



Je dédie ce modeste travail :

A Allah, Le Tout Miséricordieux, ton amour, ta miséricorde et Tes grâces à mon égard m'ont fortifiée dans la persévérance et l'ardeur au travail.

A ma mère, paix a son âme

Pour mon père qui m'a donné la force, le courage, la patience et l'optimisme pour pouvoir continué.

Pour mon cher frère Pour mon cher frère ses conseils m'ont suivi et m'ont permis d'atteindre le bout du chemin. Sois de moi aujourd'hui et trouver ce travail ma gratitude profonde.

À mon fiancé qui m'a donné la force, le courage et le soutien tout au long de mon travail et à toute la famille Younsi

A Mme Borsali Sofia

A mes chère frères Et sœurs

A mes grands parents

A tous mes oncles et toute la famille

A tous mes collègues et mes amis

Avec tous mes sentiments de reconnaissance et de Gratitude

Pour tous loin de l'œil près du cœur. Pour tous ceux qui ont contribué à l'encouragement de loin ou à proximité.et tous les professeurs de faculté.

M.HAYAT



Pour arriver au point où j'en suis j'ai du passé par un bon nombre d'épreuves que j'ai surpassé grâce à Dieu le tout puissant qui m'a donné le privilège et la chance d'étudier et de réaliser mes objectifs en accomplissant ce travail.

Je dédie ce travail à

- ❖ A Mon père qui a travaillé sans réserve pour le bonheur collectif dans la dignité. Ton humour, ta tolérance, ton autorité de père ont fait de nous ce que nous sommes aujourd'hui, tu es le meilleur père, nous sommes fiers de toi.
- ❖ A ma mère sa tolérance, son sens du respect et du pardon ont fait de nous des personnalités exceptionnelles. ton affection et ton amour de mère, ne nous ont jamais fait défaut.
- ❖ A Mme Borsali Sofia
- ❖ A mes frères et sœurs: Hanane, Nouredine, Omar, Samira, Férial, Hafida,

Merci pour votre soutien moral.

- ❖ A mes grands parents.
- ❖ A toute ma famille.
- ❖ A mon binôme Hayat.
- ❖ A tous mes amis de master II de spécialité RH 2018, bonne chance.

Amel .K



Remerciements

Nous exprimons nos profonds remerciements à notre promotrice, Mme Borsali Sofia pour l'aide qu'elle nous a apportée, pour sa patience, sa confiance, son encouragement, et son œil critique qui nous ont été très précieux pour structurer le travail et pour améliorer la qualité des différentes sections de notre mémoire, nous la remercions vivement.

Nos vifs remerciements aux membres de jurys pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Je remercie en particulier:

- ❖ Madame BORSALI .S. Dr au département des Sciences de la mer et l'Aquaculture ressources Halieutique, Université de Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem, qui a bien voulu assurer notre encadrement et pour ses conseils et ses encouragements qu'elle m'a sans cesse prodigué tout au long de ce travail, je tiens à lui exprimer tout mon respect.
- ❖ Madame BILLAMI .M. maitre assistante au département des Sciences de la Mer et l'Aquaculture à l'université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, qui m'a fait de bien vouloir présides le jury, qu'elle trouve ici l'expression de mon profond respect.
- ❖ Mme CHEIKH DJAUSTLDJ. maitre assistante au département des Sciences de la Mer et l'Aquaculture à l'université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, pour m'avoir cencadré, suivi et orienté de ce travail.
- ❖ Madame TERBECHE.M. Dr maitre assistante au département des Sciences de la Mer et l'Aquaculture à l'université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, qui m'a fait l'honneur d'examiner et de juger mon travail.
- ❖ Toutes les professeures de département des Sciences de la mer et l'Aquaculture.
- ❖ Le responsable de laboratoire chimie N°1 : Mr MOHAMED de Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem.
- ❖ Le responsable des laboratoires d'Université de Abdelhamid Ibn Badis –Mostaganem Messier SAWANE .A.
- ❖ A mes amis MOKHETARE .A et BEGHLOULE .A .

❖ Madame HAFIDA, ingénieure de laboratoire université Abdelhamid Ibn Badis
Mostaganem

J'exprime ma reconnaissance et ma profonde gratitude à l'égard de ceux qui de près ou de lo nous ont assistée par leurs conseils, leurs encouragements à l'élaboration de cette œuvre.

Résumé

Oued Chélif achemine les polluants accumulés jusqu'à son embouchure pour les déverser ensuite au niveau de la mer Méditerranée, depuis des décennies cet oued reçoit des eaux usées non traitées résultant de l'activité industrielle, agricole et urbaine de 9 wilayas du pays. Il est évident que le manque de stations de dépollution au niveau des nombreux points de déversement situés sur le Chélif ont conduit à sa pollution jusqu'à ce jour. Cependant, le vrai problème est de savoir à quel degré ces polluants peuvent-ils contribuer à l'altération de la qualité de l'eau de mer ainsi que la vie aquatique car c'est un fait que l'eau de mer peut éventuellement être contaminée, car elle représente la destination finale de toutes les substances polluantes.

Notre étude a consisté à évaluer la qualité de l'eau de mer par rapport à Oued Cheliff en effectuant des analyses physico-chimiques et microbiologiques au niveau de trois points de notre station à savoir l'oued, l'embouchure et la mer afin de pouvoir vérifier et éventuellement confirmer s'il existe des modifications des caractéristiques de l'eau de cette station au niveau de la wilaya Mostaganem et dans la mesure du possible estimer le taux de pollution ainsi que son origine.

Après une bonne stratégie d'échantillonnage, on a effectué des analyses physico-chimiques (pH, conductivité électrique, Température, Chlorure.....) et microbiologiques (Coliforme totaux, Coliforme fécaux, Streptocoque fécaux, staphylococcus, Salmonella) des eaux étudiées dans le laboratoire, les résultats des différentes analyses ont montré que les points étudiés sont trouble, la conductivité électrique élevée et le pH légèrement alcalin ce qui est suggestif de la présence de micro-organismes quelque soit leur origine. Les résultats bactériologiques de cette étude indiquent la présence des coliformes totaux et des coliformes fécaux due aux eaux usées rejetées dans cet oued et qui vont par la suite contaminer l'eau de mer, mais on note une absence quasi-totale de salmonella et de streptocoque.

Mots clés : Oued Chélif, embouchure, mer, polluants, paramètre physico-chimiques et microbiologiques pollution.

ملخص

واد شلف يحمل الملوثات المتراكمة تصل إلى فمه ومن ثم رميها في البحر الأبيض المتوسط، على مدى عقود هذا النهر يتلقى مياه الصرف غير المعالجة الناتجة عن الصناعية والزراعية والحضرية 9 محافظات البلاد. من الواضح أن نقص محطات التنقية في نقاط التفريغ العديدة الموجودة في شلف أدى إلى تلوثها حتى اليوم. ومع ذلك، فإن المشكلة الحقيقية هي إلى أي مدى هذه الملوثات يمكنهم المساهمة في تدهور نوعية مياه البحر والحياة المائية لأنه هو حقيقة أن مياه البحر يمكن ربما يكون ملوثة ، لأنها تمثل الوجهة النهائية لجميع الملوثات.

وتألفت دراستنا لتقييم نوعية مياه البحر مقارنة واد شلف عن طريق إجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية على ثلاث نقاط من منتجنا أن يعرف النهر، والفم والبحر من أجل التحقق ، وربما تأكيد ما إذا كانت هناك تغييرات في خصائص المياه لهذه المحطة في ولاية مستغانم وإلى أقصى حد ممكن تقدير معدل التلوث وأصله. بعد استراتيجية أخذ العينات جيدة، وقد أجريت التحاليل الفيزيائية (درجة الحموضة، والموصلية انتقائي، ودرجة الحرارة، وكلوريد) والميكروبيولوجية (القولونية الكلي، القولونية البرازية، العقديات البرازية، المكورات العنقودية والسالمونيلا) الماء درس في المختبر وقد أظهرت نتائج العديد من التحليلات التي النقاط يتم دراسة اضطراب، التوصيل الكهربائي عالية ودرجة الحموضة القلوية التي يوحى وجود الكائنات الحية الدقيقة، مهما كان مصدرها. النتائج البكتريولوجية لهذه الدراسة تشير إلى وجود من إجمالي القولونية والقولونيات البرازية من مياه الصرف الصحي تصب في النهر والتي من شأنها أن تلوث مياه البحر في نهاية المطاف، ولكن هناك الغياب الفعلي لسالمونيلا والمكورات العقدية.

الكلمات المفتاحية: واد شلف، العوامل الفيزيائية و الكيميائية ، الفم ، البحر ، الملوثات، العوامل الميكروبيولوجية.

Summary

Oued Chélif transports pollutants accumulated to its mouth and then discharges them to the level of the Mediterranean Sea, for decades this Oued receives untreated wastewater resulting from the industrial, agricultural and urban activity of 9 cities of the country. It is obvious that the lack of depuration stations at the numerous discharge points located on the Chélif led to its pollution until day. However, the real problem is how much these pollutants can contribute to the alteration of seawater quality as well as aquatic life because it is a fact that seawater can be potentially contaminated, because it represents the final destination of all pollutants.

Our study consisted in evaluating the quality of the sea water with respect to Oued Chélif by carrying out physicochemical and microbiological analyzes at three points of our station namely the oued, the mouth and the sea in order to verify and possibly confirm if there are changes in the water characteristics of this station at the Mostaganem citie and as far as possible estimate the pollution rate and its origin.

After a good sampling strategy, physicochemical (pH, eclectic conductivity, temperature, chloride ...) and microbiological (total coliform, fecal coliform, fecal streptococci, staphylococcus, and salmonella) analyzes of the waters studied in the laboratory were carried out. , the results of the various analyzes showed that the studied points are cloudy, the high electrical conductivity and the slightly alkaline pH which is suggestive of the presence of microorganisms whatever their origin. The bacteriological results of this study indicate the presence of total coliforms and faecal coliforms due to the wastewater discharged into this wadi and which will subsequently contaminate the sea water, but there is an almost total absence of salmonella and streptococcus.

Key words: Oued Chélif, mouth, sea, pollutants, physicochemical parameters and microbiological pollution.

LISTE DES ABREVIATIONS

% : Pourcentage

AgNO₃: Le nitrate d'argent.

Bouillon Rothe : Bouillon à l'azide de sodium.

CH₃COOH : Acide acétique.

Con : conductivité.

CF: coliformes fécaux

C° : Degré Celsius

CT : coliformes totaux

D/C : Double concentration.

DBO : Demande Biochimique en Oxygène

DCO : Demande Chimique en Oxygène

E.coli : Echerichia coli

Eva Litsky : Bouillon à l'éthyle violet et azide de sodium

Emb : l'embouchure

H₂SO₄ : Acide sulfurique.

K₂Cr₂O₇ : dichromate de potassium

K₂ CrO₄ : Chromate de potassium (5%).

ms/ m : milli siemens par mètre.

ms/cm: milli siemens/cm.

MES : Matière en suspension

mg/l : Milligramme par litre

ml : Millilitre

ms/ m : milli siemens par mètre

NaOH: D'hydroxyde de sodium.

nm : Nanomètre.

NPP : Nombre le plus probable.

OMS: Organisation mondiale de la sante.

PH: Potentille d'hydrogène.

S/C : simple concentration.

TDS: Salinité, solides totaux dissous(TDS).

Sel de mohr : (NH₄)₂Fe (SO₄)₂ ,6H₂O.

SFB : milieu Sélénite-Cystéine.

ST : Staphylococcus.

T : Température.

μS/cm : micro siemens par centimètre.

Ufc / ml : unité de mesure les nombres de bactérie

μS/cm: micro siemens

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Tableau de l'échantillonnage	34
Tableau 2 : Variation du PH au niveau des trois sites de la station	44
Tableau 3 : Variation de la température au niveau des trois sites de la station	45
Tableau 4 : Variation des nitrates au niveau des trois pointes de la station	46
Tableau 5 : Variation de la matière en suspension MES (mg/l) au niveau des trois points de la	48
Tableau 6 : Variation de la conductivité au niveau des trois sites de la station	49
Tableau 7 : Variation de la salinité au niveau des trois pontes de la station	51
Tableau 8 : Variation du chlorure au niveau des trois pointes de la station	52
Tableau 9 : Variation de la DCO au niveau des trois points de la station	53
Tableau 10 : Variation de la DBO au niveau des trois points de la station	54
Tableau 11 : Les résultats du dénombrement des bactéries	56
Tableau 12 : Les résultats du dénombrement des bactéries CF	58
Tableau 13 : Les résultats du dénombrement des bactéries E.coli	60
Tableau 14 : Les résultats du dénombrement des <i>Streptocoque fécaux</i>	61
Tableau 15 : Les résultats du dénombrement des bactéries staphylocoques	63
Tableau 16 : Les résultats du dénombrement des bactéries Salmonella	64

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : les formes des spores	14
Figure 2 : La carte de la mer la Méditerranée (Google Earth, 2018)	16
Figure 3 : de situation de la zone côtière de la wilaya de Mostaganem (D.E.M, 2011	19
Figure 4 : oued Chélif	20
Figure 5 : l'embouchure et l'eau de mer de zone étude	20
Figure6 : Stations hydrométriques de la zone d'étude	21
Figure 7 : situation géographique de site – oued Chélif – l'embouchure- mer présent travail, 2018)	22
Figure 8 : Coliforme totaux	27
Figure9 : Coliformes fécaux	28
Figure10 : Streptocoques fécaux vue par microscope	29
Figure 11 : Streptocoques fécaux	29
Figure 12: Les salmonelles	30
Figure 13 : Les salmonelles vues par microscope	30
Figure 14 : Escherichia. Coli	30
Figure 15 : localisation des points de site de prélèvement oued Chélif, l'embouchure, l'eau de mer)	33
Figure 16 : Histogramme de la variation du PH au niveau de l'oued, l'embouchure et l'eau de mer	44
Figure 17 : Histogramme de la variation de la température au niveau de l'oued, l'embouchure et la mer	46
Figure 18 : Histogramme de la variation des nitrates au niveau de l'oued, l'embouchure et la mer	47
Figure 19 : Histogramme de la variation des MES au niveau de l'oued, l'embouchure et la mer	49
Figure 20 : Histogramme de la variation de conductivité au niveau de l'oued, l'embouchure et la mer	50
Figure 21: Histogramme de la variation de la salinité au niveau de l'oued, l'embouchure et la mer	52
Figure22 : Histogramme de la variation du Chlorure au niveau de l'oued, l'embouchure et la mer	53

Figure 23 : Histogramme de la variation de la DCO au niveau de l'oued, l'embouchure et la mer **54**

Figure 24 : Histogramme de la variation de la DBO au niveau de l'oued, l'embouchure et la mer **55**

Sommaire

Dédicaces	
Remerciement	
Résumé	
Liste des abreviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction générale	1
Chapitre 1 : pollution de milieu marin	
I-Généralités sur la pollution marine	3
I.1. Qualité de l'eau	3
I.1.1. Qualité organoleptique	3
I.2. Différents types de contamination	4
I.2.1. La contamination de l'eau	4
I.2.2. La contamination du sédiment	4
I.3. Les causes de la pollution de l'eau et ses conséquences	5
II. Source de la pollution marine	6
II.1. Généralité	6
II.2. Origine des eaux usées	6
II.3. L'origine de la pollution	7
II.3.1. Origine industrielle	8
II.3.2. Origine agricole	8
II.3.3. Origine domestique	8
II.3.4. Origine naturelle	8
II.4. Les types de la pollution	8
II.4.1. Pollution physique	8
II.4.2. Pollution mécanique	9
II.4.3. Pollution thermique	9
II.4.4. Pollution radioactive	9
II.4.5. Pollution chimique	9
II.4.6. Pollution organique	10
II.4.7. Les éléments minéraux nutritifs : (Nitrates et phosphates)	10

III. La bioaccumulation	10
III.1. L'assimilation	10
IV. Pollution microbiologique	11
IV.1. Les virus	11
IV.2. Les bactéries	11
IV.3. Les protozoaires	12
IV.4. La contamination microbienne	12
IV.5. Qualité Microbiologique	12
IV.5.1. La flore bactérienne marine	12
IV.5.2. Le comportement des bactéries entériques en mer	13
IV.5.2.1. Les microbes libres	13
IV.5.2.2. Les forme de résistance	13
IV.6. Les microbes adsorbés	14
IV.7. Les microbes absorbés	15

Chapitre : Présentation de la zone d'étude

I. Présentation de la zone d'étude	16
I.1. La mer Méditerranée et ses caractéristiques générales	16
I.2. La pollution dans la Méditerranéen	16
II. Caractéristique des côtes algériennes	17
II.1. Ecosystèmes marin et littoral algérienne	17
II.2. La biodiversité de la zone côtière algérienne	18
II.3. Pollution en Algérie	18
III. Le littorale de Mostaganem	18
III.1. La côte de Mostaganem	18
III.2. Présentation du littoral de Mostaganem : situation et limites	19
III.3. Paramètres biologiques	19
IV. Présentation de la zone d'étude	20
IV.1. Oued Chélif	20
IV.2. L'estuaire (embouchure)	21
IV.3. Constitution du réseau hydrographique	21
IV.4. Coordonnées géographiques du site prélèvements	22

CHAPITRE III : Etude des caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques

I. Caractères physique	23
I.1. Température de l'eau	23
I.2. Potentille d'hydrogène (pH)	23
I.3. Salinité, solides totaux dissous (TDS)	23
I.4. MES	23
I.5. La conductivité	24
I.6. Les nitrates : (NO ₃ ⁻)	24
II. Paramètres chimique	24
II.1. Chlorures	24
II.2. DBO ₅	24
II.3. Demande chimique en oxygène (DCO)	25
III. Facteurs biologiques	25
III.1. Compétition interspécifique	25
III.2. Prédation	25
IV. Devenir et évolution d'une pollution bactérienne en milieu marin	26
IV.1. Généralités	26
V. Les indicateurs microbiens	26
V.1. Les coliformes totaux	27
V.2. Les coliformes fécaux	27
V.3. Les streptocoques fécaux	28
V.4. La flore mésophile aérobie totale	28
V.5. Les germes pathogènes	29
V.6. Les Salmonelles	29
V.7. <i>Escherichia coli</i>	30
VI. L'autoépuration des eaux de mer	31
VII. Les facteurs influant sur la teneur microbienne globale	31
VII.1. Facteurs physico-chimiques	31
VII.1.1. La dilution	31
VII.1.2. L'adsorption	31
VII.1.3. lumière	32
CHAPITRE IV : Matériels et méthodes	
I. Objectifs	33
II. Prélèvements des échantillons	33

I 1.1.Méthode de prélèvement des échantillons	33
III. Paramètres physico-chimiques	35
III.1.Paramètres physiques	35
III.1.1.Température	35
III.1.2.Conductivité électrique	35
III.1. 3. Le pH	36
III.1.4.Matières en Suspension	36
III.2.Paramètres chimique	36
III.2.1.Dosage des nitrates (NO ³⁻) par la méthode de salicylate de sodium	36
III.2.2.Chlorure : Méthode de Mohr	37
III.3. Paramètres biologiques et bactériologiques	37
III.3.1.Paramètres biologiques	38
III.3 .1.1. Demande chimique en oxygène (DCO)	38
III.3.1.2. Demande biochimique en oxygène(DBO)	39
III.3.2.Paramètres microbiologiques	39
III.3.2.1.Analyse microbiologiques	40
III.3.2.1. a. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et coliformes fécaux	40
III.3.2.1. b. La recherche et le dénombrement des Streptocoques fécaux	41
III.3.2.1 .c. Recherche et le dénombrement de <i>staphylococcus aureus</i>	42
III.3.2.1 .d. Recherche et dénombrement des Salmonelles	42
CHAPITRE V : Résultats et discussion	
I. Résultats des facteurs physico-chimiques	44
I. 1. Les variations du PH des différents points du site	44
I.2. Variation de la température aux différents sites de la station	45
I.3. Variation des Nitrates (NO ³⁻) (mg /l) dans les différents pointes de la station	46
I.4.Variation de la matière en suspension (MES) (mg/l) dans les différents sites de la station	48
I.5.Variation de la Conductivité (ms) dans les différents sites de la station	49
I.6. Variation de la Salinité % dans les différents sites de la station	50

I.7.Variation du Chlorure (mg/l) dans les différents points de la station	52
II. Facteurs biologiques	53
II.1.Variation de la DCO (mg /L) dans les différents sites de la station	53
II.2.Variation de la DBO dans les différents points de la station	54
III. Facteurs microbiologique	55
III.1.Les germes témoins de contamination fécale	55
III.2. <i>Les coliformes totaux</i> : UFC/ml	56
III.3. <i>Les coliformes fécaux</i> : UFC/ml	57
III.4. <i>E coli</i>	59
III.5. <i>Streptocoque fécaux</i> UFC/ml	61
III.6. <i>Staphylocoques</i>	63
III.7. <i>Salmonella</i>	64
Conclusion	66
Références bibliographique	
Annexes	

INTRODUCTION

Introduction

L'eau constitue une ressource naturelle indispensable pour la vie de l'Homme, des animaux et des végétaux. L'avoir à disposition en quantité suffisante et en qualité satisfaisante contribue au maintien de la santé ; Toute fois selon Scalon et *al*, 2005 ; El-Naqa et *al*, 2007 et Eblin et *al*, 2014 elle peut être aussi source de maladies en cas de pollution.

La qualité des eaux dans le monde a connu ces dernières années une grande détérioration, à cause des rejets industriels non contrôlés et l'utilisation intensive des engrais chimiques en agriculture. Ces derniers induisent une modification chimique de ses propriétés la rendant impropre aux usages souhaités (Rouabhia et *al* 2004). De nombreux travaux ont été effectués pour l'étude des différents effets des rejets industriels et urbains sur l'évolution de la qualité des eaux de surface.

Selon les études de Khodir en 2002 menées par le plan bleu pour l'environnement et le développement de la méditerranée, sous l'égide du programme des nations unies pour l'environnement, les régions méditerranéennes, et notamment l'Algérie, seront confrontées à l'horizon 2050 à une forte diminution et à une importante pollution des ressources en eau induites par la pression anthropique (agriculture, industrialisation, urbanisation, tourisme...). Au niveau de la région de Mostaganem et quelques municipalités voisines d'oued Chélif, certaines activités industrielles et agricoles sont en expansion et leurs déchets sont rejetés directement dans oued affectant directement la qualité de l'eau en augmentant les sources de pollution.

De plus, les eaux usées de la population d'oued Chélif déversées d'une façon précaire et sans traitement préalable dans l'oued peuvent contenir des concentrations importantes de micropolluants organiques, de nutriments et de métaux lourds toxiques et peuvent ainsi entraîner une dégradation considérable de la qualité des eaux de cet écosystème lotique.

De ce fait, l'analyse physico-chimique de l'eau au niveau de l'oued et l'embouchure concerne la mise en évidence des éléments ou composés pouvant sembler étrangers au milieu marin et surtout des modifications de la composition normale de l'eau liée en grande partie à l'activité humaine.

Dans l'objectif de mieux appréhender la qualité des eaux d'Oued Cheliff et dans l'intérêt de cerner les principaux facteurs de dégradation de la qualité de cet écosystème lotique, nous nous sommes intéressés à la caractérisation physico-chimique et bactériologique des eaux de cette zone, dont les plus importants à déceler pour l'étude de la pollution sont : le pH, la

Introduction

demande biologique en oxygène et la demande chimique en oxygène, la température, la conductivité, chlorure, MOS.

La zone de notre présente étude est répartie en trois sites, à savoir l'oued (Cheliff), l'embouchure et la mer et se verra diviser en plusieurs chapitres :

Chapitre I : Englobe l'essentiel de la pollution du milieu marin.

Chapitre II : S'intéresse à la présentation de notre zone d'étude a savoir oued Chélif.

Chapitre III : résume quelques connaissances sur les paramètres physico-chimiques qui s'avèrent primordiales pour l'évaluation des effluents responsables de la pollution entre autre l'analyse physique- chimique et microbiologique d'oued Chélif.

Chapitre VI : Où sont décrits les méthodes qui nous ont servi pour la réalisation de cette étude, ainsi que le matériel utilisé.

Chapitre V: Consacré à la présentation des différents résultats et leurs discussions avec une conclusion générale

CHAPITRE I :
POLLUTION DU MILIEU MARIN

I-Généralités sur la pollution marine :

La pollution a été définie par **Alloway en 1995** comme : « l'introduction par l'homme dans l'environnement de substances ou d'énergie susceptibles de provoquer des dommages à la santé des espèces vivantes (hommes, ressources vivantes et systèmes écologiques) »; alors que la contamination est: « un apport anthropique de polluants dans l'environnement, mais sans que des effets nocifs sur la santé des espèces vivantes puissent être mis en évidence ».

La méditerranée souffre de la pollution (notamment la contamination chimique, bactérienne et la propagation des micro-organismes pathogènes) et de l'eutrophisation principalement du fait des déversements provenant des fleuves en particulier en bordure des côtes (**AEE, 1995**) ce qui rend les zones littorales plus sujettes à cette pollution car elles reçoivent les effluents provenant des diverses activités de l'homme.

➤ Définition de pollution d'eau :

La pollution de l'eau est son altération de part ses qualités naturelles (physiques et chimiques). Selon **Boucenna (F., 2009)**, elle résulte essentiellement de l'activité humaine indépendamment de la détérioration naturelle liée aux facteurs géologiques, mais peuvent être aussi de nature chimique ou biologique pouvant être pathogènes pour l'homme (**Haddou M., 2010**), en induisant une propagation de grandes épidémies (peste, choléra, typhoïdeetc) (**Khalid A., 2007**).

I.1. Qualité de l'eau :

I.1.1. Qualité organoleptique

Les facteurs organoleptiques (couleur, saveur, turbidité et odeur) constituent souvent les facteurs d'alerte pour une pollution sans présenter à coup sûr un risque pour la santé.

➤ Couleur :

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. Les couleurs réelles et apparentes sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité (**Rodier .J, 2005**).

➤ Odeur :

Toute odeur est un signe de pollution ou de présence de matières organiques en décomposition. L'odeur peut être définie comme :

▪ L'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles.

▪ La qualité de cette sensation particulière est provoquée par chacune de ces substances **(Rodier .J, 2005)**.

➤ **Goût et saveur**

Le goût peut être défini comme l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique commune perçue lors de la boisson est dans la bouche.

▪ La saveur peut être définie comme l'ensemble des sensations perçues à la suite de la stimulation par certaines substances solubles des bourgeons gustatifs. **(Rodier .J, 2005)**

I.2. Différents types de contamination

I.2.1.La contamination de l'eau.

Elle peut se faire d'une manière directe par les rejets d'eaux usées ou indirecte par la remise en suspension des particules décantées, la contamination sera dépendante de la qualité physico-chimique de l'eau de mer qui conditionnera la survie ou la mort des germes.

Selon **Pommeputy et al (1990)**, les paramètres qui déterminent la mortalité des microorganismes ou leur survie dans l'eau de mer sont :

- La présence de composés organiques osmo-protecteurs qui permettent à la cellule de supporter le choc osmotique lors du passage de l'eau usée douce à l'eau de mer salée.
- La présence de matières organique assimilable
- La température de l'eau et l'effet bactéricide de l'ensoleillement car il suffit d'une exposition d'une à deux heures à l'ensoleillement pour qu'une suspension bactérienne ne devienne plus cultivable.

I.2.2. La contamination du sédiment

Le sédiment peut être considéré comme un réservoir de bactéries, les temps de survie y sont très élevés et les T90 (temps nécessaire pour que 90 % des bactéries disparaissent) peuvent atteindre les 14 jours et exceptionnellement 40 jours lorsque les conditions y sont favorables **(Le guyardder et al, 1990 in Pommeputy, 1990)**. Lorsqu'il est remis en suspension, il peut re-contaminer l'eau surnageante **(Wood, 1967 in Pommeputy et al, 1990)**.

Les dépôts des particules chargées de bactéries seront fonction de l'hydrodynamisme et se feront dans les zones peu profondes, abritées des courants et des clapots. Plus le sédiment est riche en matière organique plus les bactéries fécales survivront plus longtemps en

acquérant une résistance vis-à-vis des facteurs inhibiteurs par l'échange de gènes avec les bactéries autochtones (**Gauthier, 1989**).

A côté de ces bactéries dites majeures, il convient de citer d'autres microorganismes tels que : *Protéus*, *Yersinia*, *Pseudomonas*, Entéro virus, parasites (amibes, flagellés, ciliées) qui ont un pouvoir pathogène non négligeable (**Brisou et Denis, 1978**).

I.3. Les causes de la pollution de l'eau et ses conséquences:

Elle est causée par :

- Les déchets ménagers et humains qui sont transportés par l'écoulement des eaux de pluies vers les points d'eau.
- Les excréta humains et animaux et les dépouilles animales près des points d'eau.
- Les déchets industriels comme les produits chimiques (soude) trouvée dans certaines zones provenant sans doute des huileries de la place, les eaux usées domestiques et celles des teintureries, qui entraînent la pollution des cours d'eaux.
- Les déversements des résidus de fosses septiques ou WC par les camions ou des citernes vidangeurs non loin des points d'eau et dans d'autres lieux encore.
- Les pesticides et engrais utilisées par les agriculteurs et les maraichers.
- Pollution des cours d'eau par les sociétés qui alimentent les villes en eau.
- Les déchets plastiques rejetés par l'homme dans la nature.
- L'augmentation des lotissements créés par l'augmentation de la population qui entrave la préservation de la Nappe phréatique des forêts classées, des réserves, des espaces verts.

Ce pendant les conséquences de cette pollution peuvent être classé en trois catégories principales :

➤ **conséquences sanitaires :**

L'impact de la pollution dépend de l'état de santé de la personne et de la concentration des polluants, la durée de l'exposition et de l'importance des efforts physiques réalisés, ces quatre facteurs sont très importants dans l'évaluation précise de risques sanitaires liés à la pollution chez un individu (**Khelil, 2007**). Les personnes qui se baignent dans les eaux polluées par les déversements d'égouts sont souvent atteintes de troubles gastro-intestinaux, d'otites, d'infections des yeux et de la peau et de troubles respiratoires (**Bourahla et Daffalah, 2007**). Les épidémies de choléra et l'hépatite virale fréquentes parmi les populations vivant sur les côtes font à chaque fois de nombreux cas de létalité. (**Hebbar, 2005**).

➤ conséquences esthétiques :

Elles perturbent l'image d'un milieu (par exemple, des bouteilles plastiques ou de goudrons rejetés sur une plage). Aussi les marées vertes ayant une incidence sur le tourisme (**Gaujaus, 1995**).

➤ conséquences économiques :

Les pertes économiques pour les pêcheries commerciales de certaines régions ou la pêche et la culture marines ont dues être limitées ou abandonnées pour des raisons de santé publique ou encore les stocks de poissons se sont réduits par suite de la destruction des habitats ou des frayères.

La baisse de la qualité et la réduction des quantités des produits halieutiques des pays en développements (**Hebbar, 2005**).

II. Source de la pollution marine :

II.1. Généralité

Il est d'usage de distinguer quatre classes d'apports chroniques dans le milieu marin ; à chaque catégorie de substances est affecté un type négatif :

-Les déchets solides, y compris le papier, le carton ou le plastique, et les macros déchets flottants sur les plages les fleuves.

-les micro-organismes pathogènes bactéries et virus.

-Les métaux lourds : Cette famille comprend le plomb (Pb), le mercure (Hg), l'arsenic (As), le cadmium (Cd) et le nickel (Ni). Les métaux proviennent de la combustion des charbons, pétroles, ordures ménagères mais aussi de certains procédés industriels

- les substances chimique toxiques pouvant produire des effets carcinogènes; mutagènes et tératogènes.

Les eaux usées regroupent les eaux résiduaires domestiques (les eaux vannes et les eaux Ménagères), les eaux de ruissellement et les effluents industriels (eaux usées des usines). Ils constituent donc un effluent pollué, et qui sont rejetées dans un émissaire d'égout vers le milieu naturel (**Baumont et al, 2004**).

II.2.Origine des eaux usées :

Selon **Eckenfelder (1982)**, les eaux usées proviennent de quatre sources principales :

- 1- Les eaux usées domestiques.
- 2- Les eaux usées industrielles.
- 3- Les eaux de pluie et de ruissellement dans les villes.

4- Le ruissellement dans les zones agricoles.

➤ **Les eaux usées domestiques :**

Les eaux usées domestiques comprennent les eaux ménagères (eaux de toilette, de lessive, de cuisine) et les eaux vannes (urines et matières fécales). Ces eaux contiennent des matières minérales (chlorures, phosphates, sulfates, etc.), et des matières organiques constituées de composés ternaires, tels que les sucres et les graisses (**Vaillant, 1974**).

➤ **Les eaux pluviales:**

Ce sont les eaux de ruissellement (eaux pluviales, eaux d'arrosage des voies publiques, eaux de lavage des caniveaux, des marchés et des cours). Les eaux qui ruissellent sur les toitures, les cours, les jardins, les espaces verts, les voies publiques et les marchés entraînent toutes sorte de déchets minéraux et organiques : de La terre, des limons, des déchets végétaux, etc., et toute sortes de micropolluants (hydrocarbures, pesticides, détergents...etc. (**Desjardins, 1997**).

➤ **Les eaux usées industrielles :**

Tous les rejets résultant d'une utilisation de l'eau autre que domestique sont qualifiés de rejets industriels. Cette définition concerne les rejets des usines, mais aussi les rejets d'activités artisanales ou commerciales .Ces eaux ont une grande variété et peuvent être toxiques pour la vie aquatique, ou pour l'homme. Les eaux résiduaires sont celles qui ont été utilisées dans des circuits de réfrigération, qui ont servi à nettoyer ou laver des appareils, des machines, des installations, des matières premières ou des produits d'une usine, elles peuvent contenir des substances chimiques utilisées au cours des fabrications. Les liquides résiduaires sont des liquides résultant des fabrications ; c'est le cas des solutions de produits chimiques, des solutions de sous-produits, ou le cas des liquides acides provenant de la vidange des cuves de décapage des métaux (**Edline, 1979**).

Les rejets industriels peuvent donc suivre trois voies d'assainissement (**Baumont et al. 2004**),

- ils sont directement rejetés dans le réseau domestique.
- ils sont prétraités puis rejetés dans le réseau domestique.
- ils sont entièrement traités sur place et rejetés dans le milieu naturel.

II.3.L'origine de la pollution :

La pollution de l'eau connaît différentes origines : naturelle, domestique, industrielle et agricole. L'origine naturelle implique un phénomène tel que la pluie, lorsque par exemple l'eau de ruissellement passe à travers des terrains riches en métaux lourds ou encore lorsque les précipitations entraînent les polluants de l'atmosphère vers le sol. L'origine domestique

concerne les eaux usées ménagères (salle de bains, cuisine, ...etc.), les eaux vannes (WC...etc.), ainsi que les eaux rejetées par les hôpitaux, commerces,...etc.

Quant à l'origine agricole et industrielle, elle concerne par exemple les eaux surchargées par des produits issus de l'épandage (engrais, pesticides) ou encore les eaux contaminées par des résidus de traitement métallurgique, et de manière plus générale, par des produits chimiques tels que les métaux lourds, les hydrocarbures...etc. (**Afir et Mezaoua, 1984**).

II.3.1.Origine industrielle :

Les activités industrielles rejettent un bon nombre de substances qui polluent les rivières et les nappes, parfois d'une manière intensive que l'on n'en connaît pas les effets à long terme. Les rejets industriels renferment des produits divers sous forme insoluble ou soluble, d'origine minérale et/ou organique, à caractère plus ou moins biodégradable et parfois toxique même à très faible concentration (**Boeglin, 2001**).

II.3.2.Origine agricole :

La pollution agricole est due à l'utilisation des engrais chimiques (azotés ou phosphorés) et des produits phytosanitaires destinés à protéger les cultures. Ces produits parfois toxiques lorsqu'ils sont utilisés en excès contaminent en période de pluie les eaux de surface et les eaux souterraines par infiltration (**Djabri, 1996**).

II.3.3.Origine domestique :

La pollution d'origine domestique provient des activités humaines de tous les jours (bains, excréments, préparation des aliments, lessive et vaisselle). À travers ces activités, l'homme rejette des polluants biologiques, urinaires et fécaux (**Radoux et al ; 1991**).

II.3.4. Origine naturelle :

Certaines substances naturellement présentes dans l'environnement entraînent parfois des problèmes de contamination de l'eau potable. Des composés inorganiques comme le baryum, l'arsenic, les fluorures, le mercure, le cadmium et les cyanures peuvent contaminer l'eau potable. L'eau souterraine est particulièrement vulnérable lorsqu'il y a présence de métaux dans les formations géologiques environnantes (**Djabri, 1996**).

II.4. Les types de la pollution :**II.4.1. Pollution physique :**

Les eaux usées contiennent tous les microorganismes excrétés avec les matières fécales. Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes. L'ensemble de ces organismes peut être classé en quatre grands groupes, par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes (**Baumont et al. 2004**).

II.4.2. Pollution mécanique :

Elle résulte des décharges de déchets et de particules solides apportés par les eaux résiduaires industrielles, ainsi que les eaux de ruissellement. Ces polluants sont soit les éléments grossiers soit du sable ou bien les matières en suspension MES (**Galaf., 2003**).

II.4.3. Pollution thermique :

Les eaux rejetées par les usines utilisant un circuit de refroidissement de certaines installations (centrales thermiques, nucléaires, raffineries, aciéries..); l'élévation de température qu'elle induit diminue la teneur en oxygène dissous. Elle accélère la biodégradation et la prolifération des germes. Il se trouve qu'à charge égale, un accroissement de température favorise les effets néfastes de la pollution (**Galaf., 2003**).

II.4.4. Pollution radioactive :

La pollution des eaux par des substances radioactive pose un problème de plus en plus grave, a un effet direct sur les peuplements aquatiques en raison de la toxicité propre de ses éléments et des propriétés cancérogènes et mutagènes de ses rayonnements.

II.4.5. Pollution chimique :

Elle résulte des rejets chimiques, essentiellement d'origine industrielle, domestique et agricole. La pollution chimique des eaux est regroupée dans deux catégories:

* Organique (hydrocarbures, pesticides, détergents..): Provenant des industries pétrolières et des transports, qui sont des substances peu solubles dans l'eau et difficilement biodégradables, leur densité inférieure à l'eau les fait surnager. En surface, ils forment un film qui perturbe les échanges gazeux avec l'atmosphère (**Encyclopédie., 1995**).

* Minérale (métaux lourds, cyanure, azote, phosphore...): La pollution minérale des eaux peut provoquer le dérèglement de la croissance végétale ou trouble physiologique chez les animaux (**Mayet., 1994**); **ou encore par** les métaux lourds qui sont dangereux pour les systèmes aquatiques, ils pénètrent dans les écosystèmes avec les précipitations, les cours

d'eau, les effluents et les rejets accidentels relégués comme sous-produits des industries, des mines ou s'échappant des bateaux (**Forbes et al 1997**).

II.4.6. Pollution organique :

Les effluents sont chargés de matières organiques biodégradables, rejetés par les industries alimentaires et agroalimentaires (laiteries, abattoirs, sucrerie). Ils provoquent la consommation d'oxygène dissous de ces eaux, entraînant la mort des poissons par asphyxie et le développement de fermentation anaérobie (putréfaction) génératrice de nuisances olfactives (**Mekhalif, 2009**).

II.4.7. Les éléments minéraux nutritifs : (Nitrates et phosphates) :

Provenant pour l'essentiel de l'agriculture et des effluents domestiques (**Mayet., 1994**), il est à l'origine du phénomène d'eutrophisation c'est-à-dire la prolifération excessive d'algues et de plancton dans les milieux aquatiques.

III. La bioaccumulation:

Est un mécanisme physiologique qui se traduit par la fixation des substances toxiques dans les organismes marins, c'est donc la possibilité pour une espèce donnée de concentrer un toxique donné à partir du milieu extérieur, ces substances non biodégradables vont se concentrer le long des divers maillons de la chaîne trophique, les concentrations maximales se trouvent chez les grands prédateurs (poisons, mammifères marins, l'homme) ou chez les mollusques filtreurs comme les moules (**Boutiba, 2004**).

III.1. L'assimilation :

Il existe deux voies principales d'exposition aux polluants:

La voie externe, par contact - (par l'air ou l'eau...) qui provoque un phénomène d'adsorption (la substance toxique reste à la surface), et la voie interne par assimilation ou absorption.

Toute absorption a fortiori tout contact avec un polluant n'est pas nécessairement dangereuse. D'une part, tout dépend évidemment des concentrations du polluant. D'autre part, il faut s'intéresser à la seule fraction soluble bio disponible à 95 % du métal; l'autre fraction, insoluble, peu bio disponible étant éliminée par différentes voies : voie solide (fèces), voie liquide (urine), voie cutanée (sueur ...) (**Miquel, 2001**).

La partie soluble bio disponible, assimilable, se concentre dans certains organes. C'est ce qu'on appelle l'organotropisme. Cette « réceptivité » est due, soit à - une fonction particulière (exemples: le foie, principal siège de la métabolisation c'est à-dire de la transformation des matières, ou le rein, siège de l'excrétion), soit à la composition physicochimique de l'organe,

favorisant le stockage du contaminant (exemple : calcium/plomb dans les os) ou permettant les accumulations (exemples: les organes riches en lipides accumuleront fortement les polluants organiques) (**Miquel, 2001**).

IV. Pollution microbiologique :

Les eaux usées contiennent tous les microorganismes excrétés avec les matières fécales. Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes. L'ensemble de ces organismes peut être classé en quatre grands groupes, par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes (**Baumont et al. 2004**).

IV.1. Les virus :

Ce sont des organismes infectieux de très petite taille (10 à 350 nm) qui se reproduisent en infectant un organisme hôte. Les virus ne sont pas naturellement présents dans l'intestin, contrairement aux bactéries. Ils sont présents soit intentionnellement (après une vaccination contre la poliomyélite, par exemple), soit chez un individu infecté accidentellement. L'infection se produit par l'ingestion dans la majorité des cas, sauf pour le coronavirus où elle peut aussi avoir lieu par inhalation (**CSHPF, 1995**).

On estime leur concentration dans les eaux usées urbaines comprise entre 10³ et 10⁴ particules par litre. Leur isolement et leur dénombrement dans les eaux usées sont difficiles, ce qui conduit vraisemblablement à une sous-estimation de leur nombre réel. Les virus entériques sont ceux qui se multiplient dans le trajet intestinal ; parmi les virus entériques humains les plus importants, il faut citer les entérovirus (exemple : polio), les rotavirus, les rétrovirus, les adénovirus et le virus de l'Hépatite A (**Asano, 1998**).

IV.2. Les bactéries

Les bactéries sont des organismes unicellulaires simples et sans noyau. Leur taille est comprise entre 0,1 et 10 µm. La quantité moyenne de bactéries dans les fèces est d'environ 10¹² bactéries/g (**Asano, 1998**).

Les eaux usées urbaines contiennent environ 10⁶ à 10⁷ bactéries/100 ml dont 10⁵ proteus et entérobactéries, 10³ à 10⁴ streptocoques et 10² à 10³ clostridiiums. Parmi les plus communément rencontrées, on trouve les salmonelles dont on connaît plusieurs centaines de sérotypes différents, dont ceux responsables de la typhoïde, des paratyphoïdes et des troubles intestinaux. Des germes témoins de contamination fécale sont communément utilisés pour contrôler la qualité relative d'une eau ce sont les coliformes thermo tolérants (**Faby, 1997**).

V.3. Les protozoaires:

Les protozoaires sont des organismes unicellulaires munis d'un noyau, plus complexes et plus gros que les bactéries. La plupart des protozoaires pathogènes sont des organismes parasites, c'est-à-dire qu'ils se développent aux dépens de leur hôte. Certains protozoaires adoptent au cours de leur cycle de vie une forme de résistance, appelée kyste. Cette forme peut résister généralement aux procédés de traitements des eaux usées (**Baumont et al, 2004**). Parmi les protozoaires les plus importants du point de vue sanitaire, il faut citer *Entamoeba histolytica*, responsable de la dysenterie amibienne et *Giardia lamblia* (**Asano, 1998**).

IV.4. La contamination microbienne :

Dans le milieu marin, les bactéries servent de nourriture à de nombreux organismes marins, favorisent la fixation d'algues ou de larves sur certains substrats et permettent également la dégradation de certains polluants. Ces contaminants bactériens peuvent être véhiculés à l'homme par les produits de pêche notamment les bivalves.

La contamination biologique par les microorganismes peut causer de graves maladies : typhoïde, choléra ; poliomyélite, amibiase et certaines hépatites et de nombreuses parasitoses endémiques, le paludisme, l'onchocercose, la bilharziose, la fièvre jaune qui ont des ravages dans les milieux tropicaux humides car les insectes vecteurs prolifèrent dans les biotopes privilégiés qui sont les rivières, les marées et les marigots (**Bouziari, 2000**).

IV.5. Qualité Microbiologique

L'eau ne doit contenir ni microbes, ni bactéries pathogènes, ni virus qui pourraient entraîner une contamination biologique et être la cause d'une épidémie. Le dénombrement bactérien consiste à la recherche des bactéries aérobies, c'est-à-dire celles qui pourraient se développer en présence d'oxygène.

- Coliforme fécaux
- Coliforme totaux
- Germe totaux
- streptocoques fécaux (**Hamed. M, Guettache. A, Bouamer. L, 2012**)

IV.5.1. La flore bactérienne marine :

Dans les écosystèmes aquatiques, les organismes les plus nombreux sont les microorganismes, les bactéries forment la composante majoritaire. Leur rôle est fondamental dans l'équilibre écologique des milieux aquatiques, principalement par la régulation des cycles biogéochimique et énergétique (**Bianchi et al, 1989**).

Les bactéries marines diffèrent physiologiquement de celles qui ont des habitats non marins ; elles sont très adaptées aux conditions très spéciales offertes par le milieu marin (salinité, pH, oxygénation réduite, basses températures et des pressions souvent considérables) (**Morita et Colwell, 1974**).

Dans le milieu marin, les bactéries servent de nourriture à de nombreux organismes marins, elles favorisent la fixation d'algues ou de larves sur certains substrats, elles permettent également la dégradation de certains polluants tels que naphthalène, pesticides, cellulose, hydrocarbures, etc. Cependant, leur effet peut être nuisible.

Certaines bactéries ont la capacité de concentrer des polluants tels que les métaux lourds (mercure) ; leur consommation par des mollusques filtreurs ou des vers peut contaminer la chaîne alimentaire (**Equinoxe, 1990**).

Les espèces prédominantes appartiennent aux genres suivants:

Pseudomonas, Vibrio, Spirillum, Achromobacter, Flavobacterium et *Bacillus* (**Zobell, 1946 ; Bertrand et Larsen, 1989 ; Leclerc et al, 1994**).

A côté de cette flore autochtone adaptée rigoureusement aux conditions de la vie marine, une flore accidentelle se rencontre le long des côtes, des baies ou d'estuaires et à proximité des villes introduites soit par ruissellement ou par les égouts domestiques. Les principales espèces rencontrées sont d'origines fécales appartenant au groupe des entérobactéries telles que : les coliformes, les salmonelles et les streptocoques (**Bellan et Peres, 1974**).

Ces bactéries ont à la fois un rôle en pathologie et un intérêt épidémiologique (**Brisou et Denis, 1978 ; Ghautier et Pietri, 1989**).

IV.5.2. Le comportement des bactéries entériques en mer

Une fois déversées dans les océans, les bactéries peuvent être retrouvées sous divers formes :

IV.5.2.1. Les microbes libres

Cette forme est peu favorable et n'autorise pratiquement aucune forme de croissance. La survie ne peut que modestement se prolonger. Elle place la cellule en situation de carence car les germes n'ayant rencontré aucun support, aucun refuge, restent libres mais vulnérables.

Ils représentent une minorité en péril et sont incapables de reproduction et par conséquent appelés à disparaître (**Brisou et Denis, 1978**).

IV.5.2.2. Les formes de résistance

Certaines bactéries vivent dans un habitat relativement stable qui n'est pas soumis à des modifications physico-chimiques profondes, tel est le cas des bactéries pathogènes, parasites ou saprophytes de l'organisme hôte (Figure 1). D'autres organismes au contraire doivent s'adapter à des habitats contrastés et survivre dans un milieu hostile à des variations de température, de PH et à des carences nutritionnelles. Les bactéries doivent s'adapter pour survivre :

- Les spores

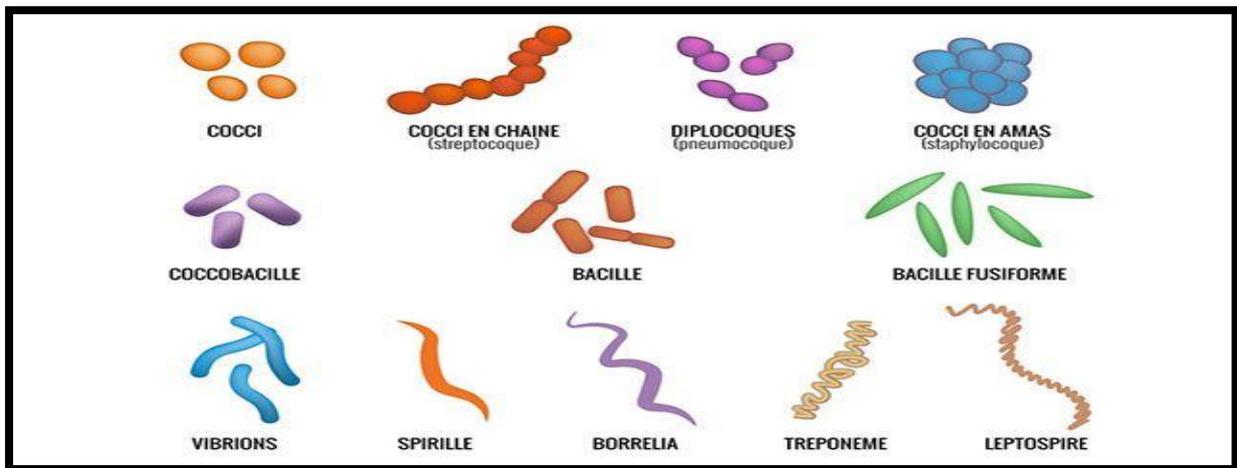


Figure 1: les formes des spores.

sont l'une des formes de résistance et d'évolution que prennent certaines bactéries pour survivre dans des conditions hostiles et attendre des conditions plus propices afin qu'elles puissent germiner et donner de nouvelles cellules végétatives identiques aux cellules originelles (Brisou et Denis, 1978 ; Leclerc et al, 1995).

Les formes L représentent des états par lesquels toutes les bactéries peuvent passer à un moment de leur existence. Ce sont en fait des « façons d'être », des instantanés de la vie microbienne, fonctions de l'environnement. Des *Salmonella*, des *Escherichia*, prennent par exemple des formes inhabituelles de serpents, de poires, dès qu'elles séjournent dans une eau de mer légèrement enrichie en matière organique. Le passage des bactéries à ces états de résistance, à été retrouvé dans les eaux d'égouts et de rivières et chez les mollusques. Ils restent le plus souvent inaperçus faute de mise en oeuvre des techniques appropriées (Brisou et Denis, 1978).

- Les kystes ; comme les spores ; appartiennent aux formes de résistances ; mais qui est spécifique aux parasites. C'est le cas des amibes par exemple (Brisou et Denis, 1978).

IV.6. Les microbes adsorbés :

L'adsorption d'une particule correspond à la fixation sur une autre sans intervention d'une réaction d'ordre chimique. Même si l'épaisseur de la couche adsorbée ne dépasse pas la dimension d'une molécule, l'adsorption constitue un état très favorable pour la survie bactérienne. En effet, les matériaux favorables à la survie des bactéries, sont rassemblés aux doses maximales à la surface des particules adsorbantes ; ce qui permet aux microorganismes de trouver des conditions de survie acceptables. Les particules adsorbantes, sont représentées par les matières en suspension (MES), et qui comprennent dans ce cas :

- le *plancton* représenté par le phytoplancton et le zooplancton;
- le *tripton*, qui regroupe les organismes morts, les détritiques et des substances colloïdales.

(Brisou et Denis, 1978; Ghautier et Pietri, 1989).

IV.7. Les microbes absorbés

Vecteur passif en cas de simple adsorption, le plancton (protozoaires, zooplancton, métazoaires et organismes filtreurs) devient vecteur actif, conservateur, protecteur, véhicule de micro-organismes s'il les absorbe. Ces organismes jouent alors le rôle de réservoirs et de vecteurs de nombreux agents pathogènes pour l'homme et les animaux **(Brisou et Denis, 1978).**

Chapitre II

Présentation de la zone d'étude

I. Présentation de la zone d'étude :

I.1. La mer Méditerranée et ses caractéristiques générales :

La mer Méditerranée malgré qu'elle soit une mer semi-fermée (Figure 2), d'une superficie d'environ 2.5 millions de km², tempérée et de faible productivité (**Doglioli, 2010**), elle présente une forte diversité biologique, **Fischer et al, 1987** estime plus de 10000 à 12000 métazoaires soit 6 à 7% de la faune mondiale.

La température de l'eau en surface est variable suivant la saison (entre 21 et 31 °C l'été et entre 10 et 15 °C l'hiver), elle augmente d'Ouest en Est, à partir de 100 à 200 m la température devient constante (13 °C). La salinité est en moyenne de 38‰ et augmente d'Est en Ouest (de 37‰ à 39‰) (**Kantin et al, 2006**).



Figure 2 : La carte de la mer la Méditerranée (Google Earth, 2018).

I.2. La pollution dans la Méditerranéen :

La méditerranée a toujours été un Carrefour de civilisations et de cultures, actuellement Elle est l'une des mers les plus polluées du monde, de plus, elle est sillonnée par 50% circulation maritime mondiale (**Bousquet, 2003**). Les principaux problèmes de la pollution dans le milieu Méditerranéen c'est son caractère semi-fermé, ainsi que leur faible profondeur qui limite considérablement les échanges des courants avec l'atlantique voisin et ne permet pas le renouvellement complet de l'eau qu'une fois tous les soixante-dix ans seulement. En effet, la méditerranée représente 30% du transport maritime mondiale, elle connaît à elle seule 1/5 des accidents pétroliers mondiaux. Le méditerrané est la première destination touristique au monde (30% du tourisme mondiale) (**P.N.U.E. 2004**). La plupart des zones côtières de la

méditerranée abritent des industries chimiques et extractives qui produisent des quantités significatives de déchets industriels (par exemple des métaux lourds, des substances dangereuses et des polluants organiques persistants) susceptibles de gagner directement ou indirectement (c'est-à-dire via les rivières et les eaux de ruissellement) les milieux marins de la méditerranée (AEE, 1999; AEE, 2002). La pollution par les métaux et les hydrocarbures présentent des dangers certains pour la méditerranée à court et à long terme (Donniers, 2007).

II. Caractéristique des côtes algériennes :

La plus grande partie de la façade sud occidentale méditerranée est occupée l'Algérie. Son écosystème marin côtier dépend de milieux différents : le milieu marin du large et le continent (Grimes et al, 2003).

Selon les statistiques plus de 80% de la population vie dans le nord de l'Algérie et 50% de cette population est répartie sur le littorales soit plus de 300 habitants par Km² (Kacemi, 2008). La cote algérienne est caractérisée par :

- Une façade maritime (longueur) 1280Km.

- Une bande ou zone littorale de largeur moyenne 70Km, soit 19% de la superficie de l'Algérie.

- Une population de wilayas côtières de $12.5 \cdot 10^6$ habitants, soit 43% de la population nationale, donc une densité de la population littorale qui s'élève à 300 habitants par Km².

Les côtes algériennes présentent une grande diversité des formes morphologiques tout au long du littoral et constitués par des reliefs rocheux d'une dénivellation plus ou moins forte par rapport au niveau marin, en plus des plages et dunes qui s'avèrent un enrichissement de notre patrimoine côtier (Grimes et al, 2003).

II.1. Ecosystèmes marin et littoral algérienne :

Le littorale algérienne s'étend sur près de 1200Km (Malte, 2003). De la côte. Le réseau hydrographique qui se situe au bord de la mer compte environ 31 oueds les plus importants sont les oueds : Chélif, Soummam. El Harrach, Tafna, El Melah, El Kébir, El Hamiz et Safsaf. Ces réseaux déversent directement dans la mer et drainent tous les déchets à l'origine terrigènes. Ces oueds représentent des collecteurs de tous les polluants qui sont engendrés par les activités humaines, surtout agricoles et industrielles. La faible densité de population marque que la quasi- totalité de la population est installées également sur la frange côtière ou se trouvent les grande agglomérations urbaines telles que Alger, Oran et Annaba, ainsi que

les grandes pôles industriels dont près de trois quarts sont installés sur la zone côtière (Aklim, 2007). Tel qu' Arzew, Alger, Bejaia, Annaba et Skikda (Malte, 2003).

Cette situation semble encore s'accroître d'autant que l'Algérie connaît actuellement une situation économique et financière favorable, du fait notamment de l'accroissement des recettes pétrolières.

II.2. La biodiversité de la zone côtière algérienne :

La cote algérienne est riche en faune et flore marine et diffère de la ressource, Malheureusement, le divers type de pollutions engendrées par la masse populaire depuis maintenant plusieurs années appauvrit cette ressource. Cet état de faits, bien désolants, sont le fruit d'un développement anarchique des activités économiques.

La biodiversité côtière algérienne est touchée par des pressions créées par l'interaction de l'homme avec l'espace. Selon certaines études, si aucune mesure n'est prise surtout dans l'évolution de l'urbanisation et l'industrialisation côtière au cours des décennies à venir la biodiversité marine sera gravement menacée (Grimes, 2004).

II.3. Pollution en Algérie :

En Algérie, les endroits où les problèmes de déchets industriels existent, sont la ville côtière et industrielle à l'image de Skikda, Annaba et Jijel dans l'Est. Au centre on trouve l'axe Alger-Oued Smar, Rouiba-Reghaia et Béjaia. A l'ouest, Oran-Arzew, Ghazaouet et Mostaganem (UNEP, 2001). Les côtes Algériennes étaient considérées comme étant les plus poissonneuses au niveau de la méditerranée, le rendement de la pêche a diminué de près de 80% ces deux dernières années. C'est la première conséquence de la pollution marine (C.N.R.S., 2005). 17 stations d'épuration des eaux usées urbaines ont été construites dans la zone côtière algérienne, 5 seulement fonctionnent normalement ce qui représente environ 25 % de capacité de traitement totale (A.E.E, 2006).

III. Le littoral de Mostaganem :

III.1. La côte de Mostaganem :

La superficie de la wilaya de Mostaganem est de 2.269 Km² pour un nombre d'habitants de 746.500 Habitants. La wilaya de Mostaganem est très touchée par le phénomène de littoralisation (D.E.M, 2011), par la concentration de population et des activités économiques à savoir l'agriculture, le tourisme ainsi que les unités industrielles polluantes. Il y a lieu de signaler que 45% de la population totale de la wilaya se concentrent au niveau de la frange

littorale qui représente moins de 29% de la superficie totale. On enregistre également 50% de population qui vive au niveau de Chef –lieu de la wilaya de Mostaganem (D.E.M, 2011).

III.2. Présentation du littoral de Mostaganem : situation et limites

La wilaya de Mostaganem est limitée au Nord par la mer Méditerranée, à l'Ouest par les wilayas d'Oran et de Mascara, à l'Est par la wilaya de Chélif et au Sud par la wilaya de Relizane (Figure 3). Elle se caractérise par un climat semi- aride en été et tempéré en hiver, avec une pluviométrie variante entre 350 mm sur le plateau et 400 mm sur les piémonts du Dahra (D.E.M, 2011). La wilaya de Mostaganem a une façade maritime s'étendant sur 124Km environ de l'embouchure de la Mactaa à l'Ouest au Cap Nagraoua à l'Est avec une profondeur de cette zone littoral n'excédent par 3Km et qui compte une superficie approximative de 300Km²(soit 13%de la superficie totale de la wilaya de Mostaganem) (D.E.M, 2011).

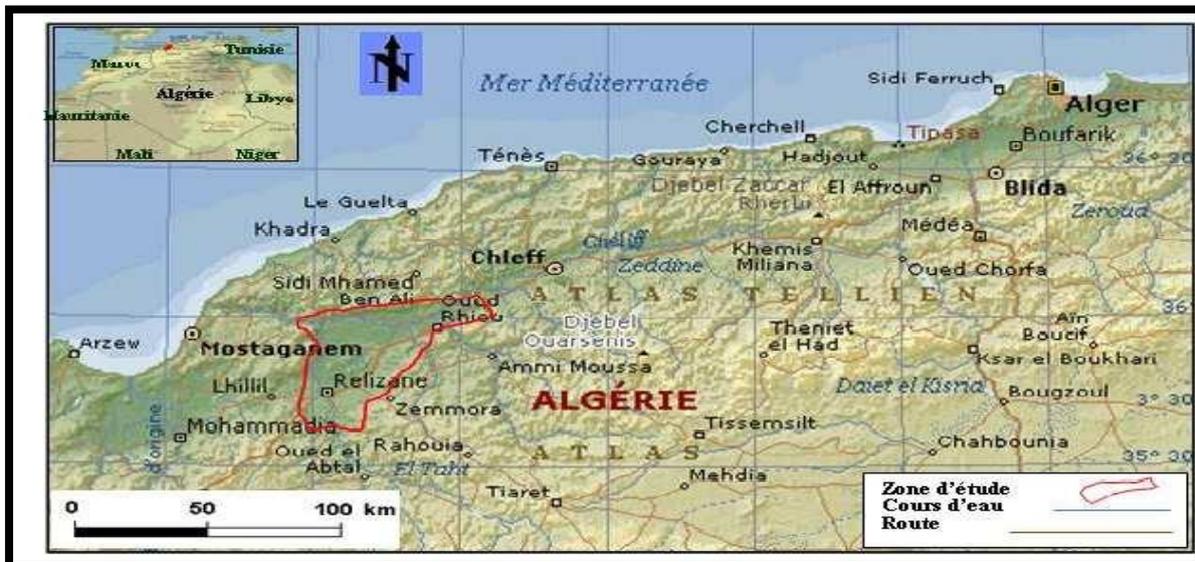


Figure 3 : Carte de situation de la zone côtière de la wilaya de Mostaganem (D.E.M, 2011).

III.3. Paramètres biologiques :

Les travaux de renforcement et d'amélioration du cordon dunaire sur les 150 ha ont touchés presque toutes les zones d'Est en Ouest de la wilaya de Mostaganem, dont el Mactaa a eu un impact de 25 ha planté en pin pignon, eucalyptus et l'acacia (D.E.M ,2011).

D'après la direction de l'environnement de Mostaganem les études portant sur l'aménagement ou l'inventaire des différentes espèces faunistiques et floristiques du littoral sont distribués. Des ce fait, jusqu'à l'instant il n'existe aucune information sur la répartition et la l'abondance des espèces littorales de l'Algérie en générale (Gagneur & Kara ,2011) et de la région de Mostaganem spécialement (D.E.M ; 2011 ; Al-Asaim & Randerson , 2006).

IV. Présentation de la zone d'étude :

Les embouchures des rivières sont très dynamiques et fortement variables, ils jouent un rôle très important dans l'évolution et le fonctionnement des écosystèmes côtiers marins (Legleiter ,2012).

En Algérie il est très rare d'effectuer ce genre d'études concernant les rivières (Gagneur & kara 2001 ; Al –Asadi & Randerson ,2006) spécialement en baie de Mostaganem.

Les études sur les rivières sont devenues le centre d'intérêt des scientifiques et des décideurs ces dernières années (Legleiter , 2012).

IV.1. Oued Chélif :

D'une superficie de 43 750 Km², avec un débit de 2700M3/S (Figure 4 et 5), et une capacité de 208*108 million m² (A1-Asadi et Randerson, 2006 ; D.E.M, 2011). Le bassin du Chélif s'étend entre les méridiens 0° et 3° Est et entre les latitudes 34°et 36°Nord. Il couvre quatre sous régions, le Chélif en amont de Boughezoul , le Haut et moyen Chélif le Bas Chélif, la Mina et le côtier .Il est limité au Nord par la Méditerranée , à l'Ouest par le bassin Oranais, au Sud par les hautes et à l'Est par algérois.



Figure 4: oued Chélif.

Figure 5 : l'embouchure et l'eau de mer de zone étude

Il est considéré comme source de pollution tellurique du littoral de Mostaganem, en raison de la présence de plusieurs unités industrielles et urbaines rejetant leurs effluents en amont. La population totale importante dans le bassin versant du Chélif est estimée à plus de 3.000.000 d'habitants et l'estimation du débit rejeté des eaux usées ayant une incidence sur la qualité des eaux est de 72.000 m³/j (D.E.M, 2011).La partie Nord Est de wilaya d'oued Chélif à été interdite à la baignade du fait de la pollution de la plage de type bactérienne (D.E.M ,2011). Cet oued est le seul cours d'eau Algérien qui prend sa source dans l'Atlas saharien, près et

nappes souterraines en périodes d'étiage, et par le barrage Ghrib situé à l'amont ou par les affluents (ex : Oued Mina).

L'oued Chélif traverse successivement neuf (09) wilayas (Figure 6), qui sont Laghouat, Djelfa (Oued Touil), Tiaret, Tissemsilt côté Ouest (Nahr Ouessel, Oued Mina Haut), Medea, Ain Defla (oued Chélif), Chélif (Oued Fodda-Oued Sly), Relizane, Oued Rhiou, Oued Mina Bas), jusqu'à Mostaganem où il y a le déversement au niveau de l'embouchure (Belhadj, 2001; Kies et Taibi, 2011). Le régime d'écoulement mensuel et annuel de l'Oued Chélif est extrêmement irrégulier, en général, l'apport hydrique de l'Oued Chélif est important de septembre à mai et pratiquement négligeable durant l'été.

Oued : C'est un cours d'eau temporaire dans les régions arides ou semi-arides. Son écoulement dépend des précipitations et il peut rester à sec pendant de très longues périodes (Kassas, 1953).

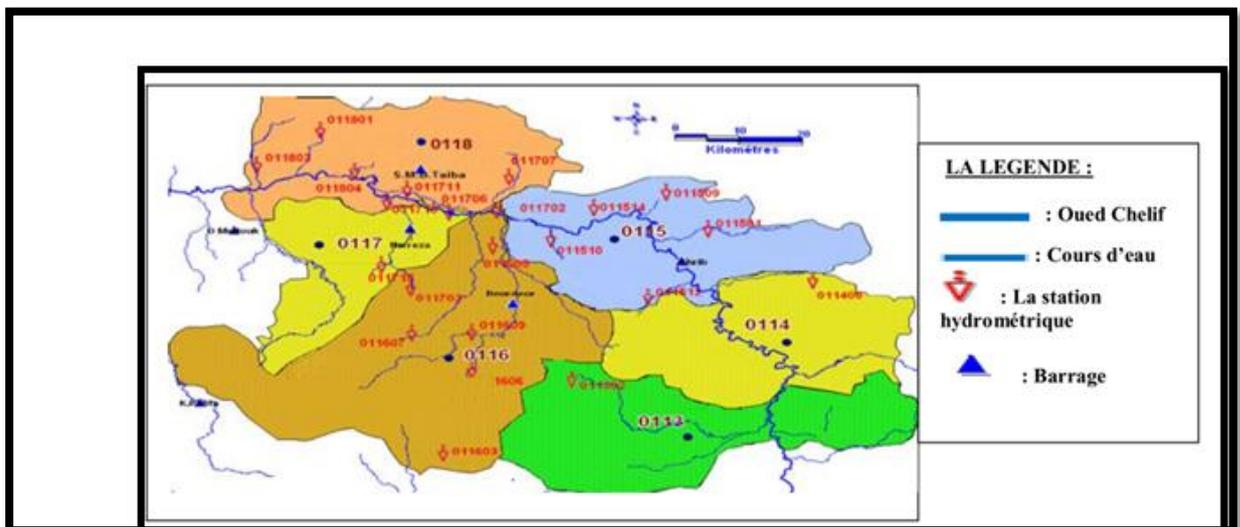


Figure 6: Stations hydrométriques de la zone d'étude.

IV.2. L'estuaire (embouchure) :

L'estuaire est la zone extrême des cours d'eau inférieur de l'oued au niveau de la quelle ce dernier se déverse dans la mer en lui apportant des quantités considérables de sable, de boues et de galets. Dans cette zone, la diminution de la vitesse des courants et la différence de la densité entre les eau douce et l'eau de mer font que les sables et les silts en suspension se déposent (Pesson et al, 1996; Ramade, 2000), le dépôt essentiel de l'estuaire est la vase (Grimed et al, 2003; Kies et Taibi, 2011).

On y rencontre des espèces animales et végétales pouvant appartenir à l'un ou l'autre des écosystèmes (Oued /Mer). L'estuaire est un biotope présentant une forte productivité

biologique ; les eaux chargées d'éléments minéraux nutritifs ont donc un caractère d'eutrophie marquée (Fisson, 2007 ; Nisbet et verneaux , 1970,Sauriau et *al* ,1997).

IV.3. Constitution du réseau hydrographique :

Toutes les eaux issues des principaux affluents sont collectées en direction du centre de la plaine du Cheliff vers le principal Oued en question (Figure 7) ; ce dernier draine toutes les eaux du bassin versant du Cheliff vers l'exutoire situé au niveau de Mostaganem. Les études hydrologiques dans la région ont montré que le bassin du haut et moyen Cheliff présente un chevelu hydrographique très dense, avec un réseau de l'ordre de 2200 km d'oueds temporaires .Le principal cours d'eau est l'oued Cheliff qui traverse la zone sur 349 km.



Figure 7 : Site d'étude : oued Chélif – l'embouchure- mer présent travail, 2018).

IV.4. Coordonnées géographiques du site prélèvements :

Nous avons résumés les Coordonnées géographiques de la zone d'étude ainsi que nos deus points de prélèvements comme suit :

Site 1«Oued Chélif »:36°02'17.23'' N 0°08'05.03''E

Site 2 «Embouchure »:36°02'19.61''N 0°08'01.05''E

Site 3 « Mer » :36°02'22.64''N 0°08'01.63''E

CHAPITRE III

Etude des caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques

I. Caractères physique

I.1.Température de l'eau

La température de l'eau joue un rôle important dans la solubilité des sels et des gaz. Par ailleurs, une augmentation de température accroît les vitesses des réactions chimiques et biochimiques. L'activité métabolique des organismes aquatiques est accélérée lorsque la température de l'eau s'accroît. La valeur de ce paramètre est influencée par la température ambiante mais également par d'éventuels rejets d'eaux résiduelles chaudes. Des changements brusques de température de plus de 3°C s'avèrent souvent néfastes (**Devillers et al ; 2005**)

I.2. Potentille d'hydrogène (pH)

Le pH est une mesure de l'acidité de l'eau, c'est-à-dire, de la concentration en ions d'hydrogène (H⁺). Le pH d'une eau naturelle peut varier de 4 à 10 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés. Des pH faibles (eaux acides) augmentent notamment le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus toxique. Des pH élevés augmentent les concentrations d'ammoniac, toxique pour les poissons (**Devillers et al ; 2005**).

Ce paramètre est d'une grande importance dans l'activité biologique. Sa mesure s'effectue sur place par évaluation exacte à l'aide d'un pH mètre. Un pH acide ou basique est un signe direct de pollution (**Rodier et al ; 1986**).

I.3.Turbidité :

Méthode néphélo-métrique, le faisceau lumineux traverse horizontalement la cuvette contenant l'échantillon, une partie de cette lumière est diffusée par effet Tyndall grâce aux particules en suspension. Le photomultiplicateur d'électron situé à un angle de 90° par rapport au faisceau lumineux capte les photons diffusés et transforme cette énergie lumineuse en signal électrique dont le potentiel est fonction de la turbidité (**Lazhar G., 2011 et Sarih, 2014**).

I.4. Salinité, solides totaux dissous(TDS):

Les fortes variations de salinité d'un milieu à l'autre, ont tendance à empêcher l'accoutumance des bactéries allochtones à leur nouveau milieu, ce qui conduit à la décroissance de leur nombre (**Maurin, 1974**).

I.5. MES :

Les matières en suspension comprennent toutes les matières minérales ou organiques qui ne se solubilisent pas dans l'eau, Elles incluent les argiles, les sables, les limons, les matières organiques et minérales de faible dimension, le plancton et autres micro-organismes de l'eau (De Villers *et al*, 2005).

La quantité de matières en suspension varie notamment selon les saisons et le régime d'écoulement des eaux. Ces matières affectent la transparence de l'eau et diminuent la pénétration de la lumière et, par suite, la photosynthèse. Elles peuvent également gêner la respiration des poissons. Par ailleurs, les Matières en suspension peuvent accumuler des quantités élevées de matières toxiques (métaux, pesticides, huiles minérales, hydrocarbures aromatiques polycycliques...). Les matières en suspensions sont exprimées en mg/l (De Villers *et al*, 2005).

I.6. La conductivité

La conductivité (en $\mu\text{S}/\text{cm}$) indique la capacité d'une solution aqueuse à conduire le courant électrique .Elle dépend de la présence des ions de leur concentration relative, ainsi que de la température à la quelle s'opère la mesure. La conductivité électrique permet d'évaluer rapidement, mais approximativement la minéralisation globale de 33 l'eau elle s'effectue à l'aide d'un conductimètre (Mbeukam K. E., 2013 et Sari H., 2014).

I.7. Les nitrates : (NO_3^-)

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote organique dans l'eau. Les bactéries nitratâtes (nitrobacters) transforment les nitrites en nitrates. Les nitrates ne sont pas toxiques ; mais des teneurs élevées en nitrates provoquent une prolifération algale qui contribue à l'eutrophisation du milieu. Leur potentiel danger reste néanmoins relatif à leur réduction en nitrates (Rodier., 2009).

II. Paramètres chimique :

II.1.Chlorures

L'eau contient presque toujours des chlorures mais en proportions très variables. La teneur en chlorures augmente généralement avec le degré de minéralisation d'une eau (Tardat et Beaudry, 1984). La présence des chlorures dans l'eau est liée principalement à la nature des terrains traversés. Ainsi elle peut être attribuée à des sources naturelles, aux eaux usées ou à des intrusions salines (Maiga, 2005). La valeur maximale des chlorures dans les eaux superficielles fixée par (Jora, 2011) est égale à 600 mg/l.

II.2. DBO5 :

La demande en oxygène (DBO) est définie comme étant la quantité d'oxygène consommée lors de la demande biochimique de dégradation de la matière organique. Elle se mesure en général à l'obscurité, à 20°C et pendant 5 jours; c'est ce qu'on appelle DBO5.

Les mesures de DBO5 se sont faites au laboratoire, selon la méthode manométrique à l'aide d'un appareillage de type Velp-Scientifica®

II.3. Demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène est la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique (biodégradable ou non) d'une eau à l'aide d'un oxydant, le dichromate de potassium. Ce paramètre offre une représentation plus ou moins complète des matières oxydables présentes dans l'échantillon (**Brenda X., 2008**). On a toujours un DCO>DBO car les bactéries ne permettent pas d'oxyder les éléments organiques et chimiques les plus stables (**Moumouni M. et Djermakoye H., 2005**).

II.4. Matières organiques dissoutes :

Les matières organiques d'origine naturelle issues de la dégradation des végétaux, métabolites des algues et des micro-organismes et d'origine artificielle provenant de la pollution urbaine, industrielle et agricole (**Kettab, 1992**). Elles représentent plusieurs familles de composés parmi lesquelles on peut citer les acides humiques, les acides carboxyliques et les hydrates de carbone. Elles sont caractérisables globalement par l'oxydabilité au permanganate ou le carbone organique totale (**Berne, 1991**).

III. Facteurs biologiques

III.1. Compétition interspécifique:

La présence des microorganismes autochtones, plus aptes à se multiplier dans leur milieu naturel, implique la décroissance des bactéries allochtones (**Flint, 1987**).

IV.2. Prédation :

On peut citer les :

- **Bactéries prédatrices:** comme les *B. deiiovibrio* (groupe de bactéries de petite taille qui se fixent sur d'autres bactéries pour les « dévorer » ; ce sont des vibrions très mobiles qui n'attaquent que les bactéries Gram négatif) (**Pelmont, 1993 ; Brisou et Denis, 1978**) ; et les *Myxobactéries* (germes à Gram négatif ayant pour singularité

d'hydrolyser les molécules insolubles, de lyser les cellules bactériennes et de les utiliser comme substrat) (**Brisou et Denis, 1978**).

- **Les bactériophages** : extrêmement répandus dans la nature ; ils parasitent et détruisent bactéries et Cyanophycées. Ils peuvent détruire une population bactérienne entière ou seulement une partie de celle-ci, s'intégrer dans le chromosome pour établir la lysogénie (**Brisou et Denis, 1978**).
- **Les prédateurs microphages** : Ce sont tous les organismes qui se nourrissent de microbes. Ils sont représentés par les amibes, les flagellés, les ciliés ou des êtres plus évolués tels que les mollusques filtrants qui absorbent une grande quantité de bactéries et de virus avec leur nourriture. Il faut souligner que pour ces deux derniers, les germes absorbés ne sont pas nécessairement détruits (**Brisou et Denis, 1978**).

IV. Devenir et évolution d'une pollution bactérienne en milieu marin

De nombreuses études ont été menées afin d'apporter des précisions concernant le devenir des bactéries entériques rejetées dans le milieu marin. Elles sont réalisées soit in situ soit au laboratoire pour tenter de mettre en évidence les facteurs et les paramètres intervenant dans la décroissance bactérienne dans le milieu marin (**Crane et More, 1986 in Pommeputy et al, 1990**).

IV.1. Généralités :

La charge bactérienne des eaux usées domestiques, qui représentent la principale source de micro-organismes pathogènes pour l'homme en milieu marin, est très élevée, soit 10^9 à 10^{10} germes/litre (**Gauthier et Pietri, 1989**).

Les espèces considérées comme pathogènes à transmission hydrique sont réparties au sein de quatre genres : *Salmonella* (bacilles de la typhoïde, des paratyphoïdes A et B et de diverses gastro-entérites), *Shigella* (bacilles dysentériques), *Escherichia* (essentiellement *E. coli* ou colibacille) parmi les Entérobactéries, et *Vibrio* (vibron du cholera) parmi les Vibrionacées. (**Brisou et Denis, 1978 ; Gauthier et Pietri, 1989 ; Eberlin, 1997**).

Le degré de pollution des eaux de mer est cependant, comme pour les eaux douces, évalué par le dénombrement d'autres bactéries entériques, appelés « indicateurs de contamination fécale », en général les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux (groupe D), qui sont très abondants dans les eaux usées. La raison de ce choix tient essentiellement au fait que la numération de ces bactéries est beaucoup plus simple et rapide (24 à 48 heures) que celle des

espèces véritablement pathogènes (généralement quelques jours, avec souvent nécessité d'identification sérologique). (Gauthier et Pietri, 1989).

Si la présence des espèces indicatrices ne confirme pas celle des espèces pathogènes dans les eaux analysées, elle la laisse supposer, car une certaine relation quantitative existe entre les deux groupes de bactéries (Gauthier et Pietri, 1989).

V. Les indicateurs microbiens

On présente ci-dessous les germes indicateurs principaux, à savoir, les coliformes, les streptocoques fécaux et les clostridiums (sulfito-réducteurs) :

Entérocoques suffit à confirmer qu'il y a pollution (Brisou et denis, 1978).

V.1. Les coliformes totaux

Les coliformes sont des bâtonnets anaérobie facultatif, gram (-)(figure 7) non sporulant (PNUE/OMS, 1977). Ils sont capables de croître en présence de sels biliaries et fermentent le lactose en produisant de l'acide et du gaz en 48 heures à des températures de 35 à 37° C (Rodier et al, 1996). Ils regroupent les genres *Echerichia Coli*, *Citrobacter*, *Entérobacter*, *Klébsiella*, *Yersinia*, *Serratia*, *Rahnella*, et *Buttiauxella* (Rodier et al, 1996 ; Joly et Reynaud, 2003). La recherche et le dénombrement de l'ensemble des coliformes (coliformes totaux), sans préjuger de leur appartenance taxonomique et de leur origine, est capital pour la vérification de l'efficacité d'un traitement d'un désinfectant mais il est d'un intérêt nuancé pour déceler une contamination d'origine fécale (Rodier et al, 1996).



Figure 8 : Les coliformes totaux

V.2 Les coliformes fécaux :

Ce sont des bâtonnets Gram (-) (figure 9), aérobies et facultativement anaérobies ; non sporulant, capables de fermenter le lactose avec production de l'acide et de gaz à 36 et 44°C en moins de 24 heures. Ceux qui produisent de l'indole dans l'eau peptonée contenant du tryptophane à 44°C, sont souvent désignés sous le nom d '*Eschericia Coli* bien que le groupe comporte plusieurs souches différentes (*Citrobacter freundii*, *Entérobacter aerogenes*,

Klebsiella pneumoniae...etc.) (PNUE/OMS, 1977; Rodieret *al*, 1996 ; Joly et Reynaud, 2003).

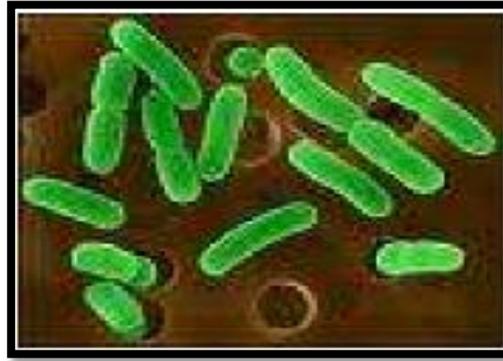


Figure9: Coliformes fécaux

(Source : bouillondecultures.blogspot.com)

Les coliformes fécaux thermotolérants (44°C) sont considérés d'origine humaine (**Gaujous, 1995**) en voici quelques concentrations

- excréments humains 10^9 /gramme de matière fécale.
- eaux usées non traitées 10^6 à 10^8 / 100ml.

Lorsqu'on les trouve ; ils dénotent normalement une pollution fécale récente car ils ne se propagent pas dans le milieu marin. Il a été signalé des taux de disparition (T-90) correspondant à une réduction de 90 % du nombre de CF d'une à trois heures qui dépendent de la salinité, de la température et des rayonnements solaires (**PNUE/OMS, 1977**).

Les coliformes fécaux répondent aux critères de bons indicateurs, la principale difficulté qui s'attache à leur emploi, est leur survie relativement courte en eau de mer, ce qui peut exiger un recours à des indicateurs supplémentaires (**PNUE/OMS, 1977**).

V.3 Les streptocoques fécaux

Ces bactéries appartiennent à la famille de **Streptococcaceae**, au genre **Streptococcus** et au groupe sérologique D de Lance Field (**Sharpe, 1979**) (figure 10et11). Ils sont définis comme étant des cocci sphériques légèrement ovales, gram positifs. Ils se disposent le plus souvent en diplocoques ou en chaînettes, se développent le mieux à 37°C et ils possèdent le caractère homo-férmementaire avec production de l'acide lactique sans gaz (**Manuel de Bergey, 1984**).

Il y a 5 espèces reconnues parmi les SF : *S. bovis*, *S. equinus*, *S. avium*, *S. faecalis* et *S. faecium*.



Figure 10: Streptocoques fécaux vue par microscope

(Source : membres.lycos.fr)



Figure 11 : Streptocoques fécaux

(Source : fr.wikipedia.org)

Ils sont des témoins de contamination fécale assez résistant y compris dans les milieux salés (**Gaujous ,1995**). Ils peuvent aussi se multiplier dans les milieux présentant des pH allant jusqu'à 9.6, on peut par conséquent les utiliser comme indicateurs d'organismes pathogènes qui ont une résistance similaire au pH élevé (**PNUE/OMS, 1977**).

V.4 La flore mésophile aérobie totale

La flore mésophile aérobie totale (FMAT) est utilisée comme un indicateur de pollution global. Elle englobe l'ensemble de microorganismes capables de se multiplier à l'air aux températures moyennes, surtout à une température optimale de croissance située entre 25 et 40°C.

La FMAT renseigne aussi bien sur la microflore autochtone que sur la microflore allochtone apportée par la pollution.

V.5. Les germes pathogènes

Ces germes proviennent le plus souvent des côtes polluées par les égouts, les effluents et d'autres sources de pollution. Ils peuvent également être natifs du milieu marin.

V.6. Les Salmonelles

Les Salmonelles appartiennent à la famille des Entero-bacteriaceae . Ce sont des bacilles à Gram négatif, aéro-anaérobies facultatives, avec un métabolisme oxydatif et fermentaire. Leur température optimale de croissance est entre 35 et 37 °C (**Rodier et al ; 1984**) (figure 11 et 12). Le réservoir principal de *Salmonella* est le tractus gastro-intestinal des mammifères (porcs et bovins) et des oiseaux (volailles domestiques). Certaines souches peuvent également être isolées d'autres sources, telles que les animaux à sang froid (reptiles et tortues) et les animaux aquatiques (mollusques et poissons). Le réservoir animal constitue la principale source de danger. Les salmonelles présentes dans les matières fécales des animaux, peuvent contaminer les pâturages, les sols et l'eau et y survivre pendant plusieurs mois (**Peter, 2010**).

Chapitre III Etude des caractéristiques physico –chimiques et microbiologiques

Les infections à *Salmonella* se manifestent par une gastro-entérite aiguë. Cette infection peut évoluer vers une forme septicémique ou localisée. Les infections à *Salmonella typhi* (fièvre typhoïde) et à *S. Paratyphi A, B et C* (fièvres paratyphoïdes) sont des infections généralisées. Les fièvres paratyphoïdes sont généralement moins sévères que la fièvre typhoïde (**Peter, 2010**).



Figure 12 : les Salmonelles vue par microscope

(Source : www.e-sante.be)

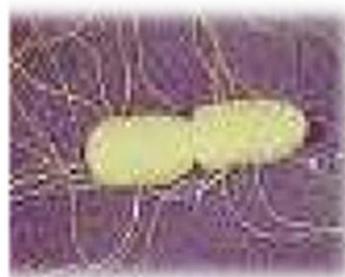


Figure 13 : les Salmonelles

(Source : eau.tourdumonde.free.fr)

V.7. *Escherichia coli*

Escherichia coli est une bactérie qui se trouve couramment dans le tractus gastro-intestinal des humains et des animaux à sang chaud (figure 13). En raison de sa prévalence élevée dans le tractus gastro-intestinal et dans les fèces, *E. coli* est un indicateur privilégié de la contamination fécale lors de l'évaluation de la qualité de l'eau. La plupart des *E. coli* sont des intestinal. Plusieurs souches d'*E. coli* sont des agents pathogènes gastro-intestinaux dangereux pour les humains, et certaines sont également pathogènes pour les jeunes animaux d'élevage (**FAO, 2011**).

Selon l'OMS (2004) et le Jora (2011) les Salmonelles doivent être absentes dans les eaux de surface.



Figure 14 : *Escherichia coli*

VI. L'autoépuration des eaux de mer

Les premières recherches dans ce domaine (**De Giaxa, 1889 in Gauthier et Pietri, 1989**) avaient clairement démontré que les micro-organismes allochtones, comme les coliformes, survivent mal dans les eaux marines, bien que les causes de cette disparition n'aient été clairement discernées. Par la suite, de nombreux travaux ont été entrepris pour analyser ce phénomène, aussi bien *in situ* qu'au laboratoire. Jusqu'aux années 70, il était admis que les bactéries pathogènes d'origine humaine étaient détruites en quelques heures dans l'eau de mer. Ainsi, l'autoépuration des eaux marines est le retour spontané à la normale d'un écosystème modifié, physiquement, chimiquement, biologiquement, ou le tout à la fois. La plupart des auteurs considèrent que de nombreux facteurs environnementaux physiques, chimiques ou biologiques sont décrits comme pouvant influencer la survie des entérobactéries en eau de mer, avec cependant une importance très inégale.

On invoquait ainsi l'influence de la sédimentation après adsorption des cellules sur le matériel particulaire, l'activité létale de la salinité, des métaux lourds, de la carence en éléments nutritifs, de la lumière et le rôle antagoniste de nombreux éléments biologiques propres aux eaux usées ou au milieu marin : micro- et macro prédateurs et substances antibactériennes produites par les algues, le phytoplancton ou les bactéries et les levures. Bien qu'un important effort de synthèse ait été fait sur ce thème, aucun *consensus* véritable n'est apparu quant à l'efficacité de l'un ou l'autre de ces facteurs dans les conditions naturelles. (**Gauthier et Pietri, 1989**).

VII. Les facteurs influant sur la teneur microbienne globale :

VII.1.Facteurs physico-chimiques

VII.1.1. La dilution :

Elle intervient immédiatement après le rejet. Elle est favorisée par le mélange des eaux : courants, turbulence et action des marées. On estime que 90 à 99% des bactéries d'égout sont détruites après 48 heures de suspension dans l'eau de mer et que leur nombre décroît avec la distance beaucoup plus rapidement que l'on pourrait s'y attendre du fait de la simple dilution (**Maurin, 1974**).

VII.1.2.L'adsorption :

C'est la fixation des polluants sur toutes les particules organiques ou minérales en suspension dans le milieu aquatique. C'est un phénomène bien connu par lequel les microbes s'accrochent à des corpuscules dont ils suivent le sort ; l'adsorption contribue donc à un isolement des

germes et à une efficace dissociation de la charge polluante, car elle peut atteindre 90 à 95% des bactéries et des virus (**Wood et col, 1967 in Brisou et Denis, 1978**).

VII.1.3.lumière :

Elle intervient sur la dispersion (dilution, adsorption, sédimentation) dans le sens où elle conditionne les mouvements verticaux et horizontaux des masses planctoniques. Une action bactéricide directe de la lumière ultraviolette est en principe admise, mais est très modeste (**Brisou et Denis, 1978**) ; car son action ne dépasse pas une profondeur de 0.05m à 0.20m selon la turbidité (**Maurin, 1974**).

CHAPITRE IV
Matériels et méthodes

I. Objectifs :

On s'est intéressé à la station d'oued Chélif au niveau sa qu'elle on a pris en considération 3 points (sites) au niveau de la station d'Oued Cheliff a savoir : oued, embouchure et mer ou on a effectuer des échantillons mensuelle d'eau

Le travail expérimental réalisé a pour but la recherche et l'identification des bactéries contaminants, pathogènes. En effet, des analyses microbiologiques et physico-chimiques ont été réalisées. Ces analyses ont été effectuées au niveau du laboratoire chimie et au laboratoire de microbiologie au niveau de l'Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem).

II. Prélèvements des échantillons :

Pour contribuer à l'étude de l'évolution de la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux de mers de Mostaganem, nous avons choisi trois points de prélèvement qui sont localisés dans Oued Chélif (Figure 15) à savoir l'oued, l'embouchure et enfin l'eau de mer. Cette étude expérimentale est réalisée sur une période d'échantillonnage de quatre mois de février à mai 2018, à raison d'un prélèvement par mois,



Figure 15 : Localisation des points de site de prélèvement oued Chélif, l'embouchure, l'eau de mer).

II.1.Méthode de prélèvement des échantillons :

Pour tout échantillonnage, la préparation du matériel de terrain est une étape importante qui doit être bien planifiée. Le matériel doit inclure notamment un nombre suffisant de bouteilles

stérilisées et clairement identifiées, une glacière, un carnet pour prendre des notes sur le terrain et un thermomètre pour mesurer la température in-situ (Denis, 2013).

- Des bouteilles stérilisées, d'un volume de 1.5 litre sont destinés aux analyses physico-chimiques.
- D'autre du même volume sont destinés aux analyses bactériologiques.

Le prélèvement se fait en immergeant la bouteille en la rinçant trois fois pour éviter toutes contaminations, l'ouverture vers le bas jusqu'à 30 cm sous la surface de l'eau, puis en la remontant en exécutant un mouvement en « U ».

Lorsque le prélèvement est effectué en eau peu profonde, il faut éviter les particules déposées en surface ainsi que celles qui proviennent des sédiments (Denis, 2013). Les échantillons sont transportés dans une glacière car il est conseillé de les garder à une température de 4°C et cela pour ralentir l'activité bactérienne (Aminot et Chaussepied, 1983).

- Au niveau de chaque point de prélèvement on prend 3 échantillons pour obtenir un bon résultat.
- La date, l'heure du prélèvement et la température de l'eau sont déterminés in-situ (Tableaux1).

Tableau 1: Tableau de l'échantillonnage

Date	Heure	Travaux sur terrain	Etat de la mer	Climat
12 /02/20 18	12h00min	Mesures in – situ Prélèvement des échantillons	Peu agitée Trouble 	Ciel nuage Présence de vent
19/03/20 18	12h30min	Mesure in –situ Prélèvement des échantillons	Peu agitée Très trouble 	Ciel nuage Présence de vent

<p>16/04/20 18</p>	<p>09h45min</p>	<p>Mesures in –situ Prélèvement des échantillons</p>	<p>Peu agitée Trouble</p> 	<p>Ciel nuage Présence de vent</p>
<p>07/05/20 18</p>	<p>10h15min</p>	<p>Mesure in – situ Prélèvement des échantillons</p>	<p>Peu ou moins calme</p> 	<p>Journée ensoleillée Présence de vent Présence des nuages</p>

III. Paramètres physico-chimiques :

Il existe de nombreux paramètres qui permettent de qualifier les éléments physiques (Comme la température) ou chimiques (pH, minéralisation, etc.) Plusieurs indicateurs de la charge polluante, résultant des activités humaines, sont également suivis (la matière en suspension, la matière organique) (Bernard M., 2007).

III.1.Paramètres physiques :

III.1.1.Température :

La température a été mesurée in-situ au moment du prélèvement à l'aide d'un thermomètre en degré Celsius (°C)

III.1.2.Conductivité électrique :

La conductivité (en ms/cm) indique la capacité d'une solution aqueuse à conduire le courant électrique. Elle dépend de la présence des ions et de leur concentration relative, ainsi que de la température à laquelle s'opère la mesure. La mesure de la conductivité électrique permet d'évaluer rapidement, mais approximativement la minéralisation globale de l'eau Elle

s'effectue à l'aide d'un conductimètre. L'électrode en verre, rincée à chaque fois, à l'eau distillée. (Mbeukam k. E., 2013 et Sari H., 2014).

III.1.3.Le pH :

Le pH de l'eau a été mesuré au laboratoire par la méthode électrique à l'aide d'un pH-mètre de marque micro-PH 2000.

III.1.4.Matières en Suspension :

➤ Principe de la méthode :

La méthode consiste à faire passer l'eau à travers un filtre et de retenir toutes les particules de taille supérieure à $0,45 \mu\text{m}$. Le filtre est séché puis pesé avant et après filtration. La différence des poids entre les deux pesées (P1, P2) permet de connaître la masse sèche totale de la matière en suspension dans le volume d'eau correspondant (Amminot et al ; 1983).

➤ Appareillage et mode opératoire :

On utilise un papier filtre de type Wattman GF/C de diamètre 47mm. On met le filtre vide dans l'étuve à $100-105^\circ\text{C}$ pendant 24 heures afin de renforcer la rigidité et la solidité des membranes puis on les pèse vides (P1 en mg).

On place après les filtres dans le dispositif de filtration, on verse alors 400 ml d'échantillon puis après un bout de temps on les enlève pour les remettre dans l'étuve à 105°C pendant 24 h pour le séchage. On pèse alors les filtres après filtration (P2 en mg).

➤ Calcul et expression des résultats :

La concentration de MES est donnée par l'expression suivante :

$$\text{MES (mg/l)} = (\text{P2} - \text{P1})/\text{V}$$

Sachant que :

MES = Matière en suspension (mg/l)

P1 : Poids du filtre sec avant filtration (mg).

P2 : poids du filtre sec après filtration (mg).

V = Volume d'eau filtré(l).

III.2.Paramètres chimique :

III.2.1.Dosage des nitrates (NO_3^-) par la méthode de salicylate de sodium :

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosnylate de sodium coloré en jaune et susceptible à un dosage colorimétrique.

Les étapes du mode opératoire sont :

- Mettre quelques gouttes de CH₃COOH pure, dans trois bécher et on ajoute 25 ml de chaque échantillon (oued, l'embouchure, l'eau de mer).
- Le mélange est ainsi évaporé à sec au plaque chauffant 70-75 ° C et laissé refroidir.
- On ajoute une quantité de 1 ml de salicylate de sodium pure.
- Le mélange a été évaporé à sec sur une plaque chauffante entre 70-75 ° C et laissé refroidir.
- Le résidu est repris avec l'ajout de 1 ml d'acide sulfurique H₂SO₄ tout en laissant reposer 10 min.
- On ajoute une quantité de 15 ml d'eau distillée est ajoutée puis une quantité de 10 ml de NaOH.
- La lecture est enfin effectuée au spectrophotomètre à une longueur d'onde de 415 nm·
- Le résultat est exprimé en mg/l.

III.2.2.Chlorure : Méthode de Mohr

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium (K₂CrO₄) (05%), la fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent (**Sari H., 2014**)

-Les étapes du mode opératoire sont :

On prélève 10 ml d'eau à analyser (oued, l'embouchure, l'eau de mer) dans un 03 béchers a qui on rajoute 90 ml d'eau distillée ; on additionne ensuite 1 ml de K₂CrO₄ puis on titre par AgNO₃ jusqu'au virage a la couleur rouge brique qui confirme la présence CL-1.

➤ Expression des résultats :

$$[CL^-] = v. V/V_0 \times 35.45 \text{ (en mg/L).}$$

Sachant que :

v : volume de burette(AgNo₃).

V : 1000ml.

V₀: Volume de la prise d'eau.

III.3. Paramètres biologiques et bactériologiques :

Ces paramètres permettent d'identifier les micro-organismes présents dans le milieu et donnent une estimation de leur Concentration (**Sari H., 2014**).

III.3.1. Paramètres biologiques :**IV.3.1.1. Demande chimique en oxygène (DCO) :**

La demande chimique en oxygène est la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique (biodégradable ou non) d'une eau à l'aide d'un oxydant, le dichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$). Ce paramètre offre une représentation plus ou moins complète des matières oxydables présentes dans l'échantillon (**Brenda X., 2008**).

Il réagira aux excès et à chaud avec les composés d'un catalyseur de sulfate d'argent $AgSO_4$. L'effet négatif des ions chlorures sera masqué par l'ajout de sulfate mercurique $HgSO_4$, l'excédant de dichromate de potassium sera dosé par une solution de sel de Mohr permettant le calcul de la DCO.

➤ **.Les solutions utilisées :**

- acide sulfurique H_2SO_4 .
- catalyseur $AgSO_4$ en milieu sulfurique.
- sel de mohr $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$.
- dicromate de potassium K_2CrO_7
- indicateur coloré à la Ferroïne .

➤ **Mode opératoire :**

- Mettre 10ml de l'échantillon dans le tube à réaction.
- 5ml de dicromate de potassium.
- Ajouter 15 ml de réactif acide.
- Connecter le réfrigérateur à air au tube à réaction température ($150^\circ C$) pendant 2 H dans un ballon.
- Démarrer l'analyse.
- Après 2 H on éteint l'appareil et laisse le ballon refroidir, après on ajoute 45 ml d'eau distillée.
- On fait le dosage avec le sel de Mohr.
- Mettre le sel de mohr dans une burette de 10 ml.
- Ajouter 2gouttes d'indicateur de Ferroïne pour chaque échantillon (couleur verte).
- On écrit le volume équivalence de chaque échantillon (couleur rouge brique).
- On fait un autre dosage avec l'eau distillé (blanc), mais dans l'eau distillé toujours le volume 9,8(=10).

$$\text{DCO en mg O}_2/\text{L} = 8000 \text{ C (V}_1 - \text{V}_2)/\text{V}_0$$

Sachant que :

C : concentration mol/l de sel de Mohr.

V₀ : le volume en ml avant la dilution.

V₁ : le volume de sel de Mohr de blanc.

V₂ : le volume de sel de mohr de l'échantillon.

III.1.2.Demande biochimique en oxygène(DBO) :

La DBO exprime la consommation naturelle d'oxygène en g/litre des corps contenus dans l'eau, dégradés par les bactéries du milieu par une oxydation.

L'oxydation des composés organiques biodégradables par les microorganismes entraîne une consommation de dioxygène (O₂), La DBO₅ indique l'influence probable des eaux usées sur les cours d'eau récepteurs, du point de vue de la réduction de leur teneur en oxygène (**Moumouni M. et Djermakoye H., 2005**) (**MERABET S, 2011**).

Les mesures de DBO₅ se sont faites au laboratoire, selon la méthode manométrique à l'aide d'un appareillage de type Velp-Scientifica®

Un volume de 150 ml de l'échantillon à analyser est placé dans un flacon relié à un manomètre à mercure. Le CO₂ formé par la respiration des bactéries est fixé par des pastilles de KOH placées dans le bouchon du flacon. Seule la variation de l'oxygène consommé lors de la dégradation de la matière organique est prise en compte. Cette consommation est traduite par une dépression mesurée par le manomètre, et convertie directement en mg d'oxygène par litre (**Rodier et al, 1986**).

III3.2.Paramètres microbiologiques :

III.3.2.1.Analyse microbiologiques :

L'analyse microbiologique est indispensable pour confirmer une contamination probable des milieux récepteurs et par conséquent la transmission des germes pathogène à l'homme.

Nous avons effectuées pendant notre travail un dénombrement systématique des germes indicateurs de pollution qui sont :

- *les coliformes totaux.*

-*les coliformes fécaux.*

- *E.coli .*

-*les streptocoques fécaux.*

- Autres germes pathogènes *les salmonelles.*

Notre travail repose largement sur la numération des cellules bactériennes selon la méthode d'estimation directe des cellules bactériennes en milieu liquides (méthodes NPP : nombre le plus probable).

III.3.2.1.a. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et coliformes fécaux :

Principe :

Coliformes sont des bâtonnets, anaérobie facultatif, gram (-) non sporulant (**Pnue/OMS., 1977**).ils sont capables de croître en présence de sels biliaires et fermentent le lactose en produisant de l'acide et du gaz en 48 heures à des températures de 35 à 37° C.

Ils regroupent les genres *Echerichia*, *Citrobacter*, *Entérobacter*, *Klébsiella*, *Yersinia*, *Serratia*, *Rahnella*, et *Buttiauxell* (**Joly et Reynaud., 2003**). La recherche et le dénombrement de l'ensemble des coliformes (coliformes totaux), sans préjuger de leur appartenance taxonomique et de leur origine, est capital pour la vérification de l'efficacité d'un traitement d'un désinfectant mais il est d'un intérêt nuancé pour déceler une contamination d'origine fécale (**Rodier J. et al. 1996**).

➤ Mode opératoire :

La colimétrie permet de déceler et de dénombrer les germes coliformes .Parmi ces germes *Escherichia coli* seule l'origine de contamination est fécale .Le test original de mise en évidence des coliformes utilisé pour répondre aux définitions précédentes comporte le test de présomption et de confirmation.

➤ l'étape présomptive :

Après avoir bien homogénéisé l'échantillon, nous avons réalisé des dilutions décimales successives (10^{-1} 10^{-2} 10^{-3}) avec trois tubes par dilution à partir de l'échantillon en utilisant des tubes de 9 ml d'eau physiologique stérile selon la norme NFT 90-400, puis à partir de la suspension mère et de chacune de des dilutions, nous avons inoculé trois tubes de milieu à raison d'un millilitre par tube.

A partir des suspensions mères on précède tout d'abord à préparer les dilutions décimales 10^{-1} et 10^{-2} et 10^{-3} en en utilisant l'eau distillée stérile.

- à l'aide d'une pipette on prélève 1 ml de la dilution et on l'ensemence dans des boites de Pétri stériles.

- Le milieu de culture PCA est rajouté par la suite.

- Après homogénéisation, une série de boîtes de Pétri est incubée à 30 -37°C pendant 24-48H pour confirmer la présence de coliforme totaux.

- Pour les coliformes fécaux incuber les boîtes à 44°C pendant 24-48 H.

-Trouve d'autre boîtes lui-même et mettre à l'étuve à 44°C pendant 48H pour confirmer la présence de E -coli .

On identifie immédiatement chaque boîte avec une étiquette ou une référence qui porte le nom de l'échantillon, la dilution décimale, le milieu utilisé, la date, on calcule le nombre des cellules X contenues par 1ml d'eau on compte les colonies dans chaque boîte et on multiplie par l'inverse de la dilution utilisé suivant la relation:

En pratique, on ensemence des dilutions successives de l'eau à analyser (par exemple 10^{-1} 10^{-2} 10^{-3}) à raison de 3 à 5 tubes de milieu de culture liquide par dilution

$$\text{UFC /ml} = \text{N}/(\text{V} \cdot \text{F})$$

Sachant que :

V : volume de dilution.

N : nombre de colonies.

F : facteur de dilution.

III.3.2.1.b. La recherche et le dénombrement des Streptocoques fécaux :

Sous la dénomination générale de « Streptocoques fécaux », il faut entendre l'ensemble des streptocoques possédant une substance antigénique caractéristique du groupe D (**Rodier ,2005**). Ils sont généralement pris globalement en compte comme des témoins de pollution fécale. Ils sont de Gram positifs, groupes en chainettes, anaérobies facultatifs, catalase négatif et immobiles (**Bourgeois et Mescle, 1996**).

La recherche se fait en bouillon à l'acide de sodium (bouillon de Rothe) simple et double concentration.

➤ Test présomption :

- Prendre 9 tubes de Rothe S/C.

-Prendre 9 tubes de Rothe D/C.

- Pipeter et verser 1 ml à partir de chaque dilution : de l'eau d'entrée (10^{-1} 10^{-2} 10^{-3}), dans les 9 tubes de Rothe S/C et homogénéiser cette solution.

-Prendre 2 à 3 gouttes de la dilution et mettre dans les 9 tubes de Rothe D/C.

- Incuber les tubes dans une étuve à T=37°C (la lecture après 48 h).

➤ **Test de confirmation :**

- Si la lecture est (+) (une trouble présente sur les tubes).
- Prendre les tubes d'EVA Litsky.
- Pipeter et verser 1 ml à partir du tube précédent de Rothe sur les tubes de EVA Litsky.
- Incuber les tubes dans une étuve à T=37°C (la lecture après 24 h)
- Identification les tubes positives : présentant un trouble microbien.

➤ **Résultat :**

S'il y a un trouble microbien avec présence d'une pastille violette au fond du tube Présence de Streptocoques.

III.3.2.1.c. Recherche et le dénombrement de *staphylococcus aureus* :

➤ **Principe :**

Staphylococcus aureus se présente sous forme de cocci en grappe de raisin, Gram positif, possédant une catalase et une coagulase.

➤ **Mode opératoire :**

L'isolement des *Staphylococcus* se fait sur milieu Chapman, c'est un milieu sélectif, permettant la croissance des germes halophiles comme le genre *Staphylococcus*. Ce milieu contient 75g/l de NaCl, fort inhibiteur, ce qui permet un isolement sélectif de *Staphylococcus* tolérant la forte concentration en NaCl (**Joffin et Leyrol ,2001**).

Une incubation à 37° C pendant 48 heures est nécessaire.

➤ **Lecture :**

Les boites présentant des colonies pigmentées en jeune sont considérées comme positif.

III.3.2.1.d. Recherche et dénombrement des Salmonelles :

➤ **Principe :**

Les Salmonelles sont des entérobactéries qui se présentent sous forme de bacilles Gram négatifs ; ne fermentent pas le lactose, mais fermentent le glucose avec production de gaz et de H₂S (**Pechère et al, 1982**).

➤ **Mode opératoire :**

L'isolement de salmonella se réalise en passant par trois étapes successives : le pré enrichissement, enrichissement et l'isolement :

➤ **Pré –enrichissement :**

Ensemencement du milieu liquide (eau peptonée tamponnée), ajouter l'échantillon à un volume égal d'eau peptonée tamponnée, puis incuber à 37° C pendant 16 à 20 heures.

➤ **Enrichissement :**

Cette étape consiste en l'ensemencement du milieu sélectif SFB à partir du bouillon de pré – enrichissement puis incubation à 37°C pendant 48 heures.

➤ **Isolement :**

Ensemencement du milieu sélectif solide Hectoen à partir du bouillon d'enrichissement, l'incubation se fait à 37°C pendant 24 heures.

➤ **Lecture :**

Les résultats positifs sont des colonies gris bleu à centre noire (**Rodier et al ,1996**).

CHAPITRE V

Résultats et discussion

I. Résultats des facteurs physico-chimiques :

I. 1. Les variations du PH des différents points du site.

Nous avons résumé l'ensemble des données dans le tableau 2.

Tableau 2: Variation du PH au niveau des trois sites de la station.

Site/ mois	Oued	embouchure	mer
Février	7.14	7.56	7.62
Mars	7.7	7.8	8
Avril	7.25	7.11	7.04
Mai	7.21	7.04	7.05

Afin de mieux visualiser les fluctuations du pH, nous l'avons reflété par l'histogramme représenté par la figure16.

Les fluctuations du pH varient moyennement de février à mai au niveau des trois sites d'échantillonnage.

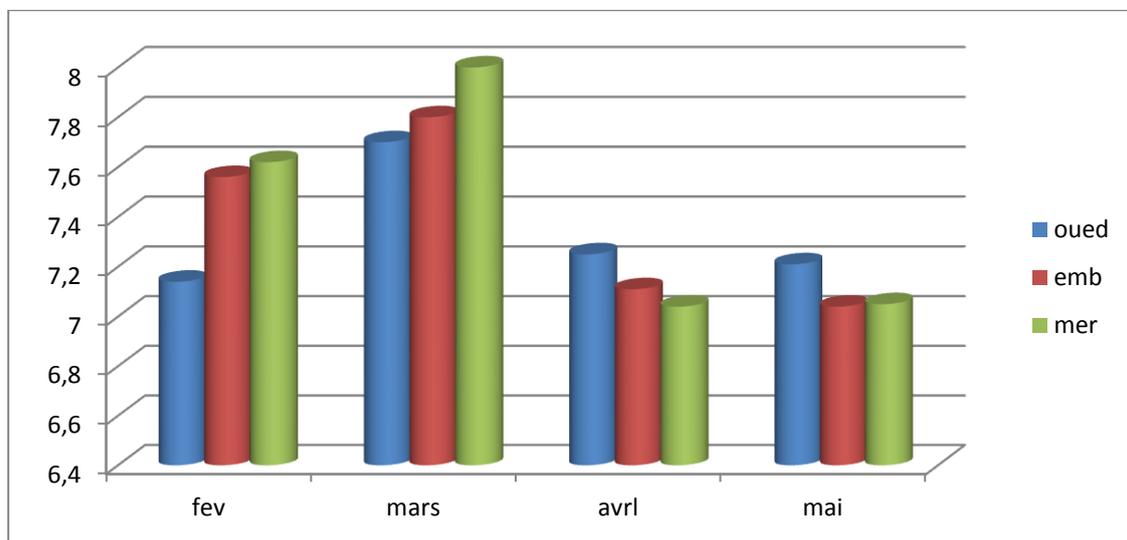


Figure 16: Histogramme de la variation du PH au niveau de l'oued, l'embouchure et l'eau de mer.

Le mois de février s'affiche avec un pH de 7.14 au niveau de l'oued allant a 7.62 au niveau de la mer, alors que cette fluctuation s'accroît au mois mars avec un pH augmentant de 7.7, 7.8

et 8 au niveau de l'oued, l'embouchure et la mer respectivement. De légères fluctuations sont enregistrées entre avril et mai mais reste plus ou moins minime

Ces variations au niveau des trois sites montrent un pH légèrement alcalin marquant le mois de mars, cette alcalinité est très suggestif de la présence de micro- organismes de l'oued vers de l'eau de mer, ou encore du à la présence d'éléments d'origine naturelle en provenance des roches, du sol, de l'air ainsi les apports résultants des activités humaines, agglomérations, industries et agriculture.

Le changement climatique et la pluviométrie ont un effet sur certains éléments qui se trouvent au niveau de l'oued. Ceux-ci, modifient le pH qui semble être alcalin et qui est très suggestif de la présence de microorganismes de l'oued vers l'eau de mer.

I.2. Variation de la température aux différents sites de la station

Nous avons résumé l'ensemble des données dans le tableau 3.

Tableau 3: représente la variation de la température au niveau des trois sites de la station

site/mois	oued	l'embouchure	mer
Février	18	17	17
Mars	18.8	18.5	18.5
Avril	20	19	19
Mais	20	19	19.5

Afin de mieux visualiser les fluctuations de la température, nous l'avons reflété par l'histogramme représenté par la figure 17.

Les fluctuations de la température varient considérablement de février à mai au niveau des trois sites d'échantillonnage.

La valeur la plus importante est de 20 c° relevées au niveau de l'oued en avril et mai, alors que la plus basse est de 17c° notée en février au niveau de l'embouchure et la mer.

Cette variation est due aux changements climatiques de l'année qui ont causé une élévation remarquable de la température au niveau des trois sites.

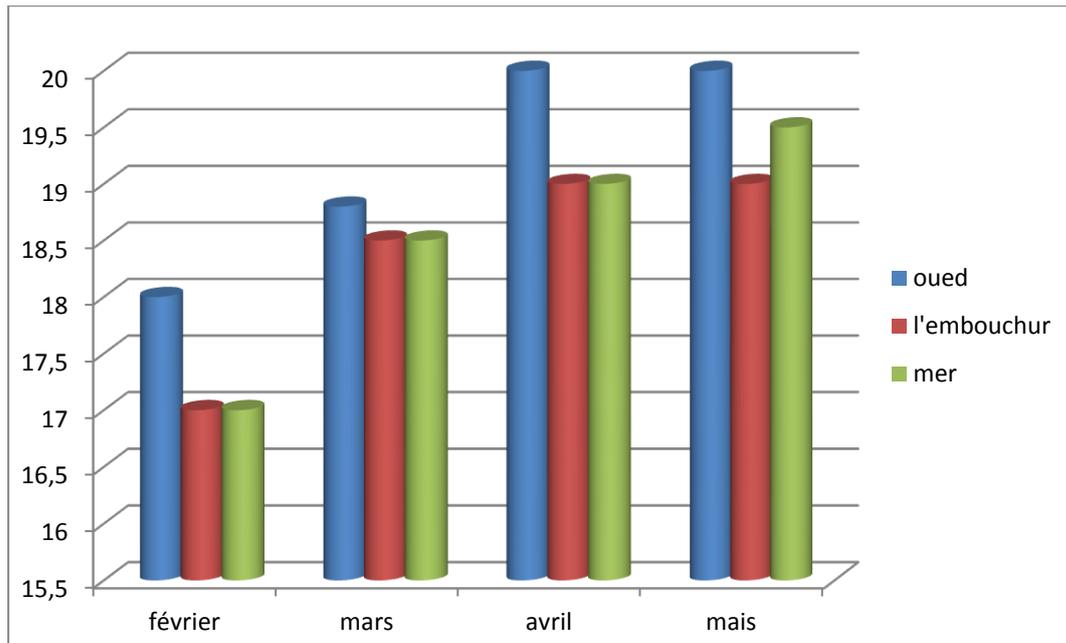


Figure 17: Histogramme de la variation de la température au niveau de l’oued, l’embouchure et la mer.

La température élevée s'accompagne d'une modification de la densité, d'une augmentation de la tension de vapeur saturante à la surface (évaporation), ce qui provoque une diminution de la solubilité des gazes (O₂) et la prolifération intense des algues.

I.3. Variation des Nitrates (NO₃⁻) (mg /l) dans les différents points de la station:

Nous avons résumé l’ensemble des données dans le tableau 4.

Tableau 4 : Variation des nitrates au niveau des trois pointes de la station

site/mois	Oued	l'embouchure	mer
Février	1.41	0.14	1
Mars	0.36	0.3	0.38
Avril	1.01	0.65	0.56
Mai	0.4	0.47	0.41

L’histogramme présenté par la figure 18 reflète les fluctuations des teneurs en nitrates au niveau des trois sites de prélèvement.

Les variations des teneurs en nitrate au niveau des trois sites au mois de février sont assez importantes, marquant un taux important au niveau de l’oued de 1.41mg/l qui chute au niveau de l’embouchure jusqu'à 0.14mg/l pour augmenter en mer avec un taux de 1mg/l

En mars, avril et mai les teneurs diminuent mais marquent des taux légèrement important au niveau de l'oued et l'embouchure car les nitrates peuvent jouer le rôle de donneurs d'oxygène donc une faible oxydation par les microorganismes ; alors que la diminution de ces teneurs est à cause des bactéries nitrifiantes qui transforment les nitrates en nitrites

Les nitrates ont pour origine une nitrification de l'azote organique, mais il peut se faire qu'ils soient en liaison avec la teneur en nitrates des terrains traversés.

Les eaux de pluies peuvent contenir des nitrates en provenance des oxydes d'azote et de l'ammoniaque présente dans l'atmosphère.

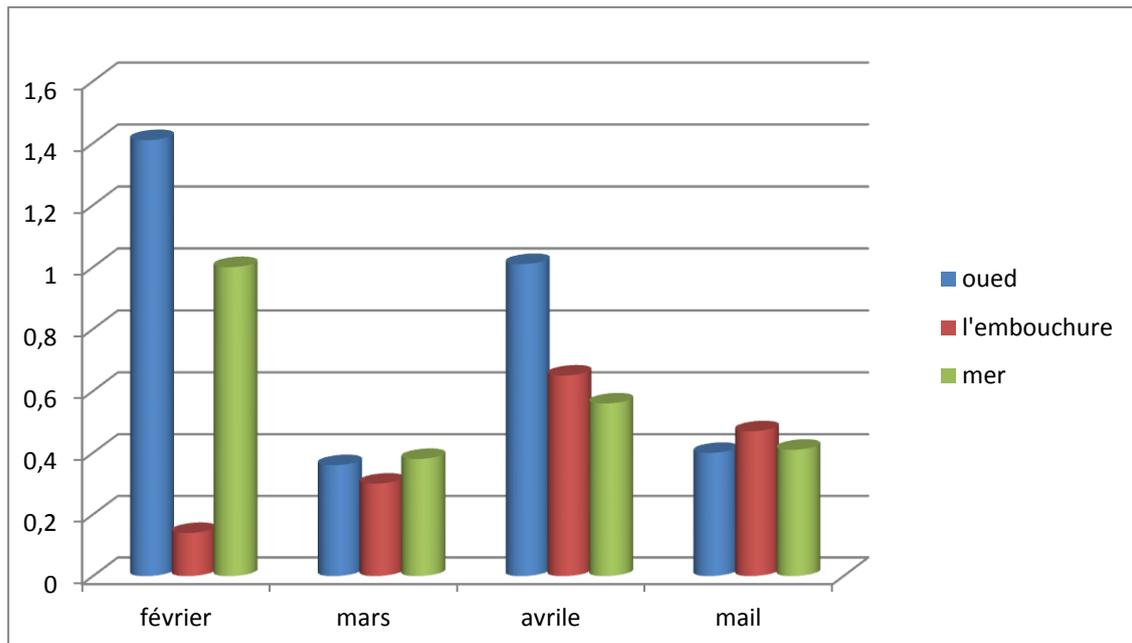


Figure 18: Histogramme de la variation des nitrates au niveau de l'oued, l'embouchure et la mer.

I.4.Variation de la matière en suspension (MES) (mg/l) dans les différents sites de la station:

Nous avons résumé l'ensemble des données dans le tableau 5.

Tableau5: Variation de la matière en suspension MES (mg/l) au niveau des trois points de la station.

site/ mois	oued	l'embouchure	mer
Février	334.9	322.5	362.5
Mars	5675	4800	5975
Avril	2500	550	2650
Mai	2000	2025	450

Les variations de la teneur en MES au niveau des trois sites d'échantillonnage sont reflétés par L'histogramme présenté par la figure 19.

En hiver, a savoir les mois de février et mars, la variation de la matière en suspension (MES) montre des teneurs importantes et élevés au niveau de l'oued, l'embouchure et l'eau de mer, cela pourrait bien s'expliquer par la pluviométrie qui intervient par le lessivage des terres engendrant une forte concentration des composés minéraux organiques et aussi par le vent.

Au mois d'avril la matière en suspension très élevée au niveau de l'oued et l'eau de mer par rapport à l'embouchure.

Au mois de mai la matière en suspension très élevée au niveau de l'oued et l'embouchure par rapporte de l'eau de mer.

Les taux élevée en MES au niveau des trois points de prélèvement sont dus au vent et le changement climatiques qui ont caractérisé cette période tout en ajoutant la température saisonnière qui influe sur les êtres vivants, la prolifération et la multiplication favorise la dégradation de la MES.

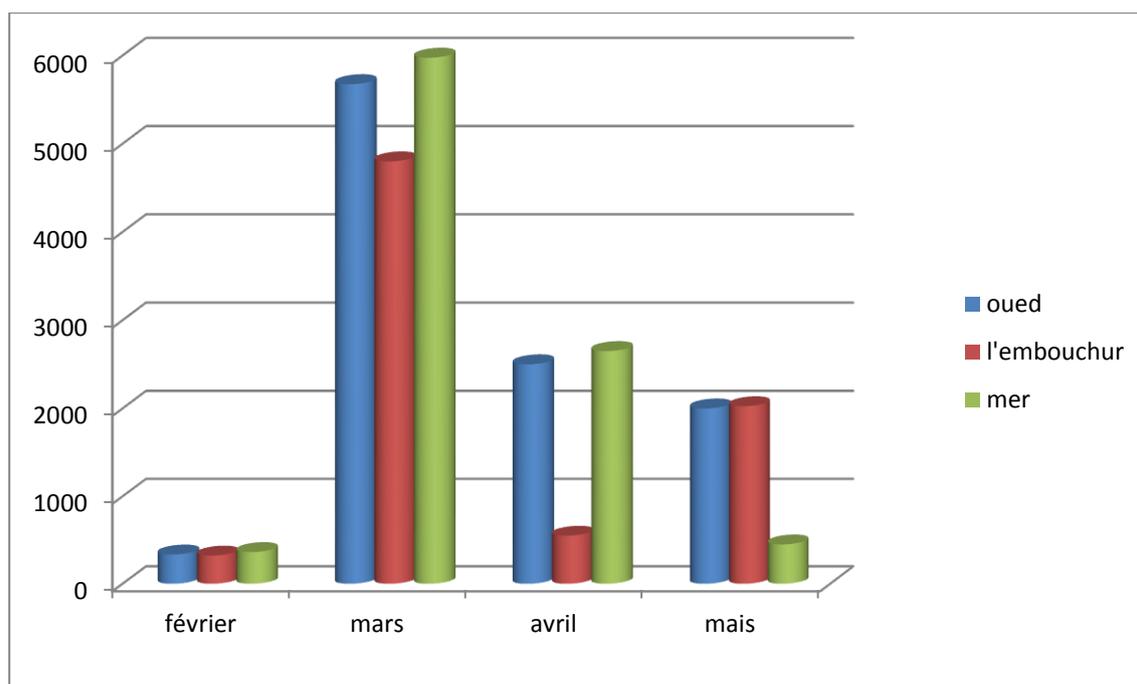


Figure 19 : Histogramme de la variation des MES au niveau de l'oued, l'embouchure et la mer.

I.5.Variation de la Conductivité (ms) dans les différents sites de la station:

Nous avons résumé l'ensemble des données dans le tableau 6.

Tableau 6 : Variation de la conductivité au niveau des trois sites de la station.

site/mois	Oued	L'embouchure	mer
février	1.55	1.81	1.07
mars	1.41	1.31	2.34
avril	1.1	7.35	8.73
mai	1.1	41.9	45.1

Les fluctuations de la conductivité sont illustrées par l'historgramme représenté par la figure 20.

La conductivité est faite pour évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau.

Les mois de février et mars affichent une conductivité qui varie légèrement, elle varie entre une valeur minimal de 1.41 en mars au niveau de l’oued allant a une valeur maximale de 2.34 au niveau de l’eau de mer.

Le mois d’avril par contre affiche une conductivité plus élevée au niveau de l’eau de mer et l’embouchure par rapport à l’oued avec respectivement 8.73, 7.35 et 1.1.

Au mois de mai affiche une conductivité très élevée au niveau de l’eau de mer et l’embouchure par rapport à l’oued avec respectivement 45.1, 41.9 et 1.1.

Ces variations peuvent survenir du fait d’infiltration d’eau superficielles de minéralisation différentes et assez souvent polluées.

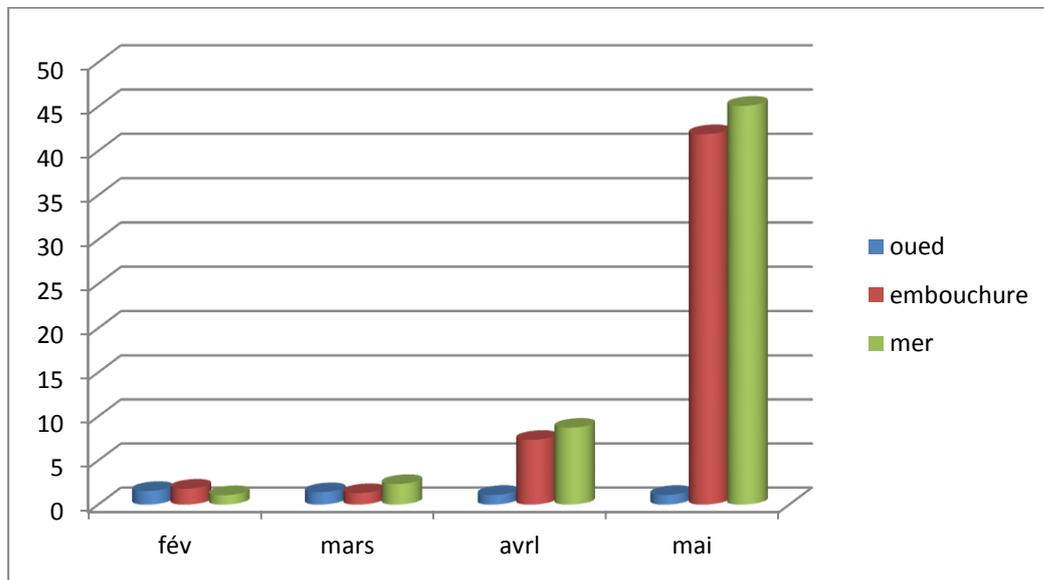


Figure20: Histogramme de la variation de conductivité au niveau de l’oued, l’embouchure et la mer.

I.6. Variation de la Salinité % dans les différents sites de la station:

Nous avons résumé l’ensemble des données dans le tableau 08.

La salinité correspond à la quantité de sels dissous qui sont le chlorure de sodium (Na Cl) et chlorure de magnésium(MgCl2).

Tableau 7 : variation de la salinité au niveau des trois pontes de la station.

-Salinité% : conductivité /0.66			
site/mois	oued	l'embouchure	mer
février	2.35	2.74	1.62
mars	2.14	1.98	3.55
avril	1.6	14.09	13.23
mai	1.66	63.48	68.33

Au mois de février et mars les valeurs de la salinité fluctuent entre 1,62 à 3,55 mg/l pour les trois pointes de site études (l'oued, l'embouchure, mer) figure 21. La diminution de la salinité peut être expliquée par les apports en eau douce des pluies qui diluent l'eau de l'oued, et la faible évaporation de l'eau qui fait augmenter la diminution de la concentration de sel au milieu.

Les mois d'avril et mai marquent des valeurs de salinité qui varient considérablement dans les trois sites.

Ces teneurs sont faibles au niveau de l'oued mais très élevées au niveau de l'eau de mer et l'embouchure variant de 13.23 à 14.09 en avril et en mai avec 68.33 à 63.48 respectivement.

Par contre l'oued affiche des taux largement inférieurs allant de 1.6 et 1.66 d'avril à mai respectivement ; ces faibles teneurs sont dus aux eaux qui proviennent d'autres oueds qui coulent dans la vallée de Chleff (Barrage de Kerrada, oued Mina, oued Khoaurara (Wilaya de Relizane), Oued Jdiouia, Oued Menesfa, Barrage Gargar, Barrage Merdja Sidi Abed, Oued Sly, Oued Tsirhaout, Barrage Sidi Mohamed ben Taïba).

D'après Dmbeukam K E. (2013), la salinité traduit le caractère salin de l'eau. Les mesures de la salinité de l'ensemble des échantillons dans les quatre mois montrent qu'elles sont comprises entre 1.6 à 68.33 ‰ ce qui montre le caractère de la salinité de l'eau, elle varie considérablement d'une saison à une autre et d'un lieu à un autre et site à autre.

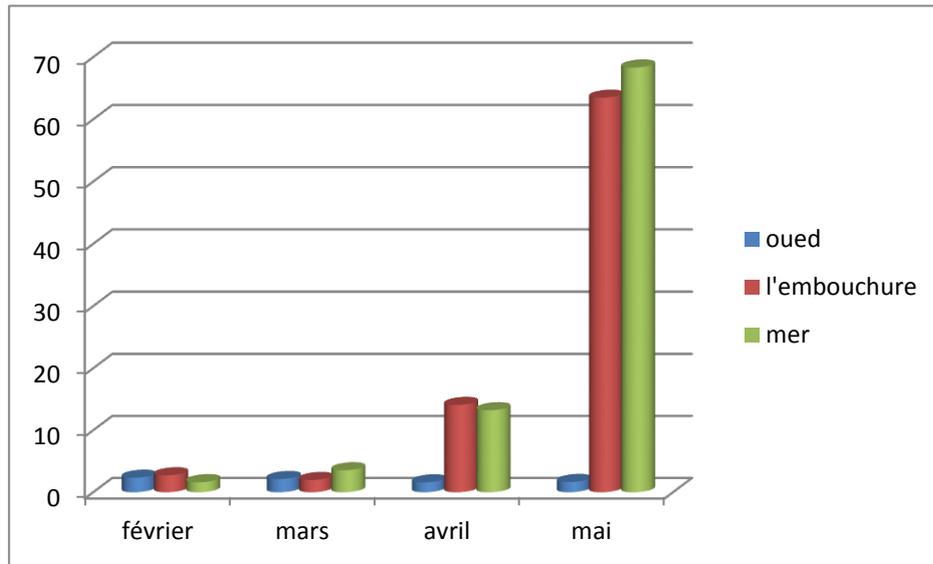


Figure21 : Histogramme de la variation de la salinité au niveau de l’oued, l’embouchure et la mer.

I.7.Variation du Chlorure (mg/l) dans les différents points de la station:

Nous avons regroupé l’ensemble des données dans le tableau 8.

Tableau 8 : variation du chlorure au niveau des trois pointes de la station.

site/mois	oued	l'embouchure	mer
Février	0.64	0.75	0.71
Mars	0.54	0.5	0.82
Avril	0.21	3.37	3.48
Mail	0.57	1.6	1.42

Les résultats de dosage des chlorures, montrent des valeurs variables qu’on a illustrées par l’histogramme représenté dans la figure 22.

Au mois de février et mars, les fluctuations des valeurs des chlorures varient légèrement en chutant au niveau des trois sites de prélèvement allant entre 0.64 et 0.54 au niveau de l’oued, de 0.75 a 0.5 au niveau de l’embouchure et enfin de 0.71 a 0.80 au niveau de l’eau de mer .

Au mois d’avril se détache par des teneurs en chlorures très élevées marquant une valeur maximale de 3.48mg/l au niveau l'eau de mer.

Les teneurs en chlorures des eaux sont extrêmement variables et sont liées principalement dus à la nature des terrains traversés.

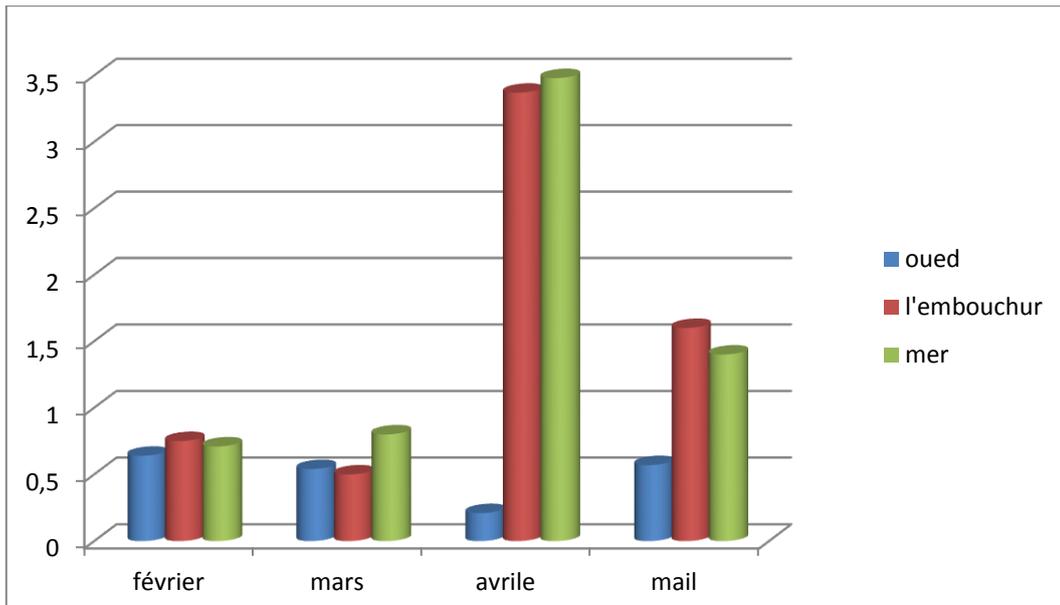


Figure 22: Histogramme de la variation du Chlorure au niveau de l’oued, l’embouchure et la mer.

$$\text{Salinité}\% = 1.806655 \cdot \text{Cl}$$

II. Facteurs biologiques :

II.1. Variation de la DCO (mg /L) dans les différents sites de la station :

Suite a quelques problèmes nous n’avons pas évalué la DCO que pour deux mois d’échantillonnage a savoir avril et mai qu’on a regroupé au niveau du tableau 09.

Tableau 9: représente la variation de la DCO au niveau des trois points de la station.

site/mois	Oued	l'embouchure	mer
Avril	48	67.2	57.6
Mai	96	576	288

L’histogramme montre que la (DCO) est moins importante au niveau des trois points le mois d’avril par contre le mois de mai la DCO est importante et révèle la présence de matière organique biodégradable ou non et demande une forte teneur en oxygène figure23, les rejets xénobiotiques sont présents dans l’oued de ce fait les engrais utilisés sont oxydés et dégradés, en effet ces teneurs baissent au niveau de l’eau de mer.

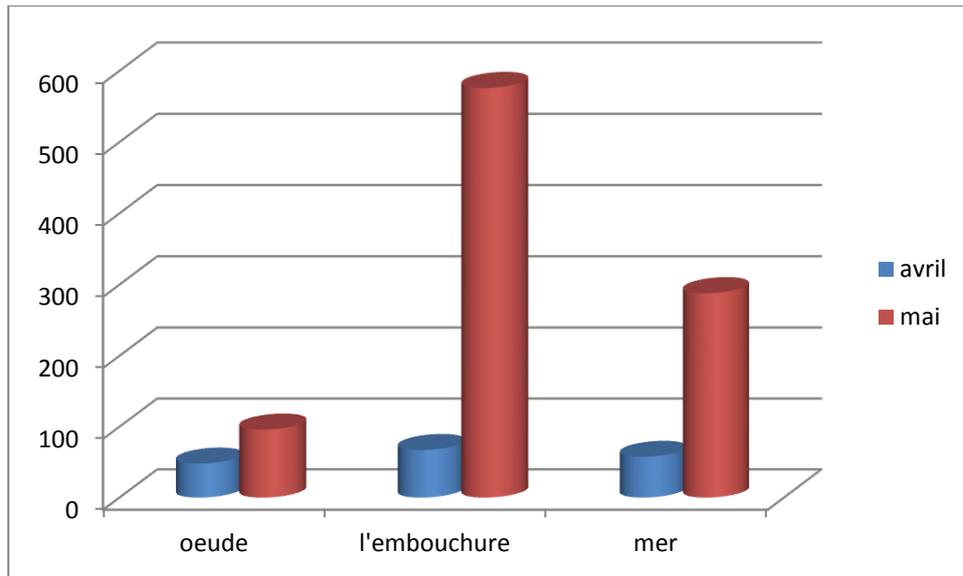


Figure23: Histogramme de la variation de la DCO au niveau de l’oued, l’embouchure et la mer.

$$DBO \text{ (mg /L): } DBO = DCO \cdot 0,5$$

II.2.Variation de la DBO dans les différents points de la station

Tableau 10. : Variation de la DBO au niveau des trois points de la station.

site/ mois	oued	l'embouchure	mer
avril	24	33.6	28.8
mai	48	288	144

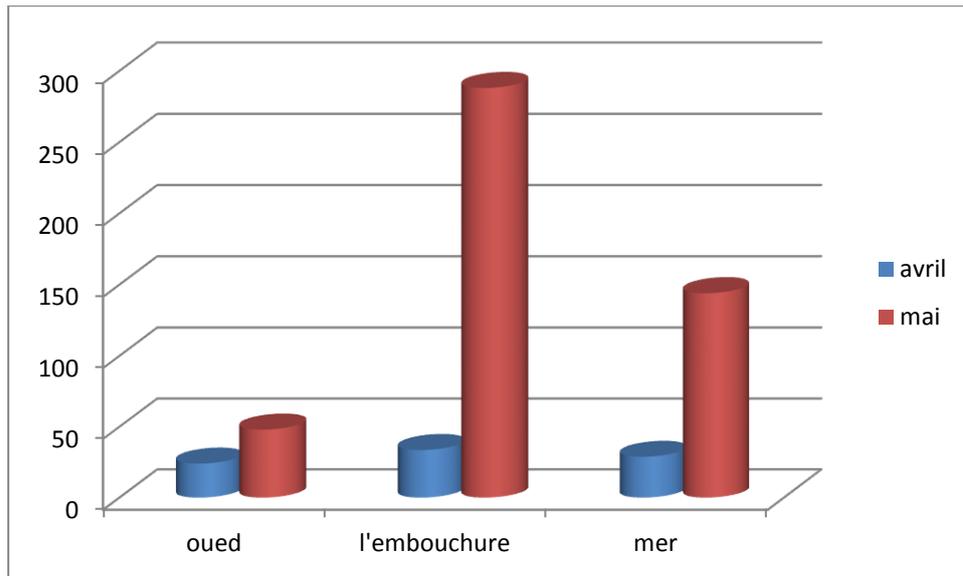


Figure 24 : Histogramme de la variation de la DBO au niveau de l'oued, l'embouchure et la mer.

L'histogramme montre la dégradation des matières organiques en présence de l'oxygène par des microorganismes aérobiques, les mois de février la température diminue ce qui va induire l'augmentation du taux d'oxygène figure 24.

La DBO est importante dans l'eau de mer, ce qui explique la présence de matières organiques oxydables provenant de l'oued et l'embouchure ainsi qu'une présence d'organismes et de genres aérobies.

III. Facteurs microbiologique :

L'eau doit être exempte des microorganismes pathogènes. Elle ne doit pas non plus contenir des « germes tests » de contamination fécale car ceux-ci, bien qu'inoffensifs, signalent la présence de germes pathogènes. Par contre, la présence de germes banals est admise dans l'eau. Les germes pathogènes peuvent entraîner des infections sans gravité comme la diarrhée mais aussi des infections graves voire mortelles comme la méningite ou le choléra (**Halassi, 2010**). Après une série des analyses microbiologiques sur les échantillons prélevés, nous avons obtenu plusieurs résultats et sont présentés comme Suits :

III.1. Les germes témoins de contamination fécale :

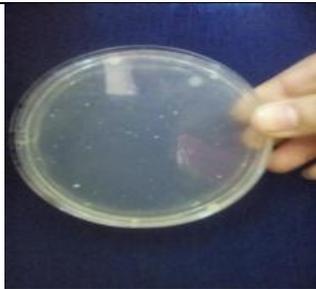
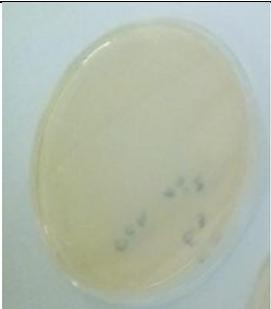
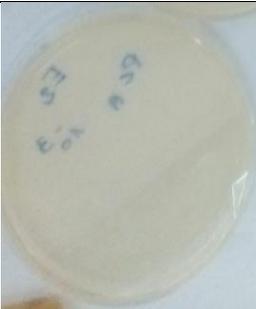
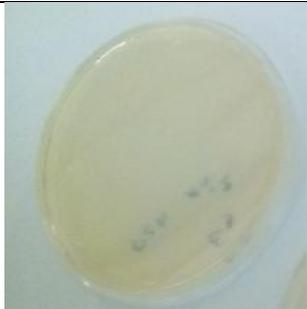
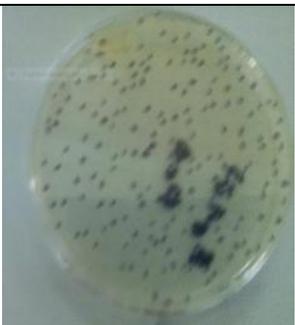
Les coliformes totaux : Les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux, lorsque ces germes sont mis en évidence dans un échantillon d'eau ; ils reflètent le signe d'une contamination par les matières fécales.

La présence, dans le milieu marin, de ces germes ne constituent pas obligatoirement un danger pour les baigneurs car ces germes existent normalement dans la flore intestinale de l'homme et de la plupart d'animaux, cependant leur origine laisse craindre la présence simultanée de germes pathogènes pour l'être humain.

III.2. Les coliformes totaux : UFC/ml.

Les résultats du dénombrement des bactéries sont regroupés dans le tableau 11.

Tableau 11 : Les résultats du dénombrement des bactéries CT.

Site/mois	oued	L'embouchure	mer
Février			
Nombre UFC/ml	$5 \cdot 10^2$	$3 \cdot 10^2$	$3 \cdot 10^2$
Mars			
Nombre UFC/ml	0	0	0
Avril			
Nombre UFC/ml	$1,8 \cdot 10^2$	$1,3 \cdot 10^2$	$2 \cdot 10^2$

Mai			
Nombre UFC/ml	0,14*10⁴	0,16*10⁴	0,99*10⁴

La concentration des *Coliformes totaux* dans l'eau varie selon la période et le point de prélèvement.

En février : on observe une concentration très élevée dans l'oued sont élevées estimé a 500 UFC/ ml d'eau analysé par rapport l'embouchure et l'eau de mer qui ont affichés une concentration de 300UFC/ml.

Mars : on relève une absence des coliformes totaux dans les sites d'échantillonnage.

Avril : se remarque par un taux élevé dans l'eau de mer de 200 UFC/ml d'eau analysé par rapport oued et l'embouchure qui varie entre 130 -180 UFC/ml.

Mai : s'affiche avec des taux plus au moins faibles qui augmente en allant a l'eau de mer qui signale un taux de 9900 UFC/ml d'eau analysé par rapport oued et l'embouchure qui présente des taux de 1400 -1600 UFC/ml respectivement.

Selon Chevalier P. (2003), montre que les Coliformes totaux sont utilisés depuis très long temps comme indicateurs de la qualité microbienne de l'eau parce qu'ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale et sont cependant très utiles comme indicateurs de l'efficacité du traitement, de l'intégrité du réseau de distribution ainsi que comme indicateurs de la décroissance bactérienne après traitement.

Le dénombre élevé des Coliformes totaux peut être traduite par la croissance d'espèce anaérobie mésophile et leur diminutions sont due à la destruction par les germes par l'augmentation de la température.

III.3.Les coliformes fécaux : UFC/ml.

Les résultats du dénombrement de *Coliformes fécaux* sont regroupés dans le tableau12.

Le taux des *Coliformes fécaux* est sensiblement inférieur à celui des *Coliformes totaux* avec une valeur minimale de 0 en février, mars et mai

En février : on remarque une présence dans l'embouchure avec un taux de 200UFC/ml par rapport à l'oued et l'eau de mer où elle est absente.

Mars et Mai : s'affichent avec un taux nul des coliformes fécaux au niveau des sites d'échantillonnage.

Avril : se remarque avec une présence de taux plus important dans l'eau de mer avec 980UFC/ml suivi de l'oued qui s'affiche avec 845 UFC/ml et enfin l'embouchure avec 690UFC/ml.

Tableau 12 : Les résultats du dénombrement des bactéries CF.

Site/mois	oued	L'embouchure	Mer
Février			
Nombre UFC/ml	0	2*10²	0
Mars			
Nombre UFC/ml	0	0	0
Avril			
Nombre	8,45*10²	6,9*10²	9,8*10²

UFC/ml			
Mai			
Nombre UFC/ml	0	0	0

Selon **René M. (2010)**, les Coliformes fécaux sont capables de fermenter le lactose à 44°C thermo-tolérant du genre d'Escherichia coli. Les Coliformes fécaux sont intéressants car un très grand nombre d'entre eux vivent en abondance dans les matières fécales, constituent des indicateurs fécaux de la première importance.

Ils sont les plus importants des paramètres microbiologiques pris en compte dans le contrôle de la qualité des eaux et leurs présences sont suffisantes à confirmer qu'il y a effectivement une pollution fécale.

L'absence des coliforme fécaux dans les différents points peut être expliquée par l'absence de pollution et sont deux lieux riches en chlore qui détruisent les bactéries pathogènes.

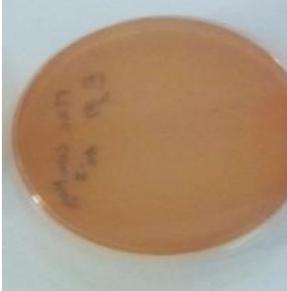
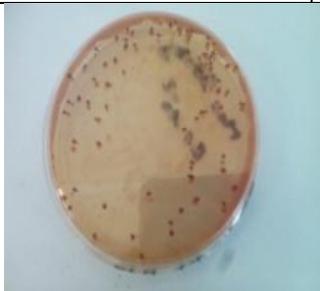
III.4.E coli :

Les résultats du dénombrement de *E. Coli* sont regroupés dans le tableau 13.

Les fluctuations des taux de *E. coli* s'affichent très faibles en mois de février au niveau de l'embouchure et l'eau de mer tout en étant absente au niveau de l'oued ; des taux plus importants sont enregistrés en avril en restant relativement basses au niveau de l'oued avec 40UF/ml, mais augmentent dans l'embouchure et l'eau de mer avec respectivement 110 et 159 UF/ml.

Ce fait peut être expliqué par les rejets urbains ou des eaux usées ainsi que les conditions climatiques favorables à la prolifération de ces bactéries.

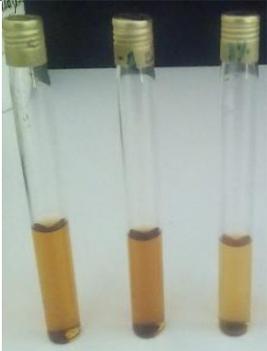
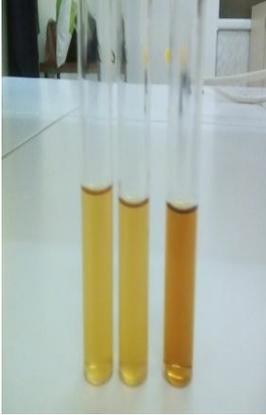
Tableau 13: Les résultats du dénombrement des bactéries *E. coli*.

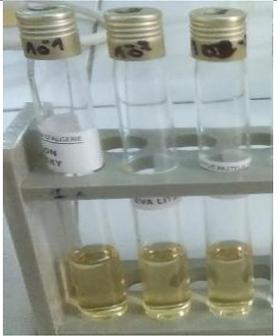
Site/mois	oued	L'embouchure	mer
février			
Nombre UFC/ml	0	Présence(+)	Présence(+)
mars			
Nombre UFC/ml	0	0	0
avril			
Nombre UFC/ml	$0,4 \cdot 10^2$	$1,1 \cdot 10^2$	$1,59 \cdot 10^2$
mai			
Nombre UFC/ml	0	0	0

III.5. *Streptocoque fécaux* UFC/ml :

Les résultats du dénombrement des *Streptocoque fécaux* sont regroupés dans le tableau 14.

Tableau 14 : Présentation des résultats des méthodes d'analyse NPP

Site/mois	oued	L'embouchure	Mer
février			
Nombre de cellules	$20 * 10^2$	$11,5 * 10^2$	$20 * 10^2$
mars			
Nombre de cellules	0	0	0
avril			
Nombre de cellules	$1,5 * 10^2$	$0,6 * 10^2$	$2 * 10^2$

<p>mai</p>			
<p>Nombre de cellules</p>	<p>0</p>	<p>0</p>	<p>0</p>

L'analyse des *Streptocoques fécaux* a révélé une concentration maximale au mois de février avec $20 \cdot 10^2$ UFC/ml au niveau de l'oued et l'eau de mer et minimale au niveau de l'embouchure avec $11.5 \cdot 10^2$.

Le mois d'avril enregistre des taux plus au moins faibles, l'embouchure note un taux de $0.6 \cdot 10^2$ UFC/ml alors que ce taux vari entre l'oued et l'eau de mer marquant des valeurs de $1.5 \cdot 10^2$ et $2 \cdot 10^2$ UFC/ml respectivement.

Par contre les mois de mars et mai affichent une absence totale de ces germes au niveau des trois sites d'échantillonnage.

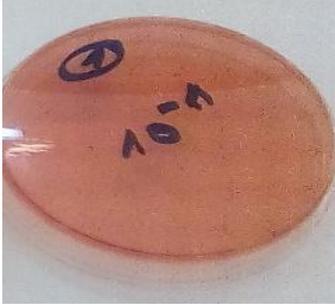
D'après Sersoub D. (2012), les *Streptocoques fécaux* sont des aérobies-anaérobies facultatifs faisant partie des indicateurs de contamination fécale mais plus résistants dans le milieu extérieur que les coliformes.

Selon Hamdi W. (2011), la présence de Streptocoques fécaux doit s'accompagner de la présence de coliformes fécaux pour être certain d'une contamination fécale d'une eau.

Selon **Gaujous, (1995)**, ce sont des témoins de contamination fécale. Ils sont assez résistants même dans les milieux sales. Leur prolifération est due au déversement des matières organiques et des substances nutritives azotées (**Rodier et al ; 1984**). Ils peuvent aussi se multiplier dans les milieux présentant des pH atteignant 9.6. Ils sont par conséquent utilisés comme indicateur de la présence d'organismes pathogènes (**Pnue/OMS, 1977**).

III.6. *Staphylocoques* :

Tableau 15: Les résultats du dénombrement des bactéries *staphylocoques*

Site/mois	oued	L'embouchure	mer
février			
Nombre UFC/ml	0	0	0
mars			
Nombre UFC/ml	0	0	0
avril			
Nombre UFC/ml	0	0	0

mai			
Nombre UFC/ml	0	0	0

On relève une Absence totale dans tous les mois au niveau des trois sites de prélèvement.

III.7. Salmonella :

Les résultats sont résumés au niveau du tableau 16.

Tableau 16 : Les résultats du dénombrement des bactéries *Salmonella*

Site/mois	oued	L'embouchure	mer
février			
Nombre UFC/ml	0	Présence(+)	Présence(+)
mars			
Nombre UFC/ml	0	0	0

avril			
Nombre UFC/ml	0,4 *10 ² UFC/ml.	1,1*10 ² UFC/ml.	1,59*10 ² UFC/ ml.
mai			
Nombre UFC/ml	Presence(+)	0	0

L'absence totale de Salmonella est due à non-contamination des sites étudiés par ces germes.
 La présence de Salmonella est due il ya une contamination des sites étudiés.

CONCLUSION

CONCLUSION

Le présent travail s'insère dans le cadre d'une contribution à l'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau d'oued Cheliff qui reçoit les rejets sans aucun traitement préalable, et à la répartition des germes indicateurs d'une pollution microbienne en réponse aux différentes perturbations de l'écosystème.

Au terme de cette étude, les caractéristiques physico-chimiques de l'eau d'Oued Cheliff ont été déterminées. Parmi les neuf paramètres mesurés, on constate qu'ils ont révélé un pH variant entre neutre et alcalin (entre 7.04 et 8) et une température oscillant entre 17 et 20°C ; la quantité de nitrate élevée qui dépasse 1.41 mg/l au niveau de la première stations soumise aux rejets d'eaux usées provenant des complexes urbaines, de l'infiltration des engrais chimiques des terrains agricoles et de la station d'épuration des eaux usées voisins ; Par contre les concentrations des autres paramètres ne sont plus au moins pas conformes aux normes algériennes et de l'OMS . D'après les valeurs enregistrées qui ne dépassent pas les normes des eaux destinées à l'irrigation le dénombrement des bactéries indicatrices de la contamination fécale (CT, CF et SF) et la distribution spatio-temporelle de ces micro-organismes a reflété la qualité de l'eau d'Oued Cheliff.

Les résultats obtenus indiquent que la qualité physico-chimique aussi bien que la qualité microbiologique des eaux de surface répondent aux critères en vigueur. La classification de cet oued selon le système d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau (2003), a permis de conclure que les eaux de l'oued Cheliff sont de moyen qualité en ce qui concerne la température, le PH et la conductivité , les nitrates ammonium, chlore, dureté, coliformes totaux, coliformes fécaux et streptocoques fécaux, mais à long terme, il faut sensibiliser les populations et les inciter à protéger l'eau contre la pollution car elle perturbe les conditions de vie et il faut respectes les règles des gestions des déchets industriels et agricoles et pourrait être assurée l'interdite de rejets des eaux usées à Oued Cheliff ce qui diminuera la pollution des eaux superficielles.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographique

- **Aminot a., Chaussepied m., 1983** : Manuel des analyses chimiques en milieu marin. CNEXO: 395p.
- **Alloway B. J. (1995)** : Heavy metals in soils. Edition Blackie academic & professional. London.
- **AEE, 1995** : Europe's environment the dobrisassessment– Agence Européenne pour l'Environnement – CopanHangue (Dane Mark).
- **AEE, 1999** : le milieu marin et littoral Méditerranéen état et pression de la pathonassion et G P gabrielidés sous la direction agence européenne pour l'environnement, environmental eassessments series N0 05, PP 137.
- **AEE, 2002** : Europe biodiversity –biogeo-graphical regions et seas (la biodiversité en Europe-regions et mers biogéo-graphiques, rapport sur des problèmes environnementaux publié par l'AEE(agence européenne pour l'environnement) copenhagen 2002.
- **A.E.E ; 2006** : (Agence Européenne pour l'Environnement) .problèmes prioritaires pour l'environnement méditerranéen. Rapport n°4/2006.P93.
- Aminot A, Chaussepied,M., 1983** : Manuel des analyses chimiques en milieu marin. CNEXO : P395
- Afir D et Mezaoua, 1984**: « Application et dimensionnement d'un procédé de coagulation floculation pour le traitement des eaux résiduaires de la papeterie de Baba Ali », mémoire d'ingénieur, école nationale de polytechnique.
- Asano T, 1998**.Wastewater reclamation and reuse.Water quality management library, 1475 p.
- Boeglin J ; 2001** : Propriétés des eaux naturelles. Technique de ingénieur, traité environnement.
- 12. Berne F, et Cordonnier J., 1991** : Traitement des eaux : Epuration des eaux résiduaires de raffinage. Conditionnement des eaux de réfrigération. (Technip, Eds.) 306p.
- Boutiba, Z, 2004** : Guide de l'environnement marin Edit : Darel Gharb, 273 P.
- Boucenna Fatih., 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 ALGERIEN). Mémoire magister. Université Badji Mokhtar-Annaba.P133.
- Baumont S, Camard J-P, Lefranc A, Franconie A, 2004** : Réutilisation des eaux usées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, 220p.
- Bianchi M., Marthy D., Bertrand J.C., Caumette P., Gauthier M., 1989** : Les microorganismes du domaine océanique. Edit. Masson.447p.

Références bibliographique

- Bellan G., Peres J.M., 1974 :** La pollution des mers. Edit. Presses Universitaires de France. 127p.
- Bouziani M, 2000 :** « l'eau de la pénurie l'eau de la pénurie aux maladies », Edition Ibn - khaldoun, Oran, Algérie, 247p
- Belhadj, M., 2001 :** Etude de la pollution des eaux du bassin de Cheliff et son impact sur l'environnement. Mémoire de Magister en Chimie de l'Environnement, Faculté des Sciences de l'ingénieur, Université de Mostaganem, Algérie
- Bourahla et Daffalah, 2007 :** La pollution microbiologique de la plage de sablette et oureah au niveau de la wilaya de mostaganem, mémoire d'ingeniorat, université de Mostaganem.145 P.
- Brisou J F et Denis F., 1978 :** Hygiène de l'environnement maritime. Edit. Masson.248p.
- Brisou, J, F et Denis F., 1980 :** Techniques de surveillance de l'environnement maritime. Edit. Masson. p206.
- Bousquet, J.C, 2003 :** Avis du conseil economique et social regional sur " les risques de pollution par hydrocarbure en méditerranée" seance plénière du 1 er decembre 2003.
- Cshpf, 1995 :** « Recommandations sanitaires relatives à la désinfection des eaux usées urbaines », conseil supérieur d'hygiène publique de France section des eaux 22p.http://www.sante.gouv.fr/dossiers/cshpf/re_1095_desinfection.htm (consulté le 6-02-2015)
- Cotzias G.C., 1967:** Importance of traces substances in environmental health as exemplified by manganese .University of Missouri's first annual conférence on trace substance in environmental health, Missouri, U.S.A, University of Missouri Press.
- Desjardins R, 1997:** Le traitement des eaux. 2éme édition. Ed. Ecole polytechnique.
- Donniers. 2007 :**« Pollution chimique en Méditerranée » Cerbom. (Inserm). Nice
- Doglioli, 2010 :** Circulation Générale en Méditerranée. p 5
- Devillers J, Squilbin M, Yourassowsky C, 2005:** Qualité physico- chimique et chimique des eaux de surface, Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement, p : 1, 2, 3,4.
- Edine F, 1979 :**L'épuration biologique des eaux résiduaires. Ed. CEBEDOC, Paris, 306p.
- Encyclopedia, 1995:** Industrial chemistry, Water in Ull man's, Wiley-VCH Verlags, vol.8. Épuration. Techniques, Sciences et Méthodes, 2 : 81-118.
- Eckenfelder W.W, 1982 :** Gestion des eaux usées urbaines et industrielles. Ed. Lavoisier. Paris, 503p.
- Equinoxe n°spécial, 1990 :** Le magazine des ressources vivantes de la mer « environnement littoral ». p32 - 54.

Références bibliographique

- Faby J.A., Brissaud F, 1997** : L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation. Office
- Fischer W.,Bauchot M.L. ET Schneider M.,1987** : "Fiches F.A.O d'identification des espèces méditerranée et Mer noir (zone de pêche 37)" Révision 1 tome II : Vertébrés. FAO, Rome. P761, 1530.
- Figarella J., Leyral G., Terret M., 2001** : Microbiologie générale et appliquée. Edit. Jacques Lanore.285p
- Flint K.P., 1987**: The long- term survival of Escherichia coli in river water. Journal of applied bacteriology Vol 63, p261 - 270.
- FAO, 2011** : rapport du 6^{ème} cycle d'analyse du cadre intégré de classification de la sécurité alimentaire IPC R.D.C, 14p ;
- Forbes V. E., T.L, Forbest.L & Jean-Louis Rwiere., 1997** : Ecotoxicologie .théorie et applications. Edition Quae,Pari, p 27.
- Gauthier M., Pietri C., 1989** : Devenir des bactéries et virus entériques en mer. Microorganismes dans les écosystèmes océaniques. Edit. Masson.447p.
- Grimes S., 2003** : Bilan et Diagnostic National de la pollution marine de la côte algérienne liée à des activités menées à terre. Programme d'actions stratégiques (PAS) destiné à combattre la pollution due à des activités menées à terre et de sa stratégie opérationnelle. Final Report PAM/PAS MED/MEDPOL, 119 pp.
- Grimes S., Boutiba Z., Bakalem A., Bouderbala M., Boudjellal B ., BoumazaS., Boutiba M.,Guedioura A., Hafferssas A., Hemida F., Kaidi N., Khelifi H., Kersabi F., Merzoug A., NOUAR A., Sellali B., Sellalimerabtine H., Semroud R., Seridi H., Taleb M Z., Touabria T., 2004** : Biodiversité marine et littorale-Ed.SONATRACH-Ed.DIWAN, Alger-362p
- Galaf F et S. Ghanna M, 2003** : « Contribution à l'élaboration d'un manuel et d'un site Websur la pollution du milieu marin ». Mémoire d'ingénieur d'état. Université. Gagueur,J, and H. Kara, 2001. Limnology in Algeria. In: Wetzel, R. G. and Gopal, B. (eds), Limnology in Developing Countries, 3: 1-34.
- Gaujous D, 1995** : La pollution des milieux aquatiques. Edit. Lavoisier Techniques et documentation .Paris.2 17p.
- Gauthier M., Pietri C., 1989** : Devenir des bactéries et virus entériques en mer. Microorganismes dans les écosystèmes océaniques. Edit. Masson.447p.
- Kettab A., 1992** : Traitement des eaux : les eaux potables ; Office des publications universitaires, Ben Aknoun, Alger.

Références bibliographique

- Kies F., N.E. Taibi, 2011 :** Influences de la rivière Cheliff sur l'écosystème marin dans la zone de l'embouchure – wilaya de Mostaganem, Editions Universitaires Européennes-EUE, ISBN: 978-613-1- 58966-9, PP. 77-94
- Kassas M (1953):** Landform and plant cover in the Egyptian desert. Bull Soc Geogr d'Egypte, 26:193-206
- Joly B., Reynaud A, 2003 :** Entérobactéries : systématiques et méthodes d'analyses. Edit. Techniques et Documentation. Paris. P356.
- Hebbar, C, 2005 :** Surveillance de la qualité bactériologique des eaux de baignades cas des plages d'ainfranin et de Kristel, mémoire de magister, université d'ORAN, 228P
- Mekhalif .F, 2009 :** Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme d'eau d'appoint dans un circuit de refroidissement, Mémoire de Magister. Université de Skikda.
- Kantin, R et Pergent G, 2007 :** Gestion des écosystèmes littoraux méditerranéens (Rapport final). Ifremer,pp :1-189.
- Mayet J., 1994 :** « La pratique de l'eau, Traitements aux points d'utilisation, le Moniteur » 2 ème Edition, p382, Paris
- Lazhar Graini, 2011 :** **Contrôle** de la pollution de l'eau par méthode acousto-optique. Mémoire de magister. Université Ferhat Abbas-setif. P106.
- Leclerc H., Gailard J.L, Simonet M, 1995:** Microbiologie générale : la bactérie et le monde bactérien. Edit. Doin . 535p.
- Merabet Soumia, 2011 :** Etude comparative de deux systèmes aquatiques dans le Sahara septentrional (chott Merouane et Ain el BEIDA), environnement et signes de dégradation. Mémoire magister. Université Kasdi Merbah. Ouargla. P171.
- Mbeukam Kamgang Elisabeth, 2013 :** Evaluation de la qualité bactériologique et physico – chimique des eaux du lac municipal d'akonolinga. Département des sciences biologiques. (DI.P.E.S. II). Université de YAOUNDE I. P60.
- Miquel, M.G 2001 :** Les effets des métaux lourds sur l'environnement et al santé Rapport l'office parlementaire d'évaluation des choix scientifique et technologiques
- Mizi A, 2006 :** Traitement des eaux de rejets d'une raffinerie des corps gras région de
- Morita R Y, ET Colwell R., 1974:** Effect of the ocean environment on microbial activities. Edit. Colwell et Morita. Univ. Park Press, Baltimore.587p.
- MaurinC, 1974 :** La conchyliculture française : le milieu naturel et ses variations (première partie). Institut scientifique et technique des pêches maritimes. Nantes. P112

Références bibliographique

- Manfredi,Daniele., 1988** : Les polluants chimiques prioritaires.- Océanis, volume 14, Fasicule 6. P 629 - 638.
- Metahri Mohammed Saïd** : Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes, Cas de STEP Est de ville de Tizi-Ouzou, Thèse de doctorat, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 2012, pp 172.
- Hamed. M, Guettache. A, Bouamer. L, 2012** : **Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du Barrage Djorf-Torba Bechar. Université de Bechar 2012.**
- OMS. 2004** :*Au-delà des Nombres : Examiner les morts maternelles et les complications pour réduire les risques liés à la grossesse*, Genève.
- PNUE / OMS, 1977** : Recommandation pour la surveillance sanitaire des zones côtières à usage récréatif et des zones conchylicoles. Bureau régional de l'OMS pour l'Europe, Copenhague. P168.
- P.N.U.E, 2004** : Programme des nations unies pour l'environnement). « Mers et océans-morts ou vivants ? La mer méditerranée ». Publié par PNUE. Bruxelles. Edit. Spéciale. P16.
- PNUE / OMS, 1977** : Recommandation pour la surveillance sanitaire des zones côtières à usage récréatif et des zones conchylicoles. Bureau régional de l'OMS pour l'Europe, Copenhague. 168p.
- Pelmont,1993** :Bactéries et environnement :adaptations physiologiques. Collection Grenoble Sciences.
- Pommeuy M., Guillaud J.F., Le Guyader F., Dupray E., Cormier M., 1990.** : Le devenir de la charge bactériologique des sédiments dragués. In: Actes du séminaire international sur les aspects environnementaux liés aux activités de dragage. Nantes, 27 novembre 1989-1er décembre 1989, 65-78.
- Kacemi I M. (2006)** : Protection du littoral en Algérie entre politiques et pouvoirs locaux : le cas du pôle industriel d'Arzew (Oran - Algérie). *Vertigo, la revue électronique en sciences de l'environnement*, vol. 7, n° 3.
- Keck G. et Vernus E, 2000** : « Déchets et risques pour la santé », Techniques de l'Ingénieur, Paris, 2450p.
- Rodier J, 2009** : « (L'analyse de l'eau » 9ème édition, Dunod, Paris,
- Rodier J, 1986** : L'analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer.8ème édition, Edit. Dunod, Paris. p1365.

Références bibliographique

- Rodier J., Bazin C., Chanbon P., Broutin J.P., Champsaur H., et Rodi L., 1996 :** L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires et eaux de mer. 8^{ème} Ed. Dunod, Paris : 1383p.
- Rodier J, 2005 :** L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 8^{eme} édition: Dunod, Paris.
- Regoli F, Nigro M. & Orlando E, 1998:** Lysosomal and antioxidant responses to metals in the Antarctic scaliop *Adamusium Colbecki*. *Aquatic toxicology*: 375.
- Rodier .J .1984 :** L'analyse de l'eau, eaux,naturelles, eauxrésiduaires , eaux de mer , dunod 3ème Édition . 259P
- Sharpe M. E, 1979:** Identification of the lactic acid bacteria, identification methods for microbiologists. Skinner F.A and D.W, lovelock (Edi).Academic press (London). P1233
- Singleton P, Sainsbury D, 1984 :** Abrégé de bactériologie. Edit. Masson, Paris. 158p.
- Sari Hassiba, 2014 :** Contribution a l'étude de la qualité chimique et bactériologique de l'eau de la source « ATTAR» (TLEMCEN). Mémoire magister. Université ABOUBEKR BELKAID TLEMC. P92.
- UNEP, 2001 :** Programme des nations unies pour l'environnement.
- Vaillant J.R. 1974 :** Perfectionnement et nouveautés pour l'épuration des eaux résiduaires : eaux usées urbaines et eaux résiduaires industrielles. Ed. Eyrolles.Paris, 413p.
- Zobell C, 1946:** Marine microbiology.Edit.Mass Chronic a Botanic Company. 240p

Site web:

- https://www.researchgate.net/publication/270592202_Physicochemical_characterization_of_surface_waters_of_the_west_coast_of_Algeria_Bay_of_Mostaganem_and_Cheiff_estuary [accessed Jun 18 2018].
- www.e-sante.be
- bouillondecultures.blogspot.com
- membres.lycos.fr
- fr.wikipedia.org
- eau.tourdumonde.free.fr

ANNEXES

Annexe 01 :

Table de MC Grady du Nombre le plus probable (NPP) dans les cas du système de 3tubes par dilution (BRISOU et DENIS, 1980)

Nombre caractéristique	Nombre de microbes	Nombre caractéristique	Nombre de microbes	Nombre caractéristique	Nombre de microbes
0	0.0	201	1.4	302	6.5
1	0.3	202	2.0	310	4.5
10	0.3	210	1.5	311	7.5
11	0.6	211	2.0	312	11.5
20	0.6	212	3.0	313	16.0
100	0.4	220	2.0	320	9.5
101	0.7	221	3.0	321	15.0
102	1.1	222	3.5	322	20.0
110	0.7	223	4.0	323	30.0
111	1.1	230	3.0	330	25.0
120	1.1	231	3.5	331	45.0
121	1.5	232	4.0	332	110.0
130	1.6	300	2.5	333	140.0
200	0.9	301	4.0		

Annexe : 2

Composition des milieux de culture Annexe 1 :

1. Milieu BCPL : (Louis. J)

Formule Bouillon lactosé ou pourpre bromocrésol.

Peptone 5 g

Extrait de viande 2 g

Lactose 5 g

Pourpre de bromocrésol 25 mg

Eau D 1000 ml

PH 6,9

Répartir à raison de 10 ml par tube avec cloche de Durham. Stérilisation à 115°C pendant 20 minutes.

2-Milieu de ROTHE :(Louis. J)

Formule Bouillon glucosé à l'acide de sodium.

Peptone 20 g

Glucose 5 g

Chlorure de sodium (NaCl) 5 g

Phosphate bipotassique (KH₂PO₄) 2,7 g

K₂HPO₄ 2,7 g

Azithydrate de sodium 0,2 g

Eau D 1000 ml

PH final 6,8-7

Stériliser à 121°C pendant 20 minutes.

Pour obtenir le milieu de ROTHE « simple concentration », mettre 35,6g de milieu déshydraté dans un litre d'eau distillée, répartir à l'autoclave à 115°C pendant 20 min.

3. Milieu de LITSHY : (Louis. J)

Formule Bouillon glucosé à l'éthyle violet et à l'Acide de sodium.

Peptone 20 g

Glucose 5 g

Chlorure de sodium (NaCl) 5 g

Phosphate bipotassique (KH₂PO₄) 2,7 g

K₂HPO₄ 2,7 g

Azithydrate de sodium 0,3 g

PH final 6,8-7

-Préparation :

Mettre 35,7 g de milieu déshydraté dans un litre d'eau distillée .mélanger soigneusement juster, si nécessairement, le pH à 6,8-7, repartir à raison de 10 ml par tube.

Stérilisation à l'autoclave à 115°C pendant 20 minutes. Milieu de GN : (Louis. J)

-Formule gélose nutritive

Peptone 5g

Extrait de viande 2g

Extrait de levure 1g

NaCl 5g

Agar-agar 15g

PH final 7

-Préparation :

Mettre en suspension 28grammes du milieu dans un litre d'eau distillée. Chauffer en agitant fréquemment et faire bouillir.

4. Milieu VRBG : (louis.J)

Formule gélose glucosée biliée au cristal violet et au rouge neutre

Glucose 10g

Digeste de gélatine 7g

NaCl 5g

Extrait de levure 3g

Sales bilaires 1.5g

Rajo netro 0.03g

Cristal violet 0.002

Agar-agar 15g

-Préparation :

Suspendre 41.5g de milieu dans un litre d'eau distillée bien mélanger et faire bouillir en agitant fréquemment

5. Milieu GC : (louis.J)

Formule

Tryptone 10g

Extrait de viande 5g

Extrait de levure 5g

Chlorure de lithium 5g

Mannitol 20g

NaCl 5g

Glycine 1.2g

Pyrovate de sodium 3g

Eau distillée 1l

-Préparation :

Mettre en suspension 54.2g de milieu dans un litre d'eau distillée bien mélanger.chanffer jusqu'à dissolution complète.

6. Milieu Chapman : (louis.J)

Formule

Tryptone 5g

Extrait de levure 3g

Extrait de viande 3g

NaCl 70g

Peptone 10g

Rouge phénol 0.05g

Agar-agar 18g

-Préparation :

Dissoudre 119.05g dans un litre d'eau distillée Milieu OGA : (louis.J)

Formule Gélose glucosée à l'oxytétracycline

Peptone 10g

Extrait de levure 5g

Agar-agar 15g

-Préparation :

Mettre en suspension 30g de milieu dans un litre d'eau distillée **bien mélangé et la faire bouillir en agitant fréquemment jusqu'à dissolution complète.**

Annexe 3 :



Spectrophotomètre



étuve



Plaque chefeu



balance



DCO mètre