



DEPARTEMENT DE SCIENCE ET DE LA MER ET DE L'AQUACULTURE

N°/SNV/2018

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par :

BENDERBOUZ HOUARIA & FELAHI KARIMA

Pour l'obtention du diplôme de

**MASTER EN HYDROBIOLOGIQUE MARINE ET
CONTINENTALE**

Spécialité: Exploitation et Protection des Ressources Marine Vivantes

& Ressources Halieutique et Exploitation Durable.

THÈME

*Contribution a L'Etude Physico-chimique et
Microbiologique des eaux de baignades
(Salamandre _ Stidia)*

Soutenu publiquement le **04/07/2018**

DEVANT LE JURY

Présidente	M me. BOURSALLIS	M.C.B. Univ. Mostaganem
Encadreur	M me. BILAMI	M.A.A. Univ. Mostaganem
Examineurs	Melle OULHIZ	M.A.B. Univ. Mostaganem

Thème réalisé au laboratoire de l'Université Abdelhamid IbnBadis &L'ADE

REMERCIEMENTS

Nous remercions Allah tout puissant de nous avoir donné la volonté et le courage de mener à bien ce travail.

Nous tenons à remercier vivement notre encadreur d'avoir accepté de diriger ce travail et pour leurs précieux conseils et leurs encouragements durant le déroulement de ce travail.

Nos vifs remerciements s'adressent à tous les membres de jury qui nous avons fait l'honneur d'examiner ce travail.

Nos vifs remerciements à tous les enseignants du département des ressources halieutiques

Nous remercions également le personnel de laboratoires d'ADE

En fin, nous ne remercions toute personne ayant contribué à l'élaboration de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce Travail

*A mes chers parents, ma mère, et mon père pour leur
patience, leur amour, leur soutien*

A mon encadreur

A mes enfants Adem et Rafif

A mon mari Mohamed

A toute ma famille Fellahi et Bensaad

*A mon binôme Houaria qui a partagé avec moi les bons
et les durs moments*

A tout(e)s mes ami(e)s de laboratoire

Karima

Dédicace

*A ceux que j'aime et surtout qui m'aiment Je dédie ce modeste
Travail à :*

A mon père, et ma mère

A mon encadreur

A mes chères Filles Meriem, Amina, Sara

A mon marie Sidahmed

A toute ma famille Benabdi, Benderbouze

*A mon binôme Karima qui a partagé avec moi, les bons et les
durs moments*

A tout(e)s mes ami(e)s particulièrement mes amis de laboratoire

*A toute personne qui a contribué à la réalisation de ce manuscrit
de près ou de loin.*

Houaria

Liste d'abréviation

EDTA : Éthylène Diamine Tétracétique.

HCL : Acide chlorhydrique.

NaOH: D'hydroxyde de sodium.

nm : Nanomètre.

NPP : Nombre le plus probable.

NTU : nephlo turbidité unite.

O₂ : Dioxyde d'oxygène.

OMS : organisation mondiale de santé.

OMS: Organisation mondiale de la sante.

pH : Potentiel d'hydrogène.

S/C : simple concentration.

TAC: Titre alcalimétrique complet.

TDS: Solides totaux dissous.

TGEA : glucose tryptonée à l'extrait d'agar.

TH: Titre hydrométrique.

VBL: bouillon lactose au vert brillant.

WOH: world organization Heath.

μS: micro Siemens.

DCO : La demande chimique en oxygène.

DBO₅:La demande biochimique en oxygène.

BCPL : bouillon lactosé au poupre de bromocrésol

EDTA : Sel dissodique d'acide éthylène diamine tetracétique

Liste des figures

Figure 1 :	Cycle biogéochimique de l'eau.....	08
Figure 2 :	Sources des principaux polluants des milieux aquatiques...	12
Figure 3 :	Transfert et de bioaccumulation de la dioxine dans une chaîne alimentaire.....	13
Figure 4 :	Pollution d'origine industrielle (cas d'Arzew).....	14
Figure 5	Les polluants solides.....	16
Figure 6 :	Pollution par les hydrocarbures dans le port d'Alzew.....	19
Figure 7 :	Impact des hydrocarbures sur les ressources halieutiques....	20
Figure 8 :	Un guillemot mazouté et un pingouin mort.....	21
Figure 9 :	La plage de Stidia.....	46
Figure 10 :	La plage de Salamandre.....	47
Figure 11 :	Histogramme de la variation du pH au niveau de Salamandre et Stidia.....	66
Figure 12 :	Histogramme de la variation de la DCO (mg/l) au niveau de Salamandre et Stidia.....	68
Figure 13 :	Histogramme de la variation de la DBO ₅ (mg/l) au niveau de Salamandre et Stidia.....	69
Figure 14 :	Histogramme de la variation des Nitrates NO ₃ ⁻ (mg/l) au niveau de Salamandre et Stidia.....	71

Figure 15 :	Histogramme de la variation des Nitrites NO_2^- (mg/l) au niveau de Salamandre et Stidia.....	72
Figure 16 :	Taux des coliformes totaux pour la plage de Salamandre et stidia.....	76
Figure 17 :	Taux des coliformes fécaux pour la plage de Salamandre et stidia.....	77
Figure 18 :	Taux de Streptocoques fécaux dans la plage de Salamandre et stidia.....	78

Liste des tableaux

Tableau 1	Composition isotopique moyenne de l'eau	4
Tableau 2	Principales constantes physiques de l'eau pure	6
Tableau 3	Classification des eaux des plages algériennes selon le degré de pollution	33
Tableau 4	Grille de la qualité des eaux superficielles.	42
Tableau 5	Les matériels et les réactifs utilisés	48
Tableau 6	la variation du PH de l'eau de mer au niveau de Salamandre et Stidia	66
Tableau 7	la variation de la DCO (mg/l) au niveau de Salamandre et Stidia	67
Tableau 8	la variation de la DBO ₅ (mg/l) au niveau de Salamandre et Stidia	69
Tableau 9	La variation des nitrates NO ₃ ⁻ (mg/l) au niveau de Salamandre et Stidia	68
Tableau 10	variation des nitrites NO ₂ ⁻ (mg/l) au niveau de Salamandre et Stidia	70
Tableau 11	Qualité requise des eaux de baignade.	75
Tableau 12	La concentration bactérienne pour la plage de Salamandre et Stidia	76
Tableau 13	Résultats des paramètres physico – chimiques de l'eau des plages de la Salamandre et Stidia (moyenne)	

Table des Matières

Dédicace	
Remerciements	
Résumé	
Liste des figures	
Listes abréviation	
Introduction générale	1
I. Généralités sur l'eau	3
I.1. Généralités	3
I.2. Définition :	3
I.3. Composition de la molécule d'eau :	4
I.4. Différents états de l'eau.....	5
I.5. Propriétés physico-chimiques de l'eau :	5
I.5.1. Propriétés physiques de l'eau :	5
I.5.2. Propriétés chimiques de l'eau :	7
I.6. L'eau dans la nature :	7
I.6.1. Cycle de l'eau :	7
I.6.2. eaux de baignade	8
I.6.3. Qui est responsable sur la qualité de l'eau de baignade	8
II. La pollution de l'écosystème marin.....	9
II.1. Définition de la pollution de l'eau de mer.....	9
II.2. Sources et cheminement des polluants	11
II.2.1. Sources des principaux polluants des milieux aquatiques.....	11
II.2.2. Cheminement des polluants dans les milieux aquatiques	12
II.3. Différentes formes de pollution	15
II.3.1. La pollution physique	16

II.3.2.	La pollution chimique.....	18
II.3.3.	Pollution organique.....	24
II.4.	Conséquences de la pollution du milieu marin.....	26
II.4.1.	Conséquences sanitaires.....	26
II.4.2.	Conséquences écologiques.....	27
II.4.3.	Conséquences esthétiques.....	27
II.4.4.	Conséquences économiques.....	27
II.4.5.	Conséquences agricoles.....	28
II.5.	La lutte contre la pollution des eaux.....	28
II.5.1.	L'épuration biologique, les principaux procédés.....	28
II.5.2.	L'épuration physico-chimique.....	30
III.	La cote algérienne	32
III.1.1.	Le fonctionnement de L'écosystème marin côtier.....	32
III.1.2.	Circulation des eaux et hydrologie dans le bassin algérien.....	32
III.1.3.	Etat du milieu ct du littoral d'Algérie.....	32
III.2.	la wilaya de Mostaganem.....	34
III.2.1.	présentation.....	34
III.2.2.	la pollution côtière a Mostaganem.....	34
III.2.3.	Les eaux usées.....	36
IV.	Paramètres Physico-chimiques et Biologiques	39
IV.1.	Paramètres physico-chimiques.....	39
IV.1.1.	Paramètres physiques.....	39
IV.1.2.	Paramètres chimique.....	40
IV.1.3.	Paramètres de pollution.....	41
IV.1.4.	Evaluation de la qualité des eaux.....	41

IV.2.	Paramètres biologiques et bactériologiques	43
IV.2.1.	Paramètres biologiques.....	43
IV.3.	Paramètres bactériologiques	43
V.	Matériels et méthodes	46
V.1.	Présentation et site d'étude	46
V.2.	Matériels et appareillages d'analyse	48
V.3.	Méthodologies.....	48
V.3.1.	Echantillonnages.....	49
V.3.2.	Méthodes d'analyses physicochimiques	49
V.3.3.	Technique d'analyse bactériologique	62
VI.	Résulta et discussion.....	66
VI.1.	Les paramètres physico-chimiques	66
VI.1.1.	Variation du PH au niveau de Salamandre et Stidia	66
VI.1.2.	Variation de la DCO (mg/l) au niveau de Salamandre et Stidia	67
VI.1.3.	Variation de la DBO ₅ (mg/l) au niveau de Salamandre et Stidia	69
VI.1.4.	Variation des nitrates NO ₃ ⁻ (mg/l) au niveau de Salamandre et Stidia	70
VI.1.5.	Variation des nitrites NO ₂ ⁻ (mg/l) au niveau de Salamandre et Stidia	72
VI.2.	les résultats des analyses microbiologiques	74
VI.2.1.	Les paramètres Microbiologiques pour la plage de Salamandre et stidia ...	75
VI.2.2.	Interprétation des résultats.....	79

Résumé :

La mer a été toujours considérée comme un réceptacle universel de toutes les formes de pollution générée par les activités humaines ont entraînés systématiquement une pollution physico-chimique et bactérienne au niveau du littoral, ainsi il se crée un déséquilibre écologique et des manifestations pathogènes et épidermes. L'objectifs de notre travail est dévaluer la qualité physico-chimique des eaux de baignades pour protéger la santé humaine .On a évaluer la qualité de deux plage Salamandre et Stidia durant trois mois :Mars-Avril-Mai, toute en effectuant l'analyse des paramètres physico-chimique(PH,Turb,Cond,Nitrite,Nitrate,DBO,DCO5) et des paramètres microbiologiques (Coliformes Fécaux ,Coliforme totaux et Streptocoque).

L'ensemble des résultats recueillis des eaux de baignade au niveau de la plage de Stidia et Salamandre sont inférieurs aux valeurs impératives fixé, et présente globalement une qualité bonne à acceptable.

Les résultats obtenus ont permis de conclure que la température est saisonnière inférieure à 21°C, et un pH alcalin entre 7,93 à 8,45 ; la conductivité électrique traduit une minéralisation assez forte. Le taux d'oxygène dissous entre 5 mg/l et 7mg/l dans Stidia reflètent des eaux bien oxygénées, et Le taux faible d'oxygène dissous de 0.23mg/l à 3 mg/l dans la plage salamandre, traduit une eau de qualité mauvaise. Les teneurs des DBO5 indiquent une eau de bonne qualité dans la plage de Stidia (6-9 mg/l) et des DBO5 élevée, des eaux de la salamandre (19,01 -22,12) traduisant une eau de acceptable qualité. Bien que, la DCO et les teneurs, les nitrates et les nitrites traduisent une eau de bonne qualité. Cependant, les analyses bactériologiques, elles montrent l'absence de la plus part des germes pathogènes (Salmonelle).

Mot clés : les eaux de baignades, pollution microbienne, pollution physico-chimique.

Abstract

The sea has been always considered as a universal receptacle of all the forms of pollution generated by the human activities systematically carried out a physicochemical and bacterial pollution at the level of the littoral, thus an ecological imbalance and pathogenic and epidermal manifestations are created. The objective of our work is to devalue the physicochemical quality of the sea. To protect human health we have evaluated the quality of two beach Salamandre and Stidia during three months from March to May, with performing the analysis physico-chemical parameters (PH, Turb, Cond, Nitrite, Nitrate, BOD, COD5) and microbiological parameters (Fecal Coliforms, Total Coliforms and Streptococcus).

The overall results of bathing waters at the beach of Stidia and Salamandre are below the mandatory values set and generally present a good to acceptable quality.

The results obtained made it possible to conclude that: the temperature is seasonal lower than 21 ° C, and an alkaline pH between 7.93 & 8.45; the electrical conductivity translates a fairly strong mineralization. The dissolved oxygen level between 5 mg / l and 7mg / l in Stidia reflect well-oxygenated waters, and the low dissolved oxygen level between 0.23mg / l & 3 mg / l in the salamander range, translates to adequate quality. DBO5 levels indicate good quality water in the Stidia with the range (6-9 mg / l) and high DBO5 salamander waters (19.01-22.12) resulting in acceptable water quality. Although, the COD and the contents of the nitrates with the nitrites translate to a good quality of water. However, the bacteriological analyzes, they show the absence of most pathogenic germs (Salmonella).

Key words: bathing water, microbial pollution, physico-chemical pollution.

Introduction

Introduction

Le littoral est une zone fortement convoitée ou s'exprime et converge la plus part des pressions liées à l'activité humaine, sur l'espace, les milieux et les ressources biologiques ; la pollution des eaux engendrée par les effluents.

La qualité des eaux littorales dépend de nombreuses activités humaines, qui se trouvent. Tout d'abord, sur l'ensemble du territoire du fait des apports telluriques diffus par les fleuves; puis, dans les zones proches du rivage par apports directs, diffus ou ponctuels (lessivage des terres agricoles, rejets urbains et industriels,...) ; et enfin, en mer (dégazages, perte de marchandises, accidents, dragages,...) (**Ifen, 2008 ; SOeS, 2011**).

Ainsi, ces dernières années, la forte urbanisation, le tourisme, ainsi que la démocratisation des activités aquatiques ont entraînés une augmentation de la fréquentation du littoral méditerranéen. En effet, la destination « mer » devance de loin toutes les autres (montagne, désert, musée, ...) notamment en Algérie, où durant la saison estivale, la baignade est l'activité récréative la plus pratiquée.

La baignade est une activité de loisir très pratiquée en Algérie, qui représente un facteur de santé, mais est devenue également un élément important de développement touristique.

Cette activité peut cependant comporter certains risques pour la santé liés notamment à la qualité de l'eau (**RODIER. J et al, 1997**).

La qualité de l'eau de baignade est régie par un certain nombre de directives et de décrets, algériens et européens, qui délimitent deux types de valeurs seuils, à savoir les valeurs guides et les valeurs limites. Celles-ci permettent de définir deux catégories de qualité des zones de baignade : les zones de bonne qualité et les zones de moyenne voire mauvaise qualité (**OUAMANE S, 2014**)

Le risque lié à la baignade est principalement lié à la présence de micro organismes, ces derniers, tels que bactéries et virus, sont susceptibles, après ingestion ou contact direct avec la peau et les muqueuses, de provoquer des maladies comme les gastroentérites, ou des affections respiratoires et cutanées (**RODIER. J et al, 1997**).

La qualité microbiologique des eaux de baignade est régie en Algérie par le décret exécutif n° 93-164 du 10 juillet 1993 qui définit deux valeurs seuils (valeurs guides et valeurs limités) correspondant à deux catégories, de bonne qualité et d'une qualité acceptable.

La pollution permanente est liée aux rejets industriels, aux eaux usées d'origine urbaine, à l'emploi des pesticides et des engrais dans l'agriculture il s'y ajoute la pollution exponentielle aux déversements intempestifs ou aux accidents de transport.

Pour essayer de comprendre les problèmes liés à la pollution des eaux du littorales au niveau de la wilaya de Mostaganem, on a entrepris ce travail qui concernera à la fois la qualité microbiologique et physico-chimique de l'eau de mer au niveau de la plage de Stidia et Salamandre. Cette étude est basée sur les analyses Physico-chimiques, Biologique et Bactériologique de l'eau de mer des deux plages.

La première étant consacré à l'analyse physico-chimique qui concerne la mise en évidence des éléments ou composés pouvant semblés étrangers au milieu marin et surtout des modifications de la composition normale de l'eau liée en grande partie à l'activité humaine.

La deuxième concerne l'analyse biologique et bactériologique. Les paramètres bactériologiques et biologiques identifient les micro-organismes présents dans le milieu et donnent une estimation de leur Concentration (**SARI H., 2014**).

Chapitre I :

GENERALITE SUR

L'EAU

I. Généralités sur l'eau

I.1. Généralités

Dans notre planète bleue, l'eau et la vie sont indissociables. L'eau se trouve partout, elle est en effet le constituant majeur de la matière vivante à la surface du globe.

L'eau existe sous de multiples aspects, sous forme de pluie, de cours d'eau, de vapeur, de nuages... Elle est partout, la plus grande quantité est retenue dans les mers, les océans et dans les nappes souterraines.

En plus de l'eau sous sa forme libre à la surface de la terre et de glace dans les glaciers, l'eau est l'un des composants majeurs de l'atmosphère et des organismes vivants, dont elle constitue de 50 à 90 % du poids.

I.2. Définition :

L'eau fait partie de notre environnement naturel tout comme l'air que nous respirons et la terre qui nous porte et nous nourrit, elle constitue un des aliments familiers de notre vie quotidienne **(rio, 1999)**.

L'un des quatre éléments qu'Aristote définit avec le feu, l'air et la terre pour décrire l'univers, l'eau détermine en grande partie les paysages et les climats de notre globe. Elle est souvent synonyme de vie ou de mort car elle est une composante essentielle de la structure et du métabolisme de tous les êtres vivants **(Friedli, 2002)**.

En plus, l'eau est la matière la plus importante pour l'existence de l'homme donc elle est indispensable pour la survie et le développement des sociétés modernes **(Kettab, 1992)**.

I.3. Composition de la molécule d'eau :

Bien que formule H₂O soit relativement simple, il existe de très nombreuses combinaisons possibles des éléments hydrogène et oxygène qui comportent chacun plusieurs isotopes.

L'eau pure est donc un mélange de plusieurs molécules, chimiquement identiques, mais ayant des propriétés physiques distinctes. Cependant, l'eau ordinaire est constituée essentiellement de molécules H₂¹⁶O, comme le montre le (tableau 1) qui donne la composition isotopique moyenne de l'eau (**Jean-Claude Boeglin, 2001**)

Tableau 1-Composition isotopique moyenne de l'eau (Jean-Claude Boeglin, 2001)

Molécule	Abondance relative (% en masse)
¹ H ₂ ¹⁶ O	99,70
² H ₂ ¹⁶ O ou D ₂ O	0,000002
³ H ₂ ¹⁶ O ou T ₂ O	Traces
¹ H ₂ ¹⁸ O	0,20
¹ H ₂ ¹⁷ O	0,04
¹ H ² H ¹⁶ O ou HDO	0,03

I.4. Différents états de l'eau

Comme pour la plupart des corps, l'eau peut se présenter sous trois états ou phases : solide (glace), liquide (eau proprement dite), et gazeux (vapeur d'eau). Ces trois phases coexistent dans la nature, toujours observables deux à deux, et plus ou moins en équilibre :

Eau-glace, glace-vapeur, eau-vapeur, selon les conditions de température et de pression. Il existe cependant un point, dit point triple pour lequel les trois phases sont rigoureusement en équilibre, à la température de 0,01 °C et sous une pression de 4,6 mm Hg (613 Pa) (**Jean-Claude boeglin, 2001**)

I.5. Propriétés physico-chimiques de l'eau :**I.5.1. Propriétés physiques de l'eau :**

Les valeurs des principales constantes physiques de l'eau sont rassemblées dans le tableau 2. Le caractère polaire de la molécule d'eau est à l'origine d'association possibles entre les molécules d'eau ; il donnera lieu à bien des anomalies physiques que nous signalons brièvement (**Jean-Claude boeglin, 2001**)

Tableau 2 : Principales constantes physiques de l'eau pure (Jean-Claude boeglin, 2001):

Eau liquide	
Température d'ébullition sous 760 mm Hg (101 325,02 Pa)	100%
Capacité thermique massique à 15°C	4,186 8 j .g ⁻¹
Enthalpie de vaporisation à 100°C	2252,5 j. g ⁻¹
Conductivité thermique à 20°C	5,98 mW. cm ⁻¹ . K ⁻¹
Résistivité à 20°C	cm
Permittivité relative	80
Indice de réfraction pour la raie D à 10°C	1,333
Masse volumique à 4°C	1 g .cm ⁻³ (par définition)
Eau solide	
Température de fusion	0°C (par définition)
Capacité thermique massique	2,093 4 j. g ⁻¹
Enthalpie de fusion sous 760 mm Hg (101 325 ,02Pa)	333,27 j. g ⁻¹
Tension de vapeur à 0°C	877,128 Pa
ε _m t t e l a t e	3,26
Indice de réfraction pour la raie D	1,309 07
Densité (par rapport à l'eau à 4°C)	
Eau vapeur	
Conductivité thermique à 100°C	0,231mW .cm
Densité par rapport à l'air	0 ,62337
Indice de réfraction pour la raie D à 100°C	1 ,00259

I.5.2. Propriétés chimiques de l'eau :

L'eau est un excellent solvant, donc facilement polluée le processus de dissolution d'une Substance est une destruction de sa cohésion interne, cette dernière est due à des forces inter atomique et intermoléculaire. La solubilité des gaz, des liquides et des solides est la principale cause de la pollution (**Fancoie. R, 1998**)

I.6. L'eau dans la nature :

I.6.1. Cycle de l'eau :

Le cycle de l'eau est le résultat des échanges entre les différents réservoirs d'eau des océans, des fleuves, des lacs, des glaces, de l'atmosphère, des nappes, des végétaux.....etc. La plus grande partie de l'eau se trouve dans les océans et les mers. Sur les continents, en comparaison, les glaces et les eaux souterraines sont majoritaires L'atmosphère n'en contient, en comparaison, qu'une petite quantité, mais elle a une importance considérable car elle est sans échange avec les autres réservoirs.

L'atmosphère acquiert son humidité par évaporation des océans, des rivières et des sols humides ou par transpiration des plantes. La condensation, à l'origine des brouillards, des nuages et des pluies, est le passage de la vapeur d'eau atmosphérique à l'état de liquide associé à un dégagement de chaleur. Elle se produit lorsque l'atmosphère est saturée en vapeur d'eau.

Les précipitations se produisent lorsque les gouttelettes (eau liquide) ou les cristaux (eau solide, glace) ont atteint une taille et un poids suffisant pour vaincre le mouvement ascendant de l'air (**GENEVE, 1998**). L'eau peut participer à des réactions d'oxydoréduction.



Si les basses couches de l'atmosphère sont froides, l'eau se précipite sous forme de neige. Au sol, l'eau rejoint un nouveau réservoir et une circulation plus ou moins complexe, le cycle recommence (**Fig.1**)

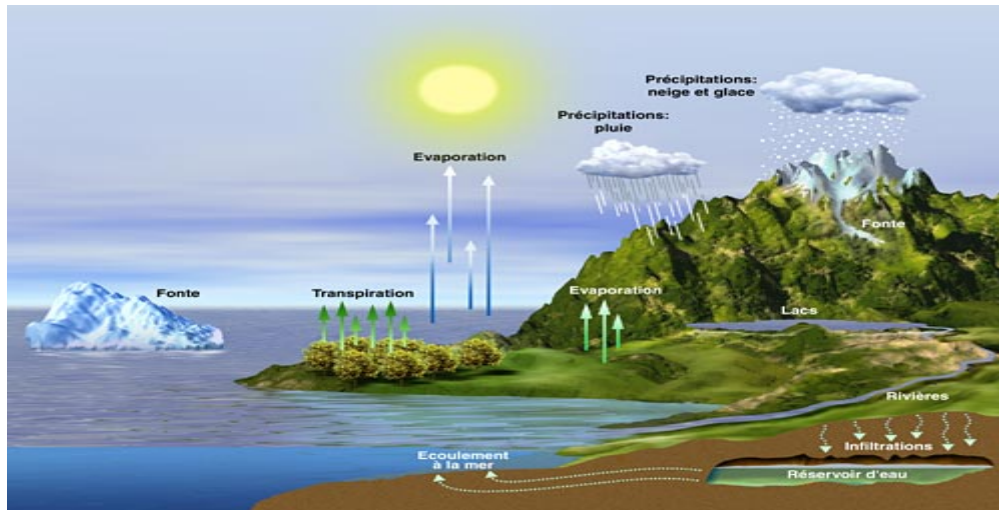


Figure 1 : Cycle biogéochimique de l'eau (Genève, 1998)

I.6.2. Eaux de baignade

La législation algérienne définit les eaux de baignade par « les eaux ou parties de celles-ci douces, courantes ou stagnantes ainsi que l'eau de mer, dans lesquelles la baignade est autorisée ou n'est pas interdite et habituellement pratiquée par un nombre important de baigneurs », et les zones de baignade par « l'endroit où se trouvent les eaux de baignade ». (**Décret exécutif n° 93-164 du 10 juillet 1993 définissant la qualité requise des eaux de baignade**).

Zone de baignade, l'endroit où se trouvent les eaux de baignade.

I.6.3. Qui est responsable sur la qualité de l'eau de baignade ?

Le contrôle, qui incombe au Ministère de la Santé publique, est organisé par l'agence nationale pour la protection de l'environnement (A.N.P.E), est chargé d'effectuer les opérations de la surveillance de la qualité des eaux de baignade et ce en liaison avec les organismes institutions concernés (**J. O. R. A. D. P, 1993**).

CHAPITRE II :

LA POLLUTION DE L'ECOSYSTEME

II. La pollution de l'écosystème marin

II.1. Définition de la pollution de l'eau de mer

On peut définir la pollution comme une modification défavorable du milieu naturel qui apparaît en totalité ou en partie comme un sous-produit de l'action humaine, au travers d'effets directs ou indirects altérant les caractéristiques de température, de pH, de teneur en oxygène, d'énergie, des niveaux de radiation, de la constitution physico-chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes (GAUJOUS. D, 1995).

La pollution de l'eau est une altération qui rend son utilisation dangereuse et ou perturbe l'écosystème aquatique. Elle peut concerner les eaux superficielles (rivières, plans d'eau) et/ou les eaux souterraines (COULET. M, 2005). Elle a pour origines principales :

- L'activité humaine,
- Les industries,
- l'agriculture,
- Les décharges de déchets domestiques et industriels.

Elle se manifeste principalement, dans les eaux de surface, par:

❖ Une diminution de la teneur en oxygène dissous

Les matières organiques, essentielles à la vie aquatique en tant que nourriture, peuvent devenir un élément perturbateur quand leur quantité est trop importante. En effet, elles vont être dégradées par des bactéries et consommer naturellement de l'oxygène dissous des rivières, privant ainsi les organismes aquatiques.

Parmi les substances qui entraînent une importante consommation d'oxygène, notons en particulier les sous-produits rejetés par l'industrie laitière, le sang rejeté par l'industrie de la viande, les déchets contenus dans les eaux usées domestiques.

Cette diminution de l'O₂ dissous peut provoquer dans certains cas des mortalités importantes de poissons (COULET. M, 2005).

❖ La présence de produits toxiques

Rejetées sous différentes formes, ces substances provoquent des effets qui peuvent être de deux formes :

- ✓ Effet immédiat ou a court terme conduisant a un effet toxique brutal et donc a la mort rapide de différents organismes.
- ✓ Effet différé ou a long terme, par accumulation au cours du temps, des substances chez certains organismes.

La plupart des produits toxiques proviennent de l'industrie chimique, de l'industrie des métaux, de l'activité agricole et des décharges de déchets domestiques ou industriels (COULET. M, 2005).

La pollution des eaux de surface se manifeste également par :

- Une prolifération d'algues

Bien que la présence d'algues dans les milieux aquatiques soit bénéfique pour la production d'oxygène dissous, celles-ci peuvent proliférer de manière importante et devenir extrêmement gênantes en démarrant le processus d'eutrophisation. Les algues se nourrissent de matières minérales : phosphore sous forme de phosphate, ainsi qu'azote (ammonium, nitrates et azote gazeux), carbone (gaz carbonique) et d'autres éléments minéraux. La présence excessive de ces éléments est essentiellement liée aux activités humaines, a l'agriculture et a l'Industrie (COULET. M, 2005).

❖ Une modification physique du milieu récepteur

Le milieu peut être perturbé par des apports aux effets divers :

- Augmentation de la turbidité de l'eau (ex. lavage de matériaux de sablière ou de carrière),
- Modification de la salinité (ex. eaux d'exhaure des mines de sel),

- Augmentation de la température (ex. eaux de refroidissement des centrales nucléaires).

❖ La présence de bactéries ou virus dangereux

Les foyers domestiques, les hôpitaux, les élevages et certaines industries agro-alimentaires rejettent des germes susceptibles de présenter un danger pour la santé. L'ensemble des éléments perturbateurs parvient au milieu naturel de deux façons différentes :

- Par rejets bien localisés (villes et industries) à l'extrémité d'un réseau d'égout,
- Par des rejets diffus (lessivage des sols agricoles, des aires d'infiltration dans les élevages, décharges...)
- L'introduction de rejets dans le sous-sol provoque une pollution des eaux souterraines qui est caractérisée par :
 - Une propagation lente et durable (une nappe est contaminée pour plusieurs dizaines d'années)
 - Une grande difficulté de résorption ou de traitement (COULET. M, 2005).

II.2. Sources et cheminement des polluants

Les polluants de l'environnement sont d'origine et de nature très diverses et n'ont pas tout le même impact sur les milieux aquatiques (INRA, 2004)

II.2.1. Sources des principaux polluants des milieux aquatiques

Les activités humaines sont l'origine de l'émission d'une grande variété de polluants dont la plupart se retrouve finalement dans les milieux aquatiques. En dehors de points de rejets clairement identifiés (pollution ponctuelle), il existe une pollution issue d'une multitude de petites sources ou de la dispersion à grande échelle de certaines substances (pollution diffuse).



Figure 2 : Sources des principaux polluants des milieux aquatiques (INRA, 2004).

Selon leur nature et leur origine, les polluants peuvent concerner des zones géographiques réduites (pollution locale) ou être transportés dans l'eau ou l'atmosphère et contaminer l'ensemble de la planète (pollution globale). La très grande majorité des polluants est entraînée par ruissellement et drainage dans les cours d'eaux et par infiltration dans la nappe phréatique où ils ont même pu être entraînés à de grandes distances de leur point d'émission (INRA, 2004)

❖ Une grande variété de polluants

Les activités humaines sont à l'origine de polluants de nature :

- **Physique** : matières en suspension, eau chaude, éléments radioactifs. ..
- **Organique** : organismes et déchets en décomposition
- **Biologique** : bactéries, virus, champignons.
- **Chimique** : engrais et fertilisants, hydrocarbures, pesticides, métaux, détergents, solvants, médicaments, produits vétérinaires (INRA, 2004).

II.2.2. Cheminement des polluants dans les milieux aquatiques

Dans les milieux aquatiques, les polluants peuvent suivre différents trajets, plus ou moins longs. Certains polluants sont dégradés très rapidement par des réactions

chimiques, sous l'effet de la lumière, ou encore grâce à l'intervention de micro-organismes (biodégradation).

D'autres polluants, dits persistants, contaminent durablement les milieux aquatiques, soit en restant dans l'eau et surtout dans les sédiments, soit en passant dans les organismes vivants et, dans certains cas, en s'accumulant dans les chaînes alimentaires (bioaccumulation).

La capacité d'autoépuration d'un écosystème aquatique dépend de sa structure physique, de sa composition biologique (nombre d'espèces présentes) et de son fonctionnement (INRA, 2004)



Figure 3 : Transfert et bioaccumulation de la dioxine dans une chaîne alimentaire (INRA, 2004)

a. La pollution domestique

C'est une pollution due principalement aux rejets domestiques (eaux domestiques, eaux collectives de lavage, huiles de vidange, médicaments périmés, matières fécales..etc.). Elle est liée aux grandes concentrations urbaines.

Les eaux usées des habitations et des commerces entraînent la pollution urbaine de l'eau. Les polluants urbains sont représentés par les déchets domestiques, les eaux d'égouts, les restes d'aliments, les déversements d'abattoirs, les déversements

hospitaliers, les lessives, les détergents, les insecticides, les hydrocarbures, les déchets de la petite industrie et divers produits toxiques dont se débarrassent les habitants d'une agglomération. Le flot déversé est très variable en fonction de l'importance de l'agglomération et de son activité (**HEBBAR. C, 2005**).

Elles peuvent être responsables de l'altération des conditions de transparence et d'oxygénation de l'eau, ainsi que du développement de l'eutrophisation dans les rivières (**COULET. M, 2005**).

b. La pollution industrielle:

Les effluents industriels peuvent causer des pollutions organiques (industries agroalimentaires, papeteries), chimiques (tanneries, usines textiles, travaux des métaux...) ou physiques (réchauffement par les centrales thermiques, matières en suspension des mines ou de la sidérurgie, radioactivité...) (**COULET. M, 2005**).

Il s'agit de différents déchets provenant des industries diverses qui sont principalement installées au niveau du rivage à la fois pour se débarrasser des déchets directement et pour faire refroidir leurs machines (industrie alimentaire, Industrie agricole, Tannerie et textile, Papeterie, Industrie physique, Industrie chimique, Industrie pétrochimique) (**HEBBAR. C, 2005**).



Figure 4: Pollution d'origine industrielle (cas d'Arzew) (**HEBBAR. C, 2005**).

Ce type de pollution peut avoir un effet toxique sur les organismes vivants et nuire au pouvoir d'autoépuration de l'eau, ou causer l'accumulation de certains éléments dans la chaîne alimentaire (métaux, pesticides, radioactivité...etc.) (COULET. M, 2005)

L'impact des rejets industriels sur la qualité de l'eau est fonction de leur affinité avec l'oxygène, de la quantité de solides en suspension, et de leurs teneurs en substances organiques et inorganiques. Dans le meilleur des cas, une première étape d'épuration se fait sur le site même de production, le reste des eaux usées étant ensuite dirigé vers les systèmes de traitement municipaux. Malheureusement, pour de nombreuses unités de production, les eaux usées retournent dans un cours d'eau sans traitement préalable, on insuffisamment assainies (GUILLAUD, 1990).

c. La pollution agricole

Se développe depuis que l'agriculture est entrée dans un stade d'intensification, surtout dans le domaine des cultures labourées (sur fertilisation, traitements excessifs, érosion des sols).

L'élevage et l'agriculture sont responsables du rejet de nombreux polluants organiques et inorganiques dans les eaux de surface et souterrains. Ces contaminants comprennent à la fois des sédiments provenant de l'érosion des terres agricoles, des composés phosphorés ou azotés issus des déchets animaux et des engrais commerciaux, notamment des nitrates (HEBBAR. C, 2005).

Les herbicides, insecticides et autres produits phytosanitaires de plus en plus utilisés s'accumulent dans les sols, les nappes phréatiques et la chaîne alimentaire (COULET. M, 2005).

II.3. Différentes formes de pollution

La pollution induit des changements de pH de l'eau et provoque la dystrophisation et un dépôt de substances toxiques.

Les polluants, quelque soit leurs types, pénètrent dans les organismes marins par deux voies : directe ou la pénétration se fait par la peau et les branchies et indirecte par la nourriture (HEBBAR. C, 2005).

II.3.1. La pollution physique

Cette pollution est due aux agents physiques qui sont essentiellement d'origine industrielle et secondairement d'origine domestique, il peut s'agir :

- D'un rejet d'eau douce qui fera baisser la salubrité d'un lieu;
- D'un rejet d'eau réchauffée ou refroidie (par une centrale électrique);
- D'un rejet liquide ou solide de substances modifiant la turbidité d'un milieu (Boue, limon. . .);

D'une source de radioactivité (EQUINOXE, 1990).

a. Pollution mécanique

C'est une pollution due aux décharges des déchets et des particules solides apportées par les eaux de ruissellement et les eaux d'égouts. Les polluants solides rejetés dans le milieu aquatique peuvent être répartis en trois catégories : les boues, les solides flottants et les ordures ménagères.



Figure 5 : Les polluants solides (HEBBAR.C, 2005).

➤ **Boues :**

Il s'agit des boues résiduaire de certaines industries, des boues portuaires ou des boues originaires des stations d'épuration des eaux d'égouts. Ces boues peuvent

entraîner l'altération de la nature du substrat des fonds et un accroissement de la turbidité des eaux.

La turbidité acceptable est de l'ordre de 200mg/l, au-delà de cette dose survient un impact sur les organismes aquatiques ; elle peut conduire à une chute du taux d'oxygène, entraîner des agressions des branchies et par conséquent une forte mortalité des poissons (**EQUINOXE, 1990**).

➤ **Solides flottants :**

Il s'agit de tout objet flottant comme des sacs en plastique, des morceaux en bois, des bouteilles. Par fois les tortues de mer, menacées notamment en Méditerranée, grandes consommatrices de méduses, avalent souvent des sacs plastiques par erreur et meurent d'occlusion intestinale (**EQUINOXE, 1990**).

➤ **Ordures ménagères :**

Elles sont sauvages et aboutissent soit directement dans la mer et dont l'élimination se fait par incinération (**EQUINOXE, 1990**).

b. Pollution thermique

La majorité des usines, sont implantées d'une manière volontaire sur le littoral ou sur les bassins versants littoraux, ce type d'installation est à l'origine d'apports notables en eaux résiduaires au milieu marin (**EQUINOXE, 1990**).

La pollution thermique est engendrée par les usines utilisant un circuit d'eau de mer pour le refroidissement de certaines installations (centrales thermiques, nucléaires, raffineries). Les eaux rejetées des usines ont une température de l'ordre de 70 - 80°C qui s'abaisse à 40 - 45°C en contact avec les eaux de rivière entraînant un réchauffement de l'eau par exemple les ports d'Oran et d'Arzew à vocation industrielle et commerciale, de part leur important trafic maritime, représentent également une source de pollution non négligeable (**BOUDERBALA. M, 1997**).

Quand la température augmente, la concentration en oxygène dans l'eau diminue ; ceci se traduit par la disparition d'espèces exigeantes en oxygène, un développement bactérien apparaît conduisant à des maladies chez les poissons.

a. Pollution nucléaire

Cette pollution revêt une importance particulière en raison de la demande croissante en énergie et de développement attendu dans la construction des centrales nucléaires et des usines de traitement des combustibles irradiés.

La présence des éléments radioactifs dans le milieu aquatique a un impact direct sur ses organismes qui se traduit par un dérèglement de leur comportement (perte de cheveux, malformation des bébés pour la femme enceinte), ainsi que sur la santé humaine surtout lors de l'exposition à des quantités élevées (**LAROUSSE MEDICAL, 2003**).

II.3.2. La pollution chimique

La pollution chimique est engendrée par des rejets de produits chimiques à la fois d'origine industrielle et domestique tels que les micropolluants chimiques organiques représentés essentiellement par: les hydrocarbures, les organochlorés (les pesticides (biocides) et les détergents); et inorganiques tels que les métaux lourds.

L'industrialisation au XX^{ème} siècle a eu pour conséquence, le rejet dans les eaux, des quantités de sels de plus en plus importantes (**ANGELIER, 2001**).

a. Pollution par les hydrocarbures

Les hydrocarbures sont des corps combustibles et brûlent en donnant du CO₂ et de la vapeur d'eau et sont les plus abondants dans les produits pétroliers ou ils représentent 60 à 97 %. Leurs molécules composent uniquement des atomes de carbone et d'hydrogène (**GERARD. M. F, 1977**). Plus d'une centaine de HAP ont été découverts dans la nature, seulement 16 ont été sélectionnés comme polluants prioritaires (**WISE et al, 1993 et LACHEHEB. S, 2002**). À noter que les hydrocarbures à 3 noyaux sont la cause essentielle de l'impact éco toxicologique des pollutions pétrolières sur les écosystèmes aquatiques (**MARCHAND. M, 1999**).

Un grand nombre de spécialistes estiment la pollution par les hydrocarbures en Méditerranée à environ 500.000 tonnes par an, ce qui représente pour cette mer presque fermée, un minimum de 18% de la pollution mondiale par les hydrocarbures (CHEBLI. L, 1980).

La pollution par les hydrocarbures est généralement visible; accidentelle et massive; elle ne nécessite pas de moyens analytiques, l'observation aérienne suffit seulement pour identifier la nature du déversement.



Figure 6 : Pollution par les hydrocarbures dans le port d'Alzew (HEBBAR. C, 2005).

La pollution par les hydrocarbures (H.A.P) constitue l'essentiel des pollutions pélagiques qui fait suite aux rejets d'hydrocarbures effectués par: les navires, traduite par des plages souillées, des oiseaux englués et des mollusques bivalves immangeables. Les hydrocarbures fluides qui s'étalent facilement, peuvent être dispersés entièrement au bout de quelques jours. A l'opposé, les hydrocarbures visqueux forment des nappes épaisses et peuvent persister pendant des jours (ANSELL. D. V, et al., 2001).

Le déversement des hydrocarbures en mer peut avoir des :

❖ **Causes volontaires:**

Déversements en mer liés au transport maritime et rejets systématiques des eaux de vidange et de rinçage des citernes, des eaux de déballastage, rejets des circuits de refroidissement des navires.

❖ **Causes accidentelles :**

Naufrage, échouage, collisions de pétroliers par exemple l'accident du torrey Canyon en 1967 et échouage d'Amoco Cadiz en 1978 transportait 223.000 tonnes de brut léger ; la catastrophe de l'Estoc one en 1981 qui a déversé 700.000 tonnes de pétrole dans le golf du Mexique (**IFREMER, 2003**).

La pollution par les hydrocarbures a un impact sur :

❖ **Les ressources halieutiques :**

Les poissons contaminés présentent des tumeurs de foie, des altérations cutanées, un dysfonctionnement de la reproduction et inhibition de la maturation des ovaires réduisant ainsi le pourcentage des pontes conduisant à des mortalités massives et immédiates des poissons et fruits de mer, imprégnation de la chair des poissons et mollusques par: le gout de pétrole (**JOHNSON. L et al. 1988 et MEFTAH. S, 2002**).



Figure 7 : Impact des hydrocarbures sur les ressources halieutiques (**HEBBAR. C, ZOOS**).

❖ **Les ressources ornithologiques :**

Les oiseaux de mer viennent s'engluer dans la nappe. Le pouvoir isolant de leur plumage est alors annulé et ils ne tardent pas à mourir de froid ; cette mort est par ailleurs accélérée par la fatigue et la faim (**E. P. A, 1996**). Parmi les plus menacés : guillemots, pingouins. Les hydrocarbures sont insolubles dans l'eau et peuvent provoquer

une suppression de l'oxygénation (film de surface), une suppression de transferts alimentaires et colmatage des branchies (GAUJOUS. D, 1995).



Figure 8 : Un guillemot mazouté et un pingouin mort (HEBBAR. C, 2005).

❖ **Sur l'industrie :**

Susceptibles d'entraîner une corrosion des circuits de vapeur (GAUJOUS. D, 1995).

❖ **Un impact esthétique :**

Les plages sont fréquemment polluées par des traces de goudron provoquant ainsi le gêne des touristes (GAUJOUS. D, 1995).

❖ **Un impact socio-économique**

L'élimination du pétrole du Torrey Canyon a coûté 37 millions FF pour les autorités françaises. Les dégâts d'Amoco Cadiz ont été évalués à 534 millions d'Euros (3.5 milliards de FF). Un millier de marins pêcheurs sont sans emploi à cause de la marée noire issue du prestige (HEBBAR. C, 2005).

b. Pollution par les organochlorés

❖ **Pollution par les pesticides**

Les pesticides sont des substances chimiques utilisées aussi bien en agriculture qu'en industrie pour la lutte contre les ravageurs des récoltes et certaines maladies de l'homme et du bétail, parmi lesquels on peut citer :

✓ **Les insecticides**

Utilisés pour détruire les insectes vecteurs de maladies et limiter les dégâts et par fois sont utilisés pour pêcher les poissons tels que la roténone (d'origine végétale) utilisée pour la pêche du poisson. En effet, elle agit sur le système respiratoire des poissons, en les paralysant et en les obligeant à remonter en surface.

La consommation du poisson pêché de cette manière ne représente aucun danger pour l'homme, du fait que la roténone n'est active que par voie sanguine (**HEBBAR. C, 2005**).

c. Pollution par les métaux lourds

Les oligo-éléments sont toujours présents dans l'eau à une quantité très faible.

Les métaux, dès leur arrivée dans l'eau de mer, traversent les masses d'eau et vont être capturés et accumulés par les espèces marines selon différentes voies (respiratoires par exemple). Ce transfert est assuré par l'action métabolique des microorganismes (**BENGUEDDA. A et RAHAL. W, 1993**).

✓ **Pollution par le mercure**

Le mercure, métal liquide à température ambiante, présente un risque majeur pour l'écosystème marin et pour le consommateur humain; il est utilisé dans des activités très variées : industrie papetière, industrie pharmaceutique, industrie chimique, agriculture (**GAUJOUSS, 1995**).

Les effets toxiques de méthylmercure se manifestent par des lésions du système nerveux central, spécialement les centres sensoriels de la vision, de l'audition et de la coordination. Une exposition plus longue entraîne une ataxie (incoordination motrice) et des perturbations de la vision, débilité, paralysie puis mort (**RAO. D. S et SAXENA. A.B, 1981**).

Pour les organismes aquatiques, les effets toxiques peuvent apparaître à des concentrations de 0,03 à 0,1 µg/l d'eau avec inhibition de la fécondité et de la ponte.

✓ **Pollution par le plomb**

Le plomb se trouve dans l'eau de mer sous forme de carbonates $PbCO_3$, (40 à 80%) ou de chlorures $PbCl_2$ (1 à 40 %), de sulfures et de phosphates.

La pollution par le plomb a plusieurs origines : les industries (fonderies de la métallurgie, les câbles, bâtiments...etc.), les incinérations d'ordures et les peintures réalisées avec des composés de sulfates et de plomb basique (**LAUWE RYS. R, 1990**).

Les symptômes de l'intoxication aiguë qui est relativement rare, débutent par des nausées, des vomissements et des douleurs épigastriques. L'atteinte du système nerveux se traduit par des paresthésies, des myalgies et une asthénie musculaire intense. Le décès peut survenir en deux jours si non, les signes d'intoxication chronique apparaissent. En effet, les manifestations cliniques de l'intoxication chronique sont l'anémie, fatigue, malaises intestinaux, constipation ou diarrhée avec des nausées (**RODIER. J et al.,1984**).

✓ **La pollution par le cadmium**

Le cadmium est principalement utilisé pour la fabrication des batteries et comme matériel de contrôle ou de protection dans les centrales nucléaires, car il absorbe facilement les neutrons de faible énergie mais son introduction dans le milieu marin peut résulter de l'activité minière.

Avec le zinc, sa toxicité est accrue mais avec les cyanures et le plomb il a un pouvoir synergique (**TOUARSI. N et BEGOUG. R, 2000**).

La présence du cadmium dans le milieu aquatique a un impact sur ses organismes, mais sa toxicité diffère selon l'espèce et la concentration. En effet, en présence de concentrations élevées estimées à l'ordre de 3,3 à 25 mg/l, les mollusques peuvent s'isoler du milieu ambiant en fermant leurs valves. Par conséquent, le stress survient quand l'isolement est rapide, mais tôt ou tard, la mort aura lieu. Chez les crustacés exposés à des concentrations sublétales de 6,4 µg/l, la fertilité peut être affectée par une malformation de la carapace qui gênerait la femelle pour effectuer sa ponte, alors que

chez les poissons, le cadmium peut perturber l'équilibre ionique en altérant la perméabilité des membranes cellulaires (HADDOU. A, 2003).

La pollution du milieu marin par le cadmium menace la santé humaine. Elle peut entraîner une intoxication aigüe suite à l'absorption ou l'inhalation de fortes quantités de cadmium pendant un temps court. Dans ce cas, une gastro-entérite aigüe avec nausées et vomissements est observée. Cependant, une intoxication chronique peut apparaître après une exposition prolongée aux vapeurs et poussières contaminées et par conséquent, des difficultés respiratoires liées à un emphysème pulmonaire peuvent apparaître à divers degrés (DREISBACH. R. H, 1983).

✓ Pollution par le chrome

L'impact immédiat de sa présence dans le milieu marin se manifeste par sa concentration dans les différents organismes aquatiques. Les organismes même loin des zones polluées concentrent le chrome dans leurs organismes (BOUCHRITI. N, 2003).

Le chrome se présente sous deux formes : trivalente (Cr^{+3}) indispensable à la vie humaine car il intervient dans l'utilisation de l'énergie des graisses et des sucres ; et hexavalente (Cr^{6+}) causant ainsi des irritations du nez, des yeux, de la gorge des lésions de foie et des reins ainsi que le cancer des voies respiratoires.

Les analyses du Cr^{+3} et Cr^{+6} doivent être examinées séparément vu que l'un d'eux est nocif (BOUCHRITI. N, 2003).

Exemple : Parmi les industries les plus polluantes de la ville, on compte les tanneries et les huileries.

II.3.3. Pollution organique

Il peut s'agir d'une pollution par les microorganismes provenant des égouts ou par l'introduction d'une espèce marine dans une zone où elle est normalement absente par exemple :

a. Caulerpa taxifolia.

Les maladies transmises par les fruits de mer sont provoquées par des bactéries, des virus et des parasites. Les vecteurs les plus communs de ces maladies par ordre d'importance décroissant sont les poissons, les coquillages, les crustacés et les mammifères marins. A savoir que *Escherichia coli* est utilisée comme bio indicateur de pollution sans oublier *Salmonella* et *Staphylococcus* qui sont nocives pour l'homme (HEBBAR. C, 2005).

b. Pollution par les contaminants bactériens

Dans le milieu marin, les bactéries servent de nourriture a 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 a l'homme par les produits de la pêche notamment les mollusques bivalves (BOUCHRITL. N, 2003).

La contamination biologique par les microorganismes peut causer de graves maladies : typhoïde, cholera, 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 (BOUZIANI. M, 2000).

c. Pollution par des espèces marines étrangères au milieu

La pollution peut être engendrée par l'introduction d'une espèce marine dans une zone ou elle est normalement absente et dans laquelle elle a un impact non négligeable par exemple *Caulerpa taxifolia*.

En mai 1988, il y eu un développement anarchique de l'algue *Chrysochromulina polypepsi* le long des cotes scandinaves, les poissons et les élevages de saumons étaient asphyxiés car les algues empêchaient tout l'oxygène de rentrer dans l'eau de mer. Les huitres comme tous les mollusques bivalves jouent un rôle important dans la filtration de l'eau mais la présence excessive d'algues rend leur tache plus difficile et beaucoup plus

lente. De plus, quand les algues sont trop abondantes, les huitres meurent et se décomposent, favorisant la croissance des bactéries en libérant de l'oxygène (BOUCHRITI. N ,2003).

II.4. Conséquences de la pollution du milieu marin

L'impact de la pollution dépend de l'état de santé de la personne, de la concentration des polluants, de la durée d'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.

Le risque d'affection microbienne ou virale est réel par exemple l'hépatite virale, les dermatoses « balnéaires » et les affections Oto- Rhino- Laryngologiques (MISCH. A, 1993).

Il est à noter que les niveaux de pollution marine augmentent de jour en jour dans les zones côtières ; ceci a eu pour effet direct une baisse de ressources halieutiques et une augmentation inquiétante du nombre de plages interdites à la baignade (M. A. T .E, 2002).

Exemple : En 2003, à Chlef 09 plages ont été fermées (LE QUOTIDIEN, 2003) ou la fermeture est motivée par la mauvaise qualité microbiologique de ces eaux.

Sur 487 plages que compte le littoral algérien, 213 sont interdites à la baignade dont la majorité sont fermées pour cause de pollution (LIBERTE ,2004).

Les conséquences de la pollution peuvent être classées en cinq catégories principales :

II.4.1. Conséquences sanitaires

C'est à dire qui ont trait à la santé d'une population humaine. Elles peuvent être liées à l'ingestion d'eau, de poissons ou à un simple contact avec le milieu aquatique.

Elles peuvent aussi intervenir à travers des phénomènes complexes (intoxication au mercure, à MINAMATA au Japon) (GAUJOUS. D, 1995).

Les personnes qui se baignent dans les eaux polluées par les déversements d'égouts sont souvent atteintes de troubles gastro- intestinaux (diarrhées), d'otites, d'infections des yeux et de la peau et de troubles respiratoires.

- Les fruits de mer notamment les mollusques filtreurs (moules et les huîtres) sont de plus en plus dangereux pour la consommation humaine et ont un gout de moins en moins désagréable.
- Les fruits de mer contaminés par le mercure ont été cause de plus de 2000 cas d'intoxication et de la mort de 53 personnes au japon (Minamata).
- L'épidémie de choléra et d'hépatite virale fréquentes parmi les populations vivant sur les cotes et font a chaque fois de nombreux morts (dues a la consommation de mollusques crus contaminés par des virus) (**HEBBAR. C, 2005**).

II.4.2. Conséquences écologiques

C'est à dire qui ont trait a la dégradation du milieu biologique. Elles se mesurent par comparaison de l'état initial du milieu avec son état pollué. Elles sont à considérer au travers de la réduction des potentialités d'exploitation du milieu (pêche, aquaculture, tourisme. ..etc.) à court et a long termes (**GAU JOU S. D, 1995**).

II.4.3. Conséquences esthétiques

Elles perturbent l'image d'un milieu par exemple des bouteilles plastiques, du goudron ou hydrocarbures rejetés sur une plage (**GAUJOUS. D, 1995**).

II.4.4. Conséquences économiques

- Les pertes du revenu du tourisme, tant national qu'étranger, dues a la pollution des eaux littorales et a la dégradation des aménités côtières sont importantes et potentiellement catastrophiques pour certaines économies locales, nationales et régionales.
- Outre leur incidence sur la santé humaine, les épidémies dues a la pollution des eaux littorales et des produits marins représentent un grave revers pour les

économies des régions touchées par exemple l'épidémie du cholera en Italie en 1973.

- 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 développement (**HEBBAR. C, 2005**).

II.4.5. Conséquences agricoles

L'eau est utilisée pour l'arrosage ou l'irrigation. La texture du sol (complexe argilo humique), sa flore bactérienne et les boues issues du traitement des eaux usées pourront, si elles contiennent des toxiques (métaux lourds) être à l'origine de la pollution des sols (**GAUJOUS. D, 1995**).

Qu'elle ait des conséquences sanitaires, écologiques, industrielles, esthétiques ou agricoles (et le plus souvent les cinq), une pollution est importante parce qu'elle a des répercussions économiques et sociales, par exemple :

- Le cout de traitement;
- Le manque a gagner d'une exploitation piscicole ou d'un lieu de loisir ;
- La dépréciation d'un site par site de la diminution de la qualité de vie; nécessitant a convaincre des décideurs à agir.

II.5. La lutte contre la pollution des eaux

Selon son origine, la pollution des eaux superficielles et souterraines peut être réduite de façon préventive ou curative et selon des procédés divers schématisés comme suit :

II.5.1. L'épuration biologique, les principaux procédés

C'est le procédé le plus utilisé pour restaurer la qualité de l'eau en la débarrassant de ses principales impuretés, pourvu qu'elles soient biodégradables et ne contiennent pas de toxines. L'épuration biologique consiste à mettre la matière organique contenue dans les eaux usées au contact d'une masse bactérienne active en présence d'oxygène. Composée essentiellement de bactéries et de protozoaires, celle-ci va se nourrir de la matière organique et la dégrader. Elle reproduit dans des réacteurs spécifiques un phénomène qui se serait déroulé naturellement dans les rivières. A l'issue de ce processus, les bactéries constituent les "boues" qui devront être séparées de l'eau épurée (COULET. M, 2005).

Suivant la technologie utilisée, ces cultures bactériennes peuvent être libres (boues activées) ou fixées (lits bactériens et bio filtres). On distingue :

a. Les boues activées

Cette technologie est employée par la quasi totalité' des agglomérations de plus de 5000 habitants et par certaines activités industrielles. A raison de plusieurs grammes par litre, les microorganismes évoluent dans une solution maintenue en agitation et alimentée en oxygène par brassage ou insufflation. L'eau usée est amenée en continu et le temps de séjour dans le réacteur biologique varie de quelques heures à quelques jours (COULET. M, 2005).

b. Le lit bactérien

Utilisé pour les eaux très chargées (agro-alimentaire, apports viticoles...), il est constitué d'un bassin rempli de pouzzolane, roche poreuse d'origine volcanique sur laquelle les micro-organismes forment une pellicule appelée zooglycée. L'effluent est distribué par aspersion en surface et l'oxygénation est apportée par ventilation naturelle de bas en haut (COULET. M, 2005).

c. La bio filtration

Cette technique est surtout utilisée pour le traitement des eaux urbaines lorsque se pose un problème d'encombrement. Elle utilise comme support un matériau granulaire qui assure d'une part, la rétention des matières en suspension par filtration et d'autre part,

la fixation d'une biomasse épuratoire. L'air est insufflé par le bas ; l'eau peut être introduite par courant ascendant ou descendant suivant la technique utilisée. Les micro-organismes adhèrent à chaque grain sous la forme d'un film biologique épurateur (COULET. M, 2005).

➤ Les techniques membranaires (ou microfiltration)

Elles ne sont actuellement utilisées que pour l'épuration des eaux industrielles (papeterie, mécanique, agro-alimentaire). Constituées de fibres creuses assemblées en éléments généralement cylindriques, les membranes permettent de retenir des éléments de très faible taille. Ces techniques présentent deux avantages : compacité et production moindre de boues (COULET. M, 2005).

✓ La méthanisation

C'est un processus biologique anaérobie (sans air) conduisant à la production de gaz carbonique et de méthane (combustible). Il est utilisé essentiellement dans l'industrie agro-alimentaire. L'eau à traiter traverse un réacteur fermé relié à un stockage de gaz (COULET. M, 2005).

✓ Le lagunage

Le lagunage naturel est un procédé d'épuration extensif, consistant à faire séjourner les eaux usées dans plusieurs bassins successifs, de grande taille, peu profondes (moins de 1,50 m) et étanches (trois en général, dont le dernier est planté de végétaux).

L'élimination de la pollution organique et, pour partie, des germes infectieux est obtenue par des organismes vivants ; l'oxygénation provient directement des échanges d'air et de la photosynthèse (l'énergie étant fournie par le rayonnement solaire). Le lagunage peut aussi être utilisé en " finition " en aval d'une station de traitement, essentiellement pour obtenir un abattement des germes infectieux (dans une zone de baignade par exemple) (COULET. M, 2005).

II.5.2. L'épuration physico-chimique

Lorsqu'un effluent contient des toxiques, il ne doit pas être introduit dans un traitement biologique car il en détruirait les micro-organismes. La plupart des effluents rejetés par l'industrie chimique et l'industrie des métaux contiennent des toxiques et font l'objet d'un traitement particulier. Les réactifs utilisés sont adaptés à la nature de chaque substance toxique à neutraliser.

Par l'ajout de réactifs coagulants et de poly électrolytes, on provoque une action ionique qui favorise la floculation. Les précipités sont recueillis par décantation sous forme de boues. Cette technologie est utilisée pour l'élimination du phosphore (combinée éventuellement avec l'épuration biologique) (COULET. M, 2005).

CHAPITRE III :

LA COTE ALGERIENNE

III. La cote algérienne

III.1.1. Le fonctionnement de L'écosystème marin côtier

Est tributaire de l'influence et de L'interaction de deux milieux différent :

le milieu marin du large et le continent. Le long des cotes algériennes, la circulation de l'eau atlantique (courant algérien) laisse une empreinte indélébile dans les eaux du littoral. Elle induit une dynamique côtière assez caractéristique qui assure le renouvellement des eaux des baies et contribue à la détermination incontestable des niveaux de fertilité trophique.

Quant au milieu continental, son influence dépend de la quantité et de la qualité de ces rapports. Celles-ci sont elles-mêmes en relation avec les conditions naturelles et anthropiques des bassins versants de la frange littoral-biodiversité marine et littorale algérienne (**GRIMES. S e1 al, 2004**).

III.1.2. Circulation des eaux et hydrologie dans le bassin Algérien

L'écosystème marin constitue un milieu très complexe : le réservoir aqueux est en particulier un des compartiments les plus difficiles à étudier en raison des fréquentes et surtout aléatoires fluctuations de ses caractéristiques.

Ces études se compliquent davantage lorsque d'autres agents externes viennent perturber le milieu marin côtier; ces agents externes sont par exemple les apports continentaux. Ces apports, souvent excessifs, modifient profondément la composition physico-chimique des eaux côtières. L'impact de ces apports externes est particulièrement prononcé lorsque les conditions naturelles (courantologie, ouverture sur la pleine mer) ne sont pas suffisantes à la dilution et à la dispersion des produits d'origine continentale (**GRIMES. S et al, 2004**).

III.1.3. Etat du milieu et du littoral d'Algérie

En Algérie, la majorité de la population est installée sur le littoral, long d'environ 1200 km; la quasi-totalité des activités socio-économiques est concentrée également sur la frange côtière où se localisent les grandes agglomérations urbaines : Alger, Oran et Annaba, ainsi que les grands pôles industriels : Arzew, Bédjaia et Skikda.

Le réseau hydrographique aboutissant à la mer compte environ 31 Oueds, dont les plus importants sont les Oueds Cheliff, Soummam, El Harrach, Mazafran, Sebaou, Isser, Seybouse, Tafna, El Kébir, El Mellah, El Hamiz et Saf Saf. Ce réseau alimente le milieu marin en apports terrigènes. Ces Oueds constituent des collecteurs de tous les polluants issus des activités humaines, notamment agricoles et industrielles, et se jettent en mer **(BENTIS. S et BOUZIANI. F, 2006)**.

La frange côtière algérienne subit directement d'influence d'une pression démographique sans cesse croissante, une concentration industrielle importante, un trafic maritime et des activités portuaires intenses.

A tout cela s'ajoute l'apport des bassins versants des plus importants cours d'eau, drainent vers la mer les eaux usées engendrées par les activités humaines terrestres. Ces activités engendrent des sources de pollution **(GRIMES. S et al, 2004)**.

Tableau 3 : Classification des eaux des plages algériennes selon le degré de pollution (GRIMES. S et al, 2004).

Plage	Classification des eaux
Arzew	**
Mostaganem	**
Club des pins	*
Baie d'Alger	***
Réghaïa	**
Skikda	*
Annaba	***

* : Site non pollué, ** : site peu pollué, *** : site très pollué.

III.2. la wilaya de Mostaganem

III.2.1. présentation

La wilaya de Mostaganem est constituée de 32 communes, réparties sur 10 d'airâtes, elle s'étend sur une superficie de 2269 km et compte une population estimée à 643000 habitants, soit une densité de 283 hab/ km². Elle a une position géographique stratégique et une aire d'influence régionale, du fait même de l'existence de son important port de commerce, et ce réseau de voies de communication qui la lie à plusieurs wilayas.

Ainsi, la wilaya de Mostaganem dispose d'atouts économiques, dont l'exploitation offre des perspectives de développement économique prometteuses dans les domaines agricoles, maritimes, industriels, touristiques et halieutiques (**Inspection de L'environnement, 2003**).

Les atouts sont résumés comme suite :

- Une bonne situation géographique avec un réseau d'infrastructures développé.
- Des potentialités touristiques immenses.
- Un secteur de la pêche très promoteur.
- Un programme de développement ambitieux

En face de ces atouts, la wilaya de Mostaganem est soumise a une série de contraintes qui perturbant son développement socio-économique, a savoir la pollution de la zone côtière (**Inspection de l'environnement, 2003**).

III.2.2. la pollution côtière a Mostaganem

Mostaganem étant une wilaya côtière d'un littoral qui s'étend sur 104 km, elle représente une zone tampon entre les villes de l'intérieur du pays et les pays du bassin méditerranéen, de ce fait, elle joue un rôle prépondérant dans les différentes activités économiques, industrielles et commerciales (**Inspection de l'environnement, 2003**).

Ses potentialités touristiques sont concentrées principalement sur la littorale et représentées par de vastes plage en alternance avec des falaises rocheuses et des forêts littorales. Le nombre total de ces plages est de 29 dont 18 autorisées à la baignade.

L'aménagement des zones côtières engendra sans doute des avantages économiques pour les collectivités locales, mais avec des préjudices notamment :

- L'érosion des plages.
- Amaigrissement des plages.
- Perte du cadre naturel de la zone littoral par érosion d'espace.
- Pollution marine due aux rejets liquides.

La côte Mostaganémoise subit la pollution d'origine tellurique et d'origine pélagique (**Inspection de l'environnement, 2003**).

a. Pollutions marine d'origine tellurique

Les affluents domestique des villes du littorale (à raison de 6000000 m³) environ pour le chef lieu de wilaya sont rejets en mer à l'état brut, ainsi que les rejets industrielles

émanant des unités dont les plus importants sont le complexe à papier (SOGIPEC), unités de SOACHLORE, l'unité de transformation du lait (GIPLAIT) et l'unité (ENASCRURE) signalant en fin l'oued Cheliff qui ont traversant une dizaine de wilaya draine tout la pollution émise amont vers la mer.

Les différents rejets en mer affectent la faune marine, donc la pêche et la qualité des eaux de baignade (**Inspection de l'environnement, 2003**).

b. Pollution marine d'origine pélagique

Vu l'activité portuaire important du port de Mostaganem et la situation de la wilaya dans la baie d'Arzew et à proximité du port de la même localité à grand trafic.

D'ailleurs ces deux dernières années, la cote Mostaganémoise (Stidia, Sidi Mansour, Hadjedj, Petit Port....etc.) a connu plusieurs cas de pollution par versement des hydrocarbures lors l'opération de déballastage (**Inspection de l'environnement, 2003**).

III.2.3. Les eaux usées

a. Les sources d'eaux usées

À l'instar des autres wilayas, Mostaganem vit des problèmes de déséquilibre écologique. De pollution et de nuisance par les activités domestiques, industrielles et agro-sylvo-pastorales (**KERRAS. T et BOUDIA. A, 2003**).

➤ Activités industrielles

Le tissu industriel de la wilaya de Mostaganem est constitué de plusieurs unités industrielles s'articulant autour de quatre branches principales :

- L'industrie agro-alimentaire
- L'industrie manufacturière
- L'industrie du bois et de la cellulose
- Les mines et les carrières

La quasi-totalité des unités industrielles sont implantées au niveau du chef lieu de la wilaya, les unités jugées potentiellement polluantes sont: SOACHLORE, PAPETRIE de Mostaganem, GIPLAIT, ENSUCRE, MEGISSERIE sahraoui, SNTA, ERIAD (semoulerie minoterie) 02 unités de fabrication de yaourt, ENOF, ONCV (mise en bouteilles), MINOTERIE nouvelle Metidji (**BENTIS. S et BOUZIANI. F, 2006**).

Ces industries ont été anciennement implantées sans prendre en considération les points essentiels suivants :

- Industries situées dans le tissu (SNTA).
- Manque d'installation de traitement des déchets industriels (eaux usées industriels, boues, déchets solides).
- Activités agricoles

L'agriculture est la principale vocation de la wilaya de Mostaganem, en effet, elle constitue le plus important, notamment par la superficie utile qu'elle occupe (SAU) : 131.179 ha soit 91 de la superficie agricole total (SAT : 143.689 ha).

Le nombre d'emploi qu'elle offre, et la variété pédologie de ses sols qui se traduit par une diversification des spéculations, tous ces facteurs permettront a L'agriculture de jouer un rôle catalyseur dans toute entreprise visant le développement économique de la wilaya.

Le maraichage est la principale vocation sur laquelle se base l'agriculture de la

Wilaya de Mostaganem, cette spéculation est d'ailleurs caractérisée par une gamme de produits assez larges qui intervenant à déférentes saisons de l'année :

- Cultures maraîchères de pleins champs.
- Cultures maraîchères sous serres.
- Cultures maraîchères de saison.
- Cultures maraîchères d'arrière saison.

Le microclimat côtier caractérisé par l'absence de gelées printanières favorise la culture des primeurs sans recourir à la plasticulture (**BENTIS. S et BOUZIANI. F, 2006**).

➤ Activités halieutiques

La wilaya de Mostaganem faisant partie de la baie d'Arzew a eaux chaudes est considérée comme zone de fraie par excellence. La cote Mostaganémoise est très poissonneuse faisant ainsi de la pêche un potentiel économique important.

La zone de pêche est de 2700 km et d'une surface chalutable de 145 km renferme une biomasse de 76000 tonnes et d'un stock pêcheur de 2500 tonnes.

En matière d'aquaculture, la cote Mostaganémoise est propice à son développement a l'exception de quelque tronçons de cote jugés pollués à savoir : embouchure de la Macta, embouchure de Oued Cheliff points de rejets d'eaux usées, concentrés notamment de stidia jusqu'à Kharouba (**BENTIS. S et BOUZIANI. F, 2006**).

➤ Les infrastructures

Le réseau routier compte plus de 1600 sg (tout type confondue) il est relativement de la wilaya de Mostaganem, elle est traverse par plusieurs axes routiers.

La RN n°11, qui longe un itinéraire parallèle a la mer, la RN n°23, la région Nord Ouest Oran, Mascara, Relizane, et Sidi Belabes).

En matière d'infrastructure maritime, Mostaganem dispose de :

- 01 Port mixte (commerce et pêche) qui traite 800.000 tonnes de marchandise par an.
- 01 Port de pêche et de plaisance a la Salamandre.
- 01 Port de pêche et de petit fort port.

❖ Les zones polluées par les eaux usées

Selon l'inspection de l'environnement de la wilaya de Mostaganem, les zones fragiles touchées par la pollution tellurique et pélagique sont les suivantes :

- La zone des points des rejets des eaux usées Oureah - Kharouba, Oureah Ouest qui est polluée et limitée par Oureah est favorable a la baignade et Stidia dont un abri de pêche est projeté.
- La Crique ~ Salamandre, située au Nord-Ouest de la cote, où se déverse les rejets des eaux urbaines et industrielles, sachant que la Salamandre est une zone cotière classée comme agglomération II (secondaire) de Mostaganem.
- De Sokhra (Nord- Ouest) à A. Ramdane (Nord- Est) classée parmi les sites interdites à la baignade à cause de la pollution par l'Oued Chegga.
- Zone de Hadjedj (Nord-Est de Mostaganem) fortement polluée par les eaux

résiduelles drainées par l'Oued Boukhatem (avec débit de 340 m³/j).

- Sidi Lakhdar. on note des rejets urbains de 616milj déversés dans un ensemble d'Oueds dans la partie Est de la cote, l'Oued Abid, Oued Seddaoua, Oued Tirenguel qui se débouchent au niveau de la plage, donc elle est strictement interdite à la baignade.

CHAPITRE IV :

PARAMETRE PHYSICO- CHIMIQUES ET MICROBIOLOGIQUES

IV. Paramètres Physico-chimiques et Biologiques

IV.1. Paramètres physico-chimiques

IV.1.1. Paramètres physiques

❖ Température

La détermination de la température est faite au laboratoire à l'aide d'un thermomètre incorporé à l'oxymétrie étalonné avant chaque manipulation. On lit directement la température exprimée en degré Celsius (°C) (KASSIM C., 2005).

❖ Potentille d'hydrogène (pH)

Pour cette détermination, nous utilisons une méthode électro-métrique avec électrode combinée selon la norme AFNOR. Cette méthode consiste à plonger dans l'échantillon, (une électrode spécifique) (LAZHAR G., 2011).

❖ 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 SARI H., 2014).

❖ Conductivité électrique

La conductivité est la capacité de l'eau 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 (MBEUKAM K. E., 2013 et SARI H., 2014).

❖ **Salinité, solides totaux dissous(TDS)**

La salinité traduit le caractère salin de l'eau. Les solides totaux dissous traduisent l'ensemble de solides dissous dans une eau La mesure de tous ces paramètres à été faite à l'aide du TDS /conductimètre (**BOUCHAR F., 2010**).

IV.1.2. Paramètres chimique

c. Paramètres volumétrique

❖ **Titre alcalimétrique complet (TAC)**

Cette détermination est basée sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral (HCl), dilué en présence de méthyle orange. Le but est de déterminer la teneur en hydrogénocarbonates dans l'eau (**RODIER J., 2005**).

❖ **Dureté totale (titre hydrométrique TH)**

La dureté totale détermine la concentration en calcium et du magnésium dissous. Les alcalino-terreux présents dans l'eau sont amenés à former un complexe de type chélate par le sel di sodique de l'Acide Éthylène Diamin tetracétique (EDTA) (**MELGHIT M., 2012**).

❖ **Calcium**

Pour déterminer la dureté calcique on utilise l'EDTA comme complexant, auparavant on précipite le magnésium sous forme de $Mg(OH)_2$ vers un $pH = 12$, par addition de la soude, indicateur utilisé est sensible aux seuls ions de calcium (**RODIER J., 1984**) (**MEDFOUNI S., 2007**).

❖ **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, la fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent (**SARI H., 2014**).

IV.1.3. Paramètres de pollution

❖ Dosage des nitrites par spectrophotomètre UV visible

Le nitrite présent dans l'échantillon réagit avec l'acide sulfanilique pour former un sel intermédiaire de diazonium. Ce dernier se combine à l'acide chromo tropique pour produire un complexe de couleur rose dont l'intensité est directement proportionnelle à la concentration de nitrite dans la solution. La lecture est obtenue à 507 nm (SARI H., 2014 et RODIER J. et *al.*, 1996).

❖ Dosage des nitrates par spectrophotomètre UV visible

Le nitrate présent dans l'échantillon réagit avec l'acide chromo-tropique en condition fortement acide pour former un produit jaune dont l'absorbance maximale se mesure à 410 nm (SARI H., 2014).

❖ Principe Dosage de phosphate par spectrophotomètre UV visible

L'ortho-phosphate réagit avec le molybdate dans le réactif Phosphore Ver 3 pour former un complexe phosphomolybdate. Ce complexe est réduit par l'acide ascorbique contenu dans le réactif Phosphore Ver 3, donnant une coloration bleue proportionnelle à la concentration de phosphatât présente dans l'échantillon initial. La lecture est obtenue à 880 nm (RODIER J., 2005).

IV.1.4. Evaluation de la qualité des eaux

Différents outils d'évaluation de la qualité des cours d'eau sont utilisés. La qualité physico-chimique des eaux est évaluée selon le système d'évaluation de la qualité (SEQ-EAU).

IV.1.4.1. Le système d'évaluation de la qualité (SEQ-EAU)

Le Système d'Evaluation de la Qualité de l'eau, permet d'évaluer la qualité de l'eau et son aptitude à assurer certaines fonctionnalités. Les évaluations sont réalisées au moyen de plusieurs paramètres physico-chimiques, le SEQ eau, permet un diagnostic précis de la qualité de l'eau et contribue à définir les actions de correction nécessaires

pour son amélioration en fonction des utilisations souhaitées (**BOISSONNEAULT, 2009**)

Tableau 4: Grille de la qualité des eaux superficielles (**ABH ,2009**).

Classe paramètres	unité	Très bon	Bon	Passable	Mauvaise	Très mauvaise
O2 dissous	mg/l d'O2	>7	5 à7	3 à 5	< 3	0
DCO	mg/l d'O2	20	30	40	80	> 80
DBO5	mg/l d'O2	3	6	10	25	> 25
NH4⁺	mg/l	0.5	1.5	2.8	4	> 4
NO3⁻	mg/l	2	10	25	50	> 50
PO4³⁻	mg/l	0.1	0.5	1	2	> 1
NO2	mg/l	0.03	0.3	0.5	1	> 1
Conductivities	µs/cm	180-2500	120- 3000	60-3500	0-4000	> 4000

IV.2. Paramètres biologiques et bactériologiques

IV.2.1. Paramètres biologiques

❖ 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**).

❖ **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 (O_2), La DBO_5 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**).

IV.3. Paramètres bactériologiques

L'analyse bactériologique de l'eau a pour but de mettre en évidence la présence des bactéries qui modifient l'aptitude d'une eau à une utilisation donnée, ces organismes possèdent plusieurs caractéristiques telles que :

- la provenance exclusive des matières fécales des animaux à sang chaud.
- la résistance aux antiseptiques voisins de ceux des bactéries pathogènes.
- leur non prolifération anarchique dans la nature.
- la production des réactions simples et spécifiques au cours de leur étude.

En général, les germes utilisés sont les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux (**MBEUKAM K. E., 2013**).

❖ **Germes totaux**

Germes totaux se réalisent à deux températures différentes afin de cibler à la fois les micro-organismes à tendance psychrophiles soit à 20° et ceux franchement mésophiles soit $37^\circ C$ (**MERABET S., 2011**).

❖ Coliformes totaux

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).

❖ Coliformes fécaux

Ce sont des bâtonnets Gram (-), 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 peptone contenant du tryptophane à 44°C, sont souvent désignés sous le nom *d'Escherichia Coli* bien que le groupe comporte plusieurs souches différentes. (PNUE/OMS., 1977 ; RODIER J. et al., 1996 ; JOLY et REYNAUD., 2003).

Les Coliformes fécaux thermo-tolérants (44°C) sont considérés d'origine humaine (GAUJOUS D., 1995). 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).

❖ Streptocoques fécaux

Ces bactéries appartiennent à la famille de *Streptococcaceae*, au genre *Streptococcus*. 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-fermentaire avec production de l'acide lactique sans gaz (MANUEL DE BERGEY., 1984).

Ils sont des témoins de contamination fécale assez résistant y compris dans les milieux salés (GAUJOUS D., 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).

❖ **Salmonella**

Salmonella est une bactérie à Gram négatif, anaérobie facultative en forme de tige appartenant à la famille des entérobactéries ,Salmonella vivent dans les intestins des animaux à sang chaud et froid et Certaines espèces sont omniprésentes , D'autres espèces sont spécifiquement adaptées à un hôte particulier .

Chez les humains, Salmonella sont causer deux maladies appelées salmonellose :

- a. **fièvre entérique (Typhoïde):** résultant de l'invasion bactérienne de la circulation sanguine.
- b. **gastro-entérite aiguë:** résultant d'une infection d'origine alimentaire / intoxication.

Sous l'actuelle CDC américain (Center for Disease Control) système de classification, il existe deux espèces : Salmonella enterica et Salmonella bongori . S. enterica est divisée en 6 sous-espèces (LE MINOR L. POPOFF M. Y., 1987).

CHAPITRE V :

Matériels et méthode

V. Matériels et méthodes

V.1. Présentation et site d'étude

❖ La plage de stidia



Figure 9 : La carte géographique de plage de Stidia

La Stidia Plage (La Stidia Plage) est un lieu habité en Wilaya de Mostaganem, Algérie, ayant le code de région Africa/Middle East. La Stidia Plage est situé à 25 mètres d'altitude.

Les coordonnées géographiques sont $35^{\circ}49'56''$ N et $0^{\circ}0'54''$ W en DMS (degrés, minutes, secondes) ou 35.8322 et -0.015 (en degrés décimaux).

❖ La plage de Salamandre



Figure 10 : La carte géographique de plage de Salamandre.

Salamandre une station balnéaire au sud ouest du centre ville. Point de la Salamandre en Wilaya de Mostaganem, Algérie, ayant le code de région Africa/Middle East. Point de la Salamandre est situé à 44 mètre d'altitude.

Les coordonnées géographiques sont $35^{\circ}55'30''$ N et $0^{\circ}3'38''$ E en DMS (degrés, minutes, secondes) ou 35.925 et 0.0605556 (en degrés décimaux).

V.2. Matériels et appareillages d'analyse

Pour la réalisation de notre travail, nous avons utilisé les matériels suivant :

Tableau 5: Les matériels et les réactifs utilisés

Matériels		Réactive utilisée	
Au terrain	Au laboratoire	Pour l'analyse physicochimique	Pour l'analyse bactériologique
Des bouteilles de 1,5 litre bien nettoyés Des flacons de verre à 250 ml stérilisés. Thermomètre Glacier	Etuve universelle d'séchage	EDTA	Milieu tergitol
	Etuve universelle d'incubation	Acide chlorhydrique (HCL).	Milieu slanetz
	Spectrophotomètre UV visible	Solution de méthyle orange	Sélénite-Cystine D/C
	spectrophotomètre a flamme	NaOH	
	Hôte Stérilisable à UV	HSN	
	Réfrigérateur	K2CrO4	
	Turbidimètre	AgNO3	
	Conductivité mètre	Acide ascorbique	
	PH mètre	Silicate de sodium	
	Rampe de filtration	Nitrate de potassium	
	Bain marie	Solution mixte	
	Pompe à vide		

V.3. Méthodologies**V.3.1. Echantillonnages**

Les prélèvements ont été réalisés dans la salamandre et stidia plage.

Le prélèvement d'eau a été effectué dans des bouteilles de 1 litre pour la mesure des paramètres physico-chimiques. L'eau destinée à l'analyse des autres paramètres : les éléments minéraux majeurs, la DCO, DBO5 ; était prélevée dans des bouteilles de 2 litres et pour le prélèvement d'eau des analyses microbiologique a été effectuée dans des bouteilles de 1 litre stérile. Les échantillons sont transporté 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).

L'analyse se fait le jour même en aucun cas delà de 24h, et a été effectué auprès du laboratoire de l'ADE et laboratoire l'ines de Mostaganem.

V.3.1.1. Condition pour les flacons de prélèvement

Pour analyse physico-chimiques, les flacons serrant de nouveau rincés trois fois avec l'eau analyser puis remplis jus qu'au bord.

- Le bouchon sera place de telle façon qu'il n'est aucune bulle d'air.
- Pour analyse bactériologique, mettre 2 gouttes de thiosulfate dans les flacons puis les mettre dans l'autoclave.

V.3.2. Méthodes d'analyses physicochimiques**V.3.2.1. Analyse physique****V.3.2.1.1 Température**

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz.

Pour mesurer la température, on utilise le thermomètre. Les mesures sont obtenues directement en degré Celsius (Rodier et all, 2005).

V.3.2.1.2 Mesure du pH

La mesure de pH est effectuée couramment par la méthode potentiométrique avec électrode de verre plus.

Principe

La différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence (calomel-KCl saturé) plongeant dans une même solution, est une fonction linéaire du pH de celle-ci. Selon l'expression de NERNST, le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions H⁺.

V.3.2.1.3 Mesure de la turbidité

La turbidité est mesurée au laboratoire à l'aide d'un turbidimètre « Hach » à cellule photo-électrique, par la méthode néphélométrique. Les résultats sont exprimés en unité de turbidité néphélométrique (NTU)

Mode opératoire

Remplir une cuvette de mesure propre et bien essuyer avec du papier hygiénique avec l'échantillon à analyser bien homogénéisé et effectuer rapidement la mesure, il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure.

V.3.2.1.4 Mesure de la conductivité électrique**Principe**

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1cm de surface et séparée l'une de l'autre de 1cm .Elle est l'inverse de la résistivité électrique.

L'unité de la conductivité est le siemens par mètre (s/m) et $1\text{s/m}=10\ \mu\text{S}/\text{cm}=10\ \text{ms/m}$.

Mode opératoire :

Rincer plusieurs fois l'électrode, d'abord avec l'eau distillée puis en les plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner, en prenant soin de l'électrode de platine qui doit être complètement immergé.

V.3.2.1.5 Détermination du résiduel sec**Principe**

La détermination du résidu sur l'eau non filtrée permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension d'une eau, C'est le résidu correspond alors aux matières dissoute.

Mode opératoire

- Tarer une capsule préalablement lavée, rincée à l'eau distillée et desséchée.
- Prélever 100ml d'eau à analyser dans une fiole jaugée et déverser la dans capsule.
- Porter cette dernière à l'étuve à 105° C pendant 24 heures.
- Laisser refroidir pendant un quart d'heures au dessiccateur
- Peser immédiatement et rapidement

V.3.2.1.6 Dosage de la dureté totale (Titre hydrotimétrique TH)**Objectif :**

Cette méthode d'essai a pour objet de déterminer la somme des concentrations en calcium et magnésium d'une eau.

Principe :

Titration par complexométrie des ions calcium et magnésium avec une solution aqueuse de sel di sodique d'acide éthylène diamine tétraétique (EDTA) «C₁₀H₁₂N₂O₈Mg» a un pH de 10 l'indicateur utilisé est le noir ériochrome T, qui donne une couleur rose en présence des ions calcium et magnésium lors du titrage avec l'EDTA la solution vire au bleu.

Mode opératoire :

100 ml de l'eau à analyser + 8 ml solution Tampon + NET.

Couleur :

Rose → titré avec solution EDTA 0,02N → bleu

V.3.2.1.7 L'oxygène dissous (O₂ %) :

L'appareil utilisé pour la détermination de l'oxygène dissous (O₂) est un oxymètre, indiquant le pourcentage de saturation en O₂ dissous, de marque WTW série oxy 197-S.

V.3.2.2. Analyse chimique**V.3.2.2.1 Dosage de titre alcalimétrique complet et simple (TAC, TA) Principe :**

Détermination des volumes successifs d'acide fort en solution diluée nécessaire pour neutraliser, aux niveaux de pH = 4.3 et 8.3 le volume d'eau à analyser. La première détermination sert à calculer le titre alcalimétrique complet (TAC), la seconde à calculer le titre alcalimétrique (TA).

Mode opératoire (TAC) :

100 ml de l'eau à analyser + 3 gouttes méthyle Orange titrer à HCl 0,02 N jusqu'à obtention d'un pH de 4,3

Mode opératoire (TA) :

Si le pH > 8,30 on calcule le TA 100 ml de l'eau analyser + 3 gouttes Phénophtaléine.

Couleur :

Rose titrer à HCl 0,02 N → incolore

V.3.2.2.2 Détermination du Calcium (Ca²⁺) et de Magnésium (Mg²⁺)**Principe**

Le calcium est dosé avec une solution aqueuse d'E.D.T.A à pH compris entre 12-13. Ce dosage se fait en présence de MUREXIDE. L'E.D.T.A réagit tout d'abord avec les ions de calcium libres, puis avec les ions calcium combiné avec l'indicateur qui vire alors de la couleur rouge à la couleur violet.

Mode opératoire

- **Réactifs**

Solution d'E.D.T.A N /50 (C₁₀ H₁₄ N₂ Na₂ O₈ 2H₂O)

Solution d'Hydroxyde de Sodium (NaOH) 2 N :

Solution d'Hydroxyde d'ammonium (NH₄ OH) pH=10,1.

Indicateur colorés : Murexide.

-Pour Ca²⁺

Prendre 50 ml d'eau à analyser.

Ajouter 2 ml de NaOH à 2 N.

Ajouter du Murexide.

Et titrer avec l'EDTA jusqu'au virage (violet).

-Pour Ca²⁺Mg²⁺

Prendre 50 ml d'eau à analyser.

Ajouter 2 ml de NH₄OH (10,1).

Ajouter noir Eriochrome.

Et titrer jusqu'au virage (bleu).

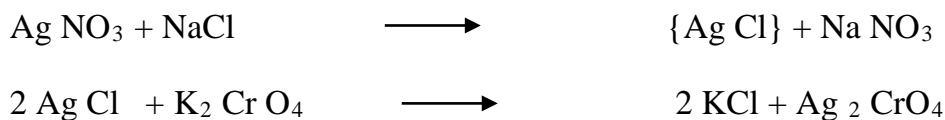
Couleur :

Rose → titrer a EDTA →violet.

V.3.2.2.3 Dosage d'ion chlorure (Cl⁻)**Principe**

On fait agir en milieu neutre, pH =6,7 ou 7, une solution à titrer de nitrate d'argent sur une prise d'essai connue de solution titrée de chlorure de sodium.

La réaction se fait en présence de chromate de potassium.

**Réactifs**

Solution de nitrate d'argent à 0,01 N.

Solution de chlorures à 71 mg/l.

Indicateur coloré K_2CrO_4 à 10 %.

Mode opératoire

Prendre 5 ml d'eau à analyser.

Ajouter 2 gouttes de K_2CrO_4 (coloration jaunâtre).

Titrer avec AgNO_3 à 0,01 N jusqu'à coloration brunâtre.

V.3.2.2.4 Dosage de fer :**Principe :**

Après oxydation en milieu acide le fer est réduit à l'état ferreux et dosé par spectrophotométrie en utilisant la coloration rouge donné par les sels ferreux avec la Phénanthroline 1,10.

Préparation des Réactifs**• Réactif (I) :**

Chlorhydrate d'hydrosamine $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$... 10g.

Eau distillée ... qsp 100 ml.

• Réactif (II) :

Acétate d'ammonium $\text{CH}_3\text{COOHNH}_4$... 40 g.

Acide acétique cristallisable CH_3COOH ... 50 ml.

Eau distillée ... qsp 100 ml.

NB : cette solution reste stable au moins une semaine.

- **Reactif (III) :**

Phénanthroline 1.10 ... 0,50g.

Eau distillée ... qsp 100 ml.

NB : cette solution reste stable au moins une semaine si elle est conservée à l'obscurité.

Mode opératoire :

50 ml E.D + 1 ml R (I) + 2 ml R (II) + 2 ml R (III) « témoin ».

50 ml d'eau à analyser +2 ml R (II) + 2 ml R (II) + 2 ml R (III).

La lecture est effectuée après avoir conservé les fioles à l'obscurité pendant 15 min.

Faire la lecture au spectromètre a longueur d'onde 510 nm

Les résultats son affiché directement dans le spectromètre en mg /litre de Fer

V.3.2.2.5 Dosage de nitrate par spectrophotomètre UV visible

Principe

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

Préparation des Réactifs

- **Réactif (I) :**

Hydroxyde de sodium 30%

- **Réactif (II)**

Salicylate de sodium ... 0,5%

Eau distillée ... qsp 100 ml.

NB : a préparé chaque 24 h.

- **Réactif (III) :**

Acide sulfurique 2 ml

- **Réactif (IV)**

Hydroxyde de sodium NaOH...	400 g.
Tartrate double de sodium et de potassium ...	60 g.
Eau distillée ...	qsp 1000 ml.

Mode opératoire :

10 ml Eau à analysé + 3 gouttes RI + 1ml RII

10 ml Eau distillée + 3 gouttes RI + 1ml RII (témoin).

Après le séchage dans l'étuve, on laisse refroidir

On ajoute 2 ml de RIII laissé reposé 10 minute ajouté 15ml d'eau distillé

15 ml RIV

Faire la lecture au spectromètre à longueur d'onde 451 nm

Les résultats son affiché directement dans le spectromètre en mg /litre de nitrate.

V.3.2.2.6 Dosage des phosphates (PO_4^{3-})**Principe**

Formation en milieu acide d'un complexe avec le molybdate d'ammonium et le tartrate double d'antimoine et de potassium .Réduction par l'acide ascorbique que en un complexe coloré en bleu qui présente deux valeurs maximales d'absorption l'une vers 700 nm, l'autre plus important à 880 nm.

Réactifs

Solution mère à 50 mg /1 PO₄³⁻

Solution fille à 2 mg /1 PO₄³⁻

✓ **Réactif Mixte**

A	{	Acide ascorbique à 10 %	
		Heptamolybdate d'ammonium	13 g
		Eau distillée	100 ml
B	{	Tartrate d'antimoine	0.35 g
		Eau distillée	100 ml
C	{	Acide sulfurique pur	150 g
		Eau distillée	100 ml

(A+B) +C → 500 ml d'eau distillée.

Mode opératoire

40 ml d'eau à analyser.

1 ml acide ascorbique

2 ml de mélange Attendre 10 mn développement de la couleur.

a on e on e nm

V.3.2.2.7 Dosage de nitrite par spectrophotomètre UV visible**Réactif mixte**

Sulfanilamide	40 g.
Acide phosphorique	100 ml.
N-1- Naphtyle éthylène diamine	2 g
Eau distillée	q.s.p 1000 ml.

Solution étalon mère de nitrites 100mg/l

Dissoudre 0,5 g de nitrite de sodium (séché à 150°C durant au moins 2h) dans 1000 ml d'eau distillée.

Solution étalon fille de nitrites 1mg/l

Prélever 1ml de la solution étalon mère de nitrite (100mg/l), la transvaser dans une fiole de 100ml et compléter au volume avec l'eau distillée.

Cette solution est préparée le jour de l'emploi.

Mode opératoire

Introduire 50 ml d'eau à analyser, ajouter 1 ml du réactif mixte et attendre au moins 20 mn. L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO_2^-

Enfin, mesurer l'absorbance de chaque étalon à la longueur d'onde 543nm.

Effectuer parallèlement au dosage, un essai à blanc en suivant le même mode opératoire en utilisant les mêmes quantités des réactifs mais appliquant le même volume approprié d'eau distillée à la place de la prise d'essai.

V.3.2.2.8 Dosage de l'ammonium :**Principe**

Mesure spectrométrique du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium.

• Réactif 1

Acide dichloroisocyanurique	2g.
Hydroxyde de sodium (NaOH)	32g.
H ₂ O distillée	q.s.p 1000ml.

• Réactif 2 (coloré)

Tricarbonate de sodium	130g
------------------------	------

Salicylate de sodium.	130g
Nitropruciate de sodium	0,97g
H2O distillée	q.s.p 1000 ml

Mode opératoire

- A prendre 40 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 4 ml du réactif 1
- Ajouter 4 ml du réactif 2 et ajuster à 50 ml avec H2O distillée et attendre 1 heure.
- L'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de : NH_4^+

V.3.2.2.9 Dosage de sulfate :**Principe :**

Les ions SO_4^{2-} sont précipités à l'état de sulfate de baryum et évalués gravimétriquement.

Préparation des Réactifs

- **Reactif I (solution stabilisante)**

Acide chlorhydrique (c)	60 ml.
Ethanol.....	200 ml.
Chlorure de sodium	150 g
Glycérol.....	100 ml.
Eau distillée	qsp 1000 ml.

- **Réactif II (Solution de chlorure de baryum) :**

Chlorure de baryum ... 150 g.

Acide chlorhydrique ... 5ml.

Eau distillée ... qsp 1000 ml.

Mode opératoire :

Prendre 20 ml d'eau à analyser puis compléter à 100 ml E.D.

Ajouter 5 ml de la solution stabilisante.

Ajouter 2 ml de chlorure de baryum.

Agiter énergiquement pendant 1 min

à la lecture à spectrophotométrie nm

NB : $\text{mg/l SO}_4^{2-} = \text{la valeur lue sur le spectrophotomètre} \times \text{la dilution.}$

Faire la lecture au spectromètre à longueur d'onde 451 nm

Les résultats sont affichés directement dans le spectromètre en mg/litre de sulfate

V.3.2.2.10 Salinité :

Est la quantité du sel NaCl dans l'eau, elle est donnée par mg/l.

Mode opératoire :

Rincer l'électrode plusieurs fois dans l'eau distillée pour essayer, puis on la plonge dans un récipient contenant de l'eau à analyser avec agitation faible, afin que la concentration ionique entre les électrodes soit identique à celle du liquide ambiant, introduire alors le thermomètre aussi près que possible de la cellule, la température de liquide ne devra en aucun cas varier pendant la mesure.

V.3.2.2.11 Taux des sels dissous (TDS) :**Principe :**

Le TDS est utilisé comme un indicateur du contenu total en composés minéraux présents dans les eaux d'alimentation. Les substances minérales dissoutes incluent :

-Le dioxyde de carbone, qui se dissout dans l'eau en donnant de l'acide carbonique, acide faible.

-Les sels de sodium.

-Les composés ferreux et ferriques provenant de minéraux, et du fer rouillé des canalisations.

-Les phosphates provenant de détergents.

-Les nitrates provenant des engrais.

Mode opératoire :

Le mode opératoire reste le même sauf que la solution d'étalonnage est une solution à 491 mg /l de sels dissous.

V.3.2.3. Demande biochimique en oxygène (DBO₅)**Principe**

La teneur en oxygène de l'eau est déterminée immédiatement après le prélèvement, puis à nouveau après un temps d'incubation de n jours à 20 °C. La différence entre les deux mesures correspond à la consommation d'oxygène, considérée dans ces conditions comme la demande biochimique en oxygène.

Apport de nutriments ou ensemencement par des micro-organismes n'est apporté à l'échantillon lors de cet essai.

V.3.2.4. Mesure de la DCO (Demande chimique en oxygène)

Les résultats de la DCO en mg/L expriment la quantité (en mg) d'O₂ consommée par litre d'échantillon dans les conditions de ce protocole. Dans cette méthode, l'échantillon est chauffé pendant 2 heures en présence d'un oxydant puissant, le bichromate de potassium. Les composés organiques oxydables réagissent en réduisant l'ion bichromate (Cr₂O₇²⁻) en ion chromique de couleur verte (Cr³⁺). Dans la méthode de détermination par colorimétrie ou titrimétrie, pour la concentration de 3 à 150 mg/L, l'analyse porte sur le résidu de Cr⁶⁺. Dans la méthode par colorimétrie pour la concentration de 20 à 1500 mg/L ou de 200 à 15.000 mg/L, la détermination porte sur la quantité de Cr³⁺ produite. Le réactif pour DCO contient des ions argent et mercure. L'argent agit comme catalyseur, tandis que le mercure est utilisé pour complexifier les

interférences dues au chlorure. Les lectures sont obtenues à 420 nm pour la gamme de 3 à 150 mg/L et à 620 nm pour les gammes de 20 à 1.500 mg/L et de 200 à 15.000 mg/L.

V.3.3. Technique d'analyse bactériologique

V.3.3.1. Recherche et dénombrement des Coliforme totaux

Mode opératoire :

Technique sur membrane filtrante :

Tout d'abord on doit allumer la rampe de filtration en appuyant sur le bouton qui commence à produire une aire qui sert à isoler l'intérieur de la rampe de l'extérieur en évitant toute contamination probable.

En appuyant sur le bouton UV, la hotte bactériologique commence à produire des rayons ultraviolets qui servent à stériliser l'appareil.

Il faut attendre 15 mn avant de commencer la filtration de l'eau.

L'eau qu'on veut analyser doit être filtrée sur une membrane en ester de cellulose de porosité bien définie (0,45µm) capable de retenir les bactéries.

Flamber la face supérieure de l'appareil.

Poser les membranes filtrants entre l'entonnoir et la pince ; le côté poreux au dessous.

Installer le dispositif d'assemblage. Agiter bien le flacon d'eau à analyser et le verser dans le réservoir jusqu'à son remplissage.

Ouvrir le robinet du support entièrement afin de laisser l'eau s'écouler sous l'action d'aspiration d'eau.

Après l'aspiration de toute la quantité d'eau, fermer les robinets puis enlever les dispositifs d'assemblage et avec une pince flambée prélever les membranes saisies par leur extrémité.

Transporter chaque membrane de filtration soigneusement sur un milieu de culture solide tergitol. Incubation à 37°C° et la lecture se fait après 24h.

V.3.3.2. Recherche et dénombrement des Coliforme fécaux

Cette opération est suivie de l'opération de recherches les coliformes totaux, si le nombre de germes est plus de 10 points (colonies de bactéries)

Mode opératoire :

Avec la même méthode (la membrane filtrante) faire le test des coliformes fécaux sauf le degré d'incubation est de 44°C.

V.3.3.3. Recherche des streptocoques fécaux

Mode opératoire

On filtre la même quantité d'eau selon la même technologie après filtration les membranes sont déposées sur le milieu slantetz puis incubées à 37°C° pendant 48 h.

v.3.3.4. Recherche et dénombrement de Salmonella

La recherche de salmonella à été effectuées en quatre étapes successives : pré-enrichissement, enrichissement, l'incubation et l'isolement (**RODIER J. et al., 2005**).

a)- Pré-enrichissement:

S'effectue sur le milieu de Sélénite-Cystéiné D/C réparti à raison de 100 ml par flacon, qui sontensemencé à l'aide de 100 ml d'eau à analyser, puis incubé à 37°C pendant 18 à 24 heures. Ce flacon fera l'objet.

b)- Enrichissement: sur milieu Sélénite en tubes à raison de 0,1 ml, et d'un isolement sur gélose Hektoen.

c)- L'incubation:

Se fait donc à 37°C pendant 24 heures. Pour la lecture des boîtes et l'identification, d'une part, le tube de Sélénite fera l'objet.

d)-Isolement:

D'autre part, la boîte de gélose Hektoen subira une

c)- Lecture:

En tenant compte du fait que les Salmonella se présentent le plus souvent sous forme de colonies de couleur gris bleu à centre noir

CHAPITRE VI :

RESULTATS ET DISCUSSION

VI. Résultats et discussion

VI.1. Les paramètres physico-chimiques

VI.1.1. Variation du PH au niveau de Salamandre et Stidia

Tableau 6: la variation du PH de l'eau de mer au niveau de Salamandre et Stidia

Mois	Sites	Salamandre	Stidia
Mars		8,05	8,01
Avril		8,39	7,93
Mai		8,45	8,05

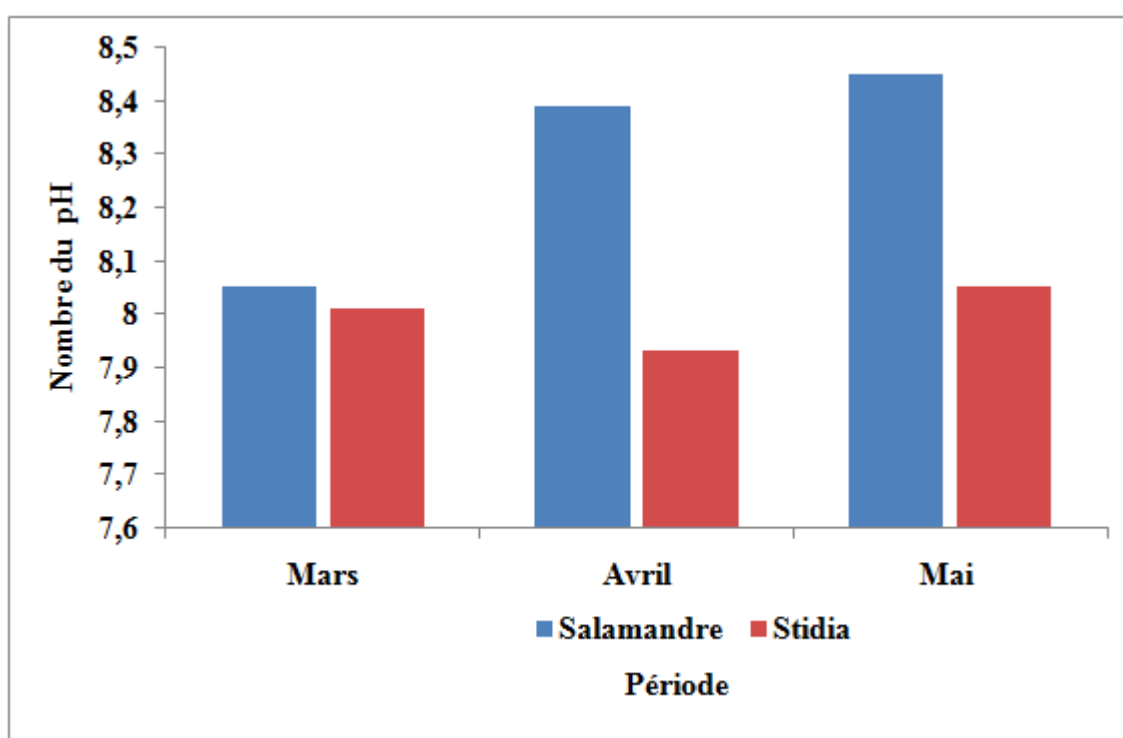


Figure 11 : Histogramme de la variation du pH au niveau de Salamandre et Stidia

VI. Résultats et discussion

L'histogramme montre une variation du pH, un pH alcalin du à la présence de microorganisme et d'éléments d'origine naturelle en provenance des roches, des sols, de l'air ainsi les apports résultants des activités humaines.

Site 1 salamandre : Le pH varie légèrement entre 8,05 - 8,45.

Site 2 stidia : Le pH varie entre 7,93- 8,01

La température de l'eau de mer modifie légèrement le pH ces variations sont dues à la nature et disposition de la crique par rapport au courants d'eau de mer ainsi que la nature des rejets (la charge des agglomérations) et les produits déversés (industrielle et agriculture).

Le changement climatique entre le mois mars, avril, mai, la pluviométrie a un effet sur certains éléments qui se trouve au niveau de la mer ce qui rend le pH alcalin.

Le Ph favorise le développement de certains microorganismes.

VI.1.2. Variation de la DCO (mg/l) au niveau de Salamandre et Stidia

Tableau 7 : Variation de la DCO (mg/l) au niveau de Salamandre et Stidia

Mois \ Sites	Salamandre	Stidia
Mars	33	17
Avril	27	19
Mai	27.06	25

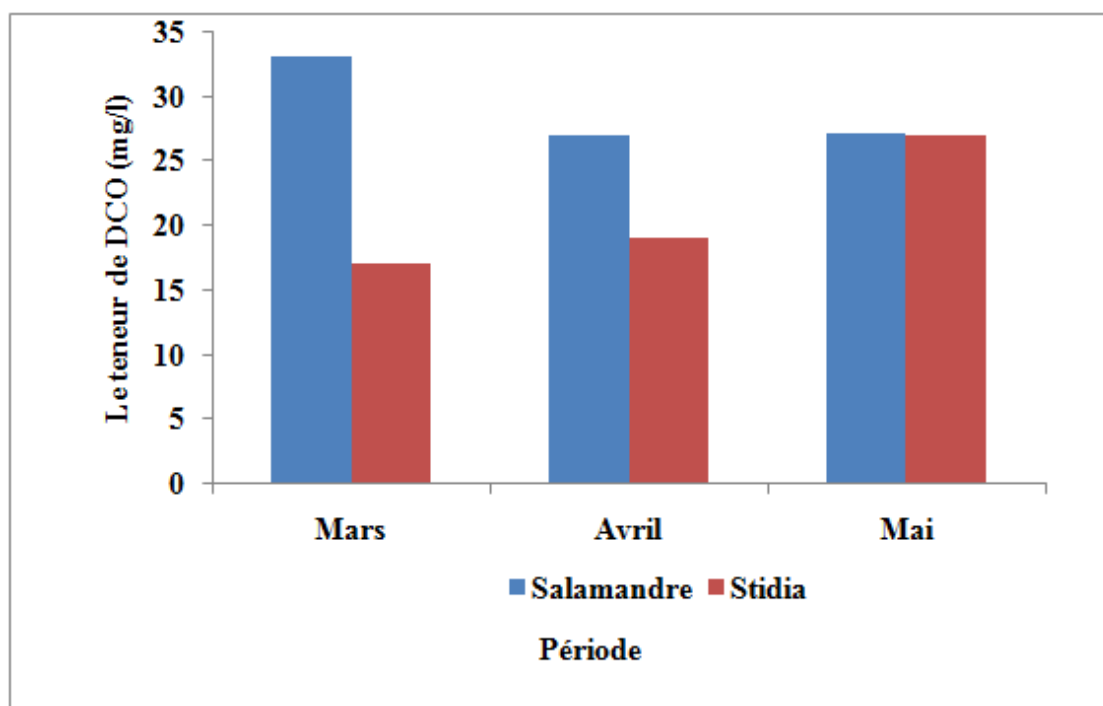


Figure 12 : Histogramme de la variation de la DCO (mg/l) au niveau de Salamandre et Stidia

L'historgramme montre une légère variation de la DCO au niveau de la salamandre du mois mars au mois de mai. Les teneurs oscillent en valeur minimale de 27 mg/l enregistrée en avril et mai (**Fig.12** et **Tableau7**) et une valeur maximale de 33 mg/l enregistrée en mars.

Les fortes teneurs révèlent la présence de la matière organique biodégradable ou non et demande une forte teneur en oxygène.

La matière organique les xénobiotiques, les engrais oxydés et dégradés, les détergents et les détersifs.

Au niveau du site Stidia des teneurs moins élevés entre mars et avril par rapport au moi de mai, la température et l'oxygène sont impliqués dans les fortes teneurs en DCO. Selon la grille de l'ABH 2009 (**Tableau 4**) l'eau du Stidia est d'une bonne qualité.

VI.1.3. Variation de la DBO₅ (mg/l) au niveau de Salamandre et Stidia

Tableau 8: la variation de la DBO₅ (mg/l) au niveau de Salamandre et Stidia

Mois \ Sites	Salamandre	Stidia
Mars	19.01	6
Avril	20	5
Mai	22.12	9

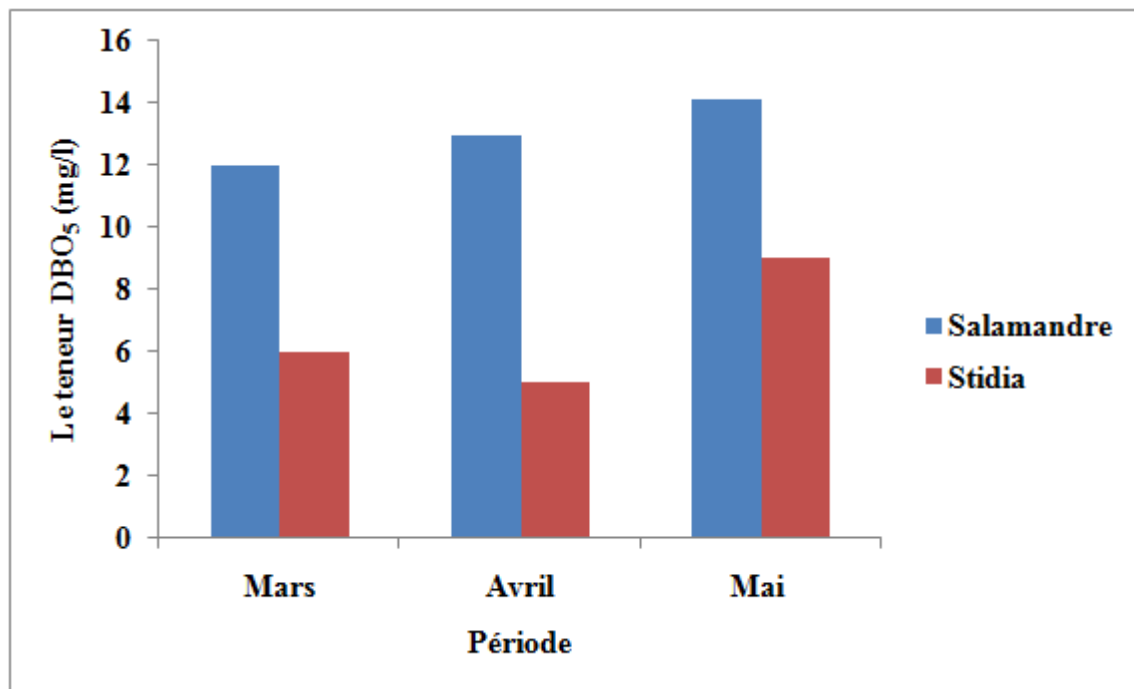


Figure 13 : Histogramme de la variation de la DBO₅ (mg/l) au niveau de Salamandre et Stidia

Site salamandre : La DBO₅ varie du moi de mars au moi de mai.

L'eau de la Salamandre représente de forte teneurs en DBO₅ (22.12 – 19.01) mg/l. la plus forte valeur observé est en Mai de 22.12mg/l avec une valeur minimale de 19.01 mg/l à été enregistrée durant le mois de Mars. Ceux-ci s'expliquent par la présence de la matière organique oxydable et de microorganisme.

VI. Résultats et discussion

Les valeurs élevées nous permettent de supposer qu'il y a une contamination due à la prolifération du phytoplancton, à l'emploi d'engrais, des pesticides et insecticides dans l'agriculture près du littoral.

Les données de la DBO₅ montrent que les eaux de la Salamandre sont acceptables et d'une moyenne qualité suivant la grille de l'ABH 2009 (Tableau 4).

Site Stidia : Les teneurs sont relativement faibles et sont confirmées par la présence intense d'algues

Un cours d'eau d'une bonne qualité selon la grille de l'ABH (2009) ; à une DBO₅ entre 5 et 9 mg/l qui ne dépassent pas les normes. Cela signifie que les bactéries et microorganismes utiliseront (5-9) milligrammes d'oxygène dissous en 5 jours pour décomposer les substances biodégradables contenues dans un litre d'eau.

VI.1.4. Variation des nitrates NO₃⁻ (mg/l) au niveau de Salamandre et Stidia

Tableau 9 : variation des nitrates NO₃⁻ (mg/l) au niveau de Salamandre et Stidia

Mois \ Sites	Salamandre	Stidia
Mars	3.02	2.01
Avril	2.54	2.06
Mai	2.79	2.17

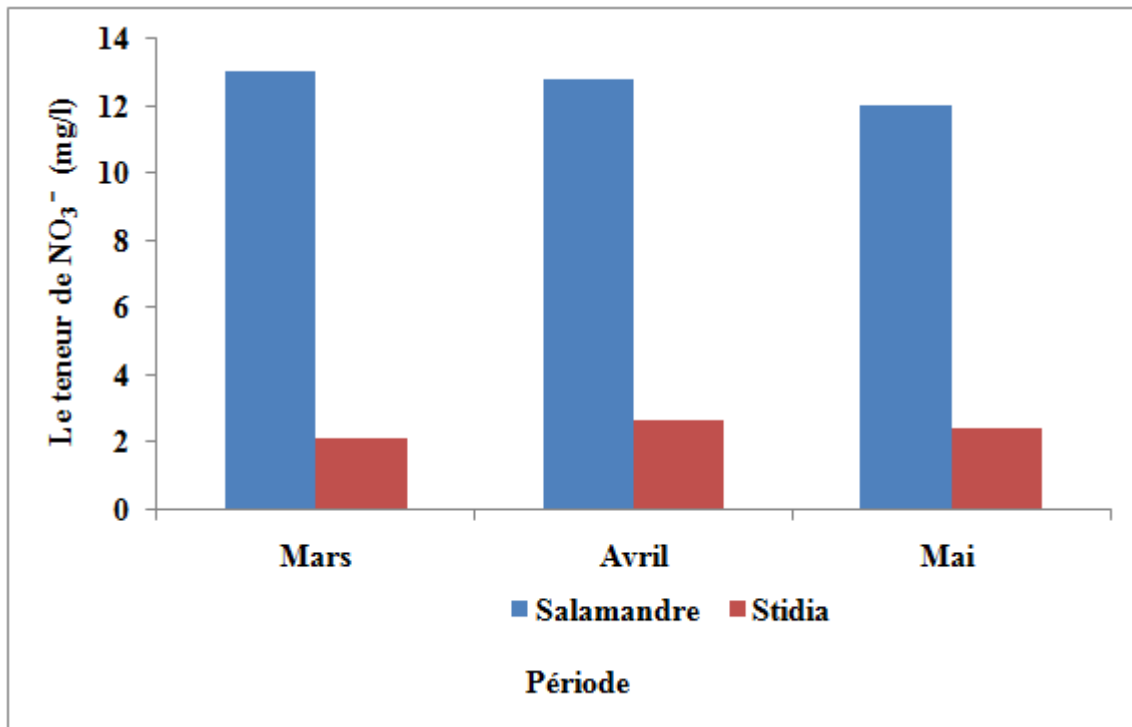


Figure 14: Histogramme de la variation des Nitrates NO₃⁻ m l au niveau de Salamandre et Stidia

Les teneurs en nitrate sont élevés au niveau de la Salamandre par rapport à Stidia.

Les teneurs sont remarquables durant les trois mois d'étude et ont pour origine une nitrification de l'azote organique des matières organiques rejetés dans l'eau.

Les nitrates peuvent jouer le rôle de donneur d'oxygène donc une faible oxydation par les microorganismes.

VI.1.5. Variation des nitrites NO_2^- (mg/l) au niveau de Salamandre et Stidia

Tableau 10: variation des nitrites NO_2^- (mg/l) au niveau de Salamandre et Stidia

Mois \ Sites	Salamandre	Stidia
Mars	2.9	0.03
Avril	2.02	0.02
Mai	2.05	0.05

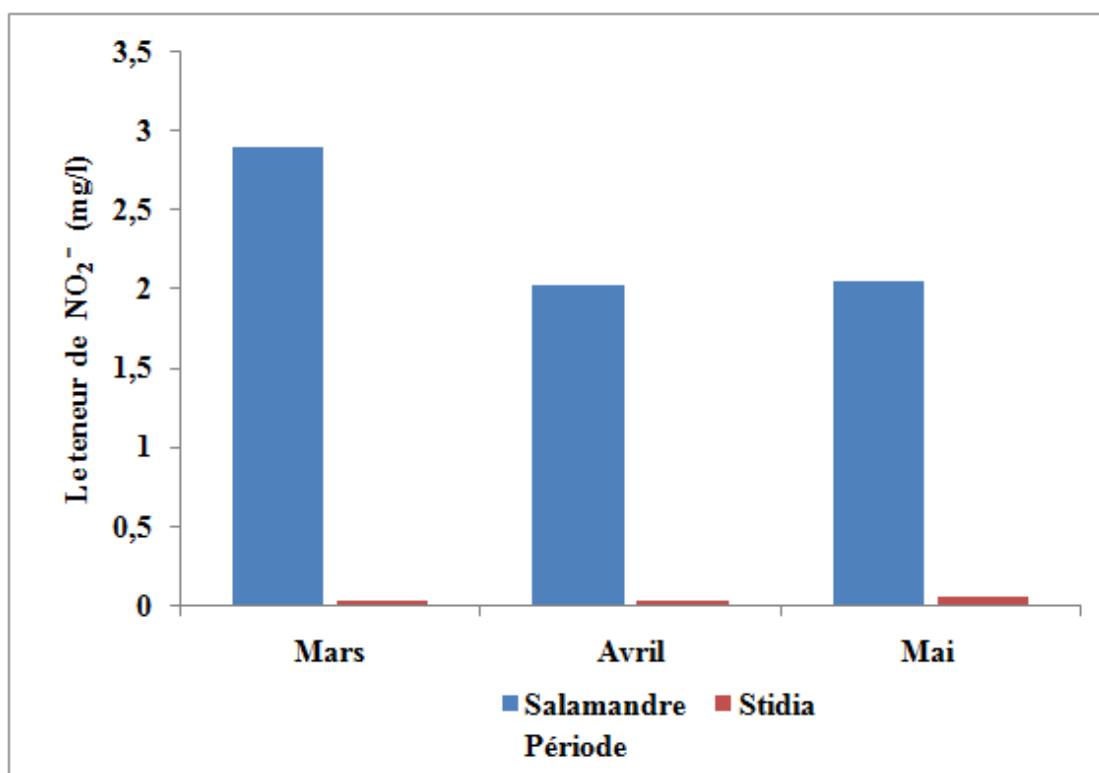


Figure 15 : Histogramme de la variation des Nitrites NO_2^- (mg/l) au niveau de Salamandre et Stidia

L'histogramme montre un excès de nitrites au niveau de la Salamandre par rapport à Stidia.

VI. Résultats et discussion

Les teneurs élevés du mois de mars au mois de mai sont dus aux rejets urbains, ceci s'explique par l'oxydation incomplète de l'ammoniac et par l'action bactériologique provoquant la transformation de l'azote en nitrite.

Tandis que les teneurs au niveau du Stidia sont relativement faibles. Ces teneurs subissent une légère variation durant les trois mois. Les valeurs enregistrées varient entre une valeur de 0.02 et 0.05 mg/l.

Selon la grille de l'ABH les eaux du Stidia sont s'une bonne qualité par rapport à des eaux de la Salamandre qui est d'une mauvaise qualité.

VI.2. les résultats des analyses microbiologiques

Le principal danger de la pollution bactériologique auquel est exposé l'eau de mer est celui d'une contamination récente par le déversement direct des eaux usées riche en matières fécales.

L'analyse bactériologique normale d'une eau de mer consisterait logiquement à rechercher les germes pathogènes qu'elle pourrait contenir; les techniques nécessaires pour la réalisation de ce type d'analyses sont trop longues, difficiles à réaliser et trop onéreuses pour de simples analyses de routine. On préfère généralement rechercher les germes fécaux. Ces derniers, comme les germes pathogènes, sont éliminés par les matières fécales (eaux usées). De ce fait, leur mise en évidence dans l'eau permet d'estimer la possibilité de la présence de germes pathogènes.

En premier lieu, on observe l'absence totale dans les eaux de baignade " Stidia et Salamandre plage" la bactérie pathogène suivante :

Les salmonella, par contre une apparition des germes d'origine fécale telle que les coliformes totaux, les coliformes fécaux et les streptocoques dans ces plages.

L'interprétation des résultats des analyses bactériologiques est basée sur une simple comparaison entre les valeurs obtenues et les valeurs guides requises pour les eaux de baignade et proposées par la réglementation algérienne en vigueur. Ces exigences réglementaires sont formulées dans le décret exécutif n°93-164 du 10 Juillet 1993 définissant la qualité requise des eaux de baignade (**Tableau 12**).

Tableau 11 : Qualité requise des eaux de baignade (J.O.R.A.D.P ,1993).

Paramètre	Unité	Valeurs guides (UFC)	Valeurs limitées (UFC)
Coliformes totaux	/100 ml	500	1000
Coliformes fécaux	/100 ml	100	2000
Streptocoques fécaux	/100 ml	100	-
Salmonelle	1L	0	0
Vibrations cholériques	/450 ml	0	0

Les concentrations inférieures ou égales aux valeurs guide indiquent une eau de bonne qualité.

Les eaux dont les concentrations sont comprises entre les valeurs guides et les valeurs limitées sont de qualité acceptable et doivent faire l'objet d'une surveillance continue, au de la ces eaux sont contaminées.

VI.2.1. Les paramètres Microbiologiques pour la plage de Salamandre et Stidia

Le tableau ci-dessous montre la concentration des coliformes totaux, les coliformes fécaux et les Streptocoques fécaux de Salamandre et stidia plage durant toute la période de prélèvement pour l'année 2018.

Tableau 12 : La concentration bactérienne pour la plage de Salamandre et Stidia

Mois	Concentration bactérienne a Salamandre et Stidia plage (UFC/100ml)					
	Coliformes totaux		Coliformes fécaux		Streptocoques fécaux	
	Salamandre	Stidia	Salamandre	Stidia	Salaman dre	Stidia
Mars	2400	2400	14	9	39	34
Avril	2400	2400	52	38	26	20
Mai	2400	2400	30,22	13,4	70,6	54,33
Valeurs guide	500		100		100	

➤ **Les coliformes totaux**

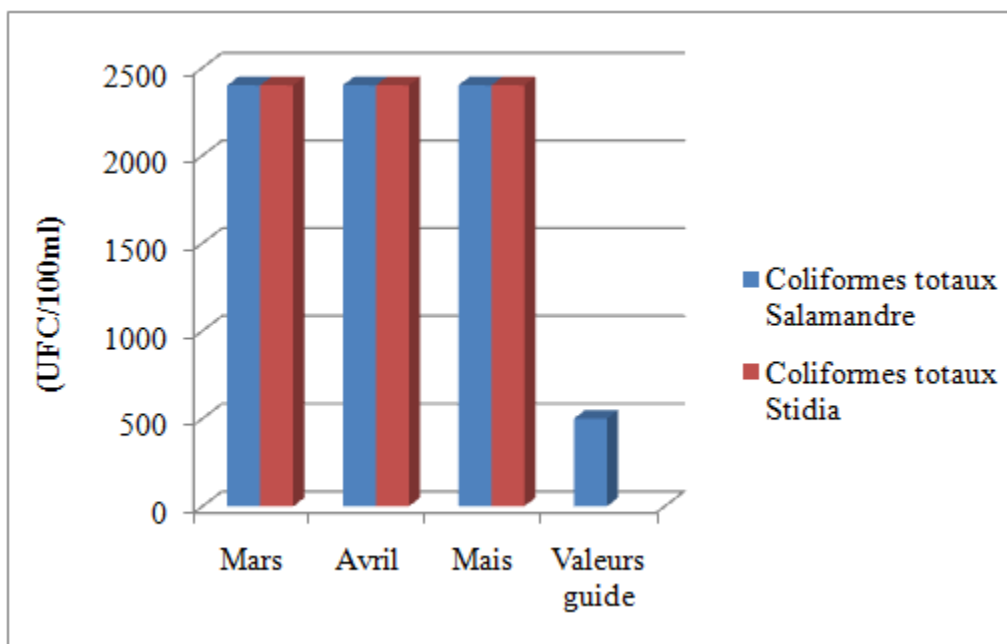


Figure 16 : les valeurs des coliformes totaux (UFC/ 100 m1) au niveau de la plage de la Salamandre et Stidia

En ce qui concerne les Coliformes totaux, les résultats obtenus sont beaucoup plus élevés dans les plages choisies, par rapport aux valeurs guides requises pour les eaux de baignade qui représente des valeurs supérieurs à 500 UFC/ 100 ml (**Fig.16**).

On observe au moi de Mars, Avril et Mai, une valeur maximale de 2400 UFC/ 100 ml pour les deux plages.

➤ Les coliformes fécaux

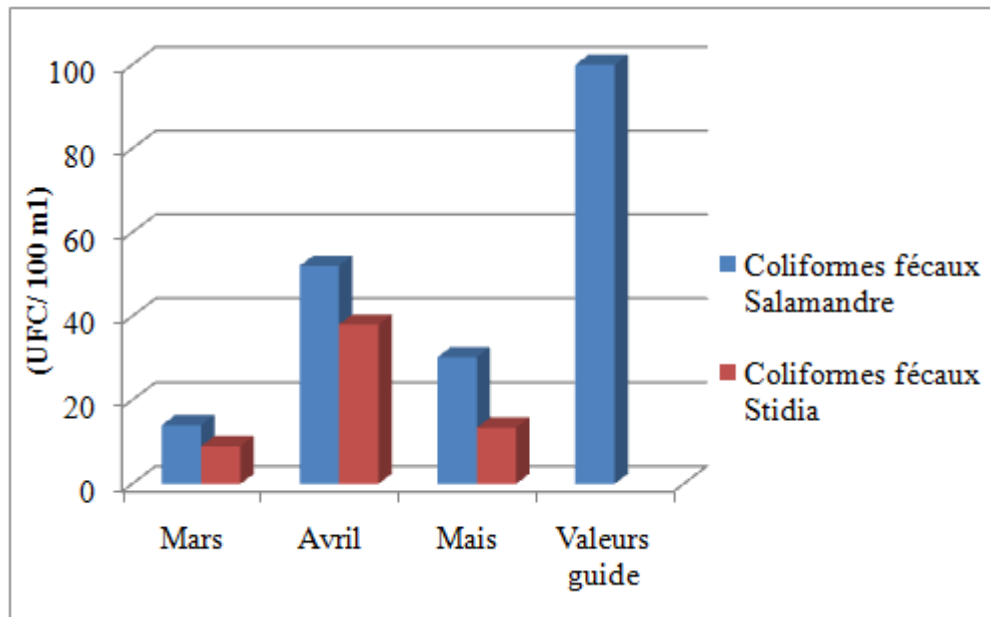


Figure 17: Les valeurs des coliformes fécaux (UFC/ 100 m1) au niveau de la plage de la Salamandre et Stidia

Pour les coliformes fécaux, leur présence est visible dans tous les échantillons qu'on a prélevé mais leur nombre est inférieur aux valeurs guide requises pour les eaux de baignade (100 UFC/100 ml).

Les valeurs moyenne sont de $32,07 \pm 17,05$ et $20,13 \pm 13,97$ (UFC/100 ml) pour Salamandre et Stidia respectivement. La figure 17 et le tableau 13 montrent des importantes variations de nombre des Coliformes fécaux entre les mois et les deux plages. Les valeurs fluctuent entre une valeur minimale de 14 UFC/100 ml durant le mois de Mars pour Salamandre et 13,4 UFC/100 ml pour Stidia durant le mois de Mai. Cependant, le maxima est enregistré durant le mois de Avril avec des valeurs de 52 UFC/100 ml pour Salamandre et 38 UFC/100 ml pour Stidia, et au mois de Mai on

observe une diminution de nombre des germes à 30,22 UFC/100 ml pour Salamandre. Tandis que Stidia contient le minimum décelé, soit 9 UFC/ml pendant le mois de Mars (Fig.17).

➤ Les Streptocoques fécaux

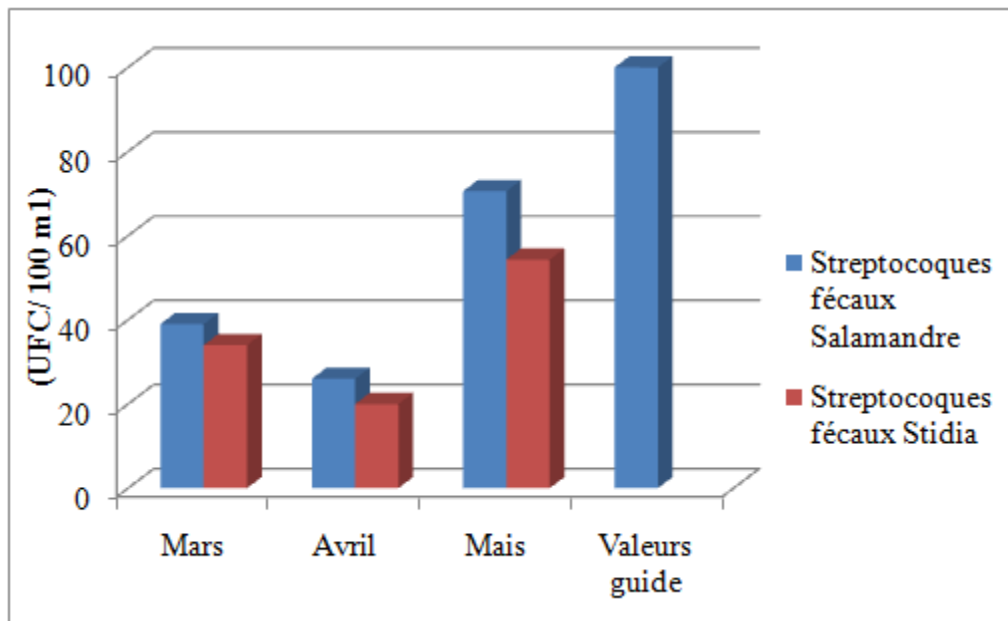


Figure 18 : Les valeurs de Streptocoques fécaux (UFC/ 100 m1) au niveau de la plage de la Salamandre et Stidia

Pour les Streptocoques fécaux, on observe que les valeurs obtenues pour les deux plages sont inférieurs aux valeurs guide requises pour les eaux de baignade, valeurs inférieur a 100 UFC/ 100 m1. Les valeurs moyenne sont de $45,2 \pm 20,51$ et $36,11 \pm 15,43$ (UFC/100 ml) pour Salamandre et Stidia respectivement.

Le taux de Streptocoques fécaux atteint une valeur max au mois de mai, elle est de l'ordre de 70,6 UFC/ 100 ml pour la plage de Salamandre et 54,33 UFC/ 100 ml pour la plage Stidia.

Au mois d'Avril ce taux atteint une valeur minimale par rapport aux autres mois, on observe une diminution de nombre des germes à 26 UFC/100 ml pour la Salamandre, et 20 UFC/100 ml pour la plage Stidia (Fig.18)

✓ **Salmonelle**

On observe une absence totale des germes pathogène (Salmonelle).

VI.2.2. Interprétation des résultats

En ce qui concerne les coliformes totaux, on a observé un taux très élevé par rapport aux valeurs guides requises pour les eaux de baignade (500 UFC/ 100 ml), pour tous les échantillons qu'on a prélevé à Salamandre et Stidia plage durant les trois mois, ceci reflète qu'il y a une contamination fécale qui est peut être due au déversement des eaux usées dans le milieu marin.

Plusieurs facteurs influent sur la survie bactérienne, parmi ces facteurs, on a pris en considération trois qui sont: la température de l'air, la vitesse du vent et la pluviométrie comme l'indique la figure 26, notant que la différence entre la température de l'air et la température de l'eau est en moyenne 3°C (S. M. M, 2007).

L'influence de ces facteurs sur la croissance des coliformes totaux qu'on a cités ci-dessus à Salamandre plage était négligeable, car le déversement des eaux usées dans cette plage est très important par rapport Stidia plage ou le déversement d'égout est minime.

Le facteur le plus influant sur la survie des coliformes totaux à Stidia plage, d'après notre constatation est fort probablement la vitesse du vent qui engendre des courants qui favorisent l'autoépuration du milieu marin malgré que la température est plus au moins favorable à la prolifération des germes.

Au mois de Mai, l'augmentation du taux de germe est probablement due à l'augmentation de déversement des eaux usés qui peut être le résultat de la forte consommation d'eau par les habitants " présence de coliformes totaux dans l'eau de mer est un indice de contamination par les eaux usées" (RODIER. J et al., 1997) et a la diminution de la vitesse du vent qui induit une faible autoépuration de l'eau de mer.

Et en ce qui concerne les coliformes fécaux, on a remarqué que le taux bactériens est toujours élevé à Salamandre plage par rapport à Stidia plage durant tous les mois

VI. Résultats et discussion

de prélèvement, ainsi que ces valeurs obtenus sont inférieures aux normes Algériennes en vigueur (100 UFC/100 ml).

Pour la plage de Salamandre, l'élévation de nombre de germe du mois de Avril et Mai est peut être due à l'augmentation de la température durant ces deux premiers mois, et la diminution de la pluviométrie. Sachant que cette augmentation de température favorise la croissance des coliformes fécaux, car la résistance de ces germes est du même ordre que celle des Salmonella et celles des Streptocoques fécaux, mais cette survie varie selon les conditions (température, nature de l'eau,...etc.) **(RODIER. J et al, 1997)**.

Tandis qu'au mois de Mars, la diminution du nombre de germes fécaux peut être expliquée par une forte agitation qui est engendré par une vitesse du vent élevée, malgré une forte pluviométrie et une basse température. Donc, on peut considérer dans ce cas la qu'il y a un seuil ou la vitesse du vent influe d'une manière négative sur la prolifération des germes bien que les autres facteurs soient favorables à la survie des coliformes fécaux (température et pluviométrie élevée).

Au mois d'Avril, l'explication précédente se confirme, car il fallait que la vitesse du vent diminue et la pluviométrie augmente pour permettre aux coliformes fécaux de se multiplier bien que la température ait baisse légèrement.

Au mois de Mai, on remarque que le taux de coliformes fécaux a baisse par rapport au mois d'Avril, cela est peut être due à la baisse pluviométrie qui engendre une augmentation dans la concentration de NaCl dans l'eau de mer, et les coliformes fécaux sont sensible à cette augmentation.

Pour la plage de Stidia, c'est le même phénomène qu'on a remarque à Salamandre plage, et les mêmes facteurs qui influent sur la survie bactérienne mais avec des taux inférieurs à ceux obtenus à Salamandre plage **(fig.17)**

Les Streptocoques fécaux sont responsable de gastro-entérites, et sont indicateurs spécifiques de pollution fécale-humaine ancienne **(O. M. S/P. N. U. E, 1995)**, ils sont plus résistants et persistent pendant une longue durée dans l'eau de mer (à l'opposition

d'E. coli) vu leur résistance a une concentration de 6,5% de NaCl et à une température de 10 a 45°C (**PRESCOTT et al, 1995**).

Les valeurs obtenues à Salamandre sont plus importantes à celles qu'on a obtenues à la plage de Stidia (**fig.18**). Au mois de Mars le taux de Streptocoques fécaux est élevé, cette élévation peut être due à une forte pluviométrie et une vitesse de vent négligeable ce qui a permis aux Streptocoques fécaux de survivre.

Au mois de d'Avril, bien que la baisse de la pluviométrie et l'augmentation de la vitesse du vent, on a observé un taux élevé par rapport au mois de Mars, ceci peut être du à l'élévation de la température.

Au mois de Mai. La prolifération des germes dans les deux plages est élevée par rapport au mois d'Avril, cela est fort probablement du à l'élévation de la température. La diminution de la pluviométrie induit une augmentation de la concentration de NaCl dans l'eau de mer, ce qui confirme que les streptocoques fécaux sont des germes résistants a cette augmentation comme il est indiqué précédemment (**PRESCOTT et al., 1995**).

On peut constater que la qualité microbiologique des deux plages est bonne, si on prend en considération les coliformes fécaux et les Streptocoques fécaux et sans oublier l'absence des germes pathogènes (les Salmonella), car les valeurs obtenues sont inférieures aux valeurs guides requises pour les eaux de baignade et qui représente 100 UFC/ 100 ml pour les Coliformes fécaux et les Streptocoques fécaux et 0 UFC/ 100 ml pour les Salmonella selon les exigences réglementaires Algériennes qui sont formulées dans le décret exécutif n°93-1 64 du 10 Juillet 1993 définissant la qualité des eaux de baignade.

Mais si on prend en considération le nombre de coliformes totaux qui est supérieur aux valeurs guides requises pour les eaux de baignade qui est proposées par la réglementation Algérienne en vigueur, il est possible de dire que cette eau est de qualité acceptable pour les deux plages, car pour considérer qu'une eau est de mauvaise qualité bactériologique, il faut que les valeurs obtenus soient supérieures aux valeurs limités, ce qui n'est pas le cas. On peut dire aussi que la plage de Stidia est de

VI. Résultats et discussion

bonne qualité par rapport à Salamandre durant toute la période de prélèvement
(tableau 10)

CONCLUSION

Conclusion générale

Depuis toujours la mer a été le réceptacle universel de différentes formes de pollution, le drainage des eaux usées non traitées vers la mer entraîne systématiquement une pollution bactérienne au niveau de celle-ci, cela modifie négativement l'équilibre naturel de l'eau (PH), change de qualité de sels nutritifs dans l'eau (nitrates, phosphates) et peut donc poser de graves problèmes pour l'environnement.

Cette étude a été menée dans le but de déterminer la qualité microbiologique et physico-chimique des eaux de baignade Salamandre et Stidia.

La présente étude nous a permis de tirer les conclusions suivantes :

1. L'analyse des résultats obtenus, montrent que sur le plan qualitatif, les eaux de deux plages **SONT** caractérisées par les paramètres physico-chimiques suivants :

➤ Le pH alcalin est entre (7,93_ 8,45)

➤ La demande biochimique DBO₅ est entre (19,01_ 22,12 mg/l) pour la plage salamandre et entre (10_11,7 mg/L) pour la plage Stidia

➤ La demande chimique DCO est entre (27_33 mg/l) pour la plage salamandre et entre (17 _25 mg/l) pour la plage Stidia.

➤ Le nitrate est entre (2,79_3,02 mg/l) pour la plage salamandre et entre (2,01_2,17 mg/l) pour la plage Stidia.

Le nitrite est entre (2,02_2,9 mg/l) pour la plage salamandre et entre (0,02_0,05 mg/l) pour la plage Stidia.

2. A travers ces résultats, il est constaté que la majorité des paramètres physico-chimiques étudiés, répondent aux normes algériennes

3. l'analyse bactériologique a des germes totaux, coliformes totaux et fécaux ainsi que des streptocoques fécaux sont conformes aux montres des normes suivantes :

Les normes des coliformes totaux et 2400 UFC/ml.

Les normes des coliformes fécaux et entre (15 _ 54 UFC/ml).

Les normes des streptocoques fécaux et entre (25_71,67 UFC/ml)

Absence des germes pathogènes salmonelle

En ce qui concerne les coliformes totaux, on a observé un taux très élevé par rapport aux valeurs guides requises pour les eaux de baignade (500 UFC/ 100 ml), pour tous les échantillons qu'on a prélevé à Salamandre et Stidia plage durant les trois mois , ceci reflète qu'il y a une contamination fécale qui est peut être due au déversement des eaux usées dans le milieu marin..

On peut dire que par rapport les paramètres physico-chimique et microbiologique pour les deux plages, la plage Salamandre et moins qualité que Salamandre mais les deux plages ne présente aucun danger pour la santé humains.

Perspectives et recommandation

Dans les perspectives de cette étude, nos propositions de pris en charge se résument en points suivants :

Assurer et maintenir la surveillance de la cote pendant toute l'année pour éviter les incidents de pollution et prendre en charge l'intervention rapide en cas de catastrophe.

L'installation de station d'épuration au niveau de chaque point de déversement qui reçoit une grande quantité des eaux usées.

l'aquaculture concerne l'élevage d'organisme dans des conditions contrôlées. ces organismes marins répondent de la même façon à les pollutions (rejets urbains et industriels,...) que ceux vivant sur la terre et dans les cours d'eau. Eau de mer de Stidia en règle générale est de bonne qualité c'est un milieu dans lequel cette activité peut être mise en œuvre.

La propreté des plages et du littoral représentent, actuellement, un enjeu majeur en termes non seulement de santé publique mais aussi d'environnement et constituent, de ce fait, l'objet d'une attention particulière.

❖ **Références bibliographiques**

- ❖ **(ABH), -2004.** Les Cahiers de l'Agence N°12. Le Bassin du Kébir-Rhumel. 1999, Agence de Bassin Hydrographique Constantinois-Seybouse-Mellegue, Ministère des Ressources en Eau, 44p.
- ❖ **AMINOT. A, CHAUSSPIED. M. :** Manuel des analyses chimiques en milieu marin.1983, Centre National pour l'Exploitation des Océans (CNEXO).
- ❖ **ANGELIER, E :** Ecologie des eaux courantes. Edition TEC & DOC. Paris. 2001.
- ❖ **ANS ELL. D. V, DICKS. B, GU ENETTE.T. H, MOLLER, T -H, SANTNE R, R.S & WHITE. I. C:** A review of the problems posed by spills of heavy Fuel oils. Paper presented at 2001 International oil spill conference, March 26-29, Tampa, Florida.
- ❖ **BENGUEDDA. A. et RAHAL, W :** Contribution a l'étude de quelques polluants métalliques chez la moule (*Perna perna* (l) et le rouget (*Mullus sumertutus*(l) dans la partie occidentale du golf d'Arzew. Thèse de Magister en océanologie biologique, 1993. Université. Oran. PP. 108.
- ❖ **BENTIS. S et BOUZIANI.F. :** Contribution à l'étude physico-chimique et bactériologique des eaux de rejet au niveau du plateau de Mostaganem. 2006Mémoire d'ING. Université de Mostaganem.
- ❖ **BOUCHRITI. N. :** Surveillance des zones de production conchylicoles. Actes du séminaire sur la qualité des produits de la pêche, 20-24 mai 2002, Casablanca, Maroc. Edité par Intosamak. 2003. PP. 90-125. »
- ❖ **BOUDERBALA. M. :-** Etat actuel de la pollution marine par les métaux lourds et son impact sur les cétacés dans le bassin algérien. Thèse de Magister. 1997. I. S. N. Université. Oran, PP.139.
- ❖ **BOUZIANI. M. :**L'eau :de la pénurie aux maladies. Edition : Ibnkhaldoune, 2000.PP. 71-73.
- ❖ **CHEBLI, L. :** La pollution en Méditerranée : Aspects juridiques des problèmes actuels. Office des publications universitaires (O.P.U)/Alger, 1980. PP. 234.

- ❖ **COULET. M:** Fleuves, sources de vie. 2005. Agence de l'eau Rhine Meuse. France.
- ❖ **DREISBACH. R. H.:** Handbook of poisonings: Prevention, Diagnostic and Treatment, 11nd edition, California: Lange Medicamental Publisher s. 1983. PP. 632.
- ❖ **EQUINOXE, L:** Le magazine des ressources vivantes de la mer « environnement littoral ». 1990. Numéro spécial. PP. 32-54.
- ❖ **GAUJOUS. D.:** La pollution des milieux aquatiques, 1995, Aide mémoire, 2^{ème} édition, Tec & Doc Lavoisier, Paris, PP. 25-30, 60-61, 100-102, 172-174.
- ❖ **GERARD. M. F:** Pollution des mers par le pétrole. 1977. Met. MAR. N°95. PP. 27-38.
- ❖ **GRIMES, BOUTIBA. Z, BELKALEM. A, BENDERBAIA. M, BOUDILLAL. B, BOUMAZA. S. BOUTIBA. M, CUEDIOUA. A, HAFFERSAS. A, HEMIDO. F, KAIDI. N, KHELIFI. H. KERZABI. F, MERZOUG. A, NOURA. A, SELLAJ. B, SELLALI-MERABTINE. H, SERIDI. H, TALEB. MZ et TOUABRIA. T. :** La biodiversité marine et le littoral Algérien. 2004. PP. 13.23.25.27.29.
- ❖ **GUILLAUD, D. F :** Le devenir des microorganismes en mer. I FREMER n°48. In CHEROUK. H et LOUELHI. S (CDTN Alger) : Impacts et traitements de la pollution marine. 1990. Actes du 3^{ème} colloque national « l'environnement côtier », Pp 17.
- ❖ **HADDOU. A :** Impact de la pollution marine par trois métaux lourds (cadmium, plomb et zinc) sur un mollusque : la sèche Sépia officialise (L.1758) pêchée dans la baie d'Oran. Thèse de Magister. 2003. ISN. Université. oran. PP. 109.
- ❖ **HEBBAR CHAFIKA:** Surveillance de la qualité bactériologique des eaux de baignade, cas des plages d'Ain-Franin et de Kristel 2005. Mémoire de magister en Science de l'Environnement et Climatologie. D. pt, de physique. Université d'Oran. Es-senia.
- ❖ **IFREMER:** institut Français de recherche pour l'exploitation de la mer, 2003. [www.ifremer.fr/ envlit/documentation/dossiers/microbio/micro-c4.htm](http://www.ifremer.fr/envlit/documentation/dossiers/microbio/micro-c4.htm)).
- ❖ **INRA :** institut National de la Recherche Agronomique. Milieux aquatiques et

- Pollution. 2004.
- ❖ **Inspection de l'environnement de la wilaya de Mostaganem.** : Rapport sur l'état de l'environnement de la wilaya de Mostaganem 2003.
 - ❖ **JORADP.:** Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique, n°46. Décret exécutif n°93-164. Du 10juillet1993. définissant la qualité requises des eaux de baignade.
 - ❖ **JOHNSON. L. L. CASILLAS. E, COLLIER. T. K. Mc CAIN. B. B. et VARANASI. U.:**Contaminant effects on ovarian development in English sole (Parophrys vetulus) from Puget sound. Washington. Can. Jour. fish and aquat.1988.
 - ❖ **KERRAS. T. et BOUDIA. A.:** Etude de la pollution marine. Analyses microbiologiques et physico-chimique de l'eau de baignade de trois plages de la wilaya de Mostaganem, 2003. Mémoire d'ING. D.pt de Biologie, Université de Mostaganem. PP. 9-33.
 - ❖ **LAROUSSE MEDICAL:** 150 nouveaux articles. 6000 articles revus de A à Z. Nouvelle édition. Larousse /VUEF 2003.
 - ❖ **LAUW E R YS. R.:** Toxicologie industrielle et Intoxication professionnelle, 3éme édition. Masson édition 1990.
 - ❖ **MA.T.E.:** Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'environnement. 2002 : « Le littoral : pour une préservation et une mise en valeur durable du littoral » 2002.
 - ❖ **MARCHAND, M :** Comportement des hydrocarbures déversés en milieu marin. Extrait du stage I NFOPOL organisé par le CEDRE (centre de documentation de recherche et d'expérimentation sur les pollutions accidentelles des eaux).1999.PP.19.
 - ❖ **MEF TAH. S.:** Evaluation du niveau de contamination par les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAPs :Chryséne, Phénanthrène) d'un poisson : Rouget de vase Mullus barbatus(L.1758), pêché dans le golf d'Arzew. Thèse de Magister. 2002. Université. Oran. PP. 169.
 - ❖ **MISCH.A:** Assessing Environmental Health Risks1993. In LBROWN and all. State of the world 1994, New York. In DERMECH E, S., 1998.

- ❖ **Ifen.**, Institut français de l'environnement. Indicateur : Evolution de la qualité des eaux de baignade en mer de 1992 à 2006, 2e version. Ministère français de la Santé, direction générale de la Santé, Observatoire du Littoral, 2008.
- ❖ **SOeS**, service de l'observation et des statistiques, Commissariat général au développement durable, Environnement littoral et marin, Paris, 2011.
- ❖ **OUAMANE, S.** Qualité des eaux de baignade dans le golfe de Skikda. Magistère en sciences de la mer, 2014.
- ❖ **Le Minor L, Popoff MY.**, Request for an opinion. Designation of *Salmonella enterica* sp. nov. nom., rev. as the type and only species of the genus *Salmonella*, 1987.
- ❖ **NISBEIM et VERNEAUX. J.** : annales de limnologie. Composantes chimiques des eaux courantes. Discussion et proposition des classes en tant que bases d'interprétations des analyses chimiques, 1970, 1.6, Fasc.2, PP.1616199.
- ❖ **OLIVIER LE CALVÉ:** Propriétés physiques du milieu marin. Un cours d'introduction à l'océanographie physique.2002. Institut des Sciences de l'ingénieur de Toulon et du Var.
- ❖ **OMS** : Directives pour la sécurité des eaux de baignade - Eaux côtières et eaux douces. 2004. Volume 1. Genève. PP. 15.
- ❖ **OMS/PNUE.:** Recommandations pour la surveillance sanitaire des zones côtières à usage récréatif et des zones conchylicoles. Programme à long terme de surveillance continue et de recherche en matière de pollution de la mer Méditerranée (MED/POL phase II).1995.PP. 156.
- ❖ **OZENDA.P** : les végétaux dans la biosphère, 1982, Paris.
- ❖ **PESSON. P et al:** La pollution des eaux continentales. Incidence sur les biocénoses aquatiques, 1976, Bordas, Paris.
- ❖ **POURRIOT:** Pollution des sédiments par les métaux lourds, 1995, Paris.
- ❖ **PRIERES. B et MORALL. D.** : la pollution. L'homme destructeur de son milieu, 1975.thèse de Doc. Etat Uni. Perpignan. PP. 555.

- ❖ **PRUD. H. R. :** Le ménagement de la nature des politiques contre la pollution. 1980. Bordas. Paris.
- ❖ **RAMADEF.:** Elément d'écologie- Écologie Fondamentale, 1984, Ed. Doin, Paris.
- ❖ **RAO. D. S. et SAXENA, A. B:** Aquatic toxicity of Mercury Lead, cadmium, manganese chironomus sp. int. J. Environ. Studies, 1981.PP. 6-225.
- ❖ **RODI ER. J. GEOFFRAY. CH. KOVACSIK. C, LAPORTE, J., PLISSIER, M., SCHEIDHAUER, J., VERN EAUX, J., VIAL. J. :** L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires et eau de mer, 6ème édition. Edition : DUNOD. Paris. i984.
- ❖ **RODIER. J, BAZIN. C., BROUTIN. J-P., CHAMBON, P, CHAMPSAUR. H., RODI. L. :**L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires et eau de mer, 8ème édition.
Édition : DUNOD, imprimé en Belgique. Dépôt légal septembre 1997.PP. 773.
- ❖ **SEMEP.:** Service d'épidémiologie Et de Médecine Préventive. Secteur sanitaire de Mostaganem. Rapport du directeur secteur sanitaire de Mostaganem. Surveillance de la qualité des eaux de baignade. 2003.
- ❖ **TCHERNIA. P. :** Cours d'océanographie générale, Service hydrographique de la marine, Ministère de défense, Paris, France, Vol. 1 &2, 1969.
- ❖ **TOUARSI. N et BEGOUG. R.:** Indice de contamination métallique de la moule (*Mytillus galloprovincialis*) du port d'Oran, Mémoire de Fin d'études.2000. Université. Oran. PP. 81.
- ❖ **WISES .A, SANDER, L .C et MAY, W.E.:** Détermination of polycyclic aromatic hydrocarbons by liquid chromatography. J.chromatogr: 624.1993'. PP. 329-349.

Les journaux

- Journal « le quotidien », 2003 : « YECH KOUR A, 2003 ».
- Journal « Liberté », 2004 : « . N. AFRÔUN, 8 juillet 2004 », «Danger sur le littoral algérien».

Services et administrations

- **D.S.P.:** Direction de la Santé et Populaire de la wilaya de Mostaganem. 2007.
- **Direction de l'hydraulique.** Rapport du directeur, de la wilaya de Mostaganem 2006.
- Direction de la pêche de la wilaya de Mostaganem. 2007.

Sites web

- ✚ Site web n°1: www.baignades.sante.gouv.fr
- ✚ Site web n°2: www.vulgarie-medical.com/encyclopédie.html

Annexes

Annexe

Annexe I : les paramètres physico – chimiques

Tableau 1: Résultats des paramètres physico – chimiques de l'eau des plages de la Salamandre et Stidia.

	SALAMANDRE	STIDIA
Conductivité	5180µS/cm à 5440 µs/m	5280µS/cm à 5470 µs/m
Turbidité	0,57 NT4	0,68 NT4
température	12,2°C-21,4°C	12,1°C-20,7°C
O2 dissous	0, 23mg/l à 3mg/l	5mg/l - 7mg/l
Chlorure	18980-24140	20971-22720
TH	575	600 F°
Tca++	115	125 F°
TAC	9	11
TA	00	00
Ammonium	2,40 mg/l -3,20 mg/l	0,19 mg/l -0,21 mg/l
Sulfate	202,78 mg/l -204,45 mg/l	202,08 mg/l -203,31 mg/l
Orthophosphore	1,09 mg/l - 2,01 mg/l	0,04 mg/l - 0,07 mg/l
Fer	0,16 mg/l -0,18 mg/l	0,05 mg/l - 0,13 mg/l
Couleur	18 ptco	12 ptco
Sodium	417/20850	382/19100
Potassium	75/3750	61/3050

Tableau 2 :

**Ministère des Ressources en Eau et de L'environnement
L'observatoire National de l'environnement et du Développement durable
Station de surveillance de Mostaganem
Fiche D'analyses In-situ
Eaux de baignade saison estivale 2018**

Date de développement : 25/04/2018

Nom de L'échantillonneur : Larbi BEGLOUL

Wilaya : M

ostaganem/ **Daïra : Mostaganem commune : Mostaganem**

Plage : salamandre

Tableau 3 :

Ministère des Ressources en Eau et de L'environnement
L'observatoire National de l'environnement et du Développement durable
Station de surveillance de Mostaganem
Fiche D'analyses In-situ
Eaux de baignade saison estivale 2018

Date de développement : 25/04/2018

Désignation	Point 01		Point 02	
Heur de prélèvement	16h10		16h25	
Position par GPS	/		/	
Coloration	Changement anormal de La couleur Température		Changement anormal de La couleur Température	
	Pas de changement Anormal de de la couleur	X	Pas de changement Anormal de de la couleur	X
Film visible a la surface de L'eau Et odeur (huile minérale)	Présence		Présence	
	absence	X	absence	X
Mousse persistance (substance tensioactive)	Présence		Présence	
	absence	X	absence	X
Odeur spécifique phénols mg/1 (C6H5OH)	Présence		Présence	
	absence	X	absence	X
Transparence M	<1		<1	
	1	X	1	X
	2		2	
Résidu goudronneux et matière flottantes bois, plastique, bouteille et tout autre matière débris ou éclat	Présence	X	Présence	X
	absence		absence	
Température de l'air	23c°		23c°	
Température de l'échantillon	21.6c°		21.6c°	
pH	8.30		8.30	
Conductivité spécifique	51.8mS/cm		52.3mS/cm	
salinité	33.9‰		33.7‰	
Oxygène dissous	0.20Mg/1		0.20Mg/1	
Saturation en Oxygène	2.2%		2.2%	

Nom de L'échantillonneur : Larbi BEGLOUL

Wilaya : Mostaganem/ Daïra : Hassi Mamech commune : Stidia

Plage : stidia

Désignation	Point 01		Point 02	
Heur de prélèvement	15h45		15h45	
Position par GPS	/		/	
Coloration	Changement anormal de la couleur Température		Changement anormal de la couleur Température	
	Pas de changement Anormal de la couleur	X	Pas de changement Anormal de la couleur	X
Film visible a la surface de L'eau et odeur (huile minérale)	Présence		Présence	
	absence	X	absence	X
Mousse persistance (substance tensioactive)	Présence		Présence	
	absence	X	absence	X
Odeur spécifique phénols mg/1 (C6H5OH)	Présence		Présence	
	absence	X	absence	X
Transparence M	<1		<1	
	1	X	1	X
	2		2	
Résidu goudronneux et matière flottantes bois, plastique, bouteille et toute, autre matière débris ou éclat	Présence	X	Présence	X
	absence		absence	
Température de l'air	23c°		23c°	
Température de l'échantillon	21.8c°		21.8c°	
pH	7.93		7.93	
Conductivité spécifique	52.8mS/cm		52.7mS/cm	
salinité	34.6‰		34.2‰	
Oxygène dissous	0.23Mg/1		0.23Mg/1	
Saturation en Oxygène	2.7%		2.7%	

Tableau 4 : composition de l'eau de mer

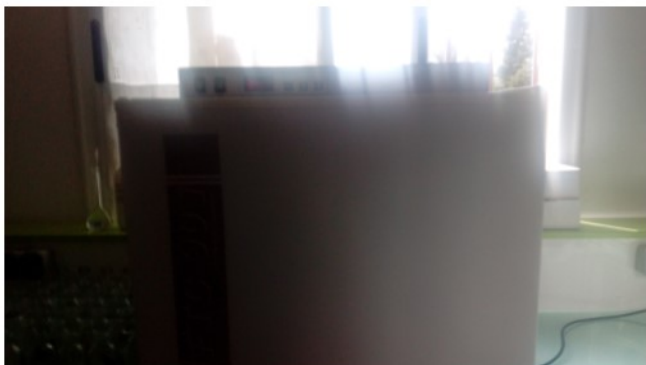
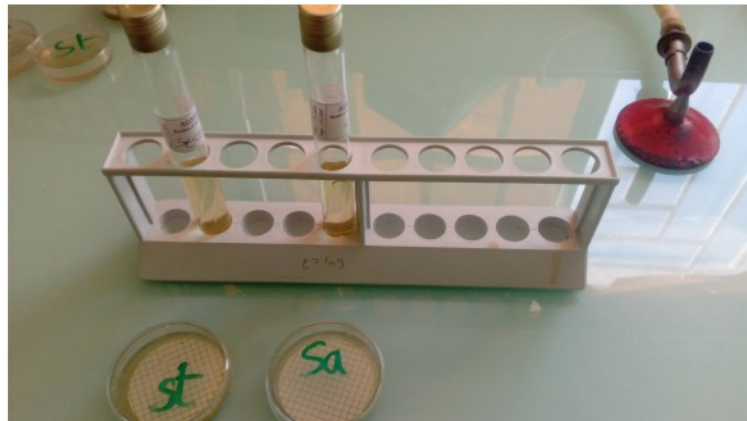
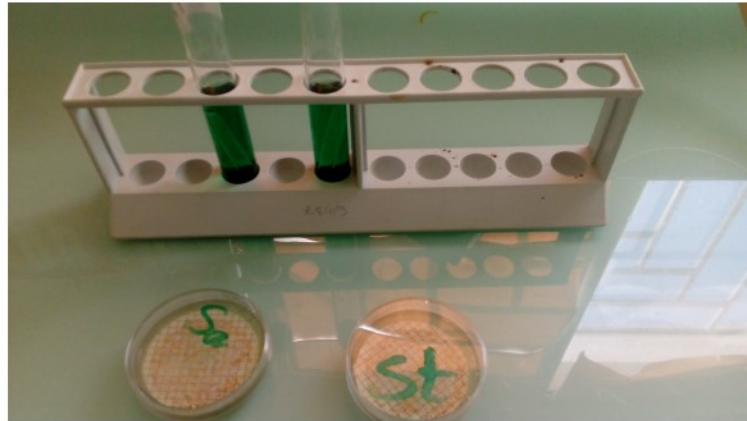
Eléments	Concentrations (eng mg/litre)	Masse totale dans les Océans (millions de tonnes)	Eléments	Concentrations (eng mg/litre)	Masse totale dans les Océans (millions de tonnes)
Chlore	18980	29,3	Nikel	0,002	3000
Sodium	10 540	16,3	Vanadium	0,002	3000
Magnésium	1 350	2,1	Manganèse	0,002	3000
Soufre	885	1,4	Titane	0,001	1 500
Calcium	400	0,6	Antimoine	0,0005	800
Potassium	380	0,6	Cobalt	0,0005	800
Brome	65	0,1	Cérium	0,0005	800
Carbone	28	0,04	Cérium	0,0004	600
Strontium	8	12	Yttrium	0,0003	500
Bore	4,6	7,1	Argent	0,0003	500
Silicium	3	4,7	Lantane	0,0003	500
Fluor	1,3	2	Krypton	0,0003	500
Argon	0,6	930 000	Néon	0,0001	150
Azote	0,5	780 000	Cadmium	0,0001	150
Lithium	0,17	260 000	Tungstène	0,0001	150
Rubidium	0,12	190 000	Xénon	0,0001	150
Phosphore	0,07	1 110 000	Germanium	0,00007	110
Iode	0,06	93 000	Chrome	0,00005	78
Barium	0,03	47 000	Thorium	0,00005	78
Indium	0,02	31 000	Scandium	0,00004	62
Zinc	0,01	16 000	Plomb	0,00003	46
Fer	0,01	16 000	Mercure	0,00003	46
Aluminium	0,01	16 000	Gallium	0,00003	46
Molybdène	0,01	16 000	Bismuth	0,00002	31
Selenium	0,04	6000	Niobium	0,00001	15
Etain	0,003	5000	Thalium	0,00001	15
Cuivre	0,003	5000	Hélium	0,000005	8
Arsenic	0,003	5000	OR	0,000004	6
Uranium	0,003	5000			

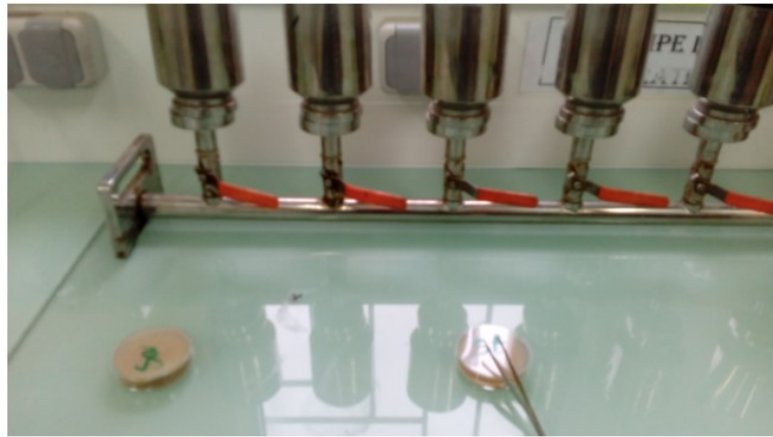
Tableau 5 : Qualité requise des eaux baignade

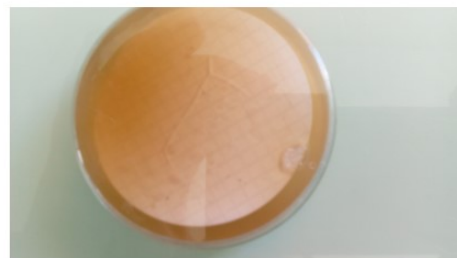
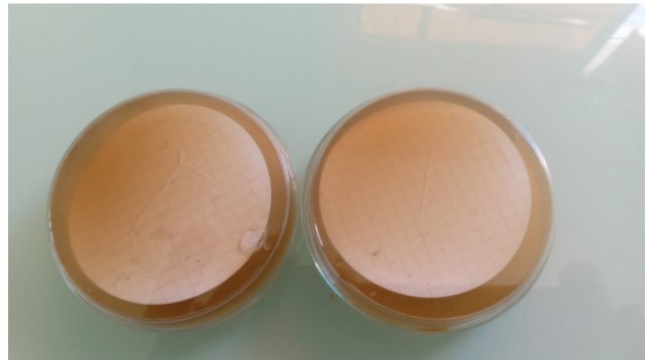
Décret exécutif 93-164 du 10 juillet 1993 définissant la qualité requise des eaux de baignade

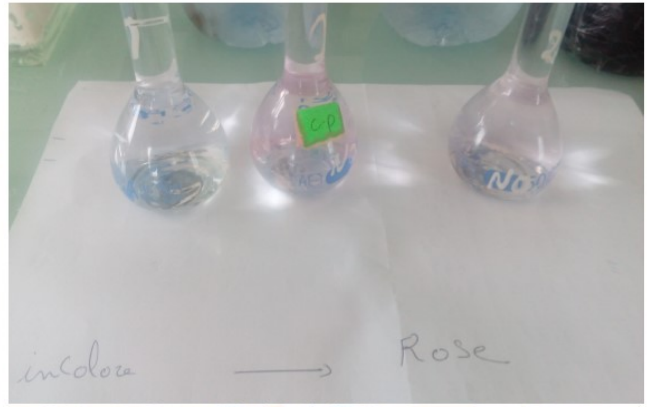
Tableau2 :

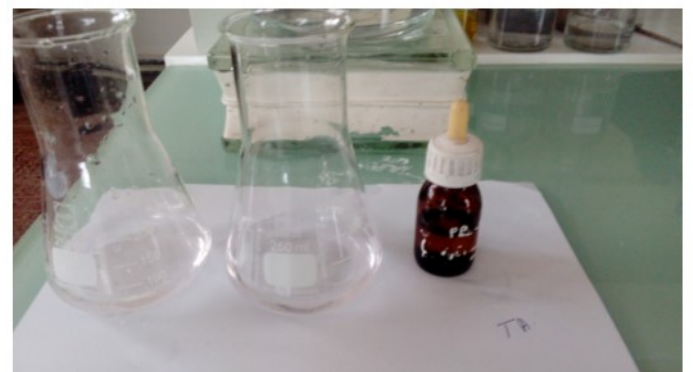
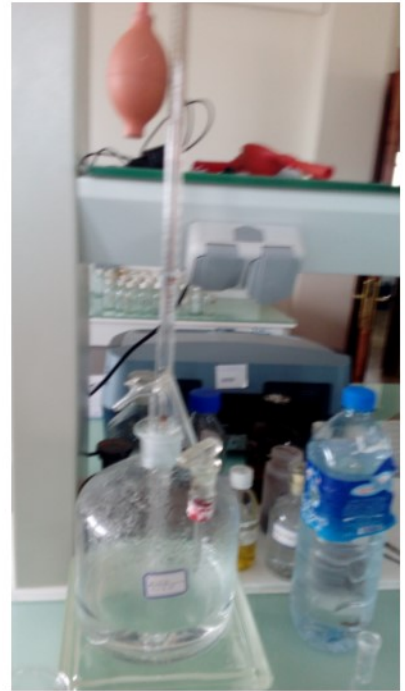
Paramètre	Unité	Valeurs guides	Valeurs limitée
<u>Microbiologiques</u>			
1. Coliformes totaux	/100 ml	500	10000
2. Coliformes fécaux	/100 ml	100	2000
3. Streptocoques fécaux	/100 ml	100	-
4. Salmonella	1L	-	0
5. Entérovirus	PFU/10 l	-	0
6. Vibrations cholériques	/450 ml	-	0
<u>Psycho-chimiques</u>			
7. Coloration	-	-	Pas de changement anormal de la couleur
8. Huiles minérales	Mg/1	>0.3	Pas de film visible à la surface de l'eau et absence d'odeur
9. Substances tensioactives réagissant au bleu de méthylène	Lauryl sulfate	>0.3	Pas de mousse persistante
10. phénols (indice phénol)	Mg/1 C ₆ H ₅ O ₄	>0.005	0.05 et aucune odeur spécifique
11. Transparence	M	2	1
12. Résidus goudronneux et matières flottantes (bois, plastique, bouteille et toute autre matière débris ou éclats)	-	-	absence
13. PH	-	-	6-8
14. Oxygène dissous	% Saturation en oxygène	-	80-120
15. Autre substances	0	-	Ne doit pas contenir de substances susceptibles de nuire à la santé des baigneurs.











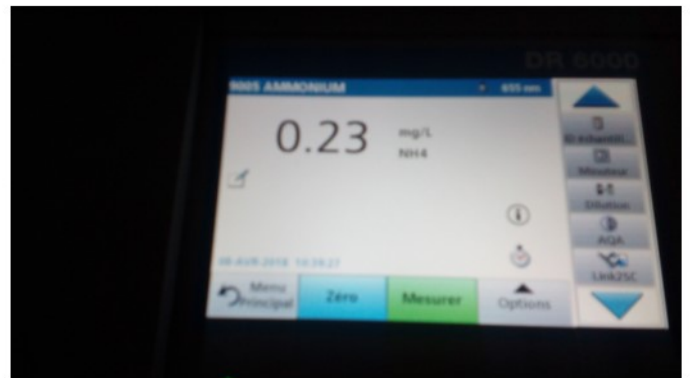
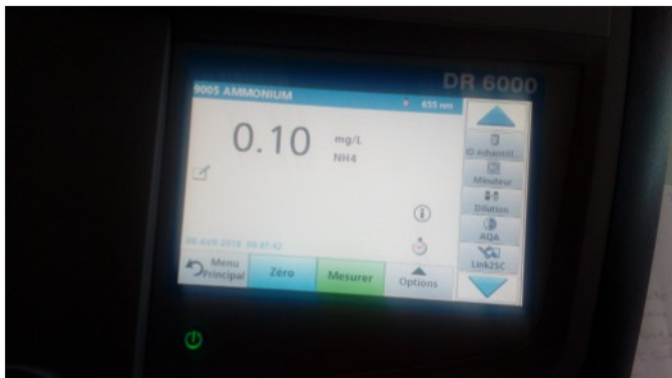




Figure N° 02 : ph mètre .



Figure N° 03:conductivité mètre .



Figure N°04:Rampe de filtration



Figure N° 05 :Turbidité mètre.



Figure N° 06 : Hôte Stérilisable à UV



Figure N° 07 : Flacons de Prélèvement.



Figure N° 08 : étuve.



Figure N°9:Agitateur chauffant



Figure N°10 :Balance Electrique