

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

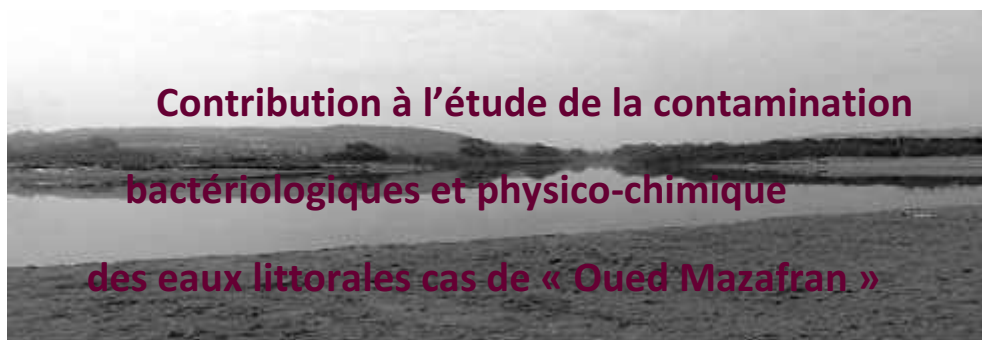
المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر و تهئية الساحل

Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME D'ETUDES
UNIVERSITAIRES APPLIQUEES (D.E.U.A) EN SCIENCES DE LA MER

Thème :



Présenté par :

BENSMAIL Nacéra et FERNANE Zahra

Promotrice : **Mme. BOUBECHICHE. Z.**.....Maître assistante (ENSSMAL).

Co-promoteur : **M^r LOURGUIOUI.**.....Maître assistant (ENSSMAL).

Examiné par : **M^{lle} ALOUACHE. S.**.....Maître assistante (ENSSMAL).

Promotion 2011- 2012

Sommaire

Introduction.....	1
--------------------------	----------

Partie I : partie bibliographique

I.1. Présentation de la zone d'étude	2
I.1 .1. Situation géographique.....	2
I.1.2. Les conditions climatiques.....	3
I. 1.2.1.La température.....	3
I. 1.2.2.Les précipitations	4
I. 1.2.3. Les vents.....	5
I. 1.2.4.Hydrodynamique.....	6
I. 1.2.4.1. Les houles.....	6
I. 1.2.4.2. Les courants	7
I.2 .Les descriptions en hydrologie marine.....	8
I.2.1. Les paramètres physique et chimique.....	8
I.2.2.Paramètres chimiques	9
I.2.2.1. Les composés azotés.....	9
I.2.2.2.Silicium.....	10
I.2.2.3.Les orthophosphates.....	10
I.3. Paramètres d'analyses bactériologiques.....	10
I.3.1. Les indicateurs de contamination fécale	11
I.3.1.1. Les coliformes totaux	11
I.3.1.2. Les coliformes fécaux	11
I.3.1.3 .Les entérocoques (ex-streptocoques fécaux)	12
I.3.2. .Les germes pathogènes	13
I.3.2.1. Staphylocoques	13
I.3.2.2. Les Salmonelles.....	14
I.4 .Impact sanitaire des contaminations microbiennes.....	14
I.4.1. Risques liés à la consommation des fruits de mer.....	15

I.4.2.Risques liés à la baignade.....	16
---------------------------------------	----

Partie II : matériels et méthodes

II.1. Le site d'étude.....	17
II.2. Choix des stations.....	17
II.3. Les prélèvements.....	18
II.4 .Méthodes d'analyse.....	19
II.4.1.Etude paramétrique.....	19
II.4.1.1. La température	19
II.4.1.2. Le potentiel hydrogène.....	19
II.4.1.3. La salinité	19
II.4.2 .Dosage de sels nutritifs	19
II.4.2.1. Principe de dosage de sels nutritifs	19
II.5 L'analyse bactériologique	20
II.5.1.Dénombrement des coliformes	20
II.5.2. Dénombrement des Entérocoques (ex-streptocoques fécaux).....	22
II.5.3.Recherche des Salmonelles.....	24
II.5.4.Les techniques de caractérisation des germes recherchées.....	26
II.5.4.1.Coloration de Gram.....	26
II.5.4.2.Test de catalase.....	26
II.5.4.3.Test oxydase	27

Partie III : Résultats et discussions

III. 1. Paramètre physico-chimique.....	28
III. 1.1.La température.....	28
III. 1.2.Potentiel d'Hydrogène.....	28
III. 1.3.La salinité.....	29
III. 2 .Les sels nutritifs.....	29

III. 2.1.L'azote ammoniacal.....	29
III. 2.2.Les nitrites	30
III. 3. Paramètres bactériologiques.....	30
III. 3.1. Les coliformes	30
III. 3.2. Les entérocoques.....	32
III. 3.3. Les salmonelles.....	33
III. 4. Caractérisation des bactéries recherchées.....	33
III. 4.1 Les coliformes.....	33
III. 4.2 Les streptocoques.....	34
Conclusion.....	35

Bibliographie

Liste des figures

Figure n°1 : localisation géographique de la zone.....	2
Figure n°2 : Les précipitations annuelles dans la région du Mazafran.....	5
Figure n°3 : Fréquence annuelle des vents de la région de Mazafran par période (ONM, moyenne sur l'intervalle [2001 -2006]).....	6
Figure n°4 : fréquence des vents par direction (ONM, moyenne sur l'intervalle [2001 - 2006]).....	6
Figure n°5 : coliformes fécaux.....	12
Figure n°6 : Les entérocoques (ex-streptocoques fécaux).....	12
Figure n°7 : Staphylocoques.....	13
Figure n°8 : les Salmonelles.....	14
Figure n°9 : Une vue de l'oued Mazafran.....	17
Figure n°10 : Positinnement des stations d'étude	18
Figure n°11 : Technique de dénombrement des Coliformes dans l'eau de mer« Test confirmatif ».....	21
Figure n°12 : Technique de dénombrement des <i>Entérocoques</i> dans l'eau de mer.....	23
Figure n°13 : Technique de recherche des Salmonelles dans l'eau de mer.....	25
Figure n°14 : les concentrations des coliformes totaux, fécaux et d' <i>Escherichia coli</i>	32
Figure n°15 : Concentration des streptocoques fécaux.....	33
Figure n°16 : observation des coliformes au microscope optique (100x).....	34
Figure n°17 : ... Observation des streptocoques au microscope optique (100x).....	34

Liste des tableaux

Tableau n°1 : Caractéristiques des sous bassins versant de l'Oued Mazafran.....	3
Tableau n°2 : températures moyenne mensuelles dans la région du Mazafran (Période 1986-2006).....	4
Tableau n°3 : fréquences saisonnières par secteurs des houles au large de la baie de Bousmail (une saison correspond à 100%).....	7
Tableau n°4 : caractéristiques des principales bactéries pathogènes.....	15
Tableau n°5 : Les valeurs de température.....	28
Tableau n°6 : Les valeurs de pH.....	29
Tableau n°7 : Valeurs de la salinité.....	29
Tableau n°8 : Valeurs d'ammoniums (μ mol/l) des différentes stations.....	30
Tableau n°9 : Teneur en nitrites (μ mole/l) dans l'eau des différentes stations.....	30
Tableau n°10 : concentrations des coliformes totaux, fécaux et E.coli.....	31
Tableau n°11 : concentrations des streptocoques fécaux.....	32
Tableau n°12 : Profil morphologique et biochimique des coliformes.....	33

Introduction

L'activité humaine, la poussée démographique, l'urbanisation et le développement industriel sur les zones littorales sont les facteurs majeurs qui produisent une série de nuisances en altérant la qualité de l'eau et en affectant négativement l'environnement littoral.

D'après l'organisation des nations unies pour l'éducation, la science et la culture(UNESCO), la pollution marine est définie comme étant : « tout rejet à la mer direct ou indirect, de substance ou d'énergie d'origine humaine qui a un effet nuisible sur les organismes vivants, dangereuse pour la santé humaine, empêche l'utilisation de la mer, en altérant la qualité de l'eau de mer ou qui réduit les possibilités de son utilisation aux fins de loisirs ».

La pollution des eaux littorales peut avoir plusieurs origines (atmosphériques, industrielles et agricoles) dont la principale source est les rejets sans traitement des eaux domestiques et industrielles ainsi le déballastage des navires.

En effet, un des problèmes liés aux rejets domestiques reste les maladies qui en découlent. Selon l'OMS, 80% des maladies qui affectent la population de la planète sont liées en partie à l'insuffisance de l'évacuation des matières fécales. Effectivement la plupart des microorganismes qui sont à l'origine des grandes épidémies historiques d'origine hydrique, ont pour habitat normal les intestins de l'homme et certains animaux à sang chaud. C'est pour quoi le contrôle de qualité de l'eau parait de plus en plus indispensable.

Dans cette présente étude, on se propose d'évaluer le flux polluant de l'embouchure de l'oued Mazafran dont le but principal est d'analyser paramètre bactériologiques représentés par les indicateurs de contamination fécale (coliformes et streptocoques fécaux) et pathogènes (salmonelles).

Une analyse des paramètres physico-chimiques et dosage des sels nutritifs ont été également réalisés afin de compléter le premier volet.

1. Présentation de la zone d'étude

1.1. Situation géographique

L'oued Mazafran se situe à 25 Km à l'Ouest d'Alger et à 7Km à l'Est de Bousmail(wilaya de Tipaza). Ses coordonnées Lambert sont de 2° 80' longitude Est, et 36° 69' latitude Nord.

Draine les eaux domestiques, agricoles et industrielles des territoires des wilayas de Médéa-Blida - Ain defla - Tipaza et Alger pour déboucher ensuite en mer entre les plages Si El Haoues et El Kheloufi au niveau de la commune de Zéralda.



Figure n °1 : localisation géographique de la zone d'étude

L'oued Mazafran tire son nom de la couleur de ses eaux : Elma Essafra (eau jaune). Il est issu de la jonction de l'oued Chiffa et l'oued Djer au niveau de la plage de Mitidja. Il représente un bassin versant de 600km².

Le bassin versant du Mazafran est plus important .Il est subdivisé selon l'agence nationale des recherches hydrauliques (A.N.R.H) en quatre sous bassin versants : Chiffa, Djer, Bouroumi et le bassin intermédiaire du Mazafran, l'ensemble des écoulements de se bassin se dirigent vers la cluse de Mazafran.

Tableau n°1 : Caractéristiques des sous bassins versant de l'Oued Mazafran.

Bassin versant	Bassin Oued Djer	Bassin Oued Bouroumi	Bassin Oued Chiffa	Bassin Inter-médiaire	Bassin Total
Caractéristique					
Surface (Km ²)	420	250	500	700	1900
Longueur de bassin(Km ²)	45	41	51	31	75
Longueur de l'Oued (km ²)	54	47	62	36	92
Pente moyenne de l'Oued(%)	0.610	0.700	0.840	0.061	0.600

Source : A.N.R.H(2006)

1.2. Les conditions climatiques :

1.2.1. La température

Le climat de la région de Mazafran est subdivisé en deux périodes: une période humide (du mois de novembre au mois d'avril) et une autre chaude (du mois de Mais au mois d'Octobre).

Les moyennes mensuelles des températures de l'air varient entre 11.2 C° et 26.7 C°. Le mois le plus chaud est le mois d'août et le mois le plus froid est le mois de janvier avec une moyenne de 18,06 C° (ONM, 2006).

Tableau n^o2 : températures moyennes mensuelles dans la région du Mazafran

(Période 1986-2006)

Mois	Jan.	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui.	Juil.	Aou	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Température moyennes	11.2	11.5	13.4	15.1	18.6	22.5	25.3	26.7	24.0	20.5	15.4	12.5
Température minimales	5.5	5.5	7.3	8.8	12.6	16.3	19.2	20.4	18.0	14.6	10.0	7.1
Température maximales	16.9	17.4	19.6	21.3	24.5	28.7	31.5	33.0	29.9	26.4	20.9	17.9

Source : ONM (2006)

1.2.2. Les précipitations :

La moyenne des précipitations annuelles de la région du Mazafran est d'environ 525.38mm

La moyenne mensuelle des précipitations le long de l'année est de 44 mm. On constate aussi une période de transition (Mars – Avril) où les précipitations varient de 40 à 50 mm.

En moyenne, le mois de janvier est le plus pluvieux avec une moyenne de 85,99 mm, et le mois de juillet est le moins pluvieux avec une moyenne de 2,54 mm.

Selon les données enregistrées pour les vingt-trois années d'étude, le taux le plus fort est enregistré durant l'année 1984 (926,5 mm).

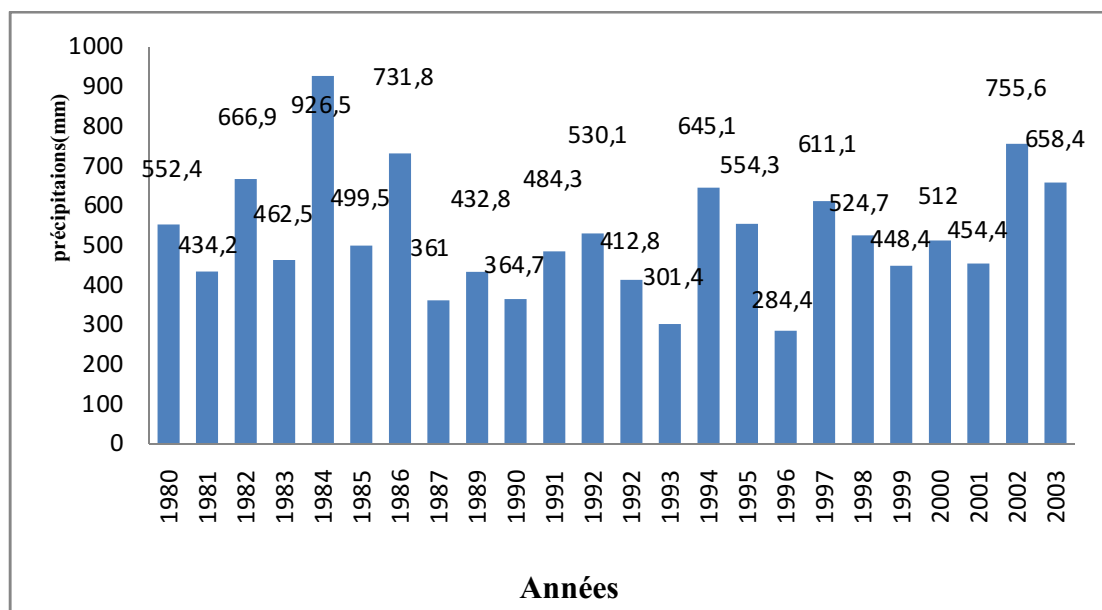


Figure n°2 : Les précipitations annuelles de la région de Mazafran [ANRH : 1980 – 2003]

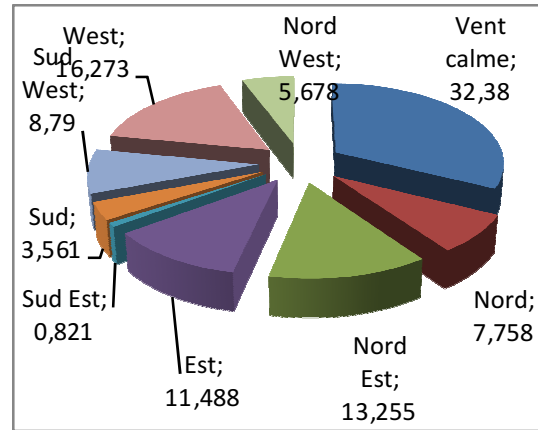
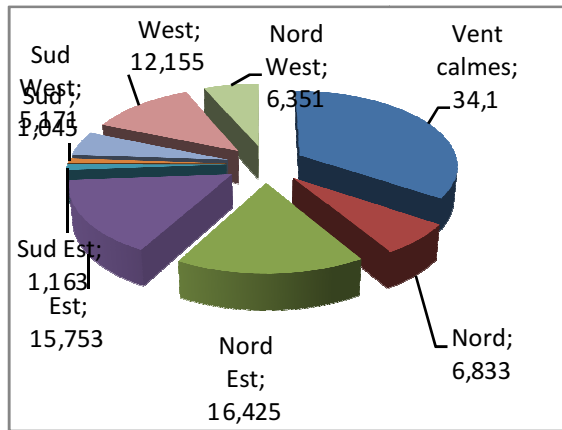
1.2.3. Les vents

Les vents sont générateurs de houles et de courants superficiels aussi bien sur les transports côtiers que sur les transports éoliens, jouent un rôle très important dans l'évolution géomorphologique des côtes.

L'analyse des régimes des vents, effectuée en six années du 2001 jusqu'au 2006 par l'ONM de Dar EL Beida, a montré que les vents dominants soufflent des secteurs Est et Ouest.

En période estivale (juin-novembre), les vents sont du secteur oriental (de direction Est et Nord est).

En période hivernale (décembre-mai), les vents sont du secteur occidental sont intense (direction Ouest et Nord ouest).



A : Période estivale (Juin à Nov)

B : Période hivernale (Déc à Mai)

Figure n°3 : Fréquence annuelle des vents de la région de Mazafran [ONM : 2001 -2006]

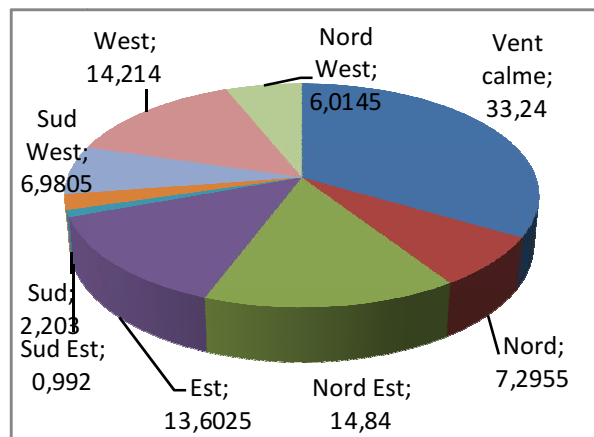


Figure n°4 : fréquence des vents par direction [ONM : 2001 -2006]

1.3. Hydrodynamique

1.3.1. Les houles

L'étude des houles est capitale car elles apparaissent comme le moteur essentiel des mécanismes naturels affectant la frange côtière (DJEMA.F, 1997).

Tableau n°3 : fréquences saisonnières par secteurs des houles au large de la baie de Bousmail

	Nord	Nord- Est	Est	Sud - Est	Sud	Sud-Est	Ouest	Nord Ouest
Hiver	9.4	11.93	15.53	4.2	5.66	14.2	31.63	7.43
Printemps	9.7	23.56	25.9	2.26	3.03	9.7	18.96	6.86
Été	7.13	28.86	37.63	1.83	1.4	5.16	14.83	3.13
Automne	7.8	8.7	13.23	4.3	6.56	15.23	35.43	8.73
Annuelle	8.5	18.26	23.07	3.15	4.16	11.07	25.21	6.46

(Source : ONM ,2006)

Les houles les plus importantes dans notre zone d'étude sont de direction Ouest et Nord Est et Est selon deux saisons de l'année :

En hiver les houles les plus importantes et violentes viennent du secteur Ouest, elles exercent une attaque frontale sur la plage qui est à l'origine de son érosion pendant la saison et la formation de barres sous marines.

En été les houles les plus fréquentes sont celles du secteur Est et Nord Est.

Les houles du secteur Est n'ont aucune influence sur la plage car elles sont stoppées par le promontoire de sidi Fredj. Mais celles de Nord Est subissent partiellement une déviation qui leur occasionnent une perte en énergie mais permettent aux matériaux de longer la côte d'Est vers l'Ouest ce qui permet l'engraissement des plages de Zéralda et Douaouda et permet une distribution des matériaux apportés par l'Oued Mazafran en faveur de la plage Colonel A

1.3.2. Les courants

Les courants sont généralement faibles au long des côtes Algériennes ; leurs vitesses ne dépassent pas 2,25m/s, et leur directions sont généralement de l'Ouest vers l'Est mais peuvent être détournés par des vents d'Est de grande vitesse.

Ceux induits par la houle au large ou à la côte, sont à peu près les seuls à agir de façon active sur la sédimentation actuelle. En général leur vitesse décroît en s'approchant du rivage.

2. Les descriptions en hydrologie marine

2.1. Les paramètres physique et chimique

La qualité générale de l'eau est influencée par des processus chimiques et biologique, et altérée ou non par des apports anthropiques. Deux descripteurs usuels permettent de caractériser très globalement la qualité du milieu, l'oxygène dissous et le pH, ce dernier étant surtout important dans les milieux estuariens de faible salinité (AMINOT et KEROUEL, 2004).

Les principaux paramètres physico-chimiques sont la température et la salinité qui sont les deux descripteurs de base des masses d'eaux.

La température influe sur l'activité biologique et sur la répartition des espèces (preferendums thermiques).

En milieu océanique, la température, associée à la salinité, permet de calculer la masse volumique de l'eau, paramètre nécessaire à la détermination de la stratification verticale et de la circulation océanique (AMINOT et KEROUEL, 2004).

La grandeur "salinité" représente la proportion de sels minéraux dissous dans l'eau de mer la mesure de la salinité est importante dans l'étude du milieu marin. Par son influence sur la densité de l'eau de mer, elle permet de connaître la circulation océanique, d'identifier les masses d'eau d'origines différentes et de suivre leurs mélanges au large comme à la côte ou dans les estuaires (AMINOT et AUSSESEPIED, 1983).

En milieux côtiers et estuariens, la salinité est le traceur idéal des mélanges entre l'eau douce et l'eau de mer. Du fait de sa conservativité (la concentration totale de sels minéraux peut varier d'un endroit à un autre, mais la proportion des composants importants reste constante), on s'y réfère pour connaître le comportement des éléments dissous dans les estuaires. En outre, comme la salinité y varie dans de larges gammes, elle peut constituer un critère de répartition des espèces vivantes (AMINOT et KEROUEL, 2004).

Parmi les gaz dissous, l'oxygène est celui qui joue le rôle le plus important pour la qualité biotique des eaux d'élevage ; indispensable à la respiration des organismes, il facilite la dégradation des matières organiques détritiques et l'accomplissement des cycles biochimique.

L'oxygène présent dans les eaux est le résultat des échanges entre l'atmosphère et la surface de l'activité photosynthétique du phytoplancton (ALZIEU, 1989).

Le pH est un paramètre qui nous permet de mesurer l'acidité, l'alcalinité ou la basicité d'une eau. (GOMELLA et GUERREE, 1978 in AZZOUG et LAMANI, 2005)

Le pH de l'eau de mer voisin de 8.2 est principalement fixé par présence des carbonates : CO_2 , HCO_3^- , CO_3^{2-} .

En milieu côtier certains rejets industriels ou les apports d'eaux de ruissellement sont la cause de variation du pH qui s'avère être dans ce cas un indice de pollution, mais cette variation reste très localisée aussi bien dans le temps que dans l'espace et cela du fait du « pouvoir tampon » de l'eau de mer. (AMINOT et CHAUSSEPIED, 1983).

2.2. Paramètres chimiques

2.2.1. Les composés azotés

L'azote est un élément essentiel des structures vivantes, Il existe dans l'eau sous trois formes essentielles selon le degré d'oxydation : nitrates (NO_3^-), nitrites (NO_2^-), ammonium (NH_4^+), ainsi qu'urée ou acides aminés (COPIN-MONTEGUT, 1996).

L'azote ammoniacal provient des excréctions animales et de la décomposition bactérienne des composés organiques azotés; il est utilisé par le phytoplancton comme source d'azote et oxydé par les bactéries nitrifiantes (AMINOT et CHAUSSEPIED, 1983).

Dans certains cas, les teneurs peuvent atteindre des seuils toxiques, variables pour chaque espèce, et liés au pH et à l'oxygénation des eaux (ALZIEU, 1989).

L'ion nitrate est la forme oxydée stable de l'azote en solution aqueuse, il entre dans le cycle de l'azote comme support principal de la croissance phytoplanctonique, il est ensuite régénéré à partir des formes organiques par les bactéries. L'ion nitrate est issu de l'oxydation des nitrites par les bactéries appelées nitrobacters (AMINOT et CHAUSSEPIED, 1983).

Dans le cycle de l'azote, les nitrites sont considérés comme étant des ions intermédiaires entre les nitrates et l'azote ammoniacal, ce qui explique les faibles concentrations rencontrées en

milieu aquatique qui sont de l'ordre de quelques micromoles par litre d'azote nitreux (AMINOT et CHAUSSEPIED, 1983).

2.2.2. Silicium

Il est présent dans l'eau de mer sous forme de silice (SiO_4^{4-}), utilisé par le phytoplancton pour constituer les enveloppes siliceuses (frustules) des diatomées qui représentent de 15 à 20 % de leur poids sec, ainsi que le squelette des silicoflagellés. La silice est introduite en par les apports telluriques des fleuves, de ce fait les eaux côtières sont très riche en cet élément que les eaux de large (Barnabé, 1989).

2.2.3. Les orthophosphates

Le phosphore est un élément nutritif dont la forme minérale majoritaire est l'orthophosphate, il est essentiel à la vie aquatique. Dans les écosystèmes aquatiques continentaux, on considère généralement le phosphore comme le principal facteur limitant de la production de la biomasse végétale (LEVÊQUE, 1996).

Lors de la minéralisation de la matière organique par les micro-organismes, les composés phosphatés, sont progressivement transformés en phosphate soluble, ces derniers vont être rapidement assimilés et recyclés (LACROIX, 1991 *in* TIDADINI et AMDOUN, 2003).

3. Paramètres d'analyses bactériologiques

Les bactéries ont un rôle fondamental dans l'équilibre écologique des milieux aquatiques, principalement par la régulation des cycles biogéochimique et énergétique (BIANCHI *et al*, 1989).

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

Dans le milieu marin, les bactéries servent de nourriture à de nombreux organismes marins, elles favorisent la fixation d'algues ou de larves sur certains substrats, elles permettent également la dégradation de certains polluants tels que naphtalène, pesticides, cellulose,

hydrocarbures, etc. Cependant, leur effet peut être nuisible.

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

Les espèces prédominantes dans les eaux marine appartiennent aux genres suivants : *Pseudomonas*, *Vibrio*, *Spirillum*, *Achromobacter*, *Flavobacterium*, *Bacillus*.etc. (ZOBELL, 1946 ; BERTRAND et LARSEN ,1989 ; LECLERC et al, 1994).

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

3.1. Les indicateurs de contamination fécale

3.1.1. Les coliformes totaux

Selon l'Organisation internationale de standardisation (ISO),les coliforme totaux correspondent à des organismes en bâtonnets, non sporogènes, Gram négatifs, oxydase négatifs, facultativement anaérobies, capables de croître en présence de sels biliaires ou d'autres agents de surface possédant des activités inhibitrices de croissance similaires, et capables de fermenter le lactose (et le mannitol) avec production d'acide et d'aldéhyde en 48 heures, à des températures de 35 à 37 ° C (Rodier et al,1996).

Leur étude est traditionnelle et les renseignements donnés par leur recherche sont d'une certaine utilité dans le domaine de la santé publique. Les coliformes comprennent entre autres les genres : *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Serratia*. (Rodier et al, 1996).

3.1.2. Les 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. Ils produisent de l'indole dans l'eau peptonée contenant du tryptophane à 44°C, on les désigne souvent sous le nom d'*Eschericia Coli* bien que le groupe comporte plusieurs

souches différentes (*Citrobacter freundii*, *Entérobacter aerogenes*, *Klebsiella pneumoniae*...etc.) (OMS, 1977 ; Rodier et al ,1996 ; Joly et Reynaud, 2003).

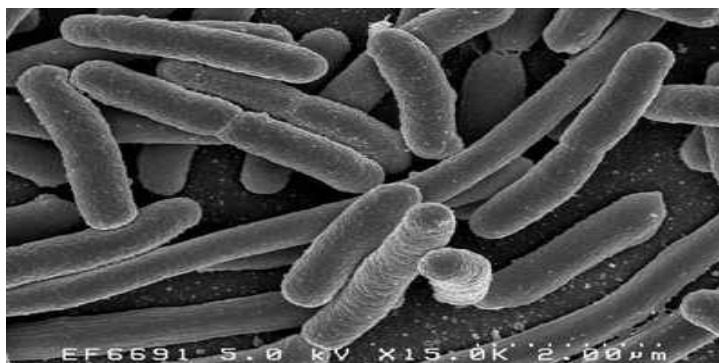


Figure n°5 : coliformes fécaux

(Source : Fr.wikipedia.org)

L'intérêt de la détection de ces coliformes, à titre d'organismes indicateurs, réside dans le fait que leur survie dans l'environnement est généralement équivalente à celle des bactéries pathogènes et que leur densité est généralement proportionnelle au degré de pollution produite par les matières fécales (Brisou et Denis, 1978).

La principale difficulté qui s'attache à leur emploi, est leur survie relativement courte en eau de mer, ce qui peut exiger recourt à des indicateurs supplémentaires (OMS, 1977).

3.1.3. Les entérocoques (ex-streptocoques fécaux)

Sont des bactéries Gram (+) de forme oblongue ou de cocci sphériques légèrement ovales, ils sont dépourvus de catalase et se développent sur milieu bile-esculine ils possèdent une hémolysine (OMS, 1977). Ils se disposent le plus souvent en diplocoques ou en chaînettes (Leclerc et al, 1995 ; Joly et Reynaud, 2003).

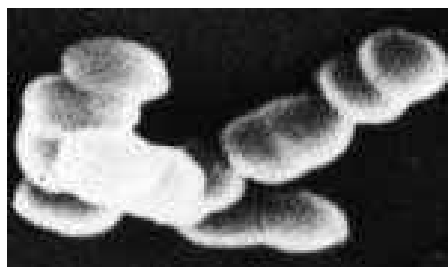


Figure n°6: Les entérocoques (ex-streptocoques fécaux)

(Source : www.microbe-edu.org)

Selon la classification sérologique de Lancefield, 5 espèces sont reconnues parmi les

Streptocoques fécaux (streptocoques du groupe D). Il s'agit de : *S.bovis*, *S.equinus*, *S.avium*, *S.faecalis* et *S.faecium* car les autres streptocoques ont une origine fécale douteuse. Ils sont des témoins de contamination fécale assez résistant y compris dans les milieux salés (Gaujous, 1995). Ils peuvent aussi se multiplier dans les milieux présentant des pH allant jusqu'à 9.6, on peut par conséquent les utiliser comme indicateurs d'organismes pathogènes qui ont une résistance similaire au pH élevé (OMS, 1977).

3.2. Les germes pathogènes

3.2.1. Staphylocoques

L'eau de mer héberge à l'état naturel de nombreux microcoques, dont certains sont halophiles préférentiels ou même stricts. Ils ne peuvent en aucune façon être confondus avec les espèces pathogènes majeures que sont les staphylocoques authentiques, dont *S. aureus* reste le chef de file. Il est admis que le séjour de ce germe dans l'eau de mer est de courte durée. (Brisou et Denis, 1980).

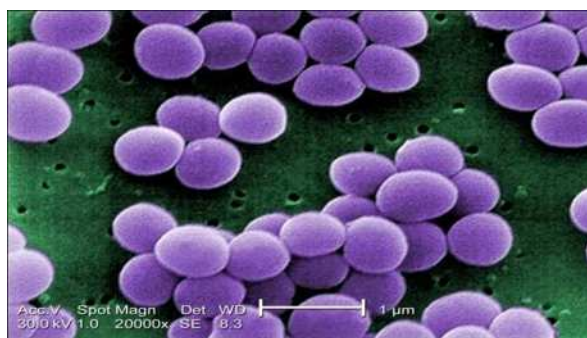


Figure n°7 : Staphylocoques

(Source : www.e-sante.be)

Les Staphylocoques sont des coques, gram positif d'un diamètre d'un micron groupés en amas. Ils sont immobiles, non sporulés et non capsulés, ils sont catalase positif. (Guiraud et Rosec, 2004).

L'espèce *Staphylococcus aureus* ou «staphylocoque doré» possède toutes ces caractéristiques, ajoutant à cela qu'elle est coagulase (+), il est à noter que les staphylocoques sont ubiquistes, très largement distribués dans l'environnement (Leclerc et al, 1995).

Sa recherche présente un intérêt pratique car elle peut produire une entérotoxine protéique responsable d'intoxications alimentaires et peut faire courir des risques au consommateur (Joffin, 2010).

3.2.2. Les Salmonelles

Les Salmonelles sont des entérobactéries lactose-, β galactosidase -, uréase-, indole-, H_2S^+ , citrate+. Elles résistent bien au milieu extérieur, elles présentent des variations importantes de pathogénécité en fonction de la nature de l'hôte. Elles sont aptes à se multiplier abondamment si les conditions de développement sont favorables. (Guiraud et Rosec, 2004).

Les salmonelles sont en général considérées comme pathogènes bien que leur virulence et leur pathogénèse varient énormément : fièvres typhoïdes, salmonelloses systémiques, gastro-entérites, toxi-infections alimentaires.



Figure n°8 : les Salmonelles

(Source : Fr.wikipedia.org)

Les hôtes naturels des salmonelles sont la population humaine, les animaux domestiques, les volailles et le bétail ainsi que les animaux sauvages, y compris les oiseaux communs. Humains et animaux peuvent éliminer dans les selles des salmonelles non seulement en cas de maladie mais aussi en tant que porteurs asymptomatiques. Les salmonelles peuvent donc être présentes dans l'eau des égouts agricoles et domestiques, les eaux douces, y compris les eaux potables et les nappes phréatiques, ainsi que l'eau de mer. (Rodier et al, 1996)

Elles sont responsables après pénétration par voie orale, de nombreuses infections (salmonelloses), notamment des fièvres typhoïdes et paratyphoïdes, des gastro-entérites et des toxi-infections alimentaires collectives.

4. Impact sanitaire des contaminations microbiennes

Les impacts associés à la contamination microbiologique des eaux littorales affectent la qualité de l'eau elle-même mais aussi celle des cheptels présents sur les sites soumis aux contaminations. C'est l'homme : l'utilisateur du littoral en qualité de «baigneur » ou de

«consommateur de fruits de mer » qui suscite un grand intérêt. L'eau de mer souillée contient une large gamme de germes, virus et bactéries susceptibles de provoquer des troubles infectieux. Certaines espèces de bactéries (tableau 2) peuvent être à l'origine de trouble infectieux, de gastro-entérites ou d'intoxication (POGGI, 1990).

Tableau n°4 : C caractéristiques des principales bactéries pathogènes (POGGI, 1990)

Bactéries	Habitat habituel			Dose minimale infectante (D.M.I)
	Eau de mer	Homme et animaux	environnement	
<i>E .coli</i> entérotoxique		•		10^4 à 10^{10}
<i>Salmonella</i>		•		10^2 à 10^5
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	•			10^5 à 10^7
<i>Vibrio cholerae</i>	•		•	10^6 à 10^9
Shigelles		•		10 à 10^2
Staphylocoques		•		
<i>Aeromonas</i>	•		•	

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

4.1. Risques liés à la consommation des fruits de mer

L'ingestion de fruits de mer contaminés est la cause de plusieurs risques :

- Les salmonelloses (Typhoïde, paratyphoïde, toxi-infection, gastro-intestinale) restent à la première place des affections bactériennes transmises par les fruits de mer.
- Les vibrioses : *Vibrio-cholerae* : reste l'un des plus redoutables puisque c'est le germe responsable du choléra endemo-épidémique et *Vibrio parahaemolyticus* à été reconnu

responsable de gastro-entérite aiguës, parfois mortelles. (BRISOU et DENIS, 1978 ; POGGI, 1990 ; EBERLIN, 1997).

A côté de ses infections bactériennes, il faut signaler les infections virales dont les agents responsables sont le virus A (hépatite A) et le virus B (hépatite B).

4.2. Risques liés à la baignade

Dans le domaine des eaux de baignade comme pour la consommation des coquillages, l'ingestion est le mode d'agression le plus important. Un baigneur ingère de l'ordre de 75 à 100 ml d'eau en moyenne lorsqu'il nage la tête sous l'eau (POGGI, 1990).

Lorsque les eaux sont polluées, elles demeurent des agents non négligeables de diffusion de certaines maladies parmi lesquelles on retrouve :

Maladies de la sphère O.R.L et oculaire

Les conjonctivites sont les maladies majeures liées au séjour sur les sables de plages et les eaux de mer. Les responsables de ces affections appartiennent au groupe des « Chlamydozoons » qui peuvent préparer le terrain à d'autres bactéries (staphylocoques) et les virus (adénovirus). (BRISOU et DENIS, 1978).

Les affections de la sphère ORL sont aussi fréquentes, provoquées généralement par les streptocoques du groupe D de LANCFIELD (BRISOU et DENIS, 1978).

Les dermatoses

Les incidents cutanés sont fréquents chez les baigneurs. Elles reconnaissent des origines diverses : Les bactéries banales telles que les staphylocoques, les streptocoques, les microcoques (*Micrococcus epidermis*) sont à l'origine des furonculoses, abcès et des panaris auxquelles il faut ajouter les affections génito-urinaires provoquées par les « chlamydiae » généralement (BRISOU et DENIS, 1978).

1. Le site d'étude

L'oued Mazafran se situe dans la région de Zéralda à l'Ouet d'Alger. il est issu de la gencion de l'oued Chiffa et oued Djer au niveau de Metidja.

La zone faisant l'objet de notre étude s'étale de l'embouchure de l'oued Mazafran à environ 300m au large (figue n°10)



Figure n°9 : une vue de l'oued Mazafran

2. Choix des stations

L'une des principales sources de contamination de la plage « les dunes » est les eaux usées apportées par l'oued Mazafran car ce dernier se deverse directement dans cette zone.

L'objectif principal de notre étude est d'évaluer le flux polluant de Oued Mazafran en analysant les paramètres physico-chimiques et bactériologiques. cinq stations ont été choisies ; une au niveau de l'embouchure et les quatres autre en mer dont la distance entre les stations est d'environ 250m .



Figure n°10 : Positionnement des stations d'étude (source : Google earth 2012)

3. Les prélèvements

Les prélèvements ont été réalisés à bord d'une embarcation de l'école ENSSMAL (BABA ARROUDJ), entre 9h et 11h. Ils se sont étalés sur une période de deux mois (mai et juin), le rythme d'échantillonnage était d'un prélèvement par mois, le rythme était souvent conditionné par la disponibilité des moyens (l'embarcation) et par les conditions météorologiques.

Au niveau de chaque station un prélèvement d'eau a été effectué pour l'analyse bactériologique et la mesure des paramètres physico-chimiques. Les mesures de la température et de la salinité ont été faites *in situ*.

Les échantillons sont transportés dans une glacière. L'analyse a été faite le même jour en aucun cas au-delà de 24 heures.

L'eau destinée à l'analyse bactériologique a été prélevée dans des flacons en verres de 250 ml stérilisés préalablement.

Les échantillons destinés à l'analyse physicochimique sont prélevés dans des bouteilles en polyéthylène de deux litres, rincées à l'eau acidulée puis à l'eau distillée plusieurs fois.

4. Méthodes d'analyses

4.1. Etude paramétrique

4.1.1 La température

La température a été mesurée in situ à l'aide d'un thermomètre de terrain (thermistor thermomètre) de marque HANNA Hi 9040.

4.1.2. Le potentiel hydrogène

Dès le retour au laboratoire, le pH a été mesuré par la méthode électrochimique à l'aide d'un pH-mètre de paillasse de marque « HANNA PH 211 MICROPROCESSOR PH METER ».

4.1.3. La salinité

La salinité a été mesurée par un conductimètre de paillasse de marque *WTW Inolab Cand.* Les résultats sont exprimés en PSU.

4.2. Dosage de sels nutritifs

4.2.1. Principe de dosage de sels nutritifs

Le dosage des composés azotés, les orthophosphate et silicate est basé sur une réaction de coloration. En effet ces sels réagissent dans certaines conditions (température, pH, présence de catalyseurs...) avec des réactifs (Annexe 2) pour donner une coloration absorbant la lumière à une certaine longueur d'onde (λ). L'absorption de l'énergie lumineuse dépend de l'intensité de coloration. Cette dernière est d'autant plus importante que la solution est concentrée en sels dosés.

La quantité de lumière absorbée par la solution, appelée absorbance (A) ou densité optique (DO) obéit à la loi de BEER LAMBERT qui exprimée par l'expression suivante :

$$A = D.O = \log(I_0/I) = \epsilon * I * C$$

I_0 et I sont respectivement l'intensité lumineuse incidente et émergente du milieu absorbant.

ϵ : le coefficient d'extinction molaire (varie en fonction de la température et la longueur d'onde)

I : la longueur du milieu traversé exprimée en cm.

C : la concentration de la solution absorbante exprimée en mol/l.

A : absorbance de la solution.

$D.O$: densité optique de la solution.

Dans notre étude, le dosage des sels nutritifs a été fait par colorimétrie à flux continu sur chaîne automatisée « Auto-Analyzer SAN pro PLUS » selon les protocoles définis par le fabricant (SKALAR, 2000).

5. L'analyse bactériologique :

Les germes testés recherchés sont les coliformes totaux, les coliformes fécaux, *Escherichia coli*, et les streptocoques fécaux. Ces germes sont peu ou pas pathogènes, ils sont révélateur de contamination fécale et entraînent par leur abondance la présomption de contamination plus dangereuse (FIGARELLA et al, 2001)

5.1. Dénombrement des coliformes

Les coliformes ont été recherchés par la méthode de nombre le plus probables (NPP).

Selon Rodier (1996), la méthode standard fait appel à deux tests consécutifs

Le test présomptif : réservé à la recherche des coliformes totaux, réalisé sur le milieu BCPL, sa fermentation se manifeste par une déviation de la couleur au jaune et un dégagement de gaz dans la cloche de Durham (figure 11).

Le test confirmatif : réalisé sur le milieu Schubert. la confirmation des coliformes totaux à 37°C /24h, la recherche des coliformes fécaux dits coliformes thermotolérants se fait à 44°C/24h à 48h. La présence des *E.coli* se confirme par le teste de Mackenzy

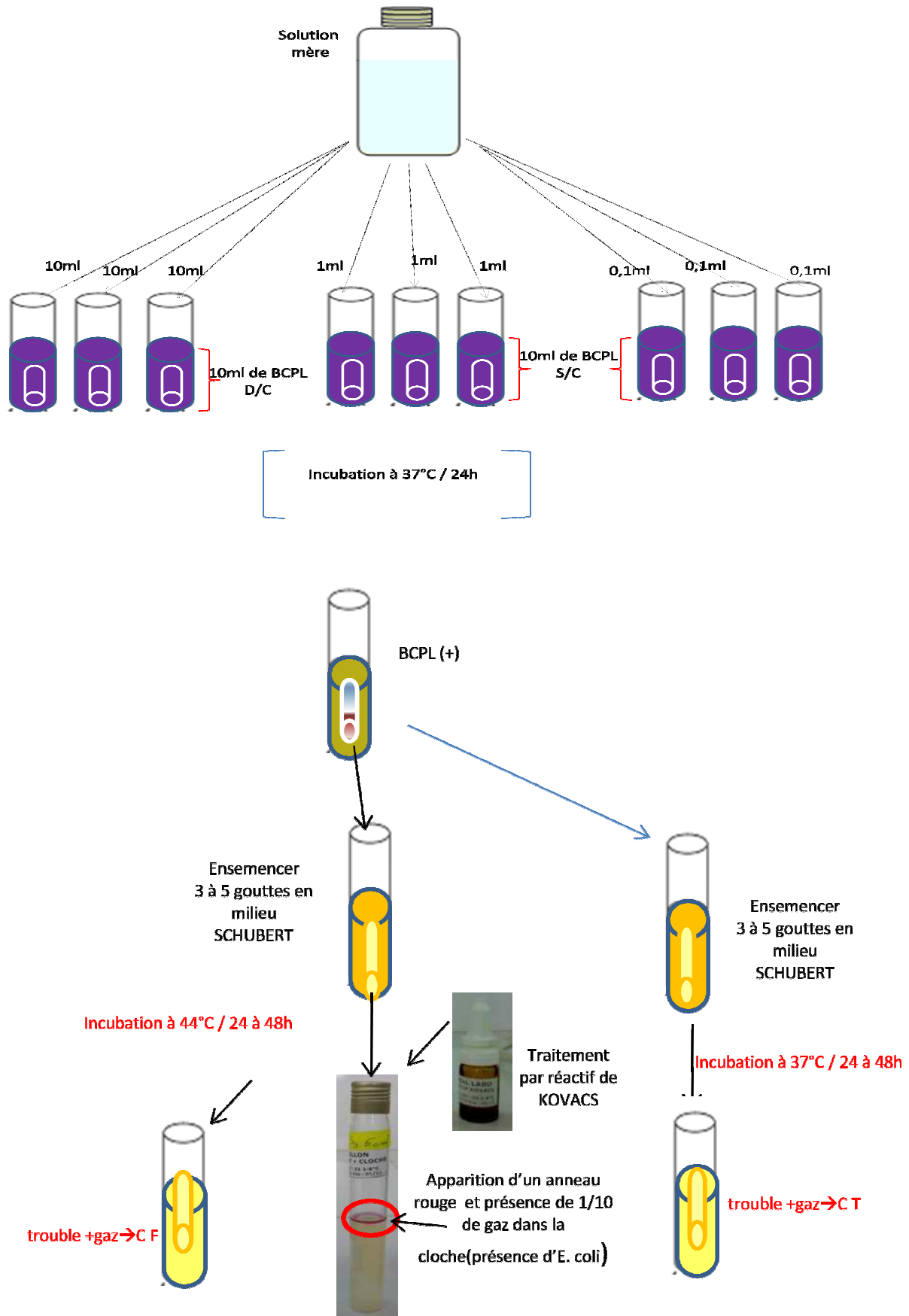


Figure n°12: Technique de dénombrement des coliformes dans l'eau de mer

5.2. Dénombrement des Entérocoques (ex-streptocoques fécaux):

Le dénombrement se fait par la technique de filtration sur membrane. 100 ml de l'eau à analyser ou de sa dilution sont filtrés sur la membrane de cellulose 0,45 µm. La membrane est déposée ensuite délicatement sur la gélose de Slanetz et Bertley, Après incubation à une température de 37 °C pendant 24 à 48 heures, les entérocoques donnent des colonies rose-marron par réduction de TTC. Pour confirmer le résultat, la membrane est reportée délicatement à la pince sur un milieu BEA (bile-esculine-azide-agar) préchauffé à 44 °C puis incubé 1 à 2 heures à 44 °C ± 1 °C.

Dans ces conditions, les bactéries des colonies donnant des colorations noire diffusant dans le milieu, coloration due à l'esculinase sont considérées comme entérocoques (JOFFIN, 2010).

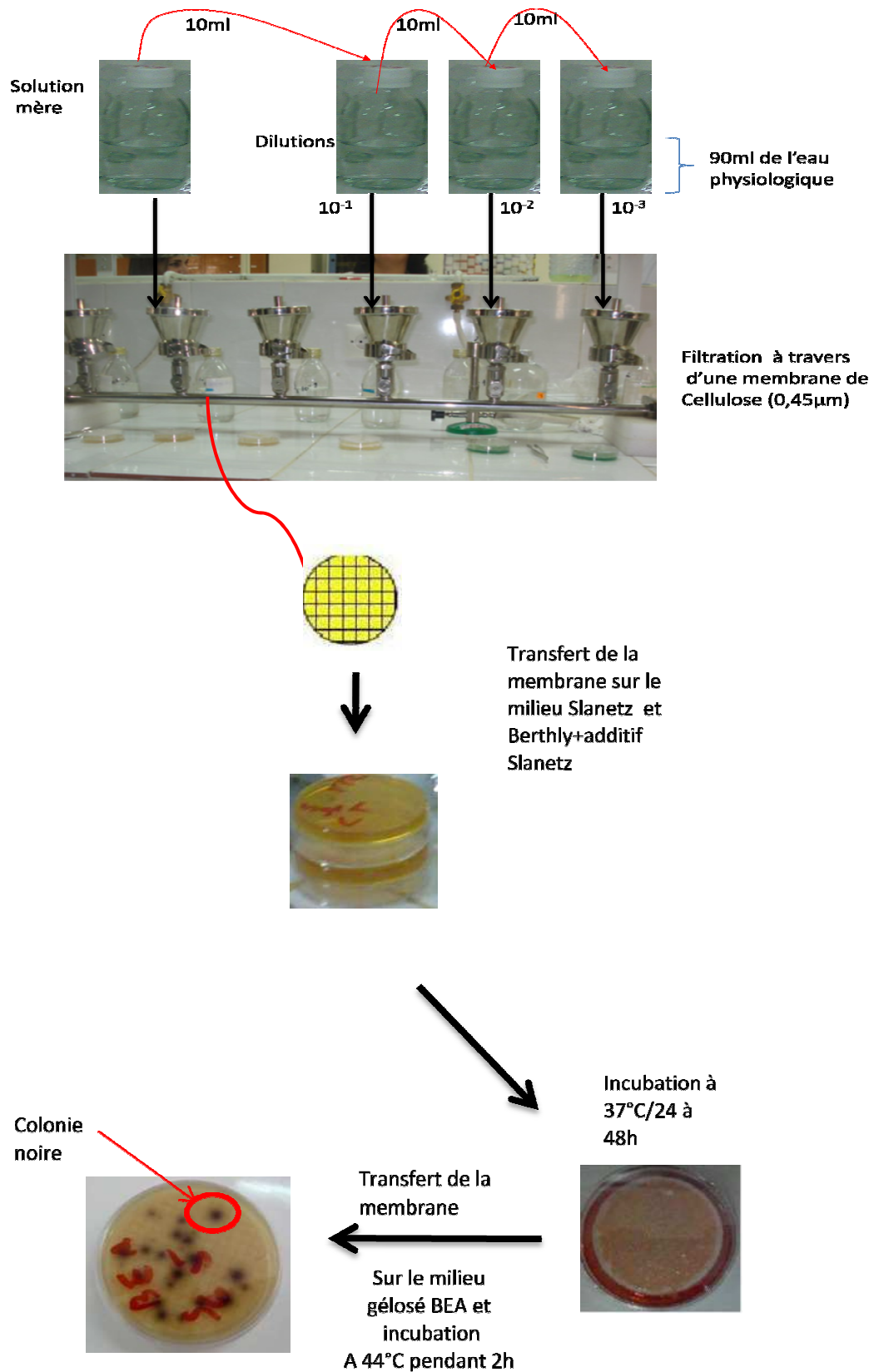


Figure n°12 : Technique de dénombrement des *Entérocoques* dans l'eau de mer.

5.3. Recherche des Salmonelles :

Le nombre de Salmonella étant général faible dans un produit, il est nécessaire de procéder à un pré-enrichissement et un enrichissement dans un milieu sélectif.

L'isolement des Salmonelles est ensuite réalisé sur un milieu sélectif classique (Hektoen) et les colonies suspectes sont identifiées par les techniques classiques jusqu'à l'identification immunologique (sérotypage et sérogroupage), (JOFFIN, 2010).

1ere étape : pré-enrichissement

Ajouter 100 ml d'échantillon à 100ml d'eau peptonée tamponnée (EPT), puis incuber à 37°C pendant 18 à 24h.

2eme étape : enrichissement

On prélève 3 à 5 gouttes des flacons présentant un résultat positif (changement de couleur) dans un tube de bouillon au sélénite-cystine (SFB) double concentration additionné de 2 disques de l'additif SFB puis incuber à 37°C pendant 16 à 18h.

3eme étape : isolement

A partir des milieux d'enrichissement (SFB double concentration), un isolement sur une gélose d'Hecktoen est réalisé à partir des tubes présentant un résultat positif. Les Salmonelles ne sont des fermentateurs de lactose ni de saccharose, ils vont apparaître sous forme de colonies bleu vert avec ou sans centre noir.

100 ml de l'eau d'échantillon + 100 ml de l'eau peptonée tamponnée



Incubation à 37°C pendant 24h



Changement de couleur

Prélèvement de 3 à 5 gouttes



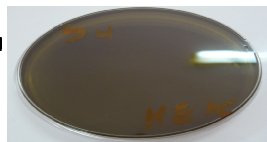
Tube SFB + disque additif SFB D/C

Incubation à 37°C pendant 18 à 20h

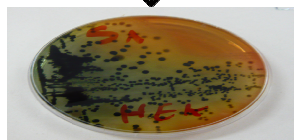


Virage de couleur vers l'orange foncé

Ensemencement de 0,1ml sur milieu Hecktoen



Incubation pendant 24h à 37°C



Des colonies verdâtres avec un centre noire et changement d'aspect de milieu

Figure n°13 : Technique de recherche des Salmonelles dans l'eau de mer

5.4. Les techniques de caractérisation des germes recherchés

Afin de mieux caractériser le profil biochimique et morphologique des bactéries recherchées, qui appartiennent aux groupes des coliformes, des staphylocoques et des salmonelles ;

Une série de tests a été effectuée de :

5.4.1. Coloration de Gram

Elle est reliée principalement à la différence de structure chimique des parois cellulaires des bactéries (DELLARAS et BERNARD., 2003).

Le protocole de la coloration de Gram selon Dellarras(2007) est le suivant :

Préparer un frottis d'une culture bactérienne pure

Recouvrir le frottis de violet de gentiane ; laisser agir une minute ; rincer à l'eau distillée

Verser du Lugol et le laisser agir pendant une minute, rincer à l'eau distillée.

Décolorer à l'alcool à 95%, entre 15 et 30 secondes ; rincer à l'eau distillée.

Recolorer avec la Fushine pendant 10 à 30 secondes ; rincer à l'eau distillée.

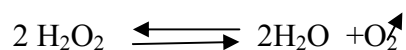
Sécher au-dessus de la flamme d'un bec Bunsen.

Avec cette coloration double, les bactéries Gram positives apparaissent en violet foncé tandis que les bactéries Gram négatives sont colorées en rose ou en rouge.


5.4.2. Test de catalase

La catalase est une enzyme présente chez la plupart des bactéries aérobies strictes et anaérobies facultatives. Elle permet de détruire des peroxydes formés au cours de la réaction de l'oxydation (DELLARAS et BERNARD., 2003).

L'eau oxygénée formée est décomposée en présence de cette enzyme, en eau et en oxygène qui se dégage suivant la réaction.



Selon (DELLARRAS et BERNARD., 2003), le mode opératoire est le suivant :

Techniques	Aspect de test positif	Résultats
<p>-sur une lame propre, séchée, on dépose une goutte d'eau oxygénée à 10 volumes.</p> <p>-à l'aide d'une pipette pasteur on ajoute un fragment d'une colonie bactérienne bien isolée et l'observer immédiatement.</p>		<p>catalase(+) : apparition de bulles : dégagement gazeux de dioxygène.</p> <p>catalase(-): pas de réaction.</p>

5.4.3. Test oxydase

L'oxydase ou Cytochrome oxydase est une enzyme présente dans certaines chaînes respiratoires cytochromiques bactériennes.

Déposer, sur une lame porte-objet propre, un disque « Ox » et l'imbiber avec une goutte d'eau distillée ou d'eau physiologique stérile. Prélever une partie de la colonie à étudier à l'aide d'une pipette Pasteur boutonnée stériles et étaler sur le disque.

Une coloration violette foncée apparaît immédiatement sur le disque ou en quelques secondes puis vire au noir : test oxydase (+). (DELARRAS, 2007).

Pour la partie résultats et discussions on a prit en considération des résultats d'une seul sortie celle du mois de Mai.

1. Paramètre physico-chimique

1.1. La température

Les résultats représentés dans le tableau n°5 montrent que les températures sont comprises entre 22.6 °C à la station (S1) et 24 °C au niveau de la station (S4).

Tableau n°5: Les valeurs de la température

Stations	Température °C
S1	22,6
S2	22,35
S3	23,6
S4	24
S5	22,8

Cette légère différence est liée à la soumission de la couche superficielle aux conditions climatiques.

1.2. Le potentiel d'hydrogène

Le pH est considéré comme étant l'un des paramètres les plus importants de la qualité des eaux. Il doit être étroitement surveillé au cours de la période de prélèvement (BRISOU et DENIS, 1980).

D'après le tableau n°6, on constate une augmentation graduelle du pH passant de 7,49 (S1) pour atteindre la valeur maximale (7.82) à la station la plus éloignée (S5). Ces valeurs sont très voisines du pH moyen de l'eau de mer (AMINOT et CHAUSSEPIED 1983).

L'augmentation du pH enregistrée à partir du point de la station S3 pourrait s'expliquer par le faite que ces stations soient dans une zone ouverte vers le large, soumise à un brassage important avec

Tableau n° 6 : Les valeurs du pH

stations	pH
S1	7.49
S2	7.8
S3	7.73
S4	7.81
S5	7.82

1.3. La salinité

Le tableau n 7 regroupe les valeurs moyennes de la salinité qui sont en nette croissance du point de rejet (S1) à la station la plus éloignée

Tableau n° 7: valeurs de la salinité

Stations	salinité
S1	33,85
S2	35,1
S3	35,7
S4	35,7
S5	36,09

Au point de contact (S1), une faible salinité (33,3PSU) a été enregistrée. Cela s'explique par un apport local d'eau douce par l'oued.

Les valeurs obtenus dans la présente étude sont voisines des salinités observés près de nos cotes (36-37PSU) (Ifremer, 1986). De même ces résultats sont voisines des valeurs trouvées par AZZOUG et LAMANI(2005).

2. Les sels nutritifs(SN)

2.1. L'azote ammoniacal

L'azote ammoniacal provient des excréments animales et de la décomposition bactérienne des composés organiques azotés. Il est utilisé par le phytoplancton comme source d'azote et oxydé par les bactéries nitrifiantes. Les concentrations sont très variables en fonction du lieu et de la saison.

Tableau n°8 : Valeurs d'ammoniums (μ mol/l) des différentes stations.

Stations	NH_4^+
S1	4,8199
S2	2,6362
S3	2,0490
S4	1,3829
S5	0,6584

Les concentrations d'ammonium observées varient entre 4,8199 μ mol/l (S1) et 0,6584 μ mol/l(S5).

Ces faibles concentrations reflètent une pollution bactériologique, traduite par une oxydation d'ammonium par les bactéries nitrifiantes. Ces résultats concordent avec ceux observés par AIT KACI et HAMDI(2008) durant une étude effectuée sur l'embouchure de Béni Messous.

2.2. Les nitrites

Les valeurs enregistrés dans le tableau 9 montre que les valeurs de nitrites ce situ entre 0,9053 μ mol/l à la station(S1) et 0,226 μ mol/l à la station (S5).

Le tableau n°9: Teneurs en nitrites (μ mole/l) des différentes stations

Stations	NO_2^-
S1	0,9053
S2	0,9928
S3	0,6933
S4	0,5849
S5	0,226

D'après (AMINOT et CHAUSSEPIED, 1983), les nitrites sont à des taux normaux.

3. Paramètres bactériologiques

3.1. Les coliformes :

Nous pouvons déduire à travers le tableau n10, que la population bactérienne perd son effectif en s'éloignant du point de rejet. On a constaté également que la population des coliformes est représentée presque exclusivement par les coliformes fécaux.

Tableau n°10 : concentrations des coliformes totaux, fécaux et E.coli

Stations	Valeurs (NPP/100ml)		
	CT	CF	E.coli
S1	12600	12000	11000
S2	11600	4500	300
S3	8800	2000	200
S4	3800	950	200
S5	8900	200	150

On comparant les résultats obtenus (figure n24) aux normes (annexe 2), les stations S1 et S2 présentent des concentrations bactériennes supérieures aux normes qui sont de 500 CT/100ml pour la norme guide et de 10000 CT/100ml pour la norme impérative (CCE, 1975 in RODIER *et al*, 1996).

Concernant les coliformes fécaux, les stations S1, S2 et S3 présentent des charges bactériennes très élevés par rapport aux normes guide et impérative (annexe 2).

De point de vue sanitaire, E. coli est le plus important des paramètres microbiologiques pris en compte dans le contrôle de qualité des eaux de baignade en même titre que les streptocoques fécaux, leur présence simultanée suffit à confirmer qu'il y a effectivement pollution (JOLY et REYNAUD, 2003).

Les résultats illustrés par la figure 24 montrent l'existence d'une similitude entre les profils d'évolution des valeurs moyennes des coliformes fécaux et E.coli.

En effet, selon la directive communautaire 76/160/CEE du 8 décembre 1975(annexe 2), les stations S4 et S5 sont de bonne qualité, la station 3 reste encore acceptable tandis que S1 et S2 qui sont supérieurs aux seuil de sécurité, présentent une situation d'alerte.

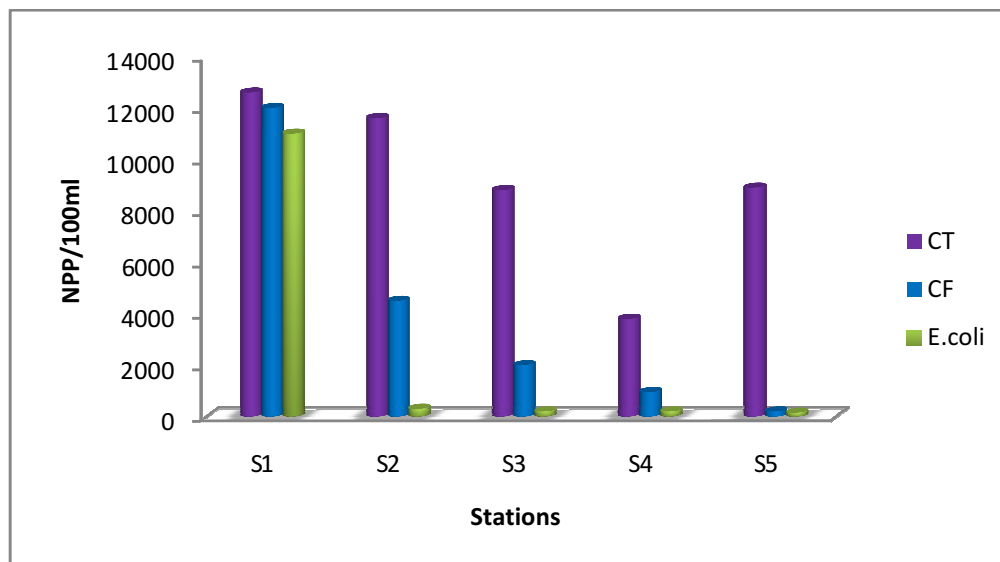


Figure n°14 : les concentrations des coliformes totaux, fécaux et d'Escherichia coli

3.2. Les Entérocoques

Les teneurs en streptocoques fécaux émises par l'effluent sont les plus faibles de tous les indicateurs de contamination fécale (tableau n° 11)

Tableau n°11 : concentrations des streptocoques fécaux

Stations	SF (NPP/100ml)
S1	3800
S2	430
S3	230
S4	750
S5	35

D'après la figure n°15 les concentrations moyennes observées dans les stations S1, S2, S3 et S4 demeurent toujours au dessus de la norme guide qui est de (100 NPP/100ml) (annexe 2), et de ce fait elles sont qualifiées de mauvaise qualité microbiologique. Les normes de bonne qualité ne sont atteintes qu'à partir de la station S5

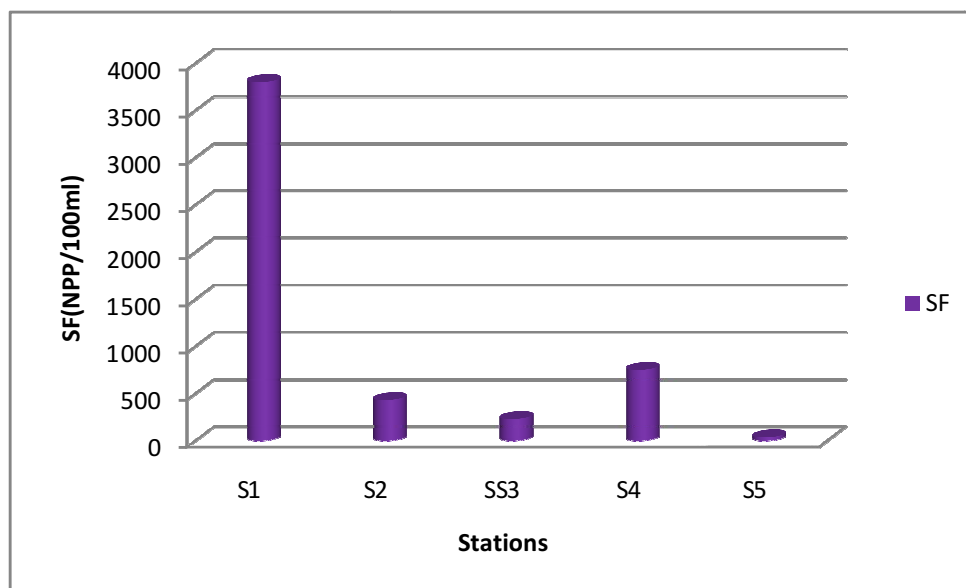


Figure n°15 : Concentration des streptocoques fécaux

3.3. Les salmonelles

La lecture des résultats n'a pas été faite car les boîtes étaient contaminées qui a rendu l'identification des salmonelles impossible

4. Caractérisation des bactéries recherchées

4.1. Les coliformes

Après plusieurs repiquages sur la gélose TTC, les résultats du tableau n°12 montrent que toutes les espèces sont des Gram négatif (figure n°17), catalase négative et gazogènes .

Tableau n°12: Profil morphologique et biochimique des coliformes sur TTC.

caractères			
Aspect et couleur des colonies	Petites et oranges	rouges	Jaune orange
Aspect des cellules	Bacilles, paires et en chaînettes.	Bacilles, paires et en chaînettes.	Bacilles, paires et en chaînettes
Gram	-	-	-
catalase	+	+	+
oxydase	-	-	-
Nom de l'espèce	Non identifié	Non identifié	<i>E.coli</i>

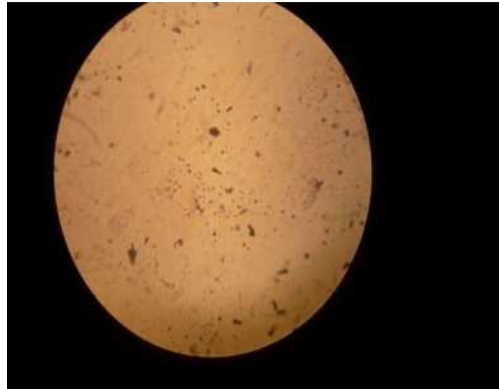


Figure n°16 : observation des coliformes au microscope optique (100x)

4.2. Les streptocoques

La sélection des espèces de streptocoques fécaux qui a été réalisée sur le milieu BEA, montre qu'il s'agit bien de cellules gram (+) (figure n°18) et oxydase(-).

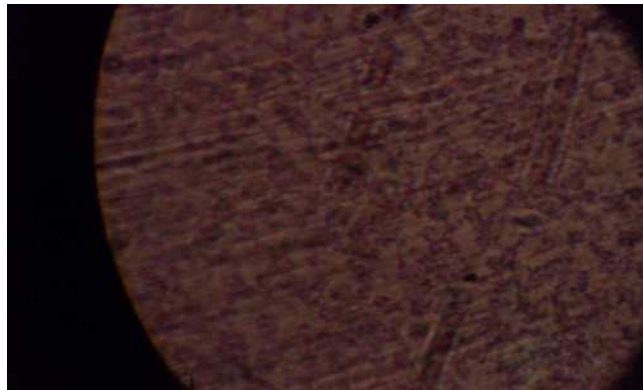


Figure n°17 : Observation des streptocoques au microscope optique (100x)

En Algérie, l'une des causes majeures de la pollution marine reste la contamination bactérienne par les eaux usées ; c'est-à-dire les eaux rejetées par les réseaux d'assainissement qui contiennent une large gamme de bactéries et de virus ainsi que des parasites.

Il est à noter que 70% des villes côtières algériennes n'ont pas leurs réseaux d'assainissement raccordé à des stations d'épuration, certaines bien qu'existantes sont inopérantes depuis plusieurs années et les rejets se font exclusivement dans la mer et dans les oueds (sur 53 stations d'épuration existantes, 42 sont à l'arrêt) (Ministère de la santé, 2012).

En effet, une étude a pour objectif d'évaluer la qualité bactériologique et physico-chimique de l'oued Mazafran a été proposée.

Bien que notre étude ne soit pas exhaustive dans la mesure où elle n'a pas concerné la recherche de certains germes recommandés pour l'étude et salubrité, comme les *vibrions* ; cela nous a permis néanmoins de présenter un état des lieux de la zone d'étude en faisant ressortir certains résultats.

L'analyse des paramètres physico-chimiques a permis de constater que la zone d'étude présente :

- Une température qui varie de 21°C(S2) et 24,8°C(S3).
- L'étude du pH permet de constater une augmentation au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la côte pour atteindre une valeur moyenne de 7,83 qui avoisine les valeurs moyennes d'un pH marin présentées par AMINOT et CHAUSSEPIED (1983).
- Une même évolution en fonction de la distance par rapport à la côte a été observée pour la salinité, elle passe de 33,3 PSU au point de contact à 36,5 PSU au point le plus éloigné. Ces résultats reflètent assez bien l'évolution des eaux douces rejetées par l'émissaire en surface.
- Des concentrations faibles de sels nutritifs (nitrate, nitrite et l'ammonium).

Les concentrations bactériennes décroissent au fur et à mesure qu'on s'éloigne du point de rejet. Cette décroissance est sans doute due à la combinaison de phénomènes physique (adsorption, dilution, dispersion et sédimentation) et aux phénomènes physiques d'inactivation biologiques et mortalités bactériennes.

- AIT KACI et HAMDI, 2008** :Contribution à l'étude des paramètres physico-chimiques et bactériologiques de l'embouchure de l'ouede «Béni-messous ».Memoire d'DUEA . ISMAL.44p
- ALZIEU C., 1989.** L'eau : milieu de culture. *In* Aquaculture. 2^{ème}. Ed. Tec et Doc, Tome 1 : p 16-43
- AMINOT A., CHAUSSEPIED M., 1983.** Manuel des analyses chimiques en milieu marin. CNEXO : 395p.
- AMINOT A et KEROUEL R., 2004.** Hydrologie des écosystèmes marins. Paramètres et analyses. Éd. Ifremer, 336 p.
- ANONYME., 1980.** Le courrier du CNRS, N° 35.janvier, 1980.
- AZZOUG M., LAMANI K., 2005.** Contribution à l'évaluation de la contamination bactériologique des eaux littorales : cas de l'émissaire de l'hôpital de bainem. Mémoire d'ingénieur, option environnement littoral. ISMAL. 50p.
- BARNABE G., 1989.** Aquaculture .Ed. Lavoisier tec et doc, Paris. 29 p.
- BRISOU J F et DENIS F., 1978.** Hygiène de l'environnement maritime. Edit. Masson.248p.
- BRISOU J F et DENIS F., 1980.** Techniques de surveillance de l'environnement maritime. Edit. Masson. p206.
- BRISOU, J.F., 1968.** La pollution microbienne, virale et parasitaire des eaux littorales et ses conséquences sur la santé publique. Bulletin. O.M.S. 38, 79-118.
- COPIN-MONTEGUT G., 1996.** Chimie de l'eau de mer. Institut océanographique, Paris. 319p.
- DELARRAS C., 2007.** Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyse ou de contrôle sanitaire. Ed. Lavoisier Tec & Doc. 476p.
- DJEMA.F (1997)** .Etude morphosédimentaire et perspectives d'aménagement de la plage Ouest de Mazafran (Colonel Abbes) mémoire d'ingénieur, ISMAL.
- FIGARELLA J., LEYRAL G., TERRET M., 2001.** Microbiologie générale et appliquée. Edit. Jacques Lanore.285p.
- FLINT K.P., 1987.** The long-term survival of *Escherichia coli* in river water. Journal of applied bacteriology Vol 63, p261 _ 270.
- GAUJOUS D., 1995.** La pollution des milieux aquatiques. Edit. Lavoisier Techniques et documentation .Paris.217p.
- GAUTHIER M., PIETRI C., 1989.** Devenir des bactéries et virus entériques en mer. Microorganismes dans les écosystèmes océaniques. Edit. Masson.447p.

GUIRAUD J-P., ROSEC J-P., 2004. Pratique des normes en microbiologie alimentaire, .Ed. *Afnor*. 96p.

HAINIQUE B., BAUDIN B., LEFEBVRE P., 2008. Appareils et méthodes en biochimie et biologie moléculaire. Ed. *Flammarion Médecine-Sciences*, Paris. 449p

IFREMER. , 1986 : Variabilités a moyenne échelle du bassin algérien.obeservation hydolyques, biologique et chimiques.Campagne Mediproduct V.CNRS : 90-98

JOFFIN C., JOFFIN J-N ., 2010. Microbiologie alimentaire. Ed. *CRDP, Aquitaine*. Bordeaux. 344p.

JOFFIN J,N , LEYRAL G, 1996. Microbiologie technique (Dictionnaire technique). Ed. *CRDP, Aquitaine*. Bordeaux. 93p.

JOLY B, REYNAUD A., 2003. Entérobactéries : systématiques et méthodes d'analyses. Edit. Techniques et Documentation. Paris. 356p.

LECLERC H, GAILLARD J.L., SIMONET M., 1995. Microbiologie générale : la bactérie et le monde bactérien. Edit. Doin. 535p.

LEVÊQUE C., 1996. Ecosystèmes aquatiques. *Les fondamentaux*, Ed. *Hachette*. 159p.

MANCINI J.L., 1978 ; FLINT K.P., 1987. Numerical estimates of coliform mortality rates under various conditions. *Water pollution control board journal*. p247 -2484.

MAURIN C, 1974. La conchyliculture française : le milieu naturel et ses variations (première partie). Institut scientifique et technique des pêches maritimes. Nantes. P112 - 117

PELMONT J, 1993. Bactéries et environnement : adaptations physiologiques. Collection Grenoble Sciences.899p.

PNUE / OMS, 1977. Recommandation pour la surveillance sanitaire des zones côtières à usage récréatif et des zones conchylicoles. Bureau régional de l'OMS pour l'Europe, Copenhague : 168p.

POGGI R, 1990. Impacts sanitaires des contaminations microbiologiques.IFREME.la mer et les rejets urbains, n° 11 : 115-132.

RODIER J, LEGUBE B., MERLET N et all., 1996. L'analyse de l'eau Ed *DUNOD*. 1383p.

SINGLETON P., SAINSBURY D., 1984. Abrégé de bactériologie. Ed. *Masson*, Paris.158p.

SKALAR ANALYTICAL, 1998.Manuel san plus analyser : SA 1050 (Random Access Auto sampler).Breda (Netherlands), 23p.

TIDADINI M, L, et AMDOUN A., 2003 : Etude hydrobiologique de lac du barrage de Boukourdane (wilaya de Tipaza) : Variation spatio-temporelle du peuplement zooplanctonique, physico-chimique, composition spécifique du plancton. *Mém. D' Ing. D' Etat en aquaculture*, U.ST.H.B., 110p.

Site web:

Fr.wikipedia.org.

www.e-sante.be.

www.microbe-edu.org.

LISTE DES ABREVIATIONS (Par ordre alphabétique)

ANRH : Agence Nationale des Recherches d'Hydrauliques

°C : Degré Celsius

CF : Coliformes fécaux

CT : Coliformes totaux

EPI : Eau peptonée exempte d'indole

E. coli: Escherichia coli

G : Gramme

H : Heure

IC : indice de conversion

L : Litre

Log10 : Logarithme népérien à base dix m Mètre

MES : Matières en suspension

MI : Millilitre

Nm ; Nanomètre

NPP : nombre le plus probable

OMS : organisation mondiale de la santé

ONM : Office Nationale Météorologique

PEHD : polyéthylène haute densité

PH : Potentiel hydrogène

.

S1: Station 1

S2: Station 2

S3: Station 3

S4 : Station 4

S5 : Station 5

SF : Streptocoques fécaux

UFC : Unité formant colonie

VBL : Bouillon lactosé au vert brillant

µm : Micromètre

Annexe n°1

Formules indiquées en gramme par litre d'eau distillée

BCPL

Peptone	5g
Extrait de viande	3g
Lactose	10g
Pourpre de bromocrésolé	25mg

pH: 7

Eau peptonée tamponnée (E.P.T)

Formule:

Mélange de peptones.....	10,0g
Chlorure de sodium.....	5,0g
Di-sodium hydrogénophosphate.....	3, 5g
Dihydrogénophosphate de potassium.....	1,5g

PH final: 7,2

Gélose Tergitol (TTC)

Formule

Peptone.....	10,0g
Extrait de levure.....	6,0g
Extrait de viande.....	5,0g
Lactose.....	20,0g
Blein de bromothymol.....	0,05g
Agar.....	12,75g

PH final : 7, 2. Autoclaver à 121C° pendant 15 minutes

Gélose Hektoen

Formule:

Mélange de peptones.....	13,8g
Extrait de levure.....	2,0g
Lactose.....	12,0g
Saccharose.....	12,0g
Salicine.....	1,0g
Chlorure de sodium.....	5,0g
Tauroglycocholate de sodium.....	6,5g
Thiosulfate de sodium (anhydre).....	1,25g
Citrate d'ammonium ferrique.....	1,25g
Bleu de bromothymol.....	0,065g
Fuschine acide.....	0,1g
Agar.....	14,0g

PH final: 7,5. Autoclaver à 121C° pendant 15 minutes

Milieu de Slanetz et Bartley :

Dans 1 litre d'eau déionisée, dissoudre :

Peptone	20 g
Extrait de levure	5 g
Glucose	2 g

monohydrogénophosphate de potassium	4 g
azide de sodium	0,4 g

Milieu « Bile Esculine Agar » (Milieu BEA) :

Dans un litre d'eau déionisée dissoudre en portant à l'ébullition.

tryptone	17 g
Peptone	3 g
Extrait de levure	5 g
Bile déshydratée de boeuf	10 g
NaCl	5 g
Citrate de sodium	1 g
Esculine	1 g
Citrate de fer ammoniacal	0,5 g

Bouillon SFB

Formule

Peptone de viande.....	5,0g
Lactose.....	4,0g
Selinite de sodium.....	4,0g
Phosphate de sodium.....	3,5g
Phosphate monopotassique.....	6,5g
PH finale : 7,0	

Le milieu de Schubert

En grammes par litre d'eau distillée

Peptone	10,00 g
Tryptophane	0,20 g
Acide glutamique	0,20 g
Sulfate de magnésium	0,70 g
Sulfate d'ammonium	0,40 g
Citrate de sodium	0,50 g
Chlorure de sodium	2,00 g
Mannitol	7,50 g
Phosphate disodique	4,00 g
Phosphate monopotassique	0,60 g

Réactif de KOVACS

Paradiméthylamino-benzaldéhyde.....	5,0
Alcool amylique.....	75,0
HCL pur.....	35,0
Eau permutée.....	1000ml

Annexe 2

Normes de salubrité

****Critères de qualité des eaux de baignade proposés par le conseil des communautés européennes (CCE) du 8 décembre 1975 in RODIER, 1996).**

Paramètres	Norme Guide (G)	Norme impérative (I)	Méthode d'analyse
Coliformes totaux (NPP/100ml)	500	10 000	En tubes multiples. Nobres le plus probable ou filtration sur membrane. Milieu du bouillon lactosé
Coliformes fécaux (NPP/ 100ml)	100	2000	
Streptocoques fécaux (NPP /100ml)	100	–	Méthode de Litsky. Nombre le plus probable.
Salmonelles par litre	–	0	
Entérovirus PFU / 10L	–	0	

**** Normes de salubrité pour les eaux de baignades (normes françaises ; in BRISOU et DENIS, 1980).**

Qualité	Coliformes fécaux (NPP / 100ml)	Streptocoques fécaux (NPP/ 100ml)
Très bonne	< 50	< 5
Bonne	50 – 200	5 – 20
Moyenne	200 – 1000	20 – 100
Suspecte	1000 – 2000	100 – 200
dangereuse	> 2000	> 200

G = guide I = impératif (seuil de sécurité)

< G = bactériologiquement satisfaisant.

Entre G et I = situation encore acceptable.

• I = seuil de sécurité – alerte.

Normes bactériologiques (E.coli)

Directives communautaire 76/160/CEE du 08 Décembre (1975).

Pour 100 ml	<i>Echerichia coli</i>
Normes Guides	100
Normes Impératives	2000

Nombre le plus probable (NPP) et intervalle de confiance dans les cas du système D'ensemencement dans 3 tubes (solution mère) (RODIER et al, 1996)

Nombre de tubes donnant une réaction positive sur :			NPP dans :	Limite de confiance 95%	
3 tubes de 10ml	3 tubes de 1ml	3 tubes de 0.1ml	100 ml	Limite inférieure	Limite supérieure
0	0	1	3	< 0.5	9
0	1	0	3	< 0.5	13
1	0	0	4	< 0.5	20
1	0	1	7	1	21
1	1	0	7	1	23
1	1	1	11	3	36
1	2	0	11	3	36
2	0	0	9	1	36
2	0	1	14	3	37
2	1	0	15	3	44
2	1	1	20	7	89
2	2	0	21	4	47
2	2	1	28	10	149
3	0	0	23	4	120
3	0	1	39	7	130
3	0	2	64	15	379
3	1	0	43	7	210
3	1	1	75	14	230
3	1	2	120	30	380
3	2	0	93	15	440
3	2	1	150	35	470
3	2	2	210	36	1300
3	3	0	240	71	2400
3	3	1	460	150	4800
3	3	2	1100		