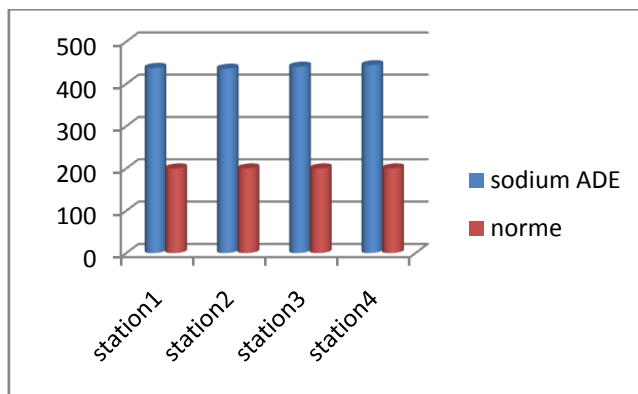


Figure19 : la variation du sodium pour l'eau brute (lac sidi M'Hamed Benali).

Le sodium est l'un des constituants majeurs de l'écorce terrestre (2,83%). Il existe dans la totalité des eaux car sa solubilité est très élevée (Bremond et al, 1973).

L'histogramme ; montre que les concentrations en Na^+ dépassent la norme qui est fixée par l'OMS à 200mg/l sur les quatre station qui oscillent autour de 32,78mg/l et 34,59 mg/l.

2.15Potassium :

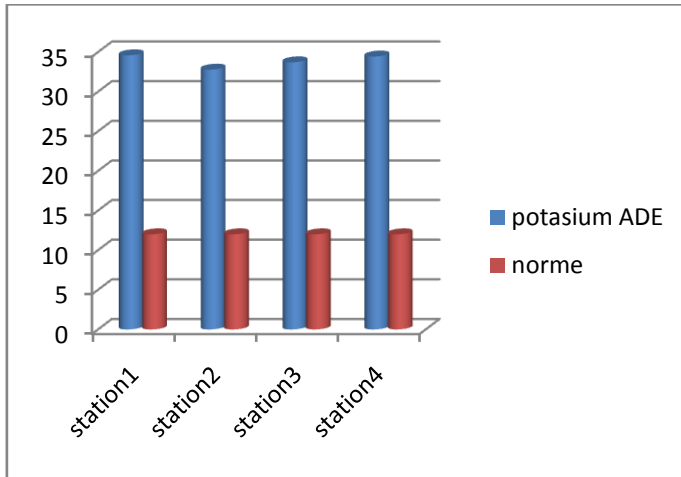


Figure 20 : la variation du potassium pour l'eau brute (lac sisi M'Hamed Benali).

Le potassium est un nutriment indispensable à l'être humain. Le potassium présent dans l'eau n'est pas considéré nocif pour les personnes en bonne santé. Dans l'agriculture, il est utilisé comme engrais sous forme de sulfate de potassium, de chlorure de potassium, ou encore de nitrate de potassium (Pesson, 1979).

Nos résultats ; montrent que les concentrations en K^+ sont supérieure à la norme algérienne qui est fixé à 12mg/l pour les eaux brutes.

2.16Oxygène dissous :

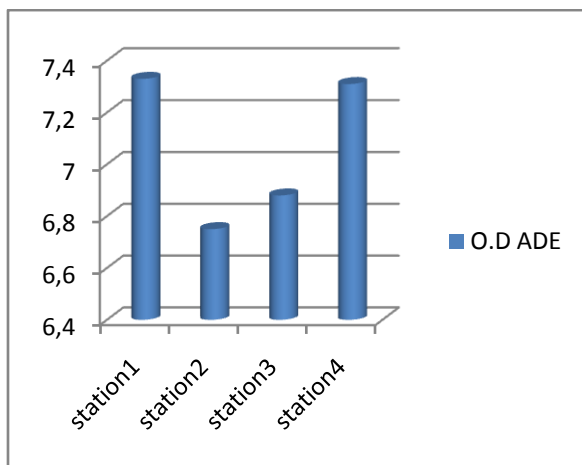


Figure 21 : la variation d'oxygène dissous pour l'eau brute (lac sisi M'Hamed Benali).

La concentration d'oxygène dissous dans un lac varie en fonction de la température de l'eau, de l'altitude, de la profondeur du lac, de l'heure de la journée, de la concentration de la matière organique et des nutriments dans le lac ainsi que de la quantité de plantes aquatiques, d'algues et de bactéries présentes dans le lac (**site web 05**).

Sur cet histogramme nous observons une variation en concentration entre les quatre stations ; sur la première et la quatrième station le taux de l'oxygène dissous est à 7,3 mg/l par contre au deuxième et troisième station il varier entre 6,5 et 6,9 mg/l.

A 25°C, un litre d'eau peut concentrer jusqu'à 8,25 mg/l. de O₂ et à 29°C, 7,5 mg/l. de O₂.

Donc cette variation respecte les normes.

2.17 La matière organique :

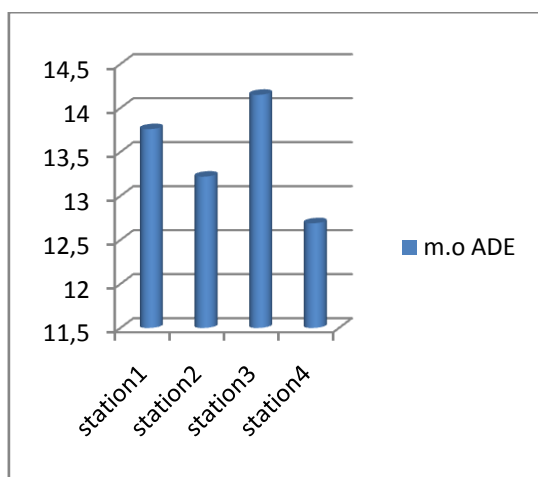


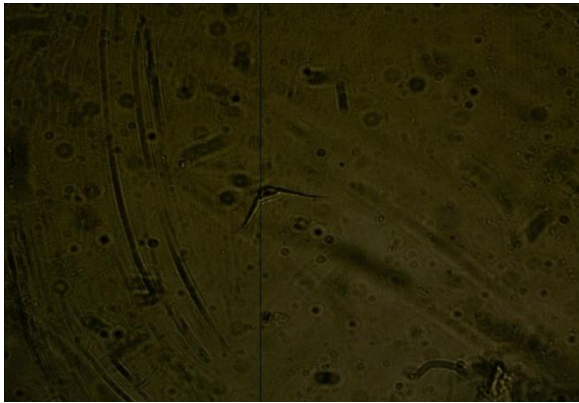
Figure 22 :la variation de la matière organique pour l'eau brute (lac sidi M'Hamed Benali).

La matière organique (MO) contenue dans les eaux est la partie non encore décomposée de la pollution organique (matières vivantes mortes ou déjections d'organismes vivants).

Elles sont donc naturellement présentes dans l'eau, mais à faible concentration. S'il y en a plus, il y a pollution provenant de rejets d'eaux usées domestiques mal épurés, d'effluents agricoles (**site web 06**).

Dans ce lac la concentration varie entre les stations de plus de 12,5 à 14,15 mg/l.

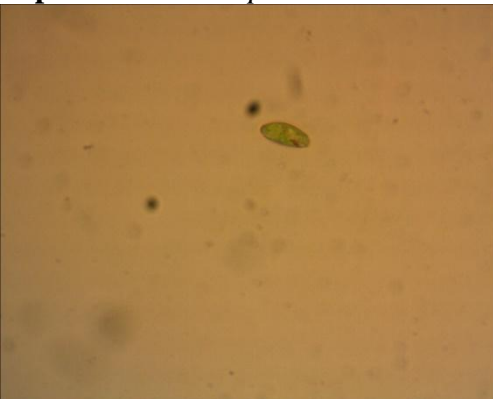
3- les résultats d'observation microscopique des espèces :



Classe :Chlorophyceae
Ordre :Chlorococcales
Famille :Scenedesmaceae
Genre : *Desmodesmus*
Espèce :*Desmodesmusarmatus*



Classe : Bacillariophyceae
Ordre : Naviculales
Famille : Naviculaceae
Genre :*Navicula*
Espèce :*Navicula sp2*

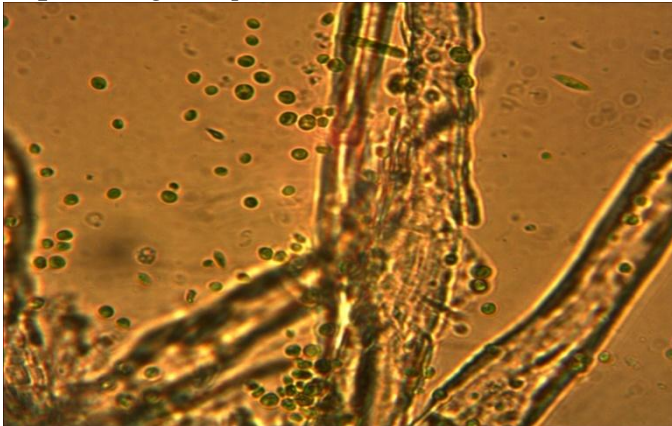


Les Euglénophycées
ClasseEuglenophyceae
OrdreEuglenales

Famille : Euglenaceae

Genre : *Euglena*

Espèce : *Euglenasp*



Classe : Chlorophyceae

Ordre : Chlorococcales

Famille : Oocystaceae

Genre : *Oocystis*

Espèce : *Oocystissp*

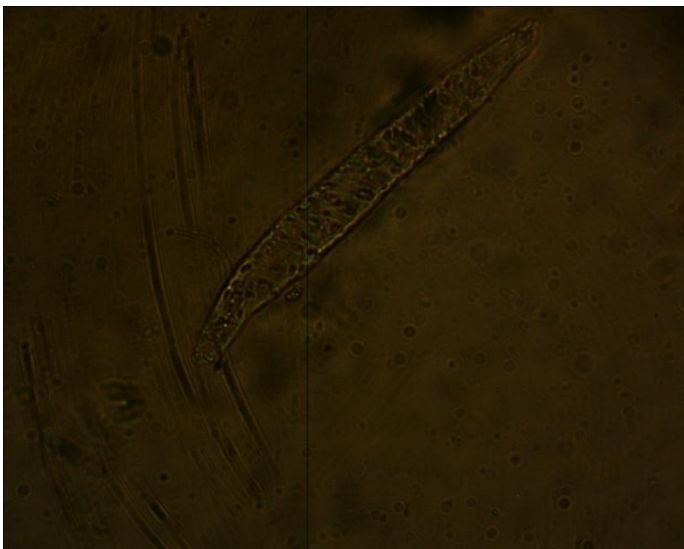


Classe : cyanophycée

Famille : pseudanabaenaeae

Genre : *Leptolyngbia*

Espèce : *Leptolyngbiasp*



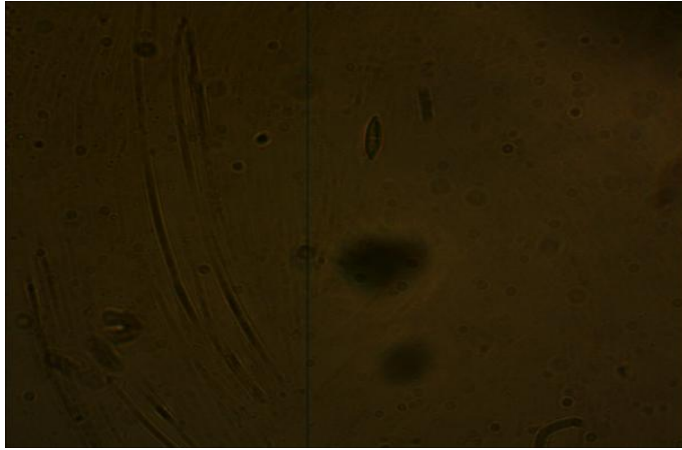
Cyanobacteria

Ordre :Oscillatoriales

Famille :Phormidiaceae

Genre : *Planktothrix*

Espèce : *Planktothrixagardhii*



Classe : Bacillariophyceae

Ordre :Naviculales

Famille :Naviculaceae

Genre :*Navicula*

Espèce :*Navicula sp*

4. Discussion :

Nous nous sommes intéressées dans notre travail à l'analyse de certains paramètres physicochimiques de quatre stations de lac SMB afin d'évaluer leurs qualité suivant les normes des eaux brutes en se référant aux normes algériennes. La source a été échantillonnée et analysée du point de vue physicochimique. L'analyse des données obtenues nous a permis de tirer les conclusions suivantes : Du point de vue physico-chimique, l'ensemble des résultats obtenus ont révélé :

- La variation spatiotemporelle de la température de l'eau du lac SMB durant la période de prélèvement varie entre 19°C.les variations de la température entre les stations, sont dues à la position des stations, leur emplacement au rayonnement solaire et aux possibilités de renouvellement des eaux par un courant.

Selon Plusieurs auteurs (Rodier *et al.*,2009 ; Angelier, 2000 ; Touchart, 2002) ont montré qu'elle varie régulièrement sur le profil longitudinal d'un plan d'eau en fonction de la température atmosphérique, Les valeurs obtenues dépassent la valeur limite maximale ordonnée par la norme algérienne (JORA 2011), qui est de l'ordre de 25°C pour les eaux superficielles. Selon Rodier et al. (2009), les élévations de

température supérieures à 4°C peuvent être nuisibles pour le poisson et favoriser la mortalité de certaines espèces et le développement de certaines autres. Il existe cependant une certaine acclimatation variable suivant la température et les espèces.

- Les valeurs de pH relevées dans les différentes stations des eaux du lac indiquent que le milieu est alcalin. La valeur la plus faible (7,73) et la valeur la plus élevée (8,45). Ceci en raison de taux de précipitation élevé (crue de l'Oued Mekerra) et de taux d'évaporation très faible. Selon Arrignon (1998) et Rodier *et al.* (2009), les gammes de pH varient entre 5 et 9 sont compatibles avec la vie des poissons. Mais son effet sur la faune se fera surtout sentir par l'influence qu'il exerce dans les équilibres entre les autres éléments (température, oxygène dissous, salinité, etc.) (Rodier et al., 2009)
- Les valeurs de la conductivité électrique oscillent entre 4250 μ S/cm et 4260 μ S/cm. D'après Arrignon (1998) et Rodier *et al.* (2009), elle est étroitement liée à la concentration des sels dissous et avec la mobilité des ions. Rodier *et al.* (2009), estiment qu'une CE supérieure à 1000 μ S/cm correspond à une minéralisation élevée et un taux supérieur à 1500 μ S/cm fait considérer une eau comme difficilement utilisable dans les zones irriguées. De cela, on peut déduire que l'eau du lac SMB est chargée en minéraux (sels dissous) et normalement ne doit pas être utilisée pour l'irrigation.
- Les valeurs moyennes temporelles de la salinité sont régulières (2%). Elle est influencée par les précipitations.
- Au cours des quatre stations, l'OD de la colonne d'eau a varié entre 6,75 et 7,33 mg/l.

D'après Rodier *et al.* (2009), sa solubilité est fonction de la température, de la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité. Quand la température s'élève, la teneur en oxygène diminue en raison de sa plus faible solubilité, mais aussi à cause de la consommation accrue par les êtres vivants et les bactéries qui se multiplient. Ainsi il peut favoriser la réduction des nitrates en nitrites et des sulfates en sulfures.

- Les concentrations spatiotemporelles en Chlorure relevées dans les eaux du lac SMB, s'échelonnent entre 1255mg/l et 1274 mg/l qui dépassent les normes (600 mg/l)

Dans la nature ils sont souvent indicateurs d'arrivée d'effluents urbains. A titre indicatif, dans l'eau du robinet le maximum admis est de 250 mg/l. de chlorures. La concentration naturelle de l'eau en chlorure est fonction de la géologie des sols.

- Les Nitrites NO_2^- présentent des variabilités spatiotemporelles assez grandes, enregistrent une valeur maximale de 0.32 mg/l et une valeur minimale de 0.30 mg/l qui dépassent les normes (0,2)

D'après Rodier *et al.* (2009), en l'absence de pollution, les teneurs de NO_2^- se maintiennent à des niveaux très faibles (de l'ordre de 0,01 mg/l). En dessous d'un centième de mg/l, les eaux peuvent être considérées comme pures ou se trouvant sous l'action d'une autoépuration active, en présence de quelques dixièmes de mg/l, la pollution est sensible. Celle-ci devient significative au-delà de 1 mg/l. Selon ces données, nous constatons que les eaux du lac sont faiblement polluées en NO_2^- .

- la variation spatiotemporelle des TDS varie de 1553 mg/l à 2220 mg/l qu'elle dépasse les normes algériennes (1000).

Généralement, les concentrations de TDS dans le lac sont essentiellement influencées par les activités anthropiques extrêmes et le ruissellement d'importantes matières en suspension (Al-Badaii et Shuhaimi-Othman, 2014).

- La variation spatiotemporelle de sulfate entre 115,44 et 124,94 mg/l qui dépasse pas les normes algérienne mais, Ces teneurs assez importantes certifient l'impact des eaux usées riches en ces ions provenant des habitats proches et témoignent aussi de l'effet des apports d'origine agricole (Fekhaoui et Pattee, 1993 ; El Addouli *et al.* 2011).

- Les valeurs de Cl^- présentent des variations saisonnières marquées relativement par une tendance à l'augmentation entre (1255 et 1274)mg/l L'élévation peut être due à la diminution progressive de la quantité d'eau et l'augmentation de la quantité d'excréta prévues par les différentes faunes aquatiques (Pandey *et al.*, 2007). Comme le taux de Cl^- est un indicateur de l'indice de pollution d'origine animale, un taux élevé indique une détérioration de la qualité de l'eau.

- Les meilleures relations positives de cette étude sont observées entre TDS-Salinité, SO₄⁻, Turbidité, OD, NO₃⁻, -T-NO₂-Cl⁻, d'une distribution homogène, et/ou d'un comportement similaire de ces éléments vis-à-vis des processus physicochimiques qui se déroulent dans le milieu. Cependant une différence de l'origine des apports de ces éléments en milieu aquatique n'est pas à exclure du fait de l'importance relative des sources naturelles et/ou anthropiques de chaque élément.
- Les Diatomées sont présentes dans tous les domaines aquatiques, se multiplient très vite et possèdent une grande capacité à intégrer les changements chimiques intervenus dans leur environnement, elles peuvent donc être utilisées comme indicateurs de pollution (**site web 07**). elles sont notamment très sensibles aux variations dans la concentration en nutriments (phosphore et azote). Elles réagissent également rapidement aux variations de conductivité (et salinité) et de Ph (**site web 07**).
- nous avons Identifié quelque espèce de diatomées appartenant aux familles suivantes :

-Naviculacée : La navicule *Navicula sp* est une diatomée en forme de bateau.à travers sa classe de Bacillariophyceae elle est considérée comme un indicateur biologique de pollution et l'eutrophisation.

-scenedesmacée : espèce de *Desmodesmus* est le seul organisme contenant de la chlorophylle connu pour avoir causé des infections humaines chez les individus immunocompétents. Tous les cas connus impliquaient des blessures ouvertes survenant en eau douce.

-Euglénacée: les euglénacées ou eugléniens en français, est une famille de flagellés de l'ordre des Euglenida

-Oocystacée : Utilisation de l'algue *oocystis sp*. Pour le traitement tertiaire des eaux usées. Effet de leur vitesse de prise en charge de l'azote lors d'incubations de longue durée (**site web 09**).

-pseudanabaenacée, Phormidiacée : les deux familles de cyanobactéries ont le même potentiel de séquestration des métaux lourds, cependant le *pseudanabaena* est le meilleur agent phycomédiateur en raison de son facteur de bioconcentration substantiel (**journal of asianscientificresearch**).

Conclusion

Le lac SMB est considéré comme l'une des plus importantes réserves naturelles de l'Ouest Algérien qui est face aujourd'hui au risque de pollution anthropiques d'une part et aux problèmes de dégradation causés par les crues annuelles de l'Oued Mekerra d'autre part.

Les résultats des analyses physiques et chimiques et biologique nous ont montré que l'eau du lac était légèrement polluée par les nitrites et aussi certaines des substances toxiques, Nous obligent d'être plus prudent dans l'utilisation de ce réservoir (irrigation, et la consommation des poissons).

À la lumière de ces résultats, nous sommes maintenant conscients de l'importance de préserver l'environnement du lac et ses espèces animales et végétales.

Nous suggérons un petit plan d'aménagement :

- Au niveau économique :

- la protection de système écologique en régulant le mouvement des eaux usées

-Nous devons également fournir un système de sécurité et de protection pour le lac et dissuader tous les contrevenants d'amendes financières pour réduire le problème des déchets et de la pollution en général.

-Implanter des restaurants et pourquoi pas des hôtels pour attirer plus de touristes.

-Établir un parc d'attractions à côté du lac, et ainsi nous avons fourni des emplois pour les jeunes.

-Apporter de nouvelles espèces d'animaux et de plantes qui s'adaptent au climat du lac
Sensibiliser les citoyens à l'importance de préserver l'environnement.

- Au niveau écologique :

Dans la nature, tous les lacs vieillit et se transforme en marais. C'est un processus naturel qui se déroule sur des dizaines de milliers d'années. Ce processus peut être accéléré à cause des activités humaines et ne prendre plus que des dizaines d'années. En tant que des écologistes et que notre thème a l'objectif d'étudier

qualité du l'eau de lac pour préserver la biodiversité contre ces activités anthropiques **(site web 10)**.

on propose quelques solutions et des perspectives pour le futur lac Sidi Mohamed Benali :

Utilisez un système d'aération de fond :

- pour conserver une eau de qualité.
- pour prévenir la stagnation de l'eau, ce qui favorise le développement des larves de moustiques;
- pour empêcher l'accumulation de boues;
- pour limiter la croissance des algues et végétaux indésirables;
- pour favoriser la diversité faunique;
- pour prévenir les odeurs.
- Avant de remplir le lac, retirez toute la végétation pour éviter qu'elle se décompose dans l'eau et donne lieu à la formation de mercure organique, toxique pour la faune et la santé humaine.
- Aménagez des habitats diversifiés, comme dans la nature, pour accueillir une faune variée, augmenter la valeur écologique de lac et attirer les abeilles, papillons et autres pollinisateurs.
- Aménagez une bande riveraine végétalisée sur au moins 5 m (10 à 15 m : génial!) pour stabiliser les berges, filtrer les polluants, freiner les sédiments et protéger les habitats aquatiques.
- Gardez les bandes riveraines bien végétalisées.
- Maintenez une communauté mixte de plantes aquatiques submergées, flottantes et émergentes.

Cela a pour effet de :

- refroidir la température de l'eau;
- augmenter la concentration d'oxygène.
- éviter la prolifération d'algues.
- procurer un abri à la faune aquatique.
 - Évitez d'utiliser des engrais et fertilisants à proximité de lac.
- C'est un moyen sûr de limiter l'apport de nutriments qui favorisent la croissance d'algues et autres plantes indésirables
- freiner le vieillissement prématuré de l'étang.

-Ajoutez des bactéries naturelles nitrifiantes tous les mois afin de réduire les sédiments organiques et de limiter la prolifération d'algues

(site

web10).

Références bibliographiques :

Abbouni,H., Djennane, K., 2009.Inventaire de l'entomofaune du jujubier sauvage (Zizi lotus) dans les deux régions Tessala et Belarbi (Mém. Ingéniorat).

DJILALI LIABES, SIDI BEL ABBES.

AFNOR, 2000 : Qualité de l'eau. Détermination de l'indice biologique diatomées (IBD)-Norme NF T90-354, p63

Alfaidy et al, 1999 : ALFAIDY, B., FAHDE, A., BENZEKRI, 1999 : composition et structure du peuplement zoo planctonique du lac réservoir Daourat (Maroc) université

Hassan II, Casablanca.

Ardjoun, S., 2015. Usage et apport des SIG dans l'identification, la cartographie, la dynamique et les politiques de gestion, de protection et de mise en valeur des périurbains de la commune de Sidi Bel Abbès (Algérie Nord –Ouest)

(THESE DE DOCTORAT. DJILALI LIABES, SIDI BEL ABBES

Arrigon J., 1991 : Aménagement piscicole des eaux douces, 7^{ème} édition Lavoisier. Paris, 639p.

Baziz N., 2008 : Etude sur la qualité de l'eau potable et risques potentiels sur la santé cas de la ville de Batna. Mémoire magistère aménagement du territoire. Option : dynamique des milieux physiques et risque naturels. Université. EL Hadj Lakhdar-Batna, p34.

Bentekhici N. & Zebbar Z-d., 2008 : Utilisation d'un SIG pour l'évaluation des caractéristiques physiques d'un bassin versant et leurs influences sur l'écoulement des eaux (Bassin versant d'Oued EL MALEH, Nord-Ouest d'Algérie). 1^{ère} conférence internationale sur le Web et l'information Technologie. Sidi Bel Abbès, ALGERIE, 147p.

Belhadj M-Z, 2006 : Etude de la pollution du barrage de ZIT EMBA (ALGERIE).

Magistère en hydraulique. Option: Mobilisation des ressources hydriques. Université Labida Mohamed Tahar dite el hadj lakhdar-Batna, p33

Belkhiri L., 2011: Etude de la pollution des eaux souterraines : cas de la plaine d' Ain Azel-Est Algérien. Thèse de doctorat d'état en Sciences, option hydraulique : Université Hadj Lakhdar BATNA, 121p

Bontoux M., 1983 : Introduction à l'étude des eaux douces : eaux naturelles, eaux usées, eaux de boisson. CEBEDOC édition. Lavoisier, p7

Bouanani A., 2005 : Etude de quelques sous bassins de la TAFNA (NW-ALGERIE). Thèse de doctorat d'état en géologie appliquée : Université. ABOU BEKR BELKAID TLEMCEM, ALGERIE, 250p

Bouchebbah S. & Ayache K., 2011 : Caractéristique des eaux de surfaces de l'Oued Djemaia de la région de Bejaia. Mémoire d'ingénieur en écologie et environnement. Université de Bejaia, 54p

Bouklikha, M., 2001, Essai d'amélioration édaphique des sols argileux pour une occupation optimale (cas du versant sud du Tessala, Sidi Bel Abbès).

(Mém. Mag). DJILALI LIABES, SIDI BEL ABBES.

Chiali, A., Cherifi, K., 2019. Dynamique du zooplancton en relation avec les caractéristiques Environnementales du Lac Sidi M'hamed Benali, Algérie nord occidentale
15,306-316.

DE SBA, 2012. Direction de l'environnement de la Wilaya de Sidi Bel Abbès.

Dellaoui, A., 1952. Géologie des monts de Tessala. Sedes, Paris.

El badaoui, N., 2016. Etude de l'état trophique et éco-toxicologique d'un milieu limnique : cas du Lac Sidi M'hamed Benali (Ouest Algérien).

UNIVERSITE DJILALI LIABES, SIDI BEL ABBES.

Frantier et Pichod, 1998 : Frantier, S. et Pichod, V., 1998 : écosystème . Structure – fonctionnement évolution , 2^{ème} édition DUNOD, Paris.

Gaagai A., 2009 : Etude hydrologique et hydrochimique du bassin versant du barrage de BABAR sur Oued EL ARAB région Est de l'ALGERIE. Mémoire de magistère en hydraulique, Université de BATNA, 108p.

Gafsi M., Kettab A., Benmamar S., Benzaida S., 2008. cas d'une pollution : l'eutrophisation dans les cours d'eau. Université Ammar Telidji, Laghouat

Gamrasni M., 1986 : Le goût de l'eau : étude de synthèse. Association française pour l'étude des eaux, 60p.

Garet A., Garet J. & Garcia C., 2005 : Dégradation spécifique et transport des solides dans le bassin de l'Oued LEBENE (pré rif central, Maroc septentrionale), Université de MURCIA, 16p

Gaujous D., 1995 : La pollution des milieux aquatique : Aide-mémoire 2ème édition Lavoisier TEC & DOC, 220p.

Gendronneau M., 2006 : Etude des secteurs du Croisic et de Pen-Bé : Estimation des apports continentaux et évaluation des stocks conchylicoles. Programme de surveillance et évaluation de l'état des eaux littorales. Edition IFREMER, 267p.

Lacroix, 1999 : LACROIX G., 1999 : lacs et rivières ,milieux vivants ,Édition BORDAS.

Mano , Amina 2018 : Etude Comparative De la qualité physicochimique et bactériologique des eaux des barrages de l'ouest algérien « Cheurfa et Sidi Abdelli ». (T.S Institut Spécialisé dans la Formation Professionnelle SBA).

Mechetri, K., 2013 : Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique des eaux Usées traitées de la station d'épuration de ville Sidi Bel Abbes (Mémoire ingénieur). DJILALI LIABES, SIDI BEL ABBES.

Lapegue P. & Ribstein P., 2006 : La qualité et les analyses d'eaux : Action contre la Faim Espagne en Mali. Master 2 en Sciences de l'Univers, Environnement, écologie.

Lévêque C., 1997 : La biodiversité. 1^{er} édition .Paris, ;;;;; p.

Mackenzie et al, 2000 : Meckenzie, A., Andy. et Sonia, R., 2000: l'essentiel en écologie , Edition BERTI, Paris.

Mebarki K. & Smahi A., 2006 : Analyses physico-chimiques et appréciation des eaux de l'Oued Agrioun. Mémoire de fin d'étude, Université de Bejaia, 56p

- ONM, 2014** : Les données climatiques de l'Office National de la Météorologie de la station de Sidi Bel Abbès.
- Ramade, F., 2002** : Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. 2^{ème} édition DUNOD, Paris. P439-42.
- Ramade, F., 2005** : Elément d'écologie : Ecologie appliquée. Action de l'homme sur la biosphère, Paris, France : McGraw-Hill
- Rodier, J., B. Legube, N. Merlet, and coll., Chambon, L'**analyse de l'eau: Dunod; 2009.
- Rodier J., 2009** : Analyse de l'eau : Eau naturelle, eau résiduaire, eau de mer. 9^{ème} édition DUNOD Paris, 1573p.
- Roy, P.K., D. Ray, S. Pal, G. Banerjee, A. Majumder and A. Mazumdar, 2014.** Qualitative and Quantitative Assessment of Pollutional Load in River Ganga in West Bengal Using Statistical Technique. World Applied Sciences Journal, 29(5): 634-640.
- Sacchi & Testard., 1971** : Ecologie animale (organismes et milieu). Edition Doin, p480.
- Sahel, F., 2016** : Contribution à l'étude de phénomène d'eutrophisation du Lac Sidi M'hamed Benali (Sidi Bel Abbès). DJILALI LIABES, SIDI BEL ABBES.
- SM SBA, 2015** : Station de météorologie de la Wilaya de Sidi Bel Abbès.
- Thomas O., 1995** : Métrologie des eaux résiduaires. Edition CEBEDOC sprl, pp53-56.
- Vilagines R., 2003** : Eau, environnement et santé publique : Introduction à l'hydrologie. 2^{ème} édition, médicales Internationales, Lavoisier, pp71-75-183. Université Pierre et Marie Curie, Ecole des Mines de Paris & Ecole Nationale du Génie Rural des Eaux et des Forêts, pp22-23.

Biblionet :

Site web 01: <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/eau-aperçu/gestion/integree-bassins-versants/ecosystemes-aquatiques>. 15-05-2021

Site web 02 : (site web : <https://www.cieau.com/connaitre-leau/la-pollution-de-leau/pollution-ressource-eau-comment-reduire/>) 17-05-2021

Site web 03 : (site web : <https://ekodev.com/blog/On-en-parle/Biodiversite-et-pollutions>) 21-05-2021

Site web 04 : <http://www.environnement-poitou-charentes.org/-Les-impacts-et-les-consequences-de-.html>

Site web 06 : (<https://cpepesc.org/6-nature-et-pollutions/2-eaux-et-milieus-aquatiques-sources-de-pollutions-et-atteintes/2-qualite-des-eaux-pollutions-etat-des-cours-deau>)

Site web 05 :

[:https://crelaurentides.org/images/images_site/documents/troussedeslacs/Fiches/fiche_oxygene.pdf](https://crelaurentides.org/images/images_site/documents/troussedeslacs/Fiches/fiche_oxygene.pdf)).

Site web 7 : <https://hal.sorbonne-universite.fr/hal-03052760/document>

Site web 8 : <https://www.universalis.fr/encyclopedie/chlorophytes> 05-07-2021

Site web 9 : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135480901633> 05-07-2021

Site web 10 : e:///C:/Users/omar/Documents/Étangs_et_lacs_artificiels_-_bien_les_aménager.pdf 02-07-2021

Annexe

Matériels :

Matériels pour analyses physico-chimique



PH mètre
spectrophoto-
mètre
d'absorption
moléculaire à
UV. HACH
DR 2500.



Conductivimètre



Bidistillateur



Spectrophoto-
mètre
d'émission à
flamme.



Frigo pour
stockage des
réactifs.



Turbidimètre



spectrophotomètre d'absorption moléculaire à UV. HACH DR 5000



burette pour analyses volumétrique



Agitateur



Four pour la préparation des réactifs



Balance analytique