



DEMOCRATIC AND POPULAR ALGERIAN REPUBLIC
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTRY OF HIGHER EDUCATION AND SCIENTIFIC RESEARCH
جامعة الشاذلي بن جديد - الطارف
CHADLI BENDJEDID EL TARF UNIVERSITY
كلية علوم الطبيعة والحياة
FACULTY OF NATURE AND LIFE SCIENCES



قسم

Département des Science Agronomiques

Mémoire de Fin d'Études
Présenté en vue de l'obtention d'un Diplôme de Master en
«Sécurité Agroalimentaire et Assurance Qualité »

Thème

**Rôle de la qualité de l'eau d'irrigation du lac Oubeira
dans la contamination microbienne des légumes
consommés crus dans la région d'El Tarf**

Présenté Par : **HELAL Donia**

Soutenue publiquement le : 16/06/2026

Devant le jury composé de :

NOM et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
BOHCHLAGHEM Sabrina	(Pr)	Université Chadli Bendjedid-El-Tarf	Présidente
MOUISSI Samia.	(MCA)	Université Chadli Bendjedid-El-Tarf	Directrice
AMOURA Mounia	(MCA)	Université Chadli Bendjedid-El-Tarf	Examinatrice

Année universitaire : 2025/2026

Remerciements

Avant toute chose, on remercie Allah le tout puissant, pour nous avoir donné la force et la patience.

On tient à exprimer notre profonde gratitude et nos sincères remerciements à L'encadrant de ce travail, **Dr MOUISSI Samai** pour le choix du sujet. Son accompagnement constant, ses conseils précieux et sa bienveillance tout au long de la réalisation de ce mémoire Son expertise et son exigence scientifique ont été déterminantes pour mener ce travail à bien.

Je remercie également **Pr.BOUCHLAGHEM** Sabrina, présidente du jury, pour l'honneur qu'elle m'a fait en acceptant d'évaluer ce mémoire, ainsi que pour l'intérêt qu'elle a porté à ce travail. Mes sincères remerciements vont également à **Dr.AMOURA Mounia**, examinatrice, pour ses remarques constructives et ses suggestions pertinentes qui ont permis d'enrichir ce travail.

DEDICASE

J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail.

A ma mère (NOUARA), qui me donne toujours l'espoir de vivre et qui n'a jamais Cessé de prier pour moi.

A mon père (ABD El AZIZ), pour ses encouragements, son soutien, surtout pour son Amour et son sacrifice afin que rien n'entrave le déroulement de mes études.

A mon frère (AMAR), Merci qui m'avez toujours soutenu et encouragé durant ces années études.

A mes petits frères (YACINE et BOUZZI), que Dieu les protège et les garde.

À la mère de mon fiancé, à sa sœur ainsi qu'à mon fiancé, j'adresse mes sincères remerciements pour leur soutien, leurs encouragements et leur précieuse.

Résumé

Cette étude vise à évaluer le rôle de la qualité des eaux d'irrigation du Lac Oubeira dans la contamination microbienne des cultures maraîchères consommées crues. L'eau d'irrigation constitue un facteur déterminant de la sécurité sanitaire des productions agricoles, notamment pour les légumes destinés à être consommés sans traitement thermique. Des échantillons d'eau et de produits maraîchers ont été prélevés et analysés afin de déterminer leur qualité microbiologique à travers la recherche de bactéries indicatrices de contamination fécale telles que les coliformes totaux, les coliformes fécaux et *Escherichia coli*. Les résultats montrent une variabilité de la qualité microbiologique de l'eau d'irrigation et mettent en évidence une corrélation entre la contamination de l'eau et celle des cultures. La présence de micro-organismes pathogènes dans les produits maraîchers représente un risque potentiel pour la santé publique. Cette étude souligne l'importance d'un contrôle régulier de la qualité des eaux d'irrigation et de l'application de bonnes pratiques agricoles afin de réduire les risques de contamination microbiologique des légumes consommés crus.

Mots-clés : qualité des eaux d'irrigation, contamination microbienne, cultures maraîchères, légumes crus, santé publique, Lac Oubeira.

Abstract

This study aims to evaluate the role of irrigation water quality from Lake Oubeira in the microbial contamination of raw-consumed vegetable crops. Irrigation water is a key factor affecting the sanitary quality and safety of agricultural products, particularly vegetables consumed without thermal processing. Water and vegetable samples were collected and analyzed to assess their microbiological quality through the detection of fecal contamination indicators such as total coliforms, fecal coliforms, and *Escherichia coli*. The results revealed variations in the microbiological quality of irrigation water and demonstrated a relationship between water contamination and microbial contamination of vegetable crops. The presence of pathogenic microorganisms in vegetables may pose a significant public health risk. The study highlights the necessity of regular monitoring of irrigation water quality and the implementation of good agricultural practices to minimize microbial contamination risks in raw vegetables.

Keywords: irrigation water quality, microbial contamination, vegetable crops, raw vegetables, public health, Lake Oubeira.

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم دور جودة مياه الري في بحيرة أوبيرة في التلوث الميكروبي للمحاصيل الخضرية المستهلكة طازجة دون طهي. تُعد مياه الري عاملاً أساسياً في ضمان السلامة الصحية للمنتجات الزراعية، خاصة الخضروات التي تُستهلك نيئة. تم جمع عينات من مياه الري ومن المحاصيل الخضرية وإخضاعها لتحاليل ميكروبيولوجية للكشف عن مؤشرات تُظهرت (*Escherichia coli*) التلوث البرازي مثل القولونيات الكلية والقولونيات البرازية وبكتيريا الإشريكية القولونية النتائج وجود تباين في الجودة الميكروبيولوجية لمياه الري، كما بينت وجود علاقة بين تلوث مياه الري وتلوث المحاصيل الخضرية. وتمثل الكائنات الدقيقة الممرضة الموجودة في الخضروات خطراً محتملاً على الصحة العامة. وتؤكد هذه الدراسة أهمية المراقبة الدورية لجودة مياه الري وتطبيق الممارسات الزراعية الجيدة للحد من مخاطر التلوث الميكروبي للخضروات المستهلكة نيئة.

الكلمات المفتاحية جودة مياه الري، التلوث الميكروبي، المحاصيل الخضرية، الخضروات النيئة، الصحة العامة، بحيرة أوبيرة.

Liste des tableaux

N°	Titre	page
01	Détermination de la source de pollution à partir du rapport Coliformes fécaux /Streptocoques fécaux (Borrego et Romero 1982).	42
02	Classes de turbidité naturelle (Rodier., 1996)	47
03	Relation entre la minéralisation et la conductivité électrique (Rodier et <i>al.</i> , 1984).	47
04	Résultats de la recherche des spores des bactéries anaérobies sulfito-réductrices des affluents et de leur embouchure.	54
05	Caractères macroscopiques et microscopiques des colonies bactériennes.	56
06	Les germes pathogènes isolés au cours de la période d'étude	57
07	Les principaux caractères biochimiques des germes isolés pendant la période d'étude.	58
08	Détermination du rapport Coliformes fécaux/Streptocoques fécaux.	59

Liste des figures

N°	Titre	page
01	Situation de la zone d'étude.	17
02	Carte géologique simplifiée de la région (Alayat, 2005).	18
03	Diagramme ombrothermique de la région d'El Kala (Période 1990-2010, DSA)	21
04	Localisation des stations d'observations	25
05	Recherche et dénombrement des coliformes, coliformes thermo tolérants.	32
06	Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux	34
07	Recherche et dénombrement des clostridium sulfito-réducteur	36
08	Recherche bactériennes sur milieux solide.	41
09	Variations spatio-temporelles des Coliformes totaux (CT) des affluents du lac Oubeira et de leur embouchure.	51
10	Variations spatio-temporelles des Coliformes fécaux (CF) des affluents du lac Oubeira et de leur embouchure.	52
11	Variations spatio-temporelles des streptocoques fécaux (SF) des affluents du lac Oubeira et de leur embouchure.	53
13	Carte iso-épaisseur de la vase du lac Oubeira (Hautes eaux)	62
14	Carte iso-épaisseur vase du lac Oubéira (Basses eaux)	62
15	Variation du pH des eaux du Lac Oubéira.	86
16	Variation la conductivité électrique des eaux du Lac Oubéira	87
17	Variation du pH des principaux affluents du lac Oubéira	93
18	Variation de la CE des principaux affluents du Lac Oubéira	93

Liste des photos

N°	Titre	Page
01	La Châtaigne d'eau	19
02	La Myriophylle	19
03	Nénuphar jaune	20
04	GPS Garmin 72.	27
05	Oxymètre.	27
20	Résultats de la recherche des ASR	54
21	Recherche bactériennes sur milieux solide	58
22	Résultats de quelques galeries biochimiques classiques.	58

Liste des abréviations

OMS: Organisation Mondiale de la Santé

AFNOR : Association Française de Normalisation

BCPL: Bouillon Lactosé au Poudre de Bromocrésol

NPP : Nombre le plus probable

pH : Potentiel d'hydrogène

μS: micro Siemens

E. coli : *Escherichia Coli.*

Cond : Conductivité électrique

G.T : Germes totaux

S.F : Streptocoques fécaux

CSR : Clostridium sulfite réducteurs

CTT: Coliformes thermo tolérants

O: Oued

Min : minimales

Max : maximales

SOMMAIRE

Remerciement

Dédicace

Résumé

Abstract

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des photos

Introduction 1

PARTIE I : Synthèse bibliographique

Chapitre I Aperçus générale sur les zones humides

I.1. Les zones humides 4

I.1.1 Qu'est-ce qu'une zone humide ? 4

I.2. Les fonctions des zones humides 4

I.2.1. Fonction hydrologique 4

I.2.2. Epuration naturelle 5

I.2.3. Fonctions écologiques 5

I.2.4. Les fonctions climatiques 6

I.2.5. Stabilisation et protection des sols 6

I.3. Les principaux sites humides de la Numidie orientale **Erreur ! Signet non défini.**

Chapitre II Pollution des eaux et les maladies à transmission hydrique

II.1. Généralité sur la pollution de l'eau 7

II.2. Les différents types de pollution 7

II.2.1. Pollution organique 7

II.2.2. Pollution chimique 8

II.2.3. Pollution biologique 9

II.2.3.1. Les bactéries	9
II.2.3.2. Les virus	9
II.2.3.3. Les protozoaires.....	10
II.2.3.4. Les helminthes	10
II.2.3.5. Les champignons	10
II.3. Les maladies à transmission hydrique	11
II.3.1. Maladies d'origine bactérienne	11
II.3.1. Le choléra	11
II.3.2. Les fièvres typhoïdes et paratyphoïdes.....	11
II. 3. 3. La dysenterie bacillaire.....	12
II.3.2. Les maladies d'origine virale	12
II.3.2.1. Les hépatites infectieuses	12
II.3.2.2. La poliomyélite.....	12
II.3.2.3. Les infections dues aux virus Coxsakies	12
II.3.2.4. Les autres affections virales	12
II.3.3. Les maladies parasitaires.....	13
II.3.3.1. Les protozoaires.....	13
II.3.3.1.1. Les Amibiases.....	13
II.3.3.1.2. Les Giardiases.....	13
II.3.3.1.3. Les Balantidiasés	13
II.3.3.1.4. Les helminthoses	13
II.3.3.1.5. Les dracunculoses.....	13
II.4. Les germes indicateurs de contamination.....	14
II.5. Conséquences de la pollution des milieux aquatiques.....	14
Chapitre III : Présentation de la région d'étude	
III.1. Situation géographique.....	17
III.2. Géologie du bassin versant.....	18
III.3. Pédologie	19
III.4. Flore	19
III.5. Faune	20
III.6. Activité piscicole.....	20
III.7. Climatologie	Erreur ! Signet non défini.
III.8. Agriculture	21

PARTIE II: Matériels et méthodes

Introduction	خ
I. Stratégie d'échantillonnages.....	خ
I. 1. Les stations d'observations	خ
I. 2. Période de prélèvement.....	ذ

PARTIE III: Résultats et discussion

I. Caractérisation microbiologique	51
I.1. Recherche et dénombrement des germes indicateurs de contamination fécale	51
I.1.1. Coliformes totaux.....	51
I.1.2. Coliformes fécaux.....	52
I.1.3. Streptocoques fécaux	53
I.2. Recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfite réductrices (ASR).....	54
I.3. Identification des souches bactériennes	Erreur ! Signet non défini.
III.2.8. pH	56
III.2.9. Conductivité électrique	57
Conclusion.....	60
Conclusion générale	
Référence bibliographique	

Introduction

L'eau constitue une ressource essentielle pour l'agriculture et joue un rôle déterminant dans la production des cultures maraîchères. Cependant, la qualité microbiologique des eaux utilisées pour l'irrigation représente aujourd'hui une préoccupation majeure de santé publique, notamment pour les légumes consommés crus tels que la laitue, le persil, la coriandre, les tomates ou encore les concombres. En effet, ces produits ne subissent généralement aucun traitement thermique avant leur consommation, ce qui favorise la transmission de microorganismes pathogènes à l'homme.

L'intensification des activités agricoles, urbaines et industrielles a contribué à la dégradation de la qualité des ressources hydriques dans de nombreuses régions du monde. Les eaux de surface, en particulier les lacs, les rivières et les retenues d'eau, peuvent être contaminées par divers agents microbiens provenant des rejets domestiques, des effluents d'élevage, du ruissellement agricole ou encore des déjections animales. L'utilisation de ces eaux contaminées pour l'irrigation constitue ainsi une voie importante de contamination des cultures maraîchères.

Le lac Oubeira, situé dans le Parc National d'El Kala au nord-est de l'Algérie, représente une ressource hydrique importante pour les activités agricoles de la région. Toutefois, les variations de sa qualité physico-chimique et microbiologique peuvent influencer directement la salubrité des productions agricoles irriguées à partir de ses eaux. La présence éventuelle de bactéries indicatrices de contamination fécale, telles que les coliformes totaux, les coliformes fécaux et les entérocoques, ainsi que de microorganismes pathogènes, constitue un risque potentiel pour la sécurité alimentaire des consommateurs.

Dans ce contexte, l'évaluation de la qualité microbiologique des eaux d'irrigation du lac Oubeira et de leur impact sur la contamination des cultures maraîchères consommées crues apparaît comme une nécessité. Cette démarche permet non seulement d'apprécier les risques sanitaires associés à l'utilisation de ces eaux, mais également de proposer des mesures de gestion et de prévention visant à garantir une production agricole conforme aux exigences de sécurité alimentaire.

L'objectif principal de ce travail est d'étudier la relation entre la qualité microbiologique des eaux d'irrigation du lac Oubeira et la contamination microbienne des cultures maraîchères destinées à une consommation à l'état cru. Plus spécifiquement, il s'agit d'évaluer les paramètres microbiologiques des eaux d'irrigation, d'identifier les microorganismes présents sur les cultures maraîchères et d'analyser l'influence de la qualité de l'eau sur le niveau de contamination observé. Les résultats obtenus contribueront à une meilleure compréhension des risques sanitaires liés à l'irrigation et à la mise en place de stratégies adaptées pour protéger la santé des consommateurs.

Notre investigation consignée dans ce document est subdivisée en trois parties:

- ✓ La première partie est consacrée à une synthèse bibliographique sur les zones humides et la pollution des eaux et les maladies à transmission hydriques avec une présentation de la région d'étude.
- ✓ La seconde partie énumère le matériel utilisé et présente les techniques analytiques adoptées.
- ✓ La troisième partie est réservée à la discussion et l'interprétation des résultats obtenus.
- ✓ Et une Conclusion générale

Première partie

Synthèse

bibliographique

Chapitre I :

Aperçus générale sur les zones humides

I.1. Les zones humides

I.1.1 Qu'est-ce qu'une zone humide ?

Une zone humide est une région où l'eau est le principal facteur qui contrôle le milieu naturel et la vie animale et végétale associée. Elle apparaît là où la nappe phréatique arrive près de la surface ou affleure ou encore. Là où des eaux peu profondes recouvrent les terres.

La convention de Ramsar a adopté une optique large pour déterminer quelles zones humides peuvent être placées sous son égide. Aux termes de la convention, les zones humides sont : des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux douces, saumâtres ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée n'excède pas six mètres (Boumezbeur, 2001).

Peuvent être incluse des zones de rives ou de côtes adjacentes à la zone humide et des îles ou des étendues d'eau marine d'une profondeur supérieure à six mètres à marée basse, entourées par la zone humide.

La convention s'applique donc à des types d'habitats très variés : rivières et lacs, lagunes côtières, mangroves, tourbières et même récifs coralliens. Il existe aussi des zones humides artificielles telles que les bassins de pisciculture ou d'élevage de crevettes, les étangs agricoles, les terres agricoles irriguées, les étendues de terres salées, les réservoirs, les gravières, les terrains d'épandage et les canaux (Fustec, 2000).

I.2. Les fonctions des zones humides

I.2.1. Fonction hydrologique

Les zones humides jouent un rôle capital dans le maintien des réseaux hydrologiques où elles :

- ✓ Permettent un étalement des crues et donc un contrôle des inondations.
 - ✓ Maintenir le niveau des nappes souterraines de lutter contre les crues, de piéger les sédiments, de purifier l'eau, de recycler les nutriments et de réguler le microclimat.
- Les zones humides neutralisent les eaux usées en absorbant leurs contaminants.

I.2.2. Epuration naturelle

Les flux polluants transportés par la nappe et les cours d'eau sont réduits par les zones humides selon les processus suivants :

- ✓ Sédimentation
- ✓ Dénitrification
- ✓ Absorption

Ainsi, elles jouent le rôle tampon d'interception et de rétention pour le phosphore, et les métaux, et le rôle épurateur vis-à-vis de l'azote (Sayad, 2008).

I.2.3. Fonctions écologiques

Les zones humides sont des milieux qui accueillent une très grande diversité d'espèces animales et végétales ainsi qu'une grande diversité d'habitats. Les caractéristiques des habitats des milieux humides sont déterminées par l'hydrologie et l'hydrodynamique, la minéralité du substrat, la disponibilité en azote et en phosphore ainsi que l'usage de la végétation. Les zones humides assurent d'autres fonctions essentielles comme la fonction de production, plus ou moins contrôlée par les acteurs du territoire (Rapinel, 2012).

Les zones humides assument dans leur globalité les différentes fonctions essentielles à la vie des organismes (Annani, 2013).

I.2.4. Les fonctions climatiques

Les zones humides participent aussi à la régulation des microclimats. Les précipitations et la température atmosphérique peuvent être influencées localement par les phénomènes d'évaporation intense et d'évapotranspiration qui caractérisent les zones humides (Toumi, 2012).

I.2.5. Stabilisation et protection des sols

La végétation des zones humides participent à la fixation et la protection des terres contre l'érosion.

Chapitre II :
Pollution des eaux et les
maladies à transmission
hydrique

II.1. Généralité sur la pollution de l'eau

De nos jours, les problèmes de pollution constituent un danger de plus en plus important pour l'homme. Parmi ces problèmes, la contamination de l'eau se pose avec acuité. En effet, l'eau est affectée de façon croissante par des matières minérales et organiques et même des microorganismes dont certains sont pathogènes et donc dangereux pour la santé (Kassim, 2005).

La pollution se définit comme la dégradation d'un milieu naturel par l'introduction d'un polluant. Cette notion de dégradation est très importante puisqu'en l'absence de conséquences négatives pour le milieu, on ne peut pas parler de pollution. Concrètement, pour une même substance, son caractère polluant sera plus ou moins élevé en fonction de ces qualités déversées dans le milieu et de la capacité de ce milieu à l'éliminer naturellement (Idrissi, 2006). En effet, un rejet ne sera par définition polluant que s'il amène une dégradation.

II.2. Les différents types de pollution

II.2.1. Pollution organique

Cette forme de pollution constitue la fraction la plus importante. En effet, elle résulte de l'introduction dans le milieu de substances organiques provenant de diverses activités : industrielles (hydrocarbures), agricoles (engrais azotés et phosphatés) et domestiques (phosphates, matières fermentescibles) (Khaled, 1995).

Les composés azotés contribuent à la pollution organique, suite à la dégradation de l'urée, et des acides aminés, ce sont d'abord les formes ammoniacales qui dominent en milieu désoxygéné ; la fraction d'ammoniaque non dissociée (NH_4^+) est toxique pour le poisson. Lorsque les eaux sont réoxygénées, l'ammoniaque se transforme en nitrates, avec un stade intermédiaire les nitrites (eux mêmes toxiques) (Rodolph, 1990).

Les formes d'azotes (azote organique, ammoniaque, nitrites, etc.) sont susceptibles d'être à l'origine des nitrates très solubles, par un processus d'oxydation biologique. La migration des nitrates est nettement plus rapide sur les surfaces cultivables laissées à nues pendant l'hiver (Dobbs et Zabel, 1994).

Ainsi, les rejets des collectivités et occasionnellement de certaines industries (engrais azotés) peuvent aussi concourir à l'enrichissement des eaux en nitrates. La présence d'ammonium dans les eaux résulte d'une contamination liée aux rejets d'effluents domestiques et industriels ou d'un phénomène de réduction naturelle des nitrates en nitrites, qui dans le cycle de l'azote s'insèrent très rapidement en occupant un niveau intermédiaire, et sont très peu stables et par conséquent très peu présents dans les eaux sauf en cas de pollution proche : les nitrites sont donc de bons indices de contamination organique (Dobbs et Zabel, 1994).

Dans les eaux usées, le phosphore se trouve soit sous forme d'ions orthophosphatés isolés, soit sous forme d'ions phosphates condensés ou sous forme d'ions phosphates condensés avec des molécules organiques. Ces phosphates sont fixés facilement par le sol, leur présence dans l'eau est souvent liée à la nature des terrains traversés, à la décomposition de la matière organique, aux engrais phosphatés industriels entraînés par lessivage ou par infiltration causant par la suite une dystrophisation avancée (ENSA, 2003). Les phosphates sont généralement responsables de l'accélération des phénomènes d'eutrophisation (facteur limitant) dans les lacs et les rivières (Gaujous, 1995).

De ces faits, il s'en suit que la pollution organique au sein des écosystèmes aquatiques est importante du point de vue impact, en fait, les effets de cette forme de pollution se prolongent plus en aval avec l'apparition des algues filamenteuses fixées pour les eaux vives, et un plancton très abondant dans les eaux lentes (Rodolph, 1990).

II.2.2. Pollution chimique

Ce type de pollution des eaux de surface résulte le plus souvent de l'introduction dans le milieu de substances à effet toxique, de critères multiples et d'origines diverses (pesticides, détergents, métaux lourds, etc.). La pollution chimique des eaux peut être chronique, accidentelle ou diffuse. Elle peut être due à :

- ✓ L'insuffisance de certaines stations d'épuration.
- ✓ L'absence de réseaux d'assainissement dans certaines zones.
- ✓ Le lessivage des sols, mais aussi des chaussées et des toits par les pluies.
- ✓ Le rejet d'effluents par les industries.

Cette forme de pollution issue de substances chimiques telles que les insecticides ou les désherbants provoque la destruction de la qualité des eaux de surface (cours d'eau, lacs...) et celle des eaux souterraines.

II.2.3. Pollution biologique

Ce type de pollution est souvent le fait des rejets d'eaux d'égouts domestiques et de la présence de matières fécales dans la nature. De nombreux microorganismes vivants naturellement dans l'intestin de l'homme et des animaux peuvent survivre assez longtemps dans l'eau. Toutefois l'eau peut abriter des bactéries, mycètes, protozoaires, des virus etc. (Regnault, 1990).

II.2.3.1. Les bactéries

Les bactéries sont des procaryotes de taille variable entre 0,1 et 10 μm . Elles possèdent tout le matériel cellulaire nécessaire à leur multiplication. Certaines d'entre elles peuvent être rencontrées sous forme de spores : ce phénomène de sporulation a lieu en réponse à un environnement qui leur est peu favorable. Le pouvoir pathogène d'une bactérie est soit spécifique, soit opportuniste. L'ingestion est la voie de contamination majoritaire. Parmi ces bactéries, les plus connues sont les espèces du genre *Salmonella* qui sont presque toutes pathogènes et les *Escherichia coli* dont certaines souches sont responsables de redoutables gastroentérites et diarrhées (Vandermeersch, 2006).

II.2.3.2. Les virus

Les virus sont des organismes de très petite taille (10 à 350 nm). Ils ne sont constitués que d'une molécule d'ADN ou d'ARN, entourée d'une capside. Ne possédant ni noyau, ni capacité de synthèse, ce sont des parasites obligatoires d'une cellule vivante dont ils détournent, à leur profit, les systèmes enzymatiques, énergétiques et de synthèse (Vandermeersch, 2006).

L'infection d'un individu par un virus hydrique se produit dans la majorité des cas par l'ingestion, sauf pour le *Coronavirus* où elle peut aussi avoir lieu par inhalation. Les virus sont relativement spécifiques d'un hôte. Il existe des virus adaptés à chaque type d'hôtes. Les

virus entériques transmis par ingestion sont, avec les virus respiratoires transmis par inhalation d'aérosols, les plus importants pour la santé humaine.

II.2.3.3. Les protozoaires

Les protozoaires sont des organismes unicellulaires eucaryotes, plus complexes et plus gros que les bactéries. Leur taille varie de quelques microns à quelques millimètres, mais la plupart des espèces ne dépassent pas quelques centaines de microns. La plupart des protozoaires pathogènes sont des organismes parasites et se développent aux dépens de leur hôte. Ils sont souvent rencontrés dans les eaux où ils se nourrissent de matière organique ou de bactéries. Certains protozoaires adoptent au cours de leur cycle de vie une forme de résistance, appelée kyste (Vandermeersch, 2006).

II.2.3.4. Les helminthes

Il peut s'agir de vers plats, ou ronds, qui comprennent de nombreuses formes de parasites souvent à l'origine de maladies très graves. Ce sont pour la plupart, des vers intestinaux, rejetés avec les matières fécales animales ou humaines (souvent sous forme d'œufs très résistants).

La contamination se fait par voie digestive lors de l'absorption d'eau contaminée par des œufs ou des larves, ou alors par voie transcutanée c'est à dire, par fixation puis pénétration de larves à travers la peau (Vandermeersch, 2006).

II.2.3.5. Les champignons

Ce sont des organismes privés de tout organe de locomotion, incapables d'effectuer la photosynthèse, et de ce fait, réduit à l'état de parasite ou à celui de saprophytes.

Les champignons recherchés dans l'eau se transmettent par voie cutanéomuqueuse, et sont à l'origine d'affections cutanées. Ce sont les moisissures et les levures.

Parmi les moisissures, nous pouvons citer comme espèces pathogènes :

- ✓ *Allescheria boydii*,
- ✓ *Géotrichum candidum*,
- ✓ *Aspergillus fumigatus*,

Parmi les levures, nous pouvons citer *Candida albicans*, espèce très répandue, d'origine fécale, et responsables de diverses mycoses (infections cutanéomuqueuses buccales, vaginales et cutanées).

II.3. Les maladies à transmission hydrique

Les maladies hydriques sont n'importe quelles maladies causées par la consommation d'eau contaminée par des fèces animales ou humaines, qui contiennent des microorganismes pathogènes. Les maladies hydriques s'étalent par la contamination des systèmes de distribution d'eau potable par l'urine et les fèces des personnes ou animaux infectés.

II.3.1. Maladies d'origine bactérienne

Les infections possibles liées à l'ingestion d'un pathogène sont :

II.3.1. Le choléra

C'est l'une des plus grandes pandémies de l'histoire. *Vibrio cholerae* qui est l'agent infectieux présente deux biotypes : « classique » et « Eltor » et sur la base des antigènes somatiques O, seul le biotype Eltor sérotype O1 provoque le choléra de l'homme (OMS, 2000). Après adhérence à la surface des cellules épithéliales de l'intestin *V. cholerae* en se multipliant produit une entérotoxine altérant le processus ionique avec pour conséquence des pertes d'eau et d'électrolytes sous forme de diarrhées sévères et de vomissement. Le malade peut mourir en quelques heures et la transmission est féco-orale (Soumare, 1997).

II.3.2. Les fièvres typhoïdes et paratyphoïdes

La fièvre typhoïde est due à *S. enteritica*, sérovar *S. typhi*. (Bacille d'Eberth). Les fièvres paratyphoïdes sont dues à *S. paratyphi* A, B et C. La fièvre typhoïde est devenue rare

dans les pays industrialisés du fait des progrès de l'hygiène et de l'amélioration des conditions d'approvisionnement en eau potable (Aubry, 2013).

II. 3. 3. La dysenterie bacillaire

L'infection est caractérisée par une diarrhée sanglante extrêmement abondante résultant de l'invasion de la muqueuse intestinale par *Shigella dysenteriae* et *S. flexneri* (Soumare, 1997).

II.3.2. Les maladies d'origine virale

II.3.2.1. Les hépatites infectieuses

Le virus de l'hépatite A (VHE A) et E (VHE) se transmet en général par voie fécale orale, soit par contact direct d'une personne à l'autre, soit par ingestion d'eau ou d'aliments contaminés. Il peut aussi se propager lors de certaines pratiques sexuelles (OMS, 2012).

II.3.2.2. La poliomyélite

Les poliovirus de type 1,2 et 3 pénètrent l'organisme par voie digestive et par voie sanguine ou nerveuse, atteignent le névraxe entraînant des paralysies flasques. Cependant il existe des formes abortives et respiratoires souvent mortelles (Radoux, 1990).

II.3.2.3. Les infections dues aux virus Coxsakies

Les virus Coxsakies A et B sont responsables de paralysies accompagnées de fièvres, d'affections respiratoires ou cardiaques (syndromes main-pied-bouche) (OMS, 2000).

II.3.2.4. Les autres affections virales

D'autres types de virus pouvant être transmis par l'eau sont souvent responsables de gastroentérites plus ou moins aiguës selon l'agent infectieux.

II.3.3. Les maladies parasitaires**II.3.3.1. Les protozoaires****II.3.3.1.1. Les Amibiases**

Résultent de l'ingestion de kystes d'*Antamoeba histolytica*, se manifestent par une gastroentérite pouvant aller d'une diarrhée légère à une dysenterie sanguine fulminante (OMS, 2000).

II.3.3.1.2. Les Giardias

La présence sur la muqueuse intestinale de *Giardia intestinalis* est responsable de cette affection caractérisée par des diarrhées malodorantes, des crampes, des vomissements et une perte de poids (OMS, 2000).

II.3.3.1.3. Les Balantidiases

Les trophozoïtes et les kystes de *Balantidium coli* sont infectieux pour l'homme et provoquent une dysenterie aiguë. Cependant les porteurs asymptomatiques sont à redouter (OMS, 2000).

II.3.3.1.4. Les helminthoses

Sont dues à des plathelminthes ou vers plats et aux némathelminthes ou vers ronds (Vandermeersch, 2006).

II.3.3.1.5. Les dracunculoses

L'eau de boisson contenant des cyclops infectés est la seule voie de transmission de l'agent infectieux : *Dracunculus medinensis* ou verre de guinée. Elles sont rarement mortelles mais les complications telles que la contraction des tendons et les arthrites entraînent une incapacité permanente (Chippaux, 1994).

II.4. Les germes indicateurs de contamination

L'évaluation de la qualité microbiologique des eaux est, par conséquent, basée sur le concept de germes dits « indicateurs de contamination ». Ces indicateurs ou bactéries indicatrices de contamination n'ont pas nécessairement par eux-mêmes un caractère pathogène, mais leur présence indique l'existence d'une contamination par des matières fécales. Leur concentration est une indication du niveau de risque de présence de micro-organismes pathogènes.

Le choix d'un tel indicateur doit répondre à un certain nombre d'exigences ou de critères (Delcenserie et *al.*, 2002) :

- ✓ Ils doivent toujours être présents lorsque les microorganismes pathogènes sont présents;
- ✓ Ils doivent apparaître en plus grand nombre que les agents pathogènes associés;
- ✓ Ils doivent avoir le même comportement que les agents pathogènes dans l'environnement naturel et au cours des procédés de fabrication ;
- ✓ Ils doivent être mis en évidence, dénombrés et identifiés à l'aide de techniques simples.

Différents groupes de bactéries sont utilisés comme indicateurs de contamination fécale dans différents pays et sous différentes juridictions. Les coliformes totaux et fécaux ont été très longtemps les principaux indicateurs de contamination fécale et les Entérocoques intestinaux (ou Streptocoques fécaux) (Gleeson, 1997).

II.5. Conséquences de la pollution des milieux aquatiques

La pollution des écosystèmes aquatiques provoque une multitude de conséquences tant au niveau des diverses biocénoses qu'au niveau de leurs habitats.

La pollution de l'eau, quel que soit sa nature (organique, chimique ou microbiologique,...) peut avoir des conséquences désastreuses, en se traduisant par des effets très spécifiques dus aux particularités écologiques propres aux milieux aquatiques (Ramade, 2002).

En effet, les microorganismes aérobies engendrent une autoépuration des eaux qui se traduit par un épuisement de l'oxygène présent dans l'eau, lequel est indispensable pour la faune aquatique. Cette régression du taux d'oxygène conduit à une asphyxie chez les espèces animales aquatiques, ainsi qu'à la disparition de la faune des eaux propres en aval d'un émissaire d'égout (Nollet, 1996).

L'eau constitue le solvant dans lequel plusieurs substances chimiques minérales ou organiques peuvent se dissoudre. Elle est capable de mettre en suspension les matières solubles et les déchets solides. Cette mise en suspension de la matière provoque une diminution de la transparence de l'eau et donc de la photosynthèse et de l'oxygénation (Nollet, 1996).

Ainsi, dans les étangs et les rivières lentes, l'apport constant de substances nutritives (nitrates et surtout phosphates) peut entraîner une prolifération de végétaux aquatiques et par voie de conséquence une destruction des espèces sensibles, en colmatant les ouïes des poissons et les branchies des mollusques. De même, en colmatant le fond et les berges du lac ou de la rivière, les matières en suspension interdisent la reproduction aux espèces de poissons qui frayent sur des graviers (Nollet, 1996).

Enfin, la pollution des rivières et des cours d'eau entraîne des effets nuisibles aussi bien pour le petit organisme que pour le grand, et peut induire le développement de nouvelles espèces tolérantes par cette pollution. Ces espèces sont des bioindicateurs, car leur présence révèle une pollution de l'eau (Rodolph, 1990).

Chapitre III :

Présentation de la région d'étude

Chapitre III : Présentation de la région d'étude

III.1. Situation géographique

Le lac Oubeira situé au Nord de la localité d'El- Frin ($36^{\circ}51'N-8^{\circ}23'E$) à une altitude de 23 m (Figure. 1), est un plan d'eau douce faisant partie du parc national d'El-Kala (P.N.E.K) ; ce dernier qui est inscrit depuis l'année 1983 sur la liste de la convention de RAMSAR abrite le complexe de zones humides le plus important du Maghreb. Il est important pour l'hivernage des oiseaux d'eau, notamment pour la nidification de quelques espèces rares.

Ce lac endoréique a une alimentation essentiellement pluviale. Les affluents les plus importants sont les oueds Demenet Er Rehan, Degrah et Bouhchicha. Ce dernier, en périodes de crues joue le rôle d'effluents et se déverse dans l'oued Messida qui est un affluent de l'oued El Kébir Est. Il s'ensuit que son régime hydrologique est lié aux conditions climatiques.



Figure 1 . Situation de la zone d'étude.

III.2. Géologie du bassin versant

Le lac est installé dans une large cuvette synclinale (Marre ,1987) dans laquelle les argiles numidiennes du tertiaire, généralement décapées surtout les massifs environnants, ont pu se maintenir, créant au dessus des grès perméables une couverture imperméable, de dépôts récents du quaternaire qui sont présents quasiment tout autour du lac (Joleaud, 1936).

Le numidien (Oligocène à Burdigalien) affleure largement dans le bassin versant du lac Oubeira. Il est représenté par une formation essentiellement gréseuse comportant à la base et au sommet respectivement des argiles sous-numidiennes et des argiles associées à des marnes supra-numidiennes (Figure 2). Le Pléistocène est visible à l'Est du lac. Il est constitué de sables provenant de la marmorisation de grès numidien, sous l'effet de l'hydromorphie visible à ce jour (Alayat, 2009).

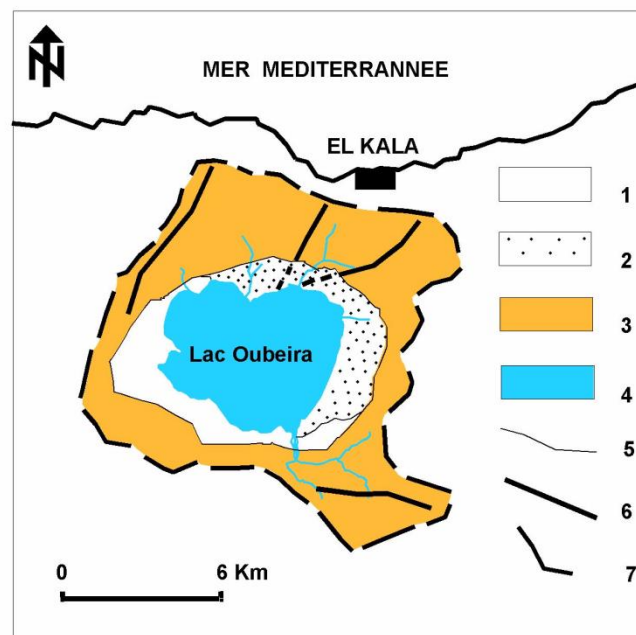


Figure 2 . Carte géologique simplifiée de la région (Alayat, 2005).

1 : Quaternaire ; 2 : Pléistocène ; 3 : Flysch non différencié (surtout grès numidiens et argiles de base) ; 4: étendues d'eau; 5: Contacts géologiques ; 6:Failles; 7 Limites du bassin versant.

III.3. Pédologie

Selon (Boumaraf, 2010), les sols les plus répandus dans notre zone d'étude sont les Mollisols. En second lieu, on cite les sols les plus évolués qui sont les Entisols, sols sans horizon diagnostique, peu évolués, souvent sableux -horizon A seulement-.

Les Inceptisols, sol relativement jeune.

Les Vertisols, riche en argile, difficile à travailler mais productif.

Les Alfisols, sont des sols argileux, c'est les plus vieux.

Les Régosols, sol très peu évolué.

III.4. Flore

La végétation du lac Oubeira est diverse, et présente des espèces très variées. Une ceinture d'Hélophytes indispensable à la nidification des oiseaux d'eau. Parmi les espèces rares et très rares, nous citons: la châtaigne d'eau *Trapa natans* (unique station en Algérie), le Nénuphar blanc *Nymphaea alba*, le Nénuphar jaune *Nuphar luteum*, dont le site est désormais la seule station Nord africaine pour cette espèce qui auparavant existait aussi au niveau du lac noir, situé au NW de l'Oubeïra, aujourd'hui sec. Le Polygonome *Polygonum senegalense*, le Scirpe incliné *Scirpus inclinatus*, et l'Utriculaire *Utricularia exoleta*. Le Myriophylle *Myriophyllum spicatum*. L'Oubeira reste, en outre, la seule station nationale où se localise la châtaigne d'eau (Boulahbel, 1999).



Photo 1. La Châtaigne d'eau (MOUISSI, 2023.)



Photo 2. La Myriophylle (MOUISSI, 2023)



Photo 3. Nénuphar jaune (MOUISSI, 2023).

III.5. Faune

La qualité des habitats au sein du lac Oubeira lui a valu son classement en étant le plus important site de nidification en Afrique du Nord pour une multitude d'espèces. Il est le siège de reproduction d'une colonie plurispécifique d'Ardéidés qui construisent leurs nids dans la saulaie à l'intérieur du lac. Cette héronnière comprend l'aigrette garzette, le héron pourpré, le héron bihoreau, le héron crabier. Il est également le site de nidification pour 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 *Porphyrioporphyrion*, le blongios nain *Ixobrychus minimus*, la guifette moustac *Chlidonias hybridus*, l'ibis falcinelle *Plegadis falcinellus* et bien d'autres espèces. On y rencontre également la sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* et la sarcelle d'été *Anas querquedula* (Raachi, 2007).

III.6. Activité piscicole

En ce qui concerne l'activité piscicole, l'ONDPA (entreprise dissoute depuis plus de dix ans) a introduit la carpe dans le cadre d'une opération de valorisation du lac, sans étude d'impact selon (Boumezbeur et al., 2003).

Le lac Oubeira contient 11 espèces à intérêt économique et écologique distribuées en deux groupes (Ait Belkacem et Dembri, 1995).

❖ **Allochtones**

Ctenopharyngodon idella, *Hypophthalmichthys molitrix*, *Aristichthys nobilis*, *Cyprinus carpio*, (carpe commune et carpe miroir), *Carassius affinis*, *Eupomotis gibbosus*.

❖ **Autochtones**

Barbus callensis, *Anguilla anguilla*, *Mugil ramada*, et *Pseudophoxinus callensis*.

III.8. Agriculture

Bien que le secteur de l'agriculture soit l'un des plus gros pourvoyeurs d'emplois dans la wilaya d'El Tarf, permanents et saisonniers (soit 31% du total de la main d'œuvre). Les activités agricoles pratiquées sont toujours à l'état traditionnel ; représentées par les cultures maraîchères et fourragères pratiquées aux abords des sources et des zones humides. La culture des arachides développée dans la commune d'El Frin, prend actuellement de l'extension dans le massif dunaire de Boutéldja. La céréaliculture est généralement limitée aux piémonts. Les programmes de développement de l'arboriculture (FNDRA et PPDR), relancés par les directions concernées visent à développer la création de vergers.

Les systèmes d'élevage qui sont pratiqués au sein du PNEK ont une importance considérable pour l'économie rurale. 35% de la population totale trouvent leur source de revenus dans l'élevage. Dans les zones rurales, cette proportion passe à 50% et atteint 80% dans des régions comme Ramel Souk et Bougous (Oulmouhoub, 2005).

L'élevage, particulièrement celui des bovins, prend sur les plans économiques et écologiques des dimensions qui dépassent le cadre de la région d'étude. Celle-ci, au titre de « réservoir de viandes rouges » a une production locale estimée à 4000 tonnes/an, dont 80% sont destinées au marché national, mais elle est encore une zone de parcours dont les pâturages sont exploités par un cheptel incontrôlé provenant des régions voisines de l'Ouest et du Sud pour être engraisé, puis récupéré et vendu ou échangé en Tunisie contre des biens de

consommation à travers des circuits informels transfrontaliers . 70% des éleveurs sont sans terre mais connaissent parfaitement les cycles des inondations et des sécheresses et savent prendre les dispositions nécessaires pour assurer le complément en nourriture du bétail (Boumaraf, 2010).

Avec une superficie agricole totale (SAT) de 4987 hectares, l'agriculture occupe 20% du territoire de la zone lacustre (17023 hectares) où la jachère, devenue une pratique courante à tendance à s'étendre tout en offrant un complément non négligeable en produit fourragers.

L'agriculture telle qu'elle est envisagée dans les programmes de développement, exige une forte utilisation d'eau d'irrigation. La part de celle-ci est mal connue parce qu'elle échappe à tout contrôle. L'eau est puisée anarchiquement dans les oueds, les lacs et les nappes libres.

Deuxième partie

Matériels et méthodes

Introduction

Le lac Oubeira est d'un grand intérêt socio-économique par la production halieutique et l'irrigation. Cependant, ce stock est aujourd'hui menacé par le pompage incontrôlé pour les cultures spéculatives et le déversement des eaux usées provenant des villages, constituent aussi une menace non négligeable dont les effets ne sont pas encore visibles (Boumezbeur, 2001).

I. Stratégie d'échantillonnages

I. 1. Les stations d'observations

Six transects parallèles ont été réalisés au niveau du lac Oubeira en fonction d'un maillage serré (Figure 4). Une vingtaine de stations de mesures ont ainsi été réalisées dans le lac, afin de mieux cerner la bathymétrie, l'envasement, la qualité bactériologique et l'évolution spatio-temporelle des paramètres physico-chimiques. Par ailleurs, les principaux affluents du lac (Demenet Er Rehan; Degrah; Bouhchicha) ont subi les mêmes traitements en amont et à leur embouchure.

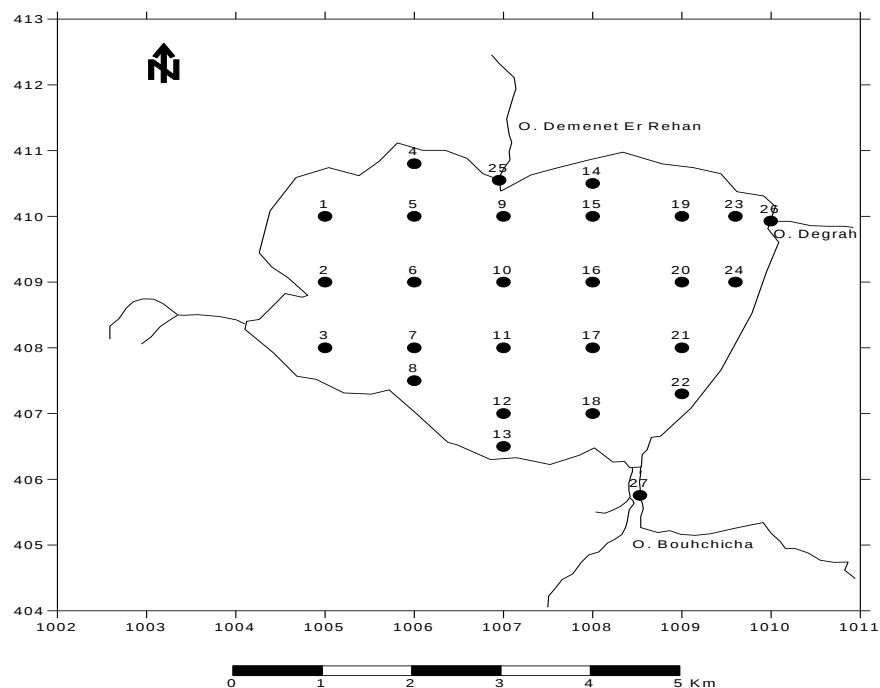


Figure 4. Localisation des stations d'observations

I. 2. Période de prélèvement

Plusieurs campagnes de mesures et d'échantillonnage ont été entreprises entre la période des basses eaux et les hautes eaux 2025/2026. Les analyses microbiologiques ont été réalisées au niveau du laboratoire d'hygiène (EPSP de la Wilaya d'El Tarf).

I. 3. Technique de prélèvement

Les échantillons d'eau destinés aux analyses physico-chimiques sont prélevés dans des flacons en plastiques. Ces flacons sont rincés à l'eau distillée et égouttés avant d'être rincés plusieurs fois et remplis par l'eau à analyser. Une fois remplis, les flacons sont fermés et étiquetés. Cependant, les prélèvements destinés aux analyses microbiologiques sont effectués dans des flacons étiquetés en verre pyrex munis d'un large col et d'un bouchon à vis métallique d'une contenance égale à 250 ml, stérilisés soit à l'autoclave (120 °C) durant 15 minutes, soit au four Pasteur (170 °C) durant 1 heure. Le récipient utilisé doit assurer, une fois bouché, une protection totale contre toute contamination (Rodier et *al.*, 2009). Les flacons d'échantillonnage ne doivent être ouverts qu'au moment du prélèvement de l'échantillon. Une fois l'échantillon est prélevé, les flacons doivent être fermés hermétiquement jusqu'au moment de l'analyse (Gharsallah, 2005).

II. Méthodes d'analyses

II. 1. Mesures in situ

Les mesures réalisées in-situ sont :

- ✓ La localisation des stations de mesure et d'échantillonnage avec un GPS Garmin 72.
- ✓ La conductivité électrique et la température de l'eau avec un conductimètre (HACH).
- ✓ Le pH avec un pH-mètre HACH.
- ✓ L'oxygène dissous avec un oxymètre HACH
- ✓ La turbidité avec un turbidimètre HACH



Photo 4. GPS Garmin 72.



Photo 5. Oxymètre.

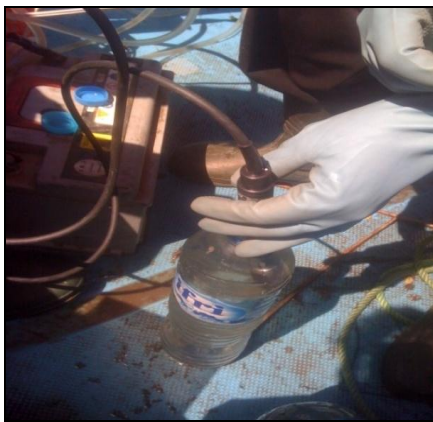


Photo 6. Mesure de la conductivité



Photo 7. Turbidimètre.

III. Caractérisation microbiologique

L'analyse bactériologique a pour but de mettre en évidence la présence des germes, basés sur la recherche et la numération de celles ci dans les échantillons à analyser. L'analyse n'est pas seulement qualitative mais aussi quantitative (Leyral ,2002).

Une analyse complète de l'eau de surface a été effectuée en se basant sur les paramètres suivants :

- ✓ Recherche et dénombrement des germes totaux ;
- ✓ Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux ;
- ✓ Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux;
- ✓ Recherche et dénombrement des *Clostridium sulfito-réducteurs*.
- ✓ Recherche et dénombrement des germes pathogènes.

III. 1. Recherche et dénombrement des germes indicateurs de contamination fécale

Les indicateurs de contamination fécale permettent d'apprécier, avec plus ou moins de sûreté ou de précocité, le risque d'une contamination par des matières fécales pouvant véhiculer des microorganismes pathogènes (Rodier et *al.*, 2009).

III. 2. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et coliformes fécaux (NF EN ISO 9308-3, Rodier et *al.*, 2009)

Les coliformes sont des bacilles à Gram négatifs, aérobies ou anaérobies facultatif, non sporulés, ne possédant pas d'oxydase, capables de se multiplier en présence des sels biliaires et capables de fermenter le lactose avec production d'acides et de gaz en 24 à 48 heures à une température comprise entre 36 et 37°C (Carbonelle et *al.*, 1998 ; Camille, 2003).

La presque totalité des espèces sont non pathogènes et ne représentent pas de risque direct pour la santé, à l'exception de certaines souches d'*Escherichia coli* (E. coli) ainsi que de rares bactéries pathogènes opportunistes.

Les coliformes fécaux, ou coliformes thermo-tolérants, sont un sous-groupe des coliformes totaux capable de fermenter le lactose à une température de 44 °C. L'espèce la plus fréquemment associée à ce groupe bactérien est *Escherichia coli*, dans une moindre mesure, certaines espèces des genres *Citrobacter*, *Enterobacter* et *Klebsiella* (Roux, 2003). La bactérie *E. coli* représente toutefois 80 à 90% des coliformes fécaux détectés bien que la présence de ces derniers témoigne habituellement une contamination d'origine fécale (Carbonelle et *al.*, 1998 ; Camille, 2003 ; Archibald, 2003).

Elle présente de façon spécifique dans le tractus intestinal des animaux à sang chaud, fortement excrétée dans les matières fécales (environ 107 par gramme de matière sèche chez les bovins) et semblant ne survivre que de façon transitoire dans l'environnement (Givord et Dorioz, 2010).

Les *Escherichia coli* sont des coliformes thermo-tolérants ayant la particularité de produire de l'indole à partir du tryptophane présent dans le milieu à une température comprise entre 42 °C ± 2 °C (Bourgeois et Leveau, 1980 ; Denis et *al.*, 2007).

- **Mode opératoire**

La recherche et le dénombrement des coliformes et l'identification d'*E. coli* ont été effectués par la méthode du nombre le plus probable (NPP) appelée aussi la colimétrie. Cette méthode est une estimation statique du nombre de microorganismes supposés être disséminés dans l'eau de manière parfaitement aléatoire -lois de Poisson qui détermine la probabilité d'apparition aléatoire des événements rares- (Rejsek, 2002).

Cette technique se fait en deux étapes consécutives :

- ✓ Le test présomptif : Réservé à la recherche des coliformes ;
- ✓ Le test confirmatif : Réservé à la recherche des coliformes fécaux et *E. coli* (Chaouch, 2007 ; Labres et *al.*, 2008).

- **Test de présomption**

Il est effectué en utilisant le bouillon lactosé au pourpre de bromocrésol simple concentration (BCPL S/C). Tous les tubes sont munis d'une cloche de Durham pour déceler le dégagement éventuel du gaz dans le milieu (Mouffok, 2001 ; Labres, 2002).

Avant d'ensemencer les tubes, il faut vérifier qu'il n'y a pas de bulles d'air sous la cloche, pour éviter de fausser les résultats (Joffin et Joffin, 1999).

- **Mode opératoire**

Après avoir bien homogénéisé l'échantillon afin d'obtenir une répartition homogène des microorganismes, nous avons réalisé cinq dilutions décimales successives (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5}), avec trois répétitions par dilutions Figure 5. Les dilutions sont toujours effectuées dans des conditions aseptiques (Rejsek, 2002). La technique est la suivante :

- ✓ Nous prenons les tubes de BCPL (Bouillon lactose au pourpre de bromocrésol, simple concentration) munis d'une cloche de Durham.
- ✓ Prélever 1ml d'eau à analyser à l'aide d'une pipette pasteur stérile et l'injecter dans le premier tube de la série SI contenant 9 ml de BCPL, pour obtenir la dilution 10^{-1} .
- ✓ Nous prélevons 1ml de la dilution 1 /10 et on l'ajoute à un tube contenant 9 ml de BCPL, pour obtenir la dilution 10^{-2} .
- ✓ Transférer 1ml de la dilution 10^{-2} dans un tube contenant 9 ml de BCPL, pour obtenir la dilution 10^{-3} .
- ✓ Refaire la technique pour deux autres tubes afin d'obtenir 5 tubes de BCPL, et refaire pour deux autres séries SII, SIII (Délarras, 2008).

Chasser l'air éventuellement présent dans les cloches de Durham et bien mélanger le milieu et l'inoculum. L'incubation se fait à 37 °C pendant 24 à 48 heures.

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

- ✓ Un dégagement de gaz (supérieur au 1/10ème de la hauteur de la cloche) ;
- ✓ Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu).

Ces deux caractères étant témoins de la fermentation du lactose dans les conditions opératoires décrites (Labres et *al.*, 2008). La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP.

- **Test de confirmation (test de Mac Kenzie)**

Le test de confirmation est basé sur la recherche de coliformes thermo-tolérants parmi lesquels on redoute surtout la présence d'*Escherichia coli*.

Les tubes de BCPL trouvés positifs lors du dénombrement des coliformes feront l'objet d'un repiquage à l'aide d'une anse bouclée dans un tube contenant le milieu Schubert muni d'une cloche de Durham. Chasser l'air éventuellement présent dans les cloches de Durham et bien mélanger le milieu et l'inoculum. L'incubation se fait cette fois-ci à 44 °C pendant 24 heures (Labres et *al.*, 2008).

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

- Un dégagement gazeux et ;
- Un anneau rouge en surface, témoignant la production d'indole par *Escherichia coli* après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs (Rejsek, 2002).

La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table du NPP en tenant compte du fait qu'*Escherichia coli* est à la fois productrice de gaz et d'indole à 44 °C, pendant 24 heures (Labres et *al.*, 2008). Etant donné que les coliformes fécaux font partie des coliformes totaux, il est pratiquement impossible de trouver plus de coliformes fécaux que de coliformes totaux. Les résultats sont exprimés en germes par 100 ml d'eau analysé (Labres et *al.*, 2008).

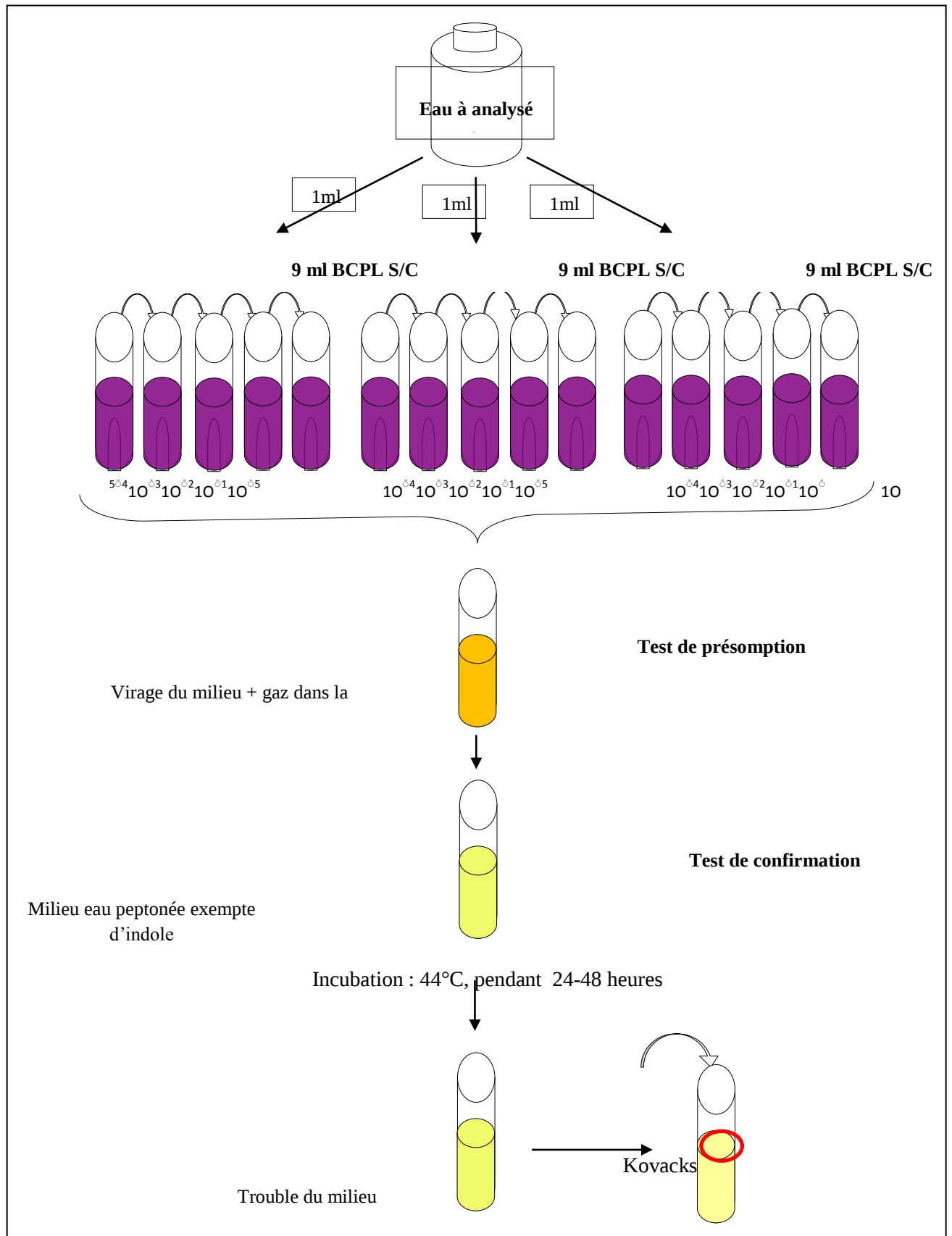


Figure 5. Recherche et dénombrement des coliformes, coliformes thermo tolérants.

III. 3. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux

- **Principe**

Les principes généraux de cette méthode sont ceux décrits pour la colimétrie en milieu liquide. Cependant, alors que le tube primaire contient déjà une certaine quantité d'Azide de sodium. Le repiquage des tubes «positifs» sur un milieu inhibiteur favorise uniquement le développement des streptocoques fécaux.

- **Mode opératoire**

- **Test présomptif**

- ✓ Ensemencent d'un nombre choisi des tubes de milieu Rothe (2 tubes à double concentration, et 4 tubes à simple concentration).
- ✓ Inoculer les tubes choisis pour l'eau à examiner (les 2 premiers par 10 ml, les deuxièmes par 1 ml et les 2 derniers par 0,1 ml).
- ✓ Homogénéiser soigneusement, par agitation, le contenu des tubes et s'assurer, une fois celle-ci terminée, que la teinte de bouillon est uniforme.
- ✓ Incubation à 37 °C pendant 24 ou 48 heures.

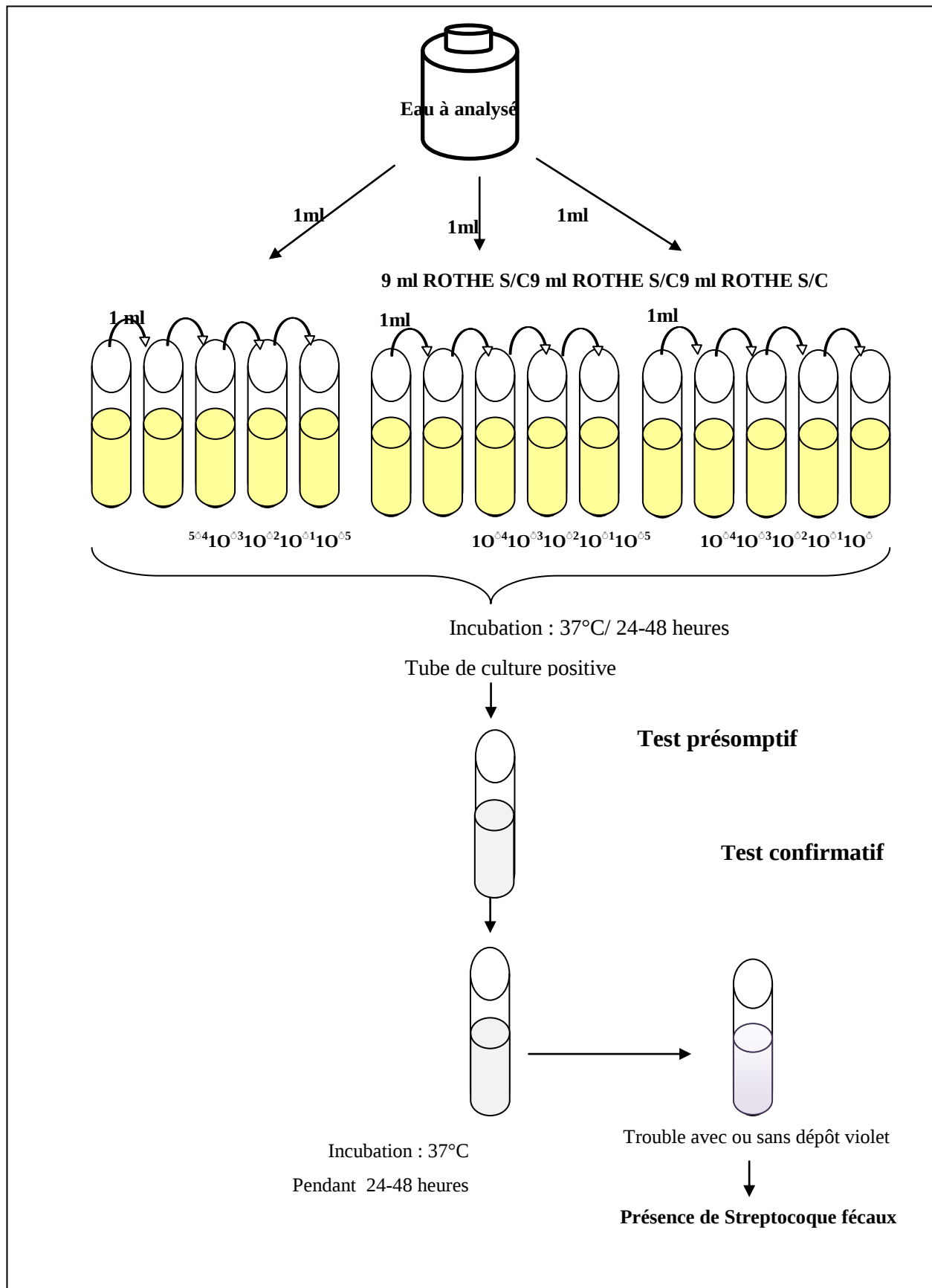
- **La lecture**

Les tubes présentant un trouble microbien pendant cette période sont présumés contenir un streptocoque fécal et sont soumis au test confirmatif.

- **Test confirmatif**

- ✓ Après agitation des tubes positifs, prélever sur chacun d'eux successivement quelques gouttes à l'aide d'une pipette Pasteur et les reporter dans des tubes du milieu de Litsky à l'éthyle violet et l'azide de sodium.
- ✓ Incubation à 37°C pendant 24 ou 48 heures.

L'apparition d'un trouble microbien confirme la présence d'un streptocoque fécal. Parfois, la culture s'agglomère au fond du tube en fixant le colorant et en formant une pastille violette de signification identique à celle du trouble. Dénombrement selon la méthode de NPP (Rodier et *al.*, 2005).



10

Figure 6. Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux

Troisième partie:

Résultats et discussion

I. Caractérisation microbiologique

I.1. Recherche et dénombrement des germes indicateurs de contamination fécale

L'étude s'est limitée aux affluents et à leur embouchure.

I.1.1. Coliformes totaux

Les coliformes totaux sont considérés comme indicateurs de la qualité microbienne de l'eau parce qu'ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale (Leyral, 2002). La pertinence de ce groupe comme indicateur est aujourd'hui fortement contestée du fait que toutes les espèces incluses dans les (CT) ne sont pas spécifiques de la flore intestinale des animaux à sang chaud. En effet, certaines espèces sont d'origine tellurique ou aquatique et sont capables de se développer dans l'environnement aquatique (Tallon *et al.*, 2005)

La variation spatiale des Coliformes Totaux (CT) au niveau des eaux des affluents montrent des concentrations élevées en hautes eaux, la valeur la plus importante (soit 14.10^5 UFC/100ml) est observée au niveau de l'oued Bouhchicha et de l'embouchure de l'oued Degrah.

Les coliformes dénombrés pendant les basses eaux affichent les effectifs moins élevées par rapport aux hautes eaux. L'embouchure de l'oued Degrah présente les concentrations les plus élevées (14.10^5 CT/100ml), l'oued Bouhchicha et l'embouchure de l'oued Demenet Er Rehana présentent les concentrations les plus faibles.

L'évolution spatio-temporelle des CT des affluents du lac Oubéira a révélé une augmentation pendant les hautes eaux liée au lessivage des terrains agricoles avoisinants.

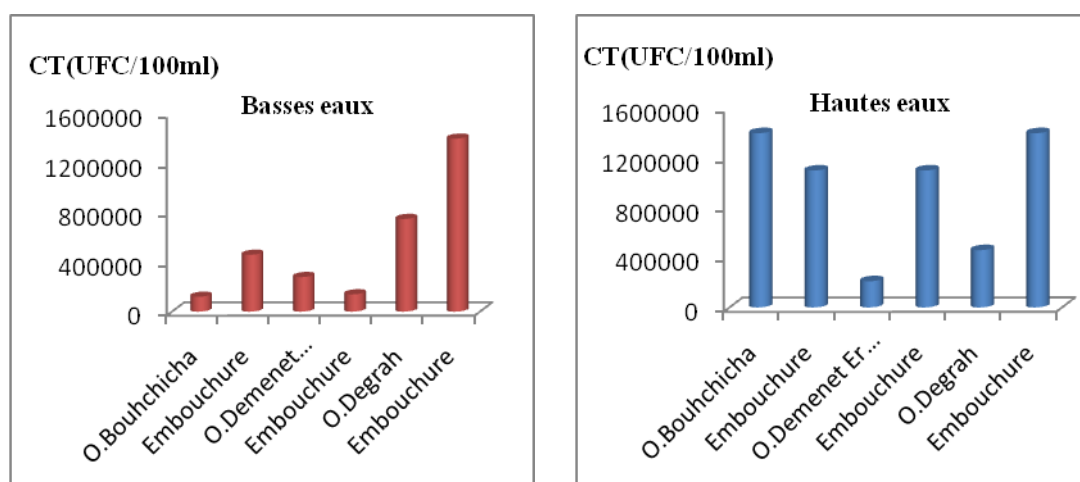


Figure 9. Variations spatio-temporelles des Coliformes totaux (CT) des affluents du lac Oubeira et de leur embouchure.

I.1.2. Coliformes fécaux

Les coliformes fécaux proviennent des intestins et des excréments des humains et des animaux à sang chaud. La présence de ces bactéries dites pathogènes est très risquée pour la santé des humains et des animaux. La bactérie e-coli (*Escherichia coli*) appartient à cette catégorie de coliformes, est une bactérie anaérobie facultative fermentant le glucose et non sporulant. Elle est le type de coliformes d'habitat fécal exclusif ; sa recherche est donc extrêmement importante (Tenaillon et *al.*, 2010). Leur présence dans l'eau indique une pollution fécale récente (Leyral et *al.*, 2002).

L'évolution du nombre de coliforme fécaux des affluents et de leur embouchure est présentée dans la Figure 10. La concentration des coliformes fécaux pendant les hautes eaux est importante au niveau de l'oued Bouhchicha (11.10^4 UFC/100 ml) et de l'embouchure de l'oued Degrah (75.10^4 UFC/100 ml). Les effectifs de coliformes fécaux augmente significativement pendant les basses eaux, notamment au niveau de l'embouchure des oueds Bouhchicha (15.10^4 UCF/100 ml) et Degrah (12.10^4 UFC/100 ml).

Ces résultats plaident en faveur d'une contamination fécale récente due à la fréquentation des oueds et du lac Oubéira par les animaux et les rejets d'eaux usées des localités traversées par les oueds.

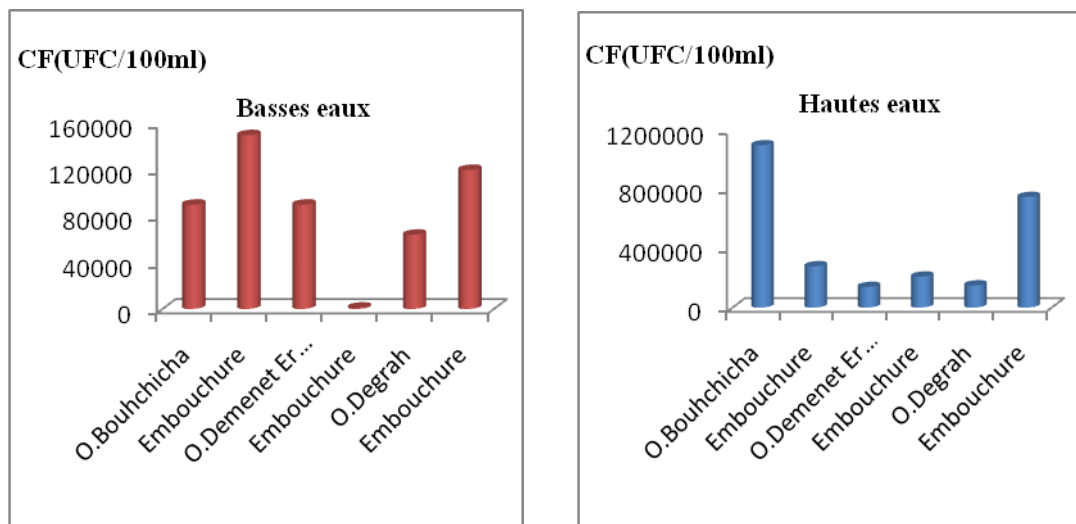


Figure 10. Variations spatio-temporelles des Coliformes fécaux (CF) des affluents du lac Oubeira et de leur embouchure.

I.1.3. Streptocoques fécaux

Les streptocoques fécaux ou les entérocoques, sont des bactéries sphériques, en paires ou en chaînettes, à Gram positif, catalase, anaérobies facultatives qui hydrolysent l'esculine en présence de bile (Caeq, 2006). Ce test est caractéristique des bactéries du groupe D de Lancefield. Sous la dénomination générale d'entérocoques (Streptocoques fécaux) et selon l'OMS, les streptocoques fécaux sont en grande partie d'origine humaine. Cependant, certaines bactéries de ce groupe proviennent également des fèces des animaux comme *Streptococcus bovis*, *S. equinus*, *S. gallolyticus* et *S. alactolyticus* (Clausen et al., 1977 ; Farrow et al., 1984 ; Bitton, 1999), ou se rencontrent même sur les végétaux.

Ils sont néanmoins considérés comme indicateurs d'une pollution fécale, et leur principal intérêt réside dans le fait qu'ils soient résistants à la dessiccation et persistent longtemps dans l'eau (Gleeson et Gray, 1997). Ils apportent donc une information supplémentaire sur la pollution.

L'examen de la Figure 11, montre l'évolution des effectifs de ces bactéries fécales qui sont plus importantes pendant les hautes eaux notamment au niveau l'oued Bouhchicha. Les effectifs des SF sont largement inférieurs aux CF. Cela s'explique par la différence dans le taux de déclin qui est plus rapide chez les SF (Hunter et al., 1999).

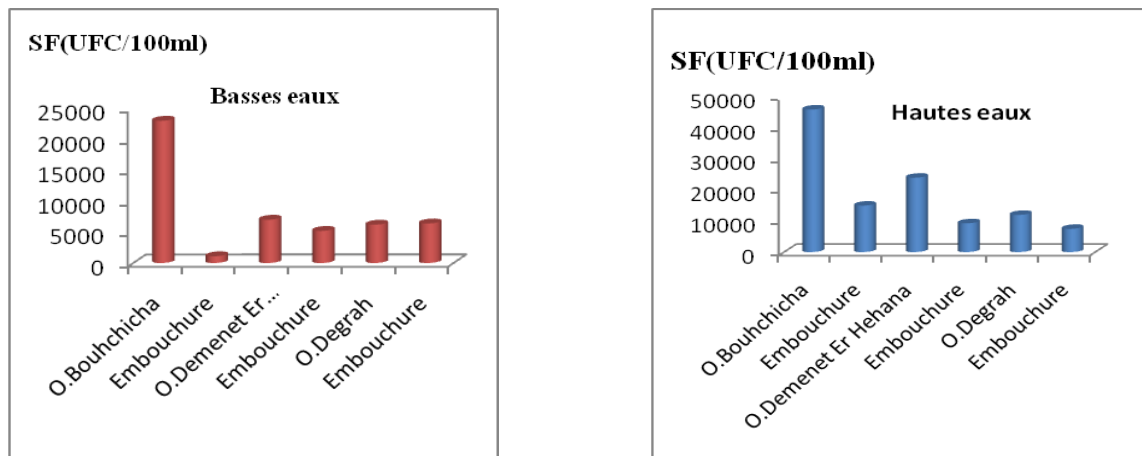


Figure 11. Variations spatio-temporelles des streptocoques fécaux (SF) des affluents du lac Oubeira et de leur embouchure.

I.2. Recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfite réductrices (ASR)

Les anaérobies sulfite-réductrices sont souvent considérés comme des indices de contamination ancienne (OMS, 2000). Elles sont responsables de maladies graves telles que le botulisme et le tétanos (Rejsek, 2002). La présence de ces colonies n'est pas la preuve absolue d'une contamination fécale ancienne, car les clostridies peuvent aussi avoir une origine tellurique (Mouissi, 2017).

Les résultats de la recherche des spores des bactéries anaérobies sulfite-réductrices (ASR) sont représenté dans le tableau 4.

Tableau 4. Résultats de la recherche des spores des bactéries anaérobies sulfite- réductrices des affluents et de leur embouchure.

Affluents	O.Bouhchicha	Embouchure	O.Demenet Er Rehana	Embouchure	O.Degrah	Embouchure
Hautes eaux	+	+	+	-	-	-
Basses eaux	-	-	-	-	+	+

Pendant les hautes eaux, les spores d'anaérobies sulfite-réducteurs sont identifiées au niveau des oueds Bouhchicha et Demenet et Rehan et à l'embouchure de l'oued Bouhchicha. Cependant, pendant les basses eaux les *Clostridium Sp* sont identifiés uniquement dans l'oued Degrah et son embouchure.



Photos 4. Résultats de la recherche des ASR (photo pers).

I.5. Origine de la contamination fécale

Depuis plusieurs décennies, le rapport $R = CF/SF$ (coliformes fécaux sur les streptocoques fécaux) était utilisé comme un élément de premier ordre pour déterminer l'origine de la pollution fécale. Lorsque ce rapport CF/SF est supérieur à 4 la pollution est exclusivement humaine, lié aux rejets des eaux usées (Borrego et Romero 1982). Lorsqu'il est inférieur à 0,7 l'origine est animale (Tableau 1). Les résultats de calcul de ce rapport figurent dans le tableau 8.

Tableau8. Détermination du rapport Coliformes fécaux/Streptocoques fécaux.

Rapport	O.Bouhchicha	Embouchure	O.Demenet Er Rehana	Embouchure	O.Degrah	Embouchure
Hautes eaux	25.80	2.86	1.23	3	1.56	2.56
Basses eaux	4.25	15.3	15.25	2.55	12.33	19.25

Pendant les basses eaux la contamination fécale des affluents est exclusivement humaine dues aux rejets domestiques, sauf à l'embouchure de l'oued Demenet Er Rehana qu'est caractérisé par une contamination mixte à prédominance humaine ($2 < R < 4$). Cette station est située au voisinage immédiat d'une agglomération, exerçant une forte activité agropastorale, le cheptel bovin ayant un accès direct au site surtout pendant cette période de l'année.

Alors que l'origine de la contamination des eaux de ces affluents est très variable pendant les hautes eaux (Tableau 8). Pendant les hautes eaux, les embouchures des oueds Bouhchicha, Demenet Er Rehana et Degrah présentent une contamination mixte à prédominance humaine ($2 < R < 4$). Cependant, les oueds Demenet Er Rehana et Degrah sont caractérisés par une contamination d'origine incertaine, quant à l'oued Bouhchicha sa contamination est d'origine humaine.

Pendant la même période la contamination de l'affluent Bouhchicha est exclusivement humaine, ce ci peut être expliqué par l'effectif élevé d'habitas et leur rejet domestique dans le lac.

III. Caractérisation physico-chimique des eaux du lac Oubéira et de ses principaux affluents

Introduction

La stratégie d'échantillonnage adopté au départ à été simplifié en raison des faibles fluctuations observées d'une verticale à l'autre. Pour ce faire nous avons retenue deux transects, l'un longitudinal et l'autre transversale (Figure). Les résultats présentés dans ce travail sont ceux de l'année hydrologique 2024/2025.

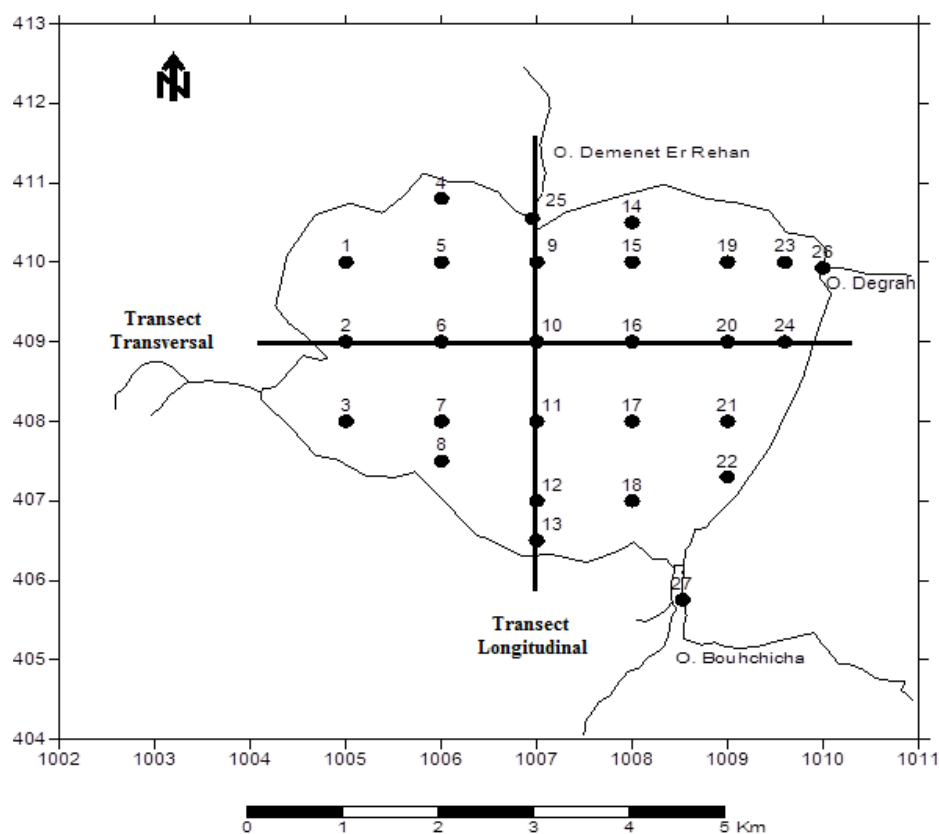


Figure (13). Tracé du Transects longitudinal et transversal

III.2. Variations spatio-temporelles des paramètres physico-chimiques des eaux des principaux affluents du lac Oubéira

Pour chaque affluent nous avons effectué un prélèvement en amont et un autre à son embouchure pour mieux comprendre la dynamique des paramètres étudiées.

III.2.8. pH

L'alcalinité des eaux des affluents est plus importante pendant les basses eaux. Le pH varie peu entre l'embouchure et l'amont des affluents.

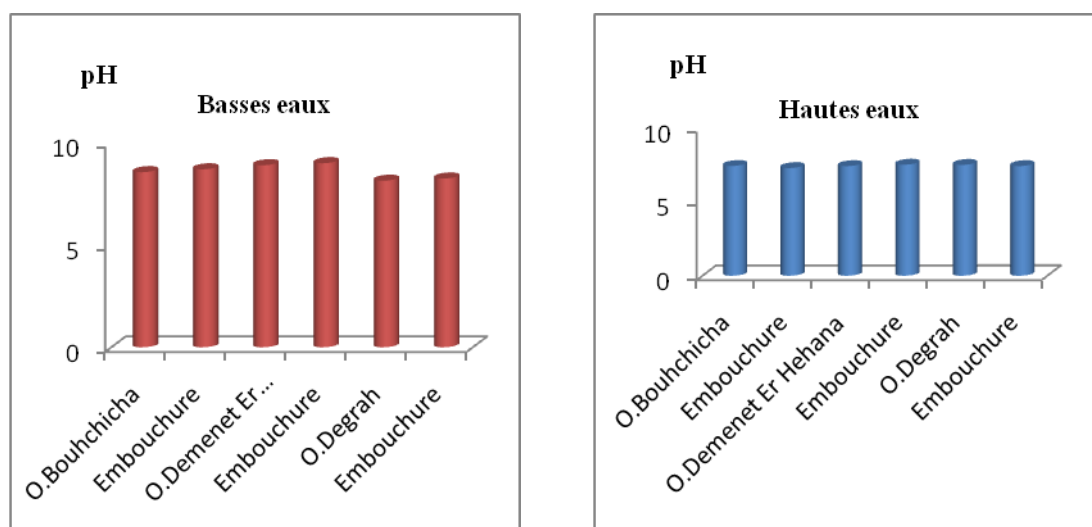


Figure 14. Variation du pH des principaux affluents du lac Oubéira

III.2.9. Conductivité électrique

La conductivité subit de très faibles fluctuations d'une saison à l'autre. Les eaux des affluents sont douces.

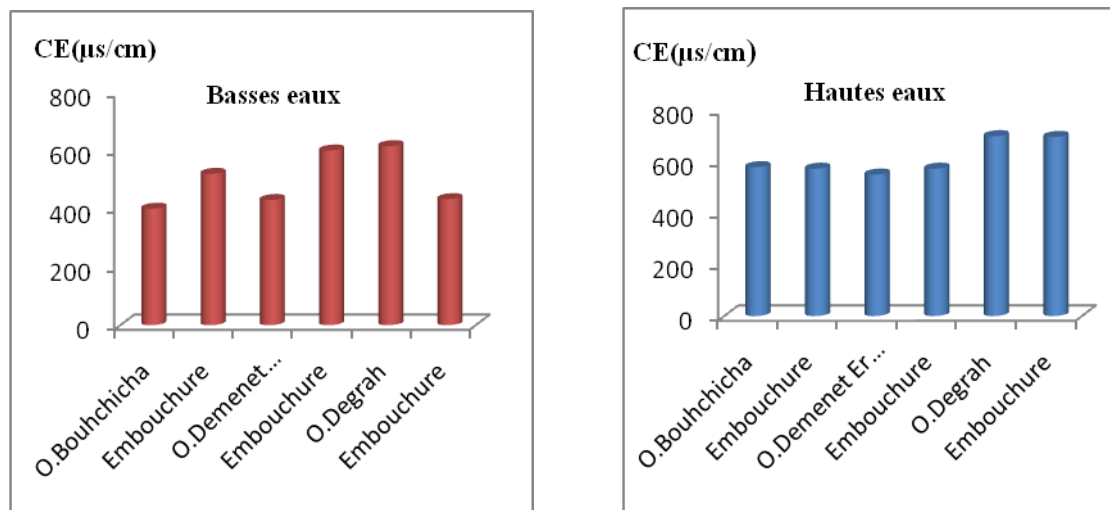


Figure.15. Variation de la CE des principaux affluents du Lac Oubéira

Conclusion générale

Cette étude a permis de mettre en évidence l'influence de la qualité microbiologique des eaux d'irrigation du Lac Oubeira sur la contamination des cultures maraîchères destinées à être consommées crues. Les résultats obtenus montrent que la présence de micro-organismes indicateurs de contamination fécale dans l'eau d'irrigation peut favoriser la contamination des légumes au cours de leur développement, constituant ainsi un risque potentiel pour la santé des consommateurs.

L'analyse microbiologique des échantillons d'eau et des produits maraîchers a révélé une relation entre la qualité sanitaire de l'eau utilisée pour l'irrigation et le niveau de contamination observé sur les cultures. Ces résultats soulignent l'importance d'une surveillance régulière de la qualité des eaux d'irrigation, particulièrement dans les zones agricoles utilisant des ressources hydriques naturelles.

Au-delà des aspects scientifiques, ce travail met en évidence la nécessité d'adopter des pratiques agricoles appropriées, notamment le contrôle de la qualité de l'eau, le respect des règles d'hygiène lors de la production et de la récolte, ainsi que la sensibilisation des agriculteurs aux risques liés à la contamination microbiologique. Ces mesures contribuent à garantir la sécurité sanitaire des produits maraîchers et à protéger la santé publique.

Enfin, il serait souhaitable de poursuivre les recherches en élargissant le nombre de sites d'étude, les périodes d'échantillonnage et les microorganismes recherchés, afin de mieux comprendre les mécanismes de contamination et de proposer des stratégies efficaces pour une gestion durable et sécurisée des eaux d'irrigation.

En conclusion, la préservation de la qualité des eaux du Lac Oubeira constitue un enjeu majeur pour la sécurité alimentaire, le développement durable de l'agriculture maraîchère et la protection de la santé publique.

Références Bibliographiques

(A.E.S.N., 1991). Mémento statistique. Agence de l'Eau Seine-Normandie, 126

(ENSA, 2003). Principaux Indicateurs sociodémographiques, Cotonou

A. Goulon-Sigwalt-Abram, (2008). Une nouvelle méthode d'apprentissage de données structurées : Applications à l'aide à la découverte de médicaments, Thèse de Doctorat, Université Paris 6 de Pierre et Marie Curie. 135 p

Abdoulaye Demba N'diaye., Khadijettou Mint Mohamed Salem., Mohamed Ould Sid'Ahmed Ould Kankou. (2013). Contribution a l'étude de la qualité physicochimique de l'eau de la rive droite du fleuve Sénégal. *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680, n° 12, pp. 71-83.

Abrid D. (2015). Caractérisation physico-chimique, minéralogique et géochimique des sédiments de la retenue du barrage Sidi chahed et des sols du bassin versant de l'oued Mikkés. *Th. Doct., Univ. Moulaya Ismail, Maroc.* 233p.

Ait Belkacem L. & Dembri H., (1995). *Inventaire et croissance des poissons pêchés au lac oubeira, suivi d'un repeuplement.* Mémoire d'ingénieur. Institut sciences de la nature. Université d'Annaba, 37 p.

Alayat H. (1991). *Les eaux superficielles et la nappe phréatique de la plaine d'Annaba.* Thèse de Doctorat, Univ. de Nancy II, 382p.

Alayat H. (2009). Evolution spatiale de l'envasement du Lac Oubeira imposé par l'érosion (Extrême NE Algérien). Colloque international sur la gestion des ressources en eau Tipaza : 27 et 28 janvier 2009.

Alayat H. (2013). Évolution spatiale des caractéristiques physico-chimiques des eaux du lac Oubeira imposée par les conditions sévères de la sécheresse (Extrême NE Algérien). *European Scientific Journal*. Décembre 2013 Edition vol.9, No.36 ISSN : 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431. 564-579 pp.

Alayat H., Lamouroux C. (2006). Evolution spatio-temporelle du chimisme des eaux thermo minérales des monts de la cheffia (NE algerien).Kartologia, n°48, pp.23-28.

Alayat. H. (2005). La chaine Alpine d'Algérie orientale et des confins Algéro-tunisiens. Thèse de doctorat ès. Sciences naturelles, université Pierre et Marie curie (Paris VI), 2t, 665p. 199 fig., 40pl.

Amrani A. (2016). Impacts écologiques et sanitaires de la prolifération massive des cyanobactéries toxiques sur la faune piscicole et la production aquacole dans le lac Oubeïra : Bioaccumulation des cyanotoxines dans les poissons et risques sanitaires associés. Thèse de doctorat en biologie. UNIVERSITE BADJI MOKHTAR –ANNABA-

Annani Fouzi., (2013). Essai de biotypologie des zones humides du constantinois. Département de biologie. Thèse doctorat. Université Annaba. P227.

Archibald F. (2003). Coliformes fécaux. *Institut national de santé publique de Québec. Canada.* 3 p

Aubry P. (2013). Les salmonelloses. Médecine tropicale .diplôme de médecine tropicale des pavas de l'océan INDIAN. Article. P6.

Ayadi, I., H,Habib., D ,Yasmine.(2008). *International Water Ressources Association. XIIIth World Water Conress 1. Montpellier, France.*

B.Falissard, (2005) . Comprendre et utiliser les statistiques dans les sciences de la vie, 3^{ème} édition Masson, 101-372 p.

Baize D. (2000). Guide des analyses en pédologie : choix, expression, présentation, interprétation 2e éd, INRA-paris 255 .

Belghiti M.L, Chahlaoui A., Bengoumi D. & El Moustaine R. (2013). Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe plio-quadernaire dans la région de Meknès (Maroc), *Larhyss Journal* n°14 pp 21-36.

Berne F., Jean C. (1991). Traitement des eaux, Édition TECHNIP, 306 p.

Bitton, G. 1999. Wastewater microbiology. 2^{ème} éd.John Wiley & Sons, NY.578p.

Blinda M. (2007). *Pollution tellurique du littoral nord-ouest du Maroc entre Tanger et Tétouan : caractérisation, impact sur l'environnement et proposition de solutions.* Thèse de doctorat, université Mohammed V, faculté des sciences, Rabat, pp. 194.

Borrego A.F. & Romero P. (1982). Study of the microbiological pollution of a Malaga littoral area II. Relationship between fecal coliforms and fecal streptococci. VIe journée étud. Pollutions, Cannes, France, pp 561-569.

Bouaïcha N.,e Oudra B., Francisca F., Nasri H. (2012). **PROJET MEDITERRANEEN DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE INTER-UNIVERSITAIRE (mersi-BEOM-012)** cofinancé par l'AUF (2010-2012).

Bouhaoua. (2010). Contribution de L'étude de la pollution de l'oued Bounamoussa. Suivi physico –chimique de l'eau, 12, 13,17p.

Boulahbel R. (1999). Caractéristiques d'un modèle de peuplement d'oiseaux d'eau nicheurs. Cas du lac Oubeïra et du marais du lac Mellah (Parc National d'El Kala - Wilaya d'El Tarf). Magister (U. d'Annaba).

Boumaraf W. (2010). Cartographie et impact de la qualité des eaux du lac Oubeïra sur la relation sol-végétation (Parc National d'El Kala).Mémoire de Magistère en Ecologie Végétale.70p.

Boumezbeur A et, Madame Ameur Naziha. (2003). Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar. Réserve Intégrale du Lac Oubeïra, Wilaya d'El Tarf.

Boumezbeur A. (1993). *Ecologie et Biologie de la reproduction de l'Erismature à tête blanche (Oxyura leucocephala) et du Fuligule nyroca (Aythyanyroca) sur le lac Tonga et le lac des oiseaux.* Thèse Doctorat EPHE. Université de Montpellier, France. 200 p.

Boumezbeur A. (2001). *Atlas des zones humides algériennes d'importance internationale.* 2^{ème} édition ATLAS. 56 p.

Bourgeois C.M & Leveau J.Y. (1980). Technique D'analyse Et De Contrôle Dans Les Industries Agro-alimentaire. T3. *Apria* 331 p.

.
Calvet et Villemain, (1998). Analyses de sols et gestion de l'espace Plaidoyer pour leur cadrage géomorphopédologique dans les projets, expertises et services de conseil. Etude et Gestion des Sols n°1, pages 23 -33.

Camille D. (2003). Surveillance sanitaire et microbiologique des eaux. Réglementation, prélèvements, analyses. *Lavoisier : Tec et Doc. France.* 156 p.

Carbonelle D., Kouyoumdjian S. & Audurier A. (1988). Bactériologie médicale techniques usuelles. *Méd. Mal. Inf. France.* 251 p.

Carpenter et al., (1998). Non-Point Pollution of Surface Waters with Phosphorus and Nitrogen. *Ecological Applications* 8(3), August 1998.

Centre d'Expertise en Analyse Environnementale du Québec (CEAEQ). (2006). Recherche et dénombrement des entérocoques : méthode par filtration sur membrane, MA. 700-Ent 1.0, Rév. 3, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec. 23p.

Chaouch R. (2007). *Identification et quantification des déchets solides encombrant les plages d'Annaba : aspect physicochimique et bactériologique des eaux.* Mémoire de Magister. Univ. Badji Mokhta, Annaba (Algérie), 105p

Delcenserie V, China B, Gavini F, Beerens H, Daube G. (2002). Proposition pour un nouveau standard indicateur de la contamination d'origine fécale dans les aliments : le genre *Bifidobacterium*. *Ann Méd Vét*;146:279.

Denis F., Ploy M.C., Martin C., Bingen E. & Quentin R. (2007). Bactériologie médicale : Techniques usuelles. *Elsevier Masson.* 594 p.

Derwich E., Benaabidate L., Zian A., Sadki O. & Belghity D. (2010). Caractérisation Physico-chimique des eaux de la nappe alluviale du Haut Sebou en aval de sa confluence avec Oued Fes. *Larhyss Journal* 8: 101-112

Dobbs A. J. and Zabel T. F., (1994).Water quality control.*In Rivers Handbook*.Hydrological and ecological principals.*Edit. P. Calaw and Geffrey E. Petts*, Vol. II, 321-336.)

Gay M. (2004). Infection expérimentale chez *Crassostrea gigas* : étude de deux souches pathogènes apparentées à *Vibrio splendidus*. Thèse Doct. Es. Sci. Université de la Rochelle.P.179.

GharsallahZ.(2005). *Evaluation de la pollution du littoral d'Annaba qualité microbiologique de l'eau et teneur en métaux lourds du sédiment superficielle*. Mémoire de Magister. Univ. Badji Mokhtar, Annaba (Algérie). 76p.

Givord L. & Dorioz JM. (2010). La survie des microorganismes d'origine fécale dans les effluents et les sols : éléments de cadrage bibliographique, étude réalisée dans le cadre du projet *Cas DAR Territ Eau*. France : *Ministère de l'alimentation de l'agriculture et de la pêche*, 25 p.

Gleeson, C. and N. Gray. (1997). The coliform index and waterborne disease. E & FN Spoon. E & FN Spoon: 194.

Hamed M., Guettache A., Bouamer L. (2012). Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du barrage DJORF- TORBA, Bechar.

Hamouni, M., Touaf, L et Chekired, Z., (2004). Analyse du sol. Intérêt agronomique. INSID.

Hceflcd (2007). Etude diagnostique de la zone humide AL Massira- Faija, cercle d'EL Brouj et Cercle de Settat (Maroc), 242p.

Hebert, S., S. Légre, (2000). Direction du suivi de l'état de l'environnement, Ministère de l'Environnement Gouvernement du Québec, 5 p.

Hubert P., Marin M. (2001) .Quelle eau boirons-nous demain ? Phase, 128 p.

Morgane N-C. (1982). An ecological survey of standing waters in North - West Africa: II site description for Tunisia § Algeria *Biol. Cons* 24: 83 - 11.

Mouffok F. (2001). Guide technique d'analyses bactériologiques des eaux de mer. *Institut Pasteur d'Alger*.40 p

Nasri A.B., Bouaïcha N. et Fastner J. (2004). First Report of a Microcystin-Containing Bloom of the Cyanobacteria *Microcystis* spp. in Lake Oubeïra, Eastern Algeria. *Arch Environ Contam Toxicol*, 46:197 - 202.

Nollet P. (1996). Problèmes d'environnement. Dires d'experts. Ed. Technique et documentation. Lavoisier, Paris. 288 pp.

OMS, (2000). Directive de qualité pour l'eau de boisson : Vol2 : critères d'hygiène et documentation à l'appui.-Genève : OMS.-1050p.

OMS. (2012). Prévention et lutte contre l'hépatite virale. P32.

Ouelmouhoub S. (2005). Gestion multi-usage et conservation du patrimoine forestier : cas des subéraies du Parc National d'El Kala (Algérie).Thèse de Master of Science du CIHEAM-IAMM n°78.pp 46-54.