

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



MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME
DE MASTER EN SCIENCES DE LA MER

Sujet :

Contribution à la biosurveillance des eaux du littoral de la plage et du port de Sidi Fredj

Présenté par :

M^{elle} KSOURI Nadira

Soutenu le 13 /10/2012 à 8 :30 h devant les jurys:

M ^{elle} LOUANCHI F.	Professeur (ENSSMAL)	Présidente
Mme BACHARI F.	Professeur (ENSSMAL)	Promotrice
Mme GHALMI R.	Maitre d'assistance A	Examinatrice
Mme BENTCHIKOU L.	Maitre de conférence A	Examinatrice

Promotion : 2011/2012

Liste des tableaux

Tableau		Page
Tableau01	<i>valeurs minimum, maximum et moyenne des coliformes totaux.....</i>	27
Tableau02	<i>valeurs minimum, maximum et moyenne des coliformes fécaux.....</i>	30
Tableau03	<i>valeurs minimum, maximum et moyenne des streptocoques fécaux.....</i>	31
Tableau04	<i>valeurs minimum, maximum et moyenne des staphylocoques.....</i>	33
Tableau05	<i>l'identification des germes pathogènes.....</i>	34

Sommaire

Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction.....	01
Partie 01 : Généralités	
1.1. Une définition de la pollution marine	03
1.2. Bilan sur les paramètres indicateurs de pollution	04
1.2.1. Paramètres physico-chimiques.....	
1.2.1.1. Demande Chimique en Oxygène (DCO).....	04
1.2.1.2. Demande Biochimique en Oxygène (DBO ₅).....	04
1.2.1.3. Turbidité (Tu).....	04
1.2.1.4. Matières en suspension (MES).....	05
1.2.1.5. Les sels nutritifs.....	06
1.3. Paramètres microbiologiques.....	08
1.3.1. Germes témoins de contamination fécale.....	08
1.3.1.1. Les Coliformes totaux (CT)	08
1.3.1.2. Les Coliformes fécaux « thermotolérants » (CF)	08
1.3.1.3. Les Streptocoques fécaux (SF).....	09
1.3.2. Germes pathogènes.....	10
1.3.2.1. Les Salmonelles.....	10
1.3.2.2. Les Staphylocoques.....	10
1.3.2.3. Les Vibrions	11
Partie 02 : Zone d'étude et Méthodologie	
2.1. Baie d'Alger	12
2.1.1. Hydrologie de la baie d'Alger.....	14
2.1.2. Port d'Alger.....	14
2.1.2.2. Présentation du port d'Alger	14
2.1.3. Port de Sidi-Fredj.....	16
2.1.3.1. Localisation géographique du port de Sidi-Fredj.....	16
2.2. Baie de Bou Ismaïl.....	17
2.2.1. Hydrologie de la baie de Bou-Ismaïl.....	19
2.2.2. Port de Bou-Haroun.....	20
2.2.2.1. Localisation géographique du port de Bou-Haroun.....	20
2.3. Prélèvement de l'eau de mer	20
2.3.1. Prélèvement.....	20

2.3.2. Stratégie de prélèvement.....	21
2.3.3. Echantillonnage.....	21
2.3.4. Conservation.....	21
2.4. Analyse microbiologique dans l'eau de mer.....	21
2.4.1. Dénombrement des coliformes totaux et Coliformes thermotolérants «Fécaux».....	22
2.3.1. 1. Intérêt hygiénique de la recherche des coliformes dans l'eau.....	23
2.3.2. Dénombrement des Streptocoques fécaux.....	23
2.3.3. Recherche des Salmonelles.....	24
2.3.4. Recherche des vibrions.....	25
2.3.5. Dénombrement des Staphylocoques.....	26
Partie 03 : Résultats et interprétation	
3.1. Evaluation des paramètres bactériologiques	27
3.1.1. Résultats de recherche et de dénombrement des germes indicateurs de la pollution dans les eaux de surface au niveau du port d'Alger, du littoral Ouest de Sédi Fredj et du port de Bou Haroun.....	27
3.1.1.1. Les coliformes totaux (CT).....	27
3.1.1.2. Les coliformes fécaux (CF).....	30
3.1.1.3. Les streptocoques fécaux(SF).....	31
3.1.1.4. Les staphylocoques.....	33
3.1.1.5. Les entérobactéries.....	33
Conclusion.....	37
Référence bibliographique.....	38
Annexes	

Liste des figures

Figures	Partie I : Pollution des eaux marines	Pages
Figure 01	Différents types de la pollution marine.....	03
Figure 02	schéma des différentes formes des sels nutritifs.....	07
Figure 03	Coliformes fécaux (Source : bouillondecultures.blogspot.com)	08
Figure 04	Streptocoques fécaux (Source : fr.wikipedia.org).....	09
Figure 05	les Salmonelles (Source : www.e-sante.be).....	09
Figure 06	les Salmonelles (Source : eau.tourdumonde.free.fr).....	09
Figure 07	Staphylocoques (Source : www.infonosocomiale.com)	10
Partie II Zone d'étude et Méthodologie		
Figure 08	Situation géographique de la baie d'Alger.....	12
Figure 09	Principaux rejets d'eaux usées dans la baie d'Alger.....	13
Figure 10	Pollution par les huiles, rejets industriels et urbains au niveau de la baie D'Alger.....	13
Figure 11	Situation du port d'Alger.....	15
Figure 12	Configuration du port d'Alger.....	16
Figure 13	Situation géographique et localisation de Sidi Fredj.....	17
Figure 14	Configuration du port de Sidi Fredj.....	17
Figure 15	Situation géographique de la baie de Bou-Ismaïl.....	18
Figure 16	Les principaux rejets dans la baie de Bou-Ismaïl.....	19
Figure 17	Caractéristiques techniques du port Bouharoun.....	20
Figure 18	Dispositif de l'appareil de filtration sur membrane.....	22
Figure 19	Technique de dénombrement des coliformes.....	23
Figure 20	Technique de recherche et de dénombrement des Streptocoques fécaux.....	23
Figure 21	Technique de recherche des salmonelles.....	24
Figure 22	Technique d'identification des salmonelles.....	24
Figure 23	Technique de recherche des vibrions.....	25
Figure 24	Technique d'identification des vibrions.....	25
Figure 25	Technique de dénombrement des staphylocoques.....	26
Partie III : Résultats et interprétation		
Figure 26	Variations des concentrations minimum, maximum et moyenne des coliformes totaux(CT) dans le port d'Alger, littoral Ouest de Sédi Fredj et le port de Bou Haroun.....	27
Figure 27	Carte de distribution des coliformes totaux au niveau de littoral Ouest de Sidi Fredj.....	28
Figure 28	Carte de distribution des coliformes totaux au niveau du port d'Alger.....	29
Figure 29	Carte de distribution des coliformes totaux au niveau du port de Bou Haroun.....	29
Figure 30	Variations des concentrations moyennes et extrêmes de coliformes fécaux(CF) dans le port d'Alger, le littoral Ouest de Sidi Fredj ainsi que dans le port de Bou Haroun.....	30
Figure 31	Carte de distribution des coliformes fécaux au niveau de littoral Ouest de Sidi Fredj.....	31
Figure 32	: Variations des concentrations minimum, maximum et	31

	<i>moyenne des streptocoques fécaux(SF) dans le port d'Alger, littoral Ouest de Sédi Fredj et dans le port de Bou Haroun.....</i>	
Figure 33	<i>Carte de distribution des streptocoques fécaux au niveau de littoral Ouest de Sidi Fredj.....</i>	32
Figure 34	<i>Variations des concentrations minimum, maximum et moyenne des staphylocoques dans le port d'Alger et le port de Bou Haroun.....</i>	33

Introduction

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'Organisation Mondiale de la Santé (**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 pourquoi le contrôle de qualité de l'eau parait de plus en plus indispensable.

Le milieu marin représente un enjeu considérable en termes de développement socioéconomique. Ces dernières décennies, la pollution des océans à travers le monde est devenue un sujet de préoccupation croissante à l'échelle internationale (**Houma Bachari, 2009**).

Les bassins portuaires sont souvent utilisés comme milieu de déversement et de rejets des produits dérivés du carénage des bateaux. Une grande part des rejets s'effectue directement dans le port sans traitement au préalable (**Houma et Belkessa, 2005**).

Le littoral Algérien est caractérisé par une concentration de la population et des activités industrielles, agricoles, touristiques et maritimes. Il apparaît comme le réceptacle de tous les polluants d'origine anthropiques fertilisants et toxiques, entraînent par la suite des modifications considérables de la structure et du fonctionnement des écosystèmes marins. Ce littoral est aussi caractérisé par plusieurs baies.

Les contaminants qui atteignent le milieu aquatique constituent toujours un problème environnemental majeur. En effet, la concentration de la plupart de ces contaminants s'élève parfois jusqu'à des niveaux qui sont toxiques pour la vie aquatique – poissons, invertébrés et plantes aquatiques – tant dans la colonne d'eau que dans les sédiments. De plus, plusieurs de ces contaminants sont persistants et bioaccumulables, ce qui signifie qu'ils peuvent entraîner des effets nuisibles à tous les maillons de la chaîne alimentaire, incluant la faune terrestre et aviaire ainsi que l'humain, du fait que les contaminants sont transmis d'un maillon à l'autre par la consommation d'organismes aquatiques contaminés. D'autres contaminants, comme les substances nutritives, lorsqu'elles sont présentes en concentrations élevées, interfèrent dans

l'équilibre naturel des écosystèmes. Finalement, certains contaminants peuvent altérer le goût, l'odeur ou la couleur de l'eau.

Dans ce présent travail Nous avons choisi la baie d'Alger (port d'Alger et littoral ouest de Sidi Fredj) et la baie de Bou-Ismaïl (port de Bou Haroun).

L'objectif primordial de ce travail c'est d'évaluer l'état de pollution des ports à partir d'une base de données des paramètres indicateurs de la pollution microbiologique.

A cet effet ce présent travail est constitué de trois parties :

Partie I est consacrée à des généralités sur la définition de la pollution marine et les différents types de cette pollution est en particulier à la microbiologie des eaux marines.

Partie II est réservée à la présentation de la zone d'étude et à la méthodologie adoptée sur la description de la pollution marine par les paramètres microbiologiques.

Partie III est consacrée à l'interprétation des résultats obtenus à partir de la comparaison des données.

Partie 01 : Généralités

1.1. Une définition de la pollution marine

Selon la convention des nations unis sur le droit de la mer 1982, la pollution est définis comme : « introduction directe ou indirecte par l’homme de substances ou d’énergie dans le milieu marin y compris les estuaires, lorsque elle a ou peut avoir des effets nuisible tels que les dommages aux ressources biologiques à la faune et flore marine, risque pour la santé de l’homme, entrave aux activité maritime y compris la pêche et les autres utilisation légitimes de la mer, altération de la qualité de l’eau de mer du point du vue de son utilisation et dégradation des valeurs d’agréments » (**Revue maritime trimestrielle ; 1861**).

La pollution des eaux littorales peut avoir plusieurs origines.

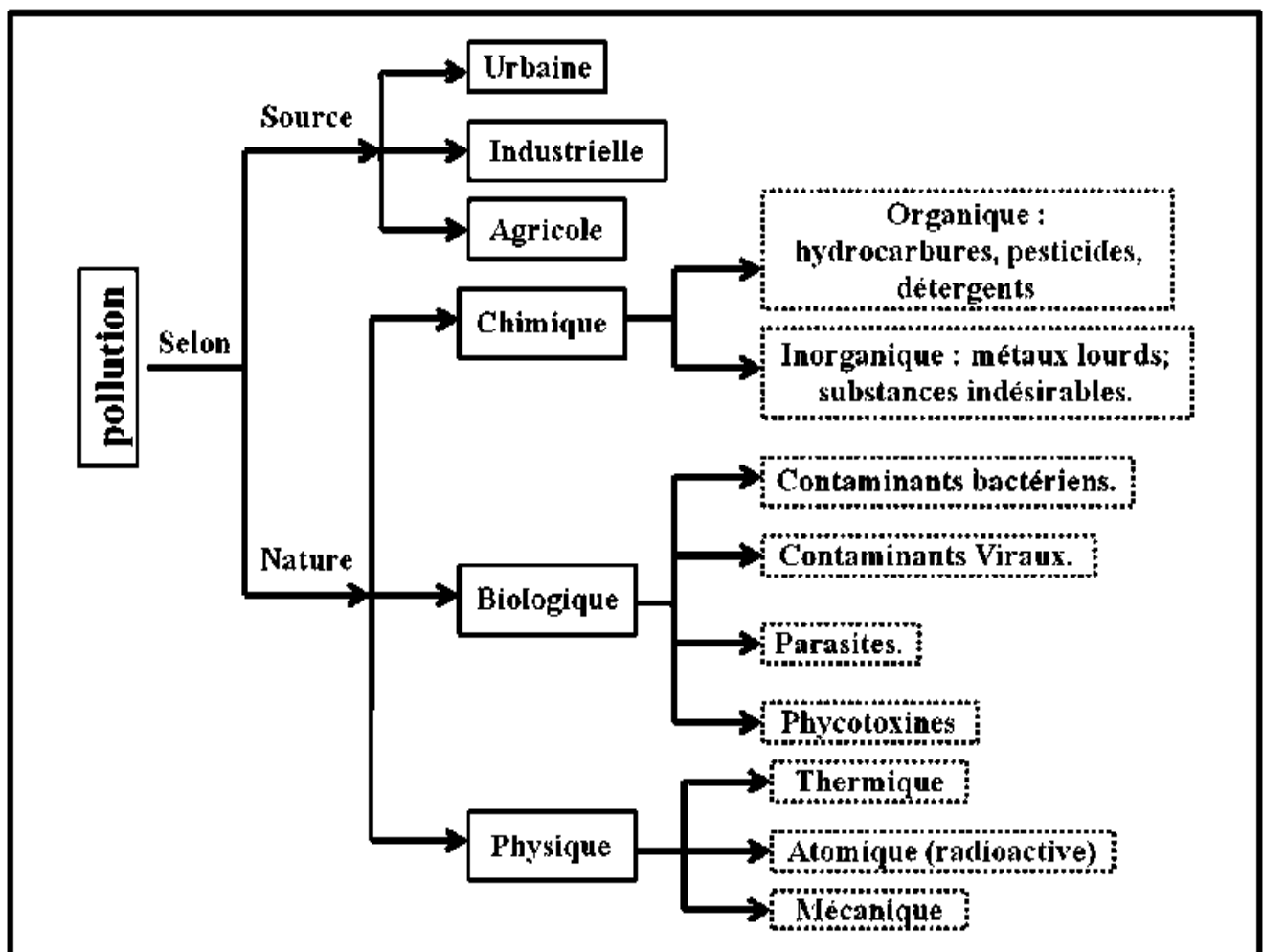


Figure1. Différents types de la pollution marine.

1.2. Bilan sur les paramètres indicateurs de pollution

Plusieurs paramètres sont des indicateurs de la présence de polluants dans l'eau et de leur quantité. Parmi ces paramètres :

1.2.1. Les paramètres physico-chimiques

1.2.1.1. Demande biochimique en oxygène pendant 5 jours (DBO₅)

La demande biochimique en oxygène est la quantité d'oxygène qu'une eau a besoin pour oxyder biologiquement la matière organique polluante par les microorganismes aérobies pendant 5 jours (**Copin-Montégut ; 1996**).

Ce paramètre constitue un bon indicateur de la teneur en matière organique biodégradable d'une eau naturelle polluée ou d'une résiduaire, il est utilisable :

- Soit pour quantifier la charge polluante organique de l'eau.
- Soit pour évaluer l'impact d'un rejet sur le milieu naturel.
- Soit pour évaluer l'intensité du traitement nécessaire à l'épuration d'un rejet par un procédé biologique.

1.2.1.2. Demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène est la quantité d'oxygène (en milligramme) qu'un échantillon a besoin pour s'oxyder chimiquement. Le test est particulièrement utile pour l'appréciation du fonctionnement des stations de traitement des eaux usées.

La DCO constitue la mesure de tout ce qui est susceptible de demander de l'oxygène en partie les sels minéraux oxydables, les sels de métaux et la majeure partie des composés organiques, elle permet donc d'évaluer la quantité totale de pollution organique.

Elle est moins représentative que la DBO de la décomposition des matières organiques qui a lieu dans le milieu naturel mais est rapide (**Rodier ; 1996**).

La différence DCO - DBO₅ détermine la charge en matière organique difficilement biodégradable.

1.2.1.3. Turbidité (Tu)

La turbidité intervient notamment sur la quantité de la lumière disponible pour le développement des végétaux aquatiques, autrement dit sur la production primaire. La turbidité n'est pas une grandeur physique intrinsèque du milieu, ce n'est pas une notion absolue ou objective au sens strict puisque sa valeur dépend de la méthode de mesure, en particulier des caractéristiques instrumentales (**Aminot et al ; 2004**).

Selon la norme ISO (**International Organisation for Standardization 7027 Afnor, 1999b**) définit la turbidité comme la : « réduction *de transparence d'un liquide due à la présence de substances non dissoutes* ». Selon **Wezernak et Polcyn 1975** se referaient au manuel de l'American Public Health Association de 1965 : « *la turbidité traduit la propriété optique responsable de la dispersion et de l'absorption de la lumière plutôt que de sa transmission en ligne droit à travers l'échantillon* ».

La turbidité d'une eau, entant que mesure optique, est fonction de la concentration, de la taille, de la forme et des coefficients de réflexion d'absorption et de réfraction des particules présents (**Aminot et al ; 2004**).

1.2.1.4. Matières en suspension (MES)

D'après **Ivanoff (1972)**, en plus des substances dissoutes, l'eau de mer contient des matières en suspension de toutes tailles et de toutes formes, minérales ou organiques, vivantes ou détritiques, de nature soit biogéniques, soit éoliens, soit météoriques.

Les matières en suspension dans les eaux de mer sont donc de dimensions très variables. Elles comportent tous les composés ayant un diamètre supérieur à 0.45 μm et elles peuvent être un indice de pollution. (**Aminot & Chaussepied, 1983**).

Des teneurs élevées en matières en suspension peuvent empêcher la pénétration de la lumière, diminuent l'oxygène dissous et limitent alors le développement de la vie aquatique en créant des déséquilibres entre diverses espèces. Elles peuvent être aussi responsables de l'asphyxie des poissons par colmatage des branchies. (**Rodier, 1997; Berne & Cordonnier, 1991**).

Elles peuvent être aussi considérées comme des transporteurs importants des polluants, fertilisants, toxiques et biologiques (**Lacaze, 1996**). Selon leur nature, elles sont également une source nutritive non négligeable pour la faune.

1.2.1.5. Les sels nutritifs

Les nutriments : l'azote, le phosphore, et le silicium sont indispensables à la nutrition des organismes, sont appelés « *Sels nutritifs* ». Les deux premiers représentent respectivement que 6 % et 1 % de la biomasse (**Aminot et al ; 2004**). Les sels nutritifs sont la base de la production primaire des eaux de surface en utilisant la lumière comme source d'énergie (c'est la photosynthèse). Ils sont utilisés comme des traceurs chimiques non conservatifs.

Le Phytoplancton a besoin de ces sels nutritifs qu'il trouve dans le milieu marin pour sa croissance, son développement et la formation de son squelette. Les faibles concentrations d'éléments nutritifs dans le milieu marin, minimisent la photosynthèse tandis que les excès provoquent une eutrophisation du milieu, qui se traduit par une importante croissance de certaines espèces phytoplanctoniques.

On trouve très souvent, une augmentation considérable des concentrations en sels nutritifs près des estuaires et les milieux portuaires (**Aminot, 1983**).

Les Phytoplanctons fabriquent leurs squelettes et leurs matières organiques par assimilation des sels nutritifs dissous dans l'eau de mer et puisent l'énergie solaire. La lumière et la circulation océanique qui transportent les sels dissous (Azote, Phosphore, Silicium) sont les facteurs importants pour la production biologique.

Les Upwellings sont le siège d'une production biologique intense car ils sont riches en sels nutritifs. D'où l'importance des sels nutritifs dans l'étude de la circulation des masses d'eaux et de leurs mélanges. Il existe des relations entre certains sels avec certains métaux lourds tels que celles qui lient les phosphates aux calciums. Ce qui permet la compréhension du comportement et du devenir de ces derniers dans le milieu marin (**Cossa et Lassus, 1989**).

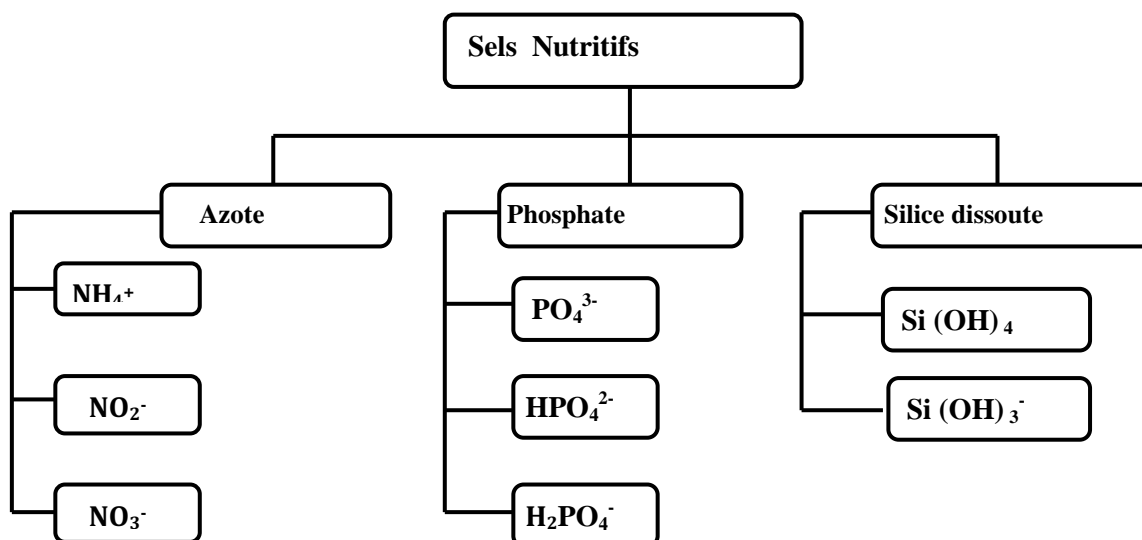


Figure 2: schéma des différentes formes des sels nutritifs.

1.3. Paramètres microbiologiques

1.3.1. Germes témoins de contamination fécale

On présente ci-dessous les germes indicateurs principaux, à savoir, les coliformes, les streptocoques fécaux.

1.3.1.1. Les Coliformes totaux (CT)

Ils regroupent un certain nombre d'espèces appartenant à la famille des Entérobactereaceae. Selon la définition (ISO), ce sont des bacilles à Gram négatif, non sporulant, anaérobie facultatif, oxydase négative. Ils peuvent croître en présence des sels biliaires et sont capables de fermenter le lactose (et le mannitol) avec production d'acides et d'aldéhydes en 48 heures à des températures de 35 à 37°C.

La recherche et le dénombrement de l'ensemble des coliformes sans préjuger de leur appartenance taxonomique et de leur origine, sont importants pour la vérification de l'efficacité d'un traitement, d'un désinfectant mais il est d'un intérêt nuancé pour déceler une contamination d'origine fécale (Rodier et al., 2005).

Les Coliformes totaux constituent un groupe de bactéries très hétérogènes, le plus souvent présentes en grand nombre dans les excréments animaux et humains mais dont certaines espèces ne sont pas nécessairement liées à la flore intestinale humaine ou animale

et peuvent proliférer dans les sols ou dans les milieux aquatiques (CEAEQ, 2005.a). Les coliformes comprennent les genres : *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Yersinia*, *Serratia*.

1.3.1.2. Les Coliformes fécaux « thermotolérants » (CF)

Les coliformes fécaux, ou coliformes thermotolérants, sont un sous-groupe des coliformes totaux capables de fermenter le lactose à une température de 44°C. L'espèce la plus fréquemment associée à ce groupe bactérien est '*Escherichia coli* et dans une moindre mesure, certaines espèces des genres *Citrobacter*, *Enterobacter* et *Klebsiella* (CEAEQ, 2005.b).



Figure 3: Coliformes fécaux (Source : bouillondecultures.blogspot.com)

La recherche des coliformes thermotolérants est très importante car un très grand nombre d'entre eux vivent en abondance dans les matières fécales des animaux à sang chaud et de ce fait, constituent de très bons indicateurs de pollution d'origine fécale. Leur densité est proportionnelle au degré de la pollution et leur suivie dans l'environnement est également équivalente à celle des pathogènes (Rodier et al. 2005).

1.3.1.3. Les Streptocoques fécaux (SF)

L'expression « streptocoques fécaux » regroupe toutes les bactéries à Gram positif de forme cocci sphériques légèrement ovales, catalase négative (PNUE/OMS, 1977). Ils se disposent le plus souvent en diplocoques ou en chainettes (Leclerc et al., 1995).

Ils peuvent se multiplier dans des 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 aux pH élevés (OMS, 1995).



Figure4: *Streptocoques fécaux* (Source : fr.wikipedia.org)

Ils regroupent l'ensemble des streptocoques possédant la substance (acide teïchoïque) antigénique caractéristique du groupe D de la classification de Lancefield, tels que: *Enterococcus faecalis*, *E.faecium*, *E.durans*, *E.hirae*, *Streptococcus peals*, *S.buis* et *S. equines*. Ces streptocoques du groupe D sont généralement pris globalement en compte comme des témoins de pollution fécale, car tous ont un habitat fécal (**Rodier et al., 2005**).

Les dénombrements des streptocoques fécaux présumés sont rarement effectués indépendamment des dénombrements des coliformes.

1.3.2. Germes pathogènes

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

1.3.2.1. Les Salmonelles



Figure5 : *les Salmonelles*

(Source : www.e-sante.be)



Figure6 : *les Salmonelles*

(Source : eau.tourdumonde.free.fr)

De la famille des Entérobactereaceae, Gram négatif, aéro-anaérobies facultatifs, sous forme de bâtonnet. Tous les produits d'origine animale sont susceptibles de contenir des salmonelles. Ce sont des microorganismes non sporulant, habituellement mobiles grâce à des flagelles péritriches ou immobiles, mésophiles avec une température optimale de croissance de 37°C. Les salmonelles fermentent le glucose, le maltose et le mannitol, avec production

de gaz, mais elles ne fermentent pas le saccharose. Elles réduisent le sulfite en sulfure et décarboxylent la lysine (**Bourgeois, 1990**).

Dans le milieu marin, les exutoires d'eaux usées constituent la principale source de pollution par les salmonelles (**Leclerc et al, 1995**).

1.3.2.2. Les Staphylocoques

Les staphylocoques sont des cellules sphériques de 0.5 à 25 µm généralement regroupées en amas, ils sont immobiles et ne forment pas de spores ; ils sont aérobies ou anaérobies facultatifs, Gram (+), catalase (+), fermentent les sucres en produisant de l'acide lactique (**Leclerc et al, 1995**).

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**).

Cette famille comprend les genres suivants : *PLANOCOCCUS*, *MICROCOCCUS* et *STAPHYLOCOCCUS*. **Kloos et Schleifer (1975)** ont pu identifier 11 espèces au sein du genre *STAPHYLOCOCCUS*, en 1984, ils ont pu distinguer 19 espèces (**Manuel de Bergey, 1984**).

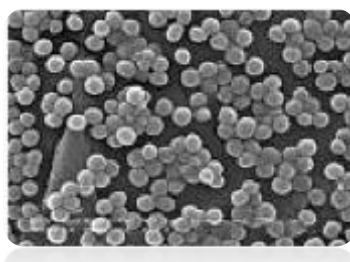


Figure7 : Staphylocoques (Source : www.infonosocomiale.com)

1.3.2.3. Les Vibrions

Les vibrions appartiennent à la famille des Vibrionaceae, elle comprend des bacilles à Gram négatif qui sont soit mobiles par une ciliature polaire, péritriche, ou bien immobiles. Ils sont oxydases positives, réduisent les nitrates et dégradent des glucides par métabolisme fermentatif. Au sein de cette famille, on distingue 4 genres: *Vibrio*, *Aeromonas*, *Plesiomonas* et *Photobacterium*.

Les bactéries du genre *Vibrio* sont des bacilles incurvés ou droits, mobiles grâce à un flagelle polaire, basophiles, oxydase positive, ils présentent une importance particulière dans la contamination des eaux et des fruits de mer. La plupart des vibrions sont d'origine marine, ils ne se multiplient qu'en présence de NaCl. On distingue une trentaine d'espèces différentes, les plus importantes qui sont réputées pathogènes pour l'homme sont : *V. parahaemolyticus*, *V. cholerae* et *V. vulnificus* (**Singleton et Sainsbury, 1984**).

Partie 02 : Zone d'étude et Méthodologie

2.1. Baie d'Alger

La baie d'Alger est située dans la partie centrale de la côte algérienne. Elle s'inscrit en creux dans la plaine de Mitidja de forme semi-circulaire d'une superficie approximative de l'ordre de 180 Km², délimitée par deux caps, la Pointe Pescade (Rais Hamidou) à l'ouest et le cap Matifou (Bordj El- Bahri) à l'est. Elle est limitée au Nord par la mer Méditerranée avec une longitude Est **03°.14'.50 à 03°.00'.40** et une latitude nord **36°.49'.35 à 36°.49'.50**. Le plateau continental est très étroit mais s'élargi au centre de la baie. Ce dernier ne dépasse pas l'isobathe 120 m. En effet, l'isobathe 50m est à 4,1Km de la côte, celui de 100 m est à 7,6Km quant à celui 1000 m il ne se trouve qu'à 12,1Km de la côte (**Bachari Houma, 2009**) (*figure 8*).

La ville d'Alger est très urbanisée et la majorité des unités sont concentrées dans les zones industrielles, le port d'Alger, Rouiba et Réghaia. Cette zone est principalement contaminée par différentes sources de pollution et soumise à plusieurs types de rejets urbains, industriels et pétroliers (**Bachari Houma, 2009**).

La zone côtière algéroise constitue le réceptacle de plusieurs types de pollution. Ces eaux usées sont chargées de matières organiques, matières en suspension, détergents et des huiles lubrifiantes ; génèrent des pollutions organiques et chimiques ; cette situation est aggravée par l'absence de traitement des eaux (**Houma et al., 2004 (a); LEM, 1998**)(*figure 9*).

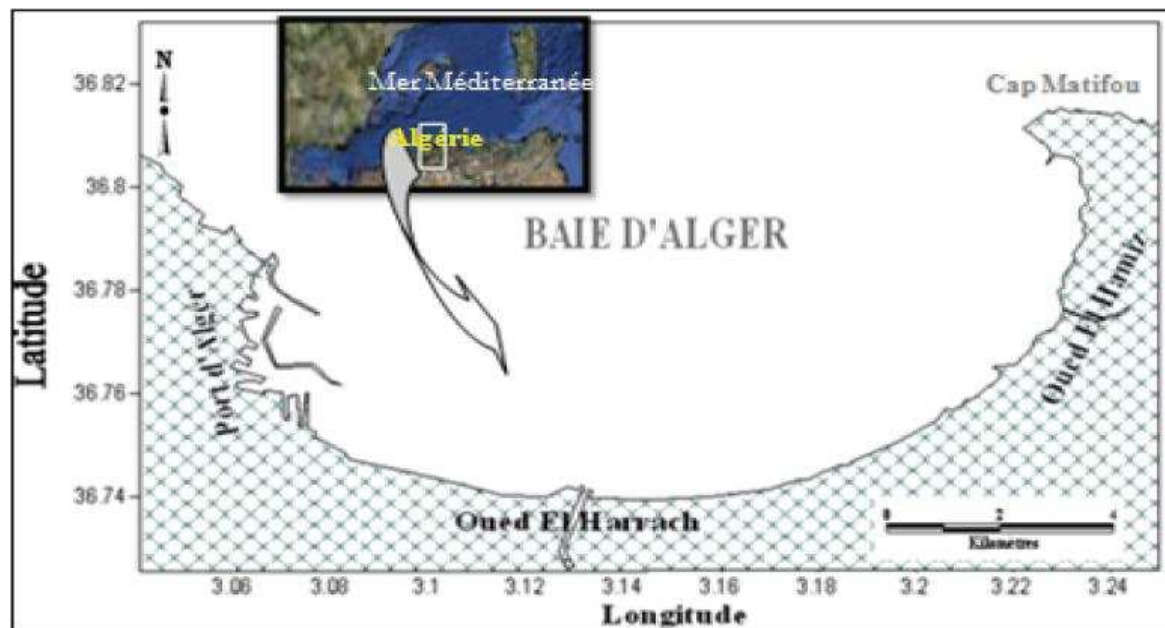


Figure 8: Situation géographique de la baie d'Alger (**Bachari Houma, 2009**).

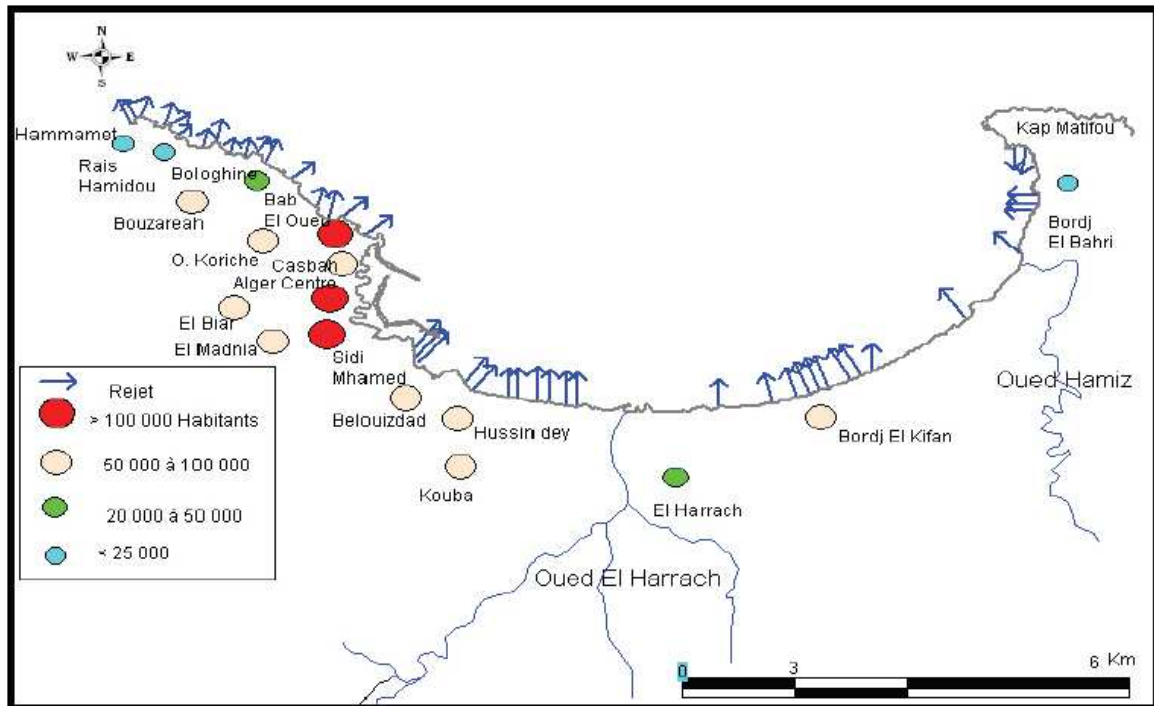


Figure 9 : Principaux rejets d'eaux usées dans la baie d'Alger (Bachouche, 2010)



Figure 10: Pollution par les huiles, rejets industriels et urbains au niveau de la baie D'Alger (Houma et al., 2009).

2.1.1. Hydrologie de la baie d'Alger

Au niveau du littoral algérois se déversent une multitude d'oueds de nature et d'importances variables. Ces oueds entraînent des apports plus ou moins importants le long de la baie d'Alger.

L'oued Mazafran :

Il constitue le cours d'eau le plus important de la région Ouest (situé à 30 Km de l'Ouest d'Alger) il résulte de la confluence de trois oueds secondaires ; oued Djer, l'oued Bouroumi et l'oued Chiffa. Cet oued couvre une superficie de 600 Km², sa profondeur n'est pas considérable (2 m en basses eaux, 3 m en période de crue). (**Dieuzeide, 1932**).

L'oued Béni-Messous :

Il est situé à 18 Km environ d'Alger. Il traverse les communes Béni-Messous et Cheraga au nord, Bouzareah, au niveau d'une agglomération ou Nord Est, Dely Brahim à l'Est et Ain Benian à l'Ouest.

L'oued El Harrach :

Issue de l'atlas Blidéen, l'oued traverse la plaine de Mitidja, lieu d'une intense activité agricole qui s'accompagne d'une pollution par les insecticides et autres après avoir traversés la zone industrielle d'Alger. Cet oued prend l'aspect d'un égout à ciel ouvert à son arrivée dans la mer.

L'oued El Hamiz :

Situé à l'Est de la baie d'Alger. Son débit est régulé par le barrage d'El Hamiz. Le lit de cet oued est jonché de débris émanant de rejets essentiellement domestiques. Le débit de cet oued est irréguliers, pratiquement nul en été et relativement important au moment des pluies.

2.1.2. Port d'Alger

2.1.2.2. Présentation du port d'Alger

Situé dans la région centrale de la côte algérienne, la baie d'Alger s'incurve sur 47km entre Rais Hamidou (ou Point Pescade) à l'Ouest et Bordj El Bahri (Cap Matifou) à l'Est. Deux oueds débouchent dans la baie ; il s'agit de l'oued El Harrach et de l'oued Hamiz.

L'urbanisation se développe le long de cette baie et au-delà, ce qui rend cette région la plus peuplée d'Algérie (3 millions d'habitants), elle comporte à l'Est et au Sud d'importantes zones industrielles (El Harrach, Oued Smar, Rouiba) et agricoles (la plaine de la Mitidja). Le

port d'Alger a été construit à l'ouest de la baie, protégé par le massif de Bouzaréah (*Figure 12*), c'est le port le plus important du pays. Plus de 90% des échanges commerciaux avec l'étranger s'effectuent par voie maritime, le port d'Alger assure le tiers de ces échanges en volume du trafic national des marchandises diverses (céréales, denrées alimentaires, produits pétroliers, ciments, produits métalliques, engrais, produits chimiques, transactions, biens d'équipements) (**Bachouche, 2010**).

En moyenne le port d'Alger avitaille 20 navires par jour ; 16 millions de tonnes de marchandises y transitent annuellement dont plus de 600 000 t/ an de véhicules roulants, remorques, bus, engins, etc ...et plus de 250 000 conteneurs en 2001. (**Rebzani-Zahaf, 2003**).

Il constitue un milieu semi-fermé et comprend une importante zone industrielle et commerciale à aire de stockage et de manutention et une zone de pêche et de plaisance. Il couvre un plan d'eau de 179 ha et il est subdivisé en trois bassins : bassin du Vieux port, bassin de l'Agha et bassin de Mustapha (**Bachouche, 2010**).

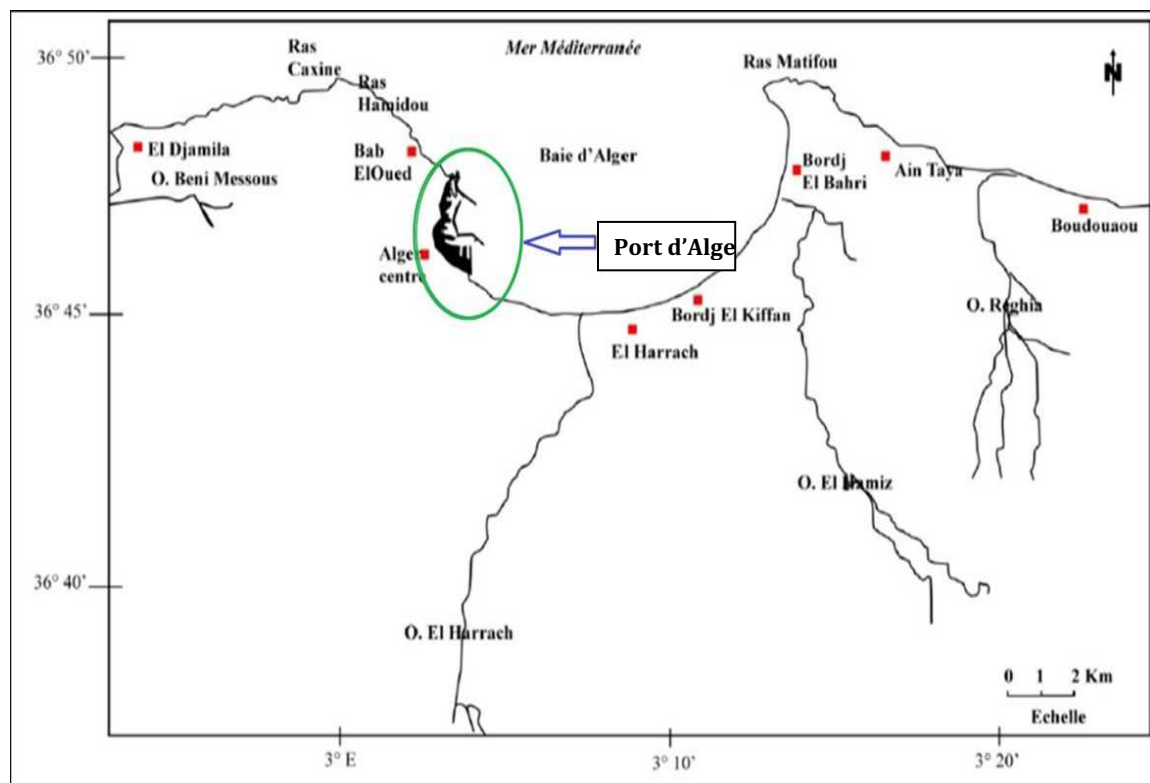


Figure 11: Situation du port d'Alger (**Bachouche, 2010, Modifie**).

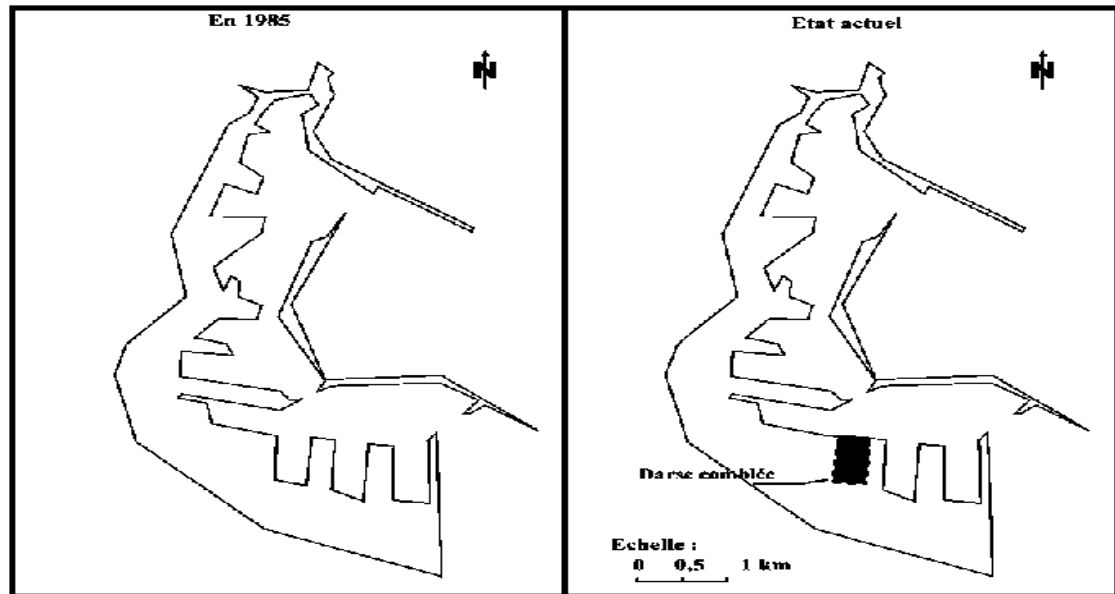


Figure12 : Configuration du port d'Alger (Rebzani-zahaf, 2003)

2.1.3. Port de Sidi-Fredj

2.1.1 Localisation géographique du port de Sidi-Fredj

La presqu'île de Sidi Fredj se situe à une vingtaine de kilomètres à l'ouest d'Alger. C'est une localité étendue sur un kilomètre au bord de la mer, orientée vers le Nord-Ouest, elle forme le cap Est de la baie de Bou Ismail et la limite Ouest de la baie d'EL Djamila. De point de vue administratif, elle appartient à la commune de Staouéli, daïra de Zeralda et Wilaya d'Alger.

C'est un promontoire rocheux en saillie par rapport aux côtes sableuses limitrophes caractérisées par deux pointes :

- La pointe de Marabout à l'est où se situe le port de plaisance de Sidi Fredj.
- La pointe de St janvier à l'Ouest à la limite de la baie d'EL Djamila.

Le port de Sidi-Fredj est implanté dans l'Anse Est de la presqu'île, Il s'intègre dans le complexe touristique, le tout formant l'une des plus grandes stations balnéaires algériennes à vocation touristique, fréquentée le long de l'année par de nombreux touristes. Elle se situe entre $2^{\circ} 50' 48''$ Est de longitude et $36^{\circ}45' 17''$ Nord de latitude jusqu'à $2^{\circ}50'41''$ Est de longitude et $36^{\circ} 45' 06''$ Nord de latitude (*figure13*).

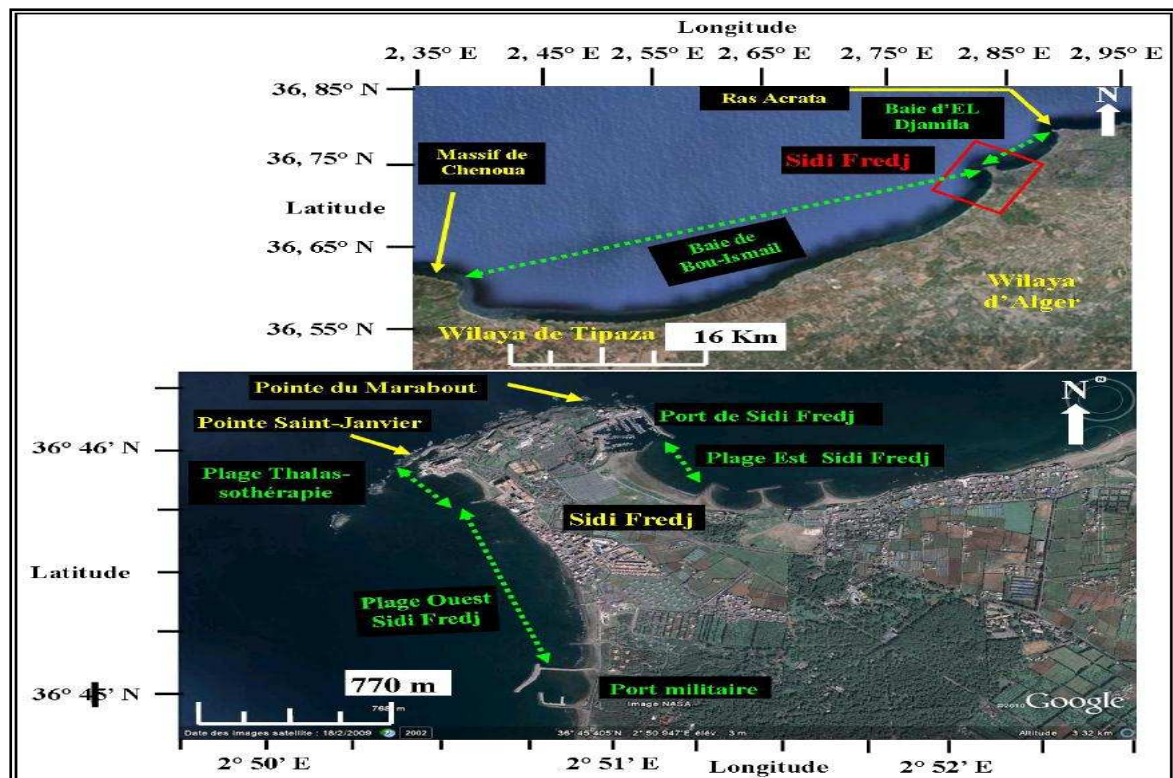


Figure 13 : Situation géographique et localisation de Sidi Fredj (Google Earth.2012).



Figure 14: Configuration du port de Sidi Fredj (Google.2012).

2.2. Baie de Bou Ismaïl

La baie de Bou-Ismaïl est située à l'ouest d'Alger entre $2^{\circ} 20' E$ et $2^{\circ} 55' E$, d'une superficie de 342 km^2 est délimitée à l'Ouest par le massif du Chenoua et à l'Est par le massif de La Bouzareah. L'ouverture de la baie s'oriente selon un axe nord-ouest d'environ 40 km.

La baie de Bou Ismaïl peut être divisée en quatre zones géographiques (*figure15*).

- La baie d'El Djamilia limitée à l'Est par Ras Acrata et à l'Ouest par la presqu'île de Sidi Fredj. Elle est caractérisée par une côte basse sableuse et de nombreuses formations dunaires.
- Le secteur Sidi Fredj – Oued Mazafran, constitué sur environ 12 km de plage de sables fins.
- Une côte rocheuse, faisant suite au secteur ci-dessus, longue de 30 km dont la limite à l'Ouest est Tipaza.
- La baie du Chenoua ou se jette l'oued Nador débute à partir de Tipaza ; elle est bordée dans sa partie Ouest par le massif du Chenoua. Tout le fond de cette baie est occupé par une plage de sables fins.

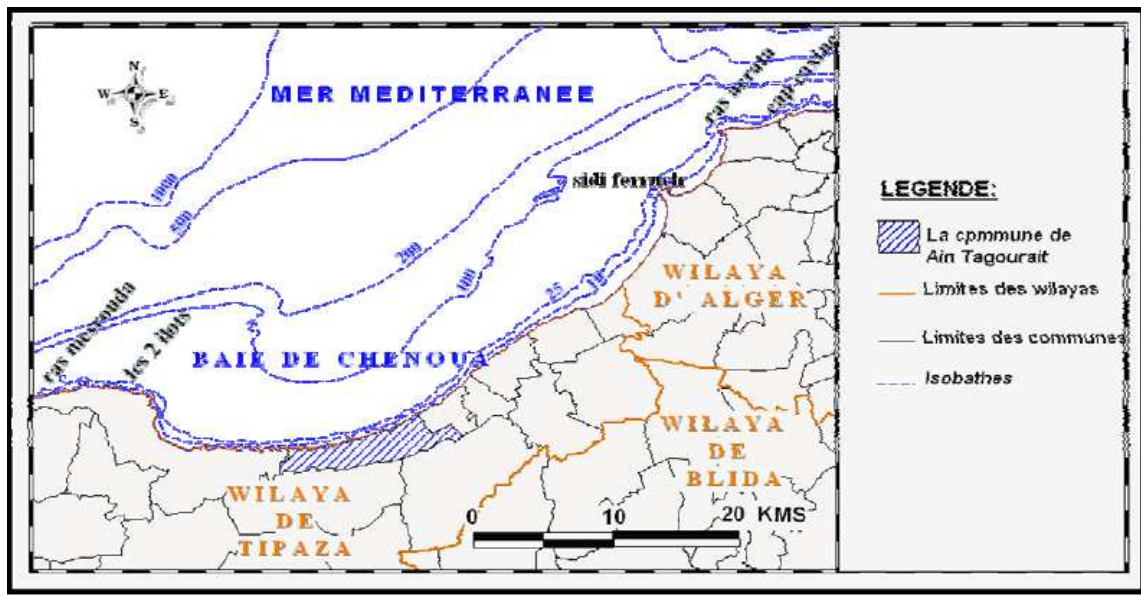


Figure 15: Situation géographique de la baie de Bou-Ismaïl (Bouchena et al ; 2006).

L'urbanisation ou la littoralisation s'accompagnera inévitablement d'un flux supplémentaire de populations sur les zones sensibles avec les effets négatifs.

En plus de ces activités, les oueds entraînent vers la mer, les eaux usées de Blida et de la base centrale logistique de Béni mered aux niveau de l'oued Macta Makhoulouf qui n'est que la continuité de l'oued Béni Azza ou se déversent les eaux usées de la tanneries du moulin, d'une unité d'électroglace, mobilier métallique, d'une unité de transformation de plastique, d'industrie agro-alimentaire ainsi que les eaux des ateliers de traitement de surface de la base logistique de Béni mered.

A tout ça s'ajoute la pollution issue des ouvrages portuaires existants dans la baie : Port de Pêche de Bou Haroun, Port de Pêche de Khemisti, Port de plaisance et abris de pêche de Tipaza, Abris de pêche d'El-Djemila, Port de plaisance de Sidi Fredj, Port de plaisance de Palm Beach (*Figure 16*).

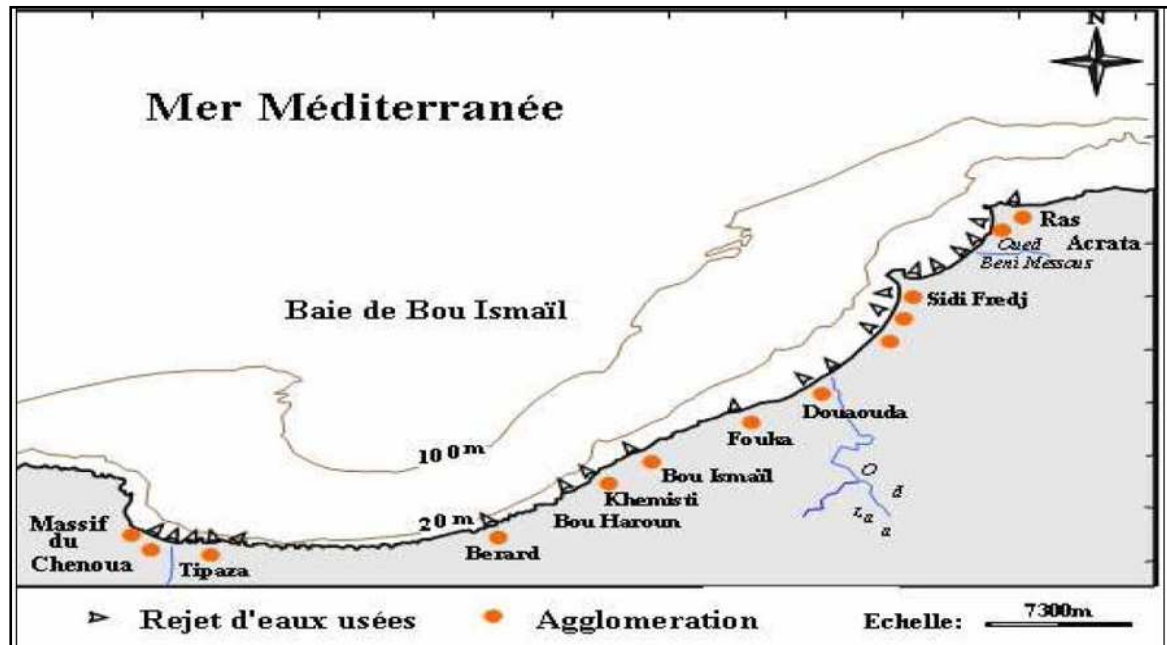


Figure 16 : Les principaux rejets dans la baie de Bou-Ismaïl (Grimes ; 2004 Modifié).

2.2.1. Hydrologie de la baie de Bou-Ismaïl

La baie de Bou-Ismaïl est le réceptacle d'oueds à régime irréguliers :

L'oued Mazafran est considéré comme étant le plus important des oueds qui débouchent dans la baie. Formé de réunion des oueds Chiffa, Djer et Bouroumi. Le régime hydrographique de cet oued est marqué par un long étiage de juin à début décembre avec des débits représentant 17.38% du débit liquide annuel. Entre décembre et avril, ces débits sont de 82.61%, débouchant au niveau d'une plage sablonneuse entre Douaouda et Zeralda. (A.N.R.H, 2003).

L'oued Nador présente un bassin versant d'une superficie de 300 Km², il regroupe les oueds Bou Yersen, Bouharoun, et oued Merad. Son débit est de 0.89 m³ (A.N.R.H, 2003).

L'oued de Béni-Messous est situé entre El Djamila et club des Pins, traversant la commune de Béni Messous et Chéraga au Nord et débouche au niveau d'une plage appelée « les dunes » qui font partie de la baie d'El Djamila. Son débit est faible par rapport aux débits des oueds

précédemment cité et estimé à 0.245 m/s débouchant entre Djbel Chenoua et Tipaza. (A.N.R.H, 2003).

2.2.2. Port de Bou-Haroun

2.2.2.1. Localisation géographique du port de Bou-Haroun

Le port de Bou-Haroun se situe à 40Km à l'Ouest d'Alger au centre de la baie de Bou-Ismaïl. Il est considéré comme le deuxième plus important port de pêche en Algérie après le port de Béni-Saf, orienté Nord-Est, Sud-ouest, ne possédant aucun abri naturel, il représente une source de vie pour les habitats de la région (**Guide des ports de pêche Algériens ; 2006**). Ses coordonnées géographiques sont les suivantes :

- Longitude Est : 02° 39' 35 »
- Longitude de Nord : 36° 37' 55 »

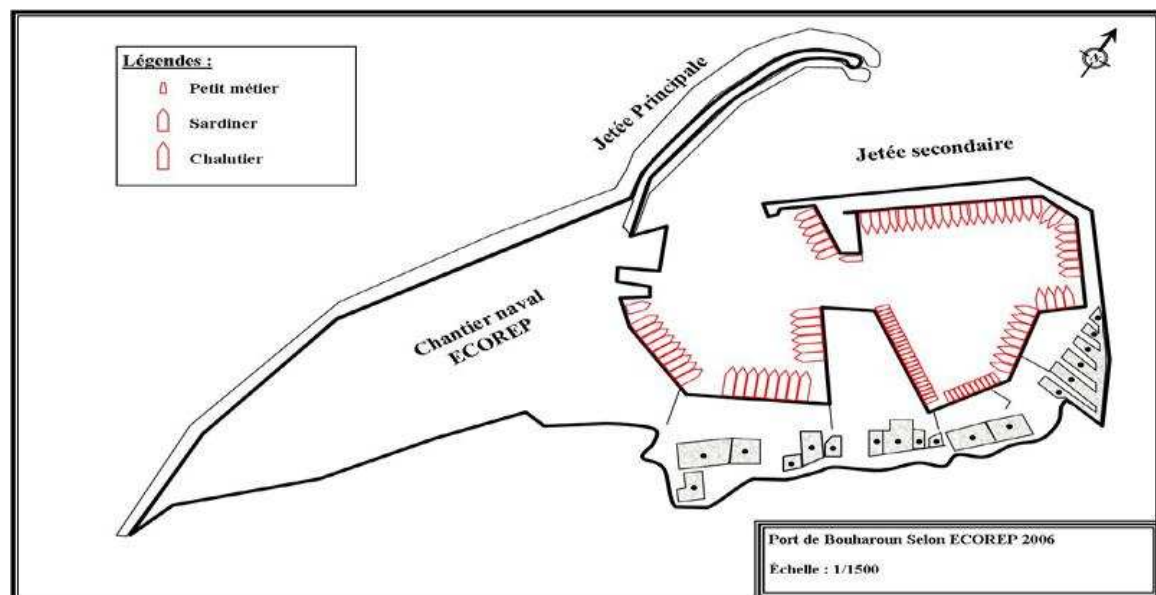


Figure 17: Caractéristiques techniques du port Bouharoun (EGPP, 2006).

2.3. Prélèvement de l'eau de mer

2.3.1. Prélèvement

C'est l'opération qui consiste à prendre un certain volume représentatif du milieu à étudier ; le prélèvement est remonté à bord du bateau à l'aide d'une bouteille de prélèvement. (Aminot et Kérouel, 2004).

2.3.2. Stratégie de prélèvement

La stratégie de prélèvement dans l'espace et dans le temps doit-elle tenir compte de nombreux facteurs. (Aminot et Kérouel, 2004).

-**La fréquence** dépend des courants, des marées, des crues et des poussées de plancton, etc.

-**Le maillage horizontal** est en fonction du site, de l'emplacement d'émissaires d'eaux usées, des embouchures de rivières, de la topographie du fond,

-**Les immersions** sont en fonction de mélange des masses d'eaux et des gradients verticaux

2.3.3. Echantillonnage

Il consiste à soutirer des fractions du prélèvement, les échantillons, destinés chacun à une ou plusieurs analyse(s). (Aminot et Kérouel, 2004). L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau (gaz dissous, matières en suspension, etc.).(Rodier et al, 2005). Le prélèvement et l'échantillonnage représentent des étapes primordiales dans l'acquisition des résultats. (Aminot et Kérouel, 2004).

2.3.4. Conservation

Une source de froid est Indispensable pour la conservation de certains échantillons, elle sera un congélateur électrique, une glacière portative avec des réserves de froid suffisantes doit être prévus.(Aminot et Kérouel, 2004). La congélation permet de conserver pour l'essentiel les propriétés chimiques des échantillons, d'éviter une contamination avec le milieu ambiant et les pertes d'éléments volatils tel que le mercure. (Charlou et Joanny, 1983).

2.4. Analyse des indicateurs de pollutions dans l'eau de mer

Dans cette partie on se base sur les indicateurs microbiologiques.

2.4. 1. Analyse microbiologique

La méthode de filtration sur membrane pour estimer la charge bactérienne dans la zone d'étude, c'est la méthode de concentration la plus utilisée au laboratoire, pour sa facilité et sa reproductibilité. Elle consiste en une filtration de l'eau sur des membranes de porosité 0,45µm susceptibles de retenir les bactéries avec un quadrillage en surface facilitant les dénombrements.

- **Matériel :**

- Dispositif de filtration de marque « **Sartorius stedim** » (*figure18*).
- Bec-Bunsen pour garder tout au long de la manipulation la zone de travail stérile ;
- Boîtes de Pétri avec les milieux de culture spécifiques pour chaque germe ;
- Membranes d'ester de cellulose, filtrantes, quadrillées et stériles (en emballage individuel) de porosité de $0.45\mu\text{m}$ et de 47 mm de diamètre susceptibles de retenir les bactéries ;
- Deux Incubateurs (Etuves) ;
- Pompe à vide ;
- Pinces stérilisées et Pipettes.



Figure 18 : Dispositif de l'appareil de filtration sur membrane.

- **Mode opératoire**

- Stériliser le dispositif de filtration ;
- Mettre en place le dispositif ;
- Mettre le filtre sur la grille ;
- Filtrer un volume d'échantillon (100ml) ;
- Déposer le filtre sur le milieu de culture adapté pour chaque bactérie recherchée;
- Incuber les boîtes à la température adéquate.

2.4.1. Dénombrement des coliformes totaux et Coliformes thermotolérants «Fécaux»

Cette méthode conduit à un dénombrement présomptif des coliformes totaux et des coliformes fécaux. Le nombre de colonies trouvées est exprimé en Unité Formant Colonie dans 100 ml d'eau filtrée (UFC/100ml). La flore bactérienne associée est généralement beaucoup moins abondante dans la boîte incubée à 44°C (*figure 19*).

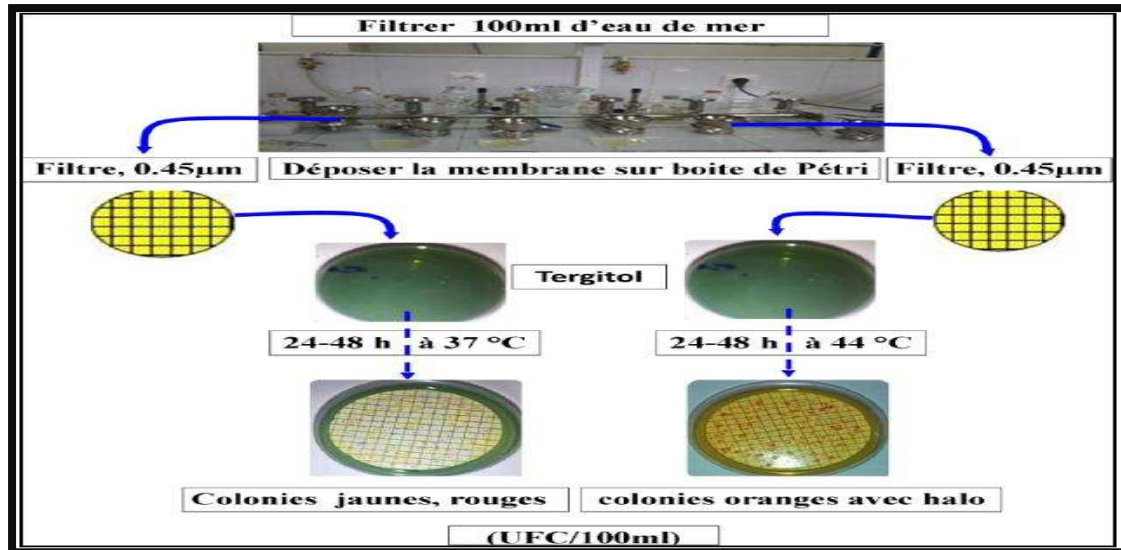


Figure 19 : Technique de dénombrement des coliformes.

2.3.1. 1. Intérêt hygiénique de la recherche des coliformes dans l'eau

Les coliformes sont intéressants car un très grand nombre d'entre eux vivent en abondance dans les matières fécales des animaux à sang chaud et de ce fait, constituent des indicateurs fécaux de la première importance. Par ailleurs, leur résistance aux agents antiseptiques, et notamment au chlore et à ces dérivés, est voisine de la résistance des bactéries pathogènes vis-à-vis desquelles ce type de traitement est instauré ; ils constituent donc des indicateurs d'efficacité de traitement. (Rodier *et al*, 2005).

2.3.2. Dénombrement des Streptocoques fécaux

Deux tests sont effectués. Le premier est présomptif et réalisé sur le milieu de Slanetz et Bartley. Le second est confirmatif et réalisé sur gélose BEA (*figure20*).

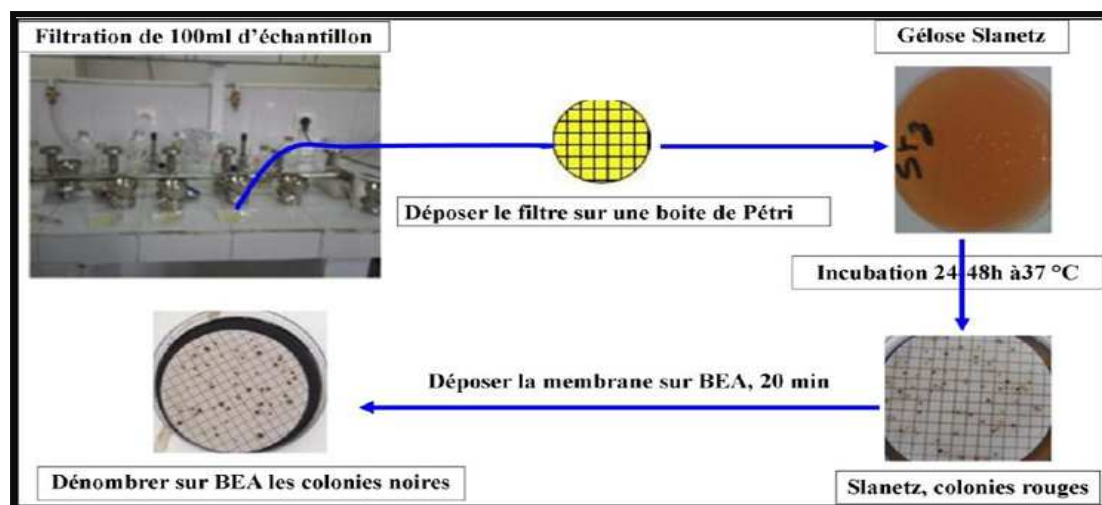


Figure 20 : Technique de recherche et de dénombrement des Streptocoques fécaux.

2.3.3. Recherche des Salmonelles

Pour la recherche des salmonelles un enrichissement successif sur milieu SFB additionné de disques SFB a été effectué. L'isolement est réalisé sur gélose hektoene. Les colonies suspectes (couleur rose ou rose à centre noir bien noire) ont fait l'objet d'une identification (coloration de Gram, test de la catalase, test de l'oxydase et tests biochimiques à l'aide de la galerie API 20 E), (Figure 21 et 22).

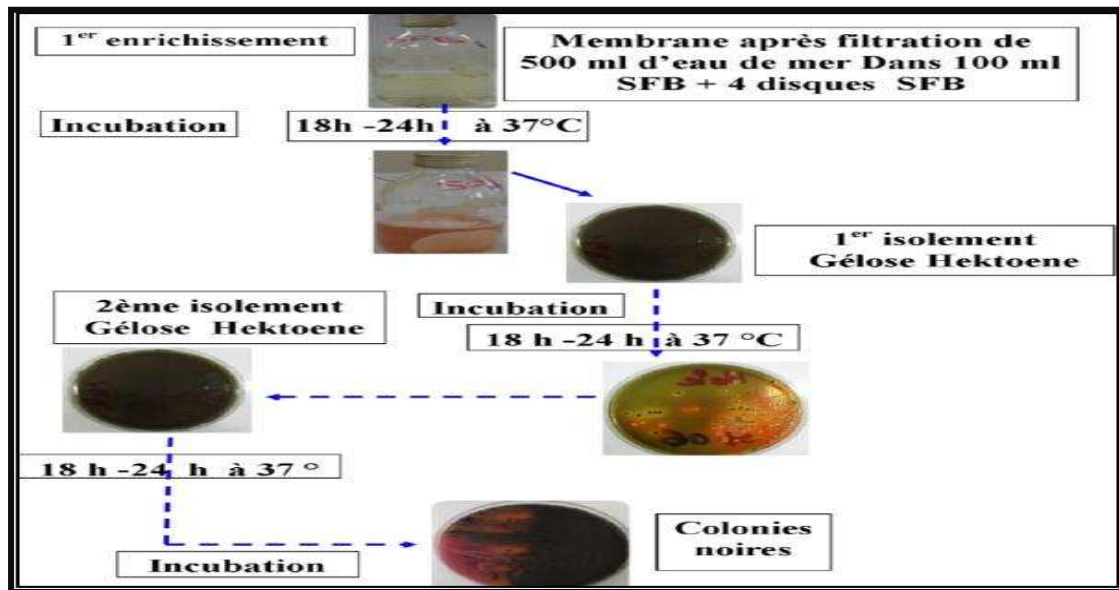


Figure 21 : Technique de recherche des salmonelles.

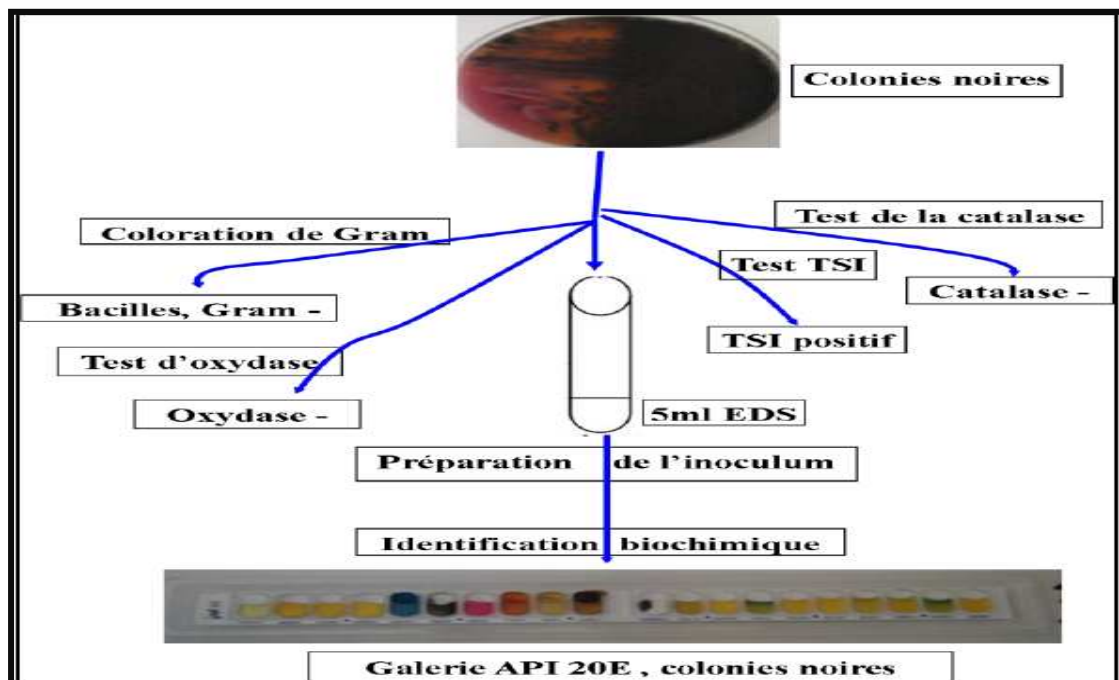


Figure 22 : Technique d'identification des salmonelles.

2.3.4. Recherche des vibrions

L'enrichissement des vibrions est effectué sur milieu Eau Peptonée Alcaline (EPA) 10 fois concentrée et l'isolement est réalisé sur gélose TCBS (Thiosulfate-Citrate-Bile-Saccharose). Les colonies présumées vibrions ont été identifiées (coloration de Gram, test de la catalase, test de l'oxydase et tests biochimiques à l'aide de la galerie API 20 E), (Figure 23 et 24).

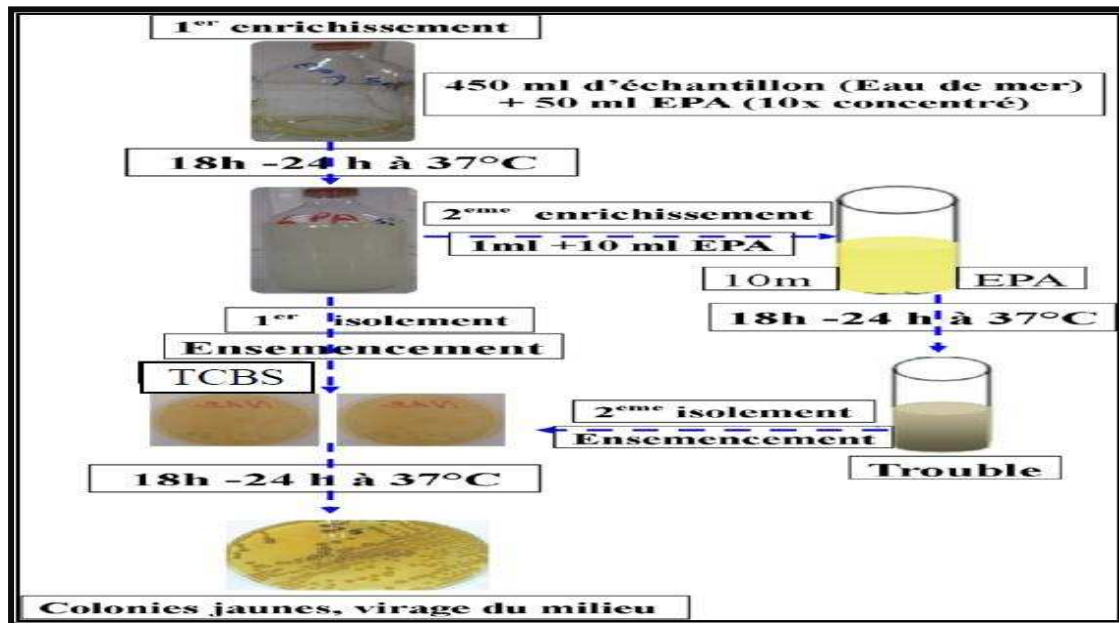


Figure 23 : Technique de recherche des vibrions.

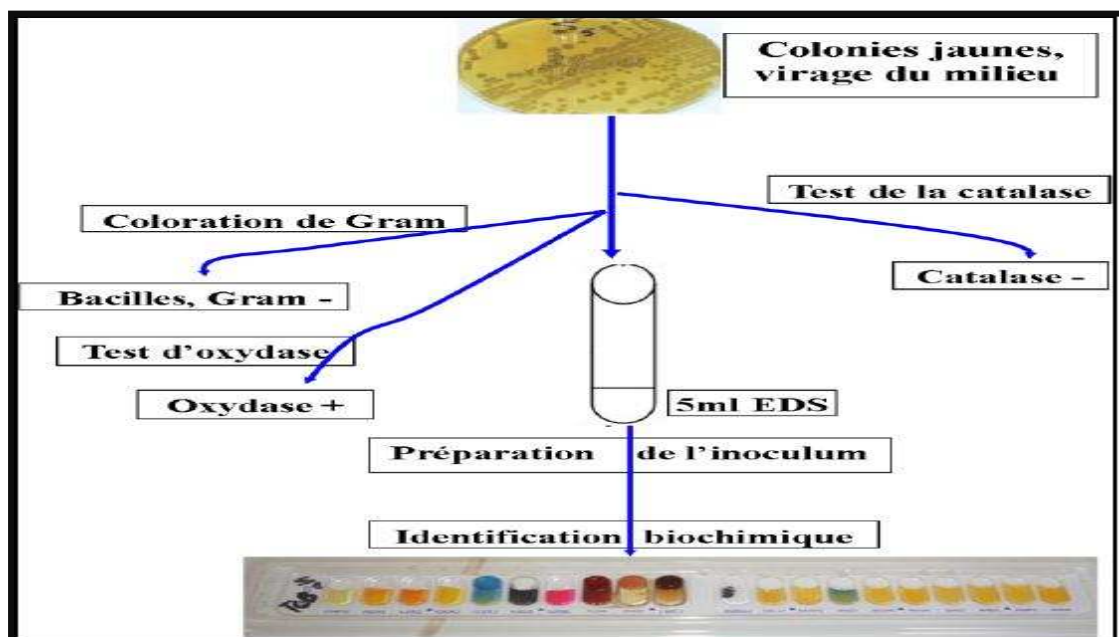


Figure 24 : Technique d'identification des vibrions.

2.3.5. Dénombrement des Staphylocoques

Parmi les staphylocoques, c'est le *S.aureus* qui est dénombré sur milieu Chapman. Les colonies jaunes dorées suspectes sont dénombrées et ont fait l'objet d'une identification (coloration de gram, test de la catalase et la galerie Api 20 Staph) (*figure 25*).

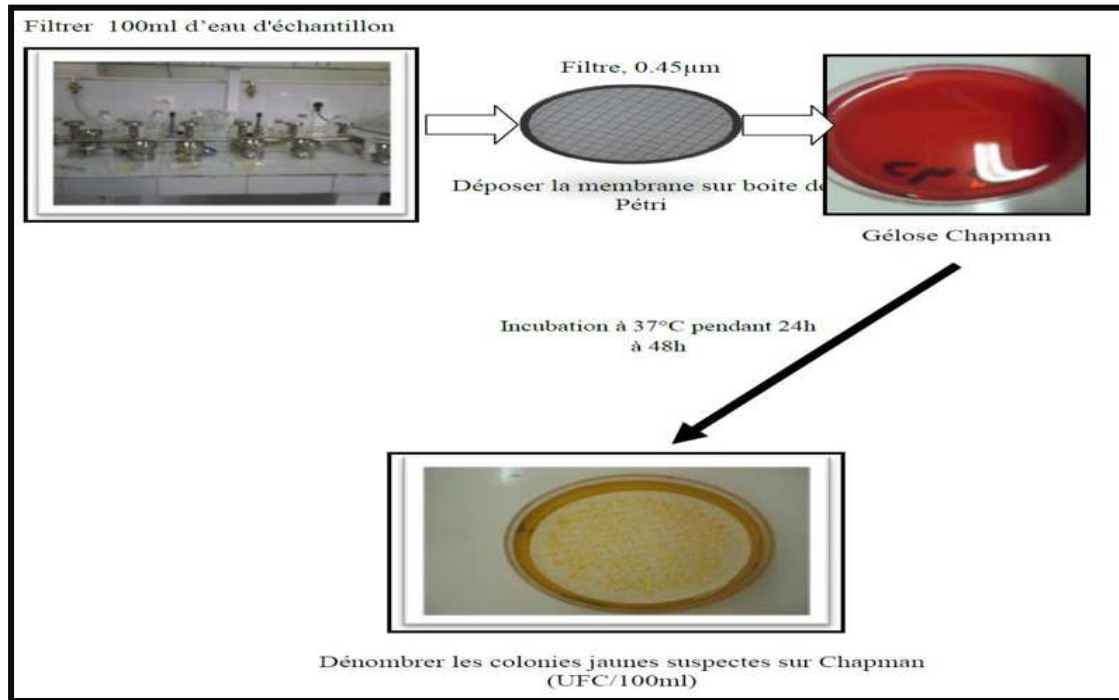


Figure 25: Technique de dénombrement des staphylocoques.

Partie 03 : Résultats et interprétation

Cette étude est basée sur des données récoltées dans le cadre d'une thèse de magister (**Bachouche, S.2010**) et de mémoires d'ingénieurs dont les travaux de (**Sadaoui, M. Chabi, A.2011**) dans la baie d'Alger (port d'Alger et du littoral Ouest de Sidi Fredj respectivement) ainsi que les travaux de (**Samari,N.2008**) dans la baie de Bou Ismail (port de Bou Haroun).

3.1. Evaluation des Paramètres indicateurs de la pollution

Dans cette étude on va évaluer les résultats obtenu dans les différentes zones.

3.1.1. Résultats de recherche et de dénombrement des germes indicateurs de la pollution dans les eaux de surface au niveau du port d'Alger, du littoral Ouest de Sédi Fredj et du port de Bou Haroun

3.1.1.1. Les coliformes totaux (CT)

Ce tableau résume les valeurs moyennes et extrêmes de coliformes totaux.

Tableau 01: Valeurs minimum, maximum et moyenne des coliformes totaux.

Valeurs	Port d'Alger (CT/100ml) (2010)	L.O. Sidi Fredj (CT/100ml)(2011)	Port Bou Haroun (CT/100ml)(2010)	Port Bou Haroun (CT/100ml)(2008)
Minimum	697	970	45	2160
Maximum	2043	2384	3874	4700
Moyenne	1362	1563	1966	3440

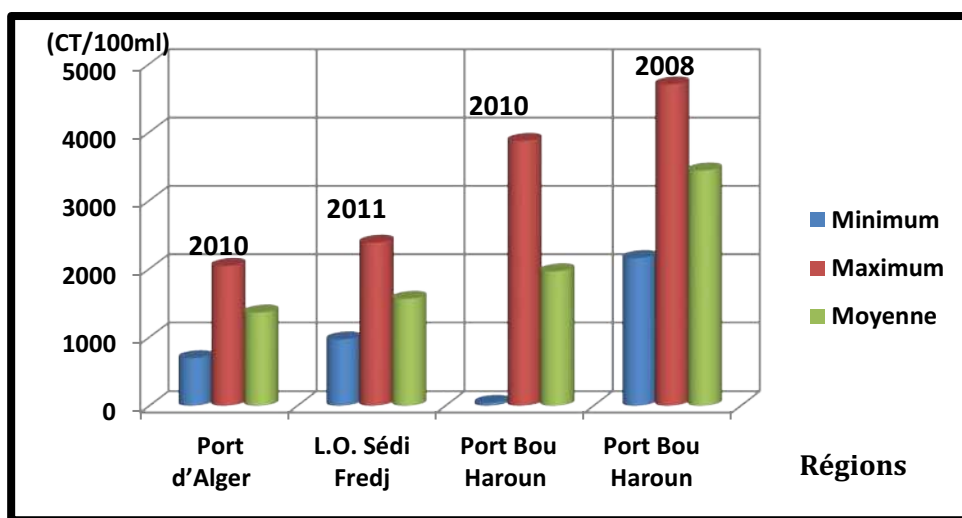


Figure 26: Variations des concentrations moyennes et extrêmes des coliformes totaux(CT) dans le port d'Alger, littoral Ouest de Sidi Fredj et le port de Bou Haroun.

Les concentrations moyennes en coliformes totaux (CT) sont comprises entre les valeurs guides et les valeurs impératives (500 et 10000 CT/100 ml), où la valeur minimale est enregistrée dans le port de Bou Haroun 2010 avec 45CT/100 ml alors que la valeur maximale est obtenue au niveau du même port en 2008 avec 4700CT/100 ml.

D'après la figure 27, le taux des *coliformes totaux* est plus élevé dans le port de Bou Haroun suivi par le littoral ouest de Sédi Fredj et le port d'Alger. Ces résultats montrent que les concentrations ne dépassent pas le nombre impératif fixé par l'OMS en 1995 (10000 CT/100 ml).

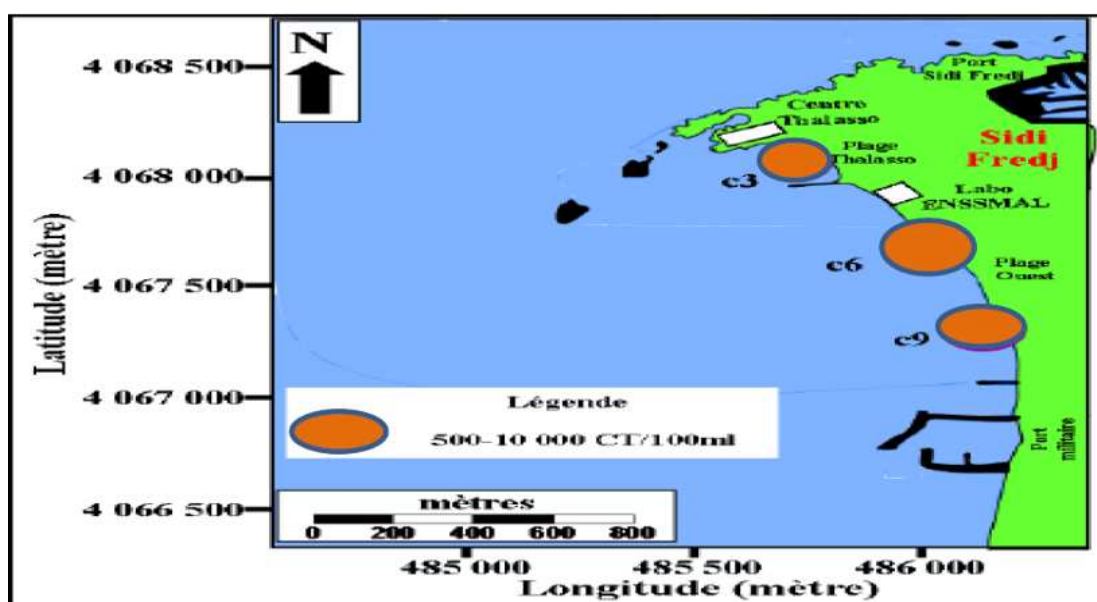


Figure 27 : Carte de distribution des coliformes totaux au niveau de littoral Ouest de Sidi Fredj.

D'après cette carte c'est la station c6 qui présente la plus grande valeur des coliformes totaux et fécaux, nous pensons que ceux sont des taux résiduels dus aux eaux usées rejetées par les égouts.

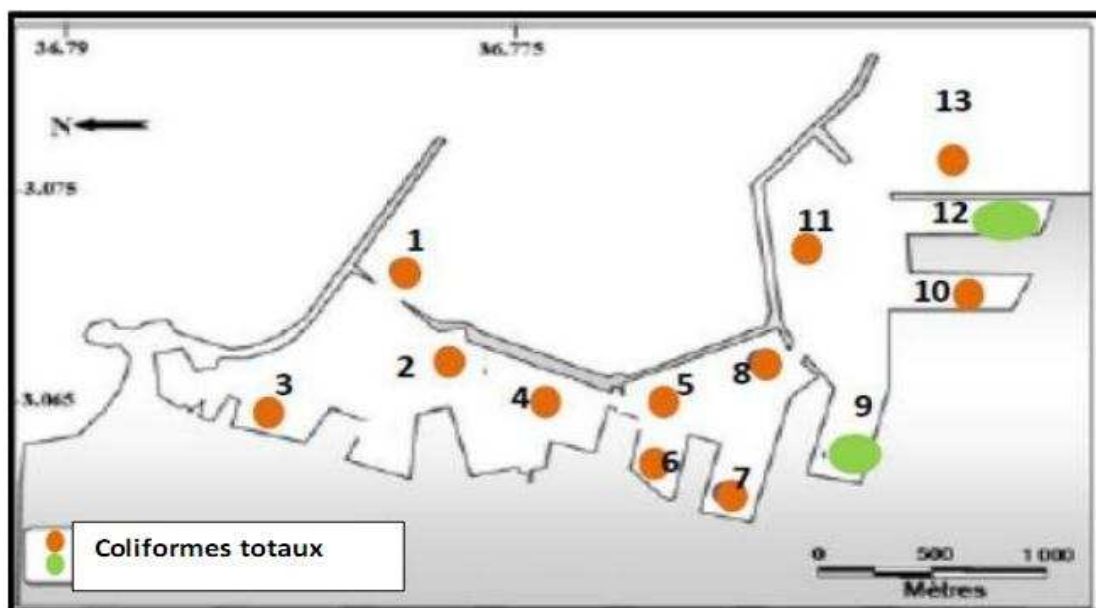


Figure 28 : Carte de distribution des coliformes totaux au niveau du port d'Alger.

La charge en coliformes totaux dans le port d'Alger est plus élevée au niveau du bassin Mustapha (C9 et C12), ce qui reflète la richesse de l'environnement marin en micro-organismes.

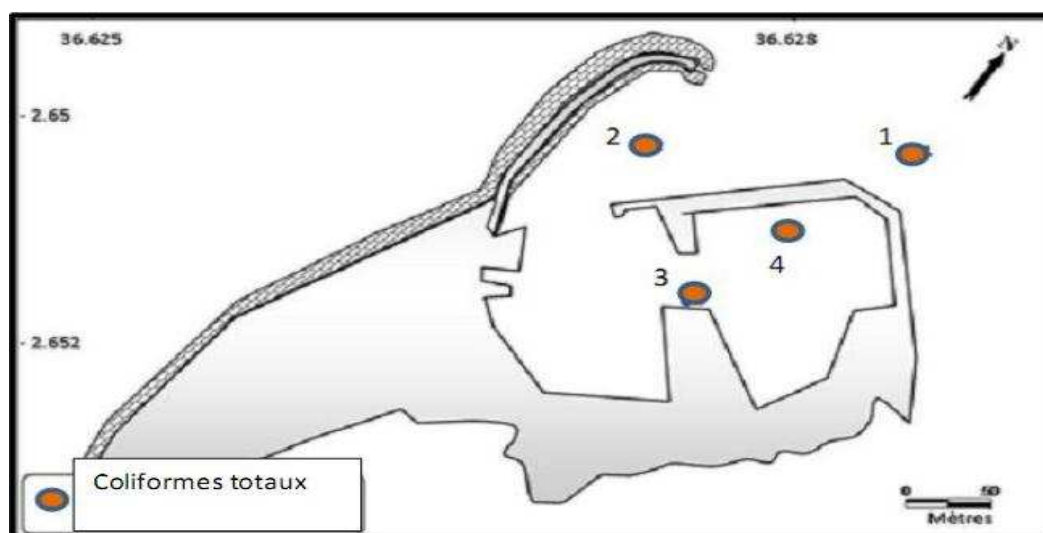


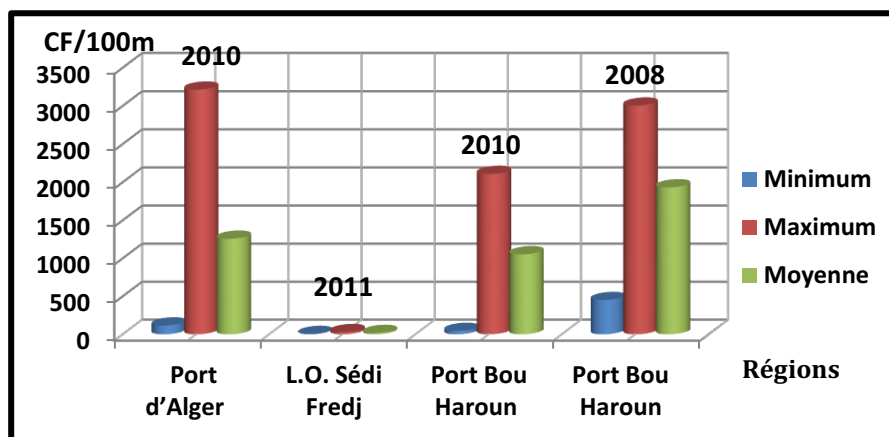
Figure 29: Carte de distribution des coliformes totaux au niveau du port de Bou Haroun.

3.1.1.2. Les coliformes fécaux (CF)

Les résultats obtenus pour les coliformes fécaux sont illustrés dans le tableau suivant :

Tableau 02 : Valeurs moyennes et extrêmes de coliformes fécaux.

Valeurs	Port d'Alger (CF/100ml) (2010)	L.O. Sédi Fredj (CF/100ml)(2011)	Port Bou Haroun (CF/100ml)(2010)	Port Bou Haroun (CF/100ml)(2008)
Minimum	116	4	44	450
Maximum	3212	29	2108	3003
Moyenne	1257	17	1052	1932

**Figure 30:** Variations des concentrations moyennes et extrêmes de coliformes fécaux(CF) dans le port d'Alger, le littoral Ouest de Sidi Fredj ainsi que dans le port de Bou Haroun.

Les concentrations moyennes en coliformes fécaux (CF) sont comprises entre les valeurs guides et les valeurs impératives (100 et 2000 CT/100 ml), à l'exception de la région du littoral ouest de Sidi Fredj avec 17CT/100 ml. Tandis que les valeurs minimales sont enregistrées dans le littoral ouest de Sidi Fredj avec 4CT/100 ml ainsi que dans le port de Bou Haroun en 2010 avec 44CT/100 ml ; ces valeurs sont inférieure à la valeur guide (100CT/100 ml). Alors que les valeurs maximales sont enregistrées dans le port d'Alger avec 3212CF/100 ml et le port de Bou Haroun 3003CF/100 ml. Donc d'après cette figure le taux de coliformes fécaux est plus élevé dans le port d'Alger que dans le port de Bou Haroun et le littoral ouest de Sidi Fredj. Se basant sur ces données et on se référant aux normes de l'OMS (1995) et de MSSF (2006), on conclue que la concentration en coliformes fécaux au niveau de ces régions dépasse la norme impérative fixée à (2000 CF/100 ml).

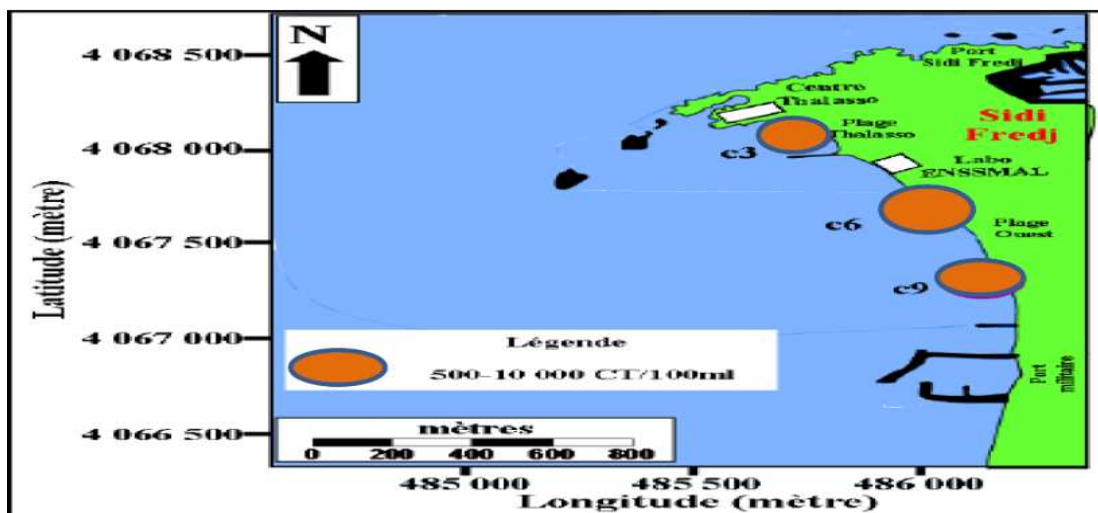


Figure 31: Carte de distribution des coliformes fécaux au niveau de littoral Ouest de Sidi Fredj.

3.1.1.3. Les streptocoques fécaux(SF)

Le tableau ci-dessous présente les valeurs minimales, maximales et moyennes des streptocoques fécaux

Tableau 03 : valeurs minimum, maximum et moyenne des streptocoques fécaux.

Valeurs	Port d'Alger (SF/100ml) (2010)	L.O. Sidi Fredj (SF/100ml)(2011)	Port Bou Haroun (SF/100ml)(2010)	Port Bou Haroun (SF/100ml)(2008)
Minimum	116	98	123	6
Maximum	716	125	2571	103
Moyenne	258	109	1306	43

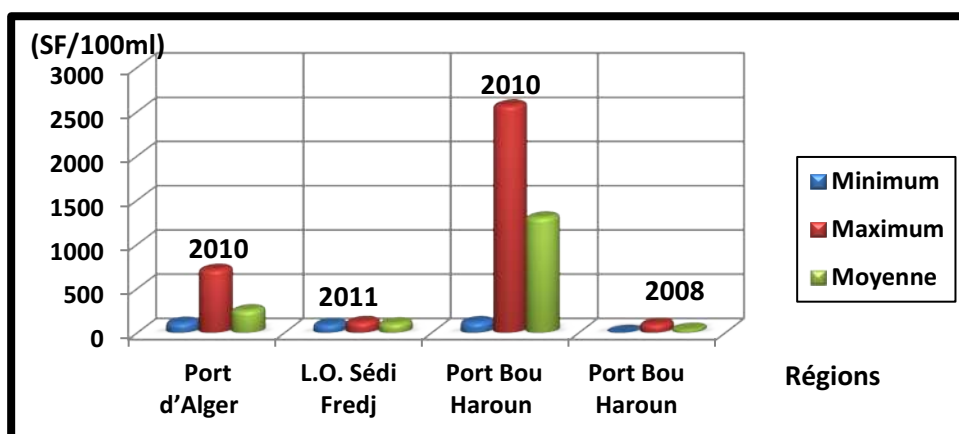


Figure 32 : Variations des concentrations minimum, maximum et moyenne des streptocoques fécaux(SF) dans le port d'Alger, littoral Ouest de Sédi Fredj et dans le port de Bou Haroun.

Les streptocoques sont d'excellents indicateurs de pollution fécale, et se sont les germes qui survivent le plus dans l'eau de mer, et cela grâce à leurs caractéristiques physiologiques qui leur confèrent une meilleure adaptation par rapport aux autres germes indicateurs (PNUE/OMS, 1977). A la vue des résultats, on remarque que la concentration moyenne la plus élevée en streptocoques fécaux est obtenue au niveau du port de Bou Haroun (2010) avec 1306 SF/100 ml suivi par le port d'Alger 258SF/100 ml puis le littoral ouest de Sédi Fredj 109SF/100 ml, où la valeur maximale est observée dans le port de Bou Haroun(2010) 2571SF/100 ml.

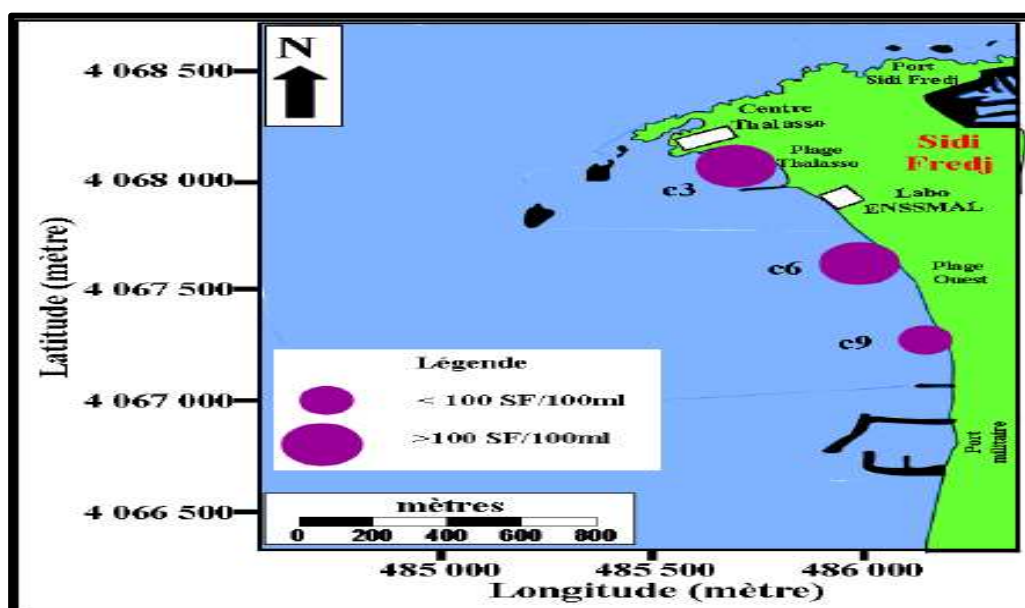


Figure33 : Carte de distribution des streptocoques fécaux au niveau de littoral Ouest de Sidi Fredj.

3.1.2.4. Les staphylocoques

Les résultats obtenus pour les staphylocoques sont enregistrés dans le tableau suivant

Tableau 04 : valeurs minimum, maximum et moyenne des staphylocoques.

valeurs	Port d'Alger (Stph/100ml) (2010)	Port Bou Haroun (Stph/100ml)(2010)
Minimum	12	72
Maximum	694	3236
Moyenne	274	1655

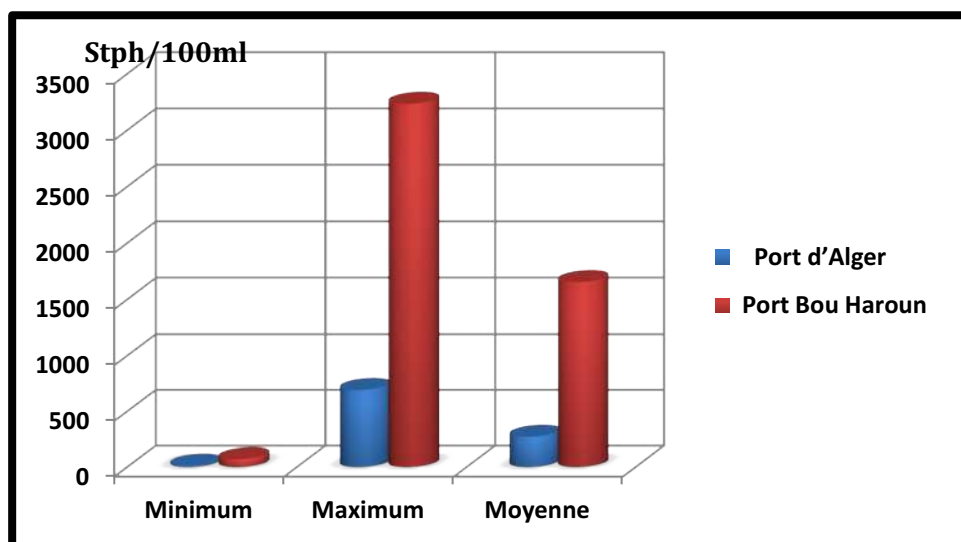


Figure 34 : Variations des concentrations minimum, maximum et moyenne des staphylocoques dans le port d'Alger et le port de Bou Haroun.

La concentration moyenne la plus élevée est observée dans le port de Bou Haroun 1655 Stph/100 ml avec une valeur maximale de 3236 Stph/100 ml, alors que la valeur minimale est observée au niveau du port d'Alger 12 Stph/100 ml.

3.1.2.5. Les entérobactéries

Les résultats d'identification des germes pathogènes (Salmonelles et Vibrionacées) sont enregistrés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 05 : l'identification des germes pathogènes.

Port d'Alger (2010)		
Les entérobactéries	Les salmonelles	les Vibrionacées
La coloration des Gram	bacille Gram (-)	bacilles incurvés Gram –
Le test d'oxydase	Oxydase (-)	Oxydase (+)
Le test TSI	TSI(-)	/
L.O. Sédi Fredj(2011)		
Les entérobactéries	Les salmonelles	les Vibrionacées
La coloration des Gram	bacille Gram (-)	bacille Gram (-)
Le test d'oxydase	Oxydase (-)	Oxydase (+)
Le test TSI	TSI(+)	/
Port Bou Haroun (2010)		
Les entérobactéries	Les salmonelles	les Vibrionacées
La coloration des Gram	bacille Gram (-)	bacilles incurvés Gram –
Le test d'oxydase	Oxydase (-)	Oxydase (+)
Le test TSI	TSI(-)	/

Ces espèces pathogènes responsables de plusieurs infections non cholériques telles que les gastroentérites et les septicémies. (**Centre national français de référence des vibrions et du choléra, 2003**).

Conclusion

Cette étude a pour objectif l'évaluation d'une éventuelle pollution bactérienne introduite au niveau des ports Algérois.

Les eaux de surface des ports sont connues comme milieu réceptacles la pollution microbienne stimulée par le confinement des eaux, ainsi que la pression des activités humaine et industrielle.

Une partie des microorganismes des eaux usées, à leur arrivée en mer est diluée dans la colonne d'eau alors qu'une autre partie, fixée aux particules, se dépose dans les sédiments.

Les résultats obtenus ont montré que les ports Algérois sont exposés à des rejets d'eaux usées non traités, au vidange des bateaux et déballastage qui ont conduit à une pollution marine flagrante.

Une appréciation de la qualité bactériologique des eaux des ports Algérois, montre que ces eaux possèdent une charge bactériologique très importante concernant :

les coliformes totaux, fécaux et les streptocoques qui sont des espèces que l'on rencontre exclusivement dans les matières fécales (**Rejsek, 2002**).

Les staphylocoques présumés pathogènes qui sont des indicateurs de contamination récente du milieu car leurs présence dans le milieu marin est attribuée aux manœuvres effectuée occasionnellement « la pêche et l'aquaculture » (**Karib et al ., 1993**).

Des germes pathogènes comme les Salmonelles sont détecté dans ces ports.

D'après cette étude on conclue que le littoral de Sidi Fredj est moins pollué que les autres ports.

Donc l'état des ports Algérois nécessite en matière de pollution une prise en charge qui doit être rapidement mise en œuvre pour assurer le développement durable de la façade maritime de notre pays et cela en mettant en place plusieurs stations d'épurations dans le port et en contrôlant le déballastage et vidange des bateaux.

Il faut souligner qu'une bonne gestion et un contrôle soutenu de tous les facteurs et les phénomènes agissant sur l'environnement de ces sites, permettrait d'avoir une action préventive efficace en termes de protection de l'environnement et du littoral.

L'étude microbiologique est primordiale pour l'évaluation du degré de pollution de la qualité de la colonne d'eau. Dans ce présent travail on a étudié les résultats microbiologiques « les coliformes totaux et fécaux, les streptocoques fécaux », obtenus dans le port d'Alger, le port de Bou Haroun et du littoral ouest de Sédi Fredj. Leur présence rend indique une éventuelle présence d'agents pathogènes d'origine fécale, comme les salmonelles.

Toutefois, la résistance de ces indicateurs au phénomène d'autoépuration diffèrent dans l'environnement naturelles (**Bebin, 1988**).

La qualité des eaux par le biais des bactéries indicatrices offrent bien des informations sur les origines de la pollution, en particulier les espèces dangereuses pour la santé humaine et la qualité de l'eau.

Néanmoins, des sources naturelles peuvent être la source de bactéries (oiseaux, animaux sauvage, et la faune marine.) (**Brownell et al., 2007**).

La charge élevée des indicateurs de contamination fécale, des indicateurs de proximité dans les eaux et sédiments, indique que le rejet des effluents urbaines dans le réseau d'assainissement communal contribue significativement à la contamination générale de l'environnement de ces ports, A cela s'ajoute, la présence de germes potentiellement pathogènes « Salmonelles et Vibrions ».

L'ensemble des données confirme l'existence d'un danger pour la santé de la population qui fréquente les clubs de plongée sous-marine au niveau de ses ports.

Beaucoup de maladies d'origine hydrique se propagent dans les eaux polluées ou la baignade devrait être interdite ou encore par la consommation des mollusques contaminés pêchés dans ces zones.

Référence bibliographique

A.N.R.H., 2003 : Agence National des Ressources Hydrauliques.

Ahn J. H., Grant, S. B., Surbeck, C. Q., DiGiacomo, P. M., Nezlin, N. P., & Jiang, S. (2005). Coastal water quality impact of stormwater runoff from an urban watershed in southern California. *Environmental Science and Technology*, 39(16), 5940–5953. DOI:10.1021/es0501464.

Alzieu C., Abarnou .A., Bassoullet .A., Boutuer .B., 1999. Dragage et environnement marin : Etats des connaissances. Plousane : *Edition Ifremer* .223p.

Aminot A et Chaussepied M., 1983. Manuel des analyses chimiques en milieu marin. Centre national pour l'exploitation des océans, Brest, 395p.

Aminot A., et Kérouel R., 2004. Hydrologie des écosystèmes marins : paramètres et analyses. *Edition : Ifremer, France*, 336 P.

Bachouche S., 2010. Les ports d'Alger et de Bouharoun : Etude des paramètres, granulométriques, biologiques et de pollution dans les sédiments et l'eau en vue d'une opération de dragage. *Thèse Magister ENSSMAL*.182p.

Bébin J., 1988. La depuración biológica del agua, *Mundo Científico* 8, 276–281.

Berne F. et Cordonnier J., (1991) – Traitement des eaux : Epuration des eaux résiduaires de raffinage. Conditionnement des eaux de réfrigération (Technip, Eds), 306p.

Bonadonna L., Briancesco R., Coccia A. M., Semproni M., & Stewardson, D. (2002a). Occurrence of potential bacterial pathogens in coastal areas of the Adriatic Sea. *Environmental Monitoring and Assessment*, 77(1), 31–49. DOI:10.1023/A:1015734015382.

Bourgeois C. M., 1990. Microbiologie alimentaire : Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité alimentaire. (Tome I). Ed. Technique & documentation, Lavoisier, Paris. 422 p.

Brownell M.J., Harwood V.J., Kurz R.C., McQuaig S.M., Lukasik J., Scott T.M., 2007. Confirmation of putative stormwater impact on water quality at a Florida beach by microbial source tracking methods and structure of indicator organism populations. *Water Res.* 41, 3747–3757.

Campos C. J. A., Cachola R. A., (2007). Faecal coliforms in bivalve harvesting areas of the Alvor lagoon (Southern Portugal): Influence of seasonal variability and urban development. *Environmental Monitoring and Assessment*, 133(1–3), 31–41. DOI:10.1007/s10661-006-9557-2.

Centre d'Expertise en Analyse Environnementale du Québec., 2005.a. Recherche et dénombrement des coliformes totaux : méthode par filtration sur membrane. MA. 700 – col 1.0, Rév. 2, Ministère du développement durable, de l'environnement et des parcs du Québec, 20 p.

Centre d'Expertise en Analyse Environnementale du Québec., 2005.b.CEAEQ Recherche et dénombrement des coliformes fécaux (thermotolérants) et confirmation à l'espèce *Escherichia coli* : méthode par filtration sur membrane. MA. 700 – Fec. Ec. 1.0, Rév. 2, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, 20 p.

Centre national français de références de vibrions et du choléra., 2003. Centre national français des maladies infectieuses : 7p.

Charlou J.L, Joanny M., 1983. Dosage du Mercure et d'autres Métaux (Pb, Zn, Cu, Cd, Co, Ni, Cr, Mn) dans les Sédiments Marins par Absorption Atomique (285-297) Manuel des Analyses Chimiques en Milieu Marin. (Ed) *Centre National pour l'Exploitation des Océans, Paris*. 395 p.

Colford J.M., Wade T.J., Schiff K.C., Wright C.C., Griffith J.F., Sandhu S.K., Burns, S., Sobsey M., Lovelace G., Weisberg S.B., 2007. Water quality indicators and the risk of illness at beaches with nonpoint sources of fecal contamination. *Epidemiology* 18, 27–35.

EGPP., 2006. L'Entreprise de Gestion des Ports et des abris de Pêches et de Plaisance. Guide des ports de pêche algériens. *Edition spéciale MINAPPECH*. 67p.

Fleisher J.M., Kay D., Salmon R.L., Jones F., Wyer M.D., Godfree A.F., 1996. Marine waters contaminated with domestic sewage, nonenteric illnesses associated with bather exposure in the United Kingdom. *Am. J. Public Health* 86,

Griffith J. F., Schiff K. C., & Lyon G. S., (2006). Microbiological water quality at non-human impacted reference beaches in southern California during wet weather. Technical report 495. *Southern California Coastal Water Research Project, Westminster, CA*.

GRIMES .S ; 2004. Bilan et diagnostic .Protection des sites sensibles naturels.

Harwood V.J., Brownell M., Wang S., Lepo J., Ellender R.D., Ajidahun A., Hellein K.N., Kennedy E., Ye X., Flood C., (2009), Validation and field testing of library-independent microbial source tracking methods in the Gulf of Mexico, *Water Research*. DOI:10.1016/j.watres.2009.06.029.

Houma F., Bachouche S., Belkessa R., Amrouche L., (2009). Devenir et quantités des sédiments à draguer dans le port d'Alger. 2ème congrès International (Eaux, déchets et environnement) Union des pays de la Méditerranée, El Djadida le 12 et 13 Nov. 2009.

Houma F., 2009. Modélisation et Cartographie de la Pollution Marine et de la Bathymétrie à partir de l'Imagerie Satellitaire. *Thèse Doctorat Univ Paris 12*. 214 p tel-00504378, version 1 - 20 Jul 2010.

Houma F., Boulahdid M., et Khouider A., 2004(a). Développement d'une méthodologie pour caractériser et déterminer la pollution des eaux de mer par les hydrocarbures en utilisant des images satellites. *Rapport du 37^e Congrès de la CIESM Barcelone*, volume 37, p208. *Revue européenne de la géographie Cybergéo*.

Ivanoff A., 1972. Paramètres physico-chimiques des eaux de mer. *Tome I, Edition : Librairie Vuibert*, 208 p.

L.E.M., 1998. Etude de délimitation d'une zone d'extraction de sable en baie d'Alger. 22p.

Lacaze J-C., 1996. L'eutrophisation des eaux marines et continentales : causes, manifestations, moyens et lutte. *Edition : Ellipses*, 191 p.

Leclerc H., Gaillard J.L., Simonet M., 1995. Microbiologie générale: la Bactérie et le monde bactérien. Ed. Doin, 535p.

Leclerc H., Mossel D. A., Edberg S. C., and Struijk C. B., (2001). "Advance in the bacteriology of the coliform group: Their suitability as markers of microbial safety," *Annual Review of Microbiology* 55, 201-234.

Lee D.Y., Lauder H., Cruwys H., Falletta P., Beaudette L.A., 2008. Development and application of an oligonucleotide microarray and real-time quantitative PCR for detection of wastewater bacterial pathogens. *Sci. Total Environ.* 398, 203–211.

Leynaud G., 1979, Modificaciones del Medio Acuático por Influencia de la Polución, in Pesson, P. (ed.), *La Contaminación de las Aguas Continentales*. EdicionesMundi-Prensa, Madrid, pp. 1–26.

OECD WHO., (2003). Assessing microbial safety of drinking water, improving approaches and methods. *London: IWA*. 296 p.

Oliveira A. J. F.C., Ranzani de França P. T., Pinto A. B., 2009. Antimicrobial resistance of heterotrophic marine bacteria isolated from seawater and sands of recreational beaches with different organic pollution levels in southeastern Brazil: evidences of resistance dissemination. *Environ Monit Assess*. 1-10. DOI: [10.1007/s10661-009-1180-6](https://doi.org/10.1007/s10661-009-1180-6).

Oliveira A. J. F. C., Pinhata J. M. W., (2008). Antimicrobial resistance and species composition of *Enterococcus* spp. Isolated from waters and sands of marine recreational beaches in Southeastern Brazil. *Water Research*, 42, 2242–2250.

OMS (Organisation Mondiale de Santé) ., 1995. Recommandation pour la surveillance sanitaire des zones côtières à usage récréatif et des zones conchylicole. *Partie V. Contrôle de qualité*. V67.

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, 168 p.

Pruss A., 1998. Review of epidemiological studies on health effects from exposure to recreational water. *Int. J. Epidemiol*. 27, 1–9.

Ramade F., 2000. Dictionnaire encyclopédique des pollutions. *Edition: cience International, France*, pp 690-428.

Rebzani-Zahaf C ., 2003. Les peuplements macro-benthiques des milieux portuaires de la cote algérienne : Alger, Bejaia et Skikda. *Thèse de doctorat. INS USTHB*, 242p.

Rodier J., 1997. - L’analyse de l’eau [8ème édition] eaux naturelles, eaux résiduelles, eau de mer. Edition: DUNOT (Paris). pp 385- 401.

Rose J. B., Grimes S., (2002). Reevaluation of microbial water quality: Powerful new tools for detection and risk assessment. *American Society of Microbiology*, Washington, DC.

SADAoui M., CHABI A., 2011. Diagnostic et paramètres environnementaux du littoral Ouest de Sidi Fredj. Mémoire d'Ingénieur option Environnement ENSSMAL.

SAMARI N., 2008. Qualité physico-chimique, sels nutritifs et Bactériologique dans la baie de Bou-Ismaïl et le port de Bou-Haroun. Mémoire d'Ingénieur option Environnement ISMAL.

Simpson J.M., Santo Domingo J.W., Reasoner D.J., 2002. Microbial source tracking, State of the science. *Environ. Sci. Technol.* 36, 5279–5288.

Singleton P., Sainsbury D., 1984. Bactériologies. Ed. MASSON, 158 p.

Stoeckel D.M., Harwood V.J., 2007. Performance, design, and analysis in microbial source tracking studies. *Appl. Environ. Microbiol.* 73, 2405–2415.

U.S. Environmental Protection Agency., (2001a). “Developing a strategy for waterborne microbial disease discussion draft,” Washington, DC.

U.S. Environmental Protection Agency., (2001b). “Protocol for developing pathogen TMDLs,” EPA 841-R-00-002, Washington, DC

Wade T.J., Calderon R.L., Brenner K.P., Sams E., Beach M., Haugland R., Wymer L., Dufour A.P., 2008. High sensitivity of children to swimming-associated gastrointestinal illness, results using a rapid assay of recreational water quality. *Epidemiology* 19, 375–383.

Wade T.J., Calderon R.L., Sams E., Beach M., Brenner K.P., Williams A.H., Dufour A.P., 2006. Rapidly measured indicators of recreational water quality are predictive of swimming-associated gastrointestinal illness. *Environ. Health Perspect* 114, 24–28.

Wade T.J., Pai N., Eisenberg J.N., Colford Jr J.M., 2003. Do US Environmental Protection Agency water quality guidelines for recreational waters prevent gastrointestinal illness? A systematic review and meta-analysis. *Environ. Health Perspect* 111, 1102–1109.