

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد السديق بن يحيى - جيجل

Université Med-Seddik Benyahya-Jijel

Faculté des sciences de la terre et de la vie

Département des sciences de l'environnement

et des Sciences Agronomiques



كلية علوم الطبيعة والحياة

قسم علوم المحيط والعلوم الألاحية

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme : **Master académique**

Filière : Science Biologique

Option : Toxicologie Fondamentale et Appliquée

Thème

**Influence des rejets de l'Oued El Kantara sur la qualité
des eaux de la plage kotama (w.Jijel)**

Jury de soutenance :

Présidente : M^{me} Lemzeri H.

Examinatrice : M^{me} Benfridja L.

Encadreur : M^{me} Amira, w.

Présenté par :

Boutiouta Amel.

Benoudina Feriel.

Session : juin 2018

numéro d'ordre :

Laboratoire de l'université de Jijel, l'ADE et le laboratoire de la Clinique d'épidémiologie et de médecine préventive à El kanner.

Dédicaces

Je dédie ce travail à toutes les personnes qui m'ont soutenue et supportée durant toutes ces longues années d'études. Vous rendre fière est mon ultime souhait.

A La mémoire de mon père DJAMEL.

Ce travail est dédié à mon père, décédé trop tôt, qui m'a toujours poussé et motivé dans mes études. Ta mémoire glorieuse me remplit de fierté, là où je vais les gens ne cessent de parler de ta grandeur d'âme et ta générosité. J'espère que de là où tu es maniquement tu es fière de moi et que tu apprécies cet humble geste comme preuve de reconnaissances de la part d'une fille que sui a toujours prié pour le salut de ton âme. Puisse dieu le tout puissant t'avoir en sa saine miséricorde.

Toi ma chère maman NOURA

L'être le plus chère à mon cœur. Merci pour tout l'amour que tu me portes merci pour tous les sacrifices que tu as fait, l'encouragement incessant et le soutien inconditionnelle que tu m'as toujours apporté d'être mon conseil 1^{ère} à chaque étape de ma vie. Je suis tellement fière d'avoir une maman aussi parfaite que toi. Je t'aime Maman.

A ma sœur AMIRA qui a toujours était présente à mes côtés je te dis Merci pour ton soutien, merci d'avoir était présente pour écarter les doutes, soigner les blessures et partager les joies. je t'aime ma Mimi.

A mon petit frère AYMEN qui m'a beaucoup encourager durant mon travail merci de m'avoir toujours remonté le moral. je t'aime Manou.

A ma petite nièce RIHEM je t'aime énormément.

À toi MAISSA ma copine ma sœur qui m'a accompagné durant ce travail et m'a toujours soutenu merci je t'aime Mysousa.

À toi Djoumana ma nièce qui m'a soutenu durant ce travail un grand merci pour toi Jojo.

À HAMID mon grand frère merci de m'avoir soutenu motivé sans cesse et d'avoir toujours été à mes côtés. Merci Hamid.

À la mémoire de mon grand-père ZIDENE qui aurait été très fier de moi aujourd'hui.

À mon oncle paternel SALIM je te remercie pour ton aide et ton grand soutien.

À mon oncle et ma tante maternels AMAR et ZAHIA je vous remercie pour votre encouragement.

À toute la famille BENOUDINA et BOUCHEREBE.

À mes chères copines et mes sœurs MOUNIRA, SOUAD merci pour le soutien et l'encouragement que vous m'avez toujours donné. Merci je vous j'aime.

Dédicaces

A cœur vaillant rien d'impossible

A conscience tranquille tout est accessible

Quand il y a la soif d'apprendre

Tout vient à point à qui sait attendre

A mes chers parents Messaoud et Ouanassa

Affable, honorable, aimable : vous représentés pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi.

Vos prières et vos bénédictions m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études.

Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur.

A Tata Rjma

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai pour vous.

Vous m'avez accueilli à bras ouverts dans votre famille. En témoignage de l'attachement, de l'amour et de l'affection que je porte pour vous.

Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.

A mes chers frères : Abd El wahid (son épouse Et sa petite fille), Bilel et Tarek,

Vous avez toujours été présents pour les bons conseils. Votre affection et votre soutien m'ont été d'un grand secours au long de ma vie professionnelle et personnelle.

Veillez trouver dans ce modeste travail l'expression de mon affection.

A mes chers sœur Karima, Wissem, Hanene et leurs maris Said, Abd Allah, Abd Alkarim et leurs enfant.

En témoignage de l'attachement, de l'amour et de l'affection que je porte pour vous.

Malgré la distance, vous êtes toujours dans mon cœur. Je vous remercie pour votre hospitalité sans égal et votre affection si sincère.

Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite

A Mes chères petites sœurs Chaima, Imen et besmala présent dans tous mes moments d'examens par son soutien moral et ses belles surprises sucrées.

Je te souhaite un avenir plein de joie, de bonheur, de réussite et de sérénité.

Je t'exprime à travers ce travail mes sentiments de fraternité et d'amour.

A tous les membres de ma famille Boutiouta et Bouchellig , petits et grands

Veillez trouver dans ce modeste travail l'expression de mon affection

A mes chères amies Yasmina, Loubna, Nour Elhouda et Souad

Je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mon affection et mes pensées, vous êtes pour moi des sœurs et des amis sur qui je peux compter.

En témoignage de l'amitié qui nous uni et des souvenirs de tous les moments que nous avons passé ensemble, je vous dédie ce travail et je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.

A mon binôme Ferial je vous dédie ce travail d'avoir eu le courage de l'achever malgré toutes les difficultés et tout ce que tu as enduré, avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.

Remerciement

Avant tout nous remercions « Allah » le tout puissant pour la force qu'il nous a donné accomplir ce travail.

Nous adressons le plus sincère remerciement à nos chers parents pour leur affection, leur compréhension, leur patience et leur soutien constant.

Puisse dieu leur accorder santé, bonheur et longue vie.

Ce mémoire est le fruit de plus de 4 mois de recherche sous la direction de notre encadreur M^{eme} .Amira Widad. Nous lui présentons l'expression de notre profonde gratitude pour son soutien continu, sa disponibilité, sa patience et ses précieux conseils.

Un grand Merci aux jurys M^{eme} Lemzeri Houria et M^{eme} Benfridja Leila qui ont bien voulu participer à ce jury et consacrer du temps pour la lecture et l'appréciation de ce travail.

Nos remerciements s'adressent aussi à tous le personnel du département des sciences de l'environnement et des Sciences Agronomiques : Enseignants, et les ingénieurs du laboratoire.

Nous remercions également le personnel du laboratoire de la clinique d'épidémiologie et de médecine préventive à El Kanner qui nous ont aidées dans ce travail.

Pour finir, nous tous ceux qui de près ou de loin, ont apporté une attention et aide particulière à ce travail.

Liste des abréviations

Liste des abréviations

ADE : Algérie des eaux

Al : Aluminium

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydraulique

BCPL : Bouillons Lactose au Pourpre de Bromocrésol

Ca: Calcium

Cd : Cadmium

CE : Conductivité Electrique

Cl : Chlorure

Cu : cuivre

D/C : Double Concentration

Hco³⁻ : bicarbonate

H₂O : eau

JO : Journal Officiel

L : Litre

MES : Matières en suspension

mg.l⁻¹: Milligramme par litre

ms/cm : Milli Siémens par centimètre

µs/cm : Micro-Siémens par centimètre

Na⁺: Ion de Sodium

NO₂⁻ : Nitrite

NO₃⁻ : Nitrate

NH₄⁺: Ammonium

NPP : Nombre Plus Probable

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PCB : Polychlorobiphényle

PH : Potentiel d'Hydrogène

PO₄⁻ : Orthophosphate

PPm : Partie Par million

SAA : Spectrométrie d'Absorption Atomique

S/C : Simple Concentration

SEQ-EAU : Système d'Évaluation de la Qualité de l'eau

T° : Température

Zn : Zinc

Liste des figures et des tableaux

Liste des tableaux

Tableau 1 : Les classes de qualité de l'eau	p 05
Tableau 2: Origines et natures de différentes sources de pollution du milieu aquatique	p 07
Tableau 3: Les résultats d'analyse physico-chimique des eaux de l'oued et de la plage Kotama	p 28
Tableau 4: Les résultats des analyses des métaux étudiés (Cd, Zn et Cu)	p 36
Tableau 5: Les résultats des analyses microbiologiques de l'eau l'oued et de la plage	p 38
Tableau 6 : Qualité requise des eaux de baignades	p 39
Tableau 7 : Grilles d'évaluation SEQ-EAU	annexe III
Tableau 8 : La table de Mac Grady	annexe IV

Liste des figures

Figure 1 : Le cycle de l'eau	p 02
Figure 2 : Ecosystèmes aquatiques (les grands domaines)	p 05
Figure 3 : La carte de la wilaya de Jijel	p 14
Figure 4 : photo satellite de la plage de kotama	p 15
Figure 5 : Partie non couverte de l'Oued EL kantara	p 16
Figure 6 : Partie couverte de l'Oued EL kantara	p 16
Figure 7 : Températures mensuelle moyenne en °C pendant la période : 1988-2017	p 17
Figure 8 : précipitation mensuelle moyenne en mm pendant la période : 1985-2017	p 17
Figure 9 : Diagramme ombrothermique de Gaussen	p 18
Figure 10 : Localisation des stations de prélèvement dans l'Oued El Kantara et la plage Kotama	
Figure11 : stations de l'Oued El Kantara.	
Figure 12: stations de la plage.	
Figure 13 : Thermomètre, conductimètre et pH mètre.	
Figure 14 : les réactifs utilisés pour le dénombrement des coliformes totaux et fécaux : BCPL, Schubert, kovacs.	
Figure 15: les milieux utilisés pour le dénombrement des streptocoques fécaux : Roth l'EVA Litsky.	p 20
Figure 16: Les variations de la température en fonction des stations	p 29
Figure 17 : Les variations du PH en fonctions des stations	p 30
Figure 18 : Les variations de la conductivité électrique en fonction des stations	p 31
Figure 19 : Les variations de l'ammonium en fonction des stations	p 32
Figure 20 : Les variations du nitrate en fonction des stations	p 33
Figure 21 : Les variations du nitrite en fonction des stations	p 34
Figure 22 : Les variations de l'orthophosphate en fonction des stations	p 35
Figure 23 : Les variations de cadmium en fonction des stations	p 36
Figure 24 : Les variations du zinc en fonction des stations	p 37

Sommaire

Sommaire

LISTE DES AVBREVIATIONS	
LISTE DES FIGURES	
LISTE DES TABLEAUX	
INTRODUCTION	P01

Première partie : synthèse bibliographique

Chapitre I : Eau et milieux aquatique

I.1.	Généralités sur l'eau.....	P02
I.1.	Le cycle de l'eau.....	P02
I.2.	Ecosystèmes aquatiques.....	P03
I.2.1.	Type des écosystèmes aquatiques.....	P03
I.2.1.1.	Ecosystèmes continentaux.....	P03
I.2.1.1.1	Ecosystème lentique (eaux stagnantes).....	P03
I.2.1.1.2.	Les écosystèmes lotiques.....	P04
I.2.1.2.	Les écosystèmes aquatiques marins.....	P04
I.2.1.2.1.	Les provinces néritiques.....	P04
I.2.1.2.2.	Les provinces océaniques.....	P04
I.2.1.3.	Les écosystèmes de transition : les écotones.....	P04
I.3.	Qualité des eaux	P05

Chapitre II : Pollution de l'eau

II.1.	Définition.....	P07
II.2.	Sources de pollution de l'eau	P07
II.2.1.	Origine domestique	P07
II.2.2.	Origine industrielle	P08
II.2.3.	Origine agricole	P08
II.3.	Types de polluants.....	P09
II.3.1.	Définition d'un polluant	P09
II.3.2.	Principaux polluants de l'eau.....	P10

II.3.2.1.	Les polluants biologiques.....	P10
II.3.2.2.	Les polluants chimiques.....	P10
II.3.2.3.	Les polluants physiques.....	P10
II.3.2.4.	Conséquences de la pollution des milieux aquatiques	P11
II.4.	Paramètres indicateurs de pollution de l'eau	P11
II.4.1.	Paramètres physiques	P11
II.4.1.1.	Température	P11
II.4.1.2.	Potentiel d'hydrogène.....	P11
II.4.1.3.	Conductivité	P12
II.4.2.	Paramètre chimique.....	P12
II.4.2.1.	Nitrate	P12
II.4.2.2.	Nitrites	P12
II.4.2.3.	Orthophosphate	P13
II.4.2.4.	Ammonium.....	P13
II.4.3.	Les métaux lourds	P13
II.4.3.1.	Le Cuivre.....	P13
II.4.3.2.	Le Zinc	P13
II.4.3.3.	Le Cadmium	P14
II.4.4.	Paramètres microbiologiques	P14
II.4.4.1.	Les coliformes totaux et fécaux	P14
II.4.4.1.1.	Les coliformes totaux	P14
II.4.4.1.2.	Les Coliformes thermotolérants (ou fécaux)	P14
II.4.4.2.	Les streptocoques fécaux	P14

Deuxième partie : partie expérimentale

Chapitre I : Matériel et méthodes

I.1	Description du site.....	P15
I.1.1.	Situation géographique de la wilaya de Jijel.....	P15
I.1.2.	Présentation de la zone d'étude.....	P15
I.2.	Etude climatologique	P17
I.2.1.	Température	P17

I.2.2.	Les précipitations.....	P18
I.2.3.	La pluviométrie.....	P19
I.3.	Choix des stations	P20
I.3.1.	Au niveau d'Oued El Kantara.....	P20
I.3.2.	Au niveau de l'embouchure	P20
I.3.3.	Au niveau de la plage.....	P21
I.4.	Méthode de prélèvement	P22
I.5.	Analyse physico-chimique de l'eau	P22
I.5.1.	Mesure in situ	P22
I.5.1.1.	Température.....	P22
I.5.1.2.	Détermination du potentiel d'hydrogène.....	P22
I.5.1.3.	Conductivité électrique	P22
I.5.2.	Les dosages au laboratoire	P23
I.5.2.1.	Dosage des nitrates (NO_3^-).....	P23
I.5.2.2.	Dosage des nitrites (NO_2^-).....	P23
I.5.2.3.	Dosage de l'ammonium (NH_4^+).....	P23
I.5.2.4.	Dosage des Orthophosphates (Po_4^-).....	P24
I.5.2.5.	Dosage des métaux lourd	P24
I.5.3.	Principe de la Spectrophotométrie d'Absorption Atomique.....	P24
I.6.	Analyse microbiologique de l'eau	P25
I.6.1.	Principe	P25
I.6.2.	Recherche et dénombrement des Coliformes totaux et fécaux	P25
I.6.2.1.	Milieu de culture et réactifs utilisés	P25
I.6.2.2.	Test présomptif (pour les coliformes totaux)	P26
I.6.2.3.	Test confirmatif (pour les coliformes fécaux)	P26
I.6.3.	Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux.....	P27
I.6.3.1.	Milieus de culture	P27
I.6.3.2.	Test présemptif	P27
I.6.3.3.	Test confirmatif	P27

Chapitre II : Résultats et discussion

II.1.	Résultats et discussion des paramètres physico-chimique.....	P30
II.1.1.	La température.....	P30
II.1.2.	Le potentiel d'hydrogène (PH).....	P31
II.1.3.	La conductivité électrique (CE).....	P32
II.1.4.	Ammonium.....	P33
II.1.5.	Nitrate.....	P34
II.1.6.	Nitrite.....	P33
II.1.7.	Orthophosphate.....	P37
II.2.	Les métaux lourds.....	P38
II.2.1.	Le Cadmium.....	P38
II.2.2.	Le Zinc.....	P39
II.2.3.	Le Cuivre.....	P39
II.3.	Qualité microbiologique de l'eau.....	P40
II.3.1.	Coliformes totaux et coliformes thermotolérants.....	P40
II.3.2.	les streptocoques fécaux.....	P41
II.3.3.	Aptitude de l'eau de la plage à la baignade.....	P42

CONCLUSION ET PERSPECTIVES	P43
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	P44
ANNEXES	
Résumé	

Introduction

Introduction générale

L'eau est une ressource naturelle à la base de la vie et une denrée essentielle à la majeure partie des activités de l'homme. Elle est également rare et constitue en fait une ressource dont la disponibilité est marquée par une irrégularité prononcée dans le temps et dans l'espace. **(Fahssi et al, 2016)**.

Les écosystèmes aquatiques sont souvent victimes de pollutions chimiques et microbiologiques du fait qu'ils sont exposés à de nombreuses contaminations, ce qui engendre généralement des dégradations graves des différents compartiments qui les constituent (eau, faune et flore) et par conséquent une influence sur la santé publique. La qualité physico-chimique et microbiologique des eaux est dégradée du fait que le plan d'eau est un récepteur principal de ces polluants, reçu essentiellement des activités humaines (industrie, agriculture, élevage, les rejets domestiques.....etc.). Une mesure d'hygiène s'impose et le contrôle de ces milieux récepteurs doit être obligatoire **(Panda et al, 2006)**.

L'appréciation de la qualité des eaux de surface se base sur la mesure des paramètres physicochimiques ainsi que sur la mesure des paramètres biologique.

Oued El Kantara est un cours d'eau, situé dans la ville de Jijel. Son état actuel est très dégradé du fait qu'il reçoit une part importante de rejets d'eau usée et de déchets à partir des agglomérations avoisinantes (Mekasseb, El Akabi, Village Moussa.....). Cela perturbe sans doute le milieu marin côtier, dans lequel il se jet, qui est la plage Kotama. C'est pourquoi, cette plage a été visé dans l'objectif de faire un diagnostic de la qualité physico-chimique et microbiologique de ses eaux afin d'affirmer son aptitude à la baignade.

Ce travail est divisé en deux parties

- ✓ Partie théorique qui comprend deux chapitres le premier chapitre qui s'intéresse à un petit rappel et des généralités sur l'eau et les écosystèmes aquatiques, et un deuxième chapitre sur la pollution de l'eau et ses paramètres indicateurs.
- ✓ Partie pratique comprend aussi deux chapitres le premier, Matériel et méthodes, est consacré à la présentation de la zone d'étude, prélèvement des échantillons et les méthodes de mesure et d'analyse, le deuxième chapitre résultats et discussion, dans lequel les résultats obtenus dans notre étude sont présentés et discutés. Enfin ce travail est finalisé par une conclusion et des perspectives.

Partie 1 : synthèse
bibliographique

Chapitre I : Eau et milieux aquatique

I. Généralités sur l'eau

Nom féminin du latin aqua, l'eau est un corps incolore, inodore, insipide, liquide à la température ordinaire et composé d'hydrogène et d'oxygène (H₂O). L'eau était considérée par les anciens comme l'un des quatre éléments de base avec le feu, l'air et la terre. Elle constitue un élément indispensable à la vie. Elle est le substrat fondamental des activités biologiques et le constituant le plus important des êtres vivants (70% de leurs poids en moyenne). L'eau se rencontre dans l'écosphère sous trois états : solide, liquide, et gazeux dépendant de conditions particulières de température et de pression. L'eau a des propriétés physico-chimiques assez particulière par rapport aux autres liquides car elle est un excellent solvant, elle solubilise de nombreux gaz, corps minéraux et organiques, ionise les électrolytes et disperse les colloïdes électrochargés (Michard, 2002).

I.1. Le cycle de l'eau

On appelle la circulation naturelle d'eau sur la planète le cycle hydrologique. L'eau est évaporée par le soleil, incorporée aux nuages comme vapeur d'eau, tombe sur la terre et sur les étendues d'eaux sous forme de pluie, à partir de la terre elle retourne de nouveau aux ressources d'eaux dans le cycle hydrologique. Six composants principaux du cycle hydrologique : les précipitations, l'infiltration, l'évaporation, les eaux de surface, la transpiration et écoulement des eaux souterraines (Sudhanshu, 2008).

Le Petit Larousse

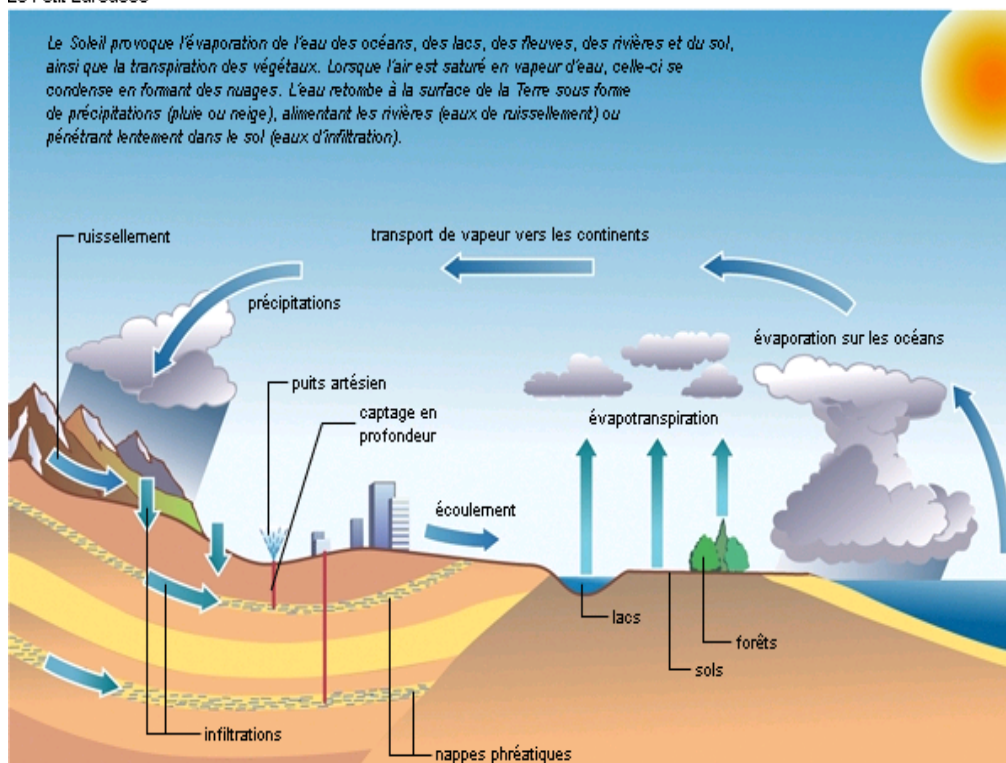


Figure1 : Le cycle de l'eau (Sudhanshu, 2008).

On estime que quelque 419 kilomètres cubes (km³) de l'eau sont évaporées à partir des océans chaque année, et environ 69 km³ de la vapeur d'eau proviennent des continents. Les précipitations sur les continents s'élève à environ 106 km³ et le ruissellement est environ 37 km³. Les océans reçoivent proportionnellement moins de précipitations (382 km³) qu'ils fournissent à l'atmosphère par évaporation, et les continents donc reçoivent proportionnellement plus qu'ils fournissent à l'atmosphère par évaporation (**Sudhanshu, 2008**).

I.2. Ecosystèmes aquatiques

Les écosystèmes aquatiques recouvrent une grande diversité de milieux, tous caractérisés par l'omniprésence de l'eau (douce, salée, vive ou lente). Comme tout écosystème, ce sont des ensembles environnementaux structurés dans lesquels se produisent des échanges de matière et d'énergie dus aux interactions entre les organismes vivants (biocénose) et leur habitat (biotope).

La biocénose des écosystèmes aquatiques est très diverse puisque, au sein d'un même écosystème, différentes zones de peuplement apparaissent en lien étroit avec les conditions physiques du milieu (la profondeur et la luminosité dans les lacs, le courant dans les cours d'eau) (**Chouteau, 2004**).

I.2.1. Type des écosystèmes aquatiques

I.2.1.1. Ecosystèmes continentaux

I.2.1.1.1. Ecosystème lentique (eaux stagnantes)

Se distinguent les uns des autres selon leur taille et leur profondeur. On trouve ainsi des mares, des étangs et des lacs. Malgré leurs affluents et leur confluent ces systèmes restent relativement fermés à la différence des eaux courantes. Les eaux souterraines et les eaux phréatiques alimentées par infiltration des eaux dans les sols ou du fait de la proximité d'un court d'eau connaissent quant à elle des conditions biotiques extrêmes (pauvreté en sel minéraux, absence de la lumière...) (**Chouteau, 2004**).

En fin, les zones humides sont des zones d'eaux stagnantes particulièrement sensibles qui possèdent une faune et une flore riche et généralement uniques (**Chouteau, 2004**).

I.2.1.1.2. Les écosystèmes lotiques

Forment des milieux ouverts étroitement liés aux écosystèmes terrestres environnants. Les caractéristiques principales des cours d'eau (largeur, quantité d'eau, courant) permettent de distinguer les ruisseaux, des rivières et des fleuves (**Chouteau, 2004**).

I.2.1.2. Les écosystèmes aquatiques marins

Ils présentent une très grande diversité. Comme les lacs, l'exposition de la surface au rayonnement solaire conduit à une zonation verticale de la masse d'eau. On y distingue, jusqu'à 200 mètres (eau claire), une zone photique (ou système phytal) dans laquelle la photosynthèse est possible, et une zone aphotique (ou aphytal). On peut également séparer le domaine marin horizontalement, en fonction de l'éloignement à la cote, de la profondeur de la colonne d'eau et des relations d'échanges possibles entre le fond et les eaux de surface, en deux provinces [1] :

I.2.1.2.1. Les provinces néritiques

La province néritique recouvre le plateau continental ; les eaux y sont peu profondes, agitées, riches en substances dissoutes et en matériaux en suspension avec une productivité élevée (Boumediene, 2014).

I.2.1.2.2. Les provinces océaniques

S'ouvrent au bord du plateau continental pour occuper l'ensemble des masses d'eau marines. La profondeur de la colonne d'eau s'étend de 200 m (bord du talus continental) à plus de 11000 m (fosse océanique) pour une profondeur moyenne mondiale d'environ 4000 m [1].

I.2.1.3. Les écosystèmes de transition : les écotones

Les écotones sont les zones de transition entre des écosystèmes fortement identifiées par la stabilité et l'homogénéité de leurs facteurs abiotiques dominants. Ces écotones s'établissent notamment entre les milieux terrestres et les milieux aquatiques, mais également entre différents systèmes aquatiques [1].

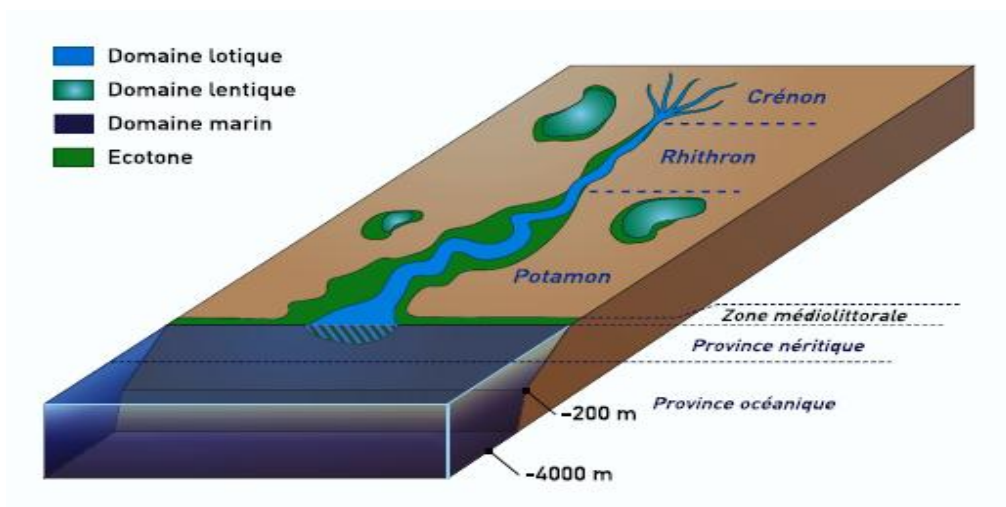


Figure 2 : Ecosystèmes aquatiques (les grands domaines) [1].

I.3. Qualité des eaux

La qualité de l'eau est évaluée par la qualité physico-chimique et la qualité biologique. Elle est calculée à l'aide du système d'évaluation de la qualité des eaux littorales (SEQ Littoral, 2003) et a été adoptée en Algérie par l'Agence Nationale des Ressources Hydriques (ANRH) le tableau si dessous montre les différentes classes de qualité de l'eau (tableau 1) :

Tableau 1 : classes de qualité de l'eau (SEQ-EAU, 2003).

		CLASSE 1	CLASSE 2	CLASSE 3	CLASSE 4	CLASSE 5
Classe de qualité		Excellente	Bonne	Moyenne	Mauvaise	Très mauvaise
Indice pondéré		100 – 80	80 – 60	60 – 40	40 – 20	20 – 0
Paramètre	Unité	Altération				
I - Matières organiques et oxydables MOOX						
O2 dissous	mg/l	>7	07-mai	05-mars	03-janv	<1
Ammonium	mg/l	≤0,1	0,1-0,5	0,5-2	02-août	août-50
II - Minéralisation						
Conductivité à 20°C	µS/cm	100 - 750	750-1 300	1 300-2 700	2 700-3 000	3 000 - 7 000
III - Matières en suspension MES						
Turbidité	NTU	<15	15-35	35-70	70-100	>100
IV- Nitrates						
Nitrates (NO3-)	mg/l	≤10	oct-25	25-50	>50	
V - Éléments azotés hors nitrates						
Nitrites (NO2-)	mg/l	≤0,03	0,03-0,3	0,3-0,5	0,5-1	>1
Ammonium	mg/l	≤0,1	0,1-0,5	0,5-2	02-août	août-50
VI - Matières phosphorées						
Orthophosphates (PO4-)	mg/l	≤0,2	0,2-0,5	0,5-1	1_5	mai-20
VII - Micro-organismes						
Coliformes fécaux	/100ml	≤20	20-2 000	2 000-20 000	20.000 - 50000	-
Coliformes totaux	/100ml	≤50	50-5 000	5 000-50 000	>50 000	-
Streptocoques fécaux	/100ml	≤20	20-1 000	1 000-10 000	>10 000	-

Classe I : Eau de bonne qualité, utilisée sans exigence particulière, elle est représentée graphiquement par la couleur **bleue**.

Classe II : Eau de qualité moyenne, utilisée après un simple traitement, représentée en **vert**.

Classe III : Eau de mauvaise qualité, ne peut être utilisée qu'après un traitement très poussé, elle est représentée en **jaune**.

Classe IV : Polluée, ne peut être utilisée qu'après un traitement spécifique, elle est représentée en

Orange

Classe V : Pollution excessive, elle est représentée en **rouge** (SEQ-EAU, 2003).

Chapitre II :

Pollution de l'eau

II.1. Définition de la pollution

La pollution de l'eau est actuellement placée en tête des problèmes de l'environnement, car l'eau est l'interface entre l'air et le sol, subit donc les dégradations de ces deux milieux (**Bouziati, 2000**).

La pollution ou la contamination de l'eau peut être définie comme la dégradation de celle-ci en modifiant ses propriétés physique, chimique et biologique ; par des déversements, rejets, dépôts directs ou indirects de corps étrangers ou de matières indésirables telles que les microorganismes, les produits toxiques, les déchets industriels (**Emilian, 2004**).

La pollution de l'eau est peut être observée à différents niveaux dont on cite:

- Les nappes ou les sources d'eaux par suite d'infiltration d'eaux usées (Fosses, latrines).
- Les eaux de surfaces : les fleuves ; les rivières et les oueds qui sont rouilles par les déversements des eaux non traités.
- Les canalisations et les réseaux d'alimentations en eau (**Bouziati, 2000**).

II.2. Sources de pollution de l'eau

Depuis l'apparition des premières cités, au début du néolithique, les sources de pollutions n'ont fait que croître et en importance (**Ramade, 2002**). La pollution de l'eau peut avoir différentes origines : domestique, agricole et industrielle.

II.2.1. Origine domestique

Elle provient des habitations et elle est en générale, véhiculée par un réseau d'assainissement, qui collecte les rejets de chaque foyer ou centre d'activité, vers une station de traitement des eaux usées. Elle se caractérise par :

- De fortes teneurs en matière organiques
- Des sels minéraux, dont l'azote et phosphore
- Des détergents
- Des germes fécaux (**Genin et al, 2003**).

II.2.2. Origine industrielle

Est caractérisé par une très grande diversité, suivant l'utilisation de l'eau dans le processus (refroidissement, lavage, extraction, mise en solution...) et l'activité de l'usine (chimie, traitement de surfaces agroalimentaires,... ect) on peut donc retrouver dans l'eau qui est un bon solvant, tous les sous-produits possibles de l'activité humaine :

- Matière organiques et graisses
- Hydrocarbures
- Acides, bases, produits chimiques divers.
- eau chaude (centrales thermiques)
- matière radioactives (centrales nucléaires) (**Genin et al, 2003**).

II.2.3. Origine agricole

comporte une composante domestique, issue de siège d'exploitations souvent non raccordés à un réseau et une composante plus spécifique mais complexe ; qui se caractérise principalement par :

- De fortes teneurs en sels minéraux (azote, phosphore, potassium), provenant des engrais et des effluents d'élevage.
- des substances oxydables issues de sous-produits d'élevages.
- la présence de produits chimiques de traitement de cultures (produits phytosanitaires).
- la présence épisodique dans les effluents d'élevage de produits sanitaires (**Genin et al, 2003**).

Le tableau suivant montre l'origine et nature de différentes sources de pollution du milieu aquatique.

Tableau 2 : Origines et natures de différentes sources de pollution du milieu aquatique (**Chouteau, 2004**).

Type de pollution	Nature	Origine
Physique	Rejets d'eau chaude	Centrales thermiques, nucléaires
	M.E.S. (matières en suspension)	Rejets urbains, érosion des sols
Chimique	Matière organique	Effluents domestiques, agricoles, Agroalimentaires
	Fertilisants (nitrate, phosphate)	Agriculture, lessives
	Métaux (Cd, Pb, Hg, Al, As...)	Industrie, agriculture, déchets
	Pesticides (insecticides, herbicides, Fongicides)	Industrie, agriculture
	Organochlorés (PCB, solvants)	Industries
	Composés organiques de synthèse	Industries
	Détergents	Effluents domestiques
	Hydrocarbures	Industrie pétrolière, transports
Biologique	Bactérie, virus, champignons...	Effluents urbains, agricoles

II.3. Types de polluants

II.3.1. Définition d'un polluant

Le polluant tous agent physique, chimique ou biologique dans un hydrosystème qui y provoque, par sa concentration dans l'eau des perturbations préjudiciables au bon équilibre d'écosystème, et en réduit les possibilités d'usage d'eau (**RNB, 1999**).

II.3.2. Principaux polluants de l'eau

II.3.2.1. Les polluants biologiques

La pollution biologique des eaux se traduit par une forte contamination par de nombreux agents pathogènes, tel que bactéries et virus, les organismes pathogènes tels que les coliformes fécaux, les streptocoques fécaux et les salmonelles (**Ramade, 2005**).

La principale source de ces agents pathogènes provient de déchets humains, et déchets animaux se trouvant dans des champs à proximité des cours d'eau, et des usines de transformation des aliments sans traitement des déchets approprié (**Cunningham et Woodworth, 1997**).

II.3.2.2. Les polluants chimiques

Les contaminants les plus nuisibles à la santé sont les produits chimiques d'origines naturelles ou synthétiques qui se trouvent habituellement dans les différents types d'eaux (**Roberts et al, 2007**).

La pollution chimique est due au déversement de substances chimique tel que : les détergents, les hydrocarbures, les métaux lourd, les pesticides, les nitrates, le phosphore, les phénols (**GIS, 1996**).

II.3.2.3. Les polluants physiques

La pollution physique est due essentiellement aux substances en suspension. Bien que sa forme commune soit la pollution thermique elle peut englober également plusieurs autres aspects couleur, transparence, pH dont on peut citer :

- Les matières en suspension désignent toutes les matières minérales ou organiques qui ne se solubilisent pas dans l'eau et la troublent.
- Les déchets solides divers posent des problèmes d'esthétiques.
- Les matières colorantes modifiant la transparence du milieu.
- Les acides et les alcalins déchargés par l'industrie chimique et d'autres installations industrielles.
- Les risques nucléaires résultent des accidents divers ou des rejets des centrales nucléaires, ou dans le pire des cas, à partir d'une explosion nucléaire.

Ces polluants sont notamment une série d'éléments et des composés radioactifs y compris les éléments dérivés de l'uranium, le plutonium, le césium, et l'iode (**Bridgman, 2001**).

II.3.2.4. Conséquences de la pollution des milieux aquatiques

L'accumulation des agents polluants dans un cours d'eau, affecte progressivement son équilibre dynamique naturel et conduit à sa pollution. 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.

Comme le renouvellement des eaux lacustres est évidemment beaucoup plus lent que celui d'un cours d'eau, ces éléments nutritifs libérés directement ou par l'intermédiaire de la dégradation de matières organiques vont provoquer une prolifération du phytoplancton et des plantes aquatiques, qui va elle-même engendrer un véritable bouleversement des conditions écologiques du milieu.

L'eau 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).

II.4. Paramètres indicateurs de la pollution de l'eau

II.4.1. Paramètres physiques

II.4.1.1. Température

La température de l'eau n'a pas d'incidence directe sur la santé de l'homme. Lorsqu'elle est élevée la température s'accompagne d'une modification de la densité, d'une réduction de la viscosité, d'une augmentation de la tension de vapeur saturante à la surface, d'une diminution de la solubilité des gaz. L'augmentation de la température favorise aussi l'auto épuration et accroît la vitesse de sédimentation, ce qui peut présenter un intérêt dans les stations d'épuration (Chaden, 2014). La température agit aussi comme facteur physiologique sur le métabolisme de croissance des microorganismes vivants dans l'eau (Botta, 2001). L'OMS donne une valeur guide concernant la température la limite acceptable est 25°C.

II.4.1.2. Potentiel d'hydrogène

Le pH mesure l'acidité ou l'alcalinité de l'eau. Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau. L'eau pure a un pH de 7, mais les sources d'eaux ont tendance à être légèrement acides à cause des précipitations et des polluants contenus dans l'eau (Chaden, 2014).

La valeur du pH altère la croissance des microorganismes existant dans l'eau (leur gamme de croissance)

II.4.1.3. Conductivité

La conductivité électrique traduit la capacité d'une solution aqueuse à conduire le courant électrique ; elle détermine la teneur globale des minéraux présent dans une solution : une eau douce accusera généralement une conductivité basse et bien au contraire une eau dite dure affichera une conductivité élevée. Elle est également en fonction de la température de l'eau, et proportionnelle à la minéralisation (**Bremaude et al, 2006**).

II.4.2. Paramètres chimiques

II.4.2.1. Nitrates

Le nitrate, sel de l'acide nitrique, a pour formule chimique NO_3^- . Pour se former, il a donc besoin d'azote (N) et d'oxygène (O). Les nitrates sont naturellement présents dans l'eau. L'apport de nitrates dans les eaux, est donc fortement lié à la quantité de matières organiques présente et aux conditions de milieu. Les actions anthropiques sont donc importantes : utilisation d'engrais azotés et de lisier. De même, les rejets de stations d'épuration ou plus simplement de latrines et fosses septiques représentent un apport en matières organiques susceptibles de produire des nitrates (**Demdoum, 2010**).

II.4.2.2. Les nitrites

Les ions nitriques (NO_2^-) sont un stade intermédiaire entre l'ammonium (NH_4^+) et les ions nitrates (NO_3^-). Les bactéries nitrifiantes (nitrosomonas) transforment l'ammonium en nitrites. Cette opération, qui nécessite une forte consommation d'oxygène, est la nitrification provient de la réduction bactérienne des nitrates, appelée dénitrification.



Les nitrites constituent un poison dangereux pour les organismes aquatiques, même à de très faible concentration. Sa toxicité augmente avec la température. Ils provoquent une dégradation de l'hémoglobine du sang des poissons qui ne peut plus véhiculer l'oxygène. Il en résulte la mort par asphyxie (**Achiche et Larbi, 2010**).

II.4.2.3. Orthophosphate

Le phosphore est un élément indispensable pour tous les êtres vivants. Il devient toxique quand il est en forte concentration car il peut jouer le rôle de super engrais qui, en augmentant le pouvoir nutritif de l'eau, favorise le développement des algues bleues aérobies (**Defranceschi, 1996**). Les phosphates organiques sont restitués au sol avec les êtres vivants attaqués par les microorganismes et retransformés en orthophosphates minéraux, à nouveau disponibles pour les plantes vertes et autres autotrophes (**Ramade, 1974**).

II.4.2.4. Ammonium

L'ion ammonium ; NH_4^+ est la forme réduite de l'azote. Il provient principalement de la décomposition des protéines naturelle contenue dans les phytoplanctons et les microorganismes. Il se trouve dans les eaux naturelles à des concentrations qui peuvent varier de 01 à plus de 10 mg/l.

L'ion d'ammonium ne présente pas un caractère nocif pour la santé mais sa présence en particulier dans les eaux de surface peut être considérée comme un indicateur de pollution.

Cependant il constitue un élément gênant car il interfère avec la chloration pour former des chloramines modifiant l'odeur et le goût de l'eau (goût du chlore) (**Van der perk, 2006**).

II.4.3. Les métaux lourds

II.4.3.1. Le Cuivre

C'est un métal malléable et ductile. Il est un excellent conducteur d'électricité et de chaleur. Son numéro atomique est 29 et sa masse atomique est de 63,546 g/mole. Son point de fusion 1083°C (**Nriagu, 1990**), il est présent dans la nature dans un large éventail de gisements de minerai. Il entre dans la fabrication des tissus, des peintures marines, des conducteurs et fils électriques, des appareils et tuyaux de plomberie (**Ontario, 2004**). Il peut être présent dans l'eau à partir du contact avec des minéraux porteurs de cuivre ou de déchets minéraux provenant de la production de cuivre (**Kemmer, 1984**). Il peut se concentrer dans les eaux naturelles généralement à des teneurs inférieures à 1mg/l et ses principales sources anthropiques sont les industries, les traitements agricoles et la corrosion des tuyauteries (0,5 à 1 mg/l) (**Rodier et al., 2005**).

II.4.3.2. Zinc

Le zinc est un métal ductile bleu gris. Il réagit avec les bases et les acides. Il ternit au contact de l'air. Sa densité 7,14 et sa température de fusion est de 419°C (**Leblanc et al, 2004**). Le zinc est un micronutriment essentiel de la vie d'un grand nombre d'organismes, mais toxique à plus forte dose (**NEFF, 2000**). Selon ASSO(1982), le zinc à une concentration comprise entre 10 et 40 µg/l s'avère néfaste sur la vie des organismes

II.4.3.3. Cadmium

Il est le 65^{ème} élément le plus abondant dans la croûte terrestre. Cet élément est très utilisé au niveau industriel, en électronique, Electrotechnique, galvanoplastie. Industrie de peinture. Les composés cadmiés sont assez peu recyclés (à peine 5% de la quantité produit). Ils représentent une source importante de pollution des eaux. Car les majorités des usages du cadmium sont dispersifs. Une importante source de pollution diffuse par le cadmium résulte de sa présence à l'état d'impuretés dans des engrais chimiques, les superphosphates. Ces derniers renferment de 0.05 à 170 ppm de cadmium selon leur origine (**Genin et al, 1997**).

C'est un métal persistant et très toxique pour de nombreux organismes vivants même à faible concentration. Il est beaucoup plus toxique dans le milieu aquatique (**Bouziani, 2000**)

II.4.4. Paramètres microbiologiques

II.4.4.1. Les coliformes totaux et fécaux

Sous le terme de «**coliformes**» est regroupé un certain nombre d'espèces bactériennes appartenant en fait à la famille des Enterobacteriaceae (**Regnault, 1990**).

II.4.4.1.1. Les coliformes totaux

Ce sont des bâtonnets aéro-anaérobies facultatifs, Gram négatif, non sporulant, oxydases négatifs, capables de se multiplier en présence de sels biliaires ou d'autres agents de surface ayant des propriétés équivalentes (inhibitrices) et capables de fermenter le lactose avec production de gaz à 35-37°C. Sont présent en grand nombre dans les excréments humains et animaux, mais peuvent proliférer dans les sols et les milieux aquatiques (**Regnault, 1990**).

II.4.4.1.2. Les Coliformes thermotolérants (ou fécaux)

Présentent les mêmes caractéristiques que les coliformes totaux après incubation à 44 à 45°C. *Escherichia coli* est de loin la plus fréquente de ce groupe qui comprend également des espèces des genres : *Citrobacter*, *Yersinia*, *klebsiella*, et *Entérobacter*. Les coliformes fécaux ne se trouvent que chez les animaux à sang chaud, ce qui fait d'eux un indicateur intéressant. Leur présence dans l'eau trahit donc nécessairement une contamination fécale (**Regnault, 1990**).

II.4.4.2. streptocoques fécaux

Les streptocoques fécaux sont des bactéries à Gram-, sphériques à ovoïde formant des chainettes, non sporulées, se cultivant en anaérobiose à 44°C et à pH 9,6. La recherche de streptocoques fécaux ne doit être considérée que comme un complément à celle des coliformes thermo-tolérants pour être le signe d'une contamination fécale (**Joseph et Salvato, 1977**).

Deuxième partie :
partie expérimentale

Chapitre I : Matériel et méthodes

La deuxième, c'est une partie de l'oued Elkantara, ce dernier collecte les rejets et l'assainissement d'El Mkasseb, village Moussa, El Akabi et Elchmayam et se verse dans la plage kotama. Il est constituée de deux parties, une zone non couverte à partir du primaire Nakachi jusqu'à le pont qui relie Mekasseb à Elchmayem et une zone couverte qui débute de ce point jusqu'à la mer.

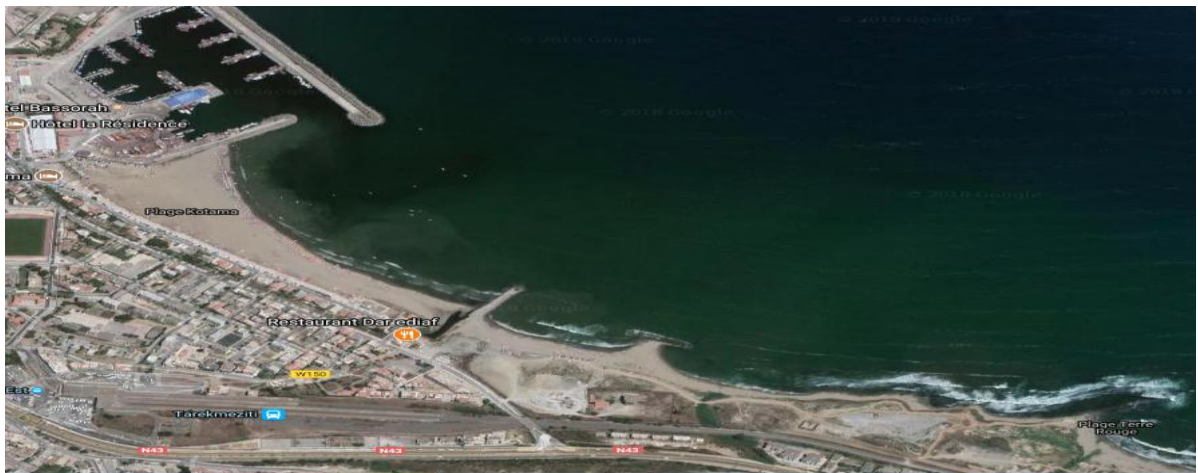


Figure 4 : photo satellite de la plage de kotama.



Figure 5 : Partie non couverte de l'Oued El Kantara.

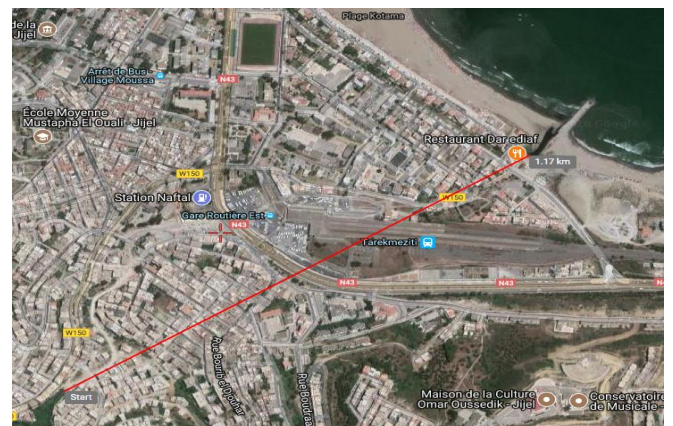


Figure 6 : partie couverte de l'Oued El Kantara.

I.2. Etude climatologique

L'étude climatologique est nécessaire pour toute étude hydrogéologique car elle facilite la compréhension des mécanismes d'alimentation et de circulation des eaux superficielles et souterraines. L'évaluation du bilan hydrique exige la connaissance des paramètres de températures et de précipitations. Les données climatiques nécessaires à l'élaboration de la présente étude sont recueillies au niveau de la station météorologique Achouat l'aéroport de Jijel de la période qui s'étale entre 1988 et 2017.

I.2.1. Température

La région de Jijel est considérée parmi les régions les plus pluvieuses en Algérie, elle est caractérisée par un climat méditerranéen pluvieux et froid en hiver, chaud en été. Les températures varient entre 20C° et 35C° en été, 5C° et 15C° en hiver. La saison de pluie dure environ 06 mois.

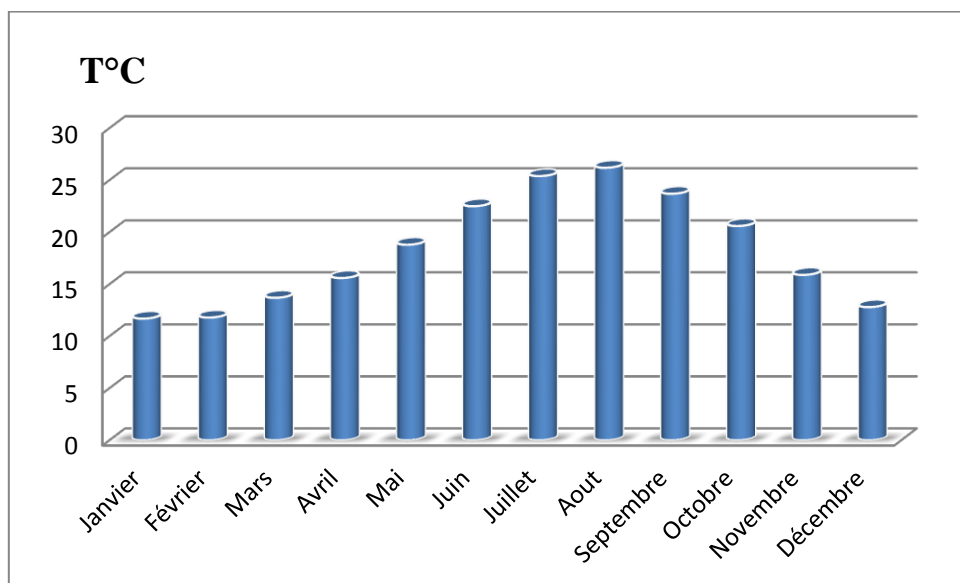


Figure 7: Températures mensuelles moyennes °C pendant la période : 1988-2017.

I.2.2. Les précipitations

La pluie est un facteur essentiel qui caractérise le climat d'une région, elle joue un rôle prépondérant dans le comportement hydraulique des cours d'eau et dans l'alimentation éventuelle des nappes souterraines.

Les précipitations moyennes mensuelles dans la région de Jijel sont représentées sur l'histogramme suivant :

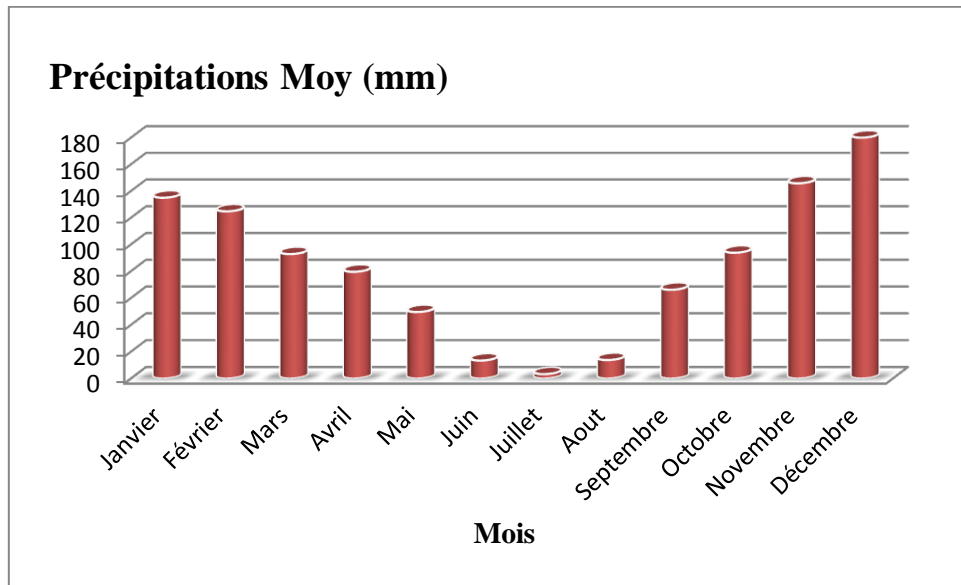


Figure 8 : Précipitations mensuelles moyennes en mm pendant la période : 1985-2017.

Une période pluvieuse constitue par les mois les plus arrosés, se situe entre Novembre et Décembre où on trouve le mois de Décembre est le mois le plus pluvieux on a enregistré un maximum de 180 mm. Tandis que le mois de Juillet est le mois le moins pluvieux auquel on marque un minimum de 3,3 mm.

I.2.3. La pluviométrie

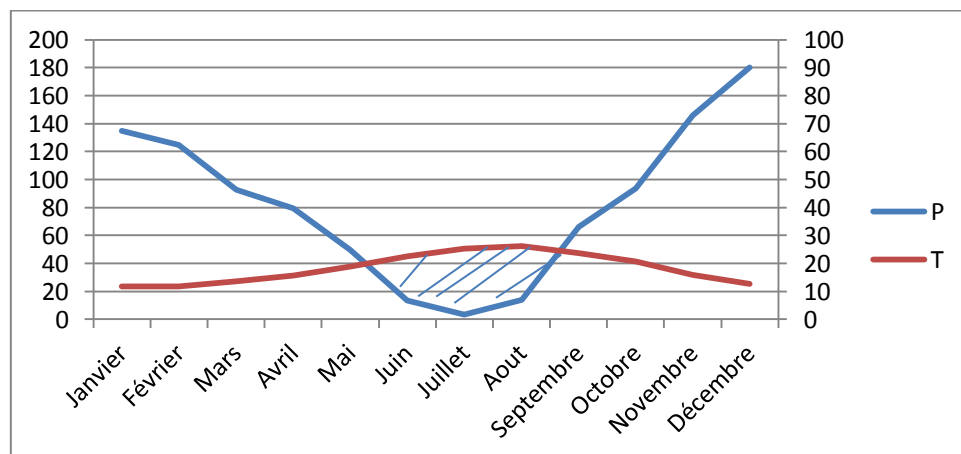


Figure 9: Diagramme ombrothermique de Gaussen

L'analyse des deux paramètres climatiques (température et précipitation) permet de tracer la courbe pluviométrique qui met en évidence deux périodes : Sèche et humide.

L'étude de la courbe pluviométrique sur une période de 29 ans (1988-2017) montre que la région étudiée est caractérisée par deux périodes :

- L'une humide et pluvieuse s'étalant du mois de Novembre jusqu'à la moitié du mois de Mai, caractérisée par une précipitation relativement élevée qui atteint 180 mm pendant le mois de Décembre.
- L'autre sèche s'étalant de la moitié du mois de Mai jusqu'à la fin du mois de Septembre avec une température moyenne maximale de 26,2°C au mois d'Août.

I.3. Choix des stations

L'échantillonnage sur le terrain a été effectué aux mois de Mai et juin, cinq stations d'étude ont été choisies, deux au niveau de l'oued El Kantara et trois au niveau de la plage Kotama. Les figures suivantes illustrent la localisation des stations :



Figure 10 : Localisation des stations de prélèvement dans l'Oued El Kantara et la plage Kotama

I.3.1. Les stations de l'Oued El Kantra



Station 1(S 01)



Station 2(S02)



Station 3(S03)

Figure11 : stations de l'Oued El Kantara.

- La Station 1(S 01) : se situe à El Mkasseb, à environ 70 m de la mosquée El-Taqwa. Dans cette station l'eau est trouble pleins de déchet et son débit est faible.
- La Station 2(S02) : est située au début de la partie couverte, l'eau est trouble et son débit est faible. Il y a une décharge sauvage sur la rive droite de l'Oued.
- La Station 3(S03) : c'est le site de la confluence de la vallée et de la mer. L'eau à cette station est trouble et le débit est moyen.

I.3.2. Au niveau de la plage



- **Station 4(S04)**



- **Station 5(S05)**

Figure 12: stations de la plage.

- **La station 4(S04)** : se situe dans la plage Kotama d'environ 200m de l'embouchure. L'eau de ce site est claire.
- **Station 5(S05)** : Elle se situe à environ 570m de l'embouchure. L'eau de ce site est claire.

I.4. Méthode de prélèvement

L'eau à analyser a été prélevée dans des flacons en plastique, préalablement lavés, rincés et étiquetés. Pour les analyses bactériologiques, des flacons en verre sont stérilisés, par la chaleur au four Pasteur à 180 °C, avant d'être utilisé.

Au moment du prélèvement ces flacons sont de nouveau rincés avec l'eau à analyser puis ils sont remplis jusqu' au bord en les plongeant à une profondeur d'environ 20cm de la surface, et assez loin des berges.

Pour empêcher une prolifération microbienne les échantillons prélevés sont mis directement dans une glacière et ramener immédiatement au laboratoire afin d'être analysé rapidement (**Rodier, 2005**).

I.5. Analyse physico-chimique de l'eau

I.5.1. Mesures in situ

Trois paramètres ont été mesurés sur le lieu d'échantillonnage.

I.5.1.1. Température

La mesure de la température a été effectuée sur terrain en utilisant un thermomètre de type « Traceable ». Les résultats sont exprimés en °C.

I.5.1.2. Détermination du potentiel d'hydrogène

Le pH est pris avec un pH mètre de type HANNAHI8424 en plongeant l'électrode dans l'eau à environ 6 à 8 cm de la surface. Les résultats sont exprimés en unités pH.

I.5.1.3. Conductivité électrique

La conductivité électrique a été mesurée à l'aide d'un conductimètre de type HANNAHI8633. Les résultats sont donnés en $\mu\text{S}/\text{cm}$.



Figure 13 : Thermomètre, conductimètre et pH mètre.

I.5.2. Les dosages au laboratoire

Les paramètres mesurés au niveau de laboratoire sont : nitrate, nitrite, l'orthophosphate, l'ammonium et les métaux lourds.

I.5.2.1. Dosage des nitrates (NO_3^-)

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosalicylate de sodium, coloré en jaune et susceptible d'un dosage spectrométrique (**Rodier, 2009**).

I.5.2.2. Dosage des nitrites (NO_2^-)

Nous avons utilisé la méthode au Réactif de Zambelli pour le dosage des nitrites (**Rodier, 1987**). L'acide sulfanilique en milieu chlorhydrique et en présence d'ions ammonium et de phénol, forme avec les ions NO_2^- un complexe coloré en jaune dont la densité est proportionnelle à la concentration en nitrites (**Rodier, 2009**).

I.5.2.3. Dosage de l'ammonium (NH_4^+)

Il est dosé par la méthode au bleu d'indophénol. En milieu alcalin et en présence de nitroprussiate qui agit comme un catalyseur, les ions ammonium traités par une solution de chlore pour les transformer en monochloramine (NH_2Cl) et de phénol donnent du bleu d'indophénol susceptible d'un dosage par spectrométrie d'absorption moléculaire (**Rodier, 2009**).

I.5.2.4. Dosage des Orthophosphates (PO_4^-)

En milieu acide et en présence de molybdate d'ammonium, les orthophosphates donnent un complexe phosphomolybdique qui, réduit par l'acide ascorbique, développe une coloration bleu susceptible d'un dosage spectrophotométrique. Certains formes organique pouvant être hydrolysées au cours de l'établissement de la coloration et donner des orthophosphates (**Rodier, 2009**).

I.5.2.5. Dosage des métaux lourds (Cd, Cu, Zn)

Les échantillons d'eau sont acidifiés par l'acide nitrique jusqu'à un pH inférieur à 2 puis filtrés à travers une membrane poreuse (diamètre des pores à 0.45 μm), les échantillons sont ensuite stockés dans un réfrigérateur à 4°C jusqu'au dosage.

La quantification des métaux traces en solution est réalisée par la spectrométrie d'Absorption Atomique (S.A.A.) de marque SHIMADZU AA6200 (**Melghit, 2010**).

I.5.3. Principe de la Spectrophotométrie d’Absorption Atomique

Le principe de la SAA est basé sur la proportion d’absorption d’un rayonnement lumineux par un élément en fonction de sa concentration dans la solution à analyser. Les atomes d’un élément donné sont capables d’absorber l’énergie apportée par les photons dont la fréquence est caractéristique de l’élément à doser (Loi de Beer). L’élément à doser dans l’échantillon est préalablement dissocié de ces composés chimiques et porté à l’état non excité et non ionisé dit « état fondamental ». Cette dissociation thermique est obtenue par combustion de l’échantillon dans une flamme ou dans un four en graphite.

Une fois dissocié, l’élément est alors capable d’absorber des radiations de longueurs d’ondes bien définies, qu’il est capable d’émettre (Loi de Kirschoff).

L’appareillage utilisé comprend une source de radiation, un système d’atomisation, une flamme composée d’un mélange air-acétylène ou d’un four en graphite, un monochromateur, un ensemble optique, un dispositif de réception électrique et de mesure et un détecteur (**Melghit, 2010**).

I.6. Analyse microbiologique de l’eau

Les analyses bactériologiques ont été réalisées au niveau de deux laboratoires différents pour la raison de non disponibilité de produit chimiques : Le laboratoire de l’Algérienne des eaux (ADE) et le laboratoire de la Clinique d’épidémiologie et de médecine préventive à Elkanner.

Au cours de ces analyses nous avons respecté tous les conditions d’hygiène et de stérilisation afin d’éviter toute contaminations et infections possibles.

La technique que nous avons suivie pour dénombrer les microorganismes dans les eaux de l’oued et de la plage est celle de NPP (Nombre le plus probable) ou méthode de fermentation en tubes multiples (**Rodier, 1996 ;Guiraud, 1998**).

I.6.1. Principe

Le principe de cette méthode consiste à ensemencer de nombreuses prises d’essai d’un même échantillon et/ou de dilutions de celui-ci, dans des tubes de milieu de culture liquide conçu pour permettre la croissance d’un microorganisme ou d’un groupe de microorganismes qui se traduit par l’apparition d’un trouble du milieu après incubation.

La présence des microorganismes est donc confirmée et leur nombre le plus probable (NPP) est ensuite estimé à l’aide d’un tableau de NPP (**Rodier, 1996 ;Guiraud, 1998**).

Les analyses microbiologiques sont basées sur la recherche et le dénombrement des Coliformes totaux et thermotolérant (fécaux) et les Streptocoque fécaux.

I.6.2. Recherche et dénombrement des Coliformes totaux et fécaux

I.6.2.1. Milieu de culture et réactifs utilisés

- **Bouillon lactose au pourpre de bromocrésol (BCPL)** à double concentration (D/C) et simple concentration (S/C) : C'est un milieu utilisé en bactériologie alimentaire principalement au cours de l'analyse de l'eau. Il permet de rechercher et de dénombrer les coliformes, par la fermentation du lactose et la production de gaz (**Doutoum, 2002**).
- **Milieu de confirmation : milieu de Schubert**
C'est un milieu permettant d'identifier rapidement *Escherichia coli*. Sa formule est composée de tryptophane, d'acide glutamique, de sulfate d'ammonium, de citrate de sodium, de peptone de mannitol et d'eau distillée (**Doutoum, 2002**).
- **Le réactif de Kovacs** : est utilisé pour la mise en évidence de la production d'indole par les bactéries possédant une tryptophanase. Le tryptophane est dégradé en indole qui réagit avec le p-diméthylaminobenzaldéhyde du réactif en donnant une coloration rouge (**Doutoum, 2002**).



Figure 14 : les réactifs utilisés pour le dénombrement des coliformes totaux et fécaux : BCPL, Schubert, kovacs.

I.6.2.2. Test présomptif (pour les coliformes totaux)

La technique consiste à ensemencer une série de 9 tubes de BCPL (avec cloche de Durham) dont 3 tubes en double concentré avec 10 ml d'échantillon, 3 tubes en simple concentré avec 1 ml, et 3 tubes en simple concentré avec 0.1 ml puis une incubation à 37°C pendant 24 h.

On considère comme positif les tubes où il se produit simultanément un trouble dans toute la masse liquide (Virage de bouillon au jaune) et un dégagement de gaz dans la cloche. (**Boumediou ; Fekih, 2014**).

I.6.2.3. Test confirmatif (pour les coliformes fécaux)

A partir de chaque tube de BCPL positif, nous avonsensemencé sur milieu confirmatif (milieu Schubert avec cloche de Durham) 2 à 3 gouttes. Les tubes ensemencés sont ensuite incubés à 44 °C pendant 24 h.

Après incubation nous avons réalisé le test indole à l'aide du réactif de Kovacs en ajoutant 2 à 3 gouttes de ce dernier aux tubes positifs qui présentent une pousse bactérienne avec dégagement de gaz dans la cloche.

Le test indole est considéré positif lorsqu'il y a apparition d'un anneau rouge en surface après l'ajout du réactif et agitation. **(Boumediou ; Fekih, 2014).**

➤ Calcul du NPP

Nous avons noté les tubes positifs de chaque série et déterminé le nombre caractéristique. A l'aide de la table NPP (table de Mac Grady) nous avons lu l'indice NPP correspond au nombre caractéristique et nous l'avons multiplié par l'inverse de la dilution utilisée. **(Boumediou ; Fekih, 2014).**

I.6.3. Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux

I.6.3.1. Milieux de culture

-Milieu de Roth à D/C; et Milieu de Roth S/C : Le Bouillon de Rothe est utilisé pour la confirmation lors des recherches et dénombrements des Streptocoques fécaux dans les eaux d'alimentation et résiduaires.

-Milieu de EVA Litsky : Après une culture positive sur milieu de Rothe, la présence d'éthyl violet et d'acide de sodium du milieu de Litsky inhibe la croissance des tous les micro-organismes autres que les Streptocoques fécaux.



Figure 15: les milieux utilisés pour le dénombrement des streptocoques fécaux : Roth l'EVA Litsky.

I.6.3.2. Test préemptif

Il consiste à ensemer une série de tubes contenant le milieu de Rothe :

- 3 tubes de Rothe D/C avec 10ml d'eau.
- 3 tubes de Rothe S/C avec 1ml d'eau.
- 3 tubes de Rothe S/C avec 0,1ml d'eau.

Puis une Incubation à 37°C pendant 48h.

Les tubes qui présente un trouble microbien sont présumés contenir un streptocoque fécal sont soumis au test confirmatif (**Delarras, 2003 ; Larpent, 1997**).

I.6.3.3. Test confirmatif

Après agitation des tubes positifs de Rothe, nous avons prélevé de chacun d'eux successivement 2 à 3 gouttes par pipette Pasteur stérile et nous l'avons transmis dans des tubes de milieu EVA Litsky. Ces tubes sont ensuite incubés à 37 °C pendant 24 h à 48 h.

Si les tubes présentent un trouble microbien ils sont considérés comme positifs autrement dit il y a présence de streptocoques fécaux (**Boumediou ; Fekih, 2014**).

➤ Calcule du NPP

L'indice NPP est déterminé de la même manière que pour les coliformes. Le nombre des streptocoques fécaux est alors exprimé en nombre de germes par 100 ml d'eau à analyser.

Chapitre II : Résultats et discussion

II.1. Résultats et discussion des paramètres physico-chimiques

Les résultats d'analyse physicochimique de l'eau des différentes stations sont regroupés dans le tableau 3 et présentés dans les histogrammes de 16 à 25.

Tableau 3: Résultats d'analyse physico-chimique des eaux de l'Oued El-Kantara et de la plage Kotama.

paramètres	Stations				
	S1	S2	S3	S4	S5
T (°C)	21,17 ± 1,43	21,68± 1,31	21,98± 1,23	23,28 ± 2,01	25,05± 0,41
PH	6,41 ± 0,23	6,89 ± 0,51	7,49 ± 0,3	7,51 ± 0,15	7,62 ± 0,13
CE (ms /cm)	0,88 ±0,02	0,99 ± 0,002	1,24 ±0,06	44,9 ±1,63	50,93 ± 2,17
NH ₄ ⁺ (mg/l)	1,0525 ± 0,024	1,1015 ±0,009	1,053 ± 0,066	0,495 ± 0,063	0,42 ±0,056
NO ₃ ⁻ (mg/l)	34,2 ± 1,13	37,8 ± 0,84	37,8 ±1,83	25,85 ± 0,91	20,275 ± 1,09
NO ₂ ⁻ (mg/l)	0,6605 ±0,0007	0,6755 ± 0,002	0,6745 ± 0,004	0,5385 ±0,0007	0,4345 ±0,062
PO ₄ ⁻ (mg/l)	2,65 ± 0,15	2,77 ± 0,12	2,61 ± 0,04	0,77 ± 0,12	0,57125 ± 0,07

II.1.1. La température

La température est un facteur écologique de première importance. Elle agit sur la densité, la viscosité, la solubilité des gaz dans l'eau et la dissociation des sels dissous. Elle a aussi un effet sur les réactions chimiques et biochimiques, sur le développement et sur la croissance des organismes vivants dans l'eau et particulièrement les microorganismes (**Lakhili et al, 2015**).

Dans la région d'étude on remarque que la température de l'eau augmente de l'oued vers la plage et présente des valeurs moyennes comprises entre 21,7 °C (S1) et 25,05 °C (S5) (Figure 16).

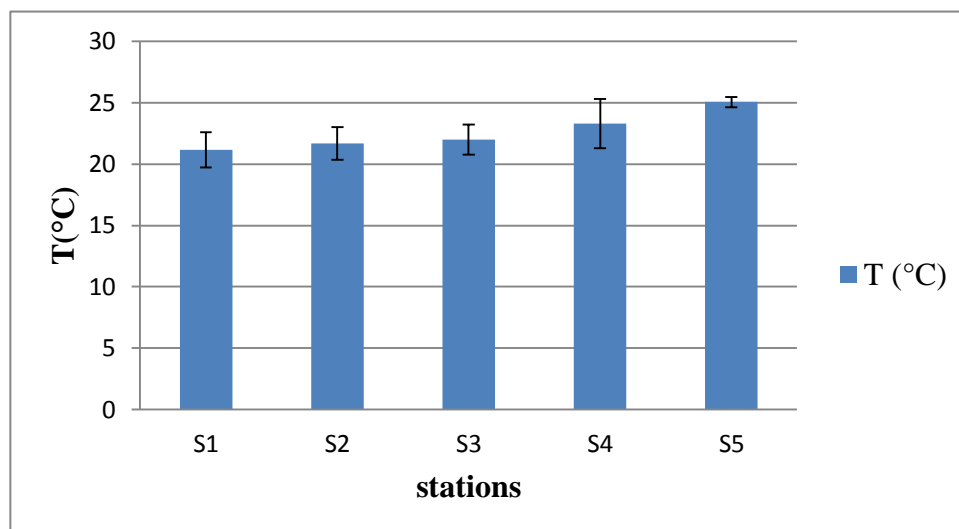


Figure 16: les variations de la température en fonction des stations

D'une façon générale, la température des eaux est influencée essentiellement par les variations climatiques et par l'origine dont elles proviennent (superficielles ou profondes) (Ayad, 2016).

Les faibles fluctuations de la température constatées entre les différentes stations peuvent être expliquées par l'effet du couvert végétal et l'exposition au soleil, l'Oued (S1 et S2) contient une couverture végétale sur ces deux côtés par rapport à la mer (S4 et S5) qui est exposée directement au soleil ; elle est aussi en relation avec l'heure de mesure et la profondeur de chaque station.

En se référant aux normes de classification des eaux superficielles (SEQ-EAU) (Annexe III), la température des eaux des différentes stations étudiées appartient à la classe de «bonne qualité » pour la vie des peuplements aquatiques.

II.1.2. Le potentiel d'hydrogène (PH)

Le pH de l'eau renseigne sur son acidité et son alcalinité (Dimane et al., 2017). Il mesure la concentration en ions H^+ de l'eau et traduit ainsi la balance entre acides et bases sur une échelle logarithmique de 0 à 14. Ce paramètre conditionne un grand nombre d'équilibres physico-chimiques (Akil et al., 2014). Selon Chapman, 1996, ses valeurs se situent entre 6 et 8.5 dans les eaux naturelles.

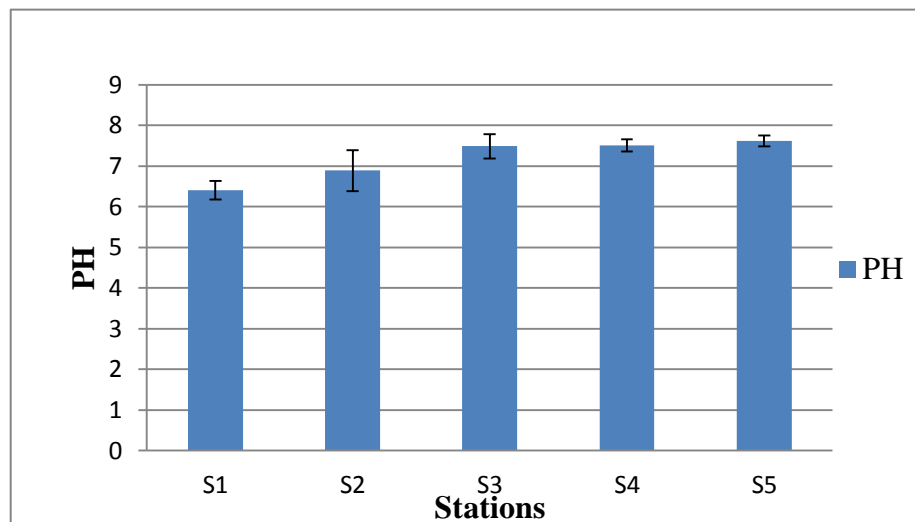


Figure 17: les variations du PH en fonctions des stations.

La valeur du pH mesurée dans les différentes stations s'échelonnent entre 6,41 et 7,62(Figure 17). D'après ce résultat on peut constater que les eaux de mer (S4 S5) sont légèrement neutre alors les eaux de l'oued (S1 S2) sont légèrement acide.

Le pH d'une eau naturelle dépend de l'origine de celle-ci et de la nature des terrains traversés (Ayad, 2016). D'une façon générale le pH diminue en présence des teneurs élevées en matière organique et augmente en période d'été lorsque l'évaporation est importante (Haddad et al., 2014).

Comparativement aux données de la grille de la qualité de l'eau de surface (SEQ-EAU) (Annexe III), l'eau étudiée est de « très bonne » qualité et il présente une bonne aptitude à la biologie selon ce descripteur.

II.1.3. La conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique (CE) représente la capacité de l'eau à conduire un courant électrique. Elle est proportionnelle à la minéralisation de l'eau, ainsi plus l'eau est riche en sels minéraux ionisés, plus la conductivité est élevée (Reggam et al., 2015).

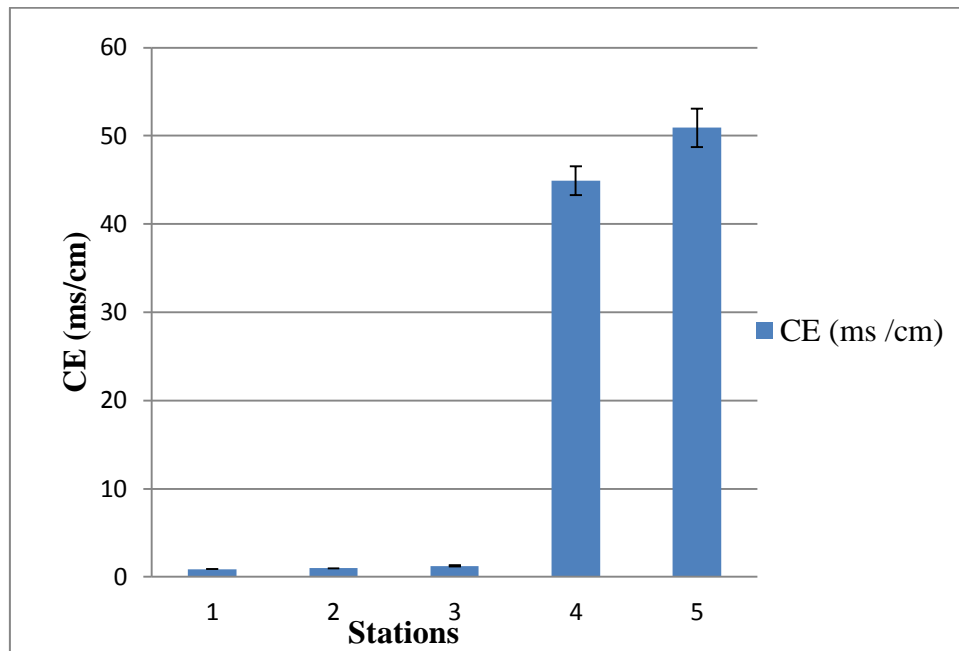


Figure 18: les variations de la conductivité électrique en fonction des stations.

Les résultats des mesures ont permis d'observer la variation de la conductivité électrique (Figure 18) entre les eaux de l'oued (S1 S2) et l'eau de la mer (S4 S5), ils varient entre 0,88 (S1) et 50,93 (S2) ms /cm. Cette variation spatiale est due sans doute aux influences marines.

Rodier et al (2009) signalent que la variation de la conductivité est induite par la présence dans le milieu d'ions qui sont mobiles dans un champ électrique. Cette mobilité dépend de la nature des ions dissous et de leur concentration, tels que les ions de calcium (Ca^{2+}), de sodium (Na^{+}), de chlorures (Cl^{-}), des bicarbonates (HCO_3^{-})...etc. Généralement, la conductivité électrique augmente avec la concentration des ions en solution et la température (**Ayad, 2016**).

Selon les normes de classification des eaux superficielles (SEQ-EAU) (Annexe III), la conductivité des eaux de l'Oued appartient à une classe de « bonne qualité » alors que les eaux de la plage sont de très mauvaise qualité.

II.1.4. Ammonium

L'ion ammonium est la principale forme de l'azote dans la nature. Ils proviennent des conditions d'anaérobioses des écosystèmes.

Dans notre étude, les résultats obtenus par l'analyse de l'ammonium dans les échantillons prélevés présentent des valeurs moyennes qui varient entre 1,1015 mg/l et 0,42 mg/l avec un maximum enregistré au niveau de l'oued (S2) et un minimum au niveau de la mer (S5) (figure 19).

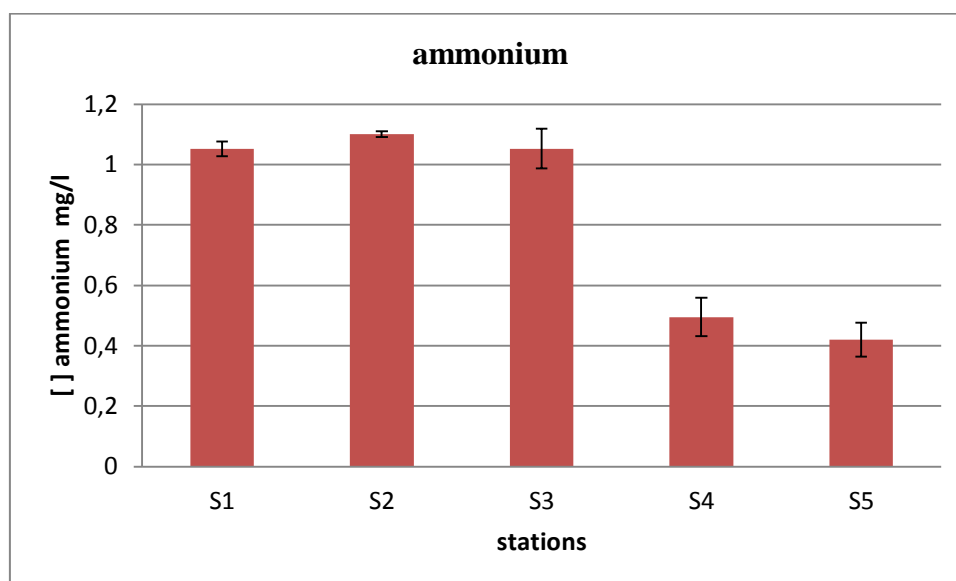


Figure 19 : les variations de l'ammonium en fonction des stations.

L'ammonium constitue le produit de la réduction finale de substances organiques azotées et la matière inorganique dans les eaux et le sol. Il provient également de l'excrétion des organismes vivants, de la réduction et de la biodégradation des déchets, sans négliger les apports d'origine domestiques, industrielle et agricole. Cet élément existe en faible proportion dans les eaux naturelles (Aboubakar et al., 2017; Dimane et al., 2017). Dans les eaux superficielles, il provient de la matière organique azotée, et des échanges gazeux entre l'eau et l'atmosphère (Chapman et al, 1996).

En se référant à la grille de qualité des eaux de surface (SEQ-EAU) (Annexe III), on constate que les eaux de l'oued sont de qualité « moyenne », alors que celles de la mer sont « bonne » qualité pour ce paramètre.

II.1.5. Nitrate

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote, et représentent la forme d'azote au degré d'oxydation le plus élevé présent dans l'eau (Lakhili et al, 2015). Ils proviennent généralement de la décomposition de la matière organique par oxydation bactérienne des nitrites et constituent ainsi l'ultime produit de la nitrification (Akil et al, 2014)

Les résultats obtenus par l'analyse du nitrate dans les échantillons prélevés révèlent des teneurs qui varient entre une valeur minimale de 37,8 mg/l enregistrée au niveau de la station S2 et S3 et une valeur maximale de 20,275 mg/l observée dans la station S5 (figure 20).

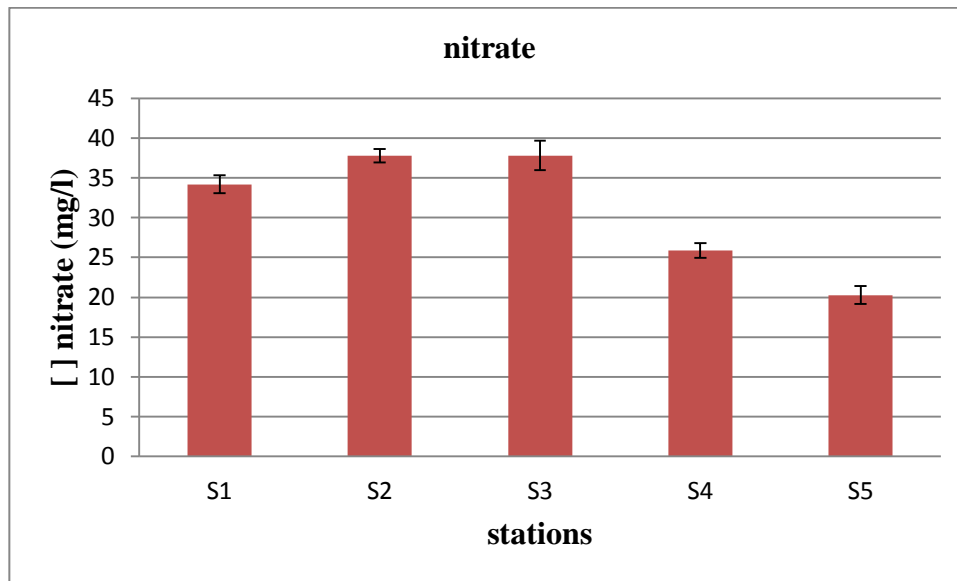


Figure 20: les variations du nitrate en fonction des stations.

Toutes les formes d'azote (azote organique, ammoniacque, nitrites, etc.) sont susceptibles d'être à l'origine des nitrates par un processus d'oxydation biologique. Celle-ci est souvent liée au développement des élevages, à une fertilisation excessive des zones agricoles par les engrais, les fientes et fumiers divers, voire les boues de stations d'épuration. Les rejets des collectivités et occasionnellement de certaines industries (engrais, explosifs, oxydants) peuvent aussi concourir à l'enrichissement en nitrates des eaux superficielles (**Rodier, 2009**).

Dans notre étude les valeurs plus au moins élevée relevée aux au niveau de l'oued peut être expliquée par le rejet des eaux usées domestiques et les déchets d'élevage des animaux dans l'oued, ainsi que par les rejets de certains ateliers d'artisans (mécaniciens, stations de lavage,) qui sont installés à la bordure de l'oued. Les valeurs enregistrées dans les eaux de la plage sont moins importantes que ceux observées dans les eaux de l'oued, ce qui est expliqué par le processus d'autoépuration.

L'examen de la grille (SEQ-EAU) de qualité des eaux de surface (Annexe III), révèle que la qualité des eaux de l'Oued pour ce paramètre se situe dans la classe « mauvaise » alors que celle des eaux de mer est « moyenne ».

II.1.6. Nitrites

Les nitrites constituent une étape importante dans la métallisation des composés azotés ; ils s'insèrent dans le cycle de l'azote entre l'ammoniacque et les nitrates ; leur présence est due soit à l'oxydation bactérienne de l'ion ammoniacque soit à la réduction des nitrates (**Sahnoun, 2010**). Ils

représentent toujours un stade fugace, ne se maintiennent que lorsque le milieu n'est pas suffisamment oxydant et leur présence indique un état critique de pollution organique (**Melghit, 2010**).

Les résultats obtenus par l'analyse du nitrite dans les échantillons prélevés révèlent la présence des teneurs assez faible en nitrate. Les concentrations les plus élevées sont enregistrées au niveau des stations de l'oued qui varie entre 0,6605 mg/l et 0,6755 mg/l, alors que les concentrations les plus bas sont enregistrées au niveau de la mer, elles varient entre 0,5385 mg/l et 0,4345 mg/l (Figure 21).

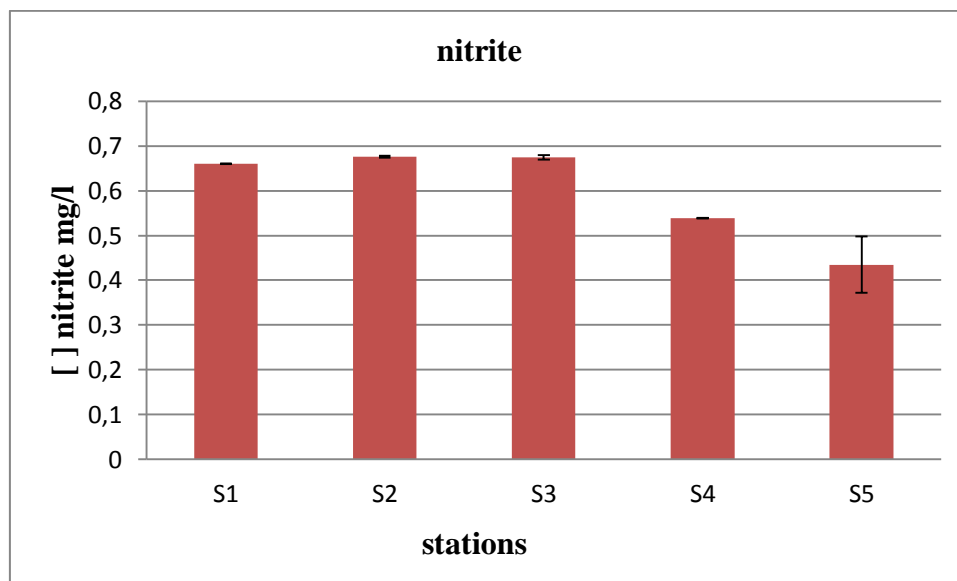


Figure 21: les variations du nitrite en fonction des stations.

Les nitrites sont considérés comme étant des ions intermédiaires entre les nitrates et l'azote ammoniacal, ce qui explique les faibles quantités rencontrées en milieu aquatique.

Selon les normes de classification des eaux superficielles (SEQ-EAU) (Annexe III), la concentration en nitrites dans les eaux étudiées appartient à une classe de qualité « mauvaise » pour les eaux de l'oued mais « moyenne » pour les eaux de mer.

II.1.7. Orthophosphates

Les orthophosphates constituent la forme prédominante du phosphore disponible dans l'eau. En combinaison avec l'azote, le phosphore est utilisé dans les engrais chimiques et naturels pour enrichir les sols agricoles (**Dimane et al, 2017**). Leur présence naturelle dans les eaux est liée aux caractéristiques des terrains traversés et à la décomposition de la matière organique (**Rodier, 2009**).

Les eaux de l'Oued présentent un taux en phosphates qui varient entre 2,65 mg/l et 2,61 mg/l, par contre les eaux de mer montrent des taux qui varient entre 0,77 mg/l et 0,125 mg/l (Figure 22).

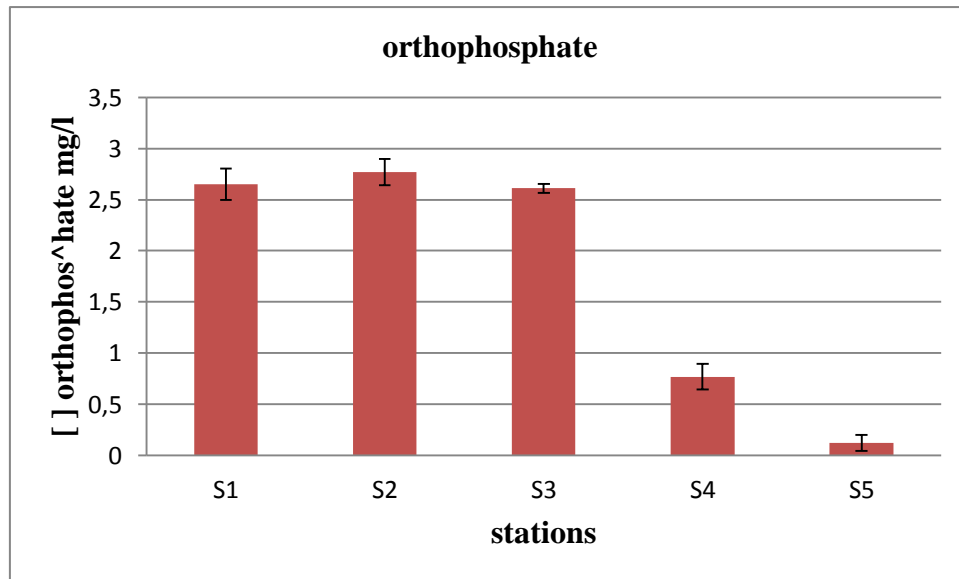


Figure 22: les variations de l'orthophosphate en fonction des stations.

Les eaux de surface peuvent être contaminées par les orthophosphates suite aux rejets industriels (industries agro-alimentaires, ateliers de traitement de surface, laveries) et domestiques ou par le lessivage des terres cultivées renfermant des engrais phosphatés ou traités par certains pesticides (**Rodier, 2009**).

L'accroissement des teneurs en phosphore joue un rôle majeur dans la dégradation de la qualité des eaux. En fait, les polyphosphates sont responsables de nuisances et leur déversement a pour conséquence l'apparition de phénomènes d'eutrophisation (**Melghit, 2010**).

D'après les normes de classification des eaux superficielles (SEQ-EAU) (Annexe III), la concentration en orthophosphates dans les eaux de l'Oued appartient à la classe de qualité « très mauvaise » alors que l'eau de mer appartient à la classe « moyenne ».

Le taux d'orthophosphates plus au moins élevé relevé dans notre étude peut être dû au rejet des eaux d'égouts.

II.2. Les métaux lourds

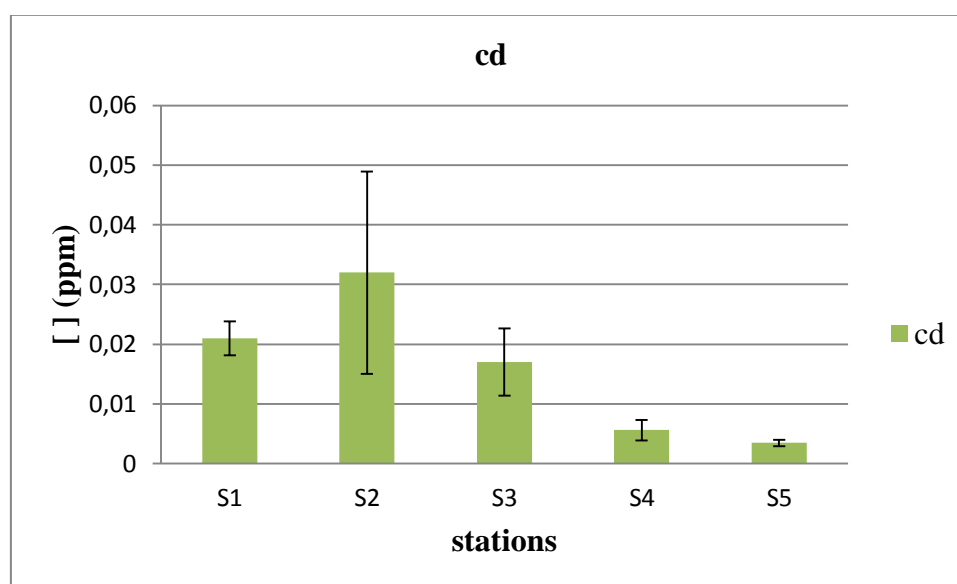
Les résultats des analyses des métaux étudiés (Cd, Zn et Cu) dans l'eau de l'Oued et de la mer sont résumés dans le Tableau 4 et représentés par des histogrammes dans la Figure 26, 27, 28.

Tableau 4 : Résultat des analyses des métaux lourds (Cd, Zn, Cu).

Les paramètres	S1	S2	S3	S4	S5
Cd (ppm)	0,0021 ± 0,002	0,0032 ± 0,016	0,0017 ± 0,005	0,0013 ± 0,044	0,0014 ±0,004
Zn (ppm)	0,026 ± 0,011	0,018 ± 0,007	0,0175 ± 0,009	0,014 ± 0,002	0,01 ± 0,001
Cu (ppm)	0,0305 ± 0,0007	0,0265 ±0,009	0,0325 ±0,012	0,0285 ± 0,012	0,0175 ± 0,0021

II.2.1. Cadmium

Les valeurs moyennes du cadmium trouvé dans les échantillons analysés varient entre 0,0021 ppm et 0,0014 ppm. La valeur la plus élevée est enregistrée au niveau de l'oued (S2) et la valeur la plus basse est observée au niveau de la mer (S5).

**Figure 23:** les variations de cadmium en fonction des stations.

II.2.2. Zinc

Les valeurs moyennes du zinc trouvées dans les échantillons analysés varient entre 0,026 ppm et 0,01 ppm. La valeur la plus élevée est enregistrée au niveau de l'oued (S1) et la valeur la plus basse est signalée au niveau de la mer dans la station 5.

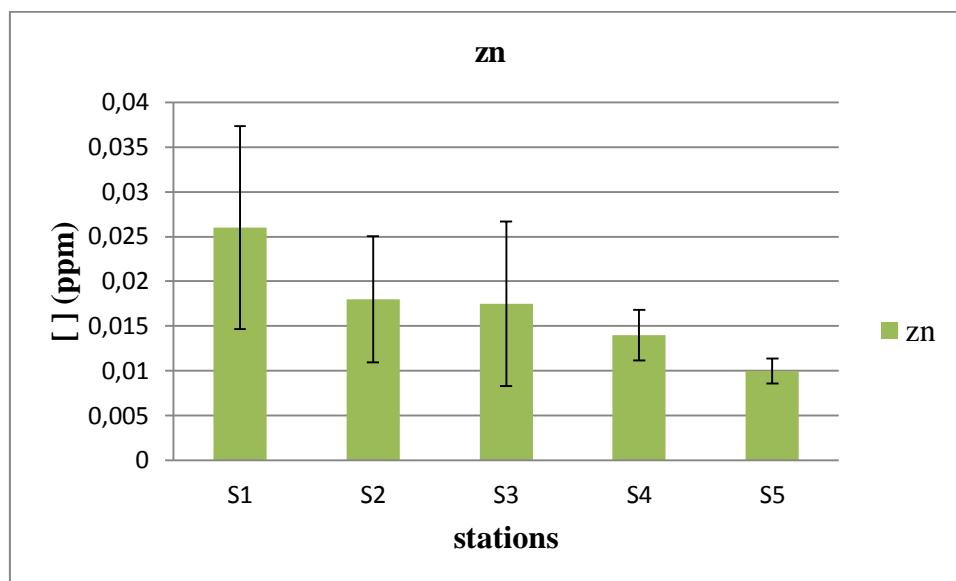


Figure 24: les variations de zinc en fonction des stations.

II.2.3. Cuivre

Les valeurs moyennes du cuivre trouvées dans les échantillons analysés varient entre 0,0325 ppm et 0,0175 ppm. La valeur la plus élevée est enregistrée au niveau de l'embouchure(S3) et la valeur la plus basse est observée au niveau de la mer (S5).

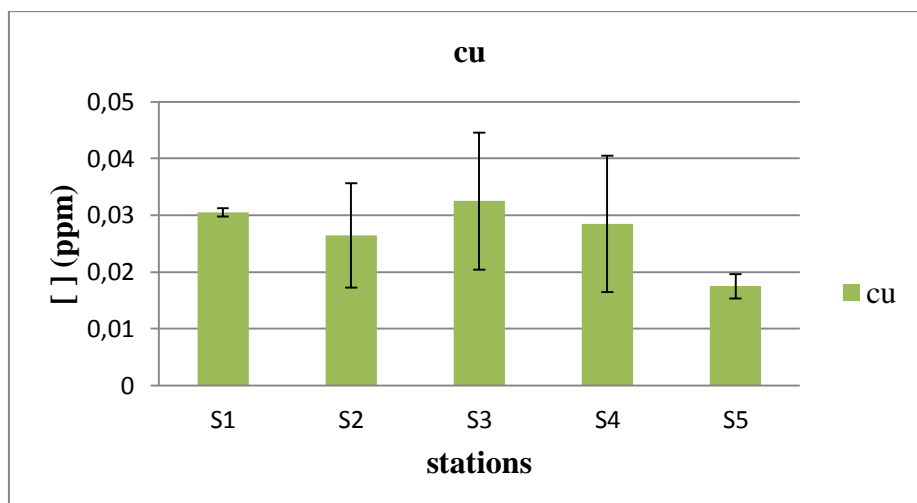


Figure 25: les variations de cuivre en fonction des stations.

Les métaux dans les eaux de surface sont présents en quantités très faibles et sous différentes formes. Ils peuvent notamment être dissous dans la phase aqueuse, adhérents à des colloïdes ou présents sous forme de particules en suspension dans l'eau.

D'après les résultats de dosage de métaux (Cd, Cu et Zn) on constate que les eaux de l'oued El kantara et la plage Kotama contiennent des éléments traces avec des teneurs très négligeables ne

dépassant pas 0.03 ppm (Figure 23, 24, 25). Ainsi par comparaison avec la SEQ-EAU de la qualité des eaux de surface (Annexe III), on remarque que les eaux étudiées sont de « bonne » qualité pour les trois métaux étudiés.

Les faibles teneurs en métaux traces, enregistré, peuvent être expliquées par l'absence des activités industrielles au niveau de la région d'étude qui constituent généralement le foyer de pollution par ces éléments dans les eaux de surface (**Lakhili et al, 2015**).

II.3. Qualité microbiologiques de l'eau

Les résultats des analyses microbiologiques des eaux de l'oued et de la plage sont présentés dans le tableau 5.

Tableau 5 : Les résultats des analyses microbiologiques des eaux de l'oued et de la plage.

Stations		S1	S2	S3	S4	S5
Coliformes totaux	2 ^{ème} prélèvement	1400	1400	1400	1400	1100
	3 ^{ème} prélèvement	1400	1400	1400	1400	1100
Coliformes fécaux	2 ^{ème} prélèvement	1400	1400	1400	1400	1100
	3 ^{ème} prélèvement	1400	1400	1400	1400	240
Streptocoques Fécaux	2 ^{ème} prélèvement	1400	1400	1400	1100	1100
	3 ^{ème} prélèvement	1400	1400	1400	240	240

II.3.1. Coliformes totaux et coliformes thermotolérants

D'après les résultats obtenus, on remarque que le nombre de coliformes totaux est de l'ordre de 1400/100ml dans presque toute les stations à l'exception de la station S5 qui présente une valeur de 1100/100ml.

Pour les coliformes fécaux, leur nombre varie entre une valeur maximale de 1400/100ml enregistrée dans les stations S1, S2, S3 et S4 et une valeur de 240 ml/100ml observée dans la station 5.

En effet la présence de ces germes dans une eau est la preuve que l'eau a subi une contamination par les matières fécales (**Apha, 1985**).

Le déversement des eaux d'égout chargées en déchet domestiques (excréments humaines et les eaux de lavage) ainsi les excréments d'animaux peuvent être les causes principales de cette contamination.

La recherche des coliformes est primordiale du fait qu'un grand nombre d'entre eux vivent en abondance sur les matières fécales des animaux à sang chaud et de ce fait constituent des indicateurs de la première importance (**Duffour, 1977**).

Bien que la présence des coliformes témoigne habituellement d'une contamination fécale, plusieurs coliformes ne sont pas d'origine fécale, provenant plutôt d'eaux enrichies en matière organique (flore naturelle des eaux et des sols) (**Barthe, 1998**). La présence de coliformes thermotolérants signe l'existence quasi certaine de la contamination fécale d'une eau (**Rejsek, 2003**).

L'intérêt de la détection de ces germes, à titre d'organismes indicateurs, réside dans le fait que leur survie dans l'environnement est généralement équivalente à celle des bactéries pathogènes et que leur densité est généralement proportionnelle au degré de pollution produit par les matières fécales (**Chevalier, 2003**).

L'examen de la grille (SEQ-EAU) de qualité des eaux de surface (Annexe III), révèle que l'eau est de qualité moyenne pour les coliformes totaux et fécaux.

II.3.2. Les streptocoques fécaux

En se référant aux résultats mentionnés dans le tableau 5, le nombre de streptocoques fécaux vari entre une valeur minimale de l'ordre de 240/100ml enregistrée au niveau de la station 5 et une valeur maximale 1400/100ml signalée dans les stations 1, 2 et 3.

La présence des streptocoques fécaux dans les eaux indiquent généralement une pollution fécale. L'utilisation des streptocoques fécaux comme indicateurs microbiologiques est admise vu qu'ils se multiplient dans les effluents d'égouts. Par ailleurs ils sont considérés comme des indicateurs de pollution fécale beaucoup plus que les coliformes fécaux car, d'une part ils ne sont pas aussi ubiquitaires mais toujours présents dans les fèces d'animaux à sang chaud et d'autre part, leur disparition dans le milieu aquatique est moins rapide que les coliformes.

La détection de ce type de bactéries dans l'eau de l'oued et de la plage indique une pollution d'origine fécale issue essentiellement des rejets d'eaux usées et de déchets d'élevage.

Comparativement aux données de la grille de la qualité de l'eau de surface (SEQ-EAU) (Annexe III), l'eau étudiée est de qualité moyenne.

II.3.3. Aptitude de l'eau de la plage à la baignade

En se référant aux normes de qualité requise des eaux de baignades mentionnées dans le tableau 6, **Tableau 6 : Qualité requise des eaux de baignades (Bouamran, 2008)**.

Paramètres	Unités	Valeurs guide	Valeurs limites
Coliformes totaux	/100 ml	500	10.000
Coliformes fécaux	/100 ml	100	2.000
Streptocoques fécaux	/100 ml	100	-

On remarque que les valeurs obtenus pour les coliformes totaux et fécaux et pour les streptocoques fécaux dans notre étude sont comprise entre les valeurs guide et les valeurs limites donc on peut conclure que l'eau de la plage est acceptable pour la baignade.

Conclusion

Conclusion et perspectives

L'objectif de notre travail s'inscrit dans le cadre d'une évaluation de la qualité physicochimique et microbiologique des eaux de mer au niveau de la plage Kotama et les eaux de l'Oued El Kantara afin de voir l'influence des rejets de ce dernier sur la plage. L'appréciation de la qualité des eaux se base sur le principe du système d'évaluation de la qualité des eaux superficielles (SEQ-EAU).

Les principaux résultats obtenus montrent une altération de la qualité des eaux qui se traduit par des teneurs plus au moins élevées en sel nutritives et en germes témoignant d'une contamination microbiologique. Ces charges polluantes sont importées en milieu marin par les rejets de l'oued El Kantara, en provoquant l'altération de la qualité des eaux de mer.

L'application de la SEQ-EAU fait ressortir que les eaux de l'Oued et de la mer sont de très bonne qualité pour certains paramètres (comme température, pH et métaux lourds...) mais moyenne à mauvaise pour d'autres (comme nitrate, nitrites, ammonium et orthophosphates). Sur le plan bactériologique les eaux étudiées présentent une qualité moyenne.

D'après notre investigation on peut conclure que les rejets des eaux de l'oued ont un effet néfaste sur l'eau de la plage Kotama. Le déversement direct et sans traitement préalable des rejets de l'Oued augmente la concentration de polluants ce qui conduit à une contamination des organismes marins.

Ces résultats montrent la nécessité d'un traitement préalable des eaux de l'Oued pour améliorer leur qualité selon les normes requises pour protéger l'environnement et la santé humaine.

D'après notre étude certains aspects devraient être développés :

- Le développement d'un système d'assainissement pour éviter les rejets directs des eaux usées dans l'Oued El Kantara puis dans la mer.
- L'obligation de traitement d'eau de l'Oued avant son déversement dans la mer.
- Les eaux traitées doivent être déversées à certaines distances dans la mer pour éviter toute contamination des eaux de baignade afin de protéger la santé humaine.

Enfin nous concluons par la proposition de quelques perspectives :

- D'élargir l'étude sur les eaux de la plage en augmentant le nombre de stations et le nombre de prélèvements.
- Compléter nos analyses effectuées par d'autres paramètres indicateurs de la qualité des eaux.
- De réaliser des analyses complémentaires sur les sédiments.

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

Aboubakar, A; Abdoul, W; & Bouba, L. (2017). Characterization of surface water around a agro-industrial company in Maroua-Cameroon. *Larhyss Journal ISSN 1112- -225*.

Achiche, K ; larbi, S . (2010). Impacts des eaux usées et des embouchures des oueds sur la qualité des eaux de la baie bouismail. Ingénieur de science en mer, école national supérieur des sciences de la mer et du ménagement du littoral.

Akil, A ; Hassan, T ; Lahcen, B ; & Abderrahim, L. (2014). Etude de la qualité physico-chimique et contamination métallique des eaux de surface du bassin versant de Guigou, Maroc. *European Scientific Journal*, 10(23).

Apha, L. (1985). Standard methods for examination of water and waste water. 6^{ième} édition. American public health association I. C, P: 35, 36,37.

Ayad, W. (2016). Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux Souterraines : cas des puits de la région d'El-Harrouch (wilaya de Skikda).Thèse de doctorat. Université Badji Mokhtar-Annaba.

Barthe, C; Perron, J ; Perron, J.M.P ; (1998). Guide d'interprétation des paramètres. Microbiologique d'intérêt dans le domaine l'eau potable. Ministre de l'environnement du Québec, p : 155.

Bengharbia A ; Hamadi F; Zahraoui R ; Hamaidi M.S ; Megateli S. (2014). Impact des rejets des eaux usées sur la qualité physico-chimique et bactériologique de l'Oued Beni Aza (Blida, Algérie). *Lebanese science journal*, 15(2) : 39-55.

Bouamrane, N. (2008).écosystème aquatique continentaux contribution à l'étude de la qualité physico-chimique des eaux du barrage de Cheurfa.(sig,Mascara). Magister en biologie. Université d'Oran Es-Sènia.

Boucenna, F. (2009). Cartographie par les différentes méthodes de vulnérabilité a la pollution d'une nappe côtière cas de la plaine alluviale de l'oued Djendjen (Jijel, Nord-est Algérien).Mémoire de magister. Université Badji Mokhtar-Annaba.

Boumediou, F.Z ; Fekih , M. (2014). Etude de la qualité de l'eau « Exquise » destinée à l'irrigation des terres de EL Fehoul . Master en agronomie. Université Tlemcen.

Boumediene, H. (2014). Suivi et évaluation de la structure écologique et biodiversitaire infralittorale de la zone côtière oranaise. Thèse doctorat. Université d'Oran.

Bouziati, M. (2000). L'eau de la pénurie maladie. Ed. I BN-KHALDOUN. , Oran. Bureau d'étude et de réalisation des ouvrages U.R.T.O, PADV de Hassi ben abdellah.

Botta, A ; Bellon, L (2001) . Pollution de l'eau et santé humaine. Laboratoire de biogénotoxicologie et mutagenèse environnementale. Université EuroMéditerranée TEHYS.

Bridgman, H.A. (2001). Encyclopedia of Global Change : Pollution . Ed. Andrew S. Goudie. Oxford University Press.

Chevalier, P et les membres du groupe Scientifique sur l'eau. (2003). Coliformes fécaux. Institut national de santé publique du Québec, P : 3.

Chaden, M. (2014). Evaluation de la qualité de l'eau du bassin supérieur de la rivière du Litani, Liban : approche hydrogéochimique. Thèse en géoscience. Université de Lorraine.

Chapman, D; Dimstach v. & World Health Organization. (1996). Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring. *E&FN Spon*. Chapman edition, 2nd ed.

Chouteau ,C. (2004). Développement d'un biocapteur conductimétrique bienzymatique à cellules algales. Chimie, Procédés, Environnement. N° d'ordre : 04- ISAL-0066.

Cunningham W.P ; woodworth Saigo B. (1997). Environmental Science: A global concern. Ed. WCB/McGraw-Hill.

Delarras C. (2003). Surveillance sanitaire et microbiologique des eaux. TEC & DOC.

Dimane, F ; Haboubi, K ; Hanafi, I ; El Himri, A ; & Andaloussi, K. (2017). Impact Des Facteurs De Pollution Sur La Qualite Des Eaux De La Zone Aval De La Vallee De L'oued Nekor (Al-Hoceima, Maroc). *European Scientific Journal*, 13(3).

Defranceschi , M. (1996) .L'eau dans tous ses états, Ed. ellipses.

Demdoun A, (2010). Etude hydrogéochimique et impact de la pollution sur les eaux de la région d'el Eulma. Thèse de Doctorat. Université Mentouri Constantine.

DIOP, Kh. (2006). Étude de la qualité microbiologique des eaux de boisson conditionnées en sachet et vendues sur la voie publique dans la région de Dakar .Université cheikh anta diop de Dakar.

Doutoum , A . (2002). Etude comparative de la fertilité de deux milieux de culture d'origine différente, utilisés pour la recherche des coliformes thermotolérants dans les filets de poisson congelés. Université cheikh anta diop de Dakar.

Duffour, A.P. (1977). Escherichia coli: the faecal coliform in **Hoadley,A.W. Dukta,B.J.** Bacterial indicators ;Health hazards associated with water. American society for testing and materials, P: 48, 58.

Emilian, K. (2004). Traitement des pollutions industrielles: Eau, Air, Déchets, Sols, Boues. DUNOD. PARIS. Avril

Fahssi, A., Yahya, H. S. A., Touzani, R., & Chafi, A. (2016). Evaluation spatiotemporelle de la contamination métallique des ressources hydriques superficielles de la basse Moulouya, Evaluation spatiotemporal of the metal contamination of surface water resources in the lower Moulouya (North eastern Morocco). *J. Mater. Environ. Sci.* 7(7) (2016) 2404-2423.

Gaamoune ,S. (2010). Le rôle des biofilms d'algues dans les traitements biologique des eaux. Magister en biologie végétale. Université Farhat Abbas-Sétif.

Genin, B ; Chauvin, C ; Ménard, F. (1997). cours d'eau et analyse biologique : Pollutions-méthodes-IBGN. ENESAD-CNERTA , Dijon.

Genin, B ; Chauvin, C ; Ménard ,F. (2003). cours d'eau et analyse biologique. Educagri , Dijon. 2^{ème} édition.

GIS, Posidonie. (1996). Groupement d'Internet Scientifique d'étude et de protection de l'environnement marin. Biologie méditerranéenne, nuisance et pollution.

Haddad, H ; & Ghoualem, H. (2014). Caractérisation physico-chimique des eaux du bassin hydrographique côtier algérois. *LARHYSS Journal ISSN 1112-3680.*

Joseph ; Salvato. (1977). Guide d'hygiène dans les établissements touristiques / Joseph A. Salvato. Genève : Organisation mondiale de la Santé.

Kemmer F. N. (1984). Manuel de l'eau. Technique et documentation. Ed. Lavoisier, Paris.

Khellou, M. (2002). Flux de l'azote et de phosphore minéraux à l'embouchure d'Oued Seybouse thèse magister, Université Badji Mokhtar Annaba.

Lakhili, F ; Benabdelhadi, M ; Bouderkha, N ; Lahrach, H ; & Lahrach, A. (2015). Etude de la qualité physicochimique et de la contamination métallique des eaux de surface du bassin versant de Beht (Maroc). *European Scientific Journal.*

Larpent , J.P. (1997). Microbiologie alimentaire. Techniques de laboratoire. Les levures. Tec et Doc. Lavoisier.

Leblanc J.C ; Guerin , T ; Verger ,P ; Volatier J.L. (2004). Etude de l'alimentation totale française. Mycotoxines, minéraux et éléments traces. INRA, Ministère de l'agriculture, de l'Alimentation , de la pêche et des affaires Rurales.

Mekhalif , F. (2009). Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement. Mémoire de magister. Université du 20 Août 1955 SKIKDA.

Melghit , M .(2010). Qualité physico-chimique, pollution organique et métallique des compartiments Eau / Sédiments de l'Oued Rhumel, et des barrages Hammam Grouz et Beni Haroun. Magister en oncologie. Université Mentouri de Constantine.

Michard, A., Chalouan, A., Feinberg, H., Goffé, B., Montigny, R. (2002). How does the Alpine belt end between Spain and Morocco Bull. la Société Géologique Fr.

Mizi, A (2006). Traitement des eaux de rejets d'une raffinerie des corps gras région de Bejaja et valorisation des déchets oléicoles. Thèse de doctorat. Université de Badji Mokhtar. Annaba.

Nriagu J. O. (1990). Global metal pollution: Poisoning the biosphere, Environment.

NEFF j.M . (2002). Bioaccumulation in marine organisms: effect of contamination from oil well produced water. Elsevier Science Publishers, Amsterdam.

Ontario. (2004). Revue scientifique (en ligne). Coup d'œil sur l'environnement et la santé. In Environnement Canada. [Http://www. Ontario-canada.Envir.fr/santé.Env.htm](http://www.ontario-canada.envir.fr/santé.Env.htm).

Panda, U., Sundray, S., Nayakn, B., Bhatta., D (2006). Application of factor and cluster analysis for characterization of river and estuarine water systems – A case study: Mahanadi River (India), Journal of Hydrology, Volume 331.

Ramade, F. (1974). Eléments d'écologie appliquée Ediscience /MC, Graw –Hill. Paris.

Ramade, F. (1984). Elément d'écologie-écologie fondamentale, Ed. Mc Graw-Hill.

Ramade, F. (2002). Dictionnaire encyclopédique des pollutions : les polluants de l'environnement de l'homme. Ediscience international, Paris.

Ramade, F. (2005). Eléments d'écologie. Écologie appliquée. Dunod, Paris.

Regnault.j.p, (1990). Microbiologie générale, Paris

Reggam, A; Bouchelaghem, H; & Hoquhamdi, M. (2015). Qualité Physico-Chimique des eaux de l'Oued Seybouse (Nord-Est de l'Algérie): Caractérisation et Analyse en Composantes Principales (Physico-chemical quality of the waters of the Oued Seybouse (North-eastern Algeria): Characterization and Principal Component Analysis). *J. Mater. Environ. Sci*, 6(5), 1417-1425.

Rejsek, F. (2003). Analyse des eaux, Aspects réglementaire et techniques. Edition CRDP d'aquitaine. Scéren, PP : 21- 295.

Roberts S.M; Munson J. W; Lowney Y.W.; Ruby M.V; (2007). Relative oral bioavailability of arsenic from contaminated soils measured in the cynomolgus monkey . *Toxicological sciences*.

Rodier J ; Bazinc A.C ; Broutin J.P ; Chambon P ; Champsaur H ; Rodier L. (2005). L'analyse de l'eau - Eaux naturelles et Eaux résiduaires et Eau de mer. Edit. Dunod, 8^{ième} éditions. 1526 P.

Rodier, J. (1996). L'analyse de l'eau. Eau naturelle, eau résiduaire, eau de mer. Dunod , Paris.

Rodier J; Legube B ; Merlet N; Coll. (2009) .L'analyse de l'eau - Eaux naturelles et Eaux résiduaires et Eau de mer .Dunod, Paris .9^{ième} édition. 1526 P.

Sahnoun, F. (2010). Contrôle et surveillance de la pollution par la qualité des eaux du littoral - cas de la zone industrielle d'Arzew. Mémoire de magister. Université des sciences et la technologie d'Oran Mohamed Boudiaf.

Sudhanshu, S.P. (2008). Hydrological Cycle. Gainesville State College.

Taghezout, F. (2015). Impact environnemental des rejets d'eau le long du littoral occidental Algérien. Magister en Science de l'Environnement. Université d'Oran.

Van der, P. (2006). Soil and water contamination from molecular to catchment scale. Leiden: Taylor and Francis-Balkema.

Wright, R.C. (1989). The Survival patterns of selected faecal bacteria in tropical fresh waters. *Epidem Inf*, P:603, 604, 611.

Sites :

[1] 13. Les écosystèmes aquatiques - e-Learn Université Ouargla.

https://elearn2013.univ-ouargla.dz/.../cour_physico_chimie_et_dynamique_des_eaux.

[2] (<http://www.elmoudjahid.com/fr/mobile/detail-article/id/46027>).

[3] www.santemaghreb.com/algerie/documentations_pdf/docu_50.pdf.

Annexes

Annexe I

Protocole d'analyse de l'eau

I. Analyse physico-chimique

1. Nitrate

❖ Principe

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosalicylate de sodium, coloré en **jaune** et susceptible d'un dosage spectrophotométrique.

❖ Matériel

-Capsule de 60 ml.

-Bain-marie.

❖ Réactifs

-Solution de salicylate de sodium à 1% à renouveler toutes les 24 heures.

-Acide sulfurique concentré (d= 1.84).

-Solution d'hydroxyde de sodium :

Hydroxyde de sodium		200 g
Sel disodique de l'acide éthylène diamine tétracétique		50 g
Eau permutée	q.s.p.	1000 ml

Dissoudre avec précaution l'hydroxide de sodium dans 80 ml d'eau permutée ; jouter le sel sodique EDTA. Après dissolution et refroidissement. Transvaser la solution dans une fiole jaugée, ajuster le volume à 100 ml. Conserver cette solution dans un flacon de polyéthylène.

-solution d'azote de sodium

Azote de sodium		50 mg
Eau permutée	q.s.p.	100 ml

-Solution mère étalon d'azote de nitrique à 100 mg/l

Nitrate de potassium anhydre		722 mg
------------------------------	--	--------

Eau permutée q.s.p. 1000 ml

À renouveler tous les deux mois.

-solution fille étalon d'azote nitrique à 5 mg/L.

Amener 50 ml de la solution mère à 1000 ml avec l'eau permutée.

❖ Etablissement de la courbe d'étalonnage

Dans une série de capsules de 60 ml, introduire successivement

Numéro des capsules	T	I	II	III	IV
Solution fille étalon d'azote nitrique 0.5mg/ml (ml)	0	1	2	5	10
Eau permutée (ml)	10	9	7	5	0
Correspondance en mg/L d'azote nitrique	0	0,5	1	2,5	5
Solution d'azoture de sodium (ml)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Acide acétique	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

Attendre 5 minutes puis évaporer à sec au bain-marie ou dans une étuve portée à 75-80 °c (ne pas surchauffer trop longtemps). Ajouter 1ml de solution de salicylate de sodium, mélanger puis évaporer. Laisser refroidir.

Reprendre le résidu par 1ml d'acide sulfurique concentré ayant soin de l'humecter complètement. Attendre 10 minutes, ajouter 15 ml d'eau permutée puis 10 ml de solution d'hydroxyde de sodium qui développe la couleur jeune. Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 415 nm.

Soustraire des unités d'absorbance, lues pour les étalons, la valeur pour le témoin. Construire la courbe d'étalonnage.

❖ Mode opératoire

Introduire 10 ml d'eau dans une capsule de 60 ml des teneurs en azote nitrique supérieures à 10 mg/l, opérer une dilution). Alcaliniser faiblement avec la solution d'hydroxyde de sodium. Poursuivre le dosage comme pour la courbe d'étalonnage. Préparer de la même façon un témoin

avec 10 ml d'eau permutée. Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 415 nm et tenir compte de la valeur lue pour le témoin. Se reporter à la courbe d'étalonnage.

❖ Expression des résultats

Pour une prise d'essai de 10 ml, la courbe donne directement la teneur en azote nitrique exprimée en milligrammes par litre d'eau. Pour obtenir la teneur en nitrate (NO_3), multiplier ce résultat par 4,43.

2. Nitrite

❖ Principe

L'acide sulfanilique en milieu chlorhydrique, en présence d'ion ammonium et de phénol, forme avec les ions NO_2

-un complexe coloré **jaune** dont l'intensité est proportionnelle à la concentration en nitrites.

❖ Réactifs :

- Ammoniaque pure ($d=0,925$)
- Réactif de Zambelli : (q.s.p : 100ml)

Acide chlorhydrique.....	26 ml
Acide sulfanilique.....	0.5 mg
Phénol cristallisé	0.75 mg
Chlorure d'ammonium	13.5g
Eau distillée	62.5 ml

Mode opératoire

Introduire 50 ml d'eau à analyser dans une fiole jaugée à 50 ml, ajouter 2ml de Réactif de Zambelli. Agiter et laisser au repos 10min. Ajouter ensuite 2ml d'ammoniaque pure.

Effectuer la lecture au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 435nm et tenir compte la valeur lue pour le témoin. Se reporter à la courbe d'étalonnage.

Expression des résultats

Pour une prise d'essai de 50ml, la courbe donne directement la teneur en NO₂, exprimée en milligramme par litre d'eau. Cette valeur multipliée par 0,305 donne la teneur en azote nitreux, exprimée en milligramme par litre d'eau.

3. Orthophosphates

❖ Principe

En milieu acide et en présence de molybdate d'ammonium, les orthophosphates donnent un complexe phosphomolybdique qui, réduit par l'acide ascorbique, développe une coloration **bleu** susceptible d'un dosage spectrophotométrique.

Certaines formes organique pouvant être hydrolysées au cours de l'établissement de la coloration et donner des orthophosphates, le développement de la coloration accélérée par l'utilisation d'un catalyseur, le tartrate double d'antimoine et de potassium.

❖ Réactifs

-solution d'acide sulfurique ($d=1,84$) à 15% environ en volume.

-solution de molybdate d'ammonium à 40 g/l.

Molybdate d'ammonium tétrahydraté		20g
-----------------------------------	--	-----

Eau permutée	<i>q.s.p.</i>	500 ml
--------------	---------------	--------

Filtrer si nécessaire, à conserver en flacon de polyéthylène à 4°C.

-solution d'acide ascorbique à 20 g/l

Acide ascorbique		2 g
------------------	--	-----

Eau permutée	<i>q.s.p.</i>	100 ml
--------------	---------------	--------

À préparer chaque jour.

-Solution de tartrate double d'antimoine de potassium à 2,8 g/l.

Tartrate double d'antimoine et de potassium		0,28 g
---	--	--------

Eau permutée	<i>q.s.p.</i>	100 ml
--------------	---------------	--------

❖ **Réactifs combiné :**

Solution d'acide sulfurique		50 ml
Solution de tartrate double d'antimoine et de potassium		5 ml
Solution de molybdate d'ammonium		15 ml
Eau permutée	<i>q.s.p.</i>	100 ml

Conserver le réactif au réfrigérateur à 4°C.

-Solution mère étalon à 50 mg/l de phosphore :

Dihydrogénophosphate de potassium desséché au préalable à l'étuve à 100 °C		219,7mg
Eau permutée	<i>q.s.p.</i>	100 ml

Acidifier de la solution par 1 ml d'acide sulfurique à 15 % avant d'ajuster le volume.

-Solution fille étalon à 1 mg/l de phosphore.

Diluer au 1/50 la solution précédente avec de l'eau permutée au moment de l'emploi.

❖ **Etablissement de la courbe d'étalonnage**

Introduire dans une série de fioles jaugées de 25 ml :

Numéro de fioles	T	I	II	III	IV	V
Solution étalon de phosphore à 1 mg (ml)	0	1	5	10	15	20
Eau permutée (ml)	20	19	15	10	15	0
Correspondance en milligrammes de phosphore	0	0,001	0,005	0,010	0,015	0,020

Introduire dans chaque fiole 1ml de solution d'acide ascorbique, agiter, puis ajouter 4 ml de réactif, mélanger soigneusement, compléter éventuellement le volume à 25 ml. Attendre 30 minutes la stabilisation de la coloration et effectuer les mesures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 700 ou 800 nm en cuve de 1 cm. Construire la courbe d'étalonnage.

❖ Mode opératoire

Vérifier le PH de l'échantillon qui doit être compris entre 2 et 7, l'ajuster si nécessaire. Introduire 20 ml d'eau dans une fiole jaugée de 25 ml, ajouter de solution, d'acide ascorbique puis poursuivre comme pour l'établissement de la courbe d'étalonnage.

❖ Expression des résultats

La courbe donne la teneur en phosphore, exprimée en milligrammes pour la prise d'essai.

4. L'ammonium

❖ Principe

En milieu alcaline et en présence de nitroprussiate qui agit comme un catalyseur,

Les ions ammonium traités par une solution de chlore et de phénol donnent du **bleu** d'indophénol susceptible d'un dosage par spectrophotométrie d'absorption moléculaire.

❖ Prélèvement

Conserver l'échantillon à 4°C et effectuer le dosage le plus rapidement possible après le prélèvement dans un délai ne dépassent pas 48 heures.

❖ Matériel spécial

Laver toute la verrerie avec une solution d'acide chlorhydrique à 5 %, la rincer à l'eau permutée.

❖ Réactif :

Utiliser pour la préparation des réactifs de l'eau fraîchement prématurée sur résines cationique forte.

-solution chlorée :

Hydroxyde de sodium en pastille		20g
Citrate trisodique ($\text{Na}_3 \text{C}_6\text{H}_5 \text{O}_7, 2\text{H}_2\text{O}$)		380g
Acide dichlorocaynurique ($\text{C}_3 \text{HCl}_2 \text{N}_3 \text{O}_3$)		4g
Eau permutée	q.s.p	1000ml

Dissoudre l'hydroxyde de sodium et le citrate trisodique dans 800ml d'eau environ.

Porter la solution à l'ébullition, maintenir celle-ci pendant 20 min.

Après refroidissement, ajouter l'acide dichlorocaynurique et ajuster le volume à 1000ml.

Conserver cette solution au réfrigérateur.

-solution de nitroprussiate de sodium et de phénol :

Phénol		35g
Nitroprussiate de sodium ($\text{Na}_2\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}, 2\text{H}_2\text{O}$)		0,4g
Eau permutée	q.s.p	1000ml

Transvaser cette solution dans un flacon en verre brun et la conserver au réfrigérateur.

-solution mère étalon à 100 mg/L d'ions ammonium :

Chlorure d'ammonium		297mg
Eau permutée	q.s.p	1000ml

-solution fille étalon à 1 mg/L d'ions ammonium

Diluer la solution mère au 1/100. préparer cette solution au moment de l'emploi.

❖ Etablissement de la courbe :

Dans une série de fioles jaugées de 100ml, numérotées préparer une série de dilutions.

Numéro des fioles	T	I	II	III	IV	V	VI
Solution fille étalon à 1mg/l d'ammonium (ml)	0	1	2	5	10	15	20
Eau permutée q.s.p (ml)	100	100	100	100	100	100	100
Correspondance en mg/l d'ammonium	0	0,01	0,02	0,05	0,10	0,15	0,20

Dans une série de fioles coniques de 100 ml numérotées, introduire 20 ml de chacune des dilutions ci-dessus, ajouter rapidement dans chaque tube :

1ml de solution de nitroprussiate de sodium et de phénol,

1 ml de solution chlorés.

Agiter et placer les fioles à l'obscurité pendant 6 heures au moins. Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 630 nm. Construire la courbe d'étalonnage.

❖ Mode opératoire

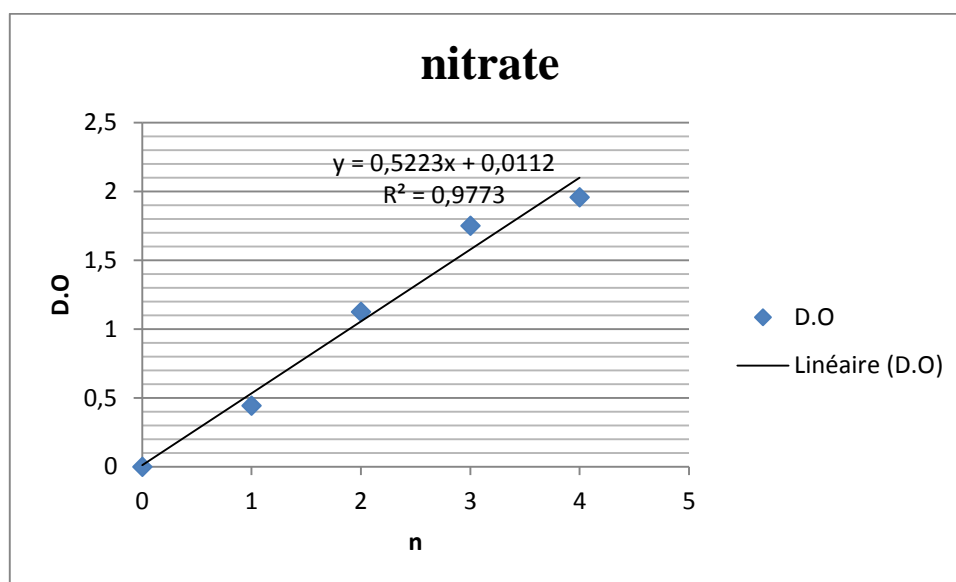
Introduire dans une fiole conique de 100 ml d'eau à analyser puis poursuivre le dosage comme pour la courbe d'étalonnage. Préparer de la même façon un témoin avec 20 ml d'eau permutés. Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 630 nm et tenir compte de la valeur lue pour le témoin. Se reporter à la courbe d'étalonnage.

❖ Expression des résultats

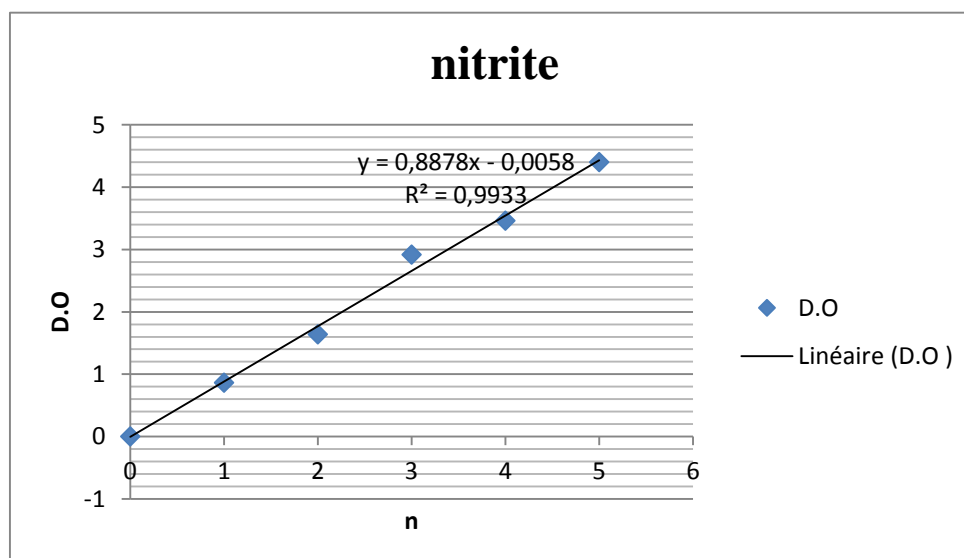
Pour une prise d'essai de 20 ml, la courbe donne directement la teneur en ions ammonium, exprimée en milligrammes par litre.

Annexe II

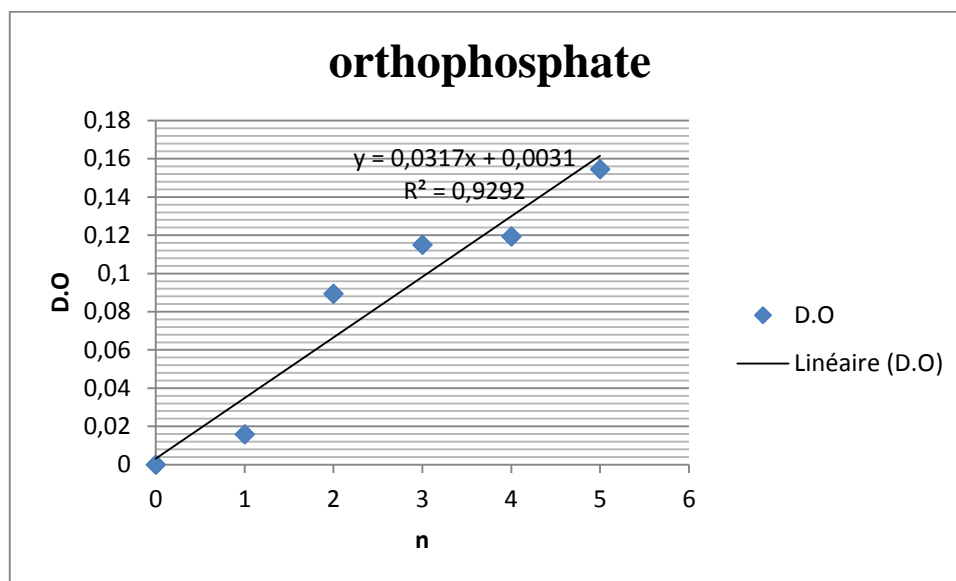
1. Courbe d'étalonnage de nitrate



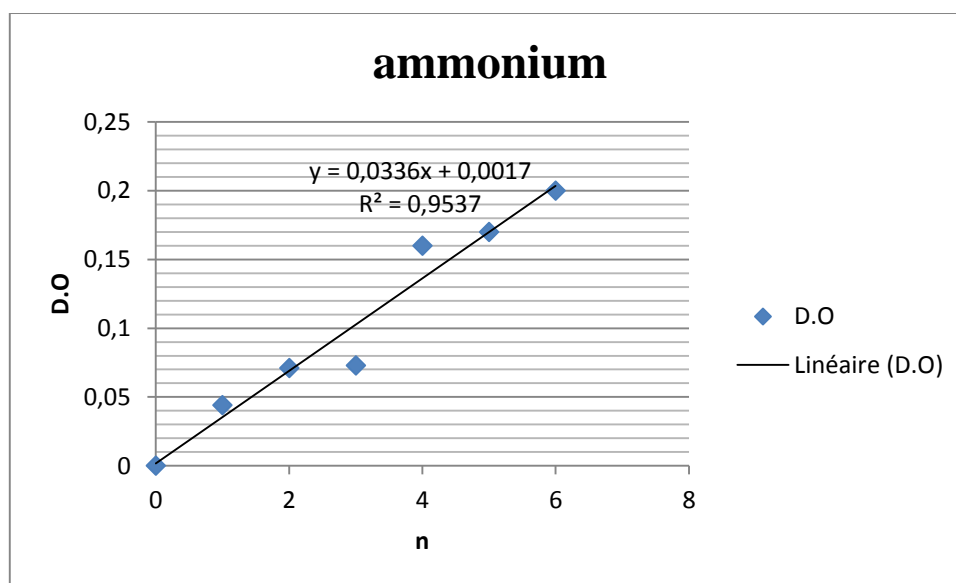
2. Courbe d'étalonnage du nitrite



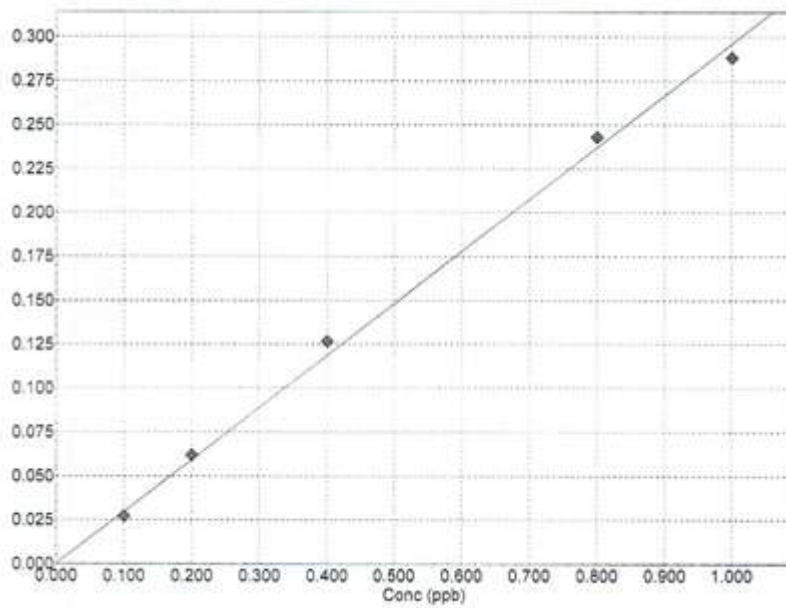
3- Courbe d'étalonnage de l'orthophosphate



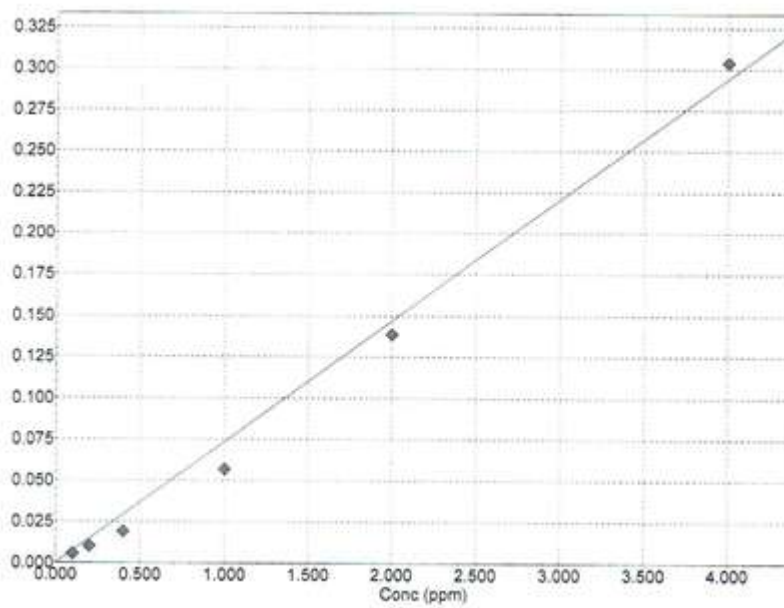
4- Courbe d'étalonnage d'ammonium



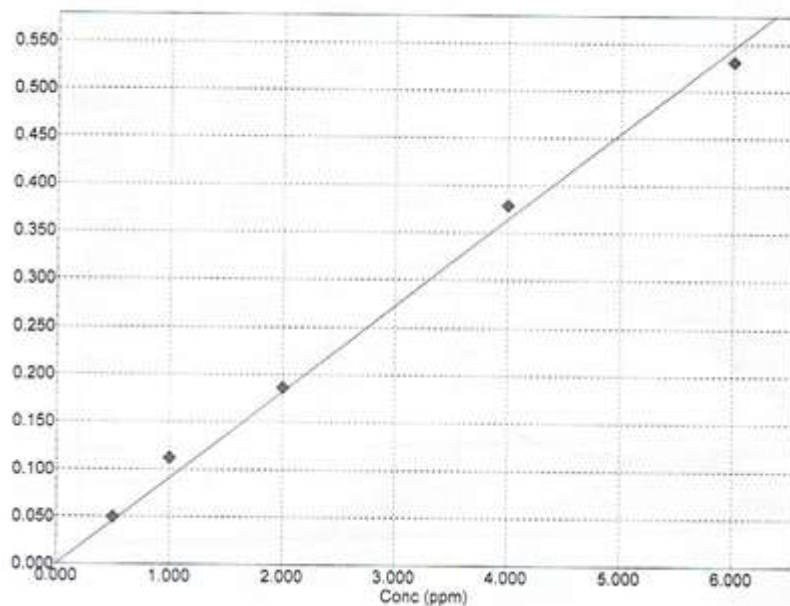
5- Courbe d'étalonnage de zinc



6- Courbe d'étalonnage de cadmium



7- Courbe d'étalonnage de cuivre



Annexe III

Tableau 7 : Grilles d'évaluation SEQ-EAU.

Classe d'aptitude →		Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Indice d'aptitude →		80	60	40	20	
TEMPERATURE						
Température (°C)						
1 ^{ère} catégorie piscicole		20	21,5	25	28	
2 ^{nde} catégorie piscicole		24	25,5	27	28	
ACIDIFICATION						
pH	min	6,5	6,0	5,5	4,5	
	MAX	8,2	9	9,5	10	
Aluminium (dissous) (µg/l)						
pH ≤ 6,5		5	10	50	100	
pH > 6,5		100	200	400	800	
Conductivité (µS/cm)	min	180	120	60	0	
	MAX	2500	3000	3500	4000	
Cadmium (µg/l)						
Dureté faible		0,001	0,01	0,1	0,37	
Dureté moyenne		0,004	0,04	0,37	1,3	
Dureté forte		0,009	0,09	0,85	3	

<i>Classe d'aptitude</i>	→	<i>Bleu</i>	<i>Vert</i>	<i>Jaune</i>	<i>Orange</i>	<i>Rouge</i>
<i>Indice d'aptitude</i>	→	80	60	40	20	
MATIERES AZOTEES HORS NITRATES						
NH₄⁺ (mg/l NH₄)		0,1	0,5	2	5	
NKJ (mg/l N)		1	2	4	10	
NO₂⁻ (mg/l NO₂)		0,03	0,3	0,5	1	
3 - NITR – NITRATES						
NO₃⁻ (mg/l NO₃)		2	10	25	50	
MATIERES PHOSPHOREES						
PO₄³⁻ (mg/l PO₄)		0,1	0,5	1	2	
Phosphore total (mg/l P)		0,05	0,2	0,5	1	
Zinc (µg/l)						
Dureté faible		0,23	2,3	23	52	
Dureté moyenne		0,43	4,3	43	98	
Dureté forte		1,4	14	140	330	
Cuivre (µg/l)						
Dureté faible		0,017	0,17	1,7	2,5	
Dureté moyenne		0,1	1	10	15	
Dureté forte		0,27	2,7	27	40	
Coliformes totaux (u/100ml)		50	500	5000	10000	
Eschérichia Coli (u/100ml)		20	200	2000	20000	
Entérocoques ou Steptocoques fécaux (u/100ml)		20	200	1000	10000	

AnnexeIV

Tableau 8 : tableau de Mac Grady

Nombre de tubes positives			NPP par 100 ml
3 de 10 ml	3 de 1 ml	3 de 0,1 ml	
0	0	1	3
0	1	0	3
1	0	0	4
1	0	1	7
1	1	0	7
1	1	1	11
1	2	0	11
2	0	0	9
2	0	1	14
2	1	0	15
2	1	1	20
2	2	0	21
2	2	1	28
3	0	0	23
3	0	1	39
3	0	2	64
3	1	0	48
3	1	1	75
3	1	2	120
3	2	0	93
3	2	1	150
3	2	2	210
3	3	0	240
3	3	1	460
3	3	2	1100
3	3	3	1400

Présenté par : -Boutiouta Amel -Benoudina Feriel	Encadrent : Amira, w Date de soutenance : 04/07/2018
Titre de mémoire : Influence des rejets de l'Oued El Kantara sur la qualité des eaux de la plage kotama.	
Nature de diplôme : Master en Biologie Option : Toxicologie Fondamentale et Appliquée	
<p>Résumé</p> <p>Ce présent travail porte sur l'évaluation de l'influence des rejets de l'Oued El Kantara sur la qualité d'eau de la plage kotama. Notre zone d'étude concerne la plage de kotama et Oued El Kantara à Jijel. Cette étude est basée sur l'analyse des paramètres physico-chimiques et microbiologiques sur des échantillons prélevés au niveau de cinq stations, 3 réparties sur la plage et 2 sur l'Oued. Pour cela trois campagnes d'échantillonnage ont été réalisées entre le mois d'Avril et le mois de juin 2018. Nous avons pu apprécier la qualité de ces eaux en s'appuyant sur le principe de la SEQ eau. Les résultats obtenus montrent que les eaux de l'Oued et de la mer sont de très bonne qualité pour certaines paramètres (comme température, pH et métaux lourds...) mais moyenne à mauvaise pour d'autres (comme nitrates, nitrites, ammonium et orthophosphates). Sur le plan bactériologique les eaux étudiées présentent une qualité moyenne. Donc la qualité des eaux de la plage est altérée suite aux différents rejets d'eau usée, non traitées, qui se déversent quotidiennement dans la plage.</p>	
<p>Mots clé : Oued El Kantara, plage Kotama , pollution , paramètres physicochimiques, étude microbiologique</p>	
<p>Abstract</p> <p>This present work focuses on the assessment of the influence of wadi El Kantara discharges on the water quality of kotama beach. Our study area is Kotama Beach and wadi El Kantara in Jijel. This study is based on the analysis of physicochemical and microbiological parameters on samples taken at five stations, 3 spread over the beach and 2 on the wadi. For this, three sampling campaigns were conducted between April and June 2018. We have been able to appreciate the quality of these waters based on the principle of SEQ water. The results obtained show that the waters of the wadi and the sea are of very good quality for certain parameters (like temperature, pH and heavy metals ...) but average to bad for others (like nitrate, nitrites, ammonium and orthophosphate). Bacteriologically studied waters have an average quality. So the quality of the waters of the beach is altered by the different discharges of wastewater, untreated, which pour into the beach daily.</p>	
<p>Key words: El Kantara wadi, Kotama beach, pollution, physicochemical parameters, microbiological study.</p>	
<p>ملخص:</p> <p>مياه شاطئ كتامة. منطقة الدراسة لدينا هي شاطئ كتامة و وادي يركز هذا العمل الحالي على تقييم تأثير تصريفات وادي القنطرة على جودة القنطرة بجيجل. تعتمد هذه الدراسة على تحليل المعلومات الفيزيائية والمكروبيولوجية على العينات المأخوذة في خمس محطات ، ثلاثة موزعة على الشاطئ و اثنان على الواد. لهذا أجريت ثلاث حملات لأخذ العينات بين أبريل ويونيو 2018. تمكنا من تقدير جودة هذه المياه على أساس مبدأ SEQ-EAU. أظهرت النتائج أن مياه النهر والبحر هي جيدة جدا بالنسبة لبعض المعايير (مثل درجة الحرارة ودرجة الحموضة والمعادن الثقيلة...) ولكن متوسطة إلى سيئة بالنسبة لأخرى (مثل النترات والنترات والأمونيوم والفوسفات). تتمتع المياه التي تمت دراستها بجودة متوسطة من حيث التعبيرات الميكروبيولوجية. لذا فإن نوعية مياه الشاطئ تتدهور بسبب التصريفات المختلفة لمياه الصرف غير المعالجة ، والتي تصب في الشاطئ يوميا.</p>	