

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر و تهينة 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 DIPLÔME  
D'ETUDES UNIVERSITAIRES APPLIQUEES (D.E.U.A.) EN SCIENCES DE LA  
MER

Sujet :

*Contribution à l'étude des paramètres physico-  
chimiques et bactériologiques des eaux du port d'Alger.*

Préparé par :

LAAMA Chahinez

Présenté à la commission de jury suivante:

Melle Ait Ameer N  
Mme Boubechiche Z

Examineur  
Promotrice

-Session 2009-

# دعاء

---

يا رب لا تجعلني أصاب بالغرور إذا نجحت و لا باليأس إذا  
أخفقت بل ذكرني دائما بان الإخفاق هو التجربة التي  
تسبق النجاح

يا رب إذا أعطيتني نجاحا فلا تأخذ تواضعي و إذا  
أعطيتني تومعا فلا تأخذ اعتزازي بكرامتي.

---

*Seigneur dieux le tout puissant, ne me considère pas parmi les  
égares; ni parmi les orgueilleux si je réussis par ta grâce .ne me  
compte pas non plus parmi les insensés en cas d'échec.  
plutôt faites en sorte que je me rappelle que cet échec est une  
épreuve et une expérience qui précède la réussite .  
OH! Mon dieu si je réussis considère- moi toujours faible  
créature modeste, à toi, l'orgueil et la vanité.*

---

# Remerciement

Je remercie tout d'abord Mme BOUBECHICHE de m'avoir guidé et conseillé pendant la réalisation de ce travail et surtout pour son infinie patience.

Je remercie Mme Ait Aneur d'avoir accordé de l'importance et de l'intérêt à mon travail.

Le personnel d'ENESMAL d'avoir tout fait pour rendre mon séjour et mes études les plus agréables.

Le personnel de la bibliothèque pour leur patience et leur gentillesse.

Je remercie l'équipe du bloc pédagogique surtout ceux du laboratoire de chimie et de microbiologies pour avoir aidé à réaliser ce travail.

Melle AMROUCHE pour m'avoir fait profiter de sa très grande expérience et ses connaissances et sa générosité en conseils.

Mes remerciements aux enseignants de l'USTHB de 1<sup>ère</sup> année STU surtout Mme Hamoudi ,Mme Sabri et Mme Bousellah.

Mr BOUHAIK M de m'avoir conseillé et soutenu moralement.

Mr BENRABAH A pour tous ses conseils et son infinie patience.

Tous mes remerciements pour mes camarades à l'ISMAL surtout ceux de la promotion 2008-2009, et mes copines de chambre à la cité universitaire Delly-brahim2.

Hocine , yacine et Abdebassete pour leur aide et leur gentillesse .

Mes tentes surtout Karima et Amina.

Mes cousines et mes cousines.

Enfin, je remercie tous ceux qui m'ont encouragé tout au long de mon cursus universitaire et ceux qui ont contribué à ma formation.

*À Mon père Ahmed et Ma mère Kheira  
Mes sœurs Ahlem et Radaia  
Mon Frère Yousef  
Mes ami(s) /(es)*

# Sommaire

<b>Introduction</b> .....	1
---------------------------	---

## Chapitre I : généralités

1.1. Présentation de la zone d'étude .....	2
1.1.1. Situation géographique .....	2
1.1. 2. Historique du port.....	2
1. 1. 3. Infrastructure de port .....	3
1. 1. 4. les conditions climatiques .....	4
1.1.4.1. L'ensoleillement .....	4
1.1. 4. 2. Température et précipitation .....	5
1.1.5. Hydrodynamismes.....	6
1.1.5.1. Les courants .....	6
1.1.5.1.1. Courant général .....	6
1.1.5.1. 2.Les courants dus à la houle .....	6
1.1.5.1.3. Circulation des eaux dans le port .....	7
1.1. 5.2. Les houles .....	7
1.1. 5.3. Les vents .....	7
1.2. Etat de pollution et environnement .....	7
1.2.1. Définition de la pollution .....	7
1.2.2. Etat de pollution du port d'Alger.....	9
1.2.3. Les points de rejets dans le port d'Alger .....	10

## Chapitre II: Matériel et Méthodes

2.1. Le choix des stations .....	12
----------------------------------	----

2.2. Les Prélèvements.....	12
2. 3. Méthode analytique .....	13
2.3.1. Etude paramétrique.....	13
2.3.1.1. Le pH.....	13
2.3.1.2. Salinité.....	13
2.3.1.3. Température et Oxygène dissous....	13
2.3.1.4. Les Matières en suspension.....	13
2.3.1.5. La demande biochimique en oxygène (DBO) <sub>5</sub> .....	14
2.3.1. 6. Les sels nutritifs .....	15
a) Dosage Nitrite (NO <sup>-2</sup> ).....	16
b) Dosage Nitrate (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ).....	16
c) Dosage de l'ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) .....	16
d) Dosage d'OrthoPhosphate (PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ).....	16
e) Dosage Silicium (SiO <sub>2</sub> ) .....	16
2.4. L'analyse microbiologique .....	16
2. 4.1. Recherche et dénombrement des germes .....	16
2.4.1.1. Les méthodes de dénombrement .....	17
2.4.1.2. Dénombrement des coliformes .....	17
2.4.1.3. Dénombrement des Streptocoques fécaux .....	20
2.4. 1.4.Dénombrement des bactéries Sulfito-réducteurs .....	22
2.4.1.5. La recherche de La flore mésophile total .....	22
2.4.1.6. Recherche des Staphylocoques fécaux.....	23
2.4.1.7. La recherche des Salmonelles .....	24
2.4.2. Les techniques de caractérisation des germes recherchées.....	26
a) Coloration de Gram.....	26
b) Test de catalase .....	26
c) Les galeries Api. ....	27

## Chapitre III: Résultats et discussions

3.1. Les paramètres physico-chimiques .....	29
3.1.1. La Température .....	29
3.1.2. La Salinité .....	29
3.1.3. Le potentiel d'hydrogène pH.....	30
3.1.4. Oxygène dissous .....	31
3.1.5. La demande biochimique en oxygène (DBO) <sub>5</sub> .....	31
3.1.6. Les Matières en suspension.....	32
3.1.7. Les sels nutritifs .....	33
a) L'ammonium.....	33
b) Nitrite et Nitrate .....	33
c) Orthophosphate .....	34
d) Silicium .....	35
3.2. Les paramètres microbiologiques.....	35
3.2.1. La flore totale mésophile.....	35
3.2.2. Les coliformes .....	36
3.2.3. Les Streptocoques fécaux .....	38
3.2.4. Les bactéries Sulfitoréducteurs .....	39
3.2.5. Les Staphylocoques .....	40
3.2.6. Les salmonelles.....	42
<b>Conclusion</b> .....	44
<b>Bibliographies</b> .....	45
<b>Annexes</b>	

### *Liste des abréviations*

<b>APPL :</b>	Agence de la Promotion et de la Protection du Littoral.
<b>BL :</b>	Bouillon lactosé.
<b>CF :</b>	Les streptocoques fécaux.
<b>DBO :</b>	Demande Biologique en Oxygène.
<b>E .coli :</b>	Escherichia .coli .
<b>FMT :</b>	La Flore Total Mésophile.
<b>GESAMP :</b>	Groupe des experts scientifique et aspect de protection de l'environnement marin.
<b>L .E.M :</b>	laboratoire d'étude maritime.
<b>M.E.S :</b>	Les matières en suspension.
<b>NPP :</b>	Nombre le plus probable.
<b>OMS :</b>	Organisation Mondial de La Santé.
<b>ONM :</b>	Office National Météorologique.
<b>ONS :</b>	Office National des Statistiques.
<b>PCA :</b>	Plate Count Agar.
<b>PSU :</b>	Unité pratique de salinité.
<b>ST :</b>	Les staphylocoques.
<b>VBL:</b>	bouillon lactosé au vert brillant. .
<b>VBL:</b>	bouillon lactosé au vert brillant..
<b>WTW :</b>	Wissenschaftlich Technische Werkstätten.

## *Liste des figures*

<b>Figure 1</b> : carte du port d'Alger.....	2
<b>Figure 2</b> : Histogramme de l'ensoleillement pendant l'année 2004 (ONM ; 2004).....	5
<b>Figure 3</b> : Diagrammes embro-thermiques de port d'Alger pendant 2004(ONM ; 2004) .....	5
<b>Figure 4</b> : représentation de la courantologie dans le port d'Alger (LEM ., 1999).....	6
<b>Figure 5</b> : Représentation de la circulation des eaux dans le port d'Alger Rebzani-Zahaf (1999) .....	8
<b>Figure 6</b> : représentation des points de rejets dans le port d'Alger selon LEM (2007).....	11
<b>Figure 7</b> : Positionnement des stations d'étude dans le port d'Alger (Google earth) .....	12
<b>Figure 8</b> : technique de recherche des coliformes totaux « test présomptif » .....	18
<b>Figure 9</b> : technique de recherche des coliformes fécaux « test confirmatifs» .....	19
<b>Figure 10</b> : technique de recherche des Streptocoque fécaux« Test présomptif» .....	20
<b>Figure 11</b> : technique de recherche des Streptocoque fécaux « Test confirmatif ».....	21
<b>Figure 12</b> : technique de recherche des spores de bactéries sulfitoréductrices .....	22
<b>Figure 13</b> : les étapes de recherche de la flore mésophile totale.....	23
<b>Figure 14</b> : les étapes de recherche des staphylocoques par technique de filtration .....	24
<b>Figure 15</b> : technique de recherche et des Salmonelles.....	25
<b>Figure 16</b> : Prélèvement d'une souche à partir de milieu EL.....	27
<b>Figure 17</b> : représentation du mode de remplissage d'une galerie Api 20 E.....	28
<b>Figure 18</b> : variation de la température en fonction des stations .....	29
<b>Figure 19</b> : les variations de la salinité en fonction des stations .....	30
<b>Figure 20</b> : variation du pH en fonction des stations.....	30
<b>Figure 21</b> : variation des teneurs en oxygène dissous en fonction des stations .....	31
<b>Figure 22</b> : variation de la DBO <sub>5</sub> en fonction des stations.....	32
<b>Figure 23</b> : variation des teneurs en MES en fonction des stations.....	32
<b>Figure 24</b> : variation des concentrations en ammonium en fonction des stations.....	33

<b>Figure 25:</b> variation de la concentraions en Nitrite et Nitrate en fonction des stations .....	34
<b>Figure 26:</b> variation des concentrations en Orthophosphate en fonction des stations. ....	34
<b>Figure 27:</b> Variation des concentrations en Silicates en fonction des stations.....	35
<b>Figure 28:</b> observation des colonies de la flore totale mésophile à la loupe binoculaire.....	36
<b>Figure 29 :</b> Concentrations moyennes des Coliformes totaux, fécaux et <i>E. coli</i> .....	37
<b>Figure 30:</b> isolement et observation des coliformes à la loupe binoculaire .....	37
<b>Figure 31:</b> variation des concentrations en Streptocoques en fonction des stations .....	39
<b>Figure 32 :</b> présentation des spores de sulfitoréducteurs.....	39
<b>Figure 33:</b> isolement et observation des Staphylocoques à la loupe binoculaire .....	40
<b>Figure 34:</b> isolement et observation des salmonelles à la loupe binoculaire .....	42

## *Liste des tableaux*

<b>Tableau 1</b> : Représente la superficielle, la profondeur et le sédiment pour chaque bassin.....	4
<b>Tableau 2</b> : représente trafic maritime dans le port d'Alger entre (ONS ; 2003 -2005) .....	9
<b>Tableau 3</b> : les points de rejets dans le port d'Alger selon LEM (2007) .....	10
<b>Tableau 4</b> : les concentrations moyennes de la flore totale mésophile des stations.....	36
<b>Tableau 5</b> : Concentrations moyennes des Coliformes totaux, fécaux et <i>E. coli</i> .....	36
<b>Tableau 6</b> : Résultat des tests biochimique des Coliformes.....	38
<b>Tableau 7</b> : les galeries d'identifications des espèces étudiées .....	38
<b>Tableau 8</b> : résultat de tests biochimiques des staphylocoques .....	41
<b>Tableau 9</b> : les galeries d'identifications des espèces étudiées .....	41
<b>Tableau 10</b> : résultat de tests biochimiques des salmonelles .....	43

## **INTRODUCTION**

D'après 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'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 pour quoi le contrôle de qualité de l'eau paraît de plus en plus indispensable.

Dans la présente étude, on se propose d'étudier la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux du port d'Alger car ce dernier est actuellement dans un état grave et constitue de ce fait un danger sérieux pour la santé publique et une source de contamination permanente de l'environnement à cause de l'ensemble de rejets des eaux usées urbaines et industrielles.

Afin d'atteindre ce but, une campagne de prélèvement a eu lieu du mois d'avril au mois de mai 2009 ,une étude physico-chimiques (température, salinité ,pH, oxygène dissous , DBO , et sels nutritifs ) et une étude bactériologique représentée par les indicateurs de contaminations fécales (coliformes et streptocoques fécaux ) , des germes pathogènes ( sulfitoréducteurs et Salmonelles) ainsi que les staphylocoques connus par les indicateurs de proximité .

Ce mémoire s'articule autour de trois grands volets :

Chapitre 1 : introduit la présentation de la zone d'étude ainsi que son état de pollution.

Chapitre 2 : représente les principales méthodes utilisées.

Chapitre 3 : est consacré à la représentation et discussions des résultats obtenus.

## 1.1. Présentation de la zone d'étude

### 1.1.1. Situation géographique

Le port d'Alger est située dans la partie ouest de la baie d'Alger, ouvert sur la méditerranée sur une longueur de 15 Km. Ses coordonnées Lambert sont 03°03'44" et 03°04'60" Longitude Est et 36°45'44" et 36°47'43" Latitude Nord.

Le port s'étale du nord au sud sur 3km, il se dresse au pied du massif de Bouzeréah, délimité par la jetée de Mustapha au Nord - Est à 160 m de la côte et par la Bris Lames Est au Sud-ouest et par la ville d'Alger à l'Ouest (APPL., 2007).

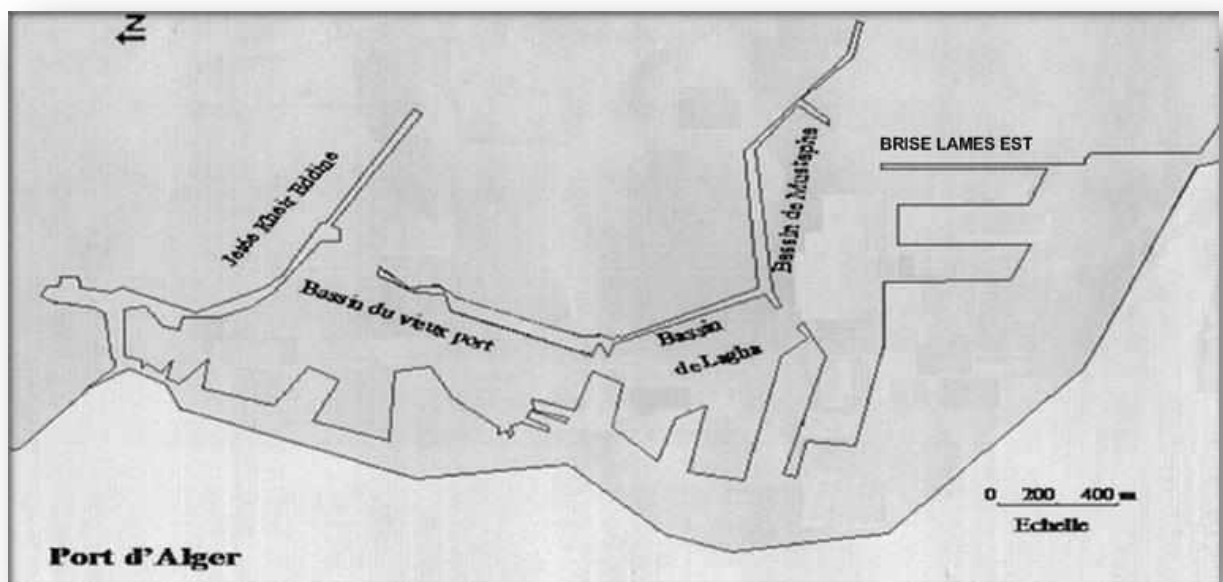


Figure 1: carte du port d'Alger (LEM., 1999).

### 1.1.2. Historique du port

Selon Poirel (2008), Le port d'Alger a trouvé son origine dans un mouillage naturel mal abrité entre la côte et les îlots (El -Djazair). La première amélioration de ce mouillage semble remonter au XVI<sup>e</sup> siècle, sous la domination turque.

C'est le Dey Khaïr-Ed-Dinn qui en 1529, après avoir chassé les Espagnols du fort "le Penon", construit sur un îlot faisant face à la ville arabe et turque, décida de le relier à la terre ferme par un amas de blocs naturels.

En 1830 le port n'offrait qu'une superficie de 3 hectares, 50 aires avec une passe de 130 m au Sud. et Après la prise d'Alger, les services techniques français entreprirent l'amélioration de la darse.

en 1870 : les travaux ci-après avaient été réalisés :

- Jetée Nord sur 500 m.
- Deux formes de radoub.
- Gare et voies ferrées construites en 1865.

De 1870 à 1914 : Les travaux suivants furent exécutés.

- Fermeture de la passe Est.
  - Prolongement de la jetée Nord sur 40 m.
  - Elargissement de la jetée Nord allongement sur 100 m de la Jetée Est.
  - Agrandissement du port vers le Sud-Est.
  - Construction de voies d'accès reliant à la ville.
  - Achèvement des travaux du nouveau bassin.
  - Construction du môle reliant l'îlot Al-Djefna au rivage.
  - Construction d'un escalier passerelle d'accès du Boulevard Carnot aux terre-pleins du Vieux Port.
  - Elargissement du môle Amiral-Mouchez et construction d'un musoir à la passe Sud du Vieux Port.
- De 1897 à 1912 : construction du bassin de l'Agha.
  - De 1927 à 1954 : construction du bassin Mustapha qui est séparé du bassin de l'Agha par la grande môle Bouloghine et par un passe de 100 m.
  - De 1950 à 1953 : construction de la gare maritime au môle El-Djazair.
  - De 1961 à 1963 : construction du môle de Skikda.

Selon Ait Younes A., Ait Younes R (2008), L'ouvrage en 1982 et 1988 a monté une carapace très dégarnie et une superstructure très érodé, à cause de franchissement de la houle.

- De 1987 à 1988 : comblement de la darse de Calvi et réalisation d'un appontement en dues d'Albe et de six rampes RO-RO.
- De 1992 à 1999 : construction du terminal à conteurs d'une superficie de 17,5 hectares qui comprend :
  - Un bâtiment administratif.
  - Un Hangar d'emportage et de dépotage.
  - Un parc à engin.
  - Un atelier de maintenance, un poste de control.

### 1.1.3. Infrastructure de port

Selon Sefsaf (2008), afin de faire muter le port d'Alger à un stade structurellement supérieure, un plan de développement et de modernisation s'étalant jusqu'à 2015 initiés par l'entreprise qui est en cours de mise en ouvre. Les actions projetées concernent notamment :

- Un parc pour le trafic roulant en R+4.
- L'aménagement d'une deuxième gare maritime.
- La réalisation d'un deuxième terminal à conteur.
- La réalisation d'un deuxième silo à céréales, l'équipement du premier terminal à conteneur en portique.
- L'acquisition d'engins navale de servitude.
- Un bâtiment d'exploitation équipé d'une info- centre.

### 1) Jetées et brise Lames

Le port est doté de 4 jetées de 4000 m qui sont :

- ⊖ Brise Lames s'étendant parallèlement à la côte.
- ⊖ Jetée de Kheir –Eddine.
- ⊖ Jetée de l'Agha.
- ⊖ Jetée de Mustapha.

### 2) Bassins

L'espace entre les jetées et les quais forme trois bassins qui sont représentés dans le tableau 1.

**Tableau 1 : Représentation de la superficielle, la profondeur et le sédiment de chaque bassin.**

Bassin	Superficielle	Profondeur	Le sédiment
Vieux port	70ha	7-20m	Vase sableuse
Agha	35ha	6,5-15m	Vase sableuse réduite
Mustapha	37ha	7m	Vase noire gluante et fétide

### 3) Accès maritime : se fait par deux entrées

*Passé nord* : 176 m de largeur et 22 m de profondeur.

*Passé sud* : 240 m de largeur et 16 m de profondeur.

### 4) Accès terrestre

Un réseau routier important complète la liaison du port d'Alger avec l'intérieur.

## 1.1.4. Les conditions climatiques

### 1.1.4.1. L'ensoleillement

La baie d'Alger est influencée par un climat Méditerranée avec un été sec et chaud et un hiver doux et pluvieux.

Selon l'office national météorologique ONM (2004), le port d'Alger est caractérisé par un été ensoleillé car il atteint son maximum dans le mois de juin contrairement en hiver il est nuageux dont l'ensoleillement est minimum dans le mois de décembre.

L'histogramme ci-dessous représente les variations de l'ensoleillement en heures entières dans le port d'Alger durant l'année 2004.

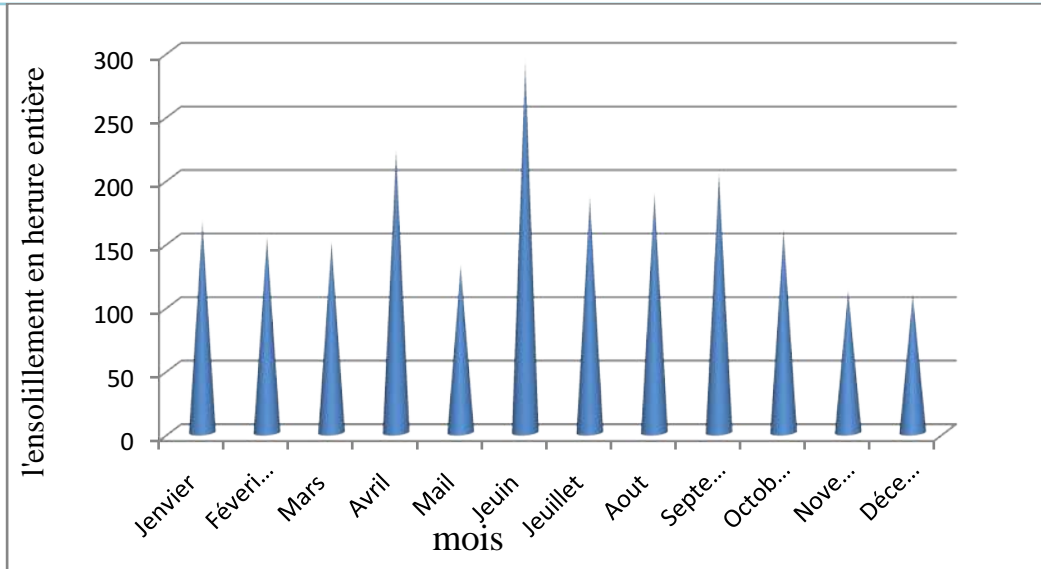


Figure 2: Histogramme de l'ensoleillement pendant l'année 2004 (ONM., 2009).

### 1.1.4.2. Température et précipitation

Le diagramme embro-thermique qui représente une relation parfaite entre les températures et les précipitations durant l'année montre que L'amplitude dans le port d'Alger est longue, elle s'étale sur sept (07) mois à partir de mois de Mai jusqu'à mois de novembre.

Cette longue durée de l'amplitude est du au fait que la baie d'Alger est située dans la plaine de Mitidja et elle est influencée par un climat Méditerranéen.

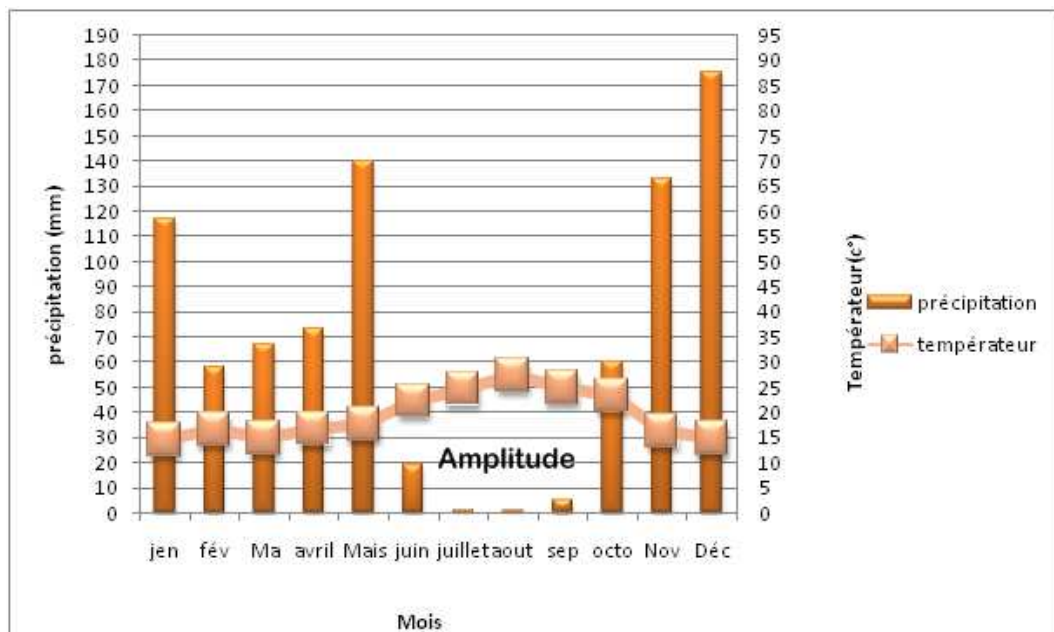


Figure 3: Diagrammes embro-thermiques de port d'Alger pendant 2004(ONM., 2009) .

## 1.1.5. Hydrodynamismes

### 1.1.5.1. Les courants

#### 1.1.5.1.1. Courant général

L'écoulement des eaux d'origine Atlantique le long des côtes Algériennes par le détroit de Gibraltar, appelé courant Algérien (Benzohra ., 1993).

Le courant Algérien est large car il s'étale sur plusieurs mille nautique parallèlement à la côte, son influence se fait sentir jusqu'à l'isobathe 200 m. Sa vitesse atteint quelque dizaines de  $\text{cm.s}^{-1}$ , Il suit généralement la pente et génère des petits tourbillons de 10 à 100 km de diamètres, vivant de quelques semaines à quelques mois .de parts à d'autres ,ce courant formes un méandre croissant jusqu'a 50 à 100 km , il peut alors se détacher formant un tourbillon anticyclonique de 100 à 200 km de diamètres (GUY .,2006).

#### 1.1.5.1.2. Les courants dus à la houle

Dans le cas général des houles de petites ou moyennes amplitude, les courants ne sont pas significatifs que dans la zone de déferlement (LEM ., 1999).

Pour les houles de forte amplitude, elles pourraient agir en fonction de l'amplitude jusqu'aux fond de - 40 à -60 m et jusqu'à des fond de -100 m par des grandes tempêtes (Leclaire ., 1972).

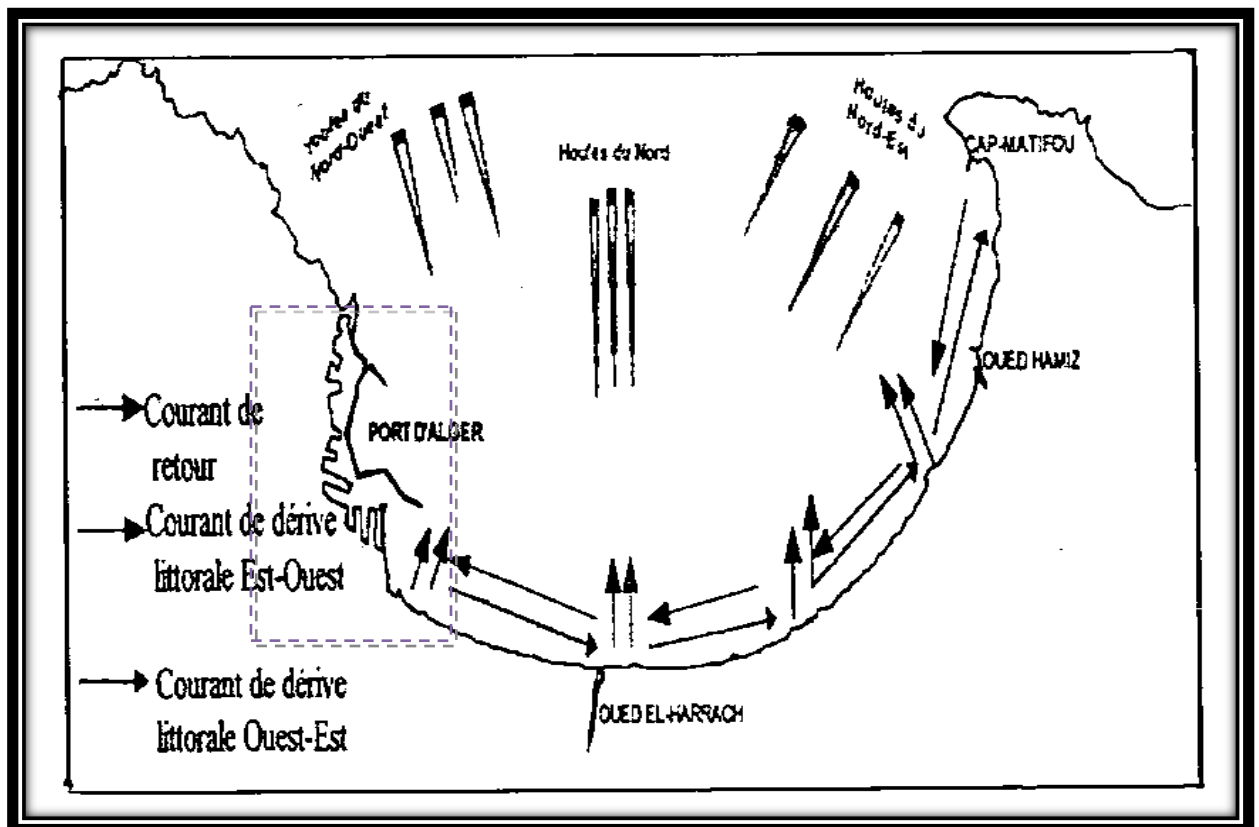


Figure 4 : représentation de la courantologie dans le port d'Alger LEM (1999).

### 1.1.5.1.3. Circulation des eaux dans le port

La circulation des eaux portuaires a été établie par Rebzani-Zahaf (1999) *in* (Ait Younes A., Ait Younes R., 2008), présentée dans la figure (5) montre des entrées d'eaux dans l'enceinte portuaire qui viennent de la baie, et se localisent au niveau des passes Nord et Sud du port. Les eaux circulent dans les bassins du Nord vers le sud et vice versa.

### 1.1.5.2. Les houles

La houle est un système d'oscillation plus ou moins régulier correspond à une déformation de la surface de l'eau induite par le vent (Guilcher., 1979 *in* Ait Younes A et Ait Younes R., 2008).

Une période hivernale avec prédominance au large des houles de secteur Nord - Est à l'Est, les houles de secteur Nord étant régulièrement réparties tout au long de l'année. Les tempêtes les plus fréquentes proviennent néanmoins du secteur Nord, mais celle de Nord - Est, plus rares sont plus destructrices, la direction la plus défavorable étant N 30°. L'occurrence de telle tempête peut être située entre Décembre et Mars et occasionnellement jusqu'à juin. Les houles d'été atteignent cette zone d'une manière frontale (LEM., 2007).

### 1.1.5.3. Les vents

Selon les études du laboratoire d'étude maritime LEM (2007), les vents du secteur Nord - Est (N60°) sont les plus fréquents avec près de 30 % des observations. Les vents sont mieux marqués en été. Leur vitesse se répartit entre 1 et 30 nœuds toute fois pour près de 20% de ces observations. La vitesse est de 6 à 10 nœuds.

Le vent secteur Ouest - Sud - Ouest (N260°) sont bien représentés avec plus de 20% des observations ils soufflent principalement en hiver, la vitesse de ces vents est de 6 à 10 nœuds pour 17% des observations en hiver. La vitesse de ces observations peut atteindre 30 nœuds à 0,23 %.

Vent secteur Sud - Sud - Ouest (N180°), les moins représentés avec moins de 10% des observations, sont mieux marqués en automne et hiver, leur vitesse est de 6 à 10 nœuds pour près de 9 % des observations.

## 1.2. Etat de pollution

### 1.2.1. Définition de la pollution

Selon (Brisou et Denis., 1978), le Groupe des Experts Scientifiques et Aspect de Protection de l'Environnement Marin (*GESAMP*) définit la pollution marine comme « introduction par l'homme directement ou indirectement, de substance ou d'énergie dans le milieu marin y compris les estuaires occasionnant des effets néfastes tels que nuisance envers les ressources biologiques, risques pour la santé de l'homme, entraves aux activités maritimes y compris la pêche, altération de la qualité de l'eau de mer, du point de vue de son utilisation et dégradation des valeurs d'agrément».

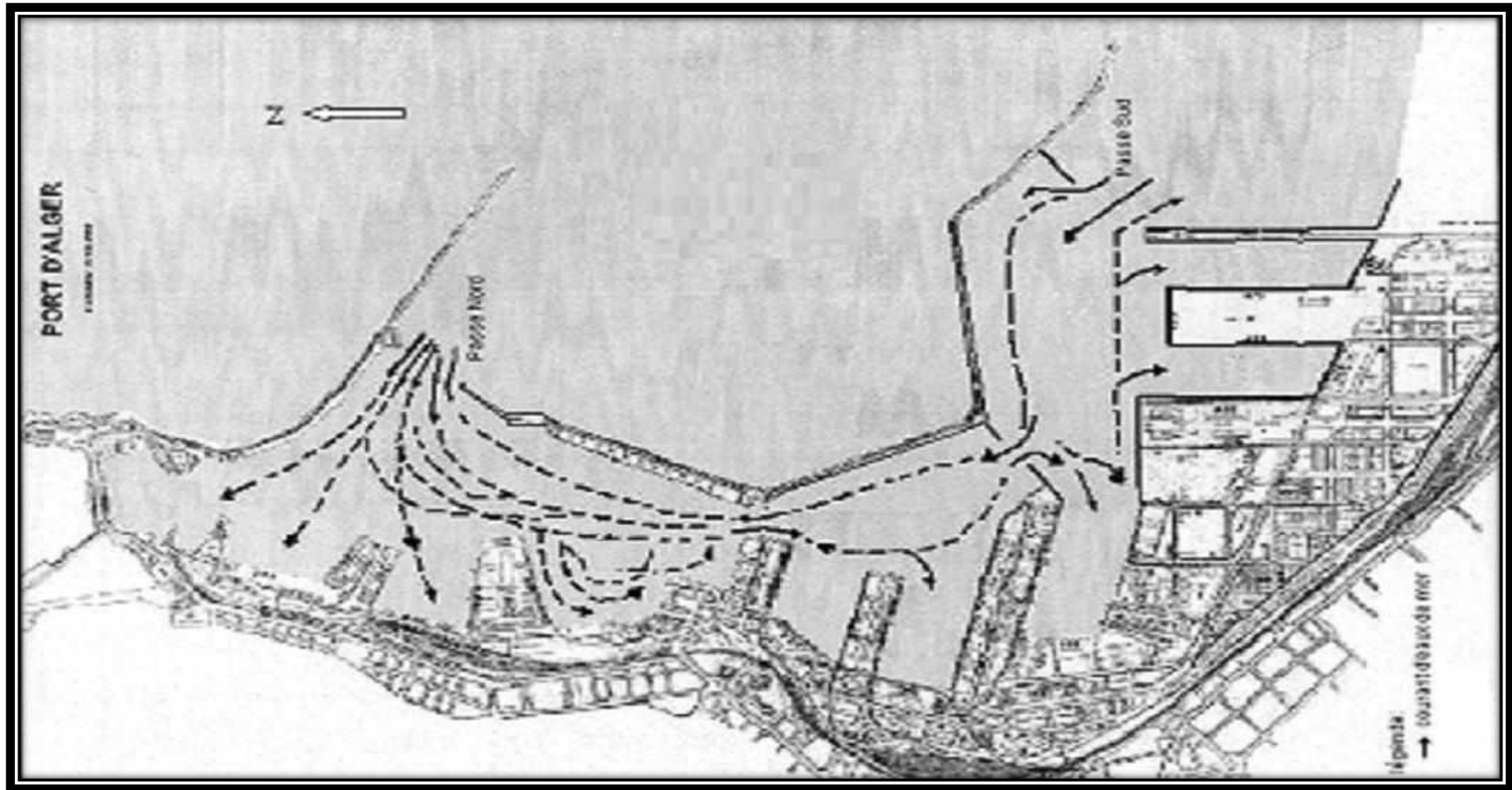


Figure 5: représentation de la circulation des eaux dans le port d'Alger Rebzani-Zahaf (1999).

### 1.2.2. Etat de pollution du port d'Alger

La pollution dans le port d'Alger se caractérise par deux gradients décroissants, le premier affecte tous les fonds de darses en s'étalant graduellement vers le bassin d'évolution, le second part du bassin de Mustapha (plus pollué) à travers le bassin Agha pour atteindre le bassin du vieux port (LEM ., 2007).

Cette pollution est due essentiellement à :

- L'influence directe de la ville d'Alger et sa banlieue, où convergent les rejets urbains d'une ville de près de 3000 habitats et le siège d'activité industrielle, commercial, de pêche et de plaisance (LEM ., 2007).
- Décharges directe des bateaux.
- L'impotence et la densité des activités industrielles, trafic terrestre et le trafic maritime.

Le trafic maritime dans le port d'Alger est enregistré par un flux entrant et un autre sortant augmente d'une année à une autre. Ces flux sont représentés dans le tableau 4 par le nombre des navires qui arrivent et qui sont en départs.

**Tableau 2 : représente trafic maritime dans le port d'Alger entre (ONS ; 2003 -2005).**

<b>Année</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
<b>Arrivées</b>	180.616	220.264	197.257
<b>Départs</b>	144.108	178.783	159.289

- La concentration importante en polluant métallique et un nombre impressionnant des rejets aboutissant dans le port, sans station d'épuration font du port une zone à risque (APPL., 2007).

### 1.1.7. Les points de rejets dans le port d'Alger

Selon laboratoire d'études maritime LEM (2007), La canalisation d'eaux usées et d'autres au niveau de port d'Alger sont au nombre de 25 citez dans le tableau 3.

**Tableau 3 : les points de rejets dans le port d'Alger selon LEM (2007).**

Numéro de quai	Nombre de rejets
N° 4	(03) rejets
N°8	(02) rejets
N°12	(02) rejets
N°21	(03) rejets
N°24	(02) rejets
N°25	(01) rejets
N°26	(01) rejets
N°27	(01) de la central électrique « Souelgaz »
N°28	(03) rejets
N°32	(04) concernant les huiles, savonneries et eaux usées
N°36	(01) de E .N.C.G *

**\*L'Entreprise nationale des corps gras**

Il y a également (08) rejets d'origine domestique situés au niveau de la darse de l'Amirauté.

Les points de rejets pour chaque quai sont représentés dans la figure 6.

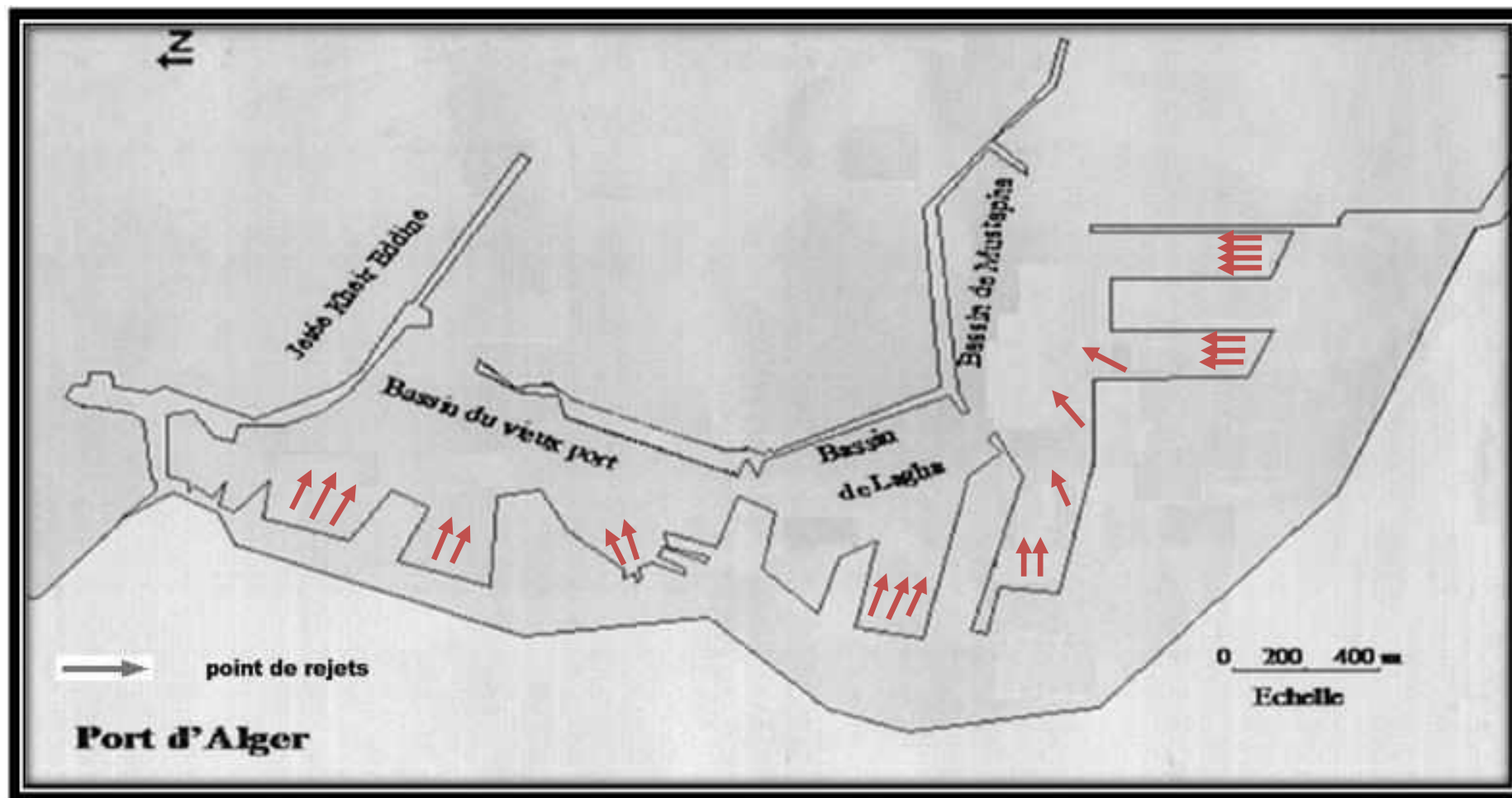


Figure 6: représentation des points de rejets dans le port d'Alger selon LEM (2007).

## 2.1. Le choix des stations

L'objectif de notre étude est d'évaluer la qualité des eaux du port d'Alger en analysant les paramètres physico-chimiques et bactériologiques.

Trois stations ont été choisies dans la zone d'étude en fonction de l'intensité de la pollution : présence du jeté d'Agha (S1), plus éloigné de l'égout de la première station (S2) et stationnement des grands bateaux de marchandise (S3).

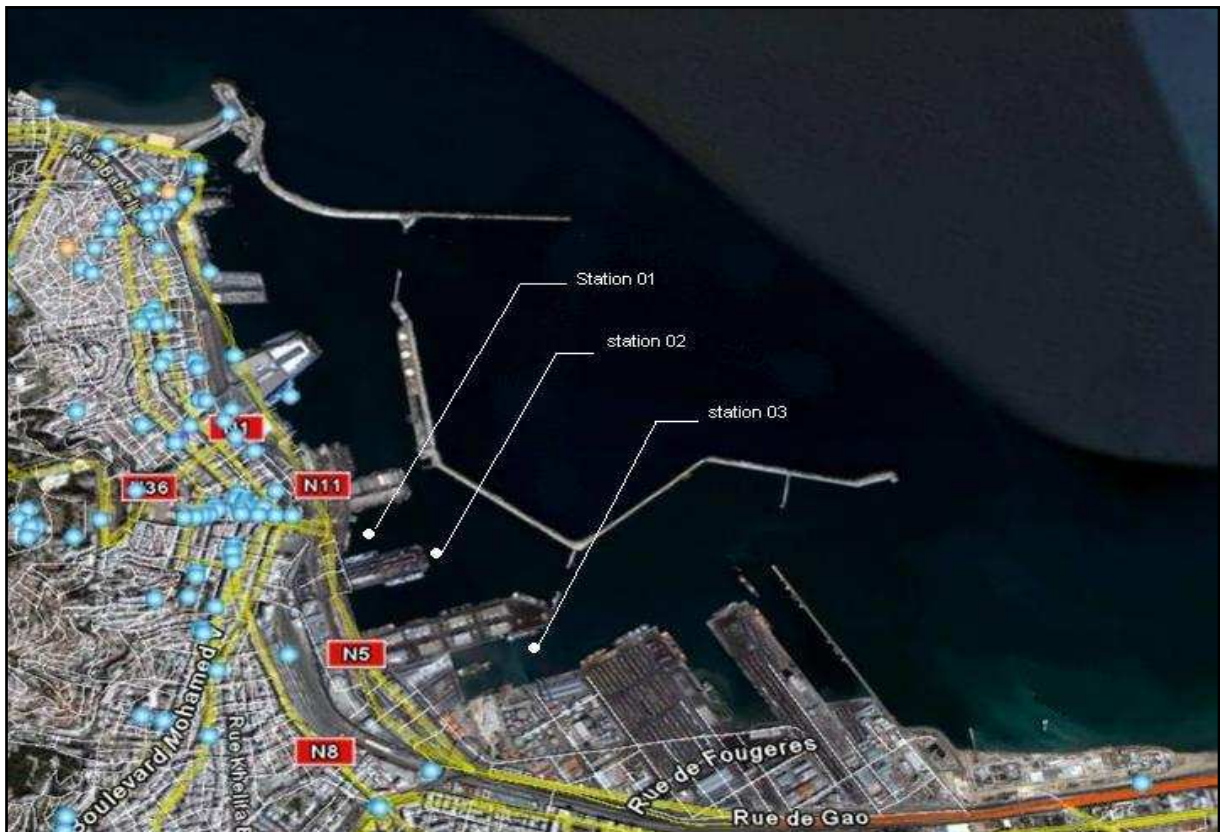


Figure 7: Positionnement des stations d'étude dans le port d'Alger (Google earth).

## 2.2. Les prélèvements

Les prélèvements se sont étalés sur une période de deux mois, le rythme d'échantillonnage était d'un prélèvement par mois. Ils ont été réalisés entre 9h et 11h .

Le prélèvement est effectué dans des flacons de 250 ml en verre stérilisés pendant une demi-heure à 170°C.

Deux flacons d'eaux ont été remplis ; l'un est destiné à l'analyse des sels nutritifs, la matière en suspension et la DBO<sub>5</sub> et l'autre est destiné à l'analyse microbiologique.

Afin d'éviter tout changement chimique de l'eau et d'inhiber l'activité bactérienne, Les échantillons sont transportés dans une glacière isotherme (4°C), l'analyse se fait le même jour.

Les mesures de la température, salinité, pH et l'oxygène dissous ont été faites sur place.

## 2. 3. Méthodes analytiques

### 2.3.1. Etude paramétrique

#### 2.3.1.1. Le pH

Le pH de l'eau a été mesuré par la méthode électrochimique à l'aide d'un pH-mètre de terrain de marque WTW type pH 315 i/Set avec précision  $\pm 0,01$ . Il permet de mesurer la différence de potentielle excitant entre une électrode de verre et une électrode de référence.

L'électrode en verre est rincée après chaque manipulation avec l'eau distillée.

L'étalonnage de l'appareil est effectué avec des solutions étalons à pH connu (acide, neutre, base).

#### 2.3.1.2. La Salinité

La mesure de la salinité *in situ* a été réalisée à l'aide d'un salinomètre de marque Cond 197i (WTW) avec une précision de  $\pm 0,1\%$ .

L'étalonnage a été effectué à partir d'eau de mer que l'on introduit après l'avoir amenée à la température ambiante dans la cellule de mesure. Le salinomètre est réglé pour donner la conductivité correspondant à la chlorinité de l'eau de mer normale.

#### 2.3.1.3. La température et l'Oxygène dissous

L'utilisation de la méthode électrochimique nous a permis l'estimation simultanée de la température et de l'oxygène dissous. L'appareil utilisé est un oxymètre de terrain de marque OXI 197i (WTW) qui a une précision de  $\pm 0,1\%$ .

La sonde électrolytique est plongée dans l'eau prélevée immédiatement dès le remplissage des flacons.

#### 2.3.1.4. Les matières en suspension (M.E.S)

##### ▪ Principe de la méthode

La méthode consiste à filtrer l'eau de mer sur membrane filtrante afin de retenir toutes les particules de taille supérieure à  $0,5 \mu\text{m}$  environ. La membrane est rincée, séchée et pesée avant et après filtration. La différence de poids permet de connaître la masse sèche totale de matière en suspension dans le volume filtré correspondant (Aminot et Kérouel., 2004).

##### ▪ Mode opératoire

Le dispositif de filtration est constitué d'une base support-filtre surmontée d'un entonnoir amovible entre lesquels est pincé le disque membrane filtrant.

Un volume représentatif de l'eau (500 ml) de chaque échantillon est filtré à travers un filtre (Wattman GF/F, diamètre : 47 mm), préalablement conditionné et pesé. Pour éviter tout éclatement des mailles des filtres ou des cellules vivantes, la filtration est toujours effectuée avec des dépressions inférieures à 300 mm de mercure (Aminot et Chaussepied., 1983).

Avant la filtration le disque filtrant est lavé (avec l'eau distillée), séché pendant 2h à l'étuve et pesé.

**▪ Calcul et expression des résultats**

Les concentrations sont calculées selon la formule suivante :

$$[\text{M.E.S}] \text{ (mg/l)} = (\text{P}_2 - \text{P}_1) / \text{V}$$

**[M.E.S]** : concentration de la matière en suspension (mg/l).

**P<sub>1</sub>** : poids du filtre sec avant filtration (mg).

**P<sub>2</sub>** : poids du filtre sec après filtration (mg).

**V** : volume d'eau filtré (l).

**2.3.1.5. La demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)**

Elle est représentée par la quantité d'oxygène nécessaire aux microorganismes pour dégrader la matière organique dans l'eau (Aminot et Chaussepied., 1983).

C'est une méthode manométrique avec des manomètres de marque OxiTop à affichage numérique qui se fixe directement sur le flacon de DBO.

Il permet de mesurer la quantité d'oxygène consommée et qui est induite par la production de CO<sub>2</sub> absorbé par un piège à soude créant ainsi une dépression enregistrée par le manomètre. Cette dépression est liée par corrélation à la DBO en fonction du volume de l'échantillon (annexe X).

Le mode opératoire est décrit dans le catalogue de l'appareil :

- La prise d'essai est de 250 ml.
- Introduire 250ml dans un flacon brun en verre contenant un baromagnétique.
- Mettre deux pastilles de soude (NaOH) dans un ruban en caoutchouc dans le goulot de la bouteille.
- Fermer les flacons par les têtes et mettre à 0.
- La température est équilibrée par un thermostat réglé à 20°C.
- Les échantillons sont incubés à l'obscurité dans une armoire thermorégulatrice fermée à clef pendant cinq jours.
- La lecture des résultats se fait selon la formule suivante :

$$\text{DBO}_5 \text{ (mg d'O}_2\text{/L)} = \text{Valeur lu} * \text{Facteur}$$

**Valeur lu** : afficher sur la tête de chaque flacon.

**Facteur** : un coefficient en relation avec le volume incubé (annexe X).

### 2.3.1.6. Les sels nutritifs

- **Principe des dosages des sels nutritifs**

La méthode du dosage des sels nutritifs (ammoniums, nitrites, nitrates, orthophosphates et silicates) est basée sur une réaction de la coloration. Ces sels réagissent dans des conditions (présence de catalyseurs, température, pH,...) avec des réactifs spécifiques (annexe V) pour donner une coloration absorbant la lumière à une certaine longueur d'onde ( $\lambda$ ).

L'absorption de la lumière dépend de l'intensité de la coloration et cette coloration est plus forte si l'eau est concentrée en sel dosé. La quantité de la lumière absorbée par la solution (absorbance  $A$ ) ou bien densité optique ( $D.O$ ) est calculée selon la loi **BEER-LAMBERT** qui est la suivante :

$$A = D.O = \ln\left(\frac{I_0}{I}\right) = \epsilon \cdot L \cdot C$$

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

**$\epsilon$**  : Le coefficient d'extinction molaire variant en fonction de la température et de la longueur d'onde.

**$L$**  : La longueur du milieu traversé exprimé en cm.

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

**$A$**  : absorbance de la solution.

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

- **Analyse automatique des sels nutritifs dans l'eau**

L'analyse est réalisée automatiquement vis-à-vis des manipulations nécessaires au dosage manuel : prélèvements, analyse et lecture (Rodier et al. 2005).

Pour notre étude, l'analyse des sels nutritifs est faite par colorimétrie à flux continu sur une chaîne automatisée « Auto-Analyzer SAN PLUS » en suivant les protocoles définis par le fabricant (**Skalar, 2000**).

L'appareil fonctionne selon un principe dynamique simple, celui de l'analyse liquide en milieu continu :

Par l'intermédiaire d'une pompe péristaltique, une veine liquide progresse en continu, ce qui permet une polyvalence et une grande souplesse. Toutes les réactions chimiques se déroulent dans la veine en progression. L'analyse des échantillons est faite par séquence, donc une grande cadence de travail.

**a) Dosage de Nitrite ( $\text{NO}_2^-$ )**

Les nitrites sont dosés par une méthode colorimétrique basée sur la réaction de Griess où les  $\text{NO}_2^-$  réagissent avec une première amine aromatique pour former un diazoïque qui est couplé à une seconde amine aromatique pour produire un colorant rose (annexe VI) (Bendschneider et Robinson.,1952) in (Aminot et Kerouel., 2004).

**b) Dosage de Nitrate ( $\text{NO}_3^-$ )**

Une méthode colorimétrique du composé de Griess obtenu avec le nitrite après réduction du nitrate en nitrite (annexe VI). Cette réduction se fait à l'aide d'une colonne réductrice de Cadmium (Wood et al., 1967) in (Aminot et Kerouel., 2004).

**c) Dosage de L'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )**

Une méthode colorimétrique du bleu d'indophénol basé sur la réaction de BERLTELOT où l'ammoniac, en milieu basique, réagit tout d'abord avec l'hypochlorite pour former un monochloramine, puis successivement avec deux molécules de phénol pour former le bleu d'indophénol (annexe V) (Aminot et Kéroul., 2004).

**d) Dosage d'Orthophosphate ( $\text{PO}_4^-$ )**

En milieu acide et en présence de molybdate d'ammonium se forment un complexe phosphomolybdique qui est réduit par l'acide ascorbique (annexe VII) et il se traduit par une coloration bleu (Rodier et al., 2005).

**e) Dosage de Silicium( $\text{SiO}_2$ )**

Le silicium dissous (représenté dans l'eau par 95% sous forme d'acide orthosilicique (Aminot et Chaussepied., 1983). Il réagit avec le molybdate d'ammonium en milieu acide pour former un complexe silicomolybdique qui sera réduit par l'acide ascorbique (annexe VIII) en un composé coloré en bleu absorbant à 810 nm (Mullin et Riley.,1955 in Aminot et Kéroul., 2004).

**2.4. Analyse microbiologique****2.4.1 Recherche et dénombrement des germes**

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

Les germes supplémentaires recherchés sont les staphylocoques, les sulfitoréducteurs et les salmonelles.

#### 2.4.1.1 Les méthodes de dénombrement

Dans la présente étude, nous avons utilisé deux méthodes de dénombrement :

La méthode de fermentation en tubes multiples appelée aussi méthode du nombre le plus probable (NPP) pour les coliformes totaux, fécaux et les streptocoques.

La méthode de filtration sur membrane pour les staphylocoques.

- **méthode du nombre le plus probable (NPP)**

La méthode de détermination du nombre le plus probable (NPP) est une estimation statistique du nombre de germes dans un milieu liquide (Joy et Raynaud., 2003).

La détermination du nombre caractéristique (le nombre de tubes positifs) permettra l'établissement du nombre le plus probable à l'aide de la table de Mc Grady (annexe III) (Brisou et Denis .,1980 *in* Rodier et al .,2005)

- **La méthode de filtration**

La technique de filtration est une estimation plus exacte sur la charge bactérienne, elle consiste à faire passer des produits liquides sur une paroi poreuse ou sur une membrane qui retient les bactéries (Dellarras., 2007).

#### 2.4.1.2 Dénombrement des coliformes

Le dénombrement des coliformes a été effectué par la méthode de NPP (Rodier et al, 2005).

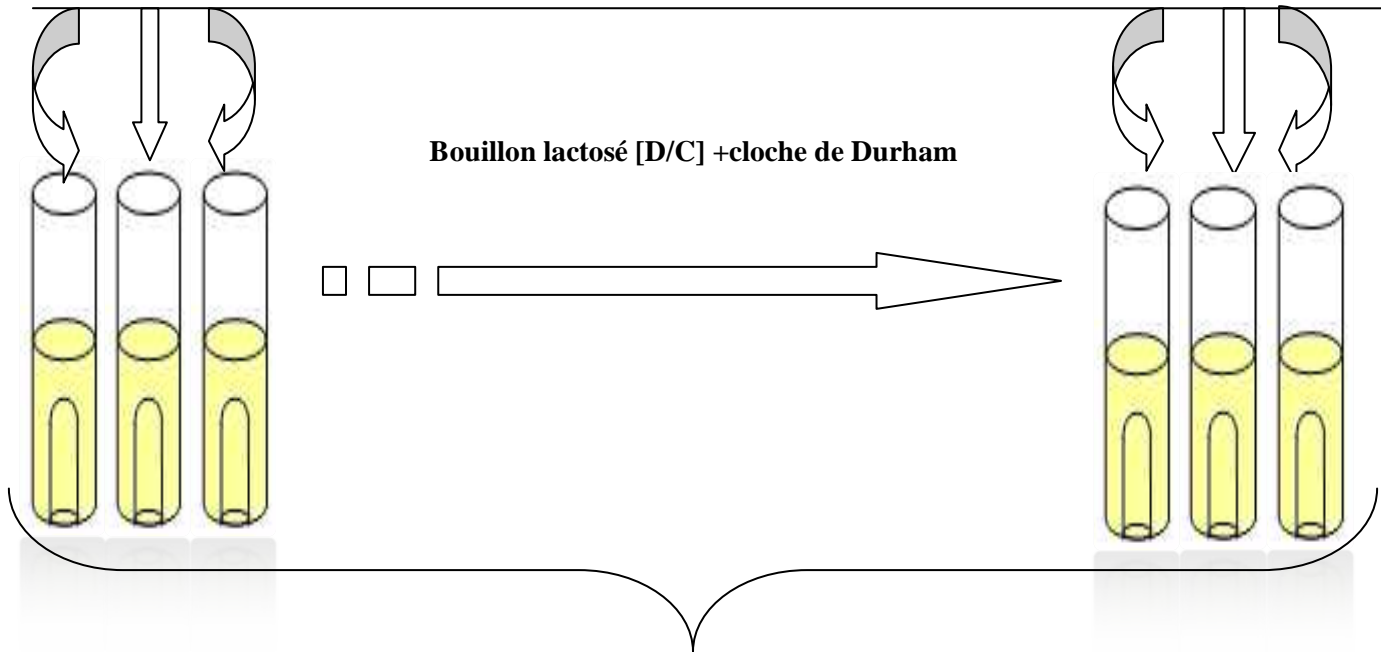
Il fait appel à deux tests consécutifs à savoir :

- **Test présomptif** : réservé la recherche des coliformes totaux. fait sur un milieu sélectif (bouillon lactosé), sa fermentation se traduit par un dégagement de gaz dans la cloche de Durham et un trouble après une incubation à 37°C (figure 8).
- **Test confirmatif** : réservé pour la recherche des coliformes fécaux et *Escherichia coli* sur un milieu plus sélectif (VBL) à une température de 44°C, à partir des tubes positifs du test présomptif (figure 9).

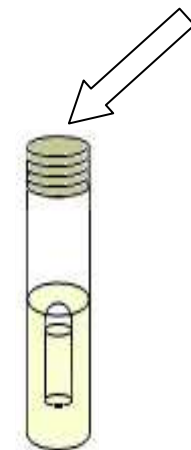
Echantillon d'eau



Effectuer des dilutions dans 9ml d'eau physiologique de l'ordre de  $10^6$



Incubation à 37°C pendant 24h



Positive

Trouble ou production de gaz

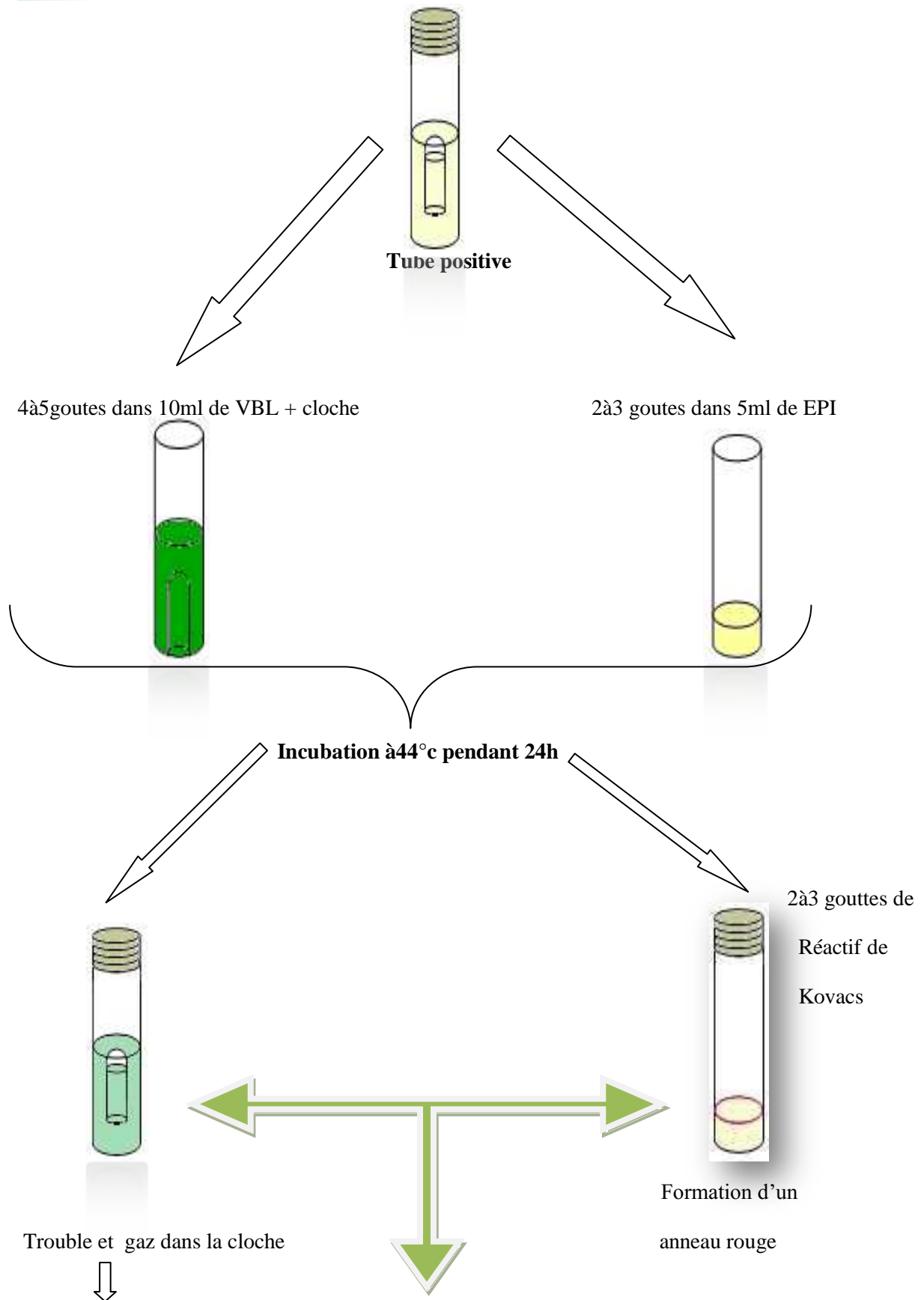
↓  
**Présence des coliformes totaux**



Négative

Aucun changement ne traduit

Figure 8 : technique de recherche des coliformes totaux « test présomptif »



**Présence des coliformes fécaux**

**Présence de E .coli**

**Figure 9: technique de recherche des coliformes fécaux « tests confirmatifs »**

2.4.1.3. Dénombrement des streptocoques

La technique de recherche des Streptocoques fécaux nécessite deux tests :

- **Test présomptif** : réalisé sur le milieu de Rothe (figure 10).
- **Test confirmatif** : se fait par repiquage des tubes positifs sur le milieu d'Eva Litsky (figure 11).

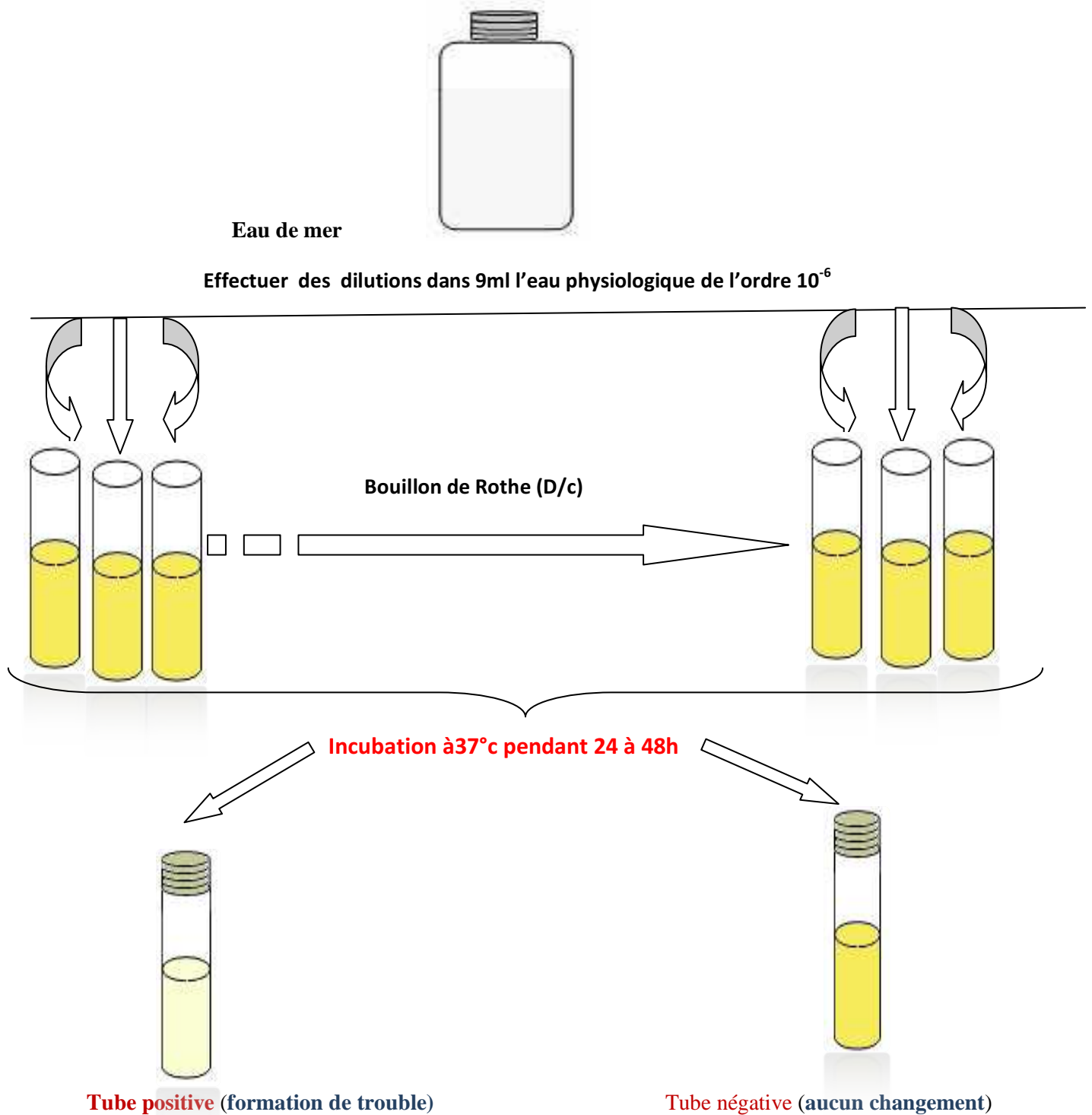


Figure 10: Technique de recherche des Streptocoques fécaux « Test présomptif»

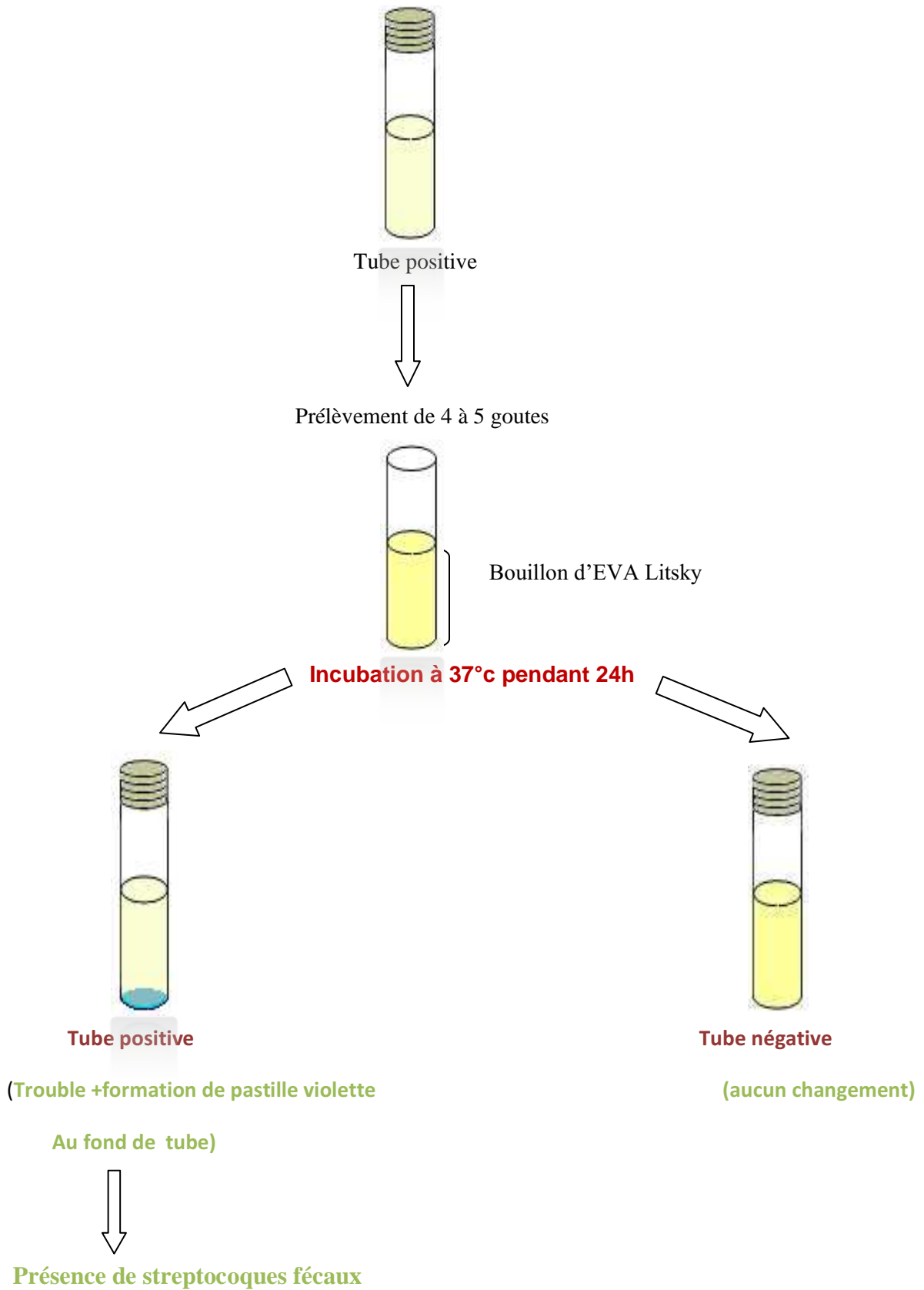


Figure 11: technique de recherche des Streptocoques fécaux « Test confirmatif »

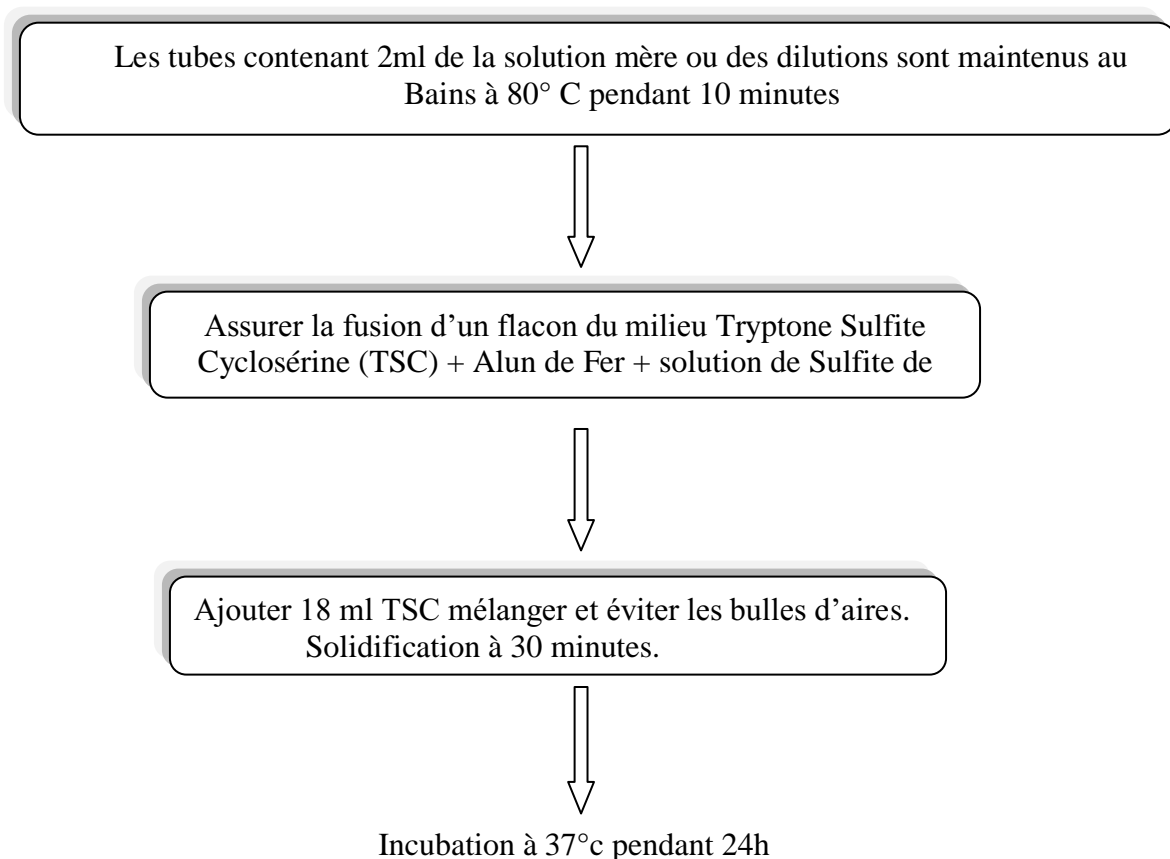
#### 2.4.1.4. La recherche des bactéries Sulfito-réductrices

Les colonies typiques des bactéries sulfito-réductrices sont issues de spore de Clostridium (Dellarras ., 2000) où cette forme est beaucoup plus résistante que les formes végétatives des coliformes et des Streptocoques. Ce test permet de mettre en évidence une pollution fécale ancienne (Rodier et al .,2005).

La recherche des bactéries sulfito-réductrices se fait principalement en trois étapes (REJSEK ., 2002) :

- Destruction de la forme végétative.
- Préparation de milieu de culture.
- Ensemencement et incubation.

Le mode opératoire est schématisé dans la figure 12.

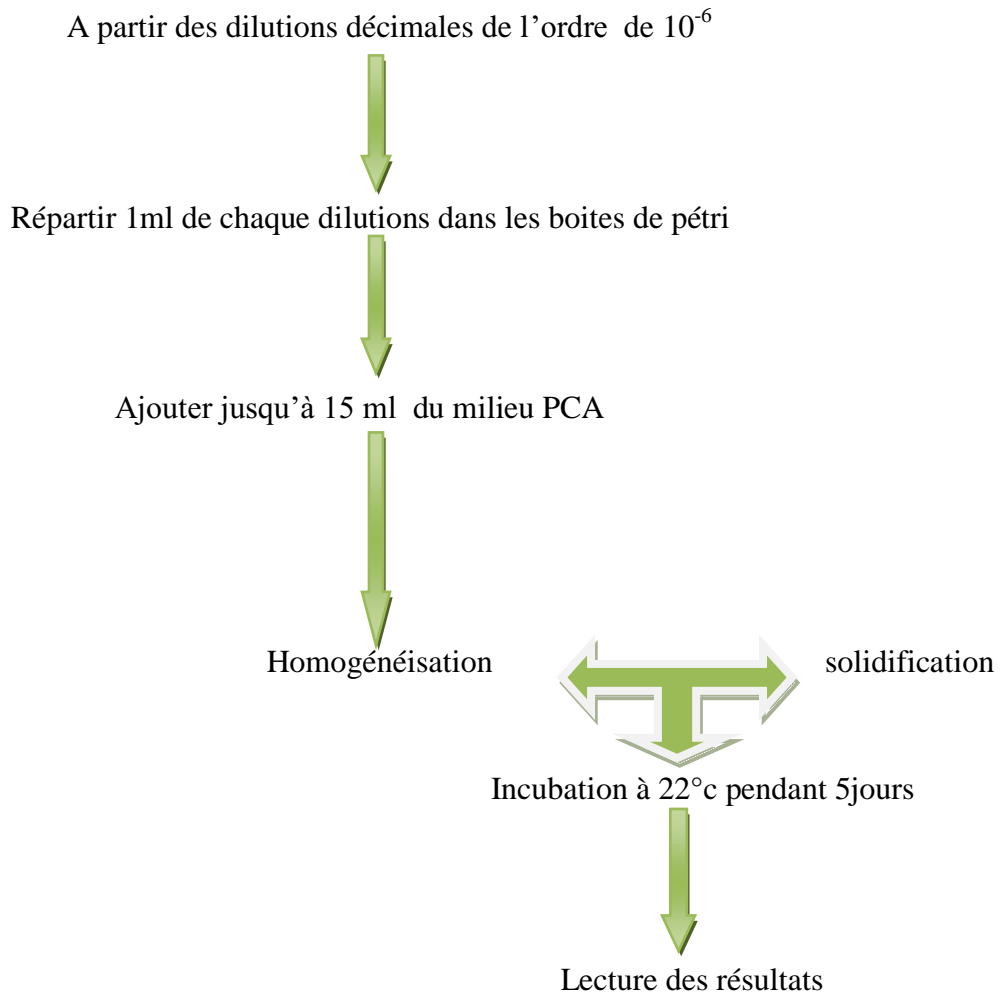


**Figure 12: Technique de recherche des spores de bactéries sulfitoréductrices .**

#### 2 .4.1.5. La recherche de la flore totale mésophile (FMT)

Ces bactéries aérobies mésophiles, hétérotrophes, ne sont pas des germes indicateurs de contamination fécale, cependant ils sont recherchés dans certaines eaux à 22°c et à 37°c, car ils peuvent par fois exprimer un risque de contamination microbienne au delà d'un certain seuil (Dellarras ., 2007)

Le dénombrement de la flore totale a été fait par ensemencement du milieu gélosé Plat Count Agar (PCA) en profondeur (figure13).



**Figure 13: les étapes de recherche de la flore totale mésophile**

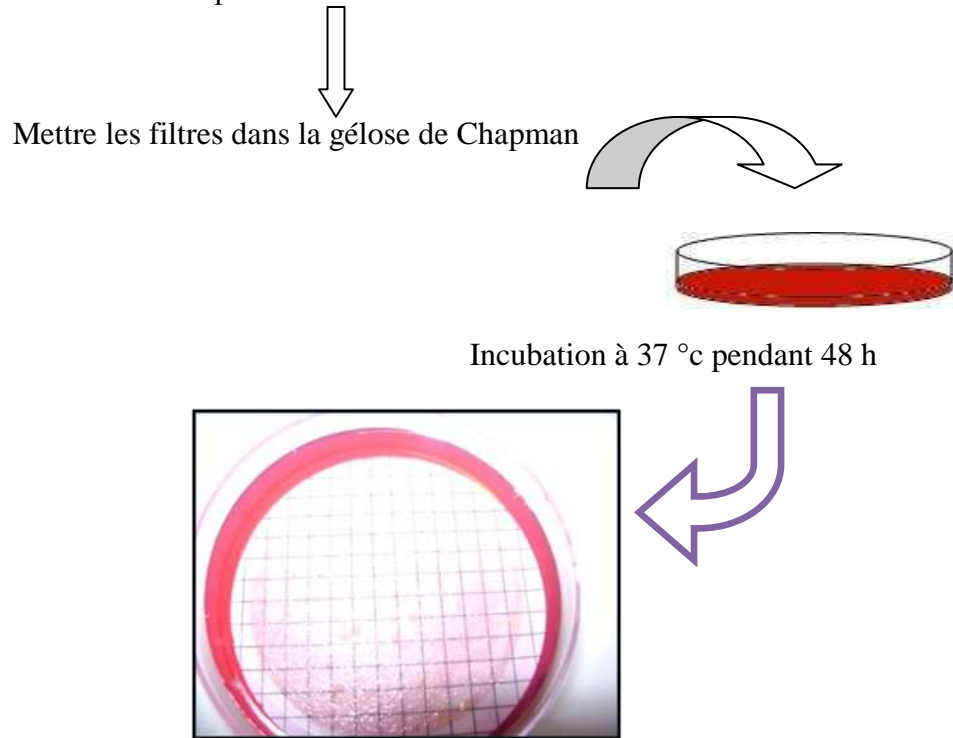
#### 2.4.1.6. La recherche des Staphylocoques fécaux

Un volume de 50 ml et des dilutions d'échantillon ont été filtrés. La membrane a été déposée sur la gélosé de Chapman coulée dans des boites de pétri.

Ce milieu est caractérisé par sa forte concentration en chlorure de Sodium ce qui permet un isolement sélectif des Staphylocoques (Rodier et al ., 2005).

Les étapes de recherche des Staphylocoques sont schématisées dans la figure14.

Filtration d'un volume d'eau à partir de l'échantillon ou des dilutions



**Figure 14: les étapes de recherche des staphylocoques par technique de filtration.**

#### 2.4.1.7. La recherche des Salmonelles

La recherche des salmonelles à été effectuées en trois étapes successives : pré-enrichissement, enrichissement et l'isolement (figure 34) (Rodier et al ., 2005) .

Le mode opératoire est schématisé dans la figure 15.

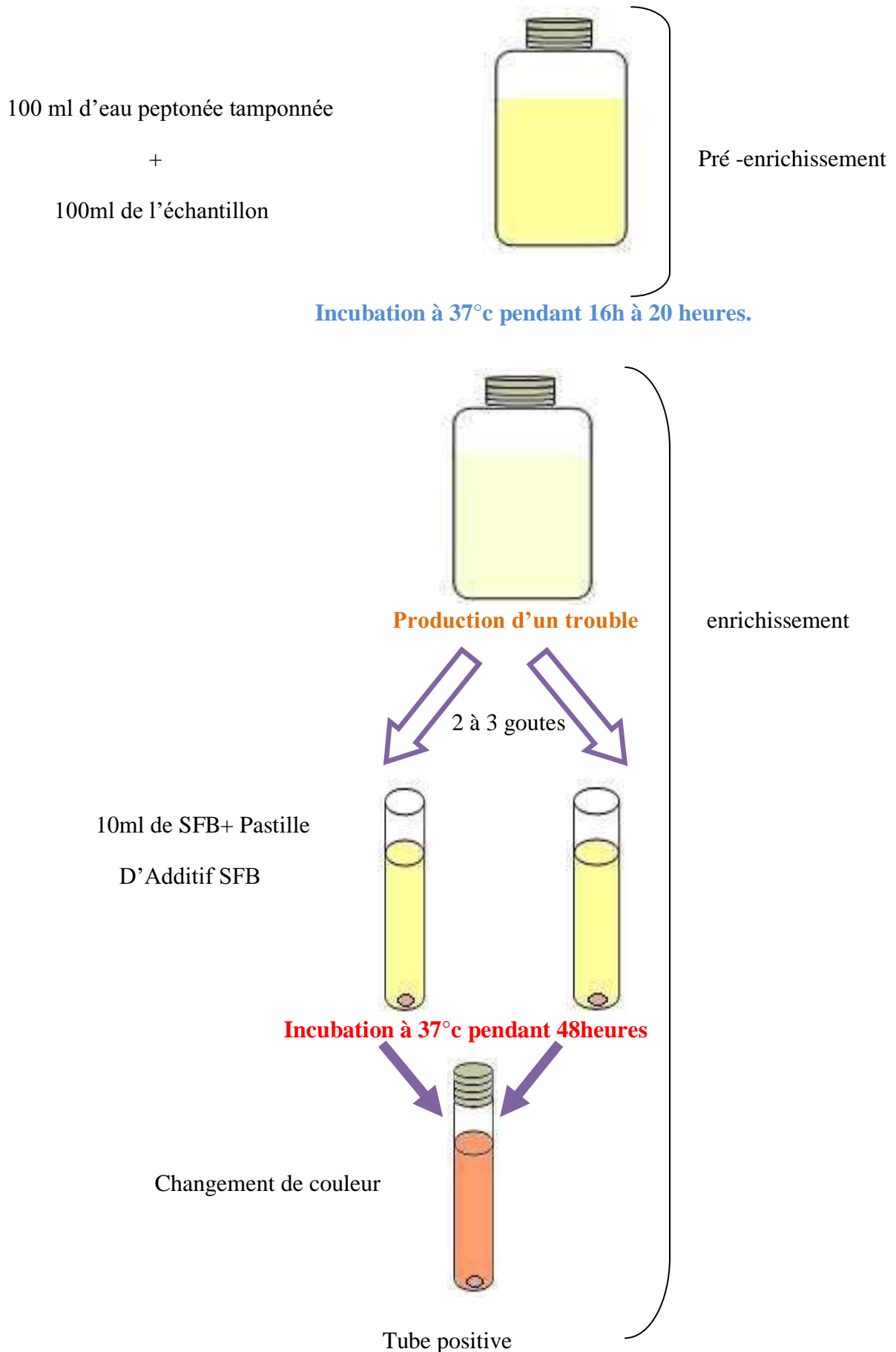


Figure 15: Technique de recherche des Salmonelles.

### 2.4.2. 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, il s'agit de :

#### a) Coloration de Gram

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

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

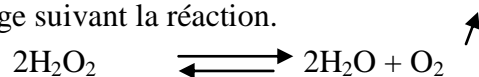
- Préparer un frottis d'une culture bactérienne pure.
- Recouvrir le frottis de violet de Gentiane ; laisser agir une minute ; rincer à l'eau distillée.
- Verser du Lugol et le laisser agir pendant une minute ; rincer à l'eau distillée.
- Décolorer à l'alcool à 95%, entre 15 et 30 secondes ; rincer à 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 benzène.

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

#### b) Test de catalase

La catalase est une enzyme présente chez la plus parts des bactéries aérobies strictes et anaérobies facultatives. Elle permet de détruire des peroxydes formés au cours de réaction de l'oxydation ( Dellarras 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 :

- ◆ Sur une lame porte – objet, déposer une goutte de  $\text{H}_2\text{O}_2$  à 10 V.
- ◆ Ajouter une anse de bactéries prélevée d'une culture.
- ◆ Le dégagement des bulles de gaz signifie que le test est positif.

#### c) Les galeries Api

La Galerie API est formé de 20 microtubes, prêts à l'emploi permettant de réaliser 23 tests biochimiques (Joy et Reynaud., 2003 )

Chaque tubule contient un substrat différent sur lequel le micro-organisme recherché va réagir. Ils sont remplis d'une suspension bactérienne calibrée (de densité différente selon la galerie).

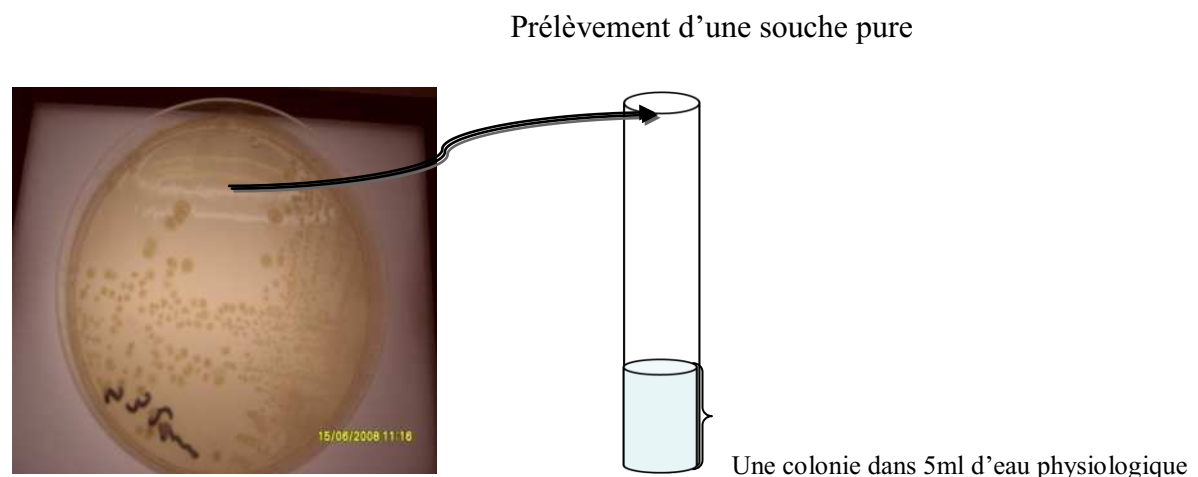
Le mode opératoire suivi est :

### ▪ Préparation de la galerie

- ✓ Mettre de l'eau distillée sur le fond de la boîte (partie alvéolée), toutes les alvéoles doivent être remplies, éliminer l'excès d'eau en renversant la boîte au dessus de l'évier.
- ✓ Placer la galerie sur le fond de la boîte elle doit être manipulée avec la pince.
- ✓ Recouvrir la boîte avec son couvercle.

### ▪ Préparation de l'inoculum

Réalisez une suspension de la souche à étudier. La suspension doit avoir une densité suffisante (1 colonie dans 5 ml) figure 16.



**Figure 16: Prélèvement d'une souche a partir de milieu EL.**

### ▪ Ensemencement de la galerie API

Introduire la suspension bactérienne dans chaque tube à l'aide d'une pipette Pasteur stérile, pointe appuyée à l'intérieur et sur le côté pour éviter la formation des bulles.

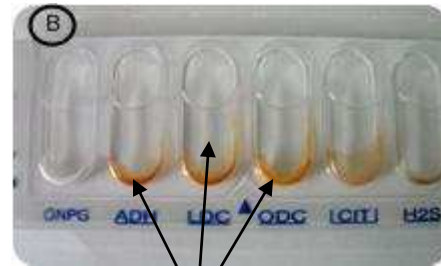
### ▪ Mode de remplissage

- ✓ Les substrats dont le sigle est encadré, la cupule doit aussi être remplie de manière à créer un ménisque (A) .
- ✓ Les substrats dont le sigle est soulignés, la cupule doit être remplie d'huile de paraffine (B ) soit pour créer l'anaérobiose (absence d'oxygène), soit pour maintenir en solution les ions volatils produits par la réaction et ainsi assurer le virage de l'indicateur coloré de pH.

- ✓ Les creux du support de la galerie doivent être remplis d'eau pour former une chambre humide, puis la galerie est posée dans le support et le couvercle par dessus.
- ✓ L'ensemble est incubé à une température adaptée pendant 24 à 48h.



Remplir de suspension le tube et la cupule  
**CIT, VP, GEL**



Remplir le tube de suspension et recouvrir  
 d'huile de paraffine

**ADH, LDC, ODC, H<sub>2</sub>S, URE**

**Figure 17: représentation du mode de remplissage d'une galerie Api 20 E.**

▪ **Lecteur galerie API**

La Lecture des galeries se fait par détermination d'un code, ceci est représenté par la somme des tests positifs pour chaque série.

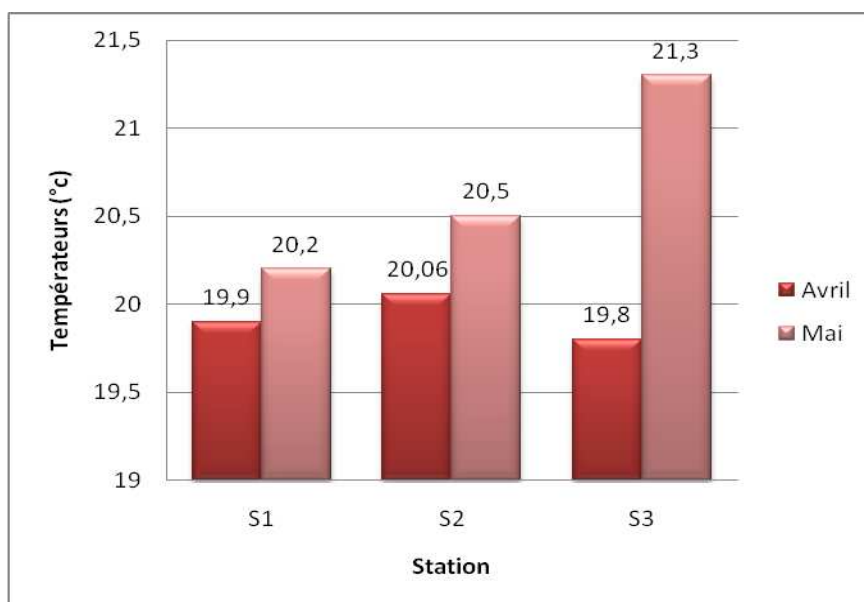
La série est représentée par trois tests (annexe IV).

### 3.1. Les paramètres physico-chimiques

#### 3.1.1. La température

Les valeurs de la température mesurées dans les trois stations sont représentées dans la figure 18.

Les températures moyennes enregistrées pendant la période de prélèvement varient entre une valeur minimale de 19,8°C (S1) et une valeur maximale de 20,55°C (S3).



**Figure 18: variation de la température en fonction des stations.**

Cette légère différence est liée aux conditions météorologiques car la couche superficielle est soumise à l'influence directe des conditions météorologiques (une situation typique à la période printanière).

#### 3.1.2. La salinité

Les valeurs de la salinité mesurées dans l'ensemble des stations sont représentées dans la figure 19.

Les valeurs moyennes de salinité trouvées lors de cette étude sont tout à fait attendues ; en effet une baisse de salinité dans S1 (28,8psu) et S3 (29,15psu) peut s'expliquer par un apport local d'eau douce par l'égout qui divise directement dans (S1) et vidange des bateaux, déballastages dans (S3). La salinité de la station S2 (36,25psu) est caractéristique de la salinité des côtes Algériennes.

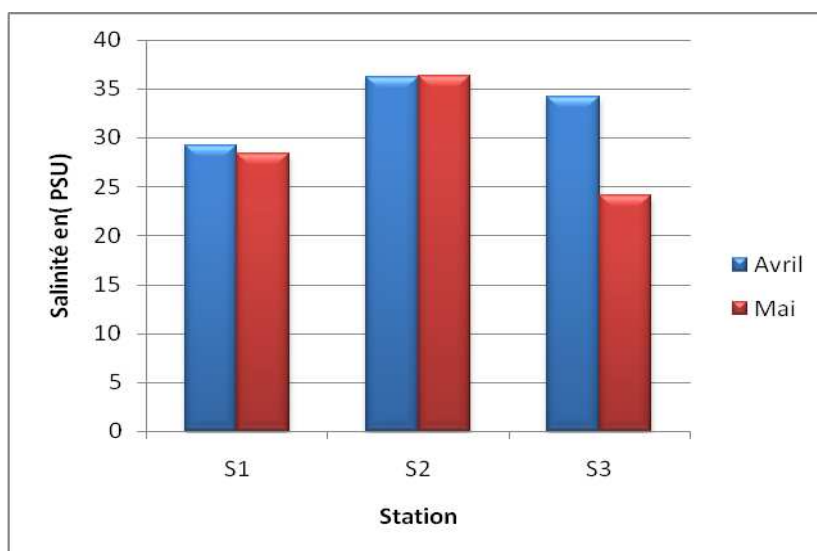


Figure19: les variations de la salinité en fonction des stations.

### 3.1.3. Le potentiel d'Hydrogène (pH)

Le pH est considéré comme étant l'un des paramètres les plus importants de la qualité des eaux ; il est étroitement surveillé au cours de toute la période de prélèvement. (Brisou et Denis ., 1980).

On remarque que le pH dans l'ensemble des stations se situe entre 6,87 et 6,89 (figure 20). Ces valeurs sont inférieures aux valeurs du pH de l'eau de mer qui est de 8,3 (Aminot et Kérouel.,2004) .

Cette diminution est probablement due aux apports d'eaux douces ainsi que les produits chimiques rejetés par les unités industrielles.

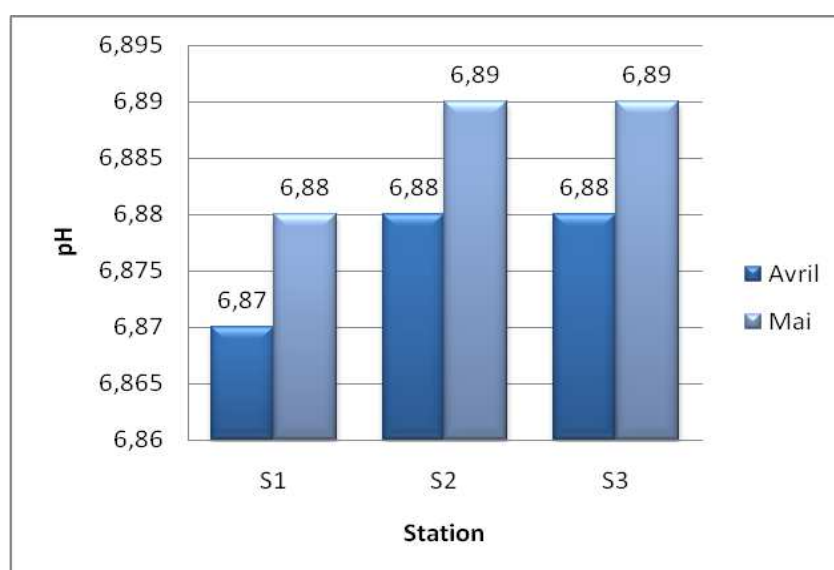


Figure 20: variation du pH en fonction des stations.

### 3.1.4. L'oxygène dissous

Des variations importantes de l'oxygène dissous ont été observées entre S3 (1,2 mg/l) et S2 (5,3 mg/L) (figure 21).

La variation de ce paramètre est due au mélange des masses d'eaux, échange air-mer, la respiration de la biomasse (ensemble de la faune et de la flore aquatique) et la photosynthèse (Le pimpec et al ., 2002).

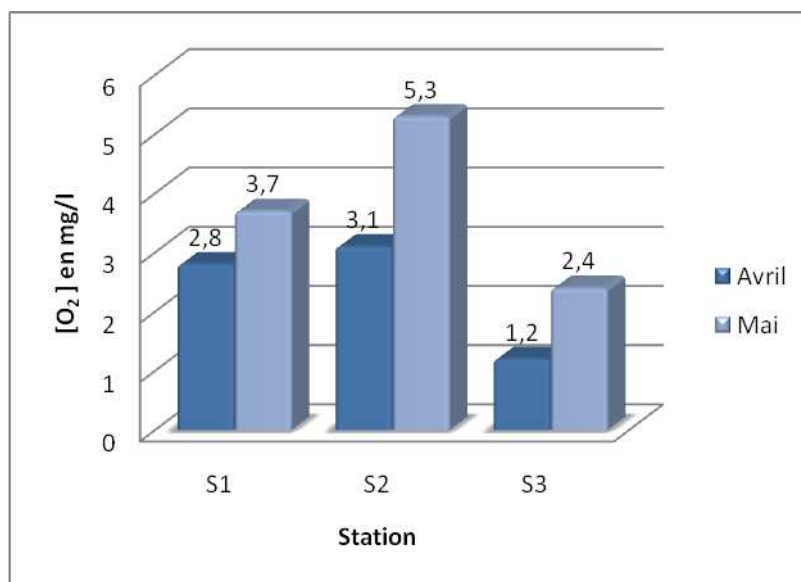


Figure 21: variation des teneurs en oxygène dissous en fonction des stations.

### 3.1.5. La Demande biochimique en oxygène DBO<sub>5</sub>

La demande biologique en oxygène est la quantité d'oxygène utilisé par voie biologique pour la dégradation de la matière organique dans des conditions d'essai 20°C à l'obscurité pendant cinq jours (Rodier et al ., 2005).

La DBO donne une indication sur l'activité microbologique dans l'eau de mer. Elle est utilisée pour les contrôles de la pollution. (Guiraud, 1998).

L'interprétation de nos résultats nous a permis de constater que les teneurs moyennes les plus élevées de la DBO<sub>5</sub> sont enregistrées dans la station S1 (20 mg d'O<sub>2</sub>/l) et la station S3 (15mg d'O<sub>2</sub>/l) et une très basse valeur de (0 mg d'O<sub>2</sub>/l) dans la station S2 peut être due à une faute de matériel ou de manipulation (figure 22).

Ces valeurs sont liées à la dégradation de la charge organiques polluantes par le biais d'agent biologique (Brisou et Denis .,1978). Les résultats obtenus sont confirmés par l'étude microbologique.

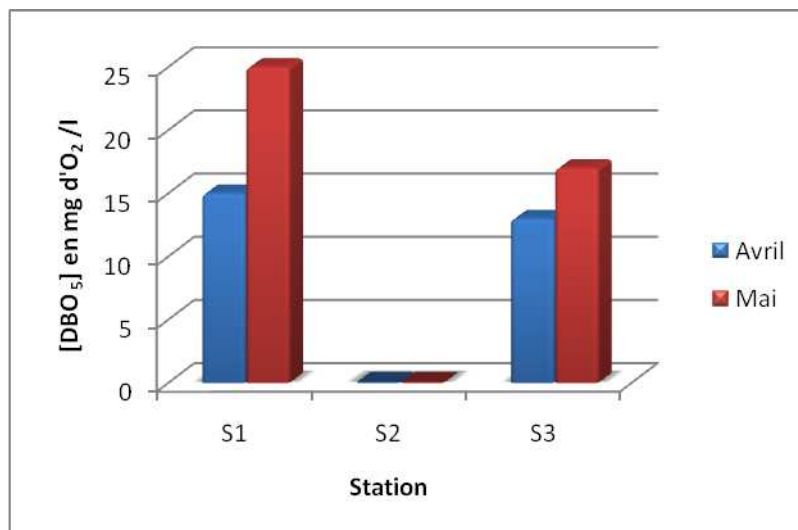


Figure 22: variation de la  $DBO_5$  en fonction des stations.

### 3.1.6. Les matières en suspension (M.E.S)

D'après la figure 23, Un maximum de MES est enregistré dans la troisième station S3 (155,84 mg/l) tandis qu'un minimum dans la deuxième station S2 (62,85 mg/l). Globalement, il n'existe pas une large différence entre les trois stations.

Les teneurs de MES obtenues dépassent largement les normes (Rodier et al., 2005).elles sont probablement causés par le vidange des bateaux, déversement d'égouts et des rejets domestiques urbains qui sont riches en matière colloïdale d'origine minérale ou organique.

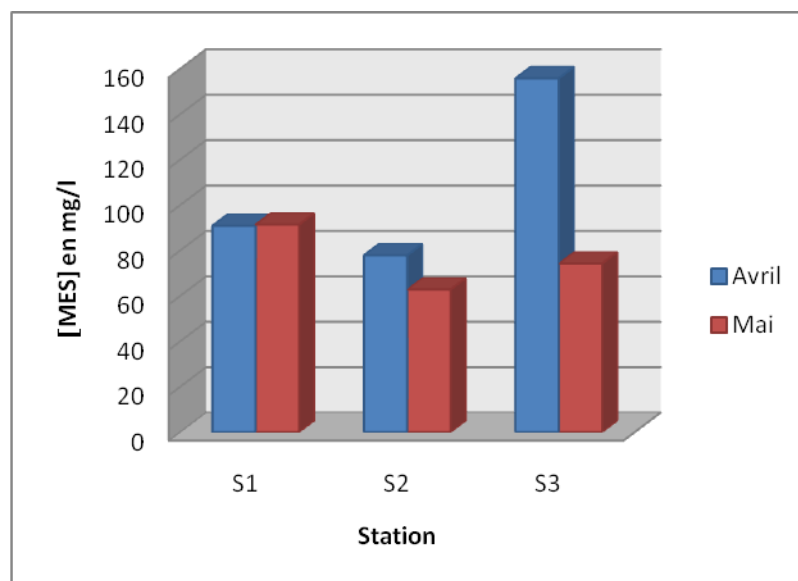


Figure 23: variation des teneurs en MES en fonction des stations.

### 3.1.7. Les sels nutritifs

#### a) L'ammonium

Les concentrations d' $\text{NH}_4^+$  observées dans la figure 24 varient entre  $155,67\mu\text{mol/l}$  (S1) et  $20,60\mu\text{mol/l}$  (S2). La valeur élevée dans la S1 est due à un apport terrigène.

Selon (Aminot et Chaussepied ., 1983 ) les concentrations décelées dans nos sites sont très élevées ce qui peut s'expliquer par la dégradation incomplète de la matière organique. Nous concluons donc que notre site d'étude est pollué.

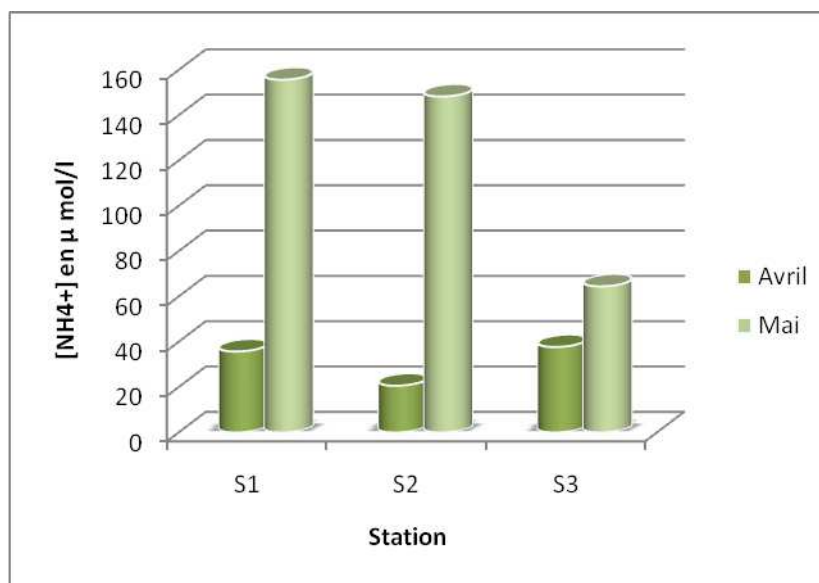


Figure 24 : variation des concentrations en ammonium en fonction des stations.

#### b) Nitrite et nitrate

D'après la figure 25 on remarque que les valeurs de nitrate se situent entre  $47,96\mu\text{mol/l}$  (S3) et  $3,21\mu\text{mol/l}$  (S2). Ce qui est le cas aussi pour les nitrites  $0,55\mu\text{mol/l}$  (S3) et  $0,063\mu\text{mol/l}$  (S2).

Les concentrations élevées de nitrate dans les stations (S1) et (S3) peuvent être liées par le fait que la salinité est faible (Aminot et Chaussepied .,1983 ) et cela est dû à un apport terrigène important dans ces dernières .

De même des taux élevés de nitrates ont été observés par rapport aux nitrites et ceci est expliqué par la réduction des ions nitrites en nitrates par une action bactérienne « dénitrification » (Rodier et al ., 2005).

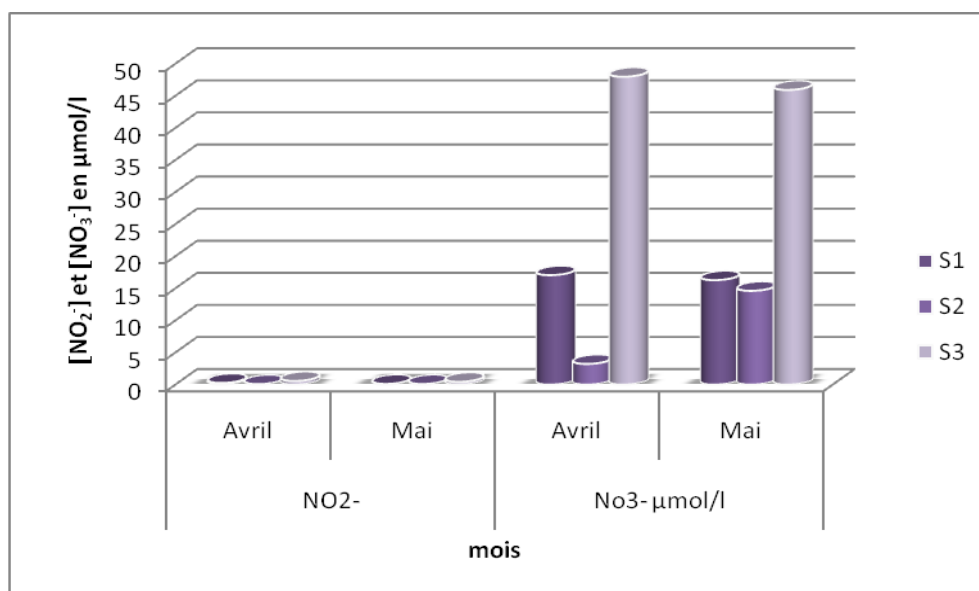


Figure 25: variation des concentrations en Nitrites et Nitrates en fonction des stations.

### c) Orthophosphate

La figure 26 montre que les teneurs en orthophosphate varient entre 1,33  $\mu\text{mol/l}$  (S3) et 0,34  $\mu\text{mol/l}$  (S2).

Il provient de la dégradation de la matière organique ou des polyphosphates (utilisés pour le traitement des eaux ou comme adjuvants actifs dans les détergents).sa présence dans l'eau est également liée à l'utilisation des engrais (Le pimpec et al .,2002).

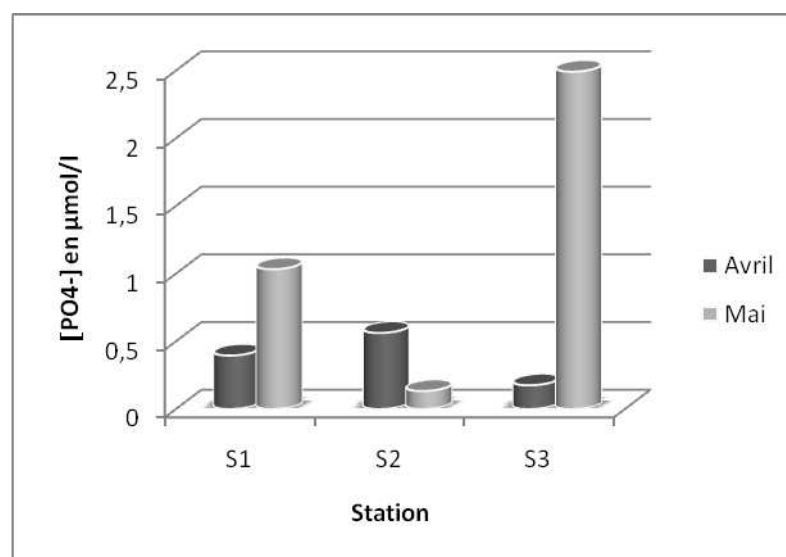


Figure 26: variation de concentrations en Orthophosphate en fonction des stations.

#### d) Silicium

La figure 27 montre que les teneurs en silicate enregistrées dans cette étude sont élevées dans la station S1 (68,63  $\mu\text{mol/l}$ ) et cela est probablement dû à la silice d'origine des tests de Diatomées.

D'après Rodier et al (2005), la présence de silicate dans l'eau de mer est due à la dissolution des sels minéraux, notamment les aluminosilicates mais aussi de la dégradation du silicium organique particulaire.

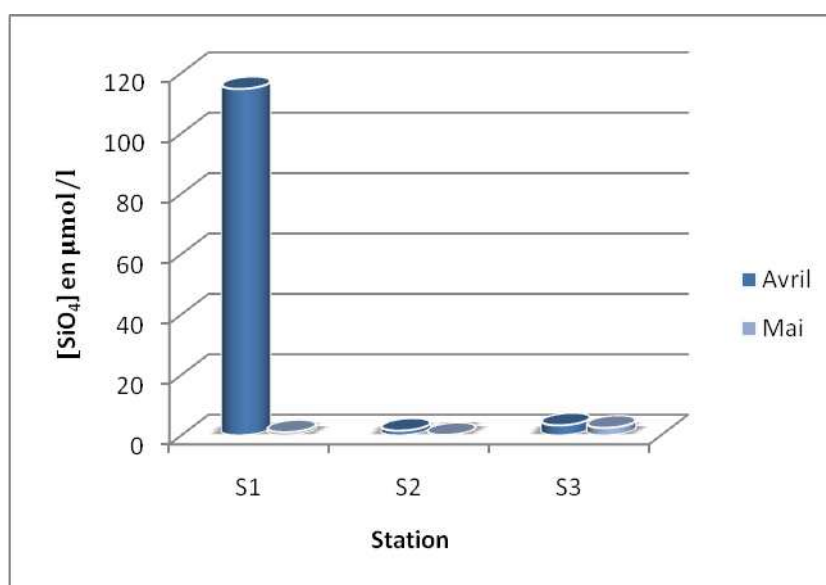


Figure 27 : Variation des concentrations en silicates en fonction des stations.

### 3.2. Les paramètres microbiologiques

#### 3.2.1. La Flore Totale Mésophile (FMT)

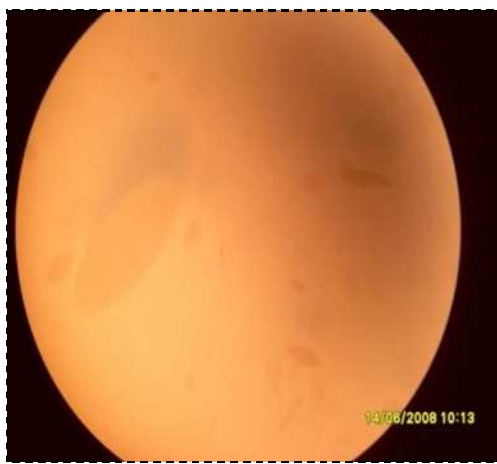
La totalité des boîtesensemencées ont été indénombrables car le nombre de colonies dépasse largement les 300 colonies par boîte ce qui montre la richesse de nos échantillons en micro-organismes.

Les dilutions des échantillons ont permis de déduire les concentrations de la flore totale dans 100 ml (tableau 4). La station (S1) représente les concentrations moyennes les plus élevées.

**Tableau 4: les concentrations moyennes de la flore totale mésophile des stations.**

station	FMT /100ml
S1	11159300
S2	33000000
S3	187000

La figure 28 montre des colonies de la flore totale mésophile encencés en profondeur sur le milieu PCA, observées par la loupe binoculaire.

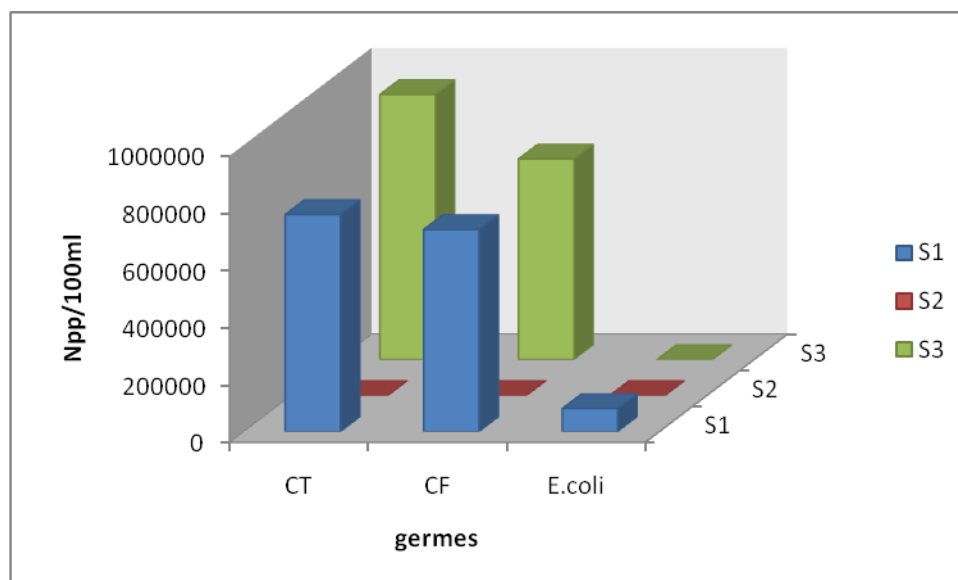
**Figure 28: observation des colonies de la flore totale mésophile à la loupe binoculaire.**

### 3.2.2. Les coliformes

Le tableau 5 montre les concentrations moyennes des Coliformes totaux, fécaux et *E. coli*.

**Tableau 5: Concentrations moyennes des Coliformes totaux, fécaux et *E. coli* .**

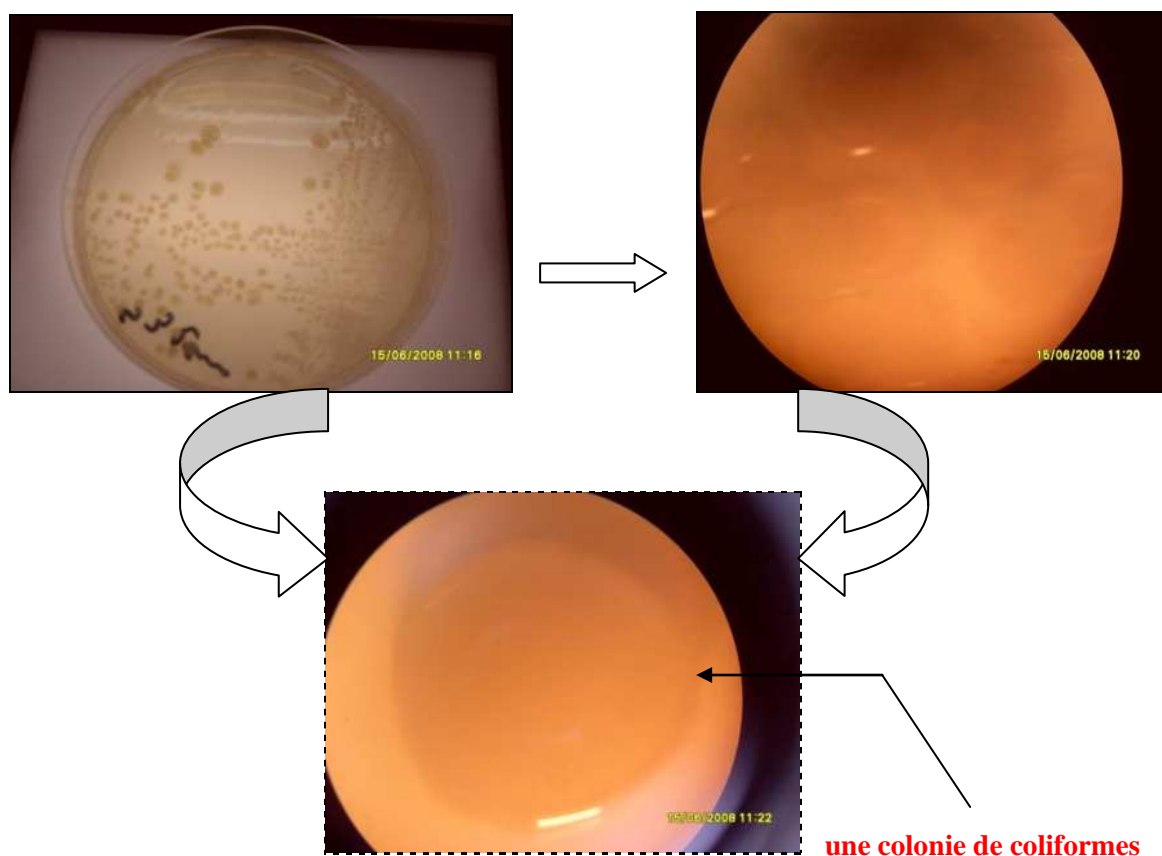
station	Concentration moyenne Npp /100ml		
	CT	CF	<i>E.coli</i>
S1	757500	705500	80500
S2	250	95	17
S3	925000	700100	762 ,5



**Figure 29: Concentrations moyennes des Coliformes totaux, fécaux et *E. coli*.**

Les résultats illustrés dans la figure 29 à savoir les coliformes totaux, fécaux et *E. coli* montrent que la concentration dans la station (S3) est élevée comparant aux autres stations. Ceci est due essentiellement au rapport continu en matière fécale par l'égout.



Avant de caractériser le profil biochimique des Coliformes, on a procédé à un isolement et plusieurs repiquages sur le milieu EL (annexe II) à partir des tubes positifs de VBL (figure 30).



**Figure 30: isolement et observation des coliformes à la loupe binoculaire.**



La caractérisation du profil biochimique des coliformes nous a permis de constater que ce sont des bacilles Gram négatives avec un catalase positif (tableau 6)

**Tableau 6 : Résultat des tests biochimique des Coliformes.**

<i>Catalase</i>	<i>Coloration de Gram</i>
	

Ces résultats sont confirmés par les galeries API 20 E (tableau 7).

**Tableau 7 : les galeries d'identifications des espèces étudiées.**

Résultats d'incubation de la galerie API	Le code*	L'espèce
	3 714 513	<i>Citro. braakii</i>
	7 704 572	<i>Salmonella.choler.arizonae</i>

\* Les sommes des séries du test positif (Annexe IV).

### 3.2.3. Les streptocoques fécaux (CF)

La figure ci-dessous (31) montre que les variations des concentrations en Streptocoques fécaux dans (S3) est largement élevée (9500Npp /100 ml) .L'abondance des streptocoques fécaux dans le milieu est selon OMS(2002), ils résistent dans le milieu marin et cela grâce à leurs caractéristiques physiologiques qui leur confèrent une meilleure adaptation par rapport aux autres germes indicateurs (les coliformes et les streptocoques).

La non abondance des streptocoques fécaux dans les stations (S1) et (S2) peut s'expliquer par la présence de la chaux dans les eaux d'égout.

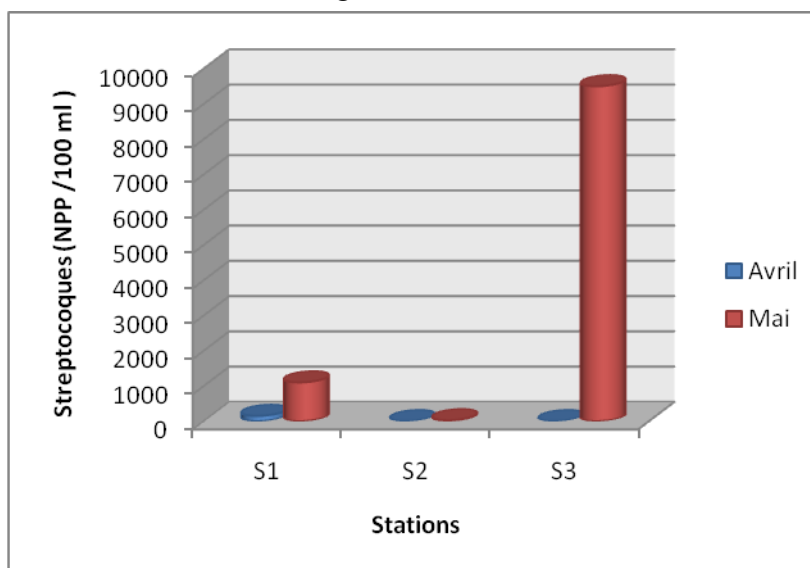


Figure 31: variation des concentrations en Streptocoques en fonction des stations.

### 3.2.4. Les bactéries sulfitoréductrices

Dans cette étude, on a pu uniquement déterminer la concentration des sulfitoréducteurs, après dilution, dans la station (S2) et qui est d'ordre de 200 sp/100ml.

La première et la troisième station présentes une richesse importante en spores.

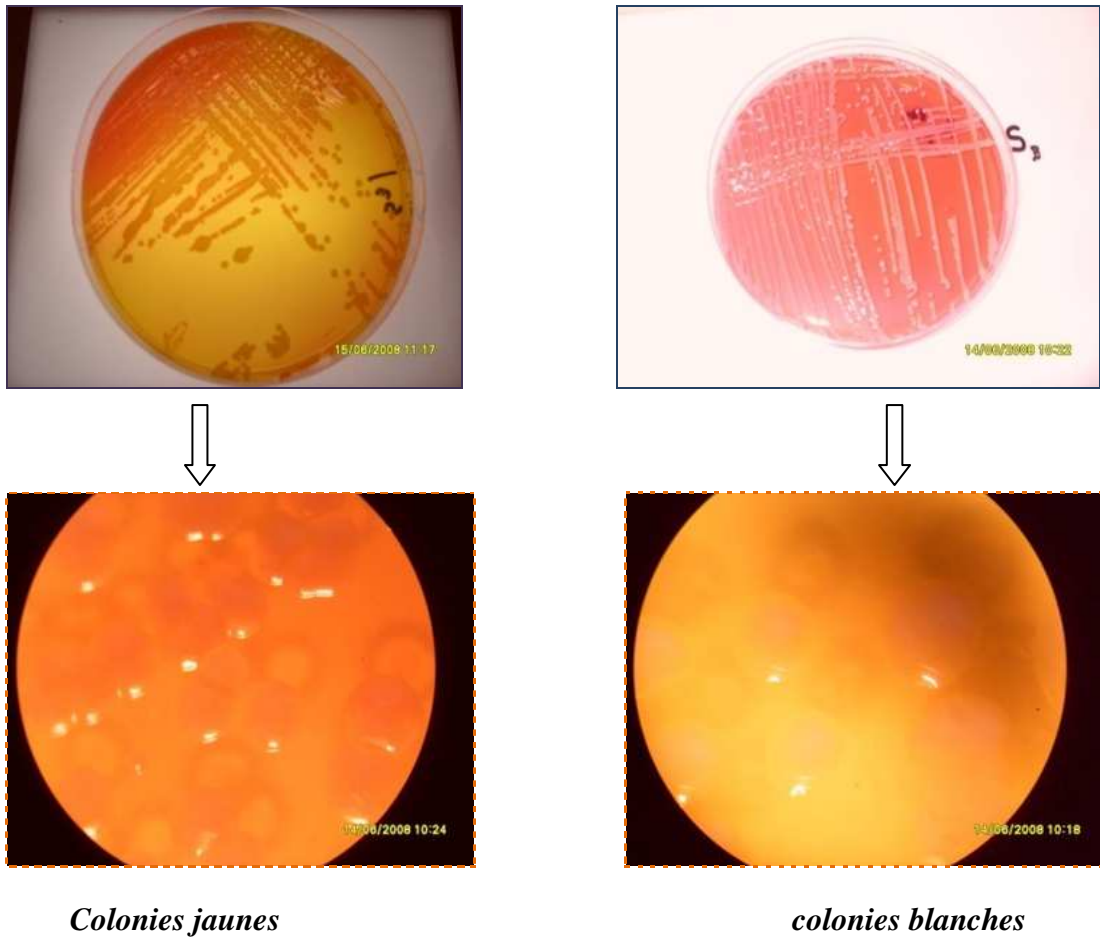
La figure 32 montre les résultats de recherche des bactéries sulfitoréductrices.



Figure 32 : présentation des spores de sulfitoréducteurs.

### 3.2.5. Les staphylocoques (ST)

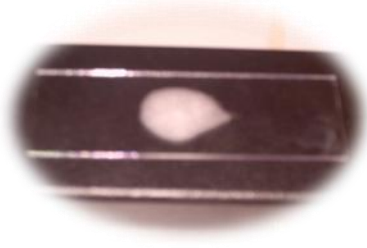
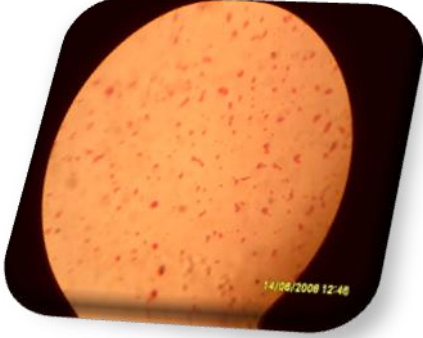
un isolement et plusieurs repiquages sur le milieu Chapman (annexe II) a permis de distinguer deux aspects de colonies blanchâtre et jaunâtre (figure 33) .



**Figure 33 : isolement et observation des Staphylocoques à la loupe binoculaire.**



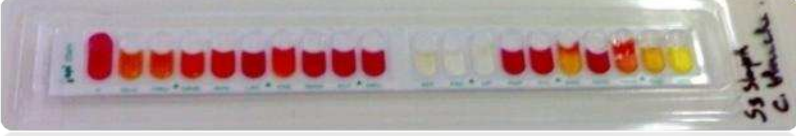
Après une série de tests biochimiques les colonies sont des cocci Gram positif et catalase positif (tableau 8).

Tableau 8: résultat de tests biochimiques des staphylocoques.

<i>Test de Catalase</i>	<i>coloration de Gram</i>
	

Ces résultats sont confirmés par les galeries API Staph (tableau 9)

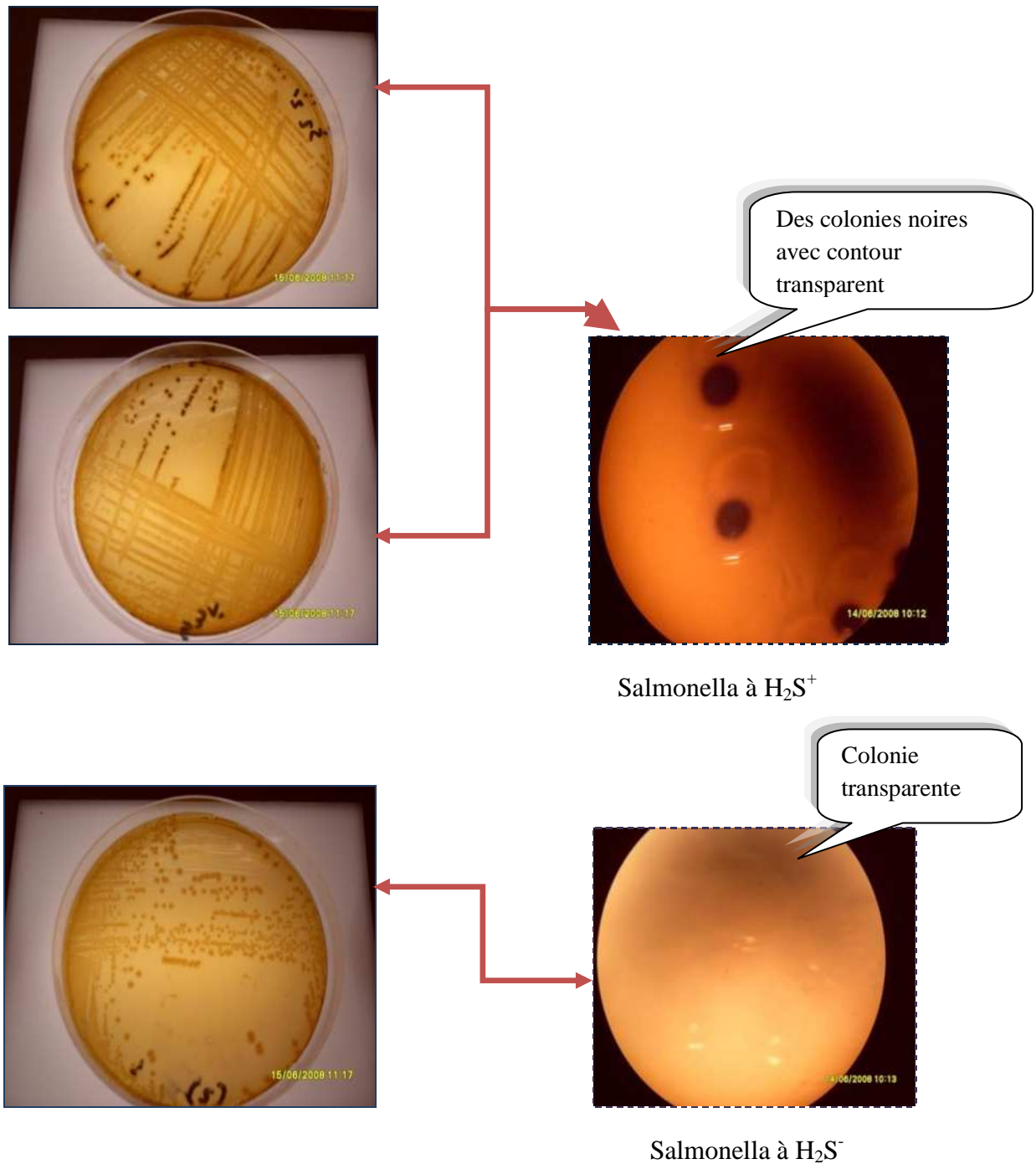
Tableau 9: les galeries d'identifications des espèces étudiées.

<i>Résultat de l'incubation à 37°C</i>	<i>Code *</i>	<i>L'espèce</i>
	6 330 010	} <i>Staphylococcus sturi</i>
	7 330 010	
	7 765770	<i>Staphylococcus lenpus</i>

\* Les sommes des séries du test positif (Annexe IV).

3.2.6. Les Salmonelles

L'isolement des salmonelles a été fait par l'ensemencement en surface du milieu sélectif SS (annexe II) à partir du bouillon de l'enrichissement. Après l'incubation à 37°C pendant 24 heures, les résultats obtenus sont montrés dans la figure 34.


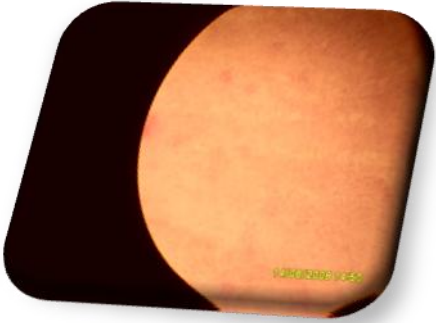


**Figure 34: isolement et observation des salmonelles à la loupe binoculaire.**

Les colonies de Salmonelles sur milieu SS ont un aspect rond transparent (Salmonella à H<sub>2</sub>S<sup>-</sup>) ou transparent avec un centre noire (Salmonella à H<sub>2</sub>S<sup>+</sup>) (Rodier et al.,2005) . Ainsi

les tests biochimiques montrent que se sont des bacilles Gram négatif et catalase positif (tableau 10).

**Tableau 10 : résultat de tests biochimiques des salmonelles.**

<i>Test de Catalase</i>	<i>Coloration de Gram</i>
	

## **CONCLUSION**

Cette étude a pour objectif l'évaluation d'une éventuelle pollution bactérienne introduite directement dans le port d'Alger.

Les résultats obtenus ont montré que le port d'Alger est exposé à des rejets d'eaux usées non traitées, au vidange des bateaux et déballastage qui ont conduit à une pollution marine flagrante.

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

- une température moyenne variant de 20,05°C (S1) et 20,55°C (S3).
- La salinité moyenne variant entre 28,8psu (S1) et 36,25psu (S2), cette diminution est expliquée par le fait que le port d'Alger constitue le point de convergence des eaux usées de la ville d'Alger.
- Un pH acide due aux natures des rejets (des produits chimiques).
- Des concentrations moyennes importantes en MES variant entre 70,46mg/l (S2) et 115,06 mg/l (S3).
- Des taux en oxygène faible sauf pour (S2) ce qui favorise la croissance des germes anaérobies stricts et anaérobies facultatifs (Aminot, 1983).
- Des teneurs en DBO élevées qui laisse supposer qu'il y a une forte teneur en matière organique (Karib et al., 1993) .
- des concentrations moyennes importantes de sels nutritifs surtout nitrate, nitrite et l'ammonium.

Une appréciation de la qualité bactériologique des eaux du port d'Alger, 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 bactéries Sulfitoréducteurs, ne sont pas caractéristiques d'une pollution fécale ; par contre, ils peuvent indiquer une contamination ancienne (Rejesk., 2002) .
- Les staphylocoques présumés pathogènes qui sont des indicateurs de contamination récente du milieu car leur présence dans le milieu marin est attribuée aux manœuvres effectuées occasionnellement « la pêche et l'aquaculture » (Karib et al., 1993) .
- Des germes pathogènes comme les Salmonelles sont détectés dans les trois stations.

Les tests biochimiques ont permis l'identification de deux espèces de Coliformes : *Citro. Braakii* et *Salmonella.choler.arizonae* et deux espèces de Staphylocoques : *Staphylococcus sturi* et *Staphylococcus lenpus*.

La synthèse de ces résultats nous ramène à distinguer deux aires :

- Une aire polluée par excellence, correspond aux quais 17 et 23.
- Une aire moins polluée qui correspond au quai 21.

L'état du port d'Alger 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.

## *Les Références bibliographiques*

**Ait Younes A., Ait Younes R .**, 2008 .Etude de la qualité bactériologique de l'eau de mer au niveau de littoral Algérois .*mém* en fin d'obtention de l'ingénieur d'état en océanographie .USTHB, Alger : 85 p .

**Aminot A .,Chaussepied M .**,1983.Manuel des analyses chimiques en milieu marin .Ed. CNEXO, paris : 395 p.

**Aminot A ., kerouel R.**, 2004.hydrologie des écosystèmes marins : paramètres et analyses .Éd. IFREMER, paris : 336p.

**Belkessa R .**, 2007 .Etat de la plage Est de Sidi Fredj : diagnostic morphosédimentaire et microbiologique .*mém* en fin d'obtention du diplôme d'étude universitaire appliqué .ISMAL, Alger : 52 p .

**Benzohra M .**, 1993 . Les structures hydrodynamiques le long des côtes Algériennes. centre d'océanographie de Marseille, France : 35 – 45.

**BRISOU J.F ., DENIS F .**,1978 . Hygiène de l'environnement maritime. Edit. Masson.248p.

**BRISOU J.F., 1968.** La pollution microbienne, virale et parasitaire des eaux littorales et ses conséquences sur la santé publique. Bulletin. O.M.S : 79-118 p .

**Dellarras C .**, 2000 .Microbiologie de l'environnement avec législation : travaux pratiques commentés .Ed .Gaëtan Morin éditeur, paris: 231p.

**Dellarras C ., Bernard A.**, 2003 .Surveillance sanitaire et microbiologie des eaux .Ed.Lavoisier, paris , : 246 p .

**Dellarras C.**, 2007.Microbiologie pratique pour laboratoire : d'analyse ou de contrôle sanitaire .Ed Médicales internationales .Lavoisier, paris: 476p.

**Figarella J ., Leyral G., Terret M., 2001.** Microbiologie générale et appliquée. Ed. Jacques Lanore : 285p.

**Gaujous D .**, 1995. la pollution des milieux aquatiques : aide mémoire. 2<sup>ème</sup> Ed .Lavoisier,

**Guiraud JP., 1998** .Microbiologie alimentaire. Ed . Dunod.652 p.

**Guy J ., 2006** .*écologie de plancton* .Ed .Lavoisier ,paris :283 p.

**Joy B., Reynaud A., 2003**. Entérobactéries : systématiques et méthodes d'analyses. Ed. Techniques et Documentation. Paris : 356 p.

**Karib H ., Belemlih A ., Shfee M.S., Bahhoun J ., 1993** .Contribution à l'étude bactériologique des eaux marine littorales du Nord du Maroc . Département d'Hygiène et Industrie des denrées alimentaire d'origine Animal. Rabah, Maroc : 227- 23 .

**Le Pimpec P .,Linénard A.,Bonnard R .,Lafont M ., Cazin B .,Bossard Ph ., Hubert B., Bray M .,2002** .Guide pratique de l'agent préleveur : chargé de la police des milieux aquatiques .Ed Maurice Merlin :159p.

**Leclaire L ., 1972** . La sédimentation holocène sur le versant méridionale du bassin Algéro-baléare, thèse d'état, faculté des sciences de Paris, Mémoire du Muséum National d'Histoire Naturelle. Paris : 217p.

**Poirel M ., 2008** . Mémoire sur les travaux à la mer. Ed .Carilian –Goury, université de Gand : 152p.

**Rejsek F ., 2002**. Analyse de l'eau : Aspects réglementaire et technique .Ed CRDP d'Aquitaine .France : 358 p .

**Rodier J., Bazin C., Broutin J.-P., Chambon P., Champsaur H., Rodi L., 2005**.l'analyse de l'eau : eaux naturelle, eau résiduaires et l'eau de mer. 8<sup>ème</sup> Ed. Dounod, paris : 1383p.

**Sefsaf B ., 2007** .état de pollution du port d'Alger par les navires : cas du bassin pétrolier (Darse 8et 9 ) .*mém* de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état .ISMAL, Alger: 85 p.

**SKALAR ANALYTICAL.,2000**. Manuel san plus analyser : SA 1050 (Random Access Auto sampler). Breda (Netherlands), 23p.

**Vilaginés R ., 2003** . Eau, environnement et sante publiques.2<sup>ème</sup> Ed .Lavoisier, paris : 198 p.

### *Les principaux sites d'internet consultés*

- <http://fr.wikipedia.org/wiki/Salmonella>
- [www.lhl.fr/cms/index.php?option=com\\_content&task=view&id=750&Itemid=1](http://www.lhl.fr/cms/index.php?option=com_content&task=view&id=750&Itemid=1) - 18k
- <http://alaintruong.canalblog.com/archives/2009/04/15/13389709.html> .
- Http : [perso.wanadoo.fr/bernard.venis](http://perso.wanadoo.fr/bernard.venis) .
- [pedagogie.acmontpellier.fr/Disciplines/sti/biotechn/presentations/LA\\_GALERIE\\_Api20e](http://pedagogie.acmontpellier.fr/Disciplines/sti/biotechn/presentations/LA_GALERIE_Api20e).
- [http://www.portalger.com.dz/carte\\_port.htm](http://www.portalger.com.dz/carte_port.htm) .
- La Direction des aliments (Santé Canada) à l'adresse <http://www.hc-sc.gc.ca/food-aliment>.

## Annexe I

### *Le matériel utilisé*



**Conteur des colonies**



**Une loupe**



**Bec Benzène**



**Microscope optique**



**Oxymètre**



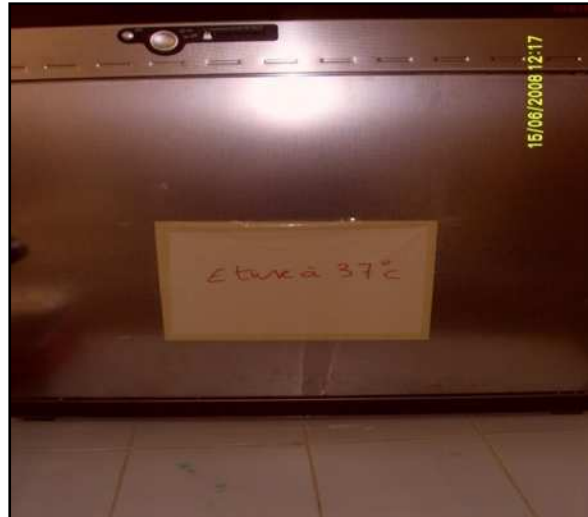
**Conductimètre**



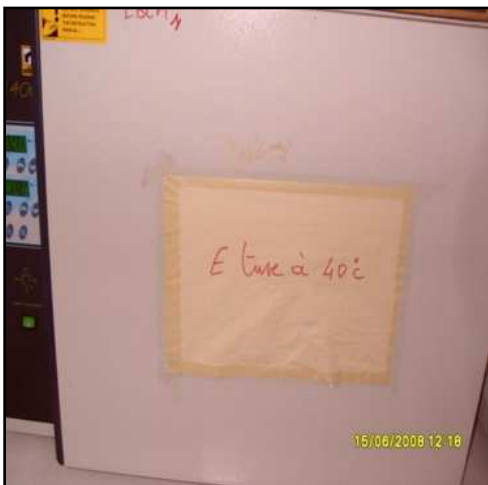
**pH-mètre**



**Autoclave**



**l'étuve à 37 °c**



**L'étuve à 40°C**



**Agitateur tube**



**Agitateur**



**Agitateur chauffant**



**Balance numérique**



**Bain marée**



**Verreries utilisées**

## Annexe II

### Milieux de culture et réactifs

#### Bouillon Lactose (BL):

<i>Composition</i>	<i>S/C (g/l)</i>	<i>D/C (g/l)</i>
Extrait de viande de bœuf	3	6
Peptone	5	10
Lactose	5	10
Eau permutée	1000ml	1000ml

S/C et D/C : Simple et double concentration respectivement .

pH finale : 6.7, autoclaver à 120C° Pendant 20minutes.

#### Bouillon lactosé bilié au vert brillant (VBL):

<i>Composition</i>	<i>g/l</i>
Peptone de viande	10
Lactose	10
Bile de boeuf desséchée	20
Vert brillant	0.0133
Eau permutée	1000 ml

PH final : 7.2, autoclaver à 120C° pendant 20 minutes

#### Eau peptonée exempte d'indole(EPI):

<i>Composition</i>	<i>g/l</i>
Peptone tryptique de caséine	10
NaCl	5
Eau permutée	1000 ml

#### Milieu de Rothe:

<i>Composition</i>	<i>S/C g/l</i>	<i>D/C g/l</i>
Poptone	20	40
Glucose	5	10
NaCl	5	10
Monohydrogenophosphate de potassium	2.7	5.4
Dihydrogenophosphate de potassium	2.7	5.4
Azide de sodium	0.2	0.4
Eau permutée	1000ml	1000ml

pH final : 6.8- 7 , autoclaver à 120C° pendant 20 minutes.

### Milieu d' Eva Litsky

<i>Composition</i>	<i>g/l</i>
Peptone	20
Glucose	5
NaCl	5
Monohydrogenophosphate de potassium	2.7
Dihydrogenophosphate de potassium	2.7
Azide de sodium	0.3
Ethyl violet	0.0005
Eau permutée	1000ml

pH final : 6.8- 7 , autoclaver à 120C° pendant 20 minutes.

### Gélose Plat Count Agar PCA:

<i>Composition</i>	<i>g/l</i>
Tryptone	5g
Extrait de levure	2.5g
Glucose	1g
Agar	15g

PH final : 7.2 , autoclaver à 120C° pendant 20 minutes.

### Gélose Salmonella-Shigella (SS) :

<i>composition</i>	<i>g/l</i>
peptone pancréatique de caséine	10g
lactose	10g
sels biliaires	6g
extrait de viande	5g
citrate de sodium	8,5g
citrate de fer ammoniacal	1g
thiosulfate de sodium	8,5g
rouge neutre	0,0025g
vert brillant	0,00033g
eau permutée	1000ml

Un milieu non autoclavé, dissoudre les composés à chaud.

## Gélose avec Extrait de Levure

<i>composition</i>	<i>g/l</i>
Tryptone	6
Extrait de levure	3
Agar bactériologique	15
eau permutée	1000 ml

pH final : 7.2+- 0.2 à 25 °c

## Milieu tryptone sulfite cyclosérine TSC en g/L d'eau distillée est :

Peptone	15
Peptone de soja	5
Extrait de levure	5
Métabisulfite de sodium anhydre (Na <sub>2</sub> SO <sub>5</sub> )	1
Citrate de fer III ammoniacal	1
Agar	15

PH final 7,6 ± 0,2 à 25°C

Stérilisation à l'autoclave : 121± 1°C Pendant 15 minutes.

## Milieu Chapman

composition	g/l
extrait de viande	5g
peptone	10g
extrait de levure	6g
lactose	20g
bleu de bromothymol	0,05g
agar	20g

### Annexe III

#### *EXPLOITATION BACTERIOLOGIQUE*

*Tableau de Mc GRADY  
3 tubes / dilution*

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


\*

Nombre caractéristique	Nombre de microbes	Nombre caractéristique	Nombre de microbes	Nombre caractéristique	Nombre de microbes	Nombre caractéristique	Nombre de microbes
0	0.0	203	1.2	400	1.3	513	8.5
1	0.2	210	0.7	401	1.7	520	5.0
2	0.4	211	0.9	402	2.0	521	7.0
10	0.2	212	1.2	403	2.5	522	9.5
11	0.4	220	0.9	410	1.7	523	12.0
12	0.6	221	1.2	411	2.0	524	15.0
20	0.4	222	1.4	412	2.5	525	17.5
21	0.6	230	1.2	420	20	530	8.0
30	0.6	231	1.4	421	25	531	11.0
100	0.2	240	1.4	422	3.0	532	14.0
101	0.4	300	0.8	430	2.5	533	17.5
102	0.6	301	1.1	431	3.0	534	20.0
103	0.8	302	1.4	432	4.0	535	25.0
110	0.4	310	1.1	440	3.5	540	13.0
111	0.6	311	1.4	441	4.0	541	17.0
112	0.8	312	1.7	450	4.0	542	25.0
120	0.6	313	2.0	451	5.0	543	30.0
121	0.8	320	1.4	500	2.5	544	35.0
122	1.0	321	1.7	501	3.0	545	45.0
130	0.8	322	2.0	502	4.0	550	25.0
131	1.0	330	1.7	503	6.0	551	35.0
140	1.1	331	2.0	504	7.5	552	60.0
200	0.5	340	2.0	510	3.5	553	90.0
201	0.7	341	2.5	511	4.5	554	160.0
202	0.9	350	2.5	512	6.0	555	180.0

# Annexe IV

## Résultats des galeries

### API Staph



BIOMÉRIEUX

REF : 30.05.09 / / / /  
 Origine / Source / Herkunft / *mer*  
 Origen / Origen / Προέλευση /  
 Ursprung / Oprindelse / Pochodzenie : *colonie jaune S<sub>2</sub>*

1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4
-	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
0	GLU	FRU	MNE	MAL	LAC	TRE	MAN	XLT	MEL	NIT	PAL	VP	RAF	XYL	SAC	MDG	NAG	ADH	URE	LSTR
6			3			3			0			0			1			0		

Autres tests / Other tests / Andere Tests /  
 Otras pruebas / Altri test / Outros testes /  
 Άλλες εξετάσεις / Andra tester /  
 Andre tests / Inne testy :

Ident. / Ταυτοποίηση : 6330010



BIOMÉRIEUX

REF : 30.05.09 / / / /  
 Origine / Source / Herkunft / *de la mer*  
 Origen / Origen / Προέλευση /  
 Ursprung / Oprindelse / Pochodzenie : *colonie jaune S<sub>2</sub>*

1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4
+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
0	GLU	FRU	MNE	MAL	LAC	TRE	MAN	XLT	MEL	NIT	PAL	VP	RAF	XYL	SAC	MDG	NAG	ADH	URE	LSTR
7			+			6			5			7			7			0		

Autres tests / Other tests / Andere Tests /  
 Otras pruebas / Altri test / Outros testes /  
 Άλλες εξετάσεις / Andra tester /  
 Andre tests / Inne testy :

Ident. / Ταυτοποίηση : 7765770


BIOMÉRIEUX

REF : 30.05.09 / / / /  
 Origine / Source / Herkunft / *mer*  
 Origen / Origen / Προέλευση /  
 Ursprung / Oprindelse / Pochodzenie : *colonie blanche S<sub>2</sub>*

1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4
+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
0	GLU	FRU	MNE	MAL	LAC	TRE	MAN	XLT	MEL	NIT	PAL	VP	RAF	XYL	SAC	MDG	NAG	ADH	URE	LSTR
7			3			3			0			0			1			0		

Autres tests / Other tests / Andere Tests /  
 Otras pruebas / Altri test / Outros testes /  
 Άλλες εξετάσεις / Andra tester /  
 Andre tests / Inne testy :

Ident. / Ταυτοποίηση : 7330010



## Annexe v

### Dosage de l'ammonium

#### 1- Réactifs

##### 1-1 Solution tampon

###### Produits chimiques exigés :

- Tartrate de potassium et de sodium  
 $C_4H_4O_6KNa, 4H_2O$ .....33 g.
- Citrate de sodium  $C_6H_5O_7Na_3, 2H_2O$ .....24 g.
- Acide sulfurique  $H_2SO_4$  (1N).....x ml.
- Eau distillée  $H_2O$ ..... 1000 ml.
- Brij 35 (35%).....2ml.

###### Préparation

Dissoudre le tartrate de potassium et de sodium dans  $\pm 800$  ml d'eau distillée. Ajouter le citrate de sodium et dissoudre. Ajuster le pH à 5 avec la solution d'acide sulfurique. Ajuster à 1 litre avec l'eau distillée puis ajouter le Brij 35 et mélanger.

###### Note :

La solution est stable pendant une semaine. Conserver à  $4^\circ C$  quand la solution n'est pas utilisée.

##### 1-2- Solution de phénol

###### Produits chimiques exigés :

- Phénol  $C_6H_5 OH$ .....6 g
- Hydroxyde de sodium NaOH..... 40 g
- Eau distillée  $H_2 O$ ..... 1000 ml

###### Préparation

Dissoudre le phénol dans  $\pm 50$  ml d'eau distillée. Ajouter l'hydroxyde de sodium. Ajuster à 1 litre avec de l'eau distillée et mélanger.

###### Note :

La solution est stable pendant une semaine.

##### 1-3- Solution d'hypochlorite de sodium

###### Produits chimiques exigées :

---

(\*) : Les concentrations des solutions étalons sont transformées en  $\mu\text{moles/l}$  de  $NH_4^+$

- Solution d'hypochlorite de sodium NaClO  
(13 % de chlore actif).....200 ml
- Eau distillée  $H_2O$ .....800 ml

### Préparation

Diluer la solution d'hypochlorite de sodium dans  $\pm 700$  ml d'eau distillée. Ajuster à 1 litre avec de l'eau distillée et mélanger.

### 1-4- Solution de nitroprussiate de sodium

#### Produits chimiques exigés :

- Nitroprussiate de sodium  $Na_2[Fe((CN)_5NO], 2H_2O$ .....0,5 g
- Eau distillée  $H_2O$ .....1000 ml

### Préparation

Dissoudre le nitroprussiate de sodium dans  $\pm 800$  ml d'eau distillée. Ajuster à 1 litre avec de l'eau distillée et mélanger.

#### Note :

Conserver dans une bouteille de couleur sombre.

La solution est stable pendant une semaine.

Conserver à 4°C quand la solution n'est pas utilisée.

### 1-5- Liquide de rinçage :

Eau fraîchement distillée  $H_2O$ .

### 2-Préparation des solutions étalons

#### 2-1 Solution mère de 100 ppm N (\*)

#### Produits chimiques exigés :

- Chlorure d'ammonium  $NH_4CL$ .....0,3819 g
- Eau distillée  $H_2O$ .....1000 ml
- 

### Préparation

Dissoudre le chlorure de d'ammonium dans  $\pm 800$  ml d'eau distillée. Ajuster à 1 litre avec de l'eau de distillée et mélanger.

---

(\*) : Les concentrations des solutions étalons sont transformées en  $\mu\text{moles/l}$  de  $NH_4^+$

**Note :**

La solution est stable pendant un mois. Conserver à 4°C quand la solution n'est pas utilisée.

**2-2- Solution fille de 10 ppm N**

Diluer 10 ml de la solution mère à 100 ppm N dans 100 ml d'eau distillée.

**Note :**

Préparer la solution fille à 10 ppm Si chaque semaine et les standards chaque jour.

---

(\*) : Les concentrations des solutions étalons sont transformées en  $\mu\text{moles/l}$  de  $\text{NH}_4^+$

## Annexe VI

### *Dosage des nitrites+nitrates*

#### 1-Réactifs :

##### 1-1-Solution tampon :

##### Produits chimiques exigés :

Chlorure d'ammonium $\text{NH}_4\text{Cl}$ .....	50g.
Solution d'ammonium $\text{NH}_4\text{OH}$ (25 %).....	$\pm$ 1ml.
Hydroxyde de sodium $\text{NaOH}$ .....	5 g.
Eau distillée $\text{H}_2\text{O}$ .....	1000 ml.
Bridj 35 (30 %)......	3 ml.

##### Préparation :

Dissoudre le chlorure d'ammonium dans 800 ml d'eau distillée. Ajuster le pH à 8,2 avec la solution d'ammonium. Ajouter l'hydroxyde de sodium et dissoudre. Ajuster à 1 litre avec de l'eau distillée et ajouter le Bridj 35 et mélanger.

**Note** : la solution est stable pendant une semaine. Quand la solution n'est pas utilisée il faut la conserver à 4°C.

##### 1-2-Réactif colorant

##### Produits chimiques exigés :

Acide o-phosphorique $\text{H}_3\text{PO}_4$ (85%) .....	5 ml.
Sulfanilamide $\text{C}_6\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_2\text{S}$ .....	10 g.
$\alpha$ -Naphthyléthylène diamine dihydrochloride $\text{C}_{12}\text{H}_{16}\text{Cl}_2\text{N}_2$ .....	0,5g.
Eau distillée $\text{H}_2\text{O}$ .....	850ml.

##### Préparation :

Diluer l'acide o-phosphorique dans  $\pm$ 750 ml d'eau distillée. Ajouter le sulfanilamide et le  $\alpha$ -Naphthyléthylène diamine dihydrochloride et dissoudre. Ajuster à 1 litre avec de l'eau distillée et mélanger.

**Note** : la solution est stable pendant deux semaines. Conserver dans une bouteille à couleur sombre.

---

(\*) : Les concentrations des solutions étalons sont transformées en  $\mu\text{moles/l}$  de  $\text{N-NO}_3^-$  ou de  $\text{N-NO}_2^-$  puis en  $\mu\text{moles/l}$  de  $\text{NO}_3^-$  ou en  $\text{NO}_2^-$ .

### 1-3-Liquide de rinçage :

Eau fraîchement distillée (régénérée chaque semaine).

### 2-Préparation des solutions étalons :

#### 2-1-Solution mère de 100 ppm N (\*)

##### Produits chimiques exigés :

Nitrate de sodium $\text{NaNO}_3$ .....	0,6068 g.
Eau distillée $\text{H}_2\text{O}$ .....	1000 ml.

##### Préparation

Dissoudre le nitrate de sodium dans  $\pm 800$  ml d'eau distillée. Ajuster à 1 litre avec de l'eau distillée et mélanger.

**Note** : la solution est stable pendant quatre semaines. Conserver à  $4^\circ\text{C}$  quand la solution n'est pas utilisée.

#### 2-2-Solution fille de 10 ppm N :

Diluer 10 ml de solution mère à 100 ppm N dans 100 ml d'eau distillée.

**Note** : préparer la solution fille à 10 ppm chaque semaine et les standards chaque jour.

### 3-Préparation de la colonne réductrice

#### 3-1-Solution d'acide chlorhydrique (4N)

##### Produits chimiques exigés :

Acide chlorhydrique $\text{HCl}$ (32%).....	400 ml.
Eau distillée $\text{H}_2\text{O}$ .....	600 ml.

**Préparation** : diluer l'acide chlorhydrique dans 600 ml d'eau distillée.

#### 3-2-Cadmium :

##### Produits chimiques exigés :

Granules de cadmium taille 0,3-1,0 mm (tamisé).....	2,5 g.
---	--------

##### Procédure de remplissage :

---

(\*) : Les concentrations des solutions étalons sont transformées en  $\mu\text{moles/l}$  de  $\text{N-NO}_3^-$  ou de  $\text{N-NO}_2^-$  puis en  $\mu\text{moles/l}$  de  $\text{NO}_3^-$  ou en  $\text{NO}_2^-$ .

1- Les granules de cadmium sont mélangés avec  $\pm 30$  ml de la solution d'acide chlorhydrique (4N).

- 1- Agiter pendant une minute.
- 2- Laver avec l'eau distillée.
- 3- Ajouter environ 50 ml de solution de sulfate de cuivre et agiter pendant 5 minutes.
- 4- Laver la saleté entre les granules avec l'eau distillée.
- 5- Sécher les granules de cadmium avec un filtre en papier.
- 6- Ajouter, à l'aide d'un entonnoir, les granules dans une colonne sèche, en secouant de temps en temps pour empaqueter la colonne des deux cotés.
- 7- Remplir jusqu'à  $\pm 5$  mm du sommet.
- 8- Placer un petit tube de polyéthylène, dans la colonne pour éviter que les granules ne sortent de la colonne.
- 9- Remplir la colonne, à l'aide d'une seringue contenant la solution tampon (réactif 1-1 préparé précédemment).
- 10- Placer la colonne dans le système.

**Note :** éviter que l'air rentre dans la colonne. Les granules de cadmium activés peuvent être stockés sec, dans une bouteille fermée.

---

(\*) : Les concentrations des solutions étalons sont transformées en  $\mu\text{moles/l}$  de  $\text{N-NO}_3^-$  ou de  $\text{N-NO}_2^-$  puis en  $\mu\text{moles/l}$  de  $\text{NO}_3^-$  ou en  $\text{NO}_2^-$ .

## Annexe VII

### *Dosage des phosphates*

#### 1-Réactifs

##### 1-1-Solution de molybdate d'ammonium

###### Produits chimiques exigés :

Tartrate de potassium et d'antimoine	
K(SbO) C <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub> 5H <sub>2</sub> O.....	230 mg.
Acide sulfurique H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (97%).....	69,4 ml.
Molybdate d'ammonium (NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> Mo <sub>7</sub> O <sub>24</sub> 4 H <sub>2</sub> O.....	6 g.
Eau distillée H <sub>2</sub> O.....	1000 ml.
FFD6.....	2 ml.

###### Préparation :

Dissoudre le tartrate de potassium et d'antimoine dans ±800 ml d'eau distillée. Ajouter soigneusement l'acide sulfurique en mélangeant constamment. Ajouter le molybdate d'ammonium et dissoudre. Ajouter à 1 litre d'eau distillée puis ajouter le FFD6 et mélanger.

###### Note :

Ne pas utiliser de cuillères en métal pour le molybdate d'ammonium. La sensibilité peut être augmentée de 50% en employant 35 ml d'acide sulfurique concentré au lieu de 69,4 ml. Avec 35 ml l'interférence des silicates est 10% pour 300 ppb Si et 10% pour 10% pour 10 ppb P.

Le pH final doit être inférieur à 1. La solution est stable pendant 5 jours. Conserver à 4°C quand la solution n'est pas utilisée.

##### 1-2-Solution d'acide ascorbique

###### Produits chimiques exigés :

Acide ascorbique C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>6</sub> .....	6 g.
Acétone C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O.....	60 ml.
Eau distillée H <sub>2</sub> O.....	1000 ml.
FFD6.....	2 ml.

---

(\*) : Les concentrations des solutions étalons sont transformées en µmoles/l de PO<sub>4</sub><sup>-</sup>.

## **Préparation**

Dissoudre l'acide ascorbique dans  $\pm 800$  ml d'eau distillée. Ajouter l'acétone. Ajuster à 1 litre avec de l'eau distillée puis ajouter le FFD6 et mélanger.

**Note :** la solution est stable pendant cinq jours. Conserver à 4°C quand la solution n'est pas utilisée.

### **1-3-Liquide de rinçage :**

Eau fraîchement distillée H<sub>2</sub>O (régénérée chaque semaine).

### **2-Préparation des solutions étalons :**

#### **2-1-Solution mère de 100 ppm P (\*) :**

##### **Produits chimiques exigés :**

Dihydrogène o-phosphate de potassium KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>.....0,4394 g.

Eau distillée H<sub>2</sub>O.....1000 ml.

**Note :** la solution est stable pendant quatre semaines. Conserver à 4°C quand la solution n'est pas utilisée.

#### **2-2-Solution fille de 10 ppm P**

Diluer 10 ml de la solution mère à 100 ppm P dans 100 ml d'eau distillée.

**Note :** préparer la solution fille à 10 ppm P chaque semaine et standards chaque jour.

---

(\*) : Les concentrations des solutions étalons sont transformées en  $\mu\text{moles/l}$  de PO<sub>4</sub><sup>-</sup>.

## Annexe VIII

### *Dosage des silicates*

#### **1-Réactifs :**

##### **1-1-Solution d'acide sulfurique :**

##### **Produits chimiques exigés :**

Acide sulfurique H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	10 ml.
Eau distillée H <sub>2</sub> O.....	1000 ml.
FFD6.....	2 ml.

##### **Préparation :**

Diluer l'acide sulfurique dans ±800 ml d'eau distillée. Ajuster à 1 litre avec l'eau distillée puis ajouter le FFD6 et mélanger.

**Note :** la solution est stable pendant une semaine. Conserver à 4°C quand la solution n'est pas utilisée.

##### **1-2-Solution de molybdate d'ammonium :**

##### **Produits chimiques exigés :**

Molybdate d'ammonium (NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> Mo <sub>7</sub> O <sub>24</sub> 4 H <sub>2</sub> O.....	20 g.
Eau distillée H <sub>2</sub> O.....	1000 ml.
FFD6.....	2 ml.

##### **Préparation :**

Dissoudre le molybdate d'ammonium dans ±800 ml d'eau distillée. Ajuster à 1 litre avec l'eau distillée puis ajouter le FFD6 et mélanger.

##### **Note :**

Conserver dans une bouteille de polyéthylène. La solution est stable pendant 1 jour. Ne pas utiliser de cuillères en métal pour le molybdate d'ammonium.

---

(\*) : Les concentrations des solutions étalons sont transformées en µmoles/l de SiO<sub>4</sub><sup>-</sup>.<

### 1-3-Solution d'acide oxalique :

#### Produits chimiques exigés :

Acide oxalique $C_2H_2O_4 \cdot 2H_2O$ .....	44 g.
Eau distillée $H_2O$ .....	1000 ml.

#### Préparation :

Dissoudre l'acide oxalique dans  $\pm 800$  ml d'eau distillée. Ajuster à 1 litre avec l'eau distillée et mélanger.

#### Note :

Conserver dans une bouteille de polyéthylène. La solution est stable pendant 1 mois.  
Conserver à 4°C quand la solution n'est pas utilisée.

### 1-4-Liquide de rinçage :

Eau fraîchement distillée  $H_2O$ .

**Note :** Changer l'eau quotidiennement. Conserver dans une bouteille de polyéthylène.

## 2-Préparation des solutions étalons :

### 2-1-Solution mère de 100 ppm Si (\*) :

#### Produits chimiques exigés :

Métasilicate de sodium $Na_2SiO_3 \cdot 9H_2O$ .....	1,0119 g.
Eau distillée $H_2O$ .....	1000 ml.

#### Préparation :

Dissoudre le métasilicate de sodium dans  $\pm 800$  ml d'eau distillée. Ajuster à 1 litre avec l'eau distillée et mélanger.

**Note :** La solution est stable pendant 1 mois. Conserver dans une bouteille de polyéthylène.

### 2-2-Solution fille de 10 ppm Si :

Diluer 10 ml de la solution mère à 100 ml d'eau distillée.

**Note :** Préparer la solution fille à 10 ppm Si chaque semaine et les standards chaque jour.

Conserver dans une bouteille de polyéthylène.

---

(\*) : Les concentrations des solutions étalons sont transformées en  $\mu\text{moles/l}$  de  $SiO_4^-$ .<

## Annexe XI

### *Les coordonnées géographiques des stations de prélèvements*

<b>STATION</b>	<b>N° de quai</b>	<b>Coordonnées géographiques</b>	
		<b>Latitude</b>	<b>longitude</b>
<b>S1</b>	Quai 17	3°03'45,57'' E	36°46 '15,22'' N
<b>S2</b>	Quai 21	3°3'50,97'' E	36°46'05,51'' N
<b>S3</b>	Quai 23	3°03'52,84'' E	36°45'52,09''N

## Annexe X

### *Tableau de sélections du volume pour le DBO*

<b>Volume (ml)</b>	<b>Marge de mesure (mg/l)</b>	<b>Facteurs</b>
432	0 - 40	1
365	0 - 80	2
250	0 - 200	5
164	0 - 400	10
97	0 - 800	20
43,5	0 - 2000	50
22,7	0 - 4000	100

---

(\*) : Les concentrations des solutions étalons sont transformées en  $\mu\text{moles/l}$  de  $\text{SiO}_4^-$ .