

الجمهورية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de Saad Dahleb Blida -1-

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie et Physiologie Cellulaire



Mémoire de projet de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme Master
Filière : Hydrobiologie marine et continentale

Option : Ecosystème aquatique

Thème :

Etude écobioécologique du lac Oubeira – El Kala

Présenté par :

- ❖ MM. Baameur Majda
- ❖ Mr. Nefsi Khalil

Soutenu le, 11/09/2019 devant le jury composé de :

MM. EL MAHDI I	MAA	U.S.D.B 1	Présidente
MM. CHAICHI W	MCB	U.S.D.B 1	Examinatrice
MR. MEKNACHI A	Chercheur permanent	CNRDPA	Promoteur
MM.Belmeskine H	MCA	U.S.D.B 1	Co-Promotrice

Année universitaire 2018-2019

Remerciements

Ce travail a été réalisé au Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture (CNRDPA) de Bousmail.

Nous tenons à remercier les membres de jury :

MM EL MAHDI, en présidant ce jury, vous nous faites un grand honneur. Merci de nous avoir fait partager votre savoir en toute bienveillance et patience.

Veillez trouver en ce travail l'expression de notre profond respect.

MM CHAICHI W, nous sommes infiniment sensibles à l'honneur que vous avez fait en acceptant de siéger dans notre jury et de juger notre travail.

Merci de nous avoir assisté ces deux dernières années, votre dévouement et votre savoir faire nous ont profondément marqué.

Nous tenons à remercier très chaleureusement notre promoteur, MR MEKNACHI A, merci d'avoir été autant patient, compréhensif et à l'écoute durant ces derniers mois, de la confiance que vous nous avez témoignée, de votre temps et énergie.

Merci de votre engagement et dévouement en vers nous en période critique. Cela relève de vos qualités humaines

Nos remerciements s'adressent sincèrement à notre Co-promotrice MME BELMESKINEH. Vous avez honnêtement marqué notre cursus universitaire par vos compétences, votre savoir faire et vos connaissances scientifiques dont vous nous avez fait bénéficier en toute modestie.

Vous avez été pour nous « plus qu'un professeur » et vous nous avez inspiré par votre parcours à croire en nous et à développer nos compétences. vous nous avez toujours encourager à aller plus loin.

MERCI INFINIMENT

Nous tenons à remercier nos deux formateurs du centre CNRDPA, MRINAL ET MR HOUARI.

Merci infiniment de nous avoir fait bénéficier de vos compétences, de nous avoir assister tout au long, d'avoir fait preuve de patience et compréhension et de nous avoir donner de votre temps et energie. C'était un réel plaisir de travailler avec vous.

Nous remercions également tous les techniciens du laboratoire du CNRDPA , qui ont su nous guider et nous assister durant notre stage.

Nos vifs remerciements vont au directeur du Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture de Bousmail, de nous avoir accueilli et mis à notre disposition les moyens nécessaires pour l'accomplissement de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce travail A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études

A mes chers frères : mohamed et abderrahmane

A toute ma famille et mes amis pour leur soutien

Khalil

Je dédie ce modeste travail à :
Mes chers parents. Papa mon inspiration et ma référence, j'espère être autant passionnée, dévouée, ambitieuse que toi un jour, merci d'avoir été le meilleur modèle à mes yeux.

Maman, merci d'avoir toujours cru en moi et de m'avoir encouragé et avoir autant pris soin de moi durant tout mon cursus. Que dieu vous garde pour moi nchallah.

Aux deux cadeaux que dieu m'a offert, mon frère et ma sœur !

Manel, merci de m'avoir inspiré par ton parcours à donner le meilleur de moi-même et à bosser dur pour pouvoir obtenir ce que je veux, tu es la meilleure des sœurs.

Chakib, tu m'as fait croire qu'avec de l'ambition on peut faire des miracles, merci pour ton aide à chaque fois que j'en avais besoin. Que dieu vous préserve mes deux futurs docteurs.

Je tiens à remercier ma chère tante et tonton Omar, merci d'avoir assuré mes déplacements durant mes stages, d'avoir fait cela avec sourire et patience.

Je dédie ce travail à mes amis, ces personnes qui ont été là durant mon parcours, qui m'ont soutenu et encouragé : Noria, Hiba, Aaouaouech, Imen, Nassima, Ryma, Nedjla, Yasmine et Wiam.

Je tiens à remercier infiniment Imen F pour son aide dans mes moments de doutes, tu m'as toujours rebouster et rassuré, merci encore.

MAJDA

Résumé :

Dans le but d'évaluer l'état de santé du bassin versant du lac Oubeira qui est situé dans la région D'el Kala et qui est classé comme réserve naturelle par l'Unesco, nous avons mené une étude écologique descriptive du milieu ainsi que des analyses dans le but de déterminer la situation hydrobiologique du lac et détecter une éventuelle pollution soupçonnée sur ce dernier, en effet certaines stations sont approximatives de zones agricoles ou urbaines ce qui peut engendrer une dégradation du milieu.

Cette situation concerne les caractères physico-chimiques et bactériologiques, et les populations piscicoles du cours d'eau dans 7 stations différentes afin de diagnostiquer l'état de l'eau de ce dernier avec appréciation de la situation antérieure.

Les résultats obtenus ont montré que le lac est régulé en oxygène dissous et conductivité, ce dernier présente un Ph basique ainsi qu'une quantité de sels nutritifs dans les normes.

Les résultats bactériologiques révèlent que le lac Oubeira est de bonne qualité avec aucune contamination importante détectée.

L'étude statistiques a contribué de façon remarquable à l'étude faite et ce en regroupant plusieurs paramètres dans les 7 stations étudiées et ce afin d'observer une diminution ou une augmentation simultanées au fil des mois

Le lac Oubeira est donc jugé comme milieu propice pour plusieurs espèces y-vivant dont le mullet, la carpe royale, la carpe commune et enfin le barbeau comme l'espèce dominatrice du milieu en plus des oiseaux migrateurs

Mots clés : bassin versant, hydrobiologique, écologique, piscicole, oxygène dissous, conductivité, réserve naturelle, mullet. carpe royale, carpe commune, barbeau.

Abstract :

In order to evaluate the health status of the Lake Oubeira watershed located in the Kala region and which is classified as a nature reserve by UNESCO, we conducted a descriptive ecological survey of the environment as well as analyzes in order to determine the hydrobiological situation of the lake and detect any suspected pollution on the latter, indeed some stations are approximate agricultural or urban areas which can cause degradation of the environment.

This situation concerns the physico-chemical and bacteriological characteristics, and the fish populations of the watercourse in 7 different stations in order to diagnose the state of the latter's water with an assessment of the previous situation.

The results obtained showed that the lake is regulated in dissolved oxygen and conductivity, the latter has a basic Ph as well as a quantity of nutrients in standards. The bacteriological results reveal that Lake Oubeira is of good quality with no significant contamination detected.

The statistical study contributed remarkably to the study made by grouping several parameters in the 7 stations studied in order to observe a simultaneous decrease or increase over the months.

Lake Oubeira is therefore considered as a suitable environment for several living species including mullet, common carp, common carp and finally barbel as the dominant species of the environment in addition to migratory birds.

Keys words: watershed , hydrobiological ,ecological ,fish population ,natural reserve , dissolved oxygen , conductivity, mullet, common carp,royal carp , barbel

ملخص:

من أجل تقييم الوضع الصحي لمستجمع مياه بحيرة أوبيرا الواقع في منطقة القالة والتي صنفتها اليونسكو كمحمية طبيعية ، قمنا بإجراء دراسة بيئية وصفية وكذلك تحليلات من أجل تحديد الوضع الهيدرولوجي للبحيرة والكشف عن أي تلوث يشتبه به ، في الواقع بعض المحطات قريبة من المناطق الزراعية أو الحضرية و التي يمكن أن تسبب تدهور البحيرة .

يتعلق هذا الوضع بالخصائص الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية ، وعدد السكان من المجرى المائي في 7 محطات مختلفة من أجل تشخيص حالة المياه مع تقييم الوضع السابق

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن البحيرة منظمة في كمية الأكسجين الذائب والناقلية ، ذات درجة حموضة قاعدية وكذلك كمية من المواد الغذائية في المعايير. تكشف النتائج البكتريولوجية أن بحيرة أوبيرا ذات نوعية جيدة مع عدم اكتشاف أي تلوث كبير.

ساهمت الدراسة الإحصائية بشكل ملحوظ في الدراسة التي تمت من خلال تجميع العديد من المعلمات في 7 محطات تمت دراستها من أجل ملاحظة انخفاض أو زيادة متزامنة على مدار الأشهر.

لذلك تعتبر بحيرة أوبيرا بيئة مناسبة للعديد من الكائنات الحية ، بما في ذلك سمك البوري والكارب الشائع والكارب الملكي ، و سمك الباربو الذي يعتبر أكثر سيادة في البحيرة بالإضافة إلى الطيور المهاجرة .

الكلمات المفتاحية:

مستجمع مياه محمية طبيعية الوضع الهيدرولوجي. مسحا بيئيا. الأكسجين الذائب, الناقلية, سمك البوري, الكارب الشائع, الكارب

Liste des tableaux :

Tableau N°(II.1) : Volume des rejets des eaux usées du bassin versant de l'Oubeira.....	22
Tableau N°(III.1) : Localisation et caractéristiques des stations de prélèvements.....	31
Tableau N°(IV.1) : Corrélations binaires entre les paramètres physicochimiques du lac Oubeira.....	57
Tableau N°(IV.2) : les résultats bactériologique des coliformes totaux au fil des mois.....	61
Tableau N°(IV.3) : les résultats bactériologique des coliformes fécaux au fil des mois.....	62
Tableau N°(IV.4) : les résultats bactériologique des streptocoques fécaux au fil des mois.....	62
Tableau N°(IV.5) : appréciation de la qualité des eaux du lac selon le nombre de coliformes fécaux.....	63
Tableau N°(IV.6) : Résultats de la diversité halieutique (Pêche).....	63
Tableau N°(IV.7) : Inventaire des espèces de poissons pêchés.....	64

Liste des figures :

Figure N°(I.1) : Carte de localisation des zones humides en Algérie	9
Figure N°(I.2) : Lac Oubeira.....	10
Figure N°(II.1) : Carte de localisation du Parc National d'El-Kala.....	17
Figure N°(II.2) : Carte de situation géographique du lac Oubeira	18
Figure N°(II.3) : Délimitation du bassin versant du lac Oubeira	19
Figure N°(II.4) : Réseau hydrographique du bassin du lac Oubeira	20
Figure N°(III.1): Situation des points de prélèvements	33
Figure N°(IV.1) : Variation de la température au fil des mois au niveau du lac	37
Figure N° (IV. 2): Cartographie du profil de la température du lac Oubeira	38
Figure N°(IV.3) : Variation du pH au fil des mois au niveau du lac.....	40
Figure N°(IV.4) : Cartographie du pH de l'eau du lac Oubeira	41
Figure N°(IV.5): Variation de la conductivité au fil des mois.....	43
Figure N°(IV.6) : Cartographie de la conductivité de l'eau du lac Oubeira.....	44
Figure N°(IV.7) : Variation de l'oxygène dissous au fil des mois	45
Figure N°(IV.8) : Variation spatiotemporelle des taux d'oxygène dans le lac Oubeira	46
Figure N°(IV.9) : Variation des nitrites au fil des mois	48
Figure N°(IV.10) : Variation des nitrates au fil des mois	49
Figure N°(IV.11) : Variation de l'ammonium au fil des mois.....	50
Figure N°(IV.12) : Variation du phosphore au fil des mois	51
Figure N° (IV.14) : Variation spatiotemporelle des nitrites dans le lac Oubeira.....	53
Figure N°(IV.15) : Variation spatiotemporelle des nitrates dans le lac Oubeira.....	54

Figure N°(IV.16) : Variation spatiotemporelle de l'azote ammoniacal dans le lac Oubeira	55
Figure N°(IV.17) : Variation spatiotemporelle des ortho-phosphates dans le lac Oubeira	56
Figure N°(IV.18) : Projection des paramètres dans le plan factoriel (1x2)	59
Figure N°(IV.19) : Projection des mois dans le plan factoriel (1x2).....	60
Figure N°(IV.20) : Distribution de pêches au sein du lac	69
Figure N°(IV.21): Evolution mensuelle des effectifs par sexe et du sexe ratio de la carpe.....	70
Figure N°(IV.22) : Evolution du sexe ratio par classe de taille.....	71
Figure N°(IV.23) : Evolution mensuelle des effectifs du barbeau par sexe et du sexe ratio	71
Figure N°(IV.24) : Evolution du sexe ratio du barbeau en fonction de la taille.....	72

Table des matières :

Remerciements

Dédicaces

Liste des tableaux

Liste des figures

Résumé

Introduction généraleA

CHAPITRE I : Généralité sur les zones humides en Algérie 5

<i>I.1. Définition de zone humide</i>	5
<i>I.2. Cadre juridique des zones humides</i>	5
a) Au niveau national	5
b) Au niveau international	6
-b-1-La Convention de Ramsar	6
-b-2-La Convention de Berne.....	6
-b-3-La Convention de Rio.....	6
<i>I.3 Importance écologique des zones humides</i>	7
I.3.1. Importance biologique	7
I.3.2. Importance hydrologique	7
<i>I.4. Services rendus par les zones humides</i>	7
<i>I.5. Les zones humides en Algérie</i>	8
<i>I.6. Principales zones humides en Algérie</i>	9
<i>I.7. Critères de classification des zones humides d'importance internationale</i>	10
I.7.1. Groupe A des Critères	10
I.7.1.1 Sites contenant des types de zones humides représentatifs, rares ou uniques.....	10
I.7.2. Groupe B des Critères. Sites d'importance internationale pour la conservation de la Diversité biologique	11
I.7.2.1. Critères tenant compte des espèces ou des communautés écologiques	11
I.7.2.2. Critères spécifiques tenant compte des oiseaux d'eau	11
I.7.2.3. Critères spécifiques tenant compte des poissons	11
I.7.2.4. Critère spécifique tenant compte d'autres espèces	12
I.8. Pressions sur les zones humides.....	12
I.8.1. Pression anthropique	12
I.8.2. Pression environnementale	13
I.8.3. Pression socio-économique	13
I.9. Surveillance de la qualité globale des zones humides (approche de surveillance)	14

CHAPITRE II : Présentation de la zone d'étude16

<i>II.1 Introduction</i>	16
<i>II.2. Conditions physiques et naturelles</i>	17
II.2.1. Localisation.....	17
II.2.2. Justification des Critères Ramsar	18

II.2.3. Délimitation	18
II.3. Hydrologie et hydrogéologie.....	19
II.3.1. Hydrologie.....	19
II.3.2- Hydrogéologie.....	20
II.3.3. Géologie	20
II.3.4. Climat	21
II.3.4.1. Données thermiques.....	21
II.3.5 Aspect de pollution dans le lac.....	21
II.3.5.1 La pollution domestique	21
II.3.5.1.1. Les rejets	22
II.3.5.1.2. Impact de l'urbanisation.....	22
II.3.6 La biodiversité	23
II.3.6.1. La flore	23
II.3.6.2. La végétation.....	23
II.3.6.2.1. Végétation aquatique.....	24
II.3.6.2.2. Peuplement forestier	24
II.3.8 La faune	25
II.3.8.1 L'avifaune.....	25
II.3.8.2. L'ichtyofaune	25
II.3.8.3 Autres animaux.....	26
II.3.9 Programme piscicole du lac Oubeira:	26
II.3.9.1. Première phase.....	26
II.3.9.2. L'assèchement du lac Oubeira II.3.9.1. Première phase.....	27
II.3.9.3. Seconde phase du plan piscicole du lac Oubeira	27

CHAPITRE III : Matériel et méthode.....30

III.2 Prélèvements <i>des échantillons d'eau</i>	30
III.2.1. Les prélèvements et analyses:	33
III.2.1.1 Échantillonnage et modes de prélèvements	33
III.2.2. Suivi temporel des paramètres physicochimiques	34
III.2.3. Dosage des sels nutritifs de l'eau du lac	34
III.2.4. Contrôle bactériologique de l'eau du lac	35

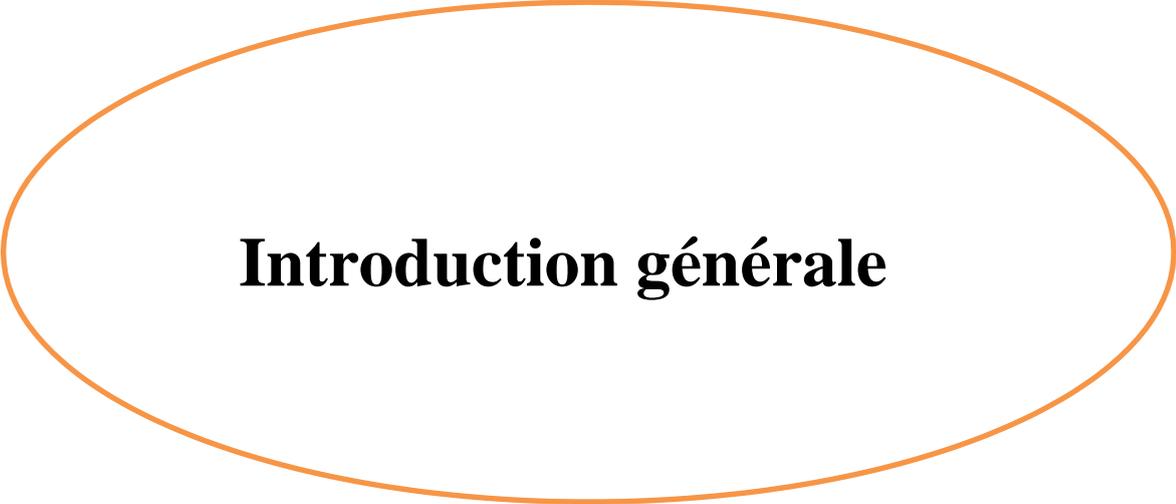
Chapitre IV : Résultats et Discussion.....37

IV.1 <i>Les Paramètres physiques</i>	37
IV.1.1 La température.....	37
IV.1.2 Le PH (Potentiel d'hydrogène).....	40
IV.1.3. Conductivité.....	43
IV.1.4. Oxygène dissous.....	45
IV.2 Nutriments et évaluation de l'état trophique du lac	48
IV.2.1 Variation spatiotemporelle des nutriments dans le lac Oubeira.....	52
IV.3 Traitement statistique des résultats physicochimiques.....	57
IV.3.1 Projection des variables sur le plan factoriel:.....	58
IV.4 Résultats du contrôle bactériologique de l'eau du lac Oubeira	61
IV.5 Inventaire des poissons pêchés au niveau du lac.....	63

Conclusion générale

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES



Introduction générale

Introduction générale :

Figurant parmi les biotopes les plus précieux de la planète, les zones humides sont d'un intérêt exceptionnel, elles sont cruciales pour l'homme et pour l'ensemble des êtres vivants, ils accueillent également des peuplements faunistique et floristiques les plus important de la planète. En outre, ces milieux jouent un rôle capital dans la conservation et la gestion des eaux douces .L'être humain bénéficie de multiple fonctions qu'elles remplissent et des valeurs qui en découlent pour la société (Raachi 2017)

Cependant, jusqu'à 'a maintenant les zones humides sont menacées et cela est due essentiellement aux actions anthropiques.

L'Algérie est riche en zones humides qui jouent un rôle important dans les processus vitaux, entretenant des cycles hydrologiques et accueillant des poissons et des oiseaux migrateurs et de nombreuse espèces menacées, rares ou en voie de disparition

La région e d'El kala est situé à l'extrême est algérien constitue l'une des régions les plus humides en Algérie, on trouve dans cette région les plus grand lacs d'eau douces en Algérie dans la plupart sont reconnus d'importance international.

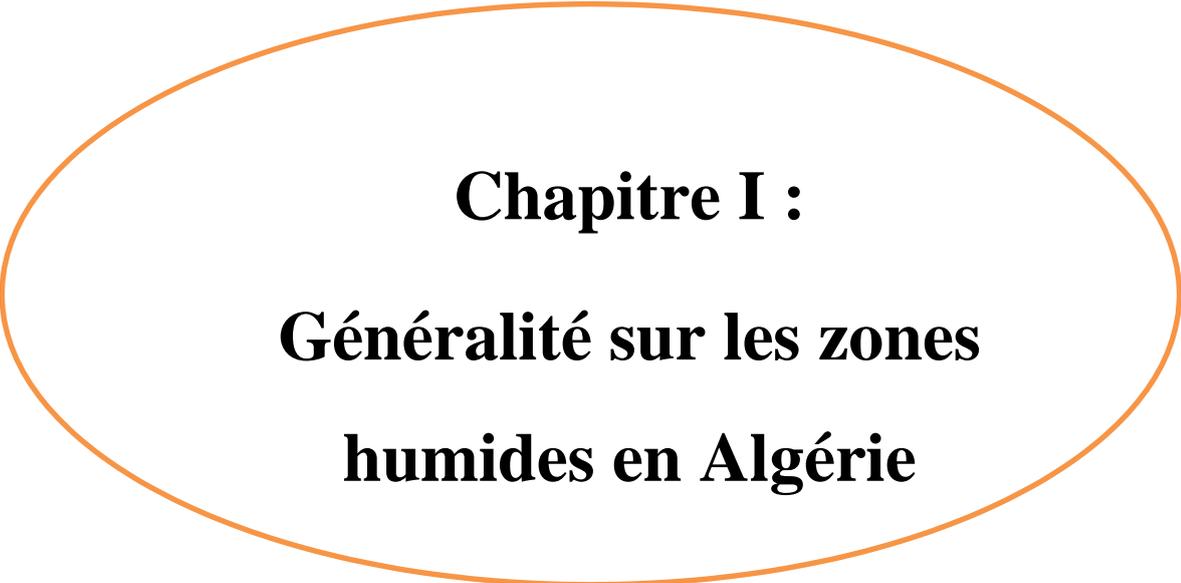
Le lac Oubeira faisant l'objet de notre étude est un bon exemple d'une zone humide représentative rare et unique de type de zone humide naturelle de la région méditerranéenne se situant dans un complexe de zones humides qui viendrait en troisième position après ceux du Delta de l'Ebre, en Espagne et la Camargue en France. Classé comme réserve naturel par l'UNESCO en 1990 (Van dijk et Ledant, 1983). A noter que le lac est exploité depuis longtemps dans le domaine de pisciculture en tant que réservoir des géniteurs de cyprinidés. (Meddour., 2001)

Le problème du lac a été l'introduction d'une carpe exotique, dont six millions ont été lâchées en 1986, mais durant l'été 1990, le lac s'est asséché complètement, du fait des pompages et de la sécheresse, ce qui a eu pour effet de tuer les intruses. Mais cette disparition de l'eau a eu un impact sévère sur la végétation aquatique. Ces dernières années le lac est totalement négligé et devient inexploité à des raisons inconnues. (Meddour ,2001).

Face à cette situation alarmante, nous avons mené une étude approfondie du lac pour répondre aux objectifs dans le cadre de notre recherche par :

- Une étude descriptive du milieu sera entamée dans un premier temps.
- Une évaluation de l'état de santé du lac par des analyses bactériologiques et physicochimiques qui seront réalisées dans le temps et l'espace pour rendre compte de la situation.

La démarche suivie nous permet de diviser ce travail en plusieurs chapitres, dans le premier nous donnerons une généralité sur les zones humides en Algérie, dans le deuxième on présentera notre site d'étude qui est le bassin versant du lac Oubeira, le troisième chapitre sera réservé au matériel et méthode , le quatrième sera consacré au résultats et discussion et enfin on terminera par une conclusion .



Chapitre I :
Généralité sur les zones
humides en Algérie

Chapitre I : Généralité sur les zones humides en Algérie

I.1. Définition de zone humide

Au sens de la Loi sur l'eau de 1992, une zone humide se caractérise par «des terrains exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre, de façon permanente ou temporaire. La végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant une période de l'année.

La définition d'une zone humide la plus couramment utilisée a été décrite par la Convention de Ramsar (1971) comme étant : « une région où l'eau est le principal facteur déterminant l'environnement et la vie végétale et animale associée. ». Cette définition englobe aussi bien les milieux terrestres que marins ; dans ce dernier cas l'eau ne doit pas excéder 6 mètres à marée basse

I.2. Cadre juridique des zones humides

Le droit des zones humides est constitué d'une multitude d'instruments (réglementaires, contractuels, fonciers, financiers). Cette approche permet de préserver ces espaces qui constituent une richesse écologique très importante .Il semble exister un consensus sur les besoins conjoints de protection, gestion et restauration, ainsi que d'utilisation rationnelle de ces zones très riches mais vulnérables.

- **A) Au niveau national**

Il y a plusieurs textes dont les plus importants sont la loi portant régime général des forêts, celle relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable, la loi portant code des eaux, la loi relative à la protection et à la préservation de certaines espèces animales menacées de disparition, la loi sur le littoral, la loi portant régime général des forêts, la loi phytosanitaire, sans oublier le schéma directeur des espaces naturels et aires protégées et le plan nationale des actions environnementales.

Chapitre I : Généralité sur les zones humides en Algérie

- **B) Au niveau international**

-B-1-La Convention de Ramsar

La Convention relative aux zones humides d'importance internationale, signée à Ramsar (Iran) en 1971, vise à assurer l'utilisation rationnelle et durable des ressources en zones humides et à garantir leur conservation. Les Parties contractantes dans cette convention, Reconnaissant l'interdépendance de l'Homme et de son environnement, désireuses d'enrayer, à présent et dans l'avenir, les empiètements progressifs sur ces zones humides et la disparition de ces zones ;

-B-2-La Convention de Berne

Le préambule de la convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Berne, 19 novembre 1979) reconnaissant que la flore et la faune sauvages constituent un patrimoine naturel d'une valeur esthétique, scientifique, culturelle, récréative, économique et intrinsèque, qu'il importe de préserver et de transmettre aux générations futures reconnaissant le rôle essentiel de la flore et de la faune sauvages dans le maintien des équilibres biologiques ; Constatant la raréfaction de nombreuses espèces de la flore et de la faune sauvages et la menace d'extinction qui pèse sur certaines d'entre elles .

Conscients de ce que la conservation des habitats naturels est l'un des éléments essentiels de la protection et de la préservation de la flore et de la faune sauvages. L'Algérie fut marqué sa présence en cette dernière ;

-B-3-La Convention de Rio

Le préambule de la convention sur la diversité biologique signée à Rio le 5 juin 1992, note que la conservation de la diversité biologique exige essentiellement la conservation in situ des écosystèmes et des habitats naturels ainsi que le maintien et la reconstitution de populations viables d'espèces dans leur milieu naturel .Chaque partie contractante favorise la protection des écosystèmes et des habitats naturels, ainsi que le maintien de populations viables d'espèces dans leur milieu naturel ; Remet en état et restaure les écosystèmes dégradés. L'Algérie figure parmi les Etats signataires de cette convention.

I.3. Importance écologique des zones humides

- **I.3.1.Importance biologique**

Les zones humides sont le berceau de la diversité biologique et fournissent l'eau et la productivité primaire dont un nombre incalculable d'espèces, de plantes et d'animaux (oiseaux, mammifères, reptiles, amphibiens, poissons et invertébrés) dépendent pour leur survie. Elles constituent un abri pour plusieurs espèces notamment les espèces migratrices comme lieu de reproduction pour celles-ci et pour plusieurs autres espèces du milieu ;

- **I.3.2.Importance hydrologique**

Les zones humides d'un bassin versant contribuent également à la qualité de la ressource en eau par leur effet auto-épurateur, par leur rôle de stockage (rôle tampon) qui pondère très efficacement les effets dévastateurs des crues, par le renouvellement des nappes phréatiques et la rétention des matières nutritives dans les plaines d'inondation et enfin par la régulation du débit du cours d'eau.

I.4. Services rendus par les zones humides

Les zones humides représentent non seulement une importance écologique mais notamment une importance économique, culturelle, paysagère et patrimoniale.

- Constituent une ressource en eau
- La production de ressources biologiques
- Production agricole (herbages, pâturages, élevages, rizières, cressonnières, exploitation forestière, roseaux...).
- Les zones humides sont le lieu de plusieurs activités piscicole (pêches, piscicultures), conchylicole (moules, huîtres...). qui représentent 25 % de l'alimentation mondiale. Ce qui contribue à l'économie de la région et du pays.
- Un filtre naturel des eaux contre les pollutions.
- la prévention des risques naturels (inondations, sécheresses...).
- Elles assurent une fonction physiques et biogéochimiques ; elles représentent des « filtres naturels », les "reins" des bassins versants qui reçoivent des

Chapitre I : Généralité sur les zones humides en Algérie

matières minérales et organiques, les emmagasinent, les transforment et/ou les retournent à l'environnement.

- Lutte contre le changement climatique.
- Un rôle tampon dans le cycle de l'eau : écrêtement des crues des rivières, soutien des faibles débits avec la restitution progressive des eaux stockées.
- Les zones humides constituent une valeur scientifique, un excellent support pédagogique pour faire prendre conscience de la diversité, de la dynamique et du fonctionnement des écosystèmes.
- Elles représentent des valeurs culturelles, touristiques, éducatives, scientifiques et patrimoniales (patrimoine naturel, paysager et culturel, support d'activités touristiques ou récréatives).

I.5. Les zones humides en Algérie

En 2017, 1450 zones humides ont été recensées en Algérie, composées de 762 zones naturelles et 689 d'origine artificielle, dont 50 classées comme sites d'importance internationale sur la liste Ramsar. La plupart de ces dernières étaient laissées à l'abandon. Certaines s'étaient même transformées en réceptacles d'eaux usées. La situation commence à se redresser avec l'installation en aval de stations d'épuration.

- Le nord renferme essentiellement des lacs d'eau douce, à l'image du complexe lacustre particulièrement important, d'El Kala (El Tarf) et du lac de Reghaïa (Alger). Il regroupe aussi des marais, des ripisylves et des plaines d'inondation. Les hautes plaines steppiques se caractérisent par les chotts, tel le Chott El Bhour Naama, les dayas, plans d'eau non salées et où la nappe phréatique n'est pas très profonde. En Kabylie, la cascade de kefrida.
- Dans les zones sahariennes, les Oasis sont des zones humides dont l'irrigation s'effectue grâce à des systèmes traditionnels dont les foggaras. Dans les massifs montagneux de l'Ahaggar et du Tassili, on retrouve les gueltas comme source d'alimentation de ces dernières
- La région de l'ouest algérien est principalement représentée par le lac Télamine qui est caractérisé par la présence des flamants roses et autres oiseaux migrateurs.



Figure N°(I.1) : Carte de localisation des zones humides en Algérie (Ramsar Algérie)

I.6. Principales zones humides en Algérie

En Algérie on trouve plusieurs zones humides diversifiées :

- Le Nord-est algérien est le plus riche en zones humides, représenté par le Lac Oubeira et le lac Tonga qui présentent une importante superficie et de ce fait inscrite en 1983 sur la liste de Ramsar. Tandis que le nord-ouest se caractérise par des plans d'eau salés tels que les Marais de la Macta (Mascara), la grande sebkha d'Oran, le lac Télamine et les salins d'Arzew dans la Wilaya d'Oran.
- Les hautes plaines et les plaines steppiques situées à l'intérieur des terres, sont caractérisées par une pluviométrie très faible accentuée par une sécheresse estivale très prononcée, représenté par des chotts dont l'inondation est irrégulière dans le temps et dans l'espace et qui sont caractérisées par une végétation très riche composée essentiellement de salicornes. Les chotts les

Chapitre I : Généralité sur les zones humides en Algérie

plus importants sont : chott El Hodna (M'sila), chott Melghir (Biskra), chott Merouane (El Oued), chott Zehrez Chergui et Gherbi (Djelfa), chott Chergui (Saïda), chott Aïn Beïda et chott Lalla Fatma (Ouargla), chott El Frain et chott El Beïda (Sétif). Ainsi que les sebkhas a faible profondeur, qui renferment de l'eau salée pendant de longues périodes, s'asséchant en été tels que : la grande sebkha d'Oran, Garaet El Tarf, Ank Djemel, Garaet El Meghsel (Oum El Bouaghi), Bazer et El Hamiett (Sétif). Ces dernières sont formées par les pluies torrentielles et le ruissellement dans des paysages quasi-désertique, tout cela a contribué à la formation de vastes dépressions constituant en superficie le type de zone humide le plus important d'Algérie.



Figure N°(I.2) : Lac Oubeira.

I.7. Critères de classification des zones humides d'importance internationale :

Les neuf critères d'identification des zones humides d'importance internationale :

I.7.1. Groupe A des Critères.

I.7.1.1 Sites contenant des types de zones humides représentatifs, rares ou uniques

Critère 1 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle contient un exemple représentatif, rare ou unique de type de zone humide naturelle ou quasi naturelle de la région biogéographique concernée.

I.7.2. Groupe B des Critères. Sites d'importance internationale pour la conservation de la diversité biologique

I.7.2.1 Critères tenant compte des espèces ou des communautés écologiques

Critère 2 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite des espèces vulnérables, menacées d'extinction ou gravement menacées d'extinction ou des communautés écologiques menacées.

Critère 3 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite des populations d'espèces animales et/ou végétales importantes pour le maintien de la diversité biologique d'une région biogéographique particulière.

Critère 4 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite des espèces végétales et/ou animales à un stade critique de leur cycle de vie ou si elle sert de refuge dans des conditions difficiles.

I.7.2.2. Critères spécifiques tenant compte des oiseaux d'eau

Critère 5 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite, habituellement, 20'000 oiseaux d'eau ou plus.

Critère 6 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite, habituellement, 1% des individus d'une population d'une espèce ou sous-espèce d'oiseau d'eau.

I.7.2.3. Critères spécifiques tenant compte des poissons

Critère 7 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite une proportion importante de sous-espèces, espèces ou familles de poissons indigènes, d'individus à différents stades du cycle de vie, d'interactions interspécifiques et/ou de populations représentatives des avantages et/ou des valeurs des zones humides et contribue ainsi à la diversité biologique mondiale.

Critère 8 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle sert de source d'alimentation importante pour les poissons, de

Chapitre I : Généralité sur les zones humides en Algérie

frayère, de zone d'alevinage et/ou de voie de migration dont dépendent des stocks de poissons se trouvant dans la zone humide ou ailleurs.

I.7.2.4.Critère spécifique tenant compte d'autres espèces

Critère 9 : Une zone humide devrait être considérée comme étant d'importance internationale si elle abrite régulièrement 1 % des individus d'une population d'une espèce ou sous-espèce animale dépendant des zones humides mais n'appartenant pas à l'avifaune.

I.8.Pressions sur les zones humides

I.8.1Pression anthropique

Avec l'augmentation de la population, l'homme a tendance à mobiliser le cycle de l'eau pour satisfaire ses différents usagers et ce en couvrant une gamme large incluant les usages domestiques, agricoles, industriels, la production d'énergie, la navigation etc..., ces différents usages entraînent des conséquences qualitatives et quantitatives sur les ressources hydriques, et une modification de la structure et du fonctionnement des systèmes vivants associés aux milieux aquatiques.

La mise en place d'infrastructures peut également porter atteinte à l'intégralité de l'écosystème de la zone humide qui se traduit par la destruction pure et simple de la faune et la flore et qui peut aussi avoir plusieurs dommages tels que le fait de rompre l'interface entre la zone humide et la mer Méditerranée (cas de la Macta a Mascara) modifiant ainsi les aspects fonctionnels de l'écosystème existant et qui peut avoir comme conséquence la perte de connectivité entre les écosystèmes marins et ceux de la zone humide, empêchant la montée de migrateurs comme l'anguille et provoquant des déséquilibres importants dans les communautés végétales.

On cite aussi le problème de rejets des eaux usées domestiques et industrielles qui coulent dans les oueds et qui sont véhiculées automatiquement vers la zone humide. Le cas de l'oued de Sig, considéré comme «la principale source de pollutions». Ces rejets constituent un réel danger pour les espèces et peut inhiber toute vie aquatique.

I.8.2.Pression environnementale

Les pressions environnementales abiment les milieux naturels arrivant parfois à les détruire complètement entraînant ainsi la disparition de la faune et flore aquatiques. Hormis les conditions naturelles comme le climat, les conditions édaphiques, les perturbations physiques principalement les sécheresses ou inondations qui causent pression sur les zones humides, les contraintes environnementales sont généralement d'origine anthropique telles que la contamination des zones humides par des hydrocarbures, l'eutrophisation dû aux rejets chargés en matières organiques, le rejet de gaz dans l'atmosphère qui entraîne une modification du cycle d'azote, tout ça entraîne la régression des zones humides et la dégradation de l'écosystème qui s'y trouve.

I.8.3Pression socio-économique

L'aspect socio-économique affecte les milieux naturels notamment les zones humides, en effet avec l'augmentation démographique l'homme vise au développement durable et ce en exploitant les ressources en eau pour divers secteurs principalement le secteur agricole dont les experts exploitent les zones humides pour le drainage entraînant ainsi une diminution des ressources en eau et la perte de biodiversité. L'agriculture et l'urbanisation sont les principaux facteurs de modification des conditions de ruissellement de l'eau de pluie captée, et sont en outre souvent accompagnés d'ouvrages modifiant directement les écoulements. On cite aussi la surexploitation des zones humides par la pêche intensives entraînant ainsi la disparition des espèces. L'activité industriel approximative des zones humides ne fait pas exception puisqu'elle est l'une des principales causes de contamination de ces dernières par les rejets et ce malgré les nombreux concepts qui ont été mis en place pour les industriels afin de protéger ces milieux tel que le principe pollueur-payeur.

I.9. Surveillance de la qualité globale des zones humides (approche de surveillance) :

L'évaluation environnementale est un outil de prise de décision et de planification d'extrême importance, notamment lorsqu'il s'agit de milieux vulnérables tel qu'une zone humide

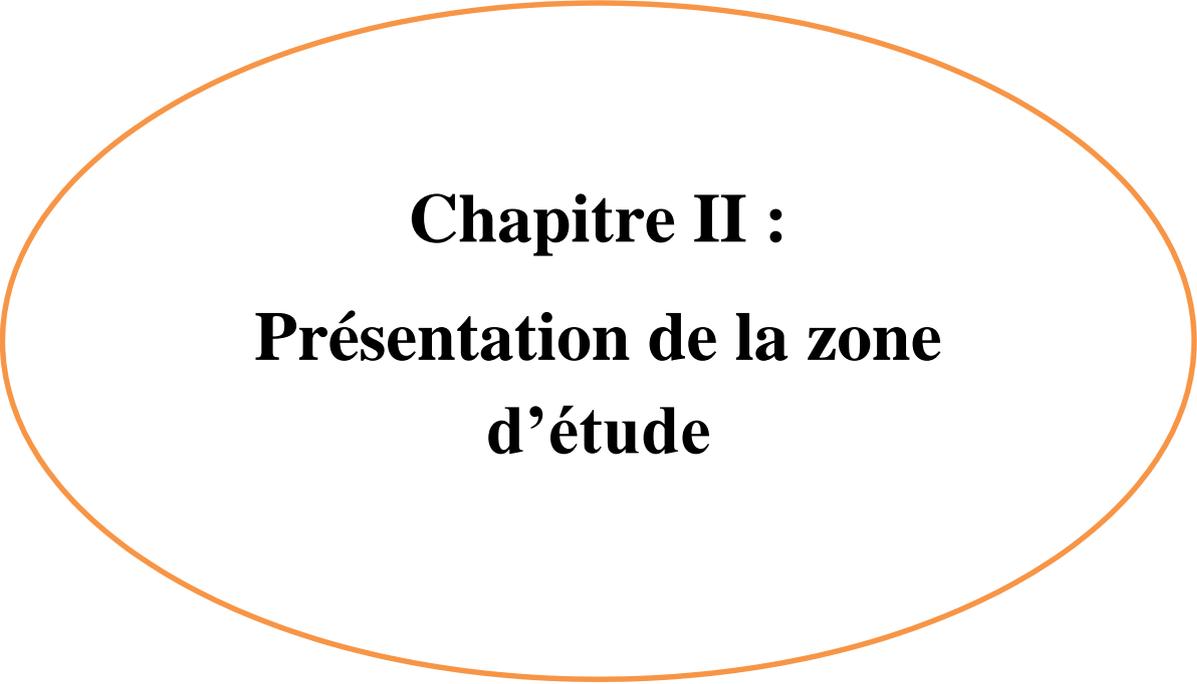
L'évaluation quantitative et qualitative des ressources hydriques, permettrait alors d'identifier et de cerner les impacts et effets cumulatifs sur cette ressource et donc des risques qu'ils représentent à court, à moyen et long terme, en tenant compte des facteurs édaphiques et géologiques et des changements climatiques.

Il existe de nombreux outils d'évaluation, développés au fil des années, c'est un ensemble de méthodes à utiliser seules ou en combinaison (André, 2003) à savoir :

- les systèmes d'information géographique, (SIG) est un environnement conçu pour l'analyse et la modélisation de la distribution spatiale de phénomène.
- les systèmes de superpositions cartographiques qui a pour but de qualifier un espace en fonction d'aptitudes ou de résistances environnementales.
- les matrices d'impacts, matrice-type des impacts potentiels, les réseaux permettent la prise en compte des impacts directs, indirects et synergiques.

Selon Raachi 2007 pour évaluer les impacts, quatre critères sont généralement retenus :

- l'amplitude de la modification imposée à l'environnement,
- la portée de la modification,
- la durée de la modification,
- l'importance relative de l'élément de l'environnement.



Chapitre II :
Présentation de la zone
d'étude

II. Présentation de la zone d'étude

II.1 Introduction

Notre étude a pour cadre le lac Oubeira qui est situé dans le Parc National d'El Kala (PNEK) et qui constitue un patrimoine naturel important par la richesse biologique de ses habitats.

Le Parc National d'El-Kala est situé à l'extrême Nord-Est algérien, il est intégralement inclus dans la wilaya d'El-Taref. Correspondant presque au tiers de la superficie globale de son territoire.

El Kala est l'une des plus petites wilayas au niveau national. Elle est bordée :

- Au Nord par la mer méditerranée
- A l'Est par la Tunisie,
- A l'ouest par la Wilaya d'Annaba et
- Au Sud par les Wilayas de Guelma et de Souk-Ahras.

Le PNEK a été créé le 23 juillet 1983, d'une superficie de 8000 ha il est composé d'une mosaïque particulière d'écosystèmes et depuis 1990 il est classé Réserve de la Biosphère dans le réseau des réserves du programme MAB (Man And Biosphère) de l'UNESCO dans le but d'une conservation du patrimoine naturel algérien.

Le PNEK a la particularité d'abriter le complexe de zones humides d'une haute valeur écologique (Van dijk et Ledant, 1983) le plus important du Maghreb. Il a pour mission d'assurer la conservation d'un précieux patrimoine naturel et doit sa notoriété à ses zones humides qui lui confèrent le titre de principal centre de la biodiversité en Méditerranée (Boumezber, 2001).

C'est le cas du lac Oubeira qui est le thème de notre travail et qui fait partie du complexe des zones humides de l'est algérien.

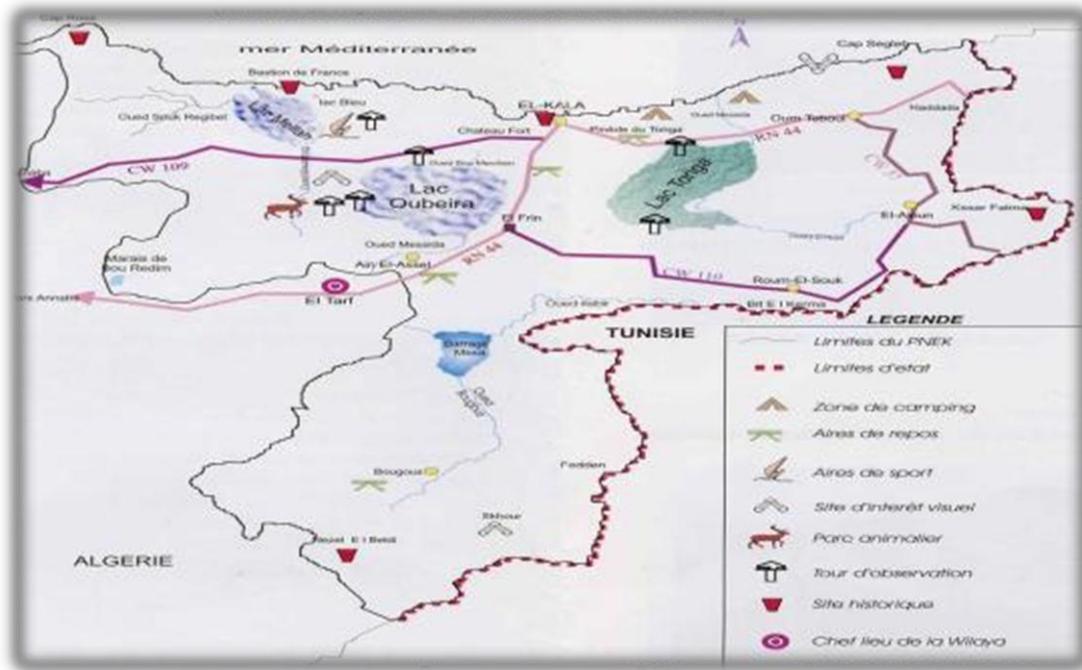


Figure II.1. Carte de localisation du Parc National d'El-Kala. (LANDSCAP AMENAGEMENT, 1998)

II.2. Conditions physiques et naturelles

II.2.1. Localisation

Le bassin versant du lac Oubeira (Lat. $36^{\circ} 50' N$, Long. $8^{\circ} 23' E$) avec une altitude de 25m (par rapport au niveau de la mer) (Marre, 1987), il est situé à 5 km au Sud-ouest d'El Kala et 54 km à l'Est d'Annaba. Il se trouve dans le Parc National d'El Kala qui est localisé à l'extrême Nord-est du pays faisant frontière avec la Tunisie, avec une superficie de 2200 ha, une profondeur maximale de 4m installé sur un fond sableux et un diamètre de 5 à 6km, a comme l'Oued Messida comme émissaire et exutoire, ses eaux n'ont qu'une très faible teneur en sel.

Le lac Oubeira est un lac endoréique (sans écoulement vers la mer), il représente donc la réserve d'eau douce la plus profonde de la région dont l'importance sur le plan économique (pêche), ornithologique et international (Convention Ramsar -Zone humide-1971) qui lui confère le statut de zone intégrale (Boumezbeur, 2002).

Ce lac représente donc l'une des plus importantes réserves naturelles d'eau douce d'Algérie et une diversité faunistiques et floristique unique en Afrique du Nord.

Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

Parmi les premiers sites adhérents à la convention Ramsar en Algérie avec le lac tonga en 1983.

II.2.2. Justification des Critères Ramsar :

- Critère 1 : C'est une zone humide d'importance internationale rare dans la région méditerranéenne.
- Critère 5 : Il abrite habituellement plus de 20.000 Oiseaux d'eau hivernants.
- Critère 6 : Il abrite plus de 1% des populations de *Fuligules morillon*, *Aythya fuligula* et milouin *Aythya ferina*.

La convention Ramsar préconise dans ce sens l'élaboration des plans de gestion et de protection pour le lac en vue de l'utilisation rationnelle de ses ressources hydriques, animales et végétales.



Figure II.2. Carte de situation géographique du lac Oubeira. (LANDSCAP AMENAGEMENT ,1998)

II.2.3. Délimitation

Le bassin du lac Oubeira est situé au centre d'un bassin versant de 9728 ha. Long de 48,75 km, il suit la ligne de partage des eaux qui est la ligne de crête qui passe au Nord par le kef Trébiche à 256 m et qui marque aussi la limite avec le bassin versant du lac Mellah.

Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

La bordure Ouest du bassin versant progresse avec le Sud en longeant les sommets du Djebel Oubeira (100 m) jusqu'au voisinage de FedjZana (91 m) avant d'être relayés dans la partie Sud par les Djebels AchLahmar (138 m) et Hellilif (189 m) qui constituent les flancs Ouest de l'oued Messida. A l'Est, le bassin versant est formé d'une bordure plane qui s'étale au pied du Djebel Bou Merchène (184 m) au Nord Est.

De son côté le lac Oubeira est limité :

- Au Nord-est par le Djebel Bou Merchène.
- A l'Est, il est bordé par les monts d'El Kala.
- Et au Nord-Ouest par le lac Mellah et par les crêtes.



Figure II.3. Délimitation du bassin versant du lac Oubeira (Google Earth 2019).

II.3. Hydrologie et hydrogéologie

II.3.1. Hydrologie :

Le bassin du lac Oubeira est drainé par quatre principaux affluents qui sont à écoulement perpétuel. Les débits sont importants en saison humide mais ils baissent et se réduisent à l'étiage sans pour autant que les oueds s'assèchent totalement. On trouve:

- Les oueds Demt Rihana et Bou Marchen au Nord.
- L'oued Dey El Garaâ au Nord-Est.

Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

- L'oued Bou Hchicha au Sud.
- On retrouve aussi une série de petit cours d'eau a écoulement temporaire venant des reliefs du sud-ouest pour se jeter dans les eaux du lac .il faut encore mentionner le cas particulier de l'oued Messida qui a la particularité d'un écoulement dans les deux sens et qui est l'exutoire naturel du bassin versant à l'été mais qui coule vers le lac lors des crues hivernales de l'oued El Kébir.

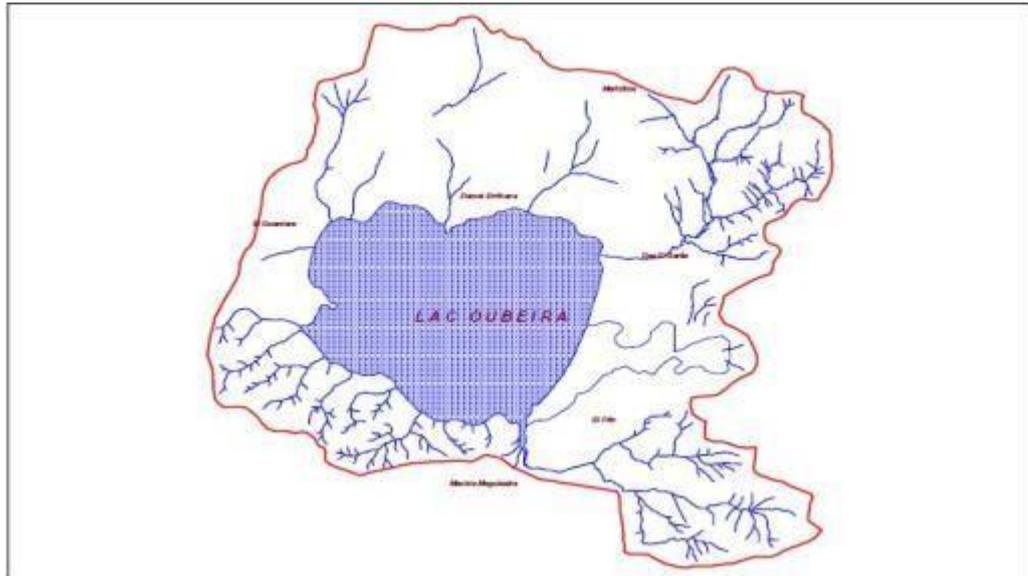


Figure II.4. Réseau hydrographique du bassin du lac Oubeira (LANDSCAP AMENAGEMENT, 1998).

II.3.2- Hydrogéologie :

Du point de vue hydrogéologique deux formations sont observées dans la région, les formations perméables et les formations peu perméables. Les formations peu perméables sont représentées par les grés, les argiles numidiennes, ainsi que les argiles et les limons. Leur perméabilité est faible, elle varie entre 10^{-6} m/s dans les argiles et les grés, et 10^{-5} à 10^{-4} m/s dans les limons et les argiles alluvionnaires (Raachi, 2007).

II.3.3. Géologie

D'après les études géologiques qui ont été établies par Joleaud Deleau (1998) on constate que le bassin du lac Oubeira est marqué par la présence de :

Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

- Les alluvions lacustres couvertes d'eau l'hiver, formées d'argiles.
- Les alluvions limoneuses au fond des vallées du Pléistocène, formées de sable et limon.
- Les grés à hélices qui, par désagrégation, ont donné les dunes.
- Les formations du Pontien qui présentent deux faciès d'argiles sableuses grises, jaunes ou rouges ; des conglomérats et sables rouges ou jaunes à Archaelixsolignaci et des argiles marneuses, salifères et argiles rouges gypseuses. Dans le bassin du lac Oubeira c'est le premier faciès qui domine ;
- Les grés de Numidie, quartzeux, souvent blanchâtres, parfois assez friables, transgressifs sur les argiles de Numidie et formant des reliefs durs. Ils recouvrent 33 % de la superficie du bassin versant ;
- Les marnes argilo-schisteuses de couleurs variées avec intercalation de petits bancs de grés quartziteux développés surtout sur les pentes des vallées et groupées sous le nom d'argiles de Numidie ;
- Les argiles, grés et calcaires noirs à nummulites de l'Éocène moyen.

II.3.4. Climat :

Le climat de cette région est dit tempéré chaud, la région est caractérisée par deux saisons, l'une sèche de mai jusqu'à septembre et l'autre humide de septembre à avril. La pluviométrie annuelle moyenne est située entre 700 et 800 mm.

II.3.4.1. Données thermiques

Les variations de températures sont dues à la situation latitudinales, la distance de la mer, et de la position topographique (Toubal, 1986). En s'éloignant de la mer, les températures annuelles moyennes s'abaissent.

II.3.5 Aspect de pollution dans le lac :

II.3.5.1 La pollution domestique :

Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

II.3.5.1.1. Les rejets

Toute la population du bassin est alimentée à partir des différentes ressources locales, les eaux qui proviennent des différents usages domestiques sont essentiellement déversées dans le milieu naturel du bassin versant lac oubeira

Tableau N°(II.1) : Volume des rejets des eaux usées du bassin versant de l'Oubeira (Benyacoub 2002)

Localité	Consommation	Rejet (M³ /j)
Frin	217000	173.600
M'guessira	5850	4.680
Dey el graa	19522	15.618
Meridiuma	175000	140.000
Gelas	262500	210.000
Demt er Rihana-Demt el graa	14250	11.400
El gantra el Hamra (Oubeira)	10000	8.000
Total	704122	563.298

II.3.5.1.2. Impact de l'urbanisation :

Selon Sarri (2017) l'ensemble d'aménagements connexes au développement urbain génèrent des effets sur les espèces du bassin, le lac et les oueds sur lesquels s'implantent des nouvelles activités induisant des effets (défrichage, pêche, chasse, rejets liquides et solides).

II.3.5.2.L'agriculture :

L'aggravation constante de la pollution agricole due à l'utilisation d'engrais et de produits de traitement de végétaux, Le lac a subi plusieurs menaces dont l'extension d'une agriculture spéculative autour du lac, à base d'arachides de pastèque et de melon.

II.3.6 La biodiversité

II.3.6.1. La flore

Le bassin versant du lac Oubeira se trouve dans l'étage bioclimatique de végétation méditerranéen subhumide tempéré au Nord, dans l'humide doux et l'humide chaud au Nord-Est, dans l'humide tempéré au Sud et à l'Est (Boumaraf, 2010).

Les facteurs orographiques, les conditions climatiques, édaphiques, et hydrologiques exceptionnelles du bassin versant d'Oubeira, ont beaucoup contribué en faveur du maintien d'un degré élevé d'endémisme végétal. (Raachi, 2007)

II.3.6.2. La végétation :

Dans le lac Oubeira, la végétation est très abondante, ce dernier est formé de groupements végétaux variés qui joue un rôle important vis-à-vis de l'avifaune (site de reproduction, lieu de stationnement hivernal et migratoire, zone de nourriture (SCHRIKE et TESSON, 1989). Une végétation principalement composée de macrophytes tels que *Myriophyllum Spicatum*, *Myriophyllum Verticillatum*, *Potamogeton Nodosus*, ou *Phyllobius. Oblongus*, *P. pectinatus* ou *P. trichoïdes*, *Zanichellia palustris*. On signalera aussi l'abondance de *Juncus maritimus*, *Phragmites communis*, *Typha latifolia*, *T. angustifolia*, *Scirpus lacustris*, *Ceratophyllum demersum* et *Nymphaea alba* (Meddour et & Bensouilah., 1999).

Le lac est marqué aussi par la présence de *Callitriche palluster*, *Ranunculus aquilitis*, *Polygonum alcifera*, *Phragmites australis*, *Juncus capitatus*, *Orminis mixta*, *Mentha rotundifolia*, et d'une végétation héliophile formée de *Alnus glutinosa*, *Salix pedicellata*, *Erica scoparia*, et *Rubus ulmifolus*.

Deux espèces rares caractérisent le lac Oubeira la châtaigne d'eau (*Trapa natans*) et le Nénuphar jaune (*Nuphar lutea*).

II.3.6.3.1. Végétation aquatique

Globalement, deux formations d'hélophytes dominent à l'Oubeira : la scirpaie, occupant la zone Sud-Ouest du lac, zone protégée des vents dominants de Nord-Ouest, et la Typhaie, occupant le Nord Est et le Nord du lac, zone plus exposée aux vents, montrant une structure assez fragmentée. (Boumaraf, 2010).

II.3.7. Peuplement forestier

Le bassin versant du lac Oubeira présente un ensemble d'écosystèmes interactif et très diversifié écologiquement.

Le lac Oubeira est caractérisé par les forêts sclérophylles à feuillage persistant, mais aussi présence de plusieurs chênes tels que le chêne de liège considéré comme l'espèce la plus dominante. Le lac regroupe aussi le pin maritime, pin pignon et pin d'Alep, le frêne, le peuplier blanc et noire (Boumaraf, 2010).

.Phytoplancton et zooplancton

a-)Phytoplanctons :

- Diatomées
- Euchlorophycées
- Zygothécées :

b-) Zooplancton :

Les travaux de Samraoui et de Belair (1998) fournissent des données regroupant diverses espèces zooplanctoniques des genres : *Alona*, *Camptocercus*, *Chydorus*, *Ceriodaphnia*, *Cephalodella*, *Colurella*, *Cypridopsis*, *Diplenchlanis*, *Euchlanis*, *Fleuroxus*, *Lecne*, *Lecane*, *Lepadella*, *Macioryclis*, *Macrothrix*, *Megacyclis*, *Mesocyclis*, *Monommata*, *Mytilina*, *Norommata*, *Platyias*, *Plavionus*, *Polyarthra*, *Scaridium*, *Simerophalus*, *Testudinalla*, *Trichotria* et *Triplenchlanis*.

II.3.8 La faune

II.3.8.1 L'avifaune

Le lac Oubeira joue un rôle important puisque il est considéré comme le site de nidification le plus marquant dans l'Afrique du nord pour plusieurs espèces telles que le busard des roseaux *Circus aeruginosus*, la poule d'eau *Gallinula chloropus*, le râle d'eau *Rallus aquaticus*, les grèbes castagneux et huppé, l'erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*, le Fuligule *nyroca* *Aythya nyroca*, la poule sultane *Porphyrio porphyrio*, le blongios nain *Ixobrychus minutus*, On y rencontre également la sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* et la sarcelle d'été *Anas querquedula* (Raachi, 2007).

II.3.8.2.L'ichtyofaune

Plusieurs espèces peuplent le lac Oubeira tels que :

Le Barbus callensis, *Pseudophoxinus callensis*, *Pseudophoxinus guichenoti*, *Pseudophoxinus punicus* et *Gambusia affinis affinis* (Poeciliidae), On y trouve aussi quelques espèces marines comme l'alose *Alosa Fallax Fallax*, des mulets *Mugil cephalus*, *Liza ramada* (Mugilidae)

Et l'anguille *Anguilla anguilla* qui est l'espèce la plus dominatrice du lac (Meddour, 1988, Meddour,1992).

Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

II.3.8.3 Autres animaux

Le lac Oubeira présente une diversité assez importante de faune, hormis les oiseaux et les poissons, on y retrouve des mammifères tels que le cerf de barbarie (*Cervus elaphus barbarus*) et le caracal (*Caracal caracal*) ; le plus grand félin de l'Afrique du nord. On y retrouve également des mollusques tel que la sangsue, des vertébrés comme la grenouille et la tortue d'eau, des insectes telles que les libellules agrion.

II.3.9 Programme piscicole du lac oubeira:

II.3.9.1 Première phase :

L'exploitation du corail rouge *Corallium rubrum* a connu un développement intense avec l'inscription d'une vingtaine de bateaux corailleurs pour collecte manuelle du corail par scaphandre autonome et avec l'apparition de plusieurs ateliers d'artisanat pour la transformation de ce produit en articles de bijouterie.

La pêche artisanale se fait au filet trémail ne concernait que la capture de barbeaux (*Barbus callensis*), de mugilidés (*Mugilcephalus*, *Liza ramada*) et rarement en période hivernale de clupéidés (*Alosa fallax fallax*)

Dans le cadre du programme de développement piscicole extensif, plus de 22 millions d'alevins de Cyprinidés importés de Hongrie furent relâchés au niveau du lac Oubeira à travers deux opérations de repeuplement.

Ces espèces sont : *Hypophthalmichthys molitrix*, *Aristichthys nobilis*, *Cyprinus carpio*, *Carassius carassius*, *Stizostedion lucioperca*, *Ctenopharyngodon idella*

Les quantités, quoi que différentes selon les sources (Meddour, 1988 ; Archives ONDPA El Kala, 1986 ; Aoun-Kaid et Chaib, 1994 ; Kara, 1995), se situent vraisemblablement autour de :

Juillet 1985 :

- *Hypophthalmichthys molitrix* : 1 500 000
- *Aristichthys nobilis* : 2 000 000
- *Ctenopharyngodon idella* : 1 450 000

Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

En Mai 1986, un supplément de 3000 alvins de *cyprinus caprio* et de 1000 *Stizostedionlucio* percaest effectué.

L'exploitation pêche des poissons commença des juillet 1985 et se poursuivi jusqu'à juin 1990.

II.3.9.2 L'assèchement du lac Oubeira :

La situation a été aggravée par le changement climatique dans la région et la hausse des températures, Durant trois années (1988 à 1990) le Nord-Est de l'Algérie subit un déficit pluviométrique important ce qui a provoqué la baisse du niveau d'eau et de la couverture végétale du lac, au cours de l'été 1989, l'ensemble du couvert végétal est disparu.

La pêche intensive enregistra des niveaux exceptionnels de production avec 242 374 kg de carpes pour cette année. 'De plus, ces records provoquaient une eutrophisation au niveau du lac qui se confirmait par la prolifération des algues phytoplanctonique au niveau du lac, la diminution de la quantité d'oxygène dissous, une augmentation anormale de la température saisonnière de l'eau et par l'abondance des vases ainsi qu'une forte turbidité.

Pendant le mois de Juin 90, la totalité de la nappe d'eau du lac Oubeira disparu et toute l'ichtyofaune du lac avait péri. Le lac demeura vide d'eau jusqu'à l'arrivée de faibles pluies en fin Octobre de cette année. Cette période de 5 mois d'assèchement total prendra une importance capitale dans la dynamique des parasites des poissons de l'Oubeira.

II.3.9.2.3 Seconde phase du plan piscicole du lac oubeira :

Le lac ne commença à se reconstituer progressivement qu'avec les premières pluies de novembre 90 , La nappe d'eau du lac repris d'un volume fort satisfaisant permettant durant l'année 1991 une seconde opération de repeuplement , deux espèces ont été introduites au cours du second repeuplement *Cyprinus carpio* et *Carassius carassius*. Kara (1995) indique pour cette phase un total en alevins de 4 446 400 *H.molitrix* et 2 291 300 *A.nobilis*.

Depuis 1991, deux autres espèces ont été introduite en quantité assez importante .carpio surnommée « El Hadjela » ou *Perdrix* et de *C.carassius*.

Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

La pêche intensive et non sélective et la compétition entre les espèces sont les deux principales raisons du déclin de certaines espèces au niveau de l'Oubeira. .



Chapitre III : Matériel et méthode

III. Matériel et méthode :

La présente étude fait partie d'un projet de recherche et de surveillance de la qualité écobioologique globale du lac Oubeira lancé par le CNRDPA.

Les différentes campagnes sur site pour l'échantillonnage des différentes matrices (à savoir Eau, Sédiment, phytoplancton, zooplancton et biotes : poissons et végétations aquatiques) ont été réalisées par une équipe Multidisciplinaire de chercheurs et techniciens du CNRPA. Nous nous étions dans l'impossibilité de participer aux campagnes couvrant les quatre saisons.

Nonobstant, nous avons bénéficié en premier temps d'un stage pratique dans les ateliers sièges de physico-chimie et microbiologie-biochimie dans le but de maîtriser les différentes analyses et techniques en relation avec le présent travail.

Notre contribution par la présente vient donc, de montrer l'utilité de l'outil cartographique (moyennant Arc-gis) qu'ainsi statistique (moyennant Statistica) dans le traitement de données générées par les différentes campagnes sur terrain. Les données considérées sont les paramètres physicochimiques et microbiologiques du lac ainsi que celles de captures des quatre espèces de poissons retrouvés sur site.

L'objectif principal étant encore l'appréciation de l'état global du lac comme écosystème aquatique.

III.1. Méthode :

III.1.1 Prélèvement des échantillons d'eau ;

L'utilisation de plusieurs stations d'échantillonnage permet une caractérisation générale et une identification des secteurs où la qualité de l'eau est dissemblable (Mehanned, 2014).

Ainsi, sept (7) stations d'échantillonnage (TabIII.1 et figIII.1) ont été choisies au niveau du lac, afin de maximiser la diversité des données concernant la qualité de l'eau et suivre l'évolution spatio-temporelle des paramètres physicochimiques surtout, tout en considérant les différents points de rejet atteignant le bassin versant.

Les différentes captures de poissons sont effectuées par un filet Trémail.

Chapitre III : Matériel et méthode

Tableau N°(III.1) : Localisation et caractéristiques des stations de prélèvements.

Stations	Coordonnées géographiques		Caractéristique	Lieu de prélèvement
	Latitude	Longitude		
1	36°50'50.80"N	8°21'50.80"E	Présence de Nénuphar blanche	
2	36°49'42.65"N	8°24'2.51"E	Présence d'ouïed Bouhchicha	
3	36°50'46.15"N	8°23'23.72"E	Milieu du lac	

Chapitre III : Matériel et méthode

<p>4</p>	<p>36°50'10.21"N</p>	<p>8°24'30.09"E</p>	<p>Village de l' FRINE</p>	
<p>5</p>	<p>36°50'53.45"N</p>	<p>8°24'35.23"E</p>	<p>Agglomération de ben m'hidi</p>	
<p>6</p>	<p>36°51'19.39"N</p>	<p>8°24'58.79"E</p>	<p>Oued demnet Erihen</p>	
<p>7</p>	<p>36°51'33.67"N</p>	<p>8°22'59.93"E</p>	<p>En face l'entrée</p>	



Figure III.1: Situation des points de prélèvements (Googlr earth 2019)

III.2.1. Les prélèvements et analyses:

III.2.1.1 Échantillonnage et modes de prélèvements

Un système écologique comme un lac, peut être caractérisé sur la base de mesures de grandeurs physico-chimiques, certaines doivent être mesurées in situ d'autres, cependant ne peuvent être analysées qu'au laboratoire et nécessitent des prélèvements puis des traitements.

Les différents prélèvements ont été réalisés à bord d'une embarcation du centre de recherche CNRDPA entre 8h et 11h AM. Ils se sont étalés sur une période de quatre saisons et la fréquence était souvent conditionnée par les conditions météorologiques. Les stations sont positionnées par un GPS (Global Positionning System) de type Garmin.

Considérant la faible profondeur du lac, un seul type de prélèvement a été réalisé : c'est le prélèvement de surface. Les propriétés des masses d'eaux sont donc homogènes et la thermocline n'étant pas distinctive. Ainsi, les prélèvements d'eaux sont effectués manuellement dans les différents points d'échantillonnage fixés lors de la campagne de prospection. Pour avoir l'échantillonnage le plus représentatif

possible, les points de prélèvement d'eau ont été fixés par rapport à leurs positions autour des différentes stations de prélèvement (03 prélèvements par station). Les échantillons sont recueillis dans des flacons en polyéthylène de 500 ml de volume pour assurer les analyses physico-chimiques (sels nutritifs).

Le choix du flaconnage est important pour l'analyse des éléments nutritifs. Toutefois pour simplifier, on peut être amené à échantillonner l'eau dans un flacon unique en plastique pour l'analyse des sels nutritifs; cette solution étant satisfaisante (Meknachi, 2010). On rince le flacon deux à trois fois avec de l'eau à analyser (environ un dixième du volume à chaque fois). Le flacon est ensuite rempli au maximum. Les échantillons seront placés au froid et à l'abri de la lumière dans une glacière pour être acheminés aux laboratoires siège et ceci dans les meilleurs délais.

L'eau destinée à l'analyse bactériologique a été prélevée dans des flacons en verres stérilisés au préalable. L'échantillonnage est procédé par immersion des flacons qui seront ouverts sous l'eau puis fermé une fois remplis.

Il est à noter que les analyses bactériologiques ne pouvaient être effectuées sans la contribution du laboratoire d'hygiène d'Elkala. Les germes teste recherchés sont les coliformes totaux, les coliformes fécaux, *Escherichia coli*, les streptocoques fécaux et les salmonelles.

III.2.2 Suivi temporel des paramètres physicochimiques

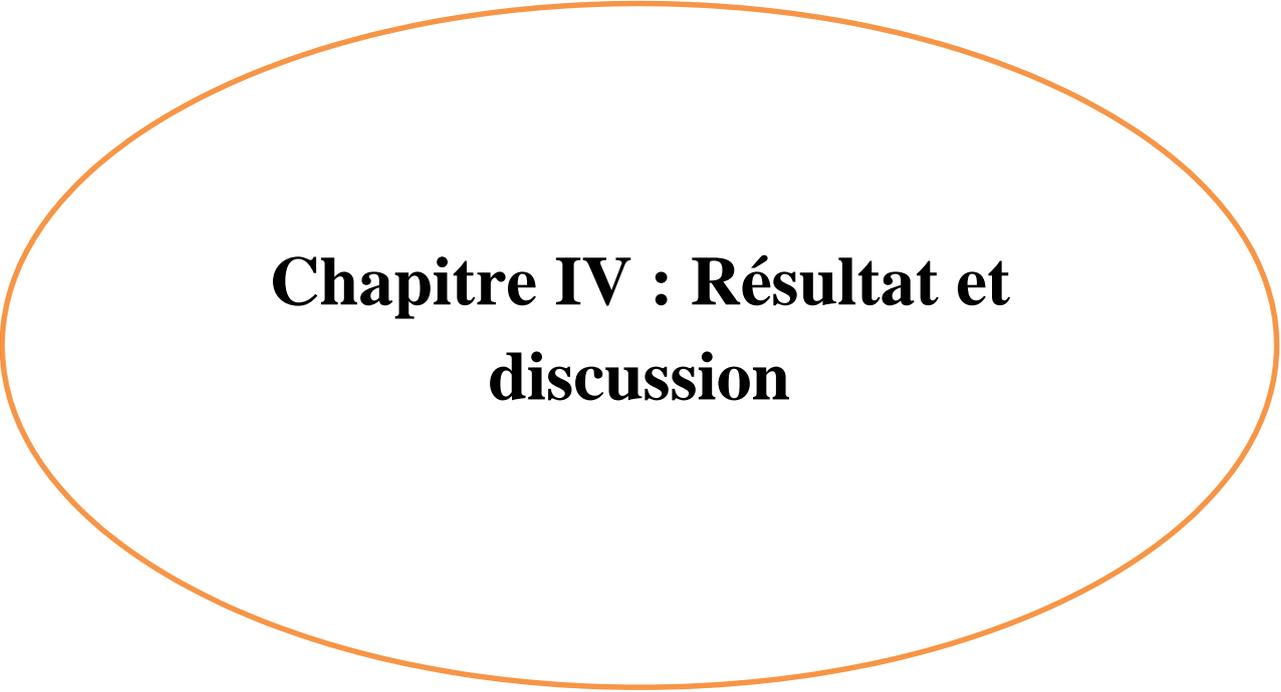
Le suivi de la température, conductivité, salinité, oxygène dissout, et le pH s'effectuait in situ pour chaque campagne au moyen d'un Multiparametre YSI model 556 « voir annexe 2 ».

III.2.3 Dosage des sels nutritifs de l'eau du lac

Les différents protocoles avec principe et mode opératoire de chaque méthode sont décrits dans l'annexe (A).

III.2.4 Contrôle bactériologique de l'eau du lac

Les méthodes et technique de dénombrement et recherche de germes de contamination suscités sont mentionnées en annexes (B)



**Chapitre IV : Résultat et
discussion**

IV : Résultat et discussion :

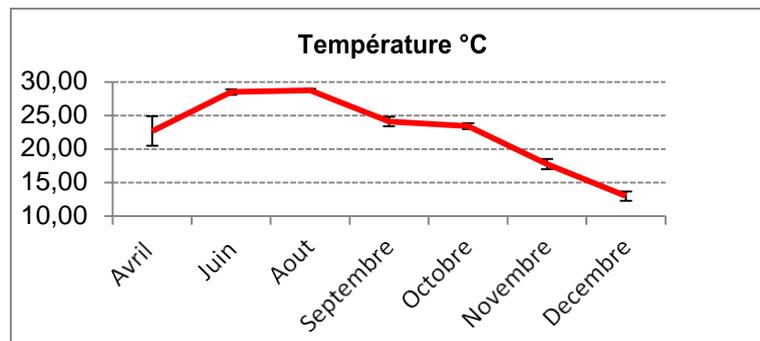
L'analyse des paramètres physicochimique de notre lac permet d'évaluer s'il constitue un écosystème de qualité pour les organismes aquatiques ainsi que son degré de pollution. Cependant, de par centaine de ses activité sur le territoire, l'homme accélère parfois le processus et participe à la de dégradation de la santé des lacs.

Les résultats de l'interpolation sont donnés sous formes des graphes et sous forme de cartes géoréférenciées.

IV.1 Les Paramètres physiques

IV.1.1 La température :

Les variations thermiques correspondantes à la période d'étude sont représentées dans la figure IV.1.



FigureIV.1 : Variation de la température au fil des mois au niveau du lac

L'enregistrement thermique est indispensable pour comprendre les processus biologiques, chimiques et minéralogiques qui se déroulent dans un lac. Une élévation de la température perturbe fortement le milieu, mais peut être aussi un facteur d'accroissement de la productivité biologique (Gaujous 1995). La température moyenne de l'eau du lac Oubéira varie entre 13.01°C (mois de Décembre) et 28.77°C (mois d'Aout).

En raison de sa faible profondeur, le lac Oubeira ne peut pas présenter une stratification thermique bien déterminée. Pour une profondeur maximale de 2.6m (localisée au centre Est du lac à environ 2Km à l'ouest de la rive d'El-Frin), seulement la strate Epilimnion qui est présente avec une température max de 28.77°C le mois d'Aout.

Chapitre IV : Résultat et discussion

Aussi, pour des faibles profondeurs, le bas de la colonne d'eau et les sédiments demeurent à des températures plus élevées. Cela implique d'une part que l'oxygène est moins soluble dans l'eau, et d'autre part, que la décomposition bactérienne sera plus rapide dans les sédiments. Cette situation pourrait conduire plus rapidement à une situation d'anoxie au bas de la colonne d'eau. De plus les espèces de poissons et d'autres organismes aimant les eaux fraîches et bien oxygénées auront de la difficulté à évoluer dans ce milieu. Finalement la faible profondeur du lac le rend beaucoup plus vulnérable aux problèmes liés à la sédimentation et fait en sorte qu'une grande partie du plan d'eau se situe dans la zone euphotique, zone pouvant être colonisée par des plantes aquatiques.

Les variations de la température dans les 7 stations différentes du mois d'avril au décembre sont représentées dans les cartes ci-dessous de la figure IV.2 :





Figure IV 2 : Cartographie du profil de la température du lac Oubeira

On remarque que la température est répartie de façon différente selon les saisons et stations. Pour la saison de printemps représentée par le mois d'avril, les températures basses sont observées dans les stations S2 et S3 avec un écart thermique très important entre la station S3 (19.8°C, centre du lac) et S6 (25.3°C, Oued demnet Erihen au Nord-Est du lac). Pour les gradients de température élevés et permanent la diffusion thermique sera rapide avec une couche diffuse très réduite. Nonobstant, les forts gradients thermiques se résultent généralement d'une pollution accidentelle non permanente.

En période d'été comprenant le mois de juin, aout et septembre, la station S1 (Ouest du lac) montrait les températures saisonnières les plus basses, alors qu'en station S7

Chapitre IV : Résultat et discussion

(Nord du lac) les fortes températures sont relevées. Aussi, le mois d'août dévoilât l'écart thermique (0.6°C) le plus faible entre les différentes stations. Toutefois, il est à noter qu'en fin de saison, les températures rechutent considérablement.

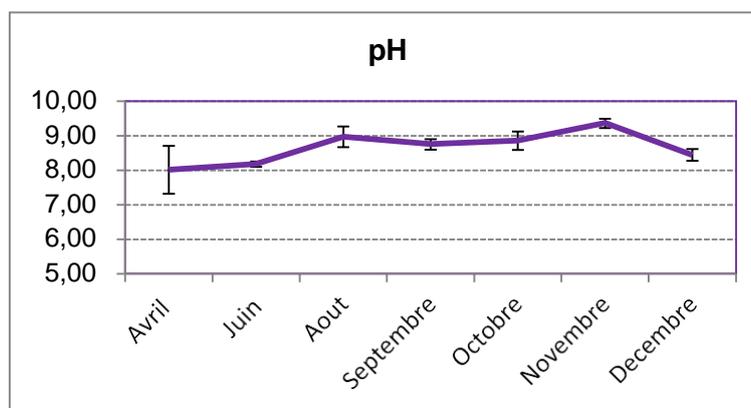
Pour la saison d'automne, les écarts thermiques mensuels entre les différentes stations se révélaient identiques (1.2°C en octobre et 1.1°C en novembres) alors que les températures en station S2 passent de 24.1°C en octobre à 16.8°C en fin novembre. L'effet de la saison étant donc remarquable contre l'apport du bassin versant.

Enfin pour le mois de décembre en hiver, la station S1 (West du lac) s'est encore montré la plus froide et la station S7 (Nord du lac) comme la plus chaude avec un écart thermique (2.2°C) plus au moins considérable.

Pour résumé, la température se répartit sur le lac Oubeira de façon plutôt homogène durant toutes les saisons, en observant des différences saisonnières logiques. Toutefois, il est à noter que la station S1 (West du lac), éloignée des sources d'apport exogène au lac, se trouve souvent la plus froide. Les stations S7 (Nord du lac) et S4 (à proximité du village d'El-frine) se montrent les plus chaude alors que la station S6 (Oued demnet Erihen) demeure toujours non froide.

IV.1.2 Le pH (potentiel hydrogène) :

Les variations de pH correspondantes au site et à la période d'étude sont représentées par la figure ci-dessous :



FigureIV.3 : Variation du pH au fil des mois au niveau du lac

Chapitre IV : Résultat et discussion

D'après la figure IV.3, le pH du lac oscille globalement entre 8.02 et 9.37, et les valeurs sont pratiquement homogènes dans tous les mois. Selon la grille de la qualité, les eaux du lac sont légèrement alcalines dans tous les mois de prélèvement. La plus forte alcalinité est enregistrée le mois de novembre. Cette alcalinité de l'eau serait en faveur de la productivité du plancton, dont la zone optimale est comprise entre 7,5 et 8,5. Par ailleurs, certains auteurs rapportent que les lacs eutrophes ont un pH qui varie entre 5 et 9 et une transparence faible ; nos valeurs nous permettent de classer le lac Oubeira dans la catégorie des lacs eutrophes.

Les valeurs parfois particulièrement élevées résultent certainement des rejets d'eaux usées d'origine ménagères dans le lac. Néanmoins, il n'y a pas de variations remarquables, et cela signifie que le milieu est stable et propice au développement des organismes aquatiques.

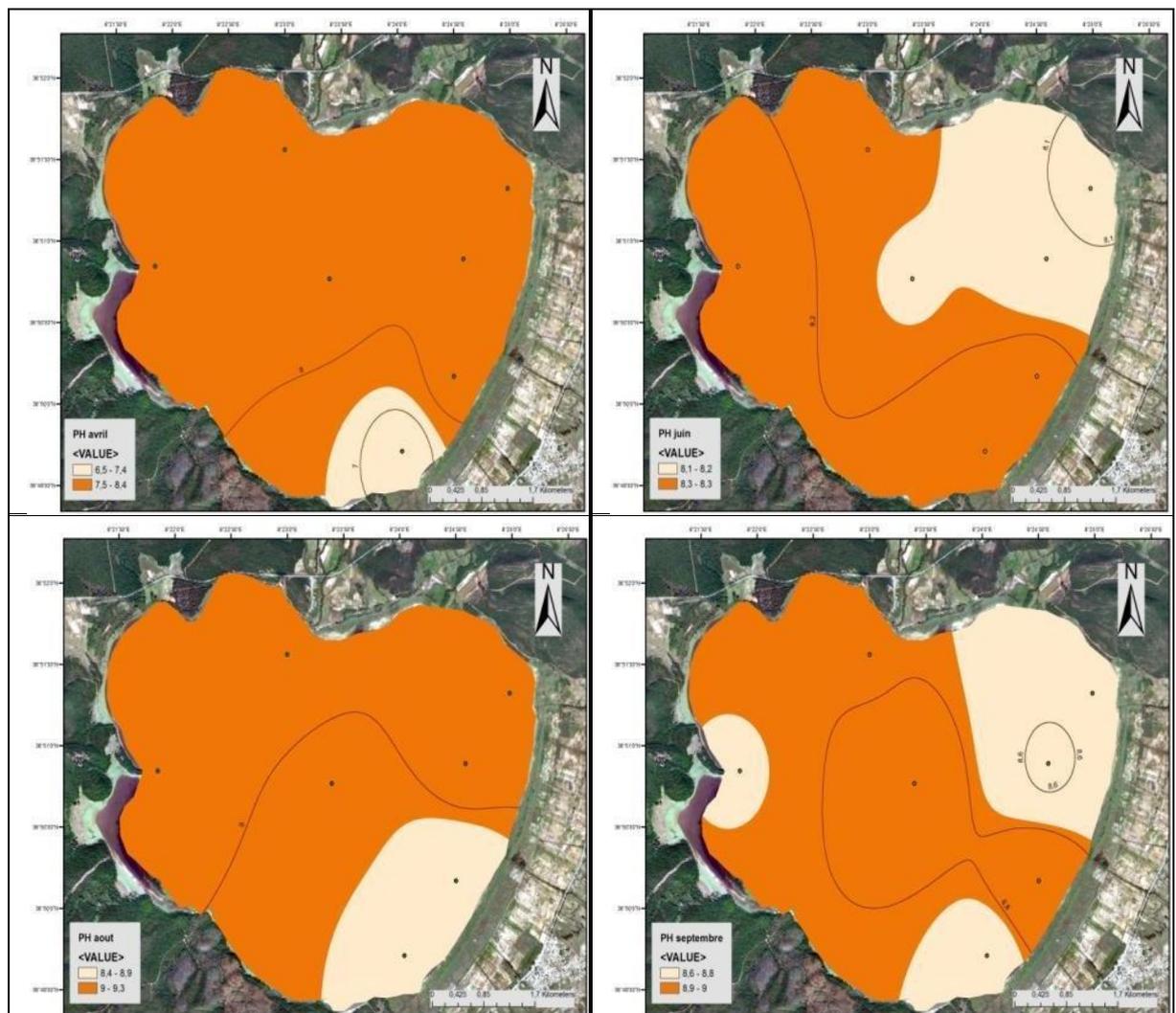




Figure IV.4 : Cartographie du pH de l'eau du lac Oubeira

Les variations du pH dans les différentes stations au cours des mois d'étude sont représentées dans les cartes de la figure IV.4 ci-dessus.

A l'exception du mois d'avril, où on mesurait un pH acide de 6.46 à la station S2 (oued Bouhchicha probablement responsable de cette acidification), les pH relevés dans les différentes stations sont basiques et les plages de variation sont généralement décimales (au 1/10).

Considérant les classes choisies pour cartographier le pH de l'eau du lac Oubeira, il est facile de montrer la stabilité de ce dernier durant toutes les saisons de l'année.

La station S2 montrait les pH les plus faibles, alors que la station S6 (demeurait non froide par rapport aux autres stations) se trouvait la plus alcaline.

Le pH des eaux naturelles est étroitement lié à l'équilibre des ions carbonates et bicarbonates dans l'eau et des échanges de CO₂ avec l'atmosphère (Moatar et al. 1999). Il est influencé par les mêmes processus qui contrôlent l'oxygène dissous, soit la photosynthèse, qui provoque son augmentation, et les processus de respiration et minéralisation, qui le font diminuer (Groleau et al. 2008).

IV.1.3 Conductivité :

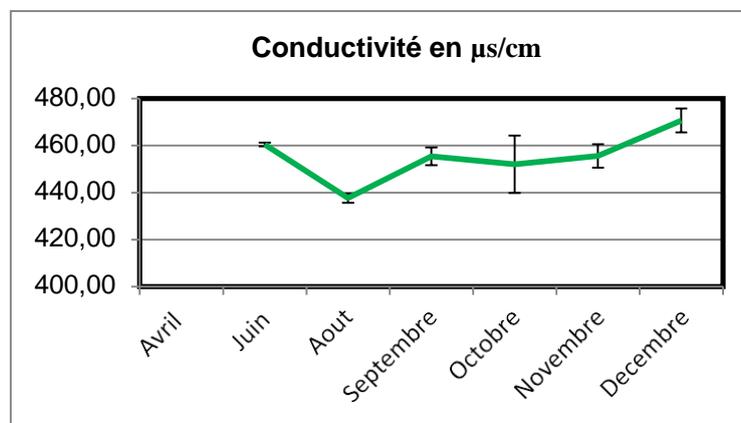


Figure IV.5 : Variation de la conductivité au fil des mois

D'après le système d'évaluation de la qualité de l'eau, nous avons les classes des normes suivantes :

- 50 a 400 us/cm : qualité excellente
- 400 a 750 us/cm : bonne qualité
- 750 a 1500 us/cm : qualité médiocre mais eau utilisable
- 1500 us/cm : minéralisation excessive.

La conductivité électrique traduit la minéralisation des eaux. L'intérêt des mesures de la conductivité se manifeste surtout dans leur évolution spatiale (). Elle fluctue au niveau du lac entre 437 et 470µs/cm (fig IV5). Elle caractérise des eaux douces peu minéralisées. Par ailleurs, aucune différence significative de la conductivité n'est mesurée au fil des mois dans les différentes stations (fig IV6) étudiées dans le présent travail. Les eaux du lac Oubeira sont alors classées dans la grille de bonne qualité.

Chapitre IV : Résultat et discussion

Les variations saisonnières de la conductivité dans les sept stations différentes sont représentées dans les cartes suivantes :



Figure N°(IV.6) : Cartographie de la conductivité de l'eau du lac Oubeira

IV.1.4 Oxygène dissous :

La figure IV7, représente les taux moyens de l'oxygène dissous mesurés durant la période d'étude dans le lac.

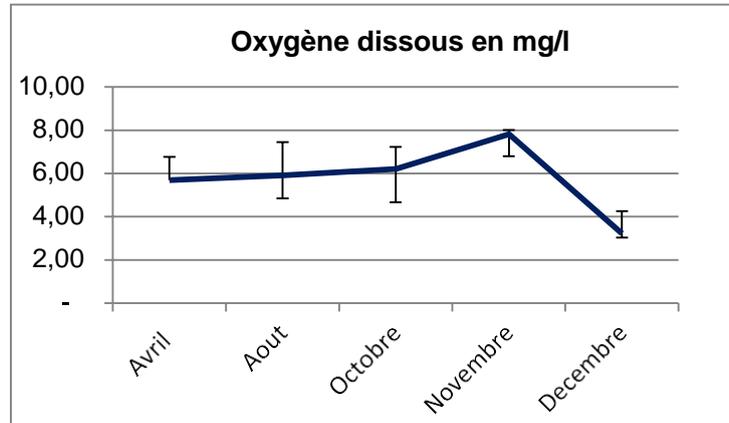


Figure N°(IV.7) : Variation de l'oxygène dissous au fil des mois.

Dans les écosystèmes aquatiques, la valeur du taux d'oxygène dissous dépend assez fortement de l'heure du prélèvement. Les fortes variations journalières montrent qu'il faut être prudent avant d'interpréter ce paramètre, et ne comparer que des mesures réalisées à la même heure, ce qui est le cas dans notre étude (prélèvements réalisés entre 8 h et 11 h du matin).

D'après la figure IV.7, on remarque que les valeurs moyennes de l'oxygène dissous oscillent autour de 6mg/l pour les mesures effectuées les mois d'avril, aout et octobre début de la saison froide. Au mois de novembre les valeurs atteignent les 8mg/l. ainsi, il est facile de corrélérer les taux d'oxygène à la température du lac. La solubilité de l'oxygène dans l'eau varie en fonction de la température de l'eau et de la pression atmosphérique. La solubilité étant plus élevée dans l'eau froide.

Par ailleurs, l'oxygène dissous présent dans l'eau provient d'une part des échanges entre le lac et le compartiment atmosphérique (dissolution de l'air), et d'autre part des processus biologiques du lac : photosynthèse des algues et plantes aquatiques (surtout en période d'ensoleillement intense de l'été) qui libère de grandes quantités d'oxygène. À l'inverse, les processus de respiration et de minéralisation de la matière organique sont des consommateurs d'oxygène. Ainsi, et comme se fut le cas de notre étude, dans les lacs eutrophes (bien alimentés en nutriments), la variation de la

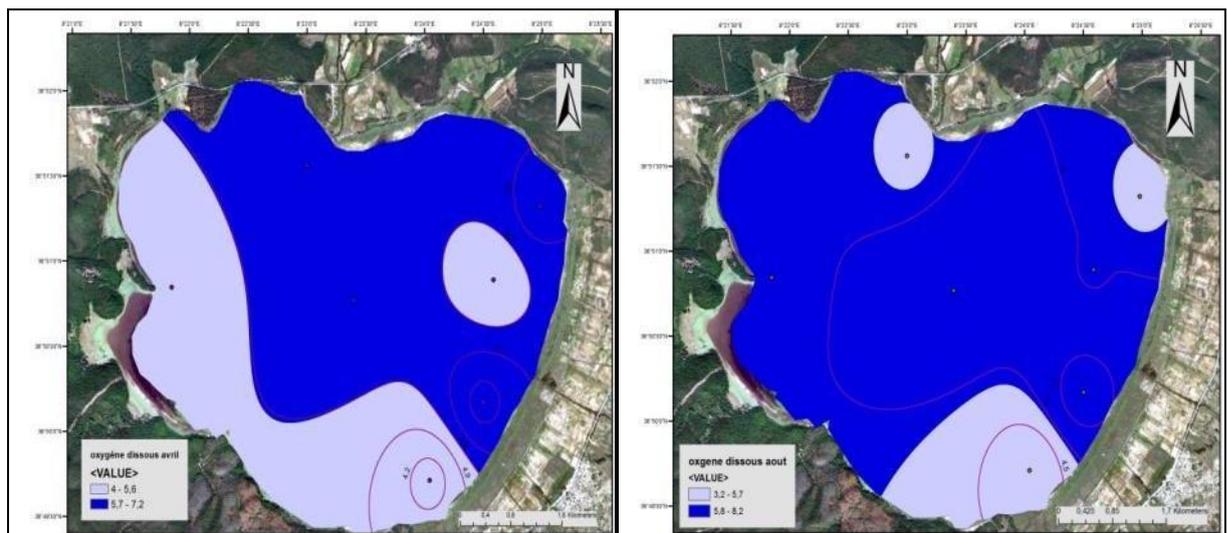
Chapitre IV : Résultat et discussion

concentration en oxygène dépend principalement de l'activité biologique (Wetzel 2001).

Tenant compte des valeurs du pH et du taux d'oxygène dissous, en se référant à l'usage *protection de la vie aquatique* (MDDEFP 2013), le lac Oubeira peut être classé comme propice à la vie aquatique.

En revanche, un fort déficit en oxygène est relevé le mois de décembre avec des hypoxies accentuées dans la station centrale du lac S3 (2.1mg/l), mais surtout en S4 (1.58mg/l au voisinage de la ville de d'El-Frin). Cet épisode d'hypoxie peut être dû aux fortes pluies (caractéristique de la saison hivernale) où il pouvait y avoir des apports importants de matière organique ou inorganique véhiculées par lessivage de sols. Les processus oxydatifs de la matière organique surviennent constamment et leur intensité est proportionnelle à la quantité rejoignant le lac. De fait, la concentration en oxygène diminue progressivement dans le lac. Pour les lacs eutrophes, cette diminution est rapide et aboutit parfois à l'anoxie des couches profondes (Wetzel 2001). Aussi, l'évènement concorderait avec la fin de la floraison microalgale.

La figure IV8, ci-dessous, représente les variations spatiotemporelles de l'oxygène dissous dans le lac Oubeira.



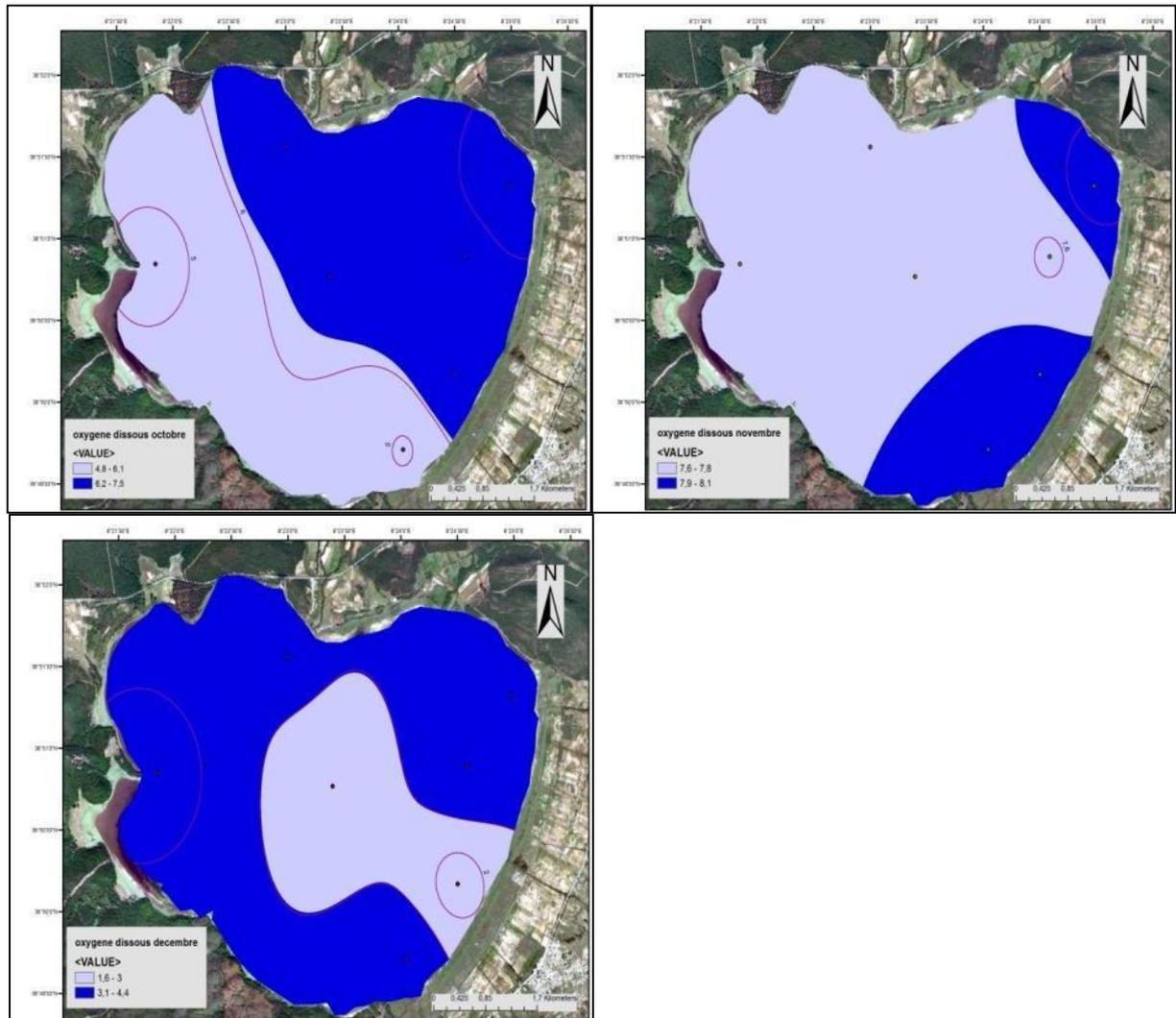


Figure N° (IV.8) : Variation spatiotemporelle des taux d’oxygène dans le lac Oubeira

Comme sus-discuté, et à l’exception du mois de décembre, l’oxygénation du lac étant très suffisante. Cependant, certaines stations montraient des taux d’oxygène plus élevés que d’autres. Ainsi, le mois d’avril (printemps), les stations S3, S4, S6 et S7 sont trouvées plus oxygénées que les stations S1, S2 et S5 avec un écart d’oxygénation moyen de 3.2mg/l. En été (mois d’aout), les faible taux d’oxygène sont relevés dans les stations S2, S6 et S7 pour un écart de 5.02mg/l entre S2 et S4 sur la même rive Sud-Est du lac. En période d’hiver, la station S1 s’est trouvé toujours la moins oxygénée et la station S2 se montrait moins oxygénée en octobre puis plus oxygénée en novembre. L’écart en oxygène dissous étant modéré en mois d’octobre (2.72mg/l) et négligeable en mois de novembre (0.56mg/l).

En hiver, la déclinaison en oxygène provient de la station S4 (village d'El-frine) vers la station centrale du lac S3 surtout. L'hypoxie se manifeste modérément sur le reste des stations du lac.

IV.2 Nutriments et évaluation de l'état trophique du lac

Les nutriments ou éléments nutritifs sont des composés essentiels à la croissance et à la survie des organismes. Pour le phytoplancton, plusieurs nutriments sont indispensables dans des quantités variables, tels que le carbone, l'azote, le phosphore, la silice, ou encore des éléments nécessaires en petites quantités (oligo-éléments) tels que le fer, le cuivre, le zinc ou le manganèse. Parmi ceux-ci, le phosphore et l'azote sont les éléments vitaux dont la disponibilité régule le plus la croissance du phytoplancton, des plantes aquatiques et des algues (Horne et Goldman 1994).

Les multiples échantillons d'eau prélevés de la présente étude, ont permis justement de suivre les évolutions des teneurs en sels nutritifs dans le lac Oubeira et d'en apprécier son état d'eutrophisation.

❖ Nitrite :

Les variations de nitrite correspondantes au site et à la période d'étude sont représentées dans la figure

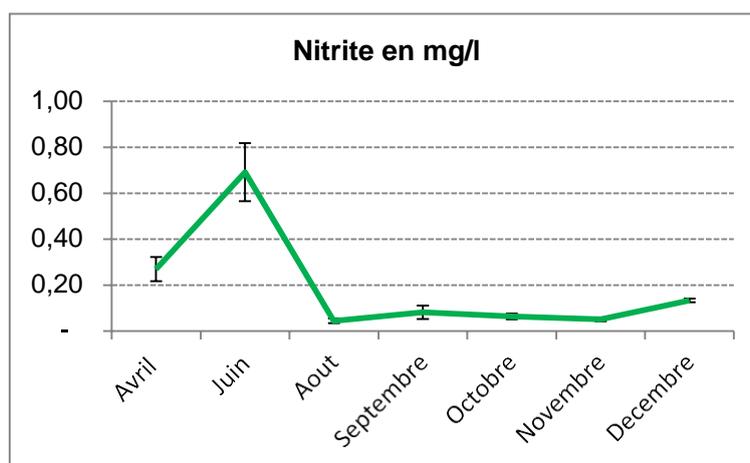


Figure N°(IV.9) : Variation des nitrites au fil des mois

L'azote peut exister sous de multiples formes en milieu aquatique : l'azote moléculaire (N_2), les ions nitrates (NO_3^-), nitrites (NO_2^-), et ammonium (NH_4^+) ou en tant que constituant de molécules issues des organismes vivants (protéines, acides aminés, etc.).

Les nitrites sont des composés instables, ils représentent le stade intermédiaire entre les nitrates et l'ammonium.

Du mois d'août au décembre, les valeurs des teneurs en nitrite (fig IV.9) sont très basses ne montrant aucune différence significative saisonnière. Par ailleurs, il s'est établi un gradient croissant de mois d'avril au mois de juin (de 0.26 à 0.69mg/l en moyen). Le gradient observé semble être en relation avec la diminution des teneurs en oxygène ; malheureusement la donnée du taux d'oxygène étant manquante en ce mois. Il peut s'agir donc d'une oxydation incomplète de nitrite en nitrate, car l'ammonium se transforme par oxydation en nitrite, lui-même à son tour est oxydé en nitrate en milieu plus oxygéné.

❖ Nitrate :

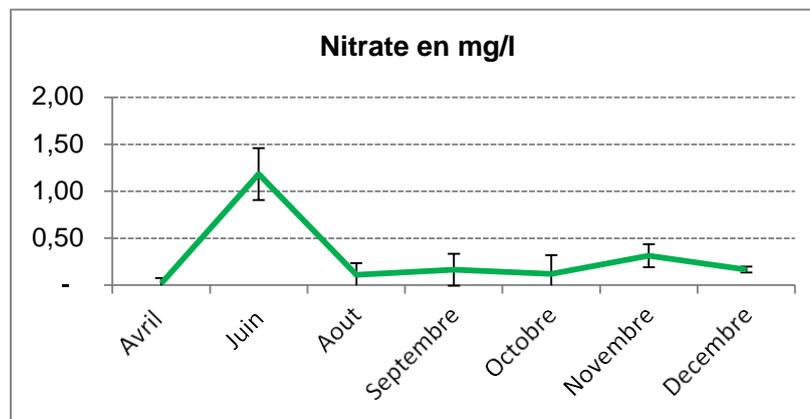


Figure N°(IV.10) : Variation des nitrates au fil des mois

Les nitrates de l'eau proviennent de la minéralisation de la biomasse du lac et de l'oxydation de l'azote ammoniacal et des nitrites. Les valeurs relevées à travers le lac Oubéira sont faibles, elles varient entre 0.02 et 1.19mg/l. Slim et al (2005) rapportent qu'une quantité infime des nitrates dans les eaux de surface est liée soit à la

croissance algale accrue dans ces sites, soit au phénomène conjoint de dénitrification qui transforme le nitrate NO_3^- en azote N_2 grâce à la présence de la matière organique.

Tout comme les nitrites, on mesurait un pic de concentration de nitrate (1.19mg/l) en mois de juin. Nonobstant, cette situation étant temporelle et non redoutable ni menaçante. Mehanned et al (2014) dans leur étude typologique de la qualité physicochimique de l'eau des barrages au Maroc rapportent des concentrations en nitrate qui varient de 0.83mg/l jusqu'au 6.87mg/l. Aussi, et selon Roxane et al (2007), Les critères de qualité sont respectivement de 1,0 mg/l pour les nitrites et de 10 mg/l pour les nitrates. Toutefois, la somme des concentrations des nitrites/nitrates ne doit pas dépasser 10 mg/l. Notons aussi que les teneurs en nitrates relevées dans le lac Oubeira ne dépassent pas la valeur seuil (de l'ordre de 5mg/l) concernant les eaux de surface que l'agence algérienne des bassins versants a fixé pour classer une eau comme excellente

Toutefois, la teneur relevée en mois de juin est due probablement aux apports de de matière azotée d'origine agricole et/ou domestique transportées par le bassin versant. La multiplication des fuites auront comme conséquence la prolifération des algues et des plantes aquatiques dans le lac provoquant le phénomène d'eutrophisation de ce dernier.

❖ Ammonium :

Les variations de l'ammonium correspondantes au site et à la période d'étude sont graphiquement représentées par la figure IV.11.

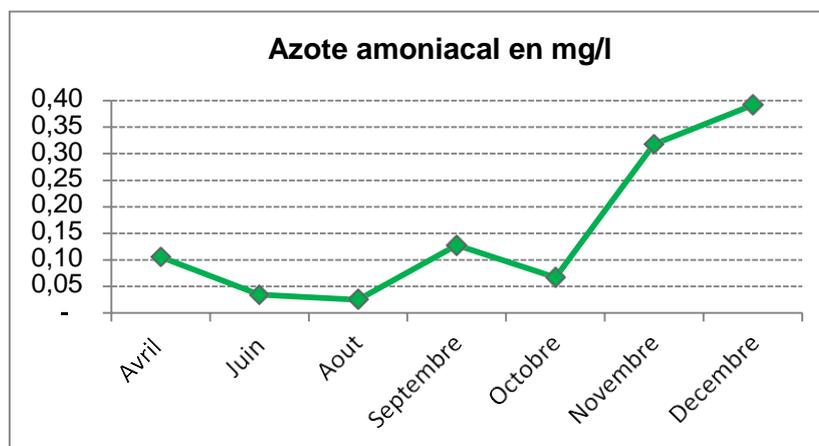


Figure N°(IV.11) : Variation de l'ammonium au fil des mois

Chapitre IV : Résultat et discussion

Les teneurs en azote ammoniacal du lac Oubeira varient entre déplétion et augmentation selon la saison considérée. La valeur minimale (0.024mg/l) est relevée le mois d'août, alors que la maximale (0.39mg/l) est mesurée en mois de décembre. Les faibles teneurs observées dans la saison chaude où la luminosité est intense, peuvent être corrélées à la forte croissance végétale (photosynthèse maximale durant des journées longues) entraînant une augmentation de la consommation d'azote (Horne et Goldman 1994).

En ce qui concerne l'azote ammoniacal (NH_4^+), deux critères de qualité de l'eau de surface sont formulés pour l'usage *protection de la vie aquatique en eau douce*. L'un de ces critères établit des seuils pour la *toxicité aiguë* ; l'autre pour la *toxicité chronique* (MDDEFP 2013). Pour les deux critères, les seuils de toxicité varient en fonction du pH et de la température de l'eau. Selon les données des campagnes de la présente étude, le pH moyen des quatre saisons confondues est de 8.87, alors que la température moyenne en surface est de 20.89°C. La température du lac Oubeira est donc plus élevée que la limite supérieure pour laquelle des seuils de toxicité sont établis pour l'azote ammoniacal. À titre indicatif, les seuils de toxicité aiguë et chronique à 20 °C pour un pH de 8,1 sont respectivement de 4.5 et 0.61mg/l. Or, pour toutes les stations du lac Oubeira, les concentrations d'azote ammoniacal sont inférieures au seuil de 0.4 mg/l et ne semblent donc pas constituer un problème.

❖ Phosphore :

La figure IV.12 représente les variations moyennes des ortho-phosphates correspondantes à la période d'étude.

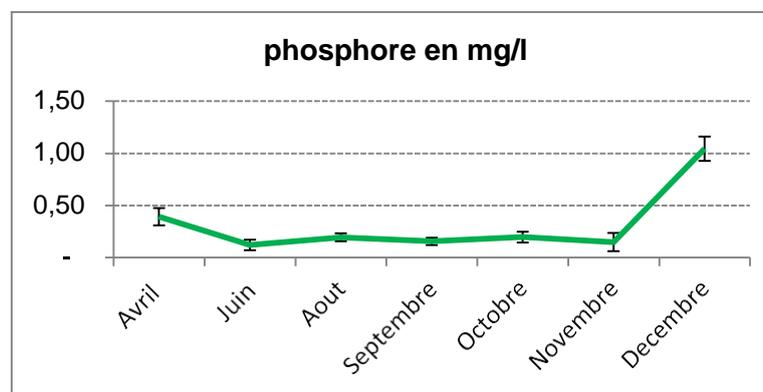


Figure N°(IV.12) : Variation du phosphore au fil des mois

Chapitre IV : Résultat et discussion

En milieu aquatique, il est généralement admis que le phosphore est le facteur limitant la croissance végétale (Dodds 2002). Les principales sources d'azote et de phosphore parvenant aux milieux aquatiques peuvent être naturelles ou anthropiques. La quantité de phosphore et d'azote dans les eaux de plusieurs lacs a augmenté de façon considérable depuis quelques décennies en raison du développement des activités humaines (Crel, 2009).

Du mois d'avril au mois de novembre couvrant pratiquement les quatre saisons, les teneurs en ortho-phosphate variaient entre 0.12 et 0.39mg/l. Ces valeurs relevées sont comprises dans l'intervalle des valeurs seuils (0,2 à 1 mg/l) établies par le Ministère algérien de l'équipement et de l'aménagement du territoire qui classe les eaux du lac Oubeira de passable à bonne selon la zone échantillonnée. Les faibles teneurs enregistrés peuvent être attribuées à l'utilisation du phosphore par le phytoplancton et la végétation aquatique, cette assimilation est plus importante au printemps/été période de forte activité photosynthétique.

Comme ce fut le cas pour l'azote ammoniacal, on mesura un pic de concentration des ions phosphates (1.04mg/l) en mois de décembre. Le constat concordait avec la chute des taux en oxygène dissous ci-avant discutées. Ces fluctuations sont en rapport avec les apports des oueds qui en période hivernale charrient d'importantes quantités de phosphates (et de matière organique) résultants de rejets agricole et urbain. Cette période de l'année, correspond aussi à la faible répartition de la flore (consommatrice du phosphore) dans le lac.

IV.2.2 Variations spatiotemporelles des nutriments dans le lac Oubeira

Les variations spatiotemporelles des nutriments (nitrites, nitrates, ammonium et phosphore) sont graphiquement indiquées par les figures ci-dessous.

Le pic de concentration en nitrite relevé le mois de juin provient de la station S4 (village de firine).

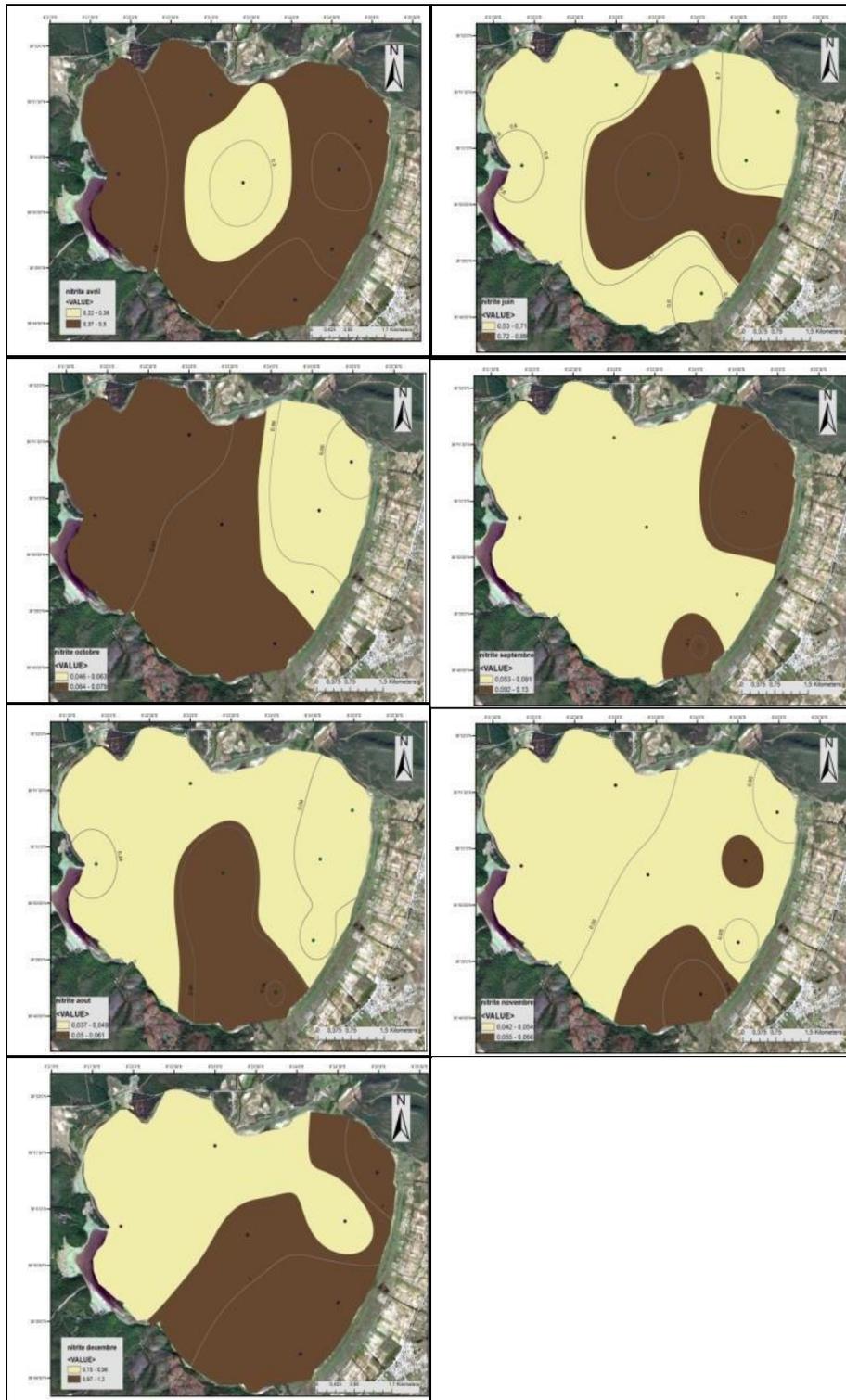


Figure N° (IV.14) : Variation spatiotemporelle des nitrites dans le lac Oubeira.

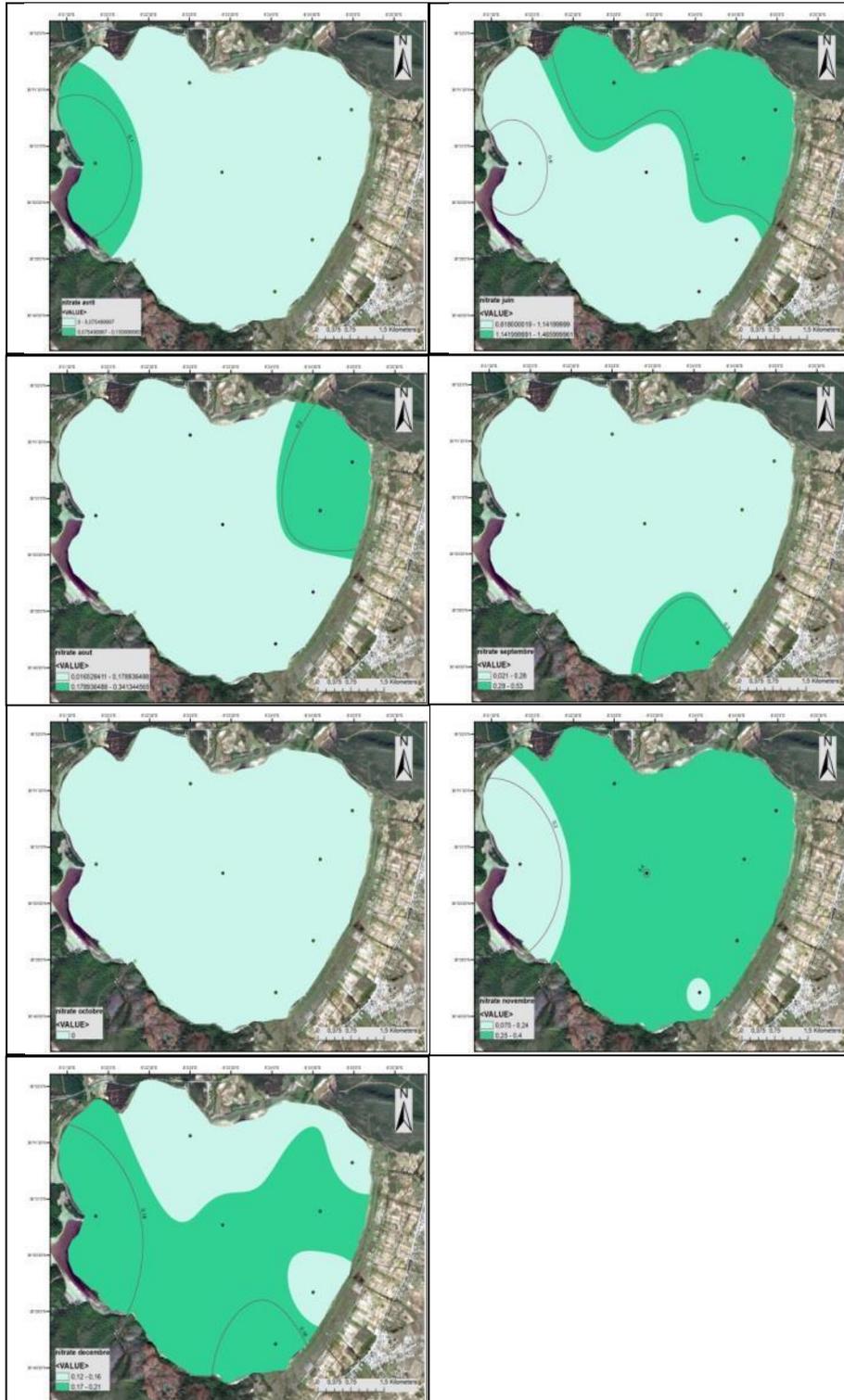


Figure N°(IV.15) : Variation spatiotemporelle des nitrates dans le lac Oubeira.

De la figure IV.15, il se dégage que les stations faiblement chargées en nitrates sont majoritaires par rapport à celles les plus concentrées. Ainsi, en mois d'octobre l'unique classe cartographique est représentée.

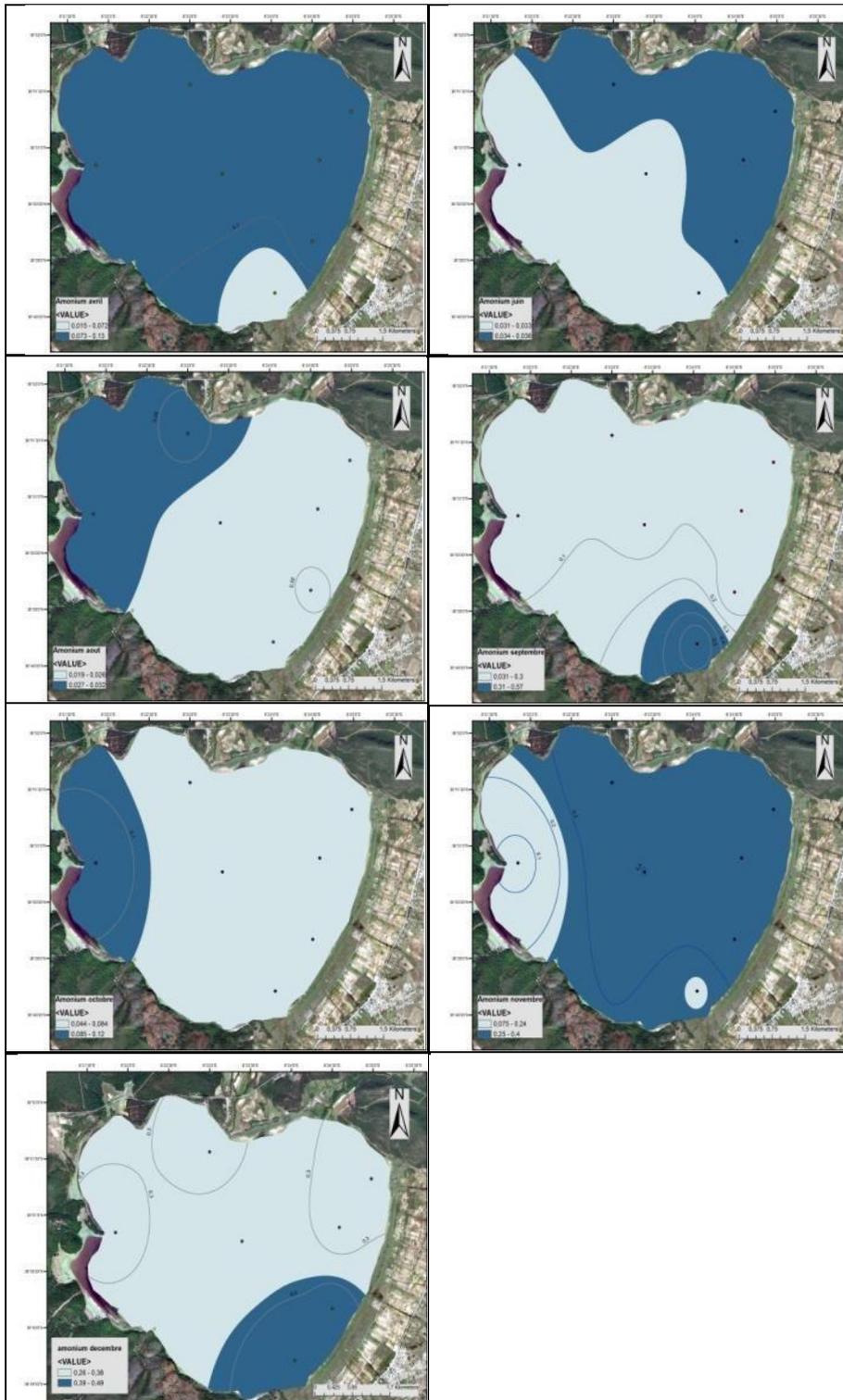


Figure N°(IV.16) : Variation spatiotemporelle de l'azote ammoniacal dans le lac Oubeira.

Pour l'ammonium, les deux stations S2 (oued Bouhchicha) et S4 (village d frin) qui sont responsables des augmentations des teneurs ammoniacales dans le lac Oubeira.



Figure N°(IV.17) : Variation spatiotemporelle des ortho-phosphates dans le lac Oubeira.

Chapitre IV : Résultat et discussion

Le scénario hivernal, en mois de décembre, de l'augmentation des teneurs en ions phosphate était le résultat des apports des stations S2 (oued Bouhchicha), S4 (village dEl- frin) et S6 (oued demnet Erihen).

Le traitement cartographique des résultats des apports en nutriment a mis en évidence que les stations de la rive Nord-Est et Sud-Est qui semblent les plus influençant sur la qualité du lac Oubeira.

IV.3 Traitement statistique des résultats physicochimiques

TableauN°(IV.1) : Corrélations binaires entre les paramètres physicochimiques du lac Oubeira

Paramètre	T°C	pH	C-E	O ₂ dis	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	NH _{3,4}	PO ₄ ³⁻
température	1,00							
pH	0,34	1,00						
Conductivité	-0,97	-0,52	1,00					
Oxygène dissous	0,41	0,97	-0,55	1,00				
Nitrite	-0,78	-0,85	0,87	-0,88	1,00			
Nitrate	-0,51	0,62	0,31	0,51	-0,12	1,00		
Ammonium	-0,97	-0,19	0,88	-0,32	0,68	0,64	1,00	
Phosphate	-0,73	-0,85	0,80	-0,92	0,98	-0,14	0,67	1,00

D'après le tableau suivant on remarque que :

-Il y'a une corrélation significative négative entre la température et différents paramètres tels que la conductivité, les nitrites, l'ammonium et les phosphates, en effet la température influe sur les concentrations de ces différents paramètres, plus la température augmente plus les concentrations de ces différents paramètres diminuent.

- A noter que pour le PH une corrélation significative positive avec l'oxygène dissous, ils varient donc simultanément, tandis qu'on constate une corrélation négative avec les sels nutritifs comme les nitrites et les phosphates, plus la concentration du PH augmente plus les concentrations de ces derniers diminuent.

- Pour la conductivité on y retrouve une forte corrélation positive avec les sels nutritifs tels que les nitrites, l'ammonium et les phosphates, ils varient de façon simultanée.

- Pour ce qui est de l'oxygène dissous on y trouve une corrélation significative négative avec les sels nutritifs tels que les nitrites et phosphate, donc plus l'oxygène dissous augmente plus les concentrations de ces derniers diminuent.

- Enfin en ce qui concerne les sels nutritifs, chaque paramètre varie de façon indépendante sauf pour les nitrites et les phosphates où on note une forte corrélation positive, ils varient donc de façon simultanée.

IV.3.1 Projection des variables sur le plan factoriel

IV.3.1.1 Principe de l'ACP :

Sert à mettre en évidence des similarités ou des oppositions entre variables et à repérer les variables les plus corrélées entre elles

Consiste à remplacer une famille de variables par de nouvelles variables de variance maximale, non corrélées deux à deux et qui sont des combinaisons linéaires des variables d'origine. Ces nouvelles variables, appelées composantes principales, définissent des plans factoriels qui servent de base à une représentation graphique plane des variables initiales. L'interprétation des résultats se restreint généralement aux deux premiers plans factoriels (Béguin & Pumain, 2000)

L'Analyse en Composantes Principales appliquée sur les huit paramètres et les sept mois (Fig 19) ont montré que les résultats pourraient être regroupés dans un modèle à deux composantes, qui représentent 71,4% de toutes les variations de données.

Le groupe (phosphates, ammonium et conductivité) affiche des valeurs élevées dans la première composante (F1, contribution de 39,7%), correspond au groupe du mois (12) dans l'axe (F1*F2, Fig. 19). Ce qui indique que pendant la période hivernale, des apports importants en ces deux éléments nutritifs se déversent dans le lac. La figure montre également que les apports élevés en nitrates et nitrites se manifestent dans le mois de Juin (6). Ainsi, des valeurs similaires en pH et oxygène dissous se manifestent dans les mois 9, 10 et 11.

Enfin, la température est le seul paramètre qui présente des différences significatives entre les mois, il est représenté sur l'axe 2 (F2, contribution de 31,7%) sur la figure .

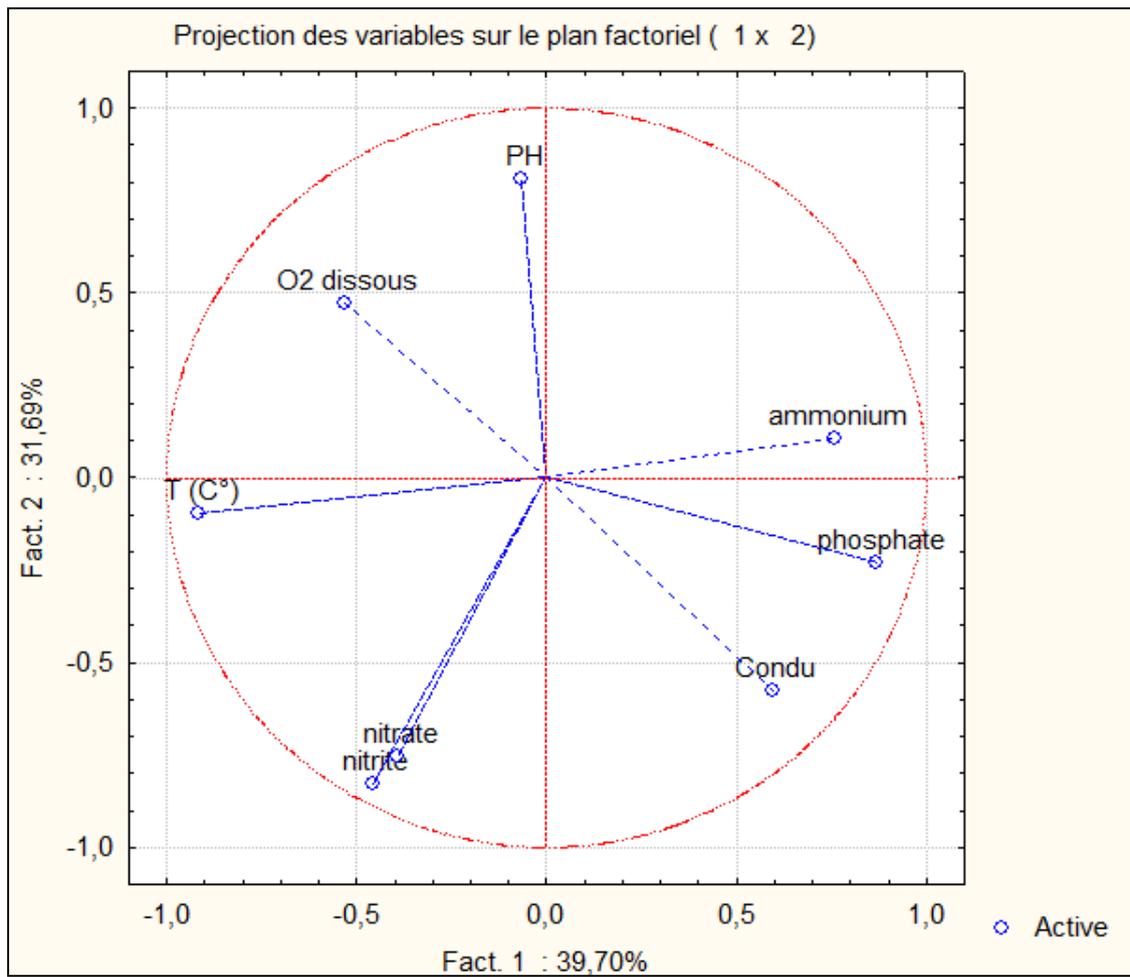


Figure N°(IV.19) : Projection des mois dans le plan factoriel (1x2).

Chapitre IV : Résultat et discussion

IV.4 Résultats du contrôle bactériologie de l'eau du lac Oubeira

❖ Coliformes totaux (CT)

Tableau N°(IV.2) : les résultats bactériologique des coliformes totaux au fil des mois

station date	S 1		S 2		S 3		S 4		S5		S6		S7	
	(germes /100 ml)													
méthode	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
avril	70	-	90	-	80	-	30	-	10	-	100	-	110	-
juin	160	-	600	-	300	-	50	-	0	-	40	-	40	-
août	-	28	-	14	-	13	-	43	-	28	-	35	-	28
septembre	-	7	100	240		40		240	100	35	170	160	40	240
octobre		9	60	9		5	38	0	72	5	35	0	40	0
novembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

❖ Coliformes Fécaux (CF)

Tableau N°(IV.3) : les résultats bactériologique des coliformes fécaux au fil des mois

station date	S 1	S 2	S 3	S 4	S5	S6	S7								
	(germes /100 ml)														
méthode	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
avril	0	-	10	-	0	-	0	-	0	-	0	-	10	-	
juin	00	-	300	-	0	-	0	-	0	-	20	-	20	-	
août	-	18	-	8	-	8	-	28	-	14	-	12	-	18	
septembre	100	5	0	12				8	80		10	43	20	18	
octobre		5	60	5		3	38	0	72	3	35	3	40	0	
novembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

❖ Streptocoques Fécaux (SF)

Tableau N°(IV.4) : les résultats bactériologique des streptocoques fécaux au fil des mois

station date	S 1	S 2	S 3	S 4	S5	S6	S7								
	(germes /100 ml)														
méthode	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
avril	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	
juin	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	
août	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	
septembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	
octobre	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
novembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

1 : Méthode de filtration sur membrane

2 : Méthode classique.

Les résultats des prélèvements des germes fécaux trouvés sont comparés aux critères de qualité bactériologique des eaux de surface (Ministère de l'Environnement et de la faune du Québec, Direction des écosystèmes aquatiques)

Tableau N°(IV.5) : Classification des eaux du lac Oubeira selon le nombre des Coliforme Fécaux

Nombre de coliformes Fécaux /100ml	Appréciation
[1-20]	Excellente
[21-100]	Bonne
[101-200]	Satisfaisante
[201-1000]	Mauvaise
>1000	Polluée

Tableau N°(IV.6) : Appréciation de la qualité des eaux du lac selon le nombre Des coliformes fécaux

Mois	Appréciation
Avril	Excellente qualité pour toutes les stations
Juin	Excellente qualité sauf pour la station 2 est de mauvaise qualité
Aout	Excellente qualité sauf pour la station 4 est de bonne qualité
Septembre	Bonne qualité pour la station 1 ,5 par la première méthode et la station 6 par la deuxième méthode, pour les autres stations sont d'excellentes qualité
Octobre	Excellente qualité de toutes les stations par la deuxième méthode Bonne qualité par la première méthode

Chapitre IV : Résultat et discussion

IV.5. La pêche :

Tableau N°(IV.7) : Inventaire des espèces de poissons pêchées

	Effectifs	Espèces pêchées	Abondance
Avril	17 individus	<ul style="list-style-type: none"> • 16 carpes communes • 1 mulot 	
Juin	54 individus	<ul style="list-style-type: none"> • 53carpe commune (21 ♂,22 ♀) • 1 mulot(♂) 	98,94% carpe 1,85% mulot
Août	81 individus	<ul style="list-style-type: none"> • 15carpe commune (7♂,7♀,ind) • 13 mulot (7♂,6♀) • 53 barbeaux (25♂,28♀) 	18,51% carpe 16,04% mulot 65,43 % barbeau
Septembre	184 individus	<ul style="list-style-type: none"> • 67 carpe commune (10♂,14♀, 9ind) • 4 carpe royale(1♂,3♀) • 6 mulot (7♂,6♀) • 107 barbeaux (22♂,11♀) 	79,76% Carpe commune 2,17 % Carpe royale 3,26% mulot 58,15 barbeaux
Octobre	91 individus	<ul style="list-style-type: none"> • 31carpe commune (14♂,16♀,1 ind) • 10 mulot (2♂,8♀) • 50 barbeaux (18♂,11♀,2 ind) 	34,05 % carpe 10,98% mulot 54,94 barbeau
Novembre	225 individus	<ul style="list-style-type: none"> • 20 carpe commune (1♂,9♀) • 5 mulot (1♂,4♀) • 200 barbeaux (20 ♂,20♀,2 ind) 	8 ,88%carpe commune 2,22 % mulot 88,88% barbeau
Décembre	66 individus	<ul style="list-style-type: none"> • 22 carpe commune (9 ♂,13♀) • 6 mulot (1♂,4♀,1ind) • 38 barbeaux (26 ♂,5♀,2 7ind) 	33 % carpe Commune 9% mulot 57% Barbeau

Chapitre IV : Résultat et discussion

Au total au cours des sept campagnes de pêches effectuées dans des périodes différentes 4 espèces de poissons ont été inventoriées. Les espèces ont été pêchées à l'aide d'un filet trémail, composé lui de trois nappes de filets emmêlé le poisson, les filets sont calés à la tombée de la nuit et relevé au levé du jour, chaque filet cible une espèce différente

Nous présentons ci-dessous toutes les espèces recensées, accompagnées de leur position systématique, leur biologie et leur statut écologique.



Espèce: *Cyprinus carpio*

Famille: Cyprinidés

Synonymes:

Nom vernaculaire: Carpe commune

Description:

- Corps élancé avec une nageoire dorsale continue, recouvert d'écailles
- Lèvre supérieure avec deux longs et deux courts barbillons
- 33 à 40 écailles le long de la ligne latérale



Taille maximale: 57 cm

Engin de pêche: nasses, trémail

Sexualité: gonochorique

Période de reproduction: mai (température > 17°C)

Régime alimentaire: puce d'eau, larves de diptères, vers, divers petits mollusques

Habitat: pleine eau

Statut écologique: allochtone

Statut économique: comestible, commercialisée

Disponibilité: très abondante

Espèce: *Cyprinus carpio*

Famille: Cyprinidés

Synonymes:

Nom vernaculaire: Carpe royale

Description:

- Corps élancé avec une nageoire dorsale continue
- Corps avec de grandes écailles miroitantes, irrégulièrement disposées et de tailles différentes
- Lèvre supérieure avec deux longs et deux courts barbillons
- 33 à 40 écailles le long de la ligne latérale



Taille maximale: 39 cm

Engin de pêche: nasses, trémail

Sexualité: gonochorique

Période de reproduction: mai (température > 17°C)

Régime alimentaire: puces d'eau, larves de diptères, vers, divers petits mollusques

Habitat: pleine eau

Statut écologique: allochtone

Statut économique: comestible, commercialisée

Disponibilité: peu abondante.



Espèce: *Barbus callensis*

Famille: Cyprinidés

Synonymes:

Nom vernaculaire: Barbeau de la Calle

Description:

- Bouche s'ouvrant vers le bas, pourvue de quatre barbillons
- Le plus long rayon de la dorsale ossifié, avec bord postérieur dentelé
- Dorsale et anale courtes

- 55 à 65 écailles le long de la ligne latérale
- Couleur variable



Taille maximale: 35 cm

Engin de pêche: nasses, trémail

Sexualité: gonochorique

Période de reproduction: mai - juin

Régime alimentaire: mollusques, insectes divers, débris de végétaux. Les adultes mangent aussi les petits poissons.

Habitat: au fond par petits bancs

Statut écologique: autochtone

Statut économique: comestible, non commercialisée

Disponibilité: abondante



Espèce: *Liza ramada* (Risso, 1826)

Famille: Mugilidés

Synonymes: *Mugil capito* (Cuvier, 1829)

Nom FAO: mullet porc

Description:

- Écailles pré-dorsales jusqu'au bout du museau
- 7 à 8 caecum pyloriques subégaux
- Écailles de la ligne latérale : 40 à 46



Taille maximale: 43 cm

Engin de pêche: filets maillants, bordigue

Sexualité: gonochorique

Période de reproduction:

Régime alimentaire: omnivore

Habitat: pélagique

Statut écologique: autochtone, migrateur marin

Statut économique: comestible et commercialisée

Disponibilité: peu abondant

Sur l'ensemble du lac, un total de 566 individus a été récolté durant 7 campagnes réparties en 183 mâles et 167 femelles. L'identification du sexe est fondée sur l'observation macroscopique des gonades en s'intéressant à sa consistance, sa vascularisation et le volume qu'elle occupe dans la cavité abdominale. En effet, lors de la période de reproduction, une simple pression sur l'abdomen permet de déceler la nature du produit génital : un liquide blanchâtre chez les mâles et des ovocytes chez les femelles. Nous avons procédé en outre, à la dissection de l'animal pour s'assurer de l'identification du sexe.

❖ **Sexe ratio :**

La répartition numérique des sexes ou sex-ratio est un indice biologique important car la proportion des mâles et des femelles peut affecter le succès reproductif de l'espèce. Il renseigne sur l'équilibre des sexes à l'intérieur d'une population donnée, la détermination de la sex-ratio n'est possible qu'après éviscération et détermination macroscopique du sexe par observation directe de la gonade.

❖ Distribution des pêches

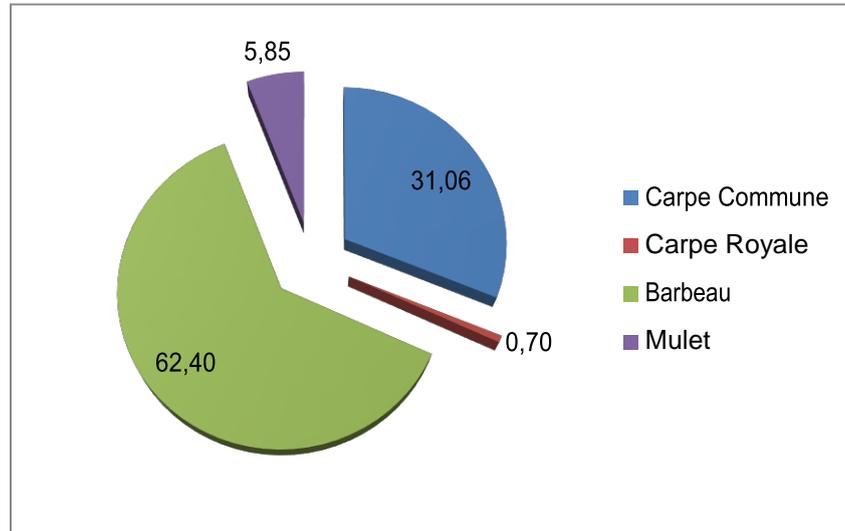


Figure N°(IV.20) : Distribution de pêches au sein du lac

On remarque que le barbeau qui est le plus dominant dans le lac occupe plus de la moitié des individus pêchés avec un pourcentage de 62.40%. En seconde position la carpe commune qui est aussi abondante avec un pourcentage de 31.06%. Le mulet étant en faible présence avec un taux de 5.85% et enfin la carpe royale avec un tout petit pourcentage de 0.70%.

Ainsi, et parmi les 4 espèces capturées nous avons choisi la carpe commune (*cyprinus caprio*) et le barbeau (*barbus calensis*) pour la suite de notre étude.

❖ A : La carpe commune (*cyprinus carpio*) :

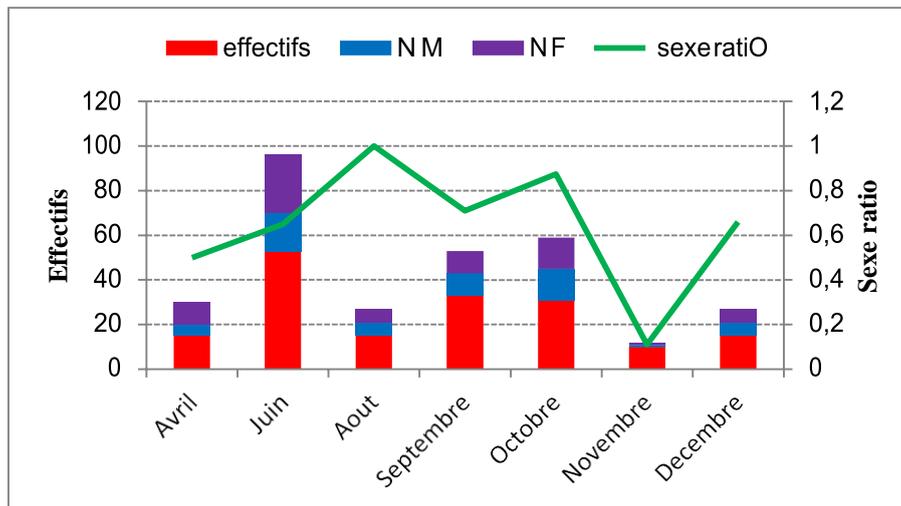


Figure N°(IV.21): Evolution mensuelle des effectifs par sexe et du sexe ratio de la carpe

D'après la figure on remarque une variation des effectifs et du sexe au fil des mois. L'évolution mensuelle du taux de féminité au cours du cycle étudiés a montré que les femelles sont toujours plus abondantes que les mâles pendant toute l'année à l'exception du mois d'aout où on a marqué une équitabilité entre les deux sexes.

L'effectif le plus important des femelles est observé dans le mois de juin (période de reproduction). La valeur globale de la sex-ratio de l'ensemble d'échantillon était de l'ordre de 64.35 % en faveur des femelles.

La maturité sexuelle du *Cyprinus carpio* peut être considérée comme précoce dans les lacs contrairement à celle des males ce qui peut expliquer l'abondance des femelles par rapport au males. Nos résultats sont comparables aux résultats de Crivelli (1981) en France (Camargue) et Winker et al. (2011) en Afrique du Sud , Hadjlaoui et all (2016) en Tunisie.

À l'inverse, le sex-ratio est de l'ordre de 1:1 au niveau de la rivière de Guadalquivir (sud-ouest de d'Espagne), au réservoir tropical Amerti (Éthiopie) (Fernandez-Delgado,

1989 ; Hailu, 2013), ainsi que dans d'autres secteurs géographiques comme la Turquie et au Kenya (Kartas, 2005 ; Mert, 2008 ; Ougi, 2011). Losse et al. (1991) ont observé une domination nette des mâles chez les carpes dans la retenue de barrage de Sidi Salem au .

❖ Relation taille sexe ratio

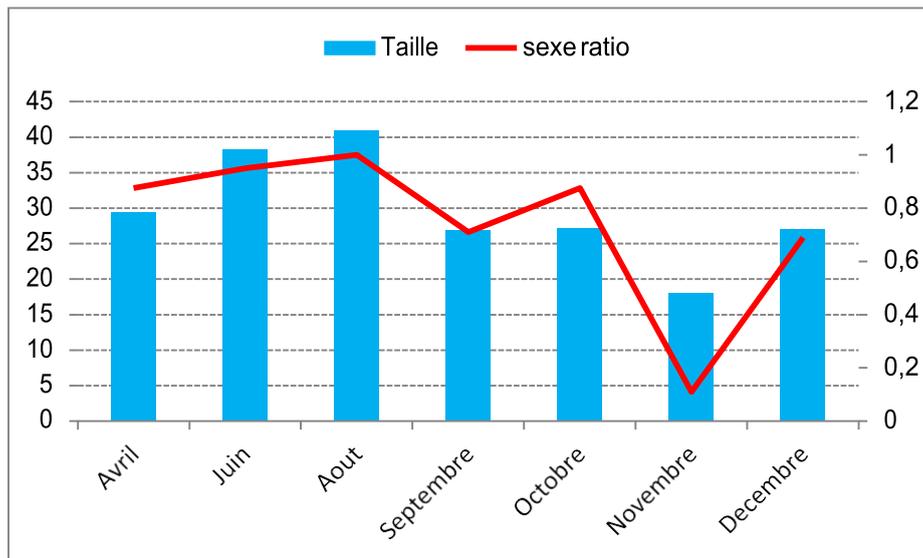


Figure N°(IV.22) : Evolution du sexe ratio par classe de taille

La répartition du sexe ratio en fonction de la taille montre qu'il y a une relation positive taille sexe/ratio. Le pourcentage des femelles par rapport aux mâles évolue proportionnellement à la taille ; la diminution du nombre de mâles en faveur de femelles peut être attribuée à une croissance plus rapide de ces dernières.

❖ B : Le barbeau (*Barbus callensis*)

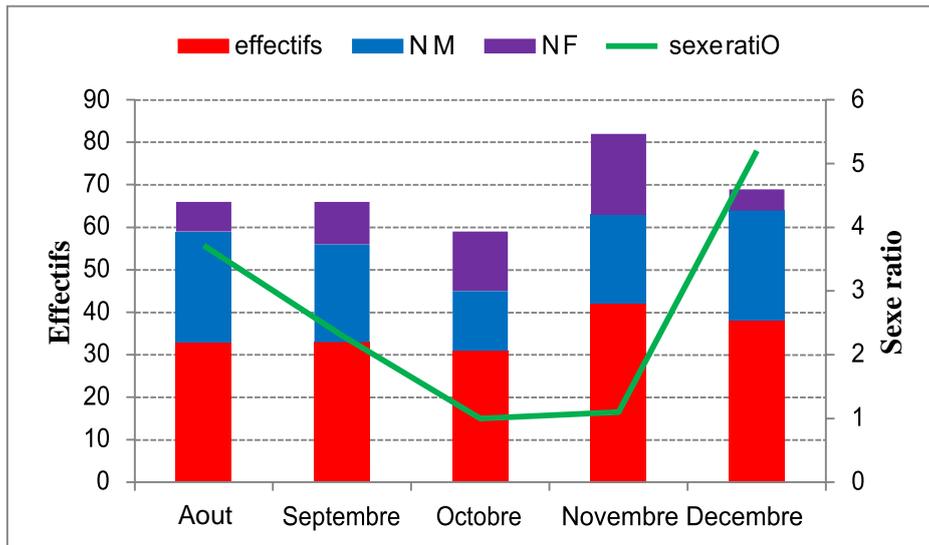


Figure N°(IV.23) : Evolution mensuelle des effectifs du barbeau par sexe et du sexe ratio

On remarque que la population du barbeau est en faveur des mâles dans l'ensemble des mois. Le sexe ratio atteint son maximum dans le mois de décembre ou on trouve 5.2 male pour une femelle. Cette différence pourrait être due à plusieurs facteurs notamment à la prédominance des mâles pendant la période de reproduction (Mai , juin on a pas capturé du barbeau dans cette période). Ces mâles présenteraient alors une grande activité et plusieurs d'entre eux courtiseraient une seule femelle ce qui nous donne une grande chance de pêcher plutôt des mâles que des femelles.

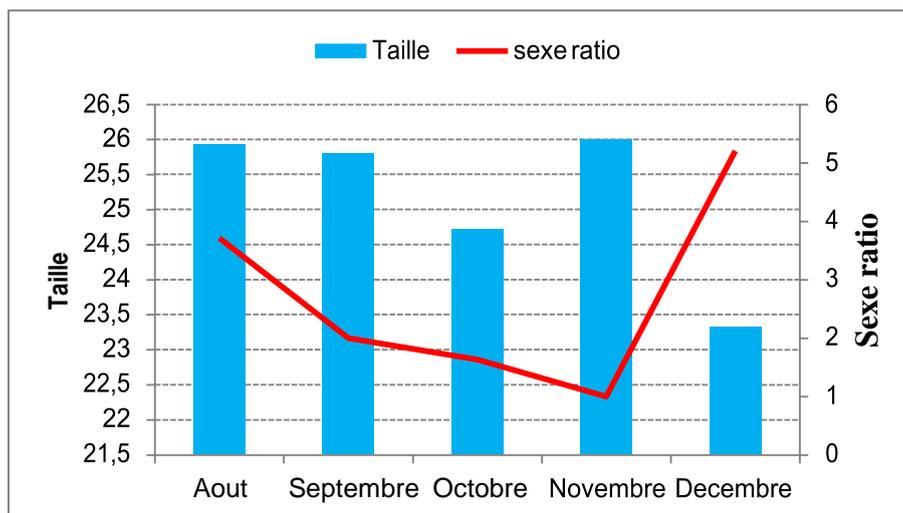
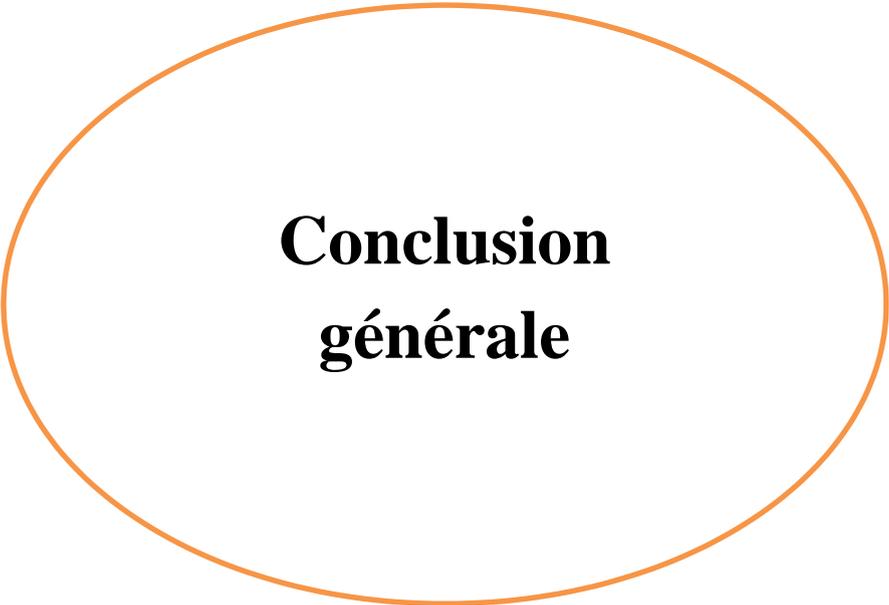


Figure N°(IV.24) : Evolution du sexe ratio du barbeau en fonction de la taille

Chapitre IV : Résultat et discussion

On remarque d'après le graphe que la taille n'affluence pas sur la répartition des sexes des barbeaux. Donc d'autres facteurs influencent sur la distribution des mâles et des femelles de cette espèce. Divers facteurs peuvent déterminer le succès de la reproduction de ces espèces qui exige des conditions bien précise telle que la qualité d'eau, les éléments nutritifs, les substrats de reproduction et la végétation.



**Conclusion
générale**

Conclusion :

D'après les données rapportées dans des études antérieures et les fluctuations des paramètres physicochimiques relevés dans cette étude, nous pouvons affirmer que les facteurs majeurs qui influencent le fonctionnement du lac Oubeira sont les vents, les précipitations, la température et l'ensoleillement. Les variations de ces paramètres ont des effets immédiats sur l'écosystème et sont par ailleurs liés au rythme des saisons.

La température est l'un des facteurs qui répond le plus aux changements climatiques ; ce paramètre montre des écarts importants (6°C en l'espace de 2 mois) du fait que le lac présente une faible masse d'eau et surtout une faible profondeur.

L'alcalinité du pH ne peut être qu'en faveur d'une forte production primaire favorisant ainsi le classement du lac Oubeira dans la catégorie eutrophe.

En plus des apports anthropiques, les sels nutritifs proviennent de la matière organique sédimentaire qui les relargue sous l'action de bactéries et dans des conditions de température et d'hydrodynamisme favorables. Néanmoins, les teneurs n'étaient pas inquiétantes.

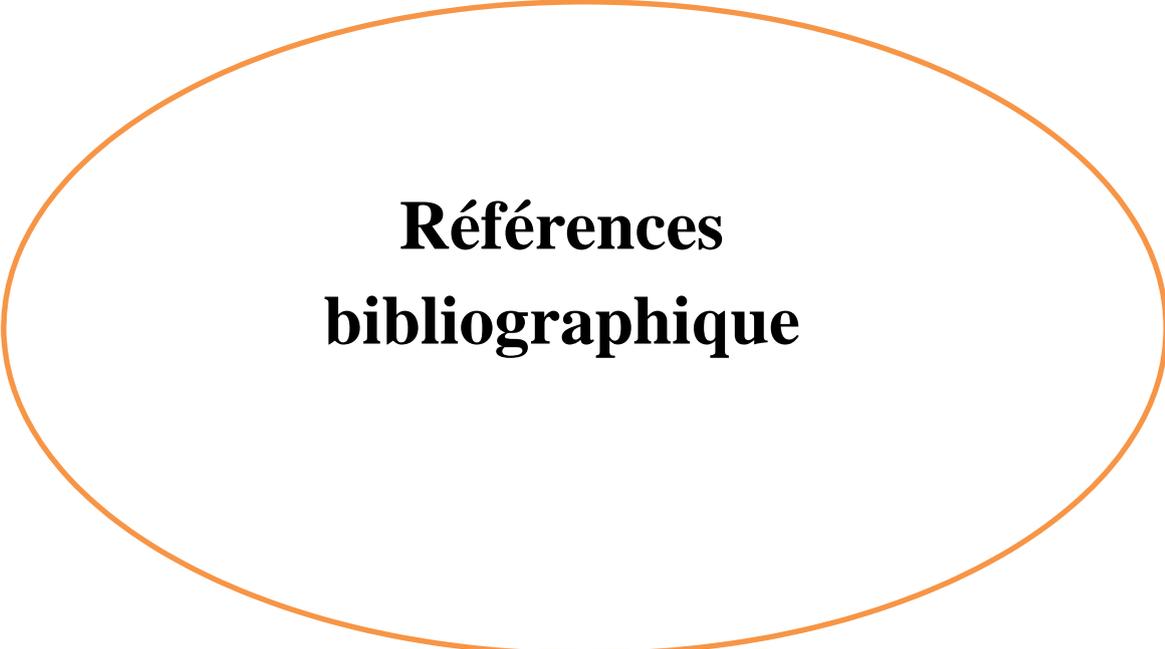
L'oxygénation du lac est fortement influencée par la température et par le taux de renouvellement des eaux ; toutefois la biomasse microalgale et la masse chlorophyllienne qu'elle représente contribuent fortement à l'oxygénation du lac qui à certaines périodes montre des teneurs en oxygène dissous élevées (7 à 8mg/l) correspondant à une sursaturation de l'eau en oxygène. Par ailleurs, comme dans tout milieu eutrophe, à forte production primaire, le lac Oubeira est sujet à des épisodes d'hypoxie en relation avec les apports hivernaux en matières organiques ainsi qu'à la mort de la biomasse phytoplanctonique et sa dégradation par des bactéries fortes consommatrices d'oxygène qui provoquent une forte déplétion de cet élément dans l'eau.

Aussi, la qualité bactériologique des eaux du lac Oubeira varie entre bonne et excellente. Cependant, un contrôle de parasites et de cyanobactéries est fortement recommandé dans les approches biologiques de surveillance de la qualité des écosystèmes aquatiques.

Par ailleurs, le lac Oubeira montre des capacités et/ou potentialités d'aquaculture assez propices surtout pour la carpe commune. Cependant, la pratique d'élevage aquacole doit être optée avec prudence excessive. Durant la décennie 80, un ensemencement de carpe herbivore dans le lac, a eu pour conséquence, quelque année plus tard, la disparition de l'ensemble des populations nicheuses d'Anatidés, de Rallidés, de foulques. Cette disparition était consécutive à la destruction du couvert d'hélophyte, plantes aquatiques essentielles pour la nidification de l'avifaune, par la carpe herbivore qui les intégrait dans son régime alimentaire.

Il est recommandé (judicieux) donc d'étudier les interactions majeures qui se mettent en place dans le lac Oubeira concernant les relations entre la végétation (macrophytes et plancton), l'avifaune, la faune piscicole, la faune invertébrée et le milieu aquatique.

La cartographie et la pratique des statistiques sont apparues comme outils très intéressants, pertinents et primordiaux pour la compréhension des phénomènes naturels ainsi que leurs interprétations et leurs présentations.



**Références
bibliographique**

Bibliographie :

Abdiouene, A. 1998. « Études des zones périphériques des zones humides dans le parc national d'El Kala

Abederrafik Meddour., 2001, biodiversité et développement piscicole du lac Oubeira (parc national d'El Kala –Algérie) Université des sciences et techniques du Languedoc, 326 p.

Alayat H. (1991)-Les eaux superficielles et la nappe phréatique de la plaine D'Annaba.the.Doct., Univ de Nancy II, 382p)

Beguïn M ., Pumain D., 2000 (2^e ed.), La représentation des données géographique, statistiques et cartographie, Paris, Armand Colin.

Belair (de), G. 1990. « Structure, fonctionnement et perspectives de gestion de quatre écosystème lacustres et marécageux (El Kala, Est algérien) ". Thèse de doctorat, Montpe

Belhadj, G. 1996. « Contribution à la cartographie des ornithocènes en Algérie : Atlas de l'avifaune nicheuse du parc national d'El Kala ". Thèse de magister, Alger, INA, 200 p.

Belouahem A, Belouahem F, Belair G., 2009, Biodiversité Floristique et Vulnérabilité des Aulnaies Glutineuses de la Numidie Algérienne (N.E Algérien). European Journal of Scientific Research Vol.32 No.3 : 329-361.

Bentouili Med Yassine ., 2007, Inventaire et Qualité des Eaux des Sources du Parc National d'El-Kala (N-Est, algérien), Ingénieur d'Etat, Université Badji Mokhtar-Annaba, Département de Géologie, p134.

Benyacoub, S., & Chabi, Y., 2000. Diagnose écologique de l'avifaune du Parc National d'El-Kala. *Synthèse*, 7(6), 3-98

Benyacoub., 2002 : Diagnostic de l'avifaune du parc national du parc national d'el Kala, Composition, statut et répartition, étude individuelle, projet du plan de gestion du PNEK et du complexe des zones humides –El Kala ,68p

Bielsa, S., 2009. Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes. *Contribution à la décision publique. Rapport du centre d'analyse stratégique (CAS), France.* ,15-137p.

- BOUMEZBEUR A. (2001).**-Atlas des zones humides algériennes d'importance internationales. Direction Générale des Forêts, Ben Aknoun Alger, 65 pp.
- Chabbi, Yacine et Slim Benyacoub. 2000.** Diagnose écologique de l'avifaune du Parc National d'El Kala, composition - statut - répartition. Synthèse, Revue des sciences et technologie. Publication de l'Université d'Annaba (Algérie). no 7, juin 2000, 98 p.
- Chalabi B. & Van Dijk G., 1987.**-Les zones humides dans la région d'Annaba El Kala. Rapport n°24.WIWO
- Clement B.,** Enjeux rôles et fonctions des zones humides, Ramsar-2 Février 2012 Université de Rennes 1 (France).41p
- Dandelot S., Matheron R, Le petit J., Velarque R., Cazaubon A.,(2005)-** Variation temporelle de trois paramètres physico-chimiques et microbiologiques de trois écosystèmes aquatiques (Sud-est de la France) envahi par des ludwigia .CR Biologies.soc.Geol.fr.,(7),xii,p.328-337.Paris
- DE BELAIR G., 1990** – Structure, fonctionnement et perspectives de gestion de quatre éco-complexes lacustres et marécageux (El-Kala, Est algérien). Thèse. Doct. Univ. Montpellier II, 193 p + Annexes.
- Environnement Canada, 2007.** Centre, Info, Eau et Sédiment.
- F Moatar, F Fessant, A Poirel., 1999.** pH modelling by neural networks. Application of control and validation data series in the Middle Loire river Ecological Modelling; Elsevier.
- Fustec. ,2000 .**Fonctions et valeurs des zones humides .Paris : Dunod.
- Gaujous D., 1995,** La pollution des milieux aquatiques Aide-mémoire, 2eme Ed. Lavoisier. ISBN: 2-7430-0021 (1995) 224.
- Hamouda, S., & Tahar, A., 2012.** Apport de l'analyse spatiale dans le suivi du couvert végétal du parc national d'El-Kala, (Algérie). *Synthèse: Revue des Sciences et de la Technologie*, 25(1), 59-70p

- Horn, J.A. and Goldman, C.R. (1994)** Phosphorus Cycling in the Water Column. In: Limnology, McGraw-Hill Inc., New York, 163-164.
- Joleaud, L. 1936.** " Étude géologique de la région de Bône et de la Calle ». Bull. Serv. Carte géol. Algérie (Typo litho et Cie, Alger), 2, série n° 12, 185 p
- Kara, H. (1995)** - L'aquaculture en Algérie. Histoire, situation et possibilités. La Pêche Maritime, Sept.-Oct. 1995, 202-204.
- Landscape Aménagement Co. 1998.** Plan directeur de gestion du Parc National d'El Kala et du complexe des zones humides + 16 cartes au 1/25 000. Agence nationale pour la conservation de la nature. Algérie
- MDDEFP, 2013.** Critères de qualité des eaux de surface au Québec.
- Mehanned S, Chahlaoui A, Zaid A, Samih M, 2014.** Typologie de la qualité physico-chimique de l'eau du barrage Sidi Chahed-Maroc (Typology of the physic-chemical quality of the waters of the dam Sidi Chahed-Morocco). J. Mater. Environ. Sci. 5 (5) (2014) 1633-1642.
- Morin M, Le Hénnaf A, Ghassen I .2015.** Étude diagnostique du lac Long (MRC de Témiscouata, Région Bas-Saint-Laurent). Sept-Îles, Organisme de bassins versants Duplessis, 114 p.
- Nader K & Paul H, 2004** Les pressions anthropiques et leurs impacts sur les situations qualitatives et quantitatives de l'eau dans le Bassin versant de la Seine
- Raachi L., 2007** Etude préalable pour une gestion intégrée des ressources du bassin versant du Lac Tonga au nord- est algérien. . Mémoire présenté comme exigence partielle de la maîtrise en géographie, Université DU Québec A Montréal.166p
- Ramsar., 2000.** La boîte à outil de l'utilisation rationnelle des zones humides .Suisse : Bureau de la convention Ramsar.
- Raoult J.-F. (1974)**-Géologie du centre de la chaîne numidique (Nord du constantinois, Algérie).Thèse Sc .Paris .Mém.Soc.Géol.Fr. N.S., LIII, mém

. n 121, p1-163., Paris.

Rodier J ., 2005, L'analyse de l'eau- Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer

Roxane. 2007, Diagnose écologique du lac des Roches (Réservoir d'eau potable) Rapport final.

Samraoui, B & de Bélair G ., les zones humides de la Numidie orientale (bilan des connaissances et perspectives de gestion

Samraoui, B et Belair (de), G. 1997. « Connaissance du fonctionnement écologique des zones humides du parc national d'El Kala et établissement des règles de gestion spécifiques » Étude d'expertise, Projet GEF/Banque mondiale

Sarri D. ,2017 Développement durable au sein des aires protégées algériennes, cas du parc national d'El Kala et des sites d'intérêts biologiques et écologique dans la région d'El-tarf. 22 ,80p.

Skinner, J et S Zalewski. 1995 Fonctions et valeurs des zones humides. MedWet/IICONA. Volume, 1, 111, p.

Slim K., Saad Z., El Samad O., Kazpard V., *Revue Sécheresse*, 16 (2005) 31-35.

Wetzel, R. G, 2001, Limnology and River Ecosystems. 3rd edition, Academic Press.

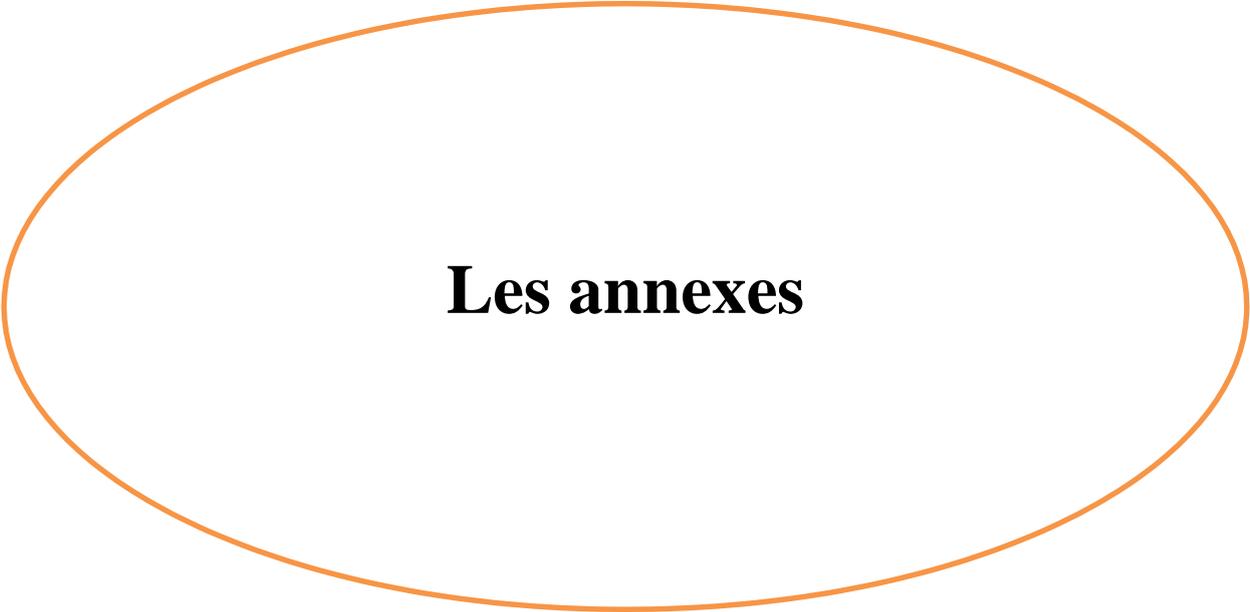
Webographie:

Actu environnement : https://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/zone_humide.php4

Site consulté le 03/05/2019.

Ramsar Algérie : <https://www.ramsar.org/fr/zone-humide/algerie>

Site consulté le 08/05/2019.



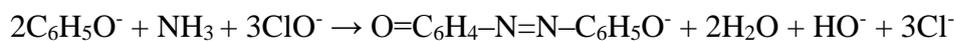
Les annexes

ANNEXE (A)

Dosage de l'azote ammoniacal par la méthode au bleu d'indophénol

❖ Principe

La méthode décrite mesure la totalité de l'azote ammoniacal, soit $N-NH_3 + N-NH_4^+$, symbolisé par $N-NH_{3,4}$. Il s'agit de la méthode de Koroleff (1969) qui est simple et qui offre une bonne précision ainsi qu'une bonne sensibilité.



Dans un premier temps, l'ammoniac forme une monochloramine avec l'hypochlorite en milieu légèrement basique. Cette dernière réagit avec le phénol en présence d'un excès d'hypochlorite pour former le bleu d'indophénol absorbant à 630 nm.

❖ Mode opératoire

03ml du réactif (A), solution de phénol-nitroprussiate sont additionnés à 100ml du filtrat récupéré. Directement après homogénéisation, 03ml du réactif (B) solution alcaline d'hypochlorite sont ajoutés au mélange.

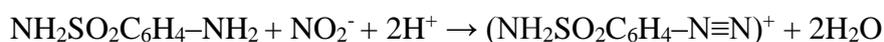
L'échantillon final homogénéisé est placé à l'obscurité pendant une nuit à température ambiante. Ainsi l'absorbance est mesurée à 630nm.

Dans le blanc l'eau distillée remplace les 100ml du filtrat.

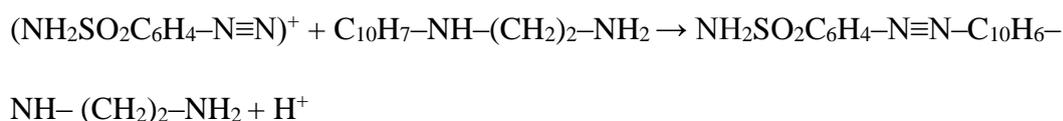
• Dosage de l'azote nitreux

❖ Principe

Les ions nitrites forment un diazoïque avec la sulfanilamide en milieu acide ($pH < 2$) selon la réaction :



Puis le diazoïque réagit avec le N-naphtyl-éthylènediamine pour former le colorant :



Le colorant rose absorbe à la longueur d'onde de 543 nm.

❖ Mode opératoire

01ml de réactif (C), solution de sulfanilamide est ajouté à 50ml de filtrat. Après homogénéisation, on laisse reposer 02 à 08 minutes et on ajoute 01ml de réactif (D) solution de n-naphtyl-éthylènediamine « voir annexe (C) » au mélange. Après au moins 10 minutes (sans dépasser les 02h) de repos la lecture de l'absorbance des échantillons est faite à 543nm.

Dans le blanc l'eau distillée remplace les 50ml du filtrat.

• Dosage de l'azote nitrique

❖ Principe

La méthode retenue quasi universellement est celle fondée sur le dosage des ions NO_2^- obtenus par réduction quantitative (> 95%) des ions NO_3^- . On mesure donc en réalité la somme des concentrations des ions NO_2^- et NO_3^- . Par déduction de la concentration en nitrites, déterminée sans réduction, on obtient la concentration en nitrates.

La réduction est effectuée par passage de l'échantillon sur une colonne de cadmium traité au cuivre.

❖ Mode opératoire

02ml de la solution concentrée de chlorure d'ammonium est additionné à 100ml de filtrat, le tout est versé dans une colonne réductrice en cadmium traité par le cuivre. Les premiers 50ml sont rejetés et le reste est récupéré afin de le traité de la même façon que le cas des nitrites.

• Dosage du phosphore

❖ Principe

Les ions phosphates réagissent avec le molybdate d'ammonium, en présence d'antimoine(III), pour former un complexe que l'on réduit par l'acide ascorbique ; cette forme réduite, de coloration bleue, a un maximum d'absorption à 885 nm. Ce composé bleu contient le phosphore. Les polyphosphates et le phosphore organique ne sont pas dosés par cette méthode.

❖ Mode opératoire

10ml du mélange-réactif phosphore préparé à chaque série d'analyses, sont ajoutés à 100ml de filtrat et on homogénéise aussitôt. Après 05minutes de repos la lecture de l'absorbance des échantillons est faite à 885nm.

Dans le blanc l'eau distillée remplace les 100ml du filtrat.



Photo original 1 : lecture sur le spectrophotomètre (prise le 02/05/19)

ANEXXE (B)

Contrôle microbiologique

Techniques d'analyse et préparation des dilutions

La dispersion des cellules bactérienne est assurée par le TSE comme diluant.

Après répartition de 9ml de diluant dans des tubes à vis préalablement stérilisés, 1ml de la solution mère (eau brute) convenablement homogénéisée, est introduit dans le premier tube , ainsi est obtenue une dilution à (1/10).

1ml est prélevé de la première dilution pour être complété au 9ml du diluant pour obtenir une dilution de (1/100). L'opération est reproduite pour la dilution (1/1000).

1°-Recherche et dénombrement des coliformes totaux (CT) et fécaux (CF)

❖ Technique En milieu liquide « BCPL » :

La technique en milieu liquide fait appel à deux tests consécutifs, à savoir :

- test de présomption, réservé à la recherche des coliformes totaux.
- test de confirmation, appelé encore test de Mac Kenzie, réservé à la recherche des coliformes fécaux à partir des tubes positifs du test de présomption.

Test de présomption :

Le bouillon lactosé est de beaucoup le plus utilisé. En pratique, on ensemence des dilutions successives de l'eau à analyser à raison de trois tubes de milieu de culture double et simple concentration. Après inoculation on agite pour homogénéiser sans faire pénétrer d'air dans la cloche de Durham

Incubation : Se fait à 37°C pendant 24 et 48 heures.

Lecture et dénombrement : Les tubes positifs sont ceux qui présentent un virage au jaune, et un dégagement de gaz d'au moins 1/10^{ème} de la cloche.

Le dénombrement des coliformes totaux se fait par la table de Mac Grady.

Test de confirmation ou test de Mac Kenzie :

On fait un repiquage des tubes positifs sur milieu Schubert avec cloche de Durham.

Incubation :

Se fait à 44°C pendant 24 heures.

Lecture et dénombrement :

Les tubes positifs sont ceux qui présentent un trouble, et dégagement de gaz d'au moins 1/10^{ème} de la cloche de Durham, avec une formation d'un anneau rouge après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs.

Le dénombrement des coliformes fécaux se fait par la table de Mac Grady.

2°-Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux :

❖ Technique

Les principes généraux de cette méthode sont ceux décrits dans le cas de la colimétrie en milieu liquide.

Test de présomption :

Le test de présomption est réalisé dans le milieu de Rothe simple et double concentration

Incubation : L'incubation des tubes est faite à 37°C pendant 24 à 48h.

Lecture : Les tubes présentant un trouble microbien après incubation, sont considérés comme positifs.

Test de confirmation :

A partir des tubes positifs, on transfère à l'aide d'une pipette stérile 3 à 4 gouttes sur le milieu Litsky.

Incubation : L'incubation des tubes est réalisée à 37°C pendant 24h.

Lecture et dénombrement : les tubes présentant une pastille blanchâtre ou violette au fond du tube avec un trouble microbien ; sont considérés comme positifs, donc présence de Streptocoque fécaux.

L'expression des résultats se fait selon la méthode de NPP par référence à la table de Mac Grady.



Photo originale 2 : Procédure de dilution et préparation des ensemencements après filtration (prise le 30 avril 2019)