

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



**Mémoire de Fin d'Études en vue de l'obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat  
en Sciences de la Mer  
Option : Environnement**

## **Sujet**

---

**Impact des rejets des eaux usées sur le littoral Algérois,  
constat et diagnostic de la situation actuelle.**

---

**Par :**

**ADEM AMINA AMEL**

**Soutenu le 28. 06. 2011 devant la commission :**

<b>Mr BELKESSA.R</b>	<b>Maître de conférences /A(ENSSMAL)</b>	<b>Président</b>
<b>Mr DRICHE.M</b>	<b>Maître de conférences (ENSSMAL)</b>	<b>Examineur</b>
<b>Mme BENTCHIKOU.L</b>	<b>Maître Assistant / A (ENSSMAL)</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>Mme BACHARI.HOUMA.F</b>	<b>Maître de conférences /A (ENSSMAL)</b>	<b>Promotrice</b>

**Promotion 2010 - 2011**

*« The very survival of the human species depends upon the maintenance of an ocean clean and alive, spreading all around the world. The ocean is our planet's life belt. »*

**J.Y. COUSTEAU (1980).**

# *Remerciements*

Ce travail a été élaboré pour couronner cinq années d'études supérieures auprès de L'ENSSMAL, mes remerciements s'adressent donc d'une façon très profonde aux professeurs de l'école qui ont su me guider en me donnant d'importantes bases d'appui.

Je tiens à remercier Mme BACHARI HOUMA .F qui m'a encadré consciencieusement, et a mis à ma disposition les moyens nécessaires à l'accomplissement de ce projet.

Je remercie les membres du jury : Mr Belkessa, Mr Derriche et Mme Bentchikou, pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Mes sincères remerciements à l'ensemble des ingénieurs et techniciens des laboratoires de l'ESSMAL, le personnel de la bibliothèque, l'équipage du navire M.S Benyahia, ainsi que mes collègues.

J'exprime ma haute considération aux personnes qui m'ont apporté leurs soutiens au cours de mes recherches, je citerai en particulier :

Mr S.Tamani

Mr S.Arabe

Mr Metnani

Mr A.Lahlou

Melle L.Amrouche

Mme N.Eddalia

Mr Y.Matouk

Mr M.Azzouz

Mme Refes

À ces remerciements j'associe l'expression de ma profonde reconnaissance à mes parents, mes proches, et mes amis pour leur encouragement et leur soutien moral permanent et je leur dédie ce travail.

Enfin, je remercie toutes les personnes ayant contribué d'une manière ou d'une autre à la réalisation de ce mémoire.

---

## *SOMMAIRE*

---

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

### **1<sup>ère</sup> PARTIE : ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE**

#### **Chapitre I : Généralités**

Introduction .....	3
I-Eaux usées .....	3
1. Eaux usées domestiques .....	3
1.1. Eaux ménagères .....	3
1.2. Eaux vannes .....	3
2. Eaux usées industrielles .....	3
3. Eaux usées agricoles .....	3
II-Caractéristiques d'une eau .....	4
1. Paramètres physico-chimiques .....	4
1.1. Température (T) .....	4
1.2. Salinité(S).....	4
1.3. Potentiel d'hydrogène (pH) .....	5
1.4. Conductivité électrique(C).....	6
2. Indicateurs de pollution .....	6
2.1. Matières en suspension (MES) .....	6
2.2. Turbidité (Tu).....	7
2.3. Demande Chimique en Oxygène (DCO) .....	7
2.4. Demande biochimique en oxygène (DBO <sub>5</sub> ).....	8
2.5. Matière organique (MO) .....	9
3. Sels nutritifs .....	9
3.1. Rôle et sources des sels nutritifs .....	9
3.2. Différentes formes des sels nutritifs.....	9
3.2.1. Azote .....	9
3.2.2. Nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) .....	10
3.2.3. Nitrites (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) .....	10

---

## *SOMMAIRE*

---

3.2.4. Phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) .....	11
3.3. Sels nutritifs et le rapport de Redfield.....	11
4. Paramètres microbiologiques .....	11
4.1. Germes témoins de contamination fécale .....	12
4.1.1. Coliformes totaux (CT) .....	12
4.1.2. Coliformes fécaux « thermotolérants » (CF) .....	12
4.1.3. Streptocoques fécaux (SF) .....	13
4.1.4. Clostridium Sulfito-réducteurs.....	14
III- Etudes antérieures sur l'impact des rejets d'eaux usées sur le littoral Algérois.....	14
1. Evaluation de la pollution des principaux rejets au niveau du littoral Algérois .....	14
2. Qualité des eaux au niveau des principaux oueds du littoral Algérois.....	15
3. Contribution à l'étude des paramètres physico-chimiques et bactériologiques de l'embouchure de l'oued "Béni Messous" .....	16
4. Qualité des eaux des principaux rejets au niveau du littoral Algérois.....	16
5. Analyses effectuées par la SEAAL .....	17
6. Impact des eaux usées et des embouchures des oueds sur la qualité des eaux de la baie de Bouismail.....	18
7. Une base de données S.I.G pour l'étude de la pollution marine d'origine terrigène, cas oued El Harrach.....	18
IV Normes de rejet d'effluents .....	20

### **Chapitre II : Présentation de la zone d'étude**

I- Localisation géographique .....	22
II-Réseau hydrographique .....	22
1. Oued Béni Messous .....	22
2. Oued Mazafran.....	23
3. Oued El-Harrach .....	23
4. Oued El Hamiz .....	24
5. Oued Nador .....	24
III-Sources de pollution au niveau du littoral Algérois .....	24
1. La baie d'Alger.....	25

---

## *SOMMAIRE*

---

2. Baie de Bou Ismail .....	28
-----------------------------	----

### **2<sup>ème</sup> PARTIE : ÉTUDE EXPÉRIMENTALE**

#### **Chapitre III : Matériels et méthodes**

I- Choix et localisations des stations de prélèvement.....	30
II-Prélèvement et échantillonnage .....	31
1. Prélèvements d'eau.....	32
2. Prélèvements de sédiment.....	33
III-Analyses et modes .....	33
1. Mesure opératoires des paramètres physico-chimiques.....	33
2. Mesure des paramètres indicateur de pollution .....	33
2.1. Matière en suspension .....	33
2.2. Matière organique particulaire .....	35
2.3 Demande chimique en oxygène DCO.....	35
3.4. Demande biochimique en oxygène (DBO <sub>5</sub> ).....	37
3. Dosage des sels nutritifs .....	37
3.1. Méthode d'analyse .....	37
3.2. Définition de la colorimétrie.....	37
3.3. Principe général .....	38
3.4. Etalonnage .....	38
3.5. Courbes d'étalonnages de la Baie d'Alger et le Port.....	39
3.6. Courbes d'étalonnage de la Baie de Bouismail.....	40
4. Analyses Microbiologiques.....	41
4.1. Dénombrement bactérien dans la matrice eau .....	41
4.1.1. Dénombrement des Coliformes totaux et Coliformes thermotolérants «fécaux».....	42
4.1.2. Dénombrement des Streptocoques fécaux .....	43
4.1.3. Dénombrement des germes sulfitoréducteurs .....	44
4.2. Dénombrement bactérien dans la matrice sédiment.....	47

**Chapitre IV : Résultats et discussions**

I- Analyse paramétrique .....	48
1. Variations des paramètres dans la Baie d'Alger.....	51
1.1. La température .....	51
1.2. Salinité .....	51
1.3. Le potentiel d'hydrogène (pH).....	52
1.4. Oxygène dissous .....	52
1.5. La conductivité .....	53
1.6. La turbidité .....	54
1.7. Les matières en suspension (MES) .....	54
1.8. Paramètres bactériologiques.....	55
1.8.1 Les Coliformes totaux .....	55
1.8.2 Coliformes fécaux .....	55
1.8.3 Sulfito-réducteurs .....	56
1.8.4 Streptocoques fécaux .....	56
1.8.5.Étude de l'origine de la pollution .....	56
1.9. Variations des sels nutritifs.....	56
1.9.1. Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) .....	56
1.9.2. Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) .....	56
1.9.3. Orthophosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ ).....	56
1.9.4. Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ).....	56
1.9.5. Silice .....	57
2. Variations des paramètres dans le Port d'Alger.....	57
2.1. La température .....	57
2.2. Salinité .....	57
2.3. Le potentiel d'hydrogène (pH) .....	58
2.4. Oxygène dissous .....	58
2.5. Turbidité .....	58
2.6. Les matières en suspension (MES).....	59

---

## *SOMMAIRE*

---

2.7. Variations des sels nutritifs.....	59
2.7.1. Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ).....	59
2.7.2. Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ).....	59
2.7.3. Orthophosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ ).....	59
2.7.4. Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ).....	59
2.7.5. Silice.....	60
3. Variations des paramètres dans la Baie de Bouismail.....	60
3.1. La température.....	60
3.2. Le potentiel d'hydrogène (pH) .....	60
3.4. La salinité.....	61
3.5. La conductivité .....	61
3.6. Paramètres bactériologiques.....	62
3.6. Variations des sels nutritifs.....	62
3.6.1. Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) .....	62
1.6.2. Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ).....	63
3.6.2. Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) .....	63
3.6.3. Orthophosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ ).....	63
3.6.4. Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ).....	63
3.6.5. Silice.....	63
4. Variation des paramètres microbiologiques dans le sédiment.....	63
II-Distribution spatiale des paramètres analysés.....	64
Conclusion générale .....	66
Bibliographie.....	
Annexes	

## Liste des tableaux

### Chapitre I

Tableau 1.1 : Valeurs typiques de DCO	8
Tableau 1.2 : Valeurs typiques de DBO <sub>5</sub>	8
Tableau 1.3 : Sources de contamination selon le rapport CF/SF	13
Tableau 1.4 : Valeurs des paramètres physicochimiques et des indicateurs de pollution.	15
Tableau 1.5 : Caractéristiques des oueds qui composent le réseau hydrographique du littoral Algérois	15
Tableau 1.6 : Résultats d'analyse des paramètres indicateurs de pollution.	16
Tableau 1.7 : Résultats de prélèvements des paramètres physico-chimiques et bactériologiques de l'embouchure de l'oued Béni-Messous.	16
Tableau 1.8 : Résultats d'analyse dans les principaux rejets du littoral Algérois.	17
Tableau 1.9 : Valeurs de certains paramètres dans différentes zones.	17
Tableau 1.10 : Principales industries pratiquées au niveau de la baie de Bouismail (ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement et du tourisme)	18
Tableau 1.11 : Estimation du volume des eaux usées d'origine urbaine rejeté quotidiennement au niveau de l'oued El Harrach (APPL, 2003).	19
Tableau 1.12 : Résultats d'analyses des différents paramètres au niveau de l'oued El-Harrach	20
Tableau 1.13 : Valeurs limite des paramètres de rejet dans un milieu récepteur	21

### Chapitre II

	23
	23
	24
	24
Tableau 2.1 : Caractéristiques de l'Oued Béni Messous.	24
Tableau 2.2 : Caractéristiques de l'Oued Mazafran	25
Tableau 2.3 : Caractéristiques de l'Oued El-Harrach	26
Tableau 2.4 : Caractéristiques de l'Oued El Hamiz	26
Tableau 2.5 : La pollution chimique et organique dans la zone côtière Algéroise.	26
Tableau 2.6 : Les principaux rejets d'eaux usées dans la baie d'Alger.	
Tableau 2.7 : Quantités des eaux usées au niveau de la baie d'Alger.	63
Tableau 2.8 : Rejets d'eaux usées dans le port d'Alger.	66

### Chapitre IV

	48
Tableau 4.1 : Résultats des paramètres physicochimiques au niveau de la Baie d'Alger.	48
Tableau 4.2: Résultats des paramètres physicochimiques au niveau du Port d'Alger	48
	72
Tableau 4.3 : Résultats des paramètres physicochimiques au niveau de la baie de Bouismail	73

Tableau 4.4 : Résultats des paramètres indicateurs de pollution dans la Baie d'Alger	49
Tableau 4.5 : Résultats des paramètres indicateurs de pollution dans le Port d'Alger	49
Tableau 4.6 : Résultats des paramètres microbiologiques dans de la baie de Bouismail	50
Tableau 4.7: Résultats des sels nutritifs de la Baie d'Alger, du Port et de la Baie de Bouismail	50
Tableau 4.7 : Résultats des paramètres microbiologiques dans le sédiment	56
Tableau 4.8 : Le rapport CF/SF	

## **Annexes**

### **Annexe 2**

Tableau 1: Les rejets d'eaux usées ans la wilaya de Tipaza.

### **Annexe 3**

Tableau 1: Répartition des unités industrielles implantées au niveau du bassin versant de l'oued El-Harrach.

Tableau2: Quantification et caractérisation des rejets liquides générés par les unités industrielles identifiées.

### **Annexe 7**

Tableau 1 : Coordonnées géographiques des stations de prélèvements au niveau de la baie d'Alger.

Tableau 2 : Coordonnées géographiques des stations de prélèvements au niveau du port d'Alger.

### **Annexe 8**

Tableau 1:Appareils de mesure des paramètres physico-chimiques.

## Liste des figures

### Chapitre I

Figure 1.1 : Coliformes fécaux	12
Figure 1.2 : Streptocoques fécaux	13
Figure 1.3 : <i>Clostridium perfringens</i>	14

### Chapitre 2

Figure 2.1: Situation géographique du littoral Algérois	22
Figure 2.2 : Distribution de la population et principaux rejets d'eaux usées en baie d'Alger	25
Figure 2.3 : Pollution par les rejets industriels et urbains au niveau de la baie d'Alger	27
Figure 2.3 : Les principaux rejets dans la baie de Bouismail	28
Figure 2.5 : Pollution par les rejets industriels et urbains au niveau de la baie de Bousmail	29

### Chapitre 3

Figure 3.1 : Localisation des stations de prélèvement dans la baie d'Alger	30
Figure 3.2 : Localisation des stations de prélèvement dans le port d'Alger	31
Figure 3.3 : Localisation des stations de prélèvement dans la Baie de Bouismail	31
Figure 3.4 : Bouteille Niskin	32
Figure 3.5 : Benne	33
Figure 3.6 : Dispositif de l'appareil de filtration sur membrane	34
Figure 3.7 : Photos de l'Auto-Analyzer SAN plus System, SKALAR®, 1998	37
Figure 3.8 : Courbe d'étalonnage des nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )	39
Figure 3.9 : Courbe d'étalonnage de l'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )	39
Figure 3.10 : Courbe d'étalonnage de la silice ( $\text{SiO}_2^-$ )	39
Figure 3.11 : Courbe d'étalonnage des nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )	39
Figure 3.12 : Courbe d'étalonnage des phosphates ( $\text{PO}_4^-$ )	39
Figure 3.13 : Courbe d'étalonnage des nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )	40
Figure 3.14 : Courbe d'étalonnage de l'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )	40
Figure 3.15 : Courbe d'étalonnage des phosphates ( $\text{PO}_4^-$ )	40
Figure 3.16 : Courbe d'étalonnage de la silice ( $\text{SiO}_2^-$ )	40
Figure 3.17 : Courbe d'étalonnage des nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )	40
Figure 3.18 : Technique de dénombrement des coliformes	42
Figure 3.19 : Technique de dénombrement des streptocoques fécaux	43
Figure 3.20 : Technique de recherche des bactéries sulfiteoréductrices	44
Figure 3.21 : Technique de recherche des salmonelles	45
Figure 3.22 : Technique d'identification des salmonelles	46
Figure 3.23 : Dénombrement des indicateurs de contamination fécale par la méthode des NPP dans les sédiments	47

## Chapitre IV

Figure 4.1 : Variation de la température dans la baie d'Alger	51
Figure 4.2 : Schéma probable de la dynamique sédimentaire dans la baie d'Alger (LEM,1998)	51
Figure 4.3 : Variation de la salinité dans la baie d'Alger	52
Figure 4.4 : Variation de pH dans la baie d'Alger	52
Figure 4.5 :Variation de la concentration de l'oxygène dissous dans la baie d'Alger	53
Figure 4.6 : Variation de la conductivité dans la baie d'Alger	54
Figure 4.7 : Variation de la turbidité dans la baie d'Alger	54
Figure 4.8 : Variation des matières en suspension dans la baie d'Alger	55
Figure 4.9 : Variations des germes au niveau de la baie d'Alger	55
Figure 4.10 : Variation de la température dans le port d'Alger	57
Figure 4.11 : Variation de la salinité dans le port d'Alger	58
Figure 4.12 : Variation des concentrations d'oxygène dissous dans le port d'Alger	58
Figure 4.13 : Variation de la turbidité dans le port d'Alger	59
Figure 4.14 : Variation des teneurs en MES dans le port d'Alger	59
Figure 4.15 : Variation de la température dans la baie de Bouismail	60
Figure4.16 : Variation du pH dans la baie de Bouismail	61
Figure 4.17 : Variation de la salinité dans la baie de Bouismail	61
Figure 4.18 : Variation de la conductivité dans la baie de Bouismail	62
Figure 4.19 : Variations des germes au niveau de la baie de Bouismail	62
Figure 4.19 : Variations des germes dans le sédiment	63
Figure 4.20 : Distribution spatiale de la température de surface dans le port d'Alger	64
Figure 4.21 : Distribution spatiale de la salinité des eaux de surface du port d'Alger	64
Figure 4.22 : Distribution spatiale de la concentration en oxygène dissous dans les eaux de surface du Port d'Alger	65
Figure 4.23 : Distribution spatiale de la turbidité en surface dans le Port d'Alger	65
Figure 4 .26 : Distribution spatiale de la matière organique particulaire dans le port d'Alger	66
Figure 4.27 : Distribution spatiale de la Conductivité dans les eaux de Surface du port d'Alger.	

## Annexes

### Annexe 1

- Figure 1 : Localisation de l'oued Béni-Messous  
Figure 2 : Positionnement des stations de prélèvement à Béni Messous

### Annexe 6

- Figure 1 : Filtres Wattman, type GF/F.  
Figure 2 : Four à Moufle.  
Figure 3 : Creusets.  
Figure 4 : Dessiccateur.  
Figure 5 : DCO-mètre.  
Figure 6 : DBO-mètre

## INDEX

**APPL** : L'Agence pour la Promotion Protection du Littoral Algérois.

**BEA** : Gélose Bile-Esculine-Azide.

**C** : Conductivité électrique.

**CF** : Coliformes fécaux.

**Cl (‰)** : Chlorinité.

**CT** : Coliformes totaux.

**DBO<sub>5</sub>** : Demande biochimique en oxygène.

**DBO<sub>5</sub>** : Demande biologique en oxygène.

**DCO** : Demande chimique en oxygène.

**DCO/DBO<sub>5</sub>** : Rapport de biodégradabilité.

**E.N.S.S.M.A.L** : Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral.

**MES** : Matière en suspension.

**MO** : Les matières organiques.

**N: Azote.**

**NH<sub>4</sub><sup>+</sup>** : Ammonium.

**NO<sub>2</sub><sup>-</sup>** : Nitrites.

**NO<sub>3</sub><sup>-</sup>** : Nitrates.

**O<sub>2</sub>** : Oxygène.

**OD** : Oxygène dissous.

**OMS** : Organisation mondiale de la santé.

**P** : Phosphore.

**PAC** : Programme d'Aménagement côtier.

**PNUD** : Programme des Nations Unies pour le développement.

**PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>** : Phosphates.

**PSU** : Pratical Salinity Unit.

**S** : Salinité.

**SEAAL** : Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger.

**SF** : Streptocoques fécaux.

**SFB** : Bouillon au sélénite de sodium.

**SS** : Salmonella et Shigella.

**T** : Température.

**Tu** : Turbidité.



*Introduction  
Générale*



## Introduction générale

La zone côtière Algéroise illustre une situation d'un développement socio-économique peu reluisante à l'égard de la pérennité des ressources et des équilibres du milieu.

L'empreinte des eaux continentales est assez marquée, et tend à faire perdre à ce littoral ses atouts majeurs liés à son attractivité et la qualité de vie qu'il est censé apporter.

Le facteur principal du déséquilibre de cet espace est la croissance démographique. À titre d'illustration, la population est passée de 1 687 579 d'habitants en 1987, à plus de 3 millions d'habitants en 2010.

Aujourd'hui, alors que l'industrialisation se développe, les problèmes environnementaux au niveau d'Alger font apparaître que l'espace marin subit l'action de trois types de pollution, urbaine, industrielle et agricole.

Il faut savoir que la majorité des villes côtières ne sont pas dotées d'un réseau d'assainissement raccordés à des stations d'épuration. Toutefois notons qu'un certain nombre de stations même existantes restent inopérantes pour de multiples raisons, cette situation a pour effet le déversement direct des eaux usées en mer.

Ce qui d'ailleurs peut constituer pour Alger un abcès de fixation, comme pour l'oued el Harrach qui à l'heure actuelle constitue un égout à ciel ouvert.

Cette problématique n'est pas encore résolue malgré les politiques d'assainissement en vigueur depuis les années 70.

Ces conséquences portent aussi sur la pêche, la pisciculture et conchyliculture et le tourisme (qualité des eaux de baignade) (**Gaujous ,1998**).

L'objectif de cette étude consiste d'abord à comprendre et à décrire, d'un point de vue technique l'origine d'une telle situation, ensuite évaluer le degré et l'impact des eaux de rejet au niveau du littoral Algérois, et ceci par l'analyse de différents paramètres de caractérisation d'une eau usée (**Boeglin, 1999**).

Et finalement, voir qu'elles sont les actions engagées en vue de freiner la dégradation continue de cet espace stratégique du territoire national.

Le présent document comporte quatre chapitres:

- Le premier est consacré aux généralités,
- Le second nous présente la zone d'étude,
- le troisième décrit les méthodes de prélèvement ainsi que les étapes d'analyses,
- Enfin dans le quatrième chapitre sont présentés les résultats,
- Et en guise de conclusion critique, nous verrons les perspectives visant à améliorer la situation du littoral du centre.



*1ère Partie :*  
*Étude Bibliographique*



# CHAPITRE I

## *Généralités*

## Introduction

L'accroissement démographique, l'industrialisation intensive, le développement de l'agriculture, l'extension des centres urbains, des stations balnéaires sur la côte, ont entraîné une hausse considérable de la quantité d'eaux usées déversées en mer.

Lutter contre ce fléau implique une surveillance rigoureuse, permettant de neutraliser les conséquences écologiques, les dangers qui en découlent pour la santé de l'homme et de ses activités dans les eaux côtières polluées.

## I- Eaux usées

Ce sont des eaux ayant subi une modification de leur composition ou de leur état, suite à une utilisation domestique, industrielle, artisanale, agricole ou autre.

Ces eaux sont impropres à d'autres utilisations de qualité, et sont considérées comme polluées qui doivent être traitées. (Bliefert et Perraud, 2001).

Nous distinguons plusieurs types d'eaux usées suivant leur origine :

### 1. Eaux usées domestiques

Elles sont générées par les différents usages domestiques de l'eau. (Gomella et Guerree, 1978).elles se répartissent en :

**1.1.Eaux ménagères** : Proviennent des salles de bains et des cuisines, et sont généralement chargées en détergents, graisses, solvants, et en débris organiques.

**1.2. Eaux vannes** : Il s'agit des rejets des toilettes, chargés de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux. (Gomella et Guerree, 1978).

### 2. Eaux usées industrielles

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à une autre. D'après Gaujous(1995), en plus des matières organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir :

- Des graisses (industries agroalimentaires, équarrissage) ;
- Des acides, des bases et divers produits chimiques (industries chimiques, tanneries) ;
- Des métaux (traitements de surface, métallurgie) ;
- De l'eau chaude (circuit et refroidissement es centrales thermiques) ;
- Des hydrocarbures (raffineries) ;
- Des matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs).

### 3. Eaux usées agricoles

L'agriculture est la cause essentielle des pollutions diffuses. (Bontoux, 1993).

Ces eaux proviennent des fermes ou des cultures et se caractérisent par de fortes teneurs en sels minéraux (azote, phosphore, potassium), dont la source est l'utilisation des engrais, purins et lisiers (élevages).

Elles peuvent également être chargées en produits chimiques de traitement (pesticides, herbicides). Parmi les polluants d'origine agricole, il faut tenir compte aussi des détergents se dispersant lors de traitement des cultures. (Gomella et Guerree, 1978).

## **II- Caractéristiques d'une eau**

L'évaluation de la qualité de l'eau nécessite des analyses, incluant le dosage de nombreux paramètres physico-chimiques et bactériologiques. Ces analyses sont effectuées par des méthodes dont les protocoles sont bien définis.

### **1. Paramètres physico-chimiques**

La pollution résulte de l'introduction dans un milieu de substances conduisant à son altération. Elle se traduit généralement par des modifications des caractéristiques physico-chimiques du milieu récepteur.

L'étude de la pollution consistera donc à mesurer, par des analyses, ces caractéristiques, facilement mesurables en continu par des sondes. (Gaujous, 1995).

#### **1.1. Température (T)**

La température est l'un des premiers facteurs qui contrôle l'essentiel des activités biologiques et écologiques des êtres vivants. (Thierry, 1987). Elle conditionne la nature des communautés aussi bien terrestres qu'aquatiques, ainsi que leurs caractères de développement (Ramade, 2000).

Dans les océans, la température décroît de la surface vers le fond. Elle varie en fonction des autres descripteurs physico-chimiques. Dans les eaux de surface, sa variation dépend essentiellement des phénomènes climatiques. (Aminot et Chaussepied, 1983).

La température agit sur le pH, la densité, la viscosité, et sur les réactions chimiques et biochimiques (Bremond et Perrodon, 1979). Elle affecte la solubilité des gaz dans l'eau (en particulier celle de l'oxygène et du CO<sub>2</sub>) et peut donc menacer la survie des poissons. Les températures adéquates dépendent du type d'eau que vous étudiez. (Seed, 2003).

Sa mesure est nécessaire pour accéder à la détermination du champ de densité et des courants. (Rodier, 1997).

La température doit être mesurée in situ. Les appareils de mesure de la conductivité ou du pH possèdent généralement un thermomètre intégré.

#### **1.2. Salinité (S) (*Practical Salinity Unit*)**

La salinité est une propriété de l'eau de mer qui est fondamentale à l'étude du milieu marin. Elle permet de connaître la circulation océanique, identifier les masses d'eaux d'origines différentes et de suivre leurs mélanges au large comme à la côte ou dans les estuaires. (Aminot et Kérouel, 2004).

Elle correspond à la teneur en sels dissous. Elle peut être mesurée et exprimée de différentes manières suivant que l'on considère l'ensemble des corps ou seulement les sels dominants (Rodier *et al.* 2005). Les premières définitions de la salinité et de la chlorinité ont été données par Sorensen en 1902 :

- ✓ « **La salinité** est la masse en grammes des substances solides contenues dans un kilogramme d'eau de mer».
- ✓ «**La chlorinité** est la masse en gramme de chlore équivalent à la quantité totale d'halogènes, dans un kilogramme d'eau de mer».
- ✓ La relation entre la salinité et la chlorinité est exprimée par l'équation suivante :

$$S(\text{PSU}) = 1.80655\text{Cl} (\text{‰}) \quad \dots (1.1)$$

Par la suite des méthodes furent développées, permettant ainsi de déterminer la salinité à partir des mesures de conductivité, température, et de pression. et dès les années 1978, l'échelle pratique de salinité (PSU) définit la salinité en termes de rapport de conductivité (Aminot et Chaussepied, 1983).

### 1.3. Potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH est relatif à la concentration en ion hydrogène ( $\text{H}^+$ ) dans un milieu, donc à l'acidité de ce milieu (Aminot et Kérouel, 2004) ; il permet alors de mesurer l'acidité, l'alcalinité ou la basicité d'une eau (Gomella et Guerree, 1978). Il résulte de la composition ionique de l'eau, et essentiellement de la présence des carbonates issus de l'échange de dioxyde de carbone. C'est à dire une modification du  $\text{CO}_2$ , par la respiration, photosynthèse, échange air- océan. (Ramade, 2000).

Cette notion est définie par Sorensen (1909) comme le logarithme décimal de la concentration en ion  $\text{H}^+$ .

$$(\text{pH} = - \log [\text{H}^+]) \quad \dots (1.2)$$

L'eau de mer est moins sensible aux variations du pH grâce à l'effet tampon des sels dissous, le pH en surface est proche de 8,1 et descend à 7,7 en eau profonde. (Aminot et Chaussepied, 1983).

Le pH résume, en outre, la stabilité et l'équilibre établis entre les différentes formes de l'acide carbonique. (Hutchinson, 1967).

Les variations de pH suivent celle de la température, la salinité, l'oxygène dissous et le volume du  $\text{CO}_2$  dissous (Ottoman, 1965), sa modification est due aussi à des facteurs chimiques, des rejets industriels ou des rapports d'eaux continentales à pH acide.

En milieu fermé ou semi-fermé (estuaires, baies, ports), le pH peut avoisiner le 7 ou atteindre des valeurs plus acides. (Lefebvre *et al.*, 1993).

Sa mesure aura deux applications à considérer séparément : le suivi de la qualité des eaux d'une part, et les études thermodynamiques des équilibres chimiques, d'autre part. (Aminot et Kérouel, 2004).

La faune et la flore aquatique est très sensible aux variations du pH, ainsi un développement correct n'est possible que si la valeur de ce paramètre est comprise entre 6 et 9. En plus de son influence sur les organismes, ce paramètre agit sur d'autres éléments tel que les métaux, où il est capable de diminuer ou d'augmenter la disponibilité et donc la toxicité.

#### **1.4. Conductivité électrique (C)**

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques (Rodier *et al*, 2005). Elle permet d'évaluer la charge totale en électrolytes d'une eau (Ramade, 2000). Elle est très élevée en milieu marin en raison de la forte concentration en sels dissous (Aminot et Kérouel, 2004). La conductivité est en fonction de la température de l'eau. Les résultats de mesure doivent être présentés en termes de conductivité équivalente à 20 ou 25°C.

L'unité de conductivité est le micro-Siemens par centimètre ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Sa mesure absolue peut servir au calcul de la salinité, mais les conditions de mesure sont alors plus complexes.

Dans ce cas, la conductivité d'un échantillon est déterminée par comparaison avec la conductivité d'une eau de mer standard (eau de mer normale) dont la salinité est de 35 ‰ (Rodier *et al* ; 2005).

Tout comme la température, des contrastes de conductivité permettent de mettre en évidence des pollutions, des zones de mélanges ou d'infiltration...

Ce paramètre doit impérativement être mesuré sur le terrain. La procédure est simple et permet d'obtenir une information très utile pour caractériser l'eau.

## **2. Indicateurs de pollution**

### **2.1. Matières en suspension (MES)**

La connaissance des teneurs en matière en suspension est importante pour l'étude des milieux aquatiques. Elle représente la fraction de matières particulaires organique et inorganique entraînées passivement par les mouvements d'eaux (Aminot et Chaussepied, 1983), et dont la taille serait supérieure à  $0,5\mu\text{m}$ . (Strickland et Parsons, 1972).

En plus des substances dissoutes, l'eau de mer contient des matières en suspension d'origines minérales ou organiques, vivantes ou détritiques, de nature biogénique, terrigène, éolienne ou météoriques (Ivanoff 1972) peuvent également correspondre à des sels minéraux précipités, des sédiments, des fragments minéraux, des squelettes planctoniques, ou encore des organismes vivants servant de nutriments aux organismes filtreurs tels que les moules et les bivalves. (Lefebvre *et al.*, 1993).

Les matières en suspension comportent tous les composés ayant un diamètre supérieur à  $0,45\mu\text{m}$  et elles peuvent être un indice de pollution. (Aminot & Chausse-pied, 1983).

Elles sont transportées au sein de la masse d'eau qu'elle soit douce, marine ou résiduaire. (Ottmann, 1983)

Des teneurs élevées en matières en suspension réduisent la transparence de l'eau, empêchent la pénétration de la lumière, diminuent l'oxygène dissous et limitent le développement de la vie aquatique en créant des déséquilibres entre diverses espèces.

Les particules présentent une surface de contact importante pour des échanges physico-chimiques ou biologiques avec l'eau de mer. (Mertes *et al.* 1993). Elles sont parfois responsables de l'asphyxie des poissons par colmatage des branchies. (Rodier, 1997 ; Berne & Cordonnier, 1991).

Elles peuvent aussi interférer sur la qualité d'une eau par des phénomènes d'adsorption notamment de certains éléments toxiques et de ce fait être une voie de pénétration d'éléments toxiques plus ou moins concentrés dans l'organisme. (Sirone *et al.* 1986).

Selon leur nature, elles sont également une source nutritive non négligeable pour la faune. Elles peuvent être aussi considérées comme des transporteurs importants des polluants, fertilisants, toxiques et biologiques (Lacaze, 1996). Dans les océans, la concentration en matières en suspension est faible : elle diminue de la surface jusqu'au fond. Contrairement aux milieux côtiers et estuariens, les teneurs sont les plus importantes.

## 2.2. Turbidité (Tu)

La turbidité est définie comme étant "l'expression de la propriété optique qui fait que la lumière soit dispersée et absorbée plutôt que transmise en ligne droite à travers un échantillon," cette dispersion est provoquée par l'interaction de la lumière avec les particules en suspension dans l'échantillon.

La turbidité est fonction de la concentration, de la taille, de la forme et des coefficients de références, d'adsorption, et de réfraction des particules présentes (McCarthy *et al.* 1974 ; Bunt *et al.* ; 1999 in Aminot et Kérouel, 2004). Elle est inversement proportionnelle à la transparence de l'eau, et varie selon les matières en suspension (MES). (Lacaze, 1996).

Elle est mesurée :

- Soit visuellement par la hauteur d'eau à travers laquelle on ne distingue plus un objet (disque de Secchi, fil de platine), là elle est exprimée en mètre.
- Soit électroniquement (néphélométrie) par comparaison avec une gamme de solution de référence (silice, mastic, formazine) ; elle est alors exprimée en mg/l de silice, de mastic,...ou en unité (NTU, Nephelometric Turbidity Unit). (Gaujous, 1995).

## 2.3. Demande Chimique en Oxygène (DCO)

Elle correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder dans des conditions opératoires définies les matières organiques présentes dans un échantillon donné.

Elle 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 ainsi d'évaluer la quantité totale de pollution organique. (Burns & Villeneuve, 1982 ; Volhardt & Schore, 1995).

L'oxydation est réalisée par un oxydant chimique énergétique ayant un pouvoir d'oxydation puissant (le bichromate de potassium à chaud en milieu acide) en présence d'un catalyseur (ions  $\text{Ag}^{2+}$ ). La quantité de réactif consommé pour l'oxydation des matières organiques présentes, rapportée en mg/l d'oxygène, correspond à la DCO.

Le dosage ne renseigne pas sur la nature des éléments présents et peut être faussé selon la teneur en chlore (ions  $\text{Cl}^-$ ). L'interférence des chlorures peut être éliminée partiellement (cela dépend de la concentration) par l'ajout de sulfate de mercure ( $\text{Hg}^+$ ) à la prise d'essai. (Rodier, 1997).

**Tableau 1.1** : Valeurs typiques de DCO (Bliefert & Perraud, 2001).

DCO (mg/l)	Type d'eaux usées/substrat
5-20	Eaux courantes
20-100	Eaux usées communales après épuration biologique
300-1000	Eaux usées communales non épurées
22000	Eaux d'infiltration de décharges

#### 2.4. Demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)

La DBO constitue une mesure de la pollution des eaux par les matières organiques, elle s'exprime en milligramme d'oxygène par litre. Nous la mesurons à travers des tests normalisés après 5 jours d'incubation, d'où le terme de la DBO<sub>5</sub>.

Elle désigne la quantité d'oxygène nécessaire à l'action des bactéries aérobies pour oxyder les matières organiques fermentescibles par voie biologique. (Ramade, 2000).

Ce paramètre est utilisé pour évaluer les matières organiques biodégradables dans les eaux (Bontoux, 1993), et déterminer l'impact d'un rejet sur le milieu naturel ou l'intensité du traitement nécessaire à l'épuration d'un rejet par un procédé biologique.

Dans les eaux pures on trouve des valeurs inférieures à 1mg d'(O<sub>2</sub>)/l, et lorsqu'elle dépasse les 9mg/l, l'eau est considérée comme impropre. (Gomella et Guerree, 1978).

**Tableau 1.2** : Valeurs typiques de DBO<sub>5</sub> (Bliefert & Perraud, 2001).

DBO <sub>5</sub> (mg/l)	Type d'eaux usées/substrat
6	Cours d'eaux courantes modérément pollués
20	Eaux communales après traitement biologique
250	Eaux communales non épurées
> 5000	Eaux usées de l'industrie alimentaire
13 000	Eaux de ruissellement sous les décharges

## 2.5. Matière organique (MO)

C'est un ensemble de substances organiques existant à l'état dissous ou particulaire dans les biotopes aquatiques. Les matières organiques sont à la fois présentes dans les eaux et les sédiments. (Ramade, 2000).

Le taux de matières organiques est en moyenne de 45 mg/l en zone marine côtière libre. Il augmente cependant de 29 % par rapport à cette valeur dans les enceintes portuaires sans égouts et de 53 % dans celles où existent un ou plusieurs rejets d'eaux résiduaires (Aubert et al. 1972). Ce paramètre peut être défini à partir de la DBO<sub>5</sub> et de la DCO selon la formule suivante

$$MO = (2 \times DBO_5 + DCO) / 3 \quad \dots (1.3)$$

## 3. Sels nutritifs

### 3.1. Rôle et sources des sels nutritifs

L'azote, le phosphore et le silicium sont indispensables à la nutrition des organismes. Les deux premiers ne représentent respectivement que 6 % et 1 % de la biomasse. (Aminot et al, 2004).

Ces éléments nutritifs limitent l'activité photosynthétique des organismes. (Copin-Montégut, 1996). Leur présence dans le milieu marin a plusieurs origines qu'on peut classer en deux principales sources :

- ✓ **Source externe** : elle concerne les apports continentaux déversant en mer, qu'ils soient par voie éolienne ou par voie fluviale.
- ✓ **Source interne** : représente l'origine la plus importante, elle est assurée par :
  - Les flux verticaux et leur régénération à partir de la matière organique issue de la photosynthèse effectuée par les organismes autotrophes dans la couche euphotique (Levitus et al, 1993).
  - Les excréments des microorganismes marins qui libèrent certaine forme de sels nutritifs.
  - La diffusion des sédiments marins (1%).

La production primaire des eaux de surface est basée sur les sels nutritifs et la lumière, ainsi ils reflètent la richesse et la fertilité des eaux marines. Ce sont donc des traceurs chimiques non conservatifs et leur variation est gouvernée par les facteurs physiques, chimiques et biologique (Jacques et al., 1986). Ce qui va permettre la caractérisation et l'identification des masses d'eau, mais aussi la compréhension de certains phénomènes océaniques : circulation des eaux, production primaire marine.

### 3.2. Différentes formes des sels nutritifs

#### 3.2.1. Azote

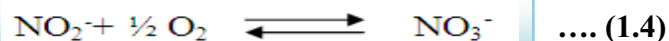
Il existe sous trois formes : nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), et de composés organiques tels que l'urée ou les acides aminés. Ce sont les formes d'azote utilisables par le phytoplancton. (Copin-Montégut, 1996).

L'ammonium est souvent dominant (Aminot et Chausse-pied, 1983). En milieu oxydant, l'ammonium se transforme en nitrites puis en nitrates ; ce qui induit une consommation d'oxygène (Gaujous, 1995). A proximité des émissaires urbains, l'ammonium devient un bon traceur de pollution urbaine avec des concentrations pouvant atteindre plusieurs centaines de  $\mu\text{mole/l}$  (Aminot et Chausse-Pied, 1983).

### 3.2.2. Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )

Les nitrates sont la forme la plus répandue et la plus stable de l'azote dans l'océan. Ils représentent environ 65% du stock de l'azote. La concentration varie de 0  $\mu\text{mole/L}$  en surface à plus de 45  $\mu\text{mole/l}$  dans les eaux profondes des océans. Cependant, dans les estuaires, lorsque la salinité décroît et les apports terrigènes augmentent, les concentrations de nitrates peuvent atteindre plusieurs centaines de micromoles par litre (Aminot et al, 1983). L'ion nitrate est une forme oxydée stable de l'azote en solution aqueuse.

Il ne présente pas de faculté de complexation ou d'absorption. Il entre dans le cycle de l'azote comme support principal de la croissance phytoplanctonique, il est ensuite régénéré. Lorsque la vitesse de régénération est inférieure à la vitesse d'utilisation, les ions nitrates sont un facteur limitant de la croissance des algues. Il résulte de l'oxydation des nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) par une réaction exothermique ( $\Delta G^\circ = -18 \text{ Kcal}$ ) opérée par des bactéries (le Nitrobacter) et on parle de nitratisation. (Aminot et al ; 1983).

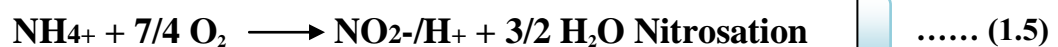


### 3. 2.3. Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )

Etant dans le cycle de l'azote, un ion en état transitoire au même titre que l'ammonium, expliquant ainsi les faibles concentrations rencontrées en milieu marin qui sont de l'ordre de zéro à quelques micromoles par litres d'azote nitreux (Aminot et Chausse-Pied, 1983).

Les concentrations des nitrites connaissent des variations saisonnières, qui varient en hiver entre 0.5 et 1  $\mu\text{mole/l}$  et atteint des valeurs très faibles en été ( $< 0,01 \mu\text{mol/l}$ ) suite au développement du phytoplancton (Aminot et Chausse-Pied, 1983). Les nitrites proviennent des deux réactions suivantes :

- L'oxydation de l'ammonium par la réaction nitrosation qui est exothermique opérée par des bactéries (Nitrosomonas) :



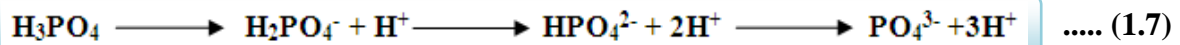
- La réduction des nitrates dans les milieux anoxiques ou pauvres en oxygène dissous, opérée par les bactéries anaérobiques, selon la réaction suivante :



### 3.2.4. Phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ )

Dans l'eau de mer, le phosphore existe sous forme dissoute et particulaire, organique (les phospholipides, ADN, ARN, ATP) et inorganique présentés essentiellement par les ions Orthophosphates qui se trouvent sous deux formes  $\text{PO}_4^{3-}$  (10%),  $\text{HPO}_4^{2-}$  (90%) et  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  présente moins 1% (Aminot et al, 1983).

Ces différentes formes sont issues de la dissociation de l'acide orthophosphorique selon les équilibres suivants :



À l'état d'équilibre, elles se trouvent avec des teneurs assez faibles en surface (0 à 1  $\mu\text{mole/L}$ ) à cause de leur consommation par le phytoplancton (bloom printanier) (Copin-Montégut, 1996). Ces teneurs augmentent avec la profondeur au dessous de la couche euphotique pour atteindre un maximum qui correspond au minimum de l'oxygène dissous, avec une légère fluctuation selon la région océanique, environ 3  $\mu\text{mole/L}$ .

Béthoux et al, (2002) (in Hamaoui, 2006) montrent que dans les eaux profondes méditerranéennes (bassin Algéro-provençal), les concentrations de phosphates ont augmenté de 0,38  $\mu\text{mole/kg}$  à 0,47  $\mu\text{mole/kg}$  en trente ans, et attribuent cette augmentation à l'augmentation d'apports terrigènes anthropiques (origine domestique et/ou agricole).

### 3.3. Sels nutritifs et le rapport de Redfield

L'assimilation phytoplanctonique du carbone, de l'azote, du phosphore et de l'oxygène et leur régénération à partir du matériel biogénique se font dans des proportions quasi constantes «Rapports biogéochimiques de Redfield » (Copin-Montégut, 1996).

Après plusieurs travaux, Redfield et al., (1963) ont donné les rapports suivants par l'analyse de la composition chimique de la matière organique : La composition de la matière organique influe sur la composition en C/N/P des eaux dans lesquelles ces organismes vivent, puisque la source principale des sels nutritifs dans l'océan global est le recyclage interne. Néanmoins, ce rapport varie avec les saisons et selon les régions et décroît avec la profondeur (Boulaïdid, 1987).

### 4. Paramètres microbiologiques

Les bactéries sont couramment recherchées dans l'eau, principalement comme témoins de contamination fécale (Gaujous, 1995).

L'OMS a choisi les coliformes, les streptocoques fécaux du groupe D de Lancefield(1993), et parfois les *Clostridium perfringens*. En raison de la simplicité et de la rapidité de la numérotation de ces bactéries (entre 24 et 48h) contrairement à celle des germes pathogènes, qui se fait sur plusieurs jours avec nécessité d'indentification sérologique (Gauthier et Pietri, 1989).

## 4.1. Germes témoins de contamination fécale

### 4.1.1. Coliformes totaux (CT)

Ils regroupent un certain nombre d'espèces appartenant à la famille des entérobactéries. 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 (coliformes totaux) 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.

Les coliformes comprennent les genres : *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Yersinia*, *Serratia* (Rodier et al, 2005 ; Joly et Reynaud, 2003).

### 4.1.2. 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* (OMS, 1979 ; Rodier et al, 2005 ; Joly et Reynaud, 2003).



**Figure 1.1 :** Coliformes fécaux (Source : bouillonecultures.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).

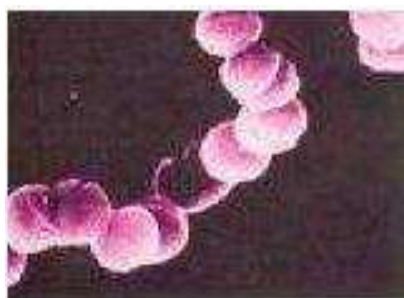
Les coliformes fécaux répondent aux critères de bons indicateurs, la principale difficulté qui s'attache à leur emploi, est la survie relativement courte en eau de mer. Ce qui peut exiger un recours à des indicateurs supplémentaires (PNUD/OMS, 1977).

#### 4.1.3. 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 déposent le plus souvent en diplocoques ou en chaînettes. (Leclerc et al. 1995).

Ces Streptocoques fécaux sont capables de 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, 1977).

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*, *S peals*, *S.buis* et *S. equines*.



**Figure 1.2 :** Streptocoques fécaux (Source : memoireonline.com)

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.

Lorsque le rapport coliformes fécaux/streptocoques fécaux  $<1$ , cela veut dire que la contamination est d'origine animale, dans le cas contraire elle est d'origine humaine.

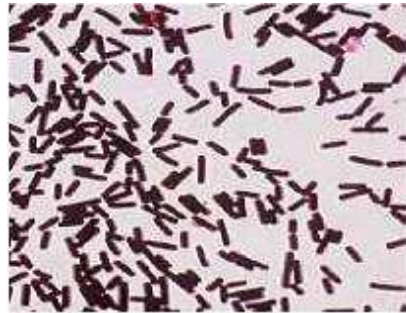
**Tableau1.3 :** Sources de contamination selon le rapport CF/SF.

Rapport CF/SF	Source de contamination
$R < 0.7$	Principalement ou entièrement d'origine animale
$0.7 < R < 1$	Mixte à prédominance animale
$1 < R < 2$	Origine incertaine
$2 < R < 4$	Mixte à prédominance humaine
$R > 4$	Source exclusivement humaine

#### 4.1.4. Clostridium Sulfito-réducteurs

Ce sont des Bacilles Gram positif, anaérobies, sporulant, mobiles par ciliatures péritriches, ne possèdent aucun caractère halophile préférentiel particulier.(Brisou et Denis, 1980).

Les Clostridiiums sont recherchés dans l'eau comme témoins de contaminations fécales fréquentes et très résistantes. Mais leur spécificité est discutable car il existe des Clostridiiums d'origine tellurique.(Gaujous, 1995).



**Figure 1.3:** *Clostridium perfringens* (Source: textbookofbacteriology.net)

Ces germes sont capables de survivre longtemps dans le sédiment, ce qui permet de déceler une pollution ancienne ou intermittente.(Rodier et al, 2005).

Les toxines produites par ces bactéries, qui ne sont généralement pas détruites par les enzymes du système digestif, provoquent de violentes douleurs abdominales accompagnées de vomissements et attaquent le système nerveux central en bloquant l'influx nerveux.

Ils sont excrétés par l'homme et les animaux, on les trouve régulièrement dans les matières fécales humaines. Suivant l'OMS(1979), leur densité est comme suit :

- ◆ Excréments humains  $10^6$  à  $10^8$ /g.
- ◆ Eaux usées non traitées  $10^3$ /ml.

### III- Etudes antérieures sur l'impact des rejets d'eaux usées sur le littoral Algérois

Le littoral algérois a fait l'objet de plusieurs études, L'inventaire des rejets industriels, urbains et agricole a permis de connaître les sources de pollution et aussi de la quantifier à travers l'identification des principaux pollueurs.

#### 1. Evaluation de la pollution des principaux rejets au niveau du littoral Algérois

Les prélèvements d'eau ont été effectués dans les principaux oueds du littoral Algérois (Mazafran, Béni Messous, El-Harrach, El-Hamiz).

Trois stations pour chaque oued ont été prospectés (oued, mélange et eau de mer) à l'exception de l'oued El-Harrach où deux sont localisées dans l'oued de la troisième dans les eaux de mélange.(Kaci et Nemmar, 2009).

**Tableau 1.4 :** Valeurs des paramètres physicochimiques et des indicateurs de pollution.

Zone de prélèvement	STATION	pH	Température (T°C)	Salinité (psu)	MES (mg/l)	MO (%)	DCO (mg/l)
<b>El Hamiz</b>	1(oued)	7.36	23.8	0.7	150	58.33	176
	2(mélange)	7.38	*	4.3	112.82	63.63	176
	3(mer)	8.24	23	36.2	42	28.57	-
<b>El Harrach</b>	1(oued)	7.65	27.7	0.4	48.38	80	176
	2(oued)	7.57	*	0.5	76	21.05	172
	3(mélange)	7.55	22.4	12	56	*	196
<b>Béni Messous</b>	1(oued)	8.14	26.4	0.6	298.57	25.4	88
	2(mélange)	8.03	*	14.3	141.70	54.28	52
	3(mer)	8.27	23.3	36.2	56	60.71	-
<b>Mazafran</b>	1(oued)	7.69	26.5	0.4	52	*	132
	2(oued)	7.76	25.7	0.6	44	*	84
	3(mer)	8.35	21	36.3	80	80	-

(\*) : Erreurs lors de l'analyse. (-) : Analyse non effectuée.

## 2. Qualité des eaux au niveau des principaux oueds du littoral Algérois

Les eaux usées qui contiennent de nombreux éléments polluants, provenant de la population, des activités commerciales, industrielles et agricoles et des phénomènes naturels, sont collectées par le réseau d'assainissement. Ils débouchent dans les oueds, et sont ensuite évacuées vers la mer.

La majorité des oueds se trouvent dans un état d'insalubrité, comme c'est le cas pour l'oued El Harrach. (Mouloudj.M et Belarbi.M ,2010).

**Tableau 1.5 :** Caractéristiques des oueds qui composent le réseau hydrographique du littoral Algérois.

Oued	DBO <sub>5</sub>	DCO	Azote	Phosphate
<b>El Hamiz</b>	411 96 T/an	123 465T/an	3 193 T/an	2 342 T/an
<b>El Harrach</b>	412 92 T/an	123 465T/an	3 193 T/an	2 342 T/an
<b>Béni Messous</b>	5 439 Kg/j charge journalière	8 640 Kg/j charge journalière	1 571 Kg/j	/
<b>Mazafran</b>	10 880 T/an 29 808Kg/j	47 146 T/an	5 440T/an	181 3 T/an

**Tableau 1.6 :** Résultats d'analyse des paramètres indicateurs de pollution.

Zone de prélèvement	Stations	MES (mg/l)	MO (%)	DCO (mg/l)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (μmol/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (μmol/l)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (μmol/l)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (μmol/l)
El Hamiz	Oued	36	83.33	176	125	1087.87	17.41	1.60
	Mélange	40	50	196	76.25	590.80	15.39	6.40
	Mer	32	62.50	-	10.40	496.90	21.33	1.00
El Harrach	Oued1	210	23.81	80	53.40	942.40	17.41	5.11
	Oued2	160	21.87	108	36.90	975	17.39	2.23
	Mélange	215	16.28	140	32	75.75	18.20	1.67
Béni Messous	Oued	136.67	24.39	56	92	67.09	394.97	43.90
	Mélange	150	48.88	64	83	86.80	376.59	29.70
	Mer	72	38.89	-	4.5	37.50	29.76	09
Mazafran	Oued	12	33.33	40	51.75	276.70	19.17	3.45
	Mélange	46	26.08	56	34	145.90	17.76	2.61
	Mer	62	35.48	-	0.75	76.50	17.74	1.19

(-) : Analyse non effectuée.

### 3. Contribution à l'étude des paramètres physico-chimiques et bactériologiques de l'embouchure de l'oued "Béni Messous"

L'oued de Béni-Messous véhicule les eaux usées de plusieurs communes (Bouzaréah Hammamet, Dely Brahim, Aïn Benian et Chéraga) et les communique au milieu marin par l'intermédiaire de son embouchure au niveau de la plage « les dunes », située dans la baie d'El Djamila. Cinq stations ont été choisies dans la zone d'étude, deux sur terre et trois en mer. (Figure 1, figure 2, Annexe 1). (Ait Kaci.M et Hamdi.M.S, 2008).

**Tableau 1.7 :** Résultats de prélèvements des paramètres physico-chimiques et bactériologiques de l'embouchure de l'oued Béni-Messous.

Stations	Salinité (PSU)	Température °C	pH	DBO <sub>5</sub> mg/l	C.totaux C.Fécaux (NPP/100ml)	SF (NPP/100ml)
S1 : oued	0.63	23.8	7.39	39	3 46 667	80175
S2 : contact	17.86	23.13	7.44	51.66	134 833	375
S3 : Est	36.53	20	7.88	0.8	784 676	575
S4 : Centre	36.33	19.6	7.9	1.66	57 55	15
S5 : Ouest	36.73	19.6	8	0.4	10	5

### 4. Qualité des eaux des principaux rejets au niveau du littoral Algérois

Le littoral Algérois comprend trois principaux oueds, à savoir oued El Harrach, Oued El Hamiz et l'oued de Béni Messous, (Bournissa.M et Marouf.M, 2008).

**Tableau 1.8** : Résultats d'analyse dans les principaux rejets du littoral Algérois  
(Bourrissa.M et Marouf.M, 2008).

Oueds	Salinité (PSU)	MES (mg/l)	MO	T (°C)	pH	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> (μmol/l)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (μmol/l)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (μmol/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (μmol/l)
Mazafran	8.7	96	58.33	19.6	7.59	17.28	1.56	7.436	329.87
Béni Messous	4.3	872	28.87	17.6	8.02	9.177	7.02	73.88	607.792
El Harrach	4.20	269	48.53	20	7.68	5.974	1.684	7.984	116.883
El Hamiz	3.2	280	71.40	20.3	7.5	17.838	1.591	3.978	867.532

### 5. Analyses effectuées par la SEAAL

La société des eaux et de l'assainissement d'Alger exerce une surveillance permanente de la qualité de l'eau et vise des objectifs internes de qualité plus ambitieux que les exigences de la réglementation sur la production et la distribution des eaux.

Cette agence entreprend des travaux destinés à la réduction des pollutions, à l'aménagement des ressources en eau et à la réhabilitation des milieux aquatiques.

**Tableau 1.9** : Valeurs de certains paramètres dans différentes zones.

Lieu de prélèvement	Date de prélèvement	pH	Conductivité (μS/cm)	Turbidité (NTU)	T (°C)	MES (mg/l)	DBO5 (mg/l)	DCO (mg/l)
Eau de mer Bouharoun	04/04/2010	8.08	55700	0.66	-	-	-	61.44
Plage sport nautique	12/07/2010	7.99	60100	9.81	22.0	-	-	-
50m en aval d'El Harrach	11/08/2010	-	-	-	-	692.5	28	250
Oued El Harrach	29/03/2011	-	-	-	-	707.5	40	390
Oued Béni Messous	03/08/2010	-	-	-	-	*	*	31mg/l
Eau usée de Béni Messous	29/03/2011	-	-	-	-	42.5	20	65

\* : Erreurs lors de l'analyse.

(-) : Analyse non effectuée.

## 6. Impact des eaux usées et des embouchures des oueds sur la qualité des eaux de la baie de Bouismail

La baie de Bouismail est caractérisée par une agriculture bien développée et plus fertile utilisant des pesticides polluants les nappes phréatiques par infiltration au niveau de la vallée de oued Damous, Messelmoun, et oued bellah (Achiche.K et Larbi.S, 2010).

Dans cette région les rejets domestiques, les rejets des complexes touristiques et ceux des unités industrielles, sont évacués directement dans le milieu marin sans aucun traitement préalable. (Tableau 1, Annexe 2).

**Tableau 1.10** : Principales industries pratiquées au niveau de la baie de Bouismail (ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement et du tourisme)

Dénomination de l'unité	Nature d'activité	Nature de la pollution générée
<b>Sarl Resitech</b>	Production de peinture bâtiments	Apports importants de métaux lourds, huiles et lubrifiants
<b>Alufer</b>	Métallurgie	Chutes d'aluminium et poussières de fer
<b>Sarl prochimal</b>	Fabrication de produits d'entretiens	Eaux usées chargées d'éléments chimiques ; rejets de savons, agent de lavage et rinçage caractérisé par une teneur élevée en savons saponifiés et en DBO
<b>Plastram</b>	Transformation plastique	Eaux de nettoyage
<b>Pfizer</b>	Fabrication des produits vétérinaires	Eaux usées chargées d'éléments chimiques
<b>Imprimerie Shellia</b>	Utilisation importante d'encre	Déversement des encres avec les eaux domestiques
<b>Tonic emballage</b>	Fabrication de boîte, gobelets, emballage de différentes dimensions	Rejets d'eaux usées domestiques+chutes de cartons, papiers
<b>Terra céramique</b>	Production de céramique et poteries	Lessivages d'argiles vers la mer

## 7. Une base de données S.I.G pour l'étude de la pollution marine d'origine terrigène, cas oued El Harrach

Le nombre d'unités industrielles implantées au niveau du bassin versant de l'oued El-Harrach est considérable, d'où l'importance quantité des rejets liquides (tableaux 2 et 3, Annexe 2), (Cherafa.K,2008).

**Tableau 1.11** : Estimation du volume des eaux usées d'origine urbaine rejeté quotidiennement au niveau de l'oued El Harrach (APPL, 2003).

Commune	Milieu récepteur des eaux usées	Population (habitant)	Quantité d'eau usée urbaine rejetée (m <sup>3</sup> /j)
Gué de Constantine	Oued El-Harrach	82729	8438
Oued Smar	Oued Smar	21397	2182
El-Harrach	Oued El-Harrach	48167	4913
Bab-Ezzouar	Oued Smar	92157	9400
Dar el Beida	Oued Smar	44753	4565
Eucalyptus	Oued Smar	96310	9824
Bourouba	Oued Ouchaih	77498	7905
Bachdjerah	Oued Ouchaih	90073	9187
Baraki	Oued El-Harrach	95247	9715
El Achour	Oued El Achour	19524	1991
Saoula	-	31388	3202
Baba Hassan	Oued kerma	13827	1410
Khrassia	Oued kerma	17690	1804
Douira	Oued kerma	41804	4264
Birtouta	Oued Terro	21808	2224
Ouled Chebel	Oued Terro	16335	1666
Tessala El Merdja	Oued Telata	10792	1101
Birkhadem	Oued Ouchaih	55084	5619
Sidi moussa	Oued Djemâa	27888	2845
Hamman Melouane	Oued El-Harrach	4551	464
Bougara	Oued El-Harrach	42746	4360
Ouled Slama	-	15956	1628
Meftah	Oued Zergha et oued Khadra	52521	5357
Chebli	Oued Terro et oued Mezhani	21506	2194
Larbâa	Oued Djemâa	60482	6169
Totaux	-	1125283	114779

**Tableau 1.12** : résultats d'analyses des différents paramètres au niveau de oued El-Harrach (ONEDD, 2005).

station	DCO (mg/l)	DBO <sub>5</sub> (mg/l)	DCO/DBO <sub>5</sub>	pH	MES (mg/l)
1	256	102	2.51	7.2	12.023
2	356	104	3.42	6.5	130.888
3	400	110	3.64	4.5	76.569
4	422	150	2.81	3.9	109.259
5	490	174	2.82	3	130.895
6	522	190	2.75	1	130.888
7	545	250	2.18	1.1	142.969
8	596	280	2.13	1.3	150.984
9	220	96	2.29	7.41	100.569

#### IV Normes de rejet d'effluents

Les eaux usées ne doivent être rejetées dans un milieu naturel que lorsqu'elles obéissent aux normes établies pour lutter contre la pollution.

Le Décret exécutif n° 93-160 du 10 Juillet 1993, du Journal Officiel de la République Algérienne réglementant les rejets d'effluents liquides dans son chapitre I, article 2 (voir annexe 3), définit un rejet comme étant tout déversement, écoulement, jets, dépôts directs ou indirects d'effluents liquides dans le milieu naturel et fixe, en son annexe, les valeurs limites de ce rejet.

Ces mêmes valeurs viennent d'être renforcées par un nouveau texte réglementaire ; le Décret Exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 Avril 2006, section 1, article 3 (voir annexe 4). Les valeurs limites maximales de rejet d'effluents fixées par ces deux décrets sont regroupées dans le tableau 1.13.

**Tableau 1.13 :** Valeurs limite des paramètres de rejet dans un milieu récepteur (Journal Officiel de la République Algérienne, 2006).

<b>Paramètres</b>	<b>Unités</b>	<b>Valeurs limites</b>
<b>Température</b>	°C	30
<b>pH</b>	-	6,5 à 8,5
<b>MES</b>	mg/l	35
<b>DBO5</b>	mg/l	35
<b>DCO</b>	mg/l	120
<b>Azote Kjeldahl</b>	mg/l	30
<b>Phosphates</b>	mg/l	02
<b>Phosphore total</b>	mg/l	10
<b>Cyanures</b>	mg/l	0.1
<b>Aluminium</b>	mg/l	03
<b>Cadmium</b>	mg/l	0.2
<b>Fer</b>	mg/l	03
<b>Manganèse</b>	mg/l	01
<b>Mercure total</b>	mg/l	0.01
<b>Nickel total</b>	mg/l	0.5
<b>Plomb total</b>	mg/l	0.5
<b>Cuivre total</b>	mg/l	0.5
<b>Zinc total</b>	mg/l	03
<b>Huiles et Graisses</b>	mg/l	20
<b>Hydrocarbures totaux</b>	mg/l	10
<b>Indice Phénols</b>	mg/l	0.3
<b>Fluor et composés</b>	mg/l	15
<b>Étain total</b>	mg/l	02
<b>Composés organiques chlorés</b>	mg/l	05
<b>Chrome total</b>	mg/l	0.5
<b>(*) Chrome III +</b>	mg/l	03
<b>(*) Chrome VI +</b>	mg/l	0.1
<b>(*) Solvants organiques</b>	mg/l	20
<b>(*) Chlore actif</b>	mg/l	1.0
<b>(*) PCB</b>	mg/l	0.001
<b>(*) Détergents</b>	mg/l	2
<b>(*) Tensioactifs anioniques</b>	mg/l	10

(\*) Valeurs fixées par le Décret exécutif n° 93-160 du 10 Juillet 1993.



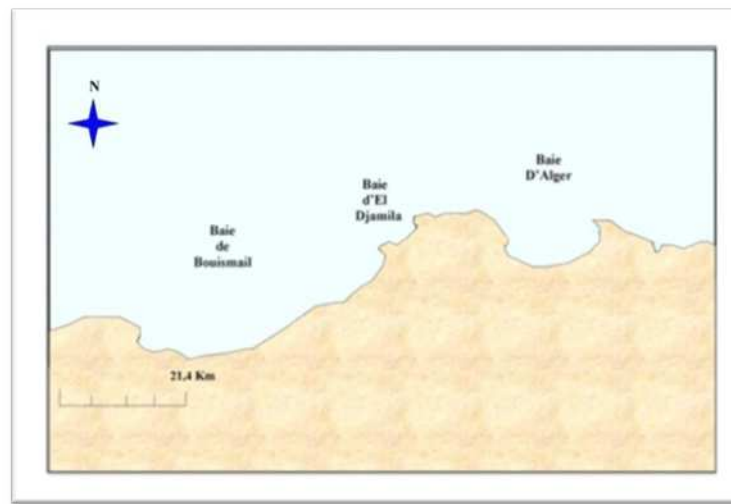
## CHAPITRE II

### *Présentation de la zone d'étude*

## I- Localisation géographique

Le littoral Algérois s'étend de l'Oued Mazafran ( $2^{\circ}48'E$ ) côté ouest jusqu'à l'Oued de Reghaia ( $2^{\circ}20'E$ ) côté est ; soit un linéaire côtier de près de 97,5 km. Il englobe la baie de Bou Ismail, la baie d'El Djamila ainsi que la baie d'Alger.

La zone côtière algéroise constitue le réceptacle des eaux usées chargées de matières organiques, matières en suspension, détergents et les huiles lubrifiantes ; générant ainsi des pollutions organiques et chimiques ; cette situation est aggravée par l'absence de traitement des eaux.



**Figure 2.1** : Situation géographique du littoral Algérois.

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  $180 \text{ Km}^2$ , 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  $03^{\circ}.14'.50$  à  $03^{\circ}.00'.40$  et une latitude nord  $36^{\circ}.49'.35$  à  $36^{\circ}.49'.50$ .

## II-Réseau hydrographique

Les oueds jouent le rôle de vecteurs transportant différents types de polluants du continent vers la mer, qui agissent sur les paramètres physiques et chimiques et sur la nature du fond marin. Ainsi, le littoral algérois se compose de plusieurs oueds dont les principaux sont :

### 1. Oued Béni Messous

Situé à 18Km à l'ouest d'Alger entre Ras Acrata et Sidi Fredj, il débouche dans la baie d'El Djamila avec un débit moyen de  $0.245 \text{ m}^3/\text{s}$ . (Benzohra, 1993).

Cet oued traverse les communes de Chéraga et Béni Messous d'une longueur de 11.5Km, d'où l'importante charge en rejets domestiques et industriels.

**Tableau 2.1** : Caractéristiques de l'Oued Béni Messous.

<b>Débit moyen des eaux urbaines</b>	<b>8336m<sup>3</sup>/j</b>
<b>Débit des eaux industrielles</b>	<b>940m<sup>3</sup>/j</b>
<b>Débit moyen total des eaux</b>	<b>9276 m<sup>3</sup>/j</b>
<b>Débit moyen horaire des eaux</b>	<b>387m<sup>3</sup>/h</b>
<b>Débit de pointe des eaux usées</b>	<b>773m<sup>3</sup>/j</b>
<b>DBO<sub>5</sub> (charge journalière)</b>	<b>5439Kg/j</b>
<b>DCO (charge journalière)</b>	<b>8640Kg/j</b>
<b>Phosphore</b>	<b>174Kg/j</b>
<b>Azote</b>	<b>1571Kg/j</b>

## 2. Oued Mazafran

Situé à 30Km à l'ouest d'Alger, il prend sa source de la plaine de la Mitidja jusqu'à déboucher au niveau d'une plage sablonneuse entre Zéralda et Douaouda avec un débit moyen de 11.50m<sup>3</sup>/s. Il reçoit des eaux usées domestiques, industrielles et celles issues des terres agricoles.

L'oued possède un bassin versant de 1850 km<sup>2</sup>, avec un débit solide estimé entre 1400 et 1800 t/km<sup>2</sup>, et un débit liquide de 43.8 millions m<sup>3</sup>/an. À son embouchure le débit solide est d'environ 3millions t/an.

**Tableau 2.2** : Caractéristiques de l'Oued Mazafran

<b>DBO<sub>5</sub></b>	<b>10 880T/an</b>
<b>DCO</b>	<b>47 146 T/an</b>
<b>Azote total</b>	<b>5440T/an</b>
<b>Phosphate total</b>	<b>1 813 T/an</b>

## 3. Oued el-Harrah

Son bassin versant couvre une superficie de 1270km<sup>2</sup> et s'étend du nord au sud sur 51km et d'est en ouest sur 31km.

L'oued prend sa source de l'atlas Blideen (Hammam Melouane), il est formé par la confluence de deux principaux oueds : l'oued Akacha et l'oued Mekka, au sud ouest de hammam Melouane, avec une longueur de 67km. Son débit est estimé à 675m<sup>3</sup>/s, il possède cinq affluents : oued Djemaa, oued Baba Ali, oued Kerma, oued Smar et oued Ouchaih.

Ses eaux sont chargées de déchets domestiques, industriels et agricoles d'où l'altération du milieu.

**Tableau 2.3** : Caractéristiques de l'Oued El-Harrach

<b>DBO<sub>5</sub></b>	<b>41 292T/an</b>
<b>DCO</b>	<b>123 465 T/an</b>

<b>Azote total</b>	<b>3 193T/an</b>
<b>Phosphate total</b>	<b>2 342T/an</b>

#### 4. Oued el Hamiz

Il possède un bassin versant de 1850 km<sup>2</sup>, c'est le plus important des oueds qui débouchent dans la baie. Son débit solide est estimé entre 1400 et 1800 t/km<sup>2</sup>, tandis que le débit liquide à 43.8 millions m<sup>3</sup>/an. Le débit solide à l'embouchure de l'oued est d'environ trois millions t/an.

Il couvre une superficie de 270mm<sup>2</sup>, il reçoit des affluents urbains, industriels et des produits phytosanitaires tels que les pesticides et les engrais utilisés en agriculture, qu'il déverse à l'est de la baie d'Alger. Ces principaux affluents sont :

- Oued Segia (Oued Bouira) avec un bassin versant de 54Km<sup>2</sup>.
- Oued Barek (délivré artificiellement de l'oued El-Hamiz) avec un bassin versant de 58Km<sup>3</sup>. Son débit est régularisé par un barrage, son embouchure est mal aménagée et les rejets affectent directement la surface de la mer.

**Tableau 2.4** : Caractéristiques de l'Oued El Hamiz

<b>DBO<sub>5</sub></b>	<b>41 196T/an</b>
<b>DCO</b>	<b>123 465 T/an</b>
<b>Azote total</b>	<b>3 193T/an</b>
<b>Phosphate total</b>	<b>2 342T/an</b>

#### 5. Oued Nador

Situé sur la partie occidentale, ne prend sa naissance que dans la cluse de Tipasa avant de débouchement dans la baie de Chenoua. Son bassin versant est drainé par un réseau d'affluents : l'oued Bou Yersen, oued Bouardoin ; oued Merad et oued Bourkika.

La surface de son bassin versant est de l'ordre de 230 km<sup>2</sup> avec un débit de 890 l/s, son écoulement moyen annuel est de l'ordre de 36.3 km<sup>3</sup>/année. Il regroupe trois oueds qui jouent un rôle important dans les apports en eaux usées et sédimentation.

### III- Sources de pollution au niveau du littoral Algérois

La baie d'Alger est largement perturbée ; par les multiples formes de pollution. 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.*, 2005; LEM, 1998).

La baie de Bou Ismail reste encore largement en dessous des niveaux de pollutions mesurées en baie d'Alger, elle est considérée de ce point de vue comme une zone de référence où l'essentiel des processus écologiques originels se maintiennent dans une large proportion.

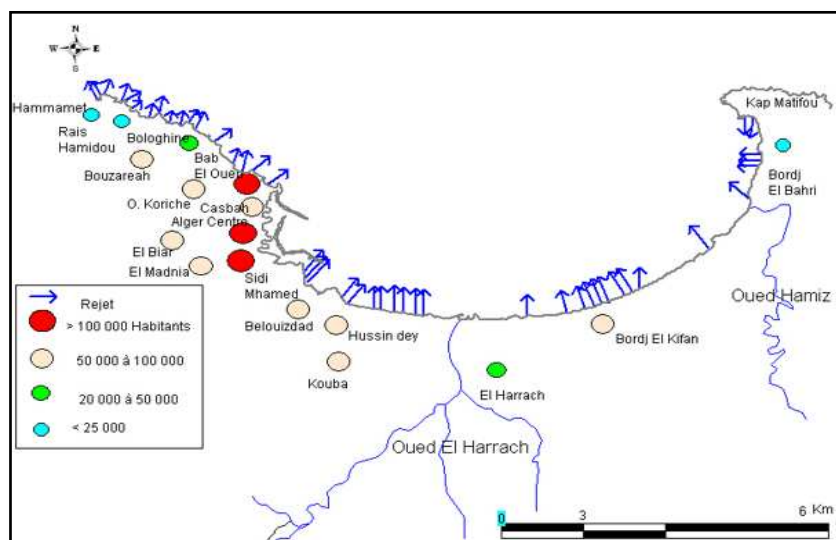
Le secteur marin de Boumerdès-Zemmouri reste lui aussi à l'abri des grandes pollutions rencontrées en baie d'Alger même si cette dernière commence à influencer, par courants interposés, la partie Ouest de Zemmouri-Boumerdès.

**Tableau 2.5** : La pollution chimique et organique dans la zone côtière Algéroise. (Programme d'Aménagement Côtier (PAC) "Zone côtière algéroise",2005)

caractéristiques	Tipaza	Alger	Boumerdès
Nombre de rejet	67	109 (24 port d'Alger)	
Volume des eaux usées (m3/j)	24.892	401.155	
Débit moyen (m3/s)	11,50 Oued Mazafran	675	13,40
DBO5 (T/an)	10.880	41.296	3 381
DCO (T/an)	Oued Mazafran 47.146	Oued El Harrach 123.465	Oued Isser 12.667
Azote total (t/an)	5.440	3.193	422
Phosphate total (t/an)	1.813	2.342	121
MES (mg/l)		35,52-141	

### 1. La baie d'Alger

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. (Figure 2.2)



**Figure 2.2** : Distribution de la population et principaux rejets d'eaux usées en baie d'Alger.

**Tableau 2.6 :** Les principaux rejets d'eaux usées dans la baie d'Alger.

Communes de la baie d'Alger	Unités industrielles polluantes	Nombre de rejets d'eaux usées	Influence sur la mer
Bab El Oued	5	1	rejets
Casbah	0	1	rejets
Alger Centre	10	24	Rejets au port
Hamma	5	3	rejets
Hussein Dey	16	3	rejets
Mohammadia	5	4	Oued El Harrach et rejets
Bordj El Kiffen	4	8	Oued El Hamiz et effluents ; rejets
Bordj El Bahri	0	4	Oued El Hamiz, rejets

**Tableau 2.7 :** Quantités des eaux usées au niveau de la baie d'Alger.

Caractéristiques	Quantités
Débits journaliers des eaux domestiques et industrielles (m <sup>3</sup> /j).	700.000
Débit de pointe par temps de pluie (l/s)	23.000

**Tableau 2.8 :** Rejets d'eaux usées dans le port d'Alger.

Nombre de rejets	Numéros des quais	Origine
3	4	Eaux usées et pluviales
2	8	
2	12	
2	17	
3	24	
2	21	Eaux domestiques et pluviales
1	25	Eaux usées domestiques
1	26	Eaux usées industrielles / ENCG
4	32	
1	36	
2	26	Centrale électrique / Sonelgaz
4	31	Eaux usées domestiques



**Figure 2.3 :** Pollution par les rejets industriels et urbains au niveau de la baie d'Alger.

Les côtes algériennes sont plus ou moins influencées par le courant, qui agit sur la distribution des facteurs physico-chimiques, nutritifs, biologiques voire sur la dispersion des polluants.

La vitesse du courant général des eaux atlantiques de Gibraltar vers l'est reste généralement dans un ordre de grandeur de 0,5 à 1 m/s, au large des côtes algériennes. Ce courant général crée dans la plupart des baies un contre courant littoral vers l'ouest (LEM, 1998; Benzohra, 1993)

- Le courant de retour : correspond à une zone de flot de retour à partir du courant existant au lieu de déferlement de la houle. Ces courants possèdent une vitesse qui dépend de l'énergie de la houle et de la pente de la plage. Ces courants sont responsables de la dispersion d'une partie des sédiments côtiers vers le large.

- Les courants de dérive littorale : Lorsque la houle arrive à la côte avec une incidence oblique celle-ci donne naissance à un courant de dérive littorale. La vitesse de ce courant est maximale pour un angle d'incidence de 45 % à 50%. La dérive littorale prend naissance au niveau de la zone de déferlement où l'énergie est maximale (Millot, 1987). Cette énergie permet la remise en suspension et le transit des particules sédimentaires le long de la côte.

La dérive générale dans la baie d'Alger engendrée par le courant atlantique (contre courant atlantique) tourne dans le sens des aiguilles d'une montre avec une vitesse moyenne en surface de l'ordre de 0,3 km/h. A proximité du fond la vitesse de ces courants diminue très rapidement et devient pratiquement négligeable (LEM, 1998).

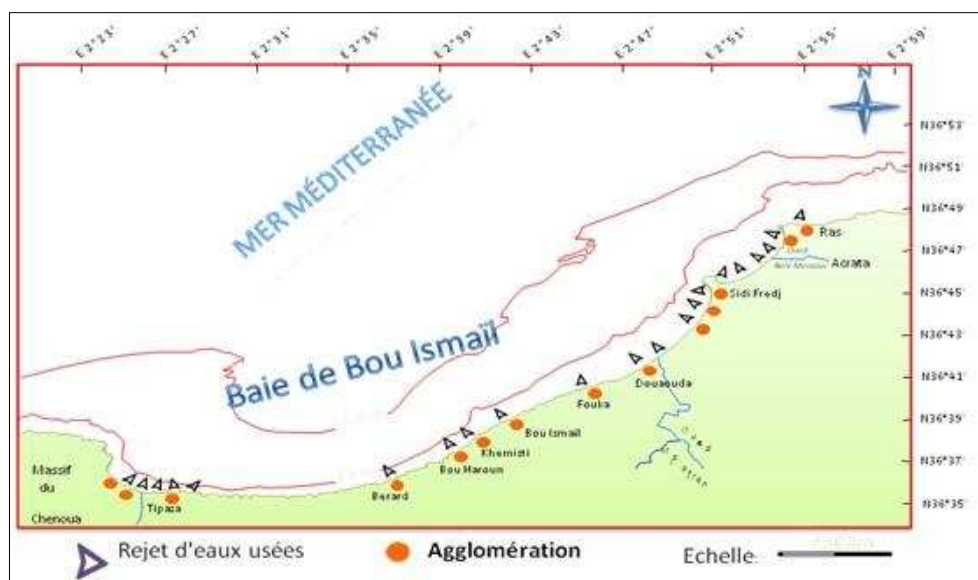
## 2. Baie de Bou Ismail

La baie de Bouismail (ex : Golfe de Castiglione), est limitée à l'est par le promontoire de Ras-Acrata et à l'ouest par le cap du Mont Chenoua.

Il a une superficie de 509 Km<sup>2</sup>. Dans ce vaste domaine maritime, se trouve incluse la baie d'El Djamila .La baie couvre une superficie de 350 Km<sup>2</sup> avec une ouverture de 40 Km orientée du Sud- Ouest au Nord- Est , soit 2° 54 Est et 36° 48 Nord à 2° 24 Est et 36° 38 Nord.

La région de Bouismail est une zone à vocation touristique et agricole ; sa frange côtière est soumise principalement aux rejets domestiques des villes et des complexes touristiques qui se déversent directement dans le milieu naturel sans aucun traitement au préalable dans la plupart des cas s'accroissant en période estivale. Ajoutant à cela les rejets d'eaux usées véhiculées par les oueds qui traversent les centres urbains et qui se déversent en mer, drainant les eaux de ruissellement des terres agricoles, des effluents urbains et industriels; à cela s'ajoute la pollution due l'activité de la pêche. (LEM, 1998).

Les principaux oueds qui se jettent en baie de Bou Ismaïl sont l'oued Nador dans la baie du Chenoua, l'oued Mazafran centre de la baie et l'oued Béni Messous en baie d'el Djamila.



**Figure 2.4 :** Les principaux rejets dans la baie de Bouismail (Grimes ; 2004).



**Figure 2.5 :** Pollution par les rejets industriels et urbains au niveau de la baie de Bousmail.



*2ème Partie :*  
*Étude Expérimentale*



# CHAPITRE III

## *Matériels et Méthodes*

### I- Choix et localisations des stations de prélèvement

Les zones de prélèvement ont été choisies selon l'importance de pollution, et la localisation des principaux points de rejets le long du littoral Algérois.

Notre zone d'étude se répartie en trois principales stations :

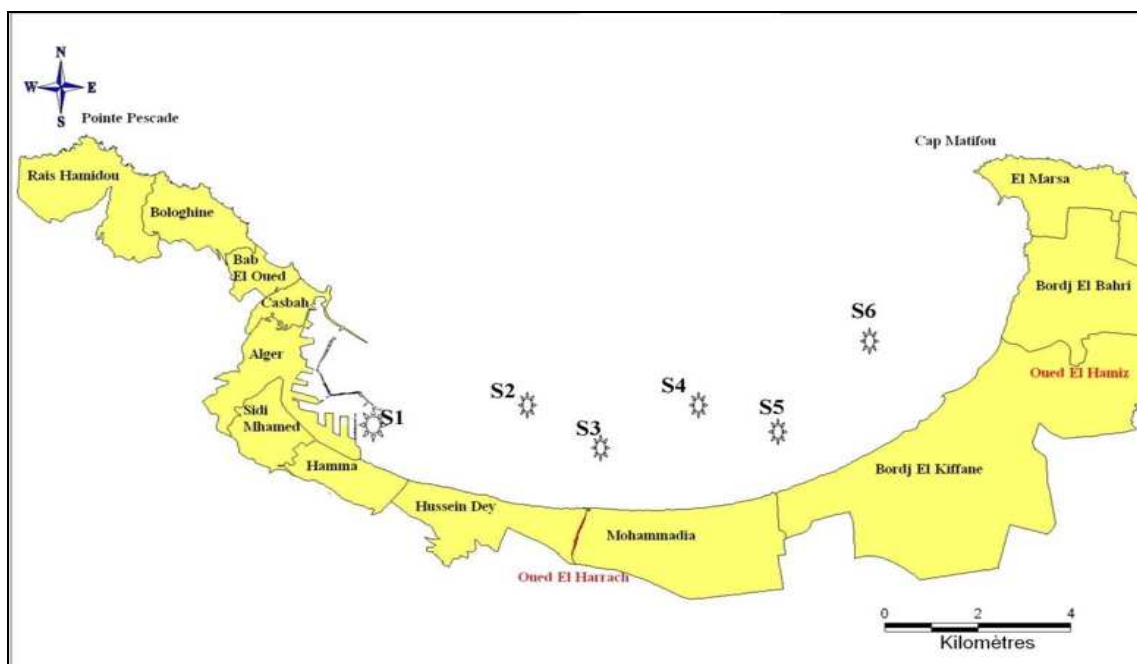
**Z1** : La baie d'Alger.

**Z2** : Le port d'Alger.

**Z3** : La baie de Bouismail.

Les prélèvements effectués dans la baie d'Alger et le Port ont lieu le 16 et 19 mars 2011, à bord du navire à bord du bateau Scientifique M. S BENYAHIA, équipé d'un échosondeur et d'un G.P.S (*GLOBAL POSITION SYSTEM*), permettant d'avoir la profondeur maximale du fond et les coordonnées géographiques exactes des stations de prélèvement.

Une troisième sortie a été effectuée le 01 juin 2011 dans la baie de Bouismail.



**Figure 3.1** : Localisation des stations de prélèvement dans la baie d'Alger.



**Figure 3.2 :** Localisation des stations de prélèvement dans le port d'Alger.



**Figure 3.3 :** Localisation des stations de prélèvement dans la Baie de Bouismail.

Les coordonnées géographiques des stations de prélèvement de la baie d'Alger et du port sont représentées respectivement dans les tableau1, tableau 2 de l'annexe7.

## II-Prélèvement et échantillonnage

Le prélèvement consiste à prendre une partie aliquote du milieu à étudier. La fraction retenue du prélèvement sera destinée à l'analyse, c'est l'échantillonnage. Ce dernier constitue l'étape la plus délicate dans la chaîne de mesure, car elle conditionne les résultats d'analyse ainsi que les interprétations qui en seront tirées. Il faut donc veiller à ce que l'eau prélevée subisse le minimum de modification, et que les échantillons soient homogènes et représentatifs du milieu étudié.

Lors de l'échantillonnage, le flaconnage correct et l'étiquetage précis sont indispensables pour assurer la conservation, ainsi qu'une identification sans ambiguïté au laboratoire.

Le matériel d'échantillonnage doit être inerte (flacons en polyéthylène) pour éviter qu'il perturbe les analyses effectuées.

Il convient de le nettoyer avec un détergent, et de le rincer à l'eau distillée. Et avec l'eau destinée aux prélèvements avant utilisation, afin de réduire les risques de contamination.

Une fois le prélèvement terminé, les échantillons doivent être conservés. L'idéal serait de les garder dans une mallette isotherme d'une température comprise entre 0 et 4°C jusqu'à leur arrivée au laboratoire dans un temps ne dépassant pas les 24 heures.

Nous sommes parfois dans l'obligation de rajouter des agents chimiques (conservateurs, comme l'acide sulfurique pour conserver les échantillons destinés à l'analyse de la DCO), car certaines analyses exigent des précautions particulières. Celles-ci permettent d'éviter les transformations pouvant avoir lieu lors du transport. (Rodier, 1997)

### 1-Prélèvements d'eau

Les échantillons d'eau de mer ont été prélevés à l'aide des bouteilles de prélèvement de type NISKIN d'une capacité de 8 L (Figure 3.4) à l'arrière du navire en arrêt afin de réduire les risques de contamination par le bateau.

Ces bouteilles sont ouvertes justes avant leur mise à l'eau et fermées à distance à l'aide d'un déclencheur mécanique sous le choc d'un messenger qu'on laisse coulisser le long du câble hydrographique auquel elles sont fixées.

Le contenu des bouteilles Niskin a été versé dans des flacons en polyéthylène d'une capacité de 250ml préalablement rincés à l'eau du robinet, puis à l'eau distillée, et un troisième rinçage a été réalisé par l'eau destinée au prélèvement.



**Figure 3.4 :** Bouteille Niskin.

Les échantillons sont destinés à l'analyse des paramètres physico-chimiques (Température, pH, conductivité, salinité, turbidité), indicateurs de pollution (matière en suspension, demande chimique en oxygène DCO, demande biochimique en oxygène DBO<sub>5</sub>).

En ce qui concerne l'étude bactériologique, les échantillons ont été conservés dans des flacons en verre stériles d'une capacité de 500ml.

## 2-Prélèvements de sédiment

Le prélèvement du sédiment superficiel a été effectué au moyen d'une benne preneuse de type Van Veen (Figure 3.5). Avant l'envoi de la benne par gravité, les deux bras leviers sont écartés de chaque côté, avec les mâchoires ouvertes. Au contact du fond, le mécanisme de fermeture se déclenche et quand le câble est tiré pour remonter la benne, les mâchoires se referment.

Le sédiment sera mis dans des sachets en nylon, pour être congelé par la suite à l'abri de la lumière en attendant l'analyse bactériologique.



**Figure 3.5 :** Benne Van veen.

## III-Analyses et modes opératoires

Les analyses doivent être effectuées le plus rapidement possible après le prélèvement afin que les résultats soient représentatifs.

### 1. Mesure des paramètres physico-chimiques.

La mesure des paramètres physicochimiques a été effectuée à l'aide d'une valise multi paramètres, celle-ci contient un appareil de mesure de la température, du pH, de la salinité, et de la conductivité (Annexe 8).

### 2. Mesure des paramètres indicateur de pollution

Une fois arrivés au laboratoire, les échantillons sont soumis à une série d'analyses, à savoir la mesure de la matière en suspension (MES), de la demande chimique en oxygène (DCO) et de la demande biologique en oxygène pendant 5 jours ( $DBO_5$ ). Ceci nous permet d'apprécier la qualité de l'eau prélevée, et de déterminer le degré de pollution.

#### 2.1. Matière en suspension

##### Principe

Elle consiste à faire passer l'eau à travers une membrane filtrante, dans le but de retenir les particules dont la taille est supérieure à  $0.45\mu\text{m}$ .

**Mode opératoire****1ère étape : Conditionnement et préparation des filtres**

Nous avons utilisé les filtres Wattman type GF/F (figure 1, annexe 6).

- ✓ Mettre les filtres de fibre de verre au four à moufle à 450°C (ne pas dépasser 500°C) pendant une heure : Ce traitement, conseillé permet de renforcer la rigidité et la solidité des membranes.
- ✓ Placer chaque filtre sur un support-filtre (papier d'aluminium) ; après les avoir retiré du four à moufle. (figure : 2, annexe 6).
- ✓ Déposer les filtres dans leur boîte après les avoir trempés dans de l'eau distillée.
- ✓ Placer les filtres munis de leur boîte dans l'étuve à 70°C pendant 2 heures.
- ✓ Laisser refroidir au dessiccateur une fois retirés de l'étuve.
- ✓ Numérotter les boîtes à filtres (sur le pourtour) de façon indélébile.
- ✓ Peser chaque filtre avec sa nacelle en aluminium.
- ✓ Replacer aussitôt chaque filtre dans sa boîte, à l'abri de la poussière.

**2ème étape : Filtration de l'eau**

- ✓ Homogénéiser l'échantillon à analyser.
- ✓ Filtrer sous vide un volume V de l'échantillon mesuré à l'aide d'une éprouvette graduée.



**Figure 3.6 :** Dispositif de l'appareil de filtration sur membrane.

**3ème étape : Séchage et pesée des filtres :**

- ✓ Sécher les filtres, refroidir et peser une seconde fois. Son poids est noté  $P_2$ .

$$\text{MES (mg/l)} = [(P_2 - P_1) / V] \cdot 10^3$$

..... (3.1)

### Calcul de la teneur en MES

Selon (Aminot et chaussepied, 1983)

$P_1$  : le poids du filtre avant filtration (mg).

$P_2$  : le poids du filtre après la filtration (mg).

$V$  : volume d'eau de mer filtrée (ml).

### 2.2. Matière organique particulaire

Selon Aminot et Kerouel(2004), la méthode consiste à brûler les filtres contenant les matières en suspension dans un four à moufle. (Rodier ,1984).

#### Mode opératoire :

-Numéroter les creusés de façon indélébile.

-Peser les creusets vides à l'aide d'une balance ( $P_1$ ).

-Plier les filtres contenant les MES et les mettre dans les creusets (Figure : 3, annexe 6).

-Mettre les creusés dans un four à moufle à une température de 600°C pendant 2heures.

-Laisser les creusés refroidir.

-Peser à nouveau les filtres ( $P_2$ ).

La différence de ces deux poids nous donne le poids de la matière organique brûlée (calcinée).

$$\text{MOP (\%)} = \frac{(P_1 - P_2)}{P_1} \times 100 \quad \dots\dots\dots (3.2).$$

Avec :

$P_1$  : Poids du creuset et du filtre avant incinération.

$P_2$  : Poids du creuset et du filtre après incinération.

### 2.3. Demande chimique en oxygène DCO

Dans des conditions définies, certaines matières contenues dans l'eau sont oxydées par le dichromate de potassium  $K_2Cr_2O_7$ , en milieu acide en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure. L'excès de dichromate de potassium est dosé par le sulfate de fer et d'ammonium.

#### Réactifs et mode opératoire :

- ✓ Eau distillée fraîchement préparée.
- ✓ Sulfate de mercure cristallisé.

#### Solution de sulfate d'argent :

- ✓ Sulfate d'argent cristallisé : 6.6g.
- ✓ Acide sulfurique (d=1.84) :1000ml.

**Solution de sulfate de fer et d'ammonium**

- ✓ Sulfate de fer et d'ammonium : 98g.
- ✓ Acide sulfurique (d=1.84) :20ml.
- ✓ Eau distillée : 1000ml.

**Solution de dichromate de potassium : 0.25N.**

- ✓ Dichromate de potassium (séchée à 110°C) :12.2588g.
- ✓ Eau distillée : 1000ml.

**Solution de ferroïne**

- ✓ 1.10-phénanthroline : 1.485g.
- ✓ Sulfate de fer : 0.695g.
- ✓ Eau distillée : 100ml.

**Mode opératoire**

- ✓ Introduire 50ml d'eau à analyser dans un ballon de 500ml.
- ✓ Ajouter 1g de sulfate de mercure cristallisé et 5ml de solution sulfurique de sulfate d'argent.
- ✓ Chauffer jusqu'à parfaite solution.
- ✓ Ajouter 25ml de solution de dichromate de potassium 0.25N, puis 70ml de solution sulfurique de sulfate d'argent. Porter à ébullition pendant 2heures sous réfrigérant à reflux adapté au ballon. (Figure 5, annexe 6).
- ✓ Laisser refroidir.
- ✓ Diluer à 350ml avec de l'eau distillée. Ajouter quelques gouttes de solution de ferroïne. Déterminer la quantité nécessaire de solution de sulfate de fer et d'ammonium pour obtenir le virage violacé.
- ✓ Procéder aux mêmes opérations sur 50ml d'eau distillée. (Blanc des réactifs).

**Calcul de la DCO :** La DCO est exprimée en milligramme d'oxygène par litre d'échantillon.

$$\text{DCO} = [8000 \times (v_1 - v_0) \times T] / V \text{ (mg/l)} \dots\dots\dots (3.3).$$

**V0 :** Volume de sulfate de fer et d'ammonium nécessaire du dosage (ml)

**V1 :** Volume de sulfate de fer et d'ammonium nécessaire à l'essai blanc (ml)

**T :** Titre de la solution de sulfate de fer et d'ammonium

**V :** Volume de la prise d'essai (ml).

**8000 :** Masse molaire en mg/l de  $\frac{1}{2} \text{O}_2$

### 3.4. Demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)

La mesure de la DBO<sub>5</sub> a été effectuée à l'aide d'un DBO-mètre de marque « WTW » (Figure 6, annexe 6), C'est une méthode manométrique avec des manomètres de marque Oxi -Top à affichage numérique qui se fixent directement sur les flacons de DBO.

Un volume de 250 ml d'échantillon est introduit dans des flacons bruns en verre avec agitation magnétique. La température est équilibrée par un thermostat réglé à 20°C. La lecture se fait après cinq jours. La valeur réelle de la DBO<sub>5</sub> se calcule comme suit :

$$\text{DBO}_5 \text{ (mg/l)} = X * F \quad \dots\dots\dots (3.4)$$

**X** : valeur affichée après 5 jours.

**F**= Facteur variant en fonction du volume d'eau utilisé (lu à partir du catalogue).

## 3. Dosage des sels nutritifs

### 3.1. Méthode d'analyse

Les méthodes utilisés pour le dosage des sels nutritifs (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, SiO<sub>2</sub> et NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) est le dosage par colorimétrie à flux continu et automatisé sur l'appareil « Auto Analyser San Plus » S.F.A.S troisième génération selon les protocoles définis par SKALAR® 1998.



**Figure 3.7** : Photos de l'Auto-Analyzer SAN plus System, SKALAR®, 1998.

### 3.2. Définition de la colorimétrie

Cette méthode est l'une des méthodes de dosage chimique des sels nutritifs basée sur l'absorption de la lumière par la solution analysée. Elle est appelée aussi photométrie ou absorptiomètre. La colorimétrie est basée sur la loi de Beer-Lambert qui est défini comme suit :

$$A = DO = \log I_0/I = \epsilon.L.C$$

L'absorption et la transmission sont deux phénomènes auxquels est soumise une substance d'épaisseur (L) traversée par un faisceau lumineux monochromatique. Les quantités de lumières absorbées (Absorbance) et transmises (transmission) obéissent à la loi de Beer-Lambert.

Où :  $I_0, I$  : est l'intensité lumineuse incidente et émergente du milieu absorbant.

$A$  : est l'absorbance ou densité optique.

$\epsilon$  : est le coefficient d'extinction moléculaire.

$L$  : est le trajet optique (épaisseur du milieu absorbant).

$C$  : est la concentration du milieu absorbant.

### 3.3. Principe général

Le principe de dosage des sels nutritifs est basé sur une réaction de coloration. En effet ces sels réagissent dans certaines conditions (T°C, pH, Catalyseur ...) avec des réactifs spécifiques pour donner naissance à une coloration absorbant la lumière à une certaine longueur d'ondes ( $\lambda$ ). L'absorption de l'énergie lumineuse dépend de l'intensité de la coloration, de même cette dernière est de temps plus important que la solution est concentrée en sel dosé.

#### ➤ Matériel utilisé

- Auto-Analyzer SAN plus System de marque SKALAR®, 1998.
- Bi-distillateur MILLI-Q® Reagent Water System.
- Des micropipettes Fortuna ® avec éjecteur d'embouts de type DIGITAL , une de 200 à 1000  $\mu$ l et l'autre de 20 à 250  $\mu$ l, ainsi que des fioles de 100 et 500 ml.
- Balance, Spatule, entonnoir, bécher et la hote.

### 3.4. Etalonnage

Cette opération nécessite la préparation pour chacun des éléments à analyser une solution mère et une solution fille. Pour chacune de ces solutions filles, on réalise une série de six étalons couvrant la gamme de la concentration des échantillons rencontrée habituellement dans l'eau de mer. Les droites d'étalonnage sont établies automatiquement par le logiciel en utilisant les concentrations connus des solutions étalons et leurs hauteurs de pic correspondantes. L'eau bi-distillée et les réactifs sont pris comme référence pour la construction de ligne de base.

#### 4. Analyses Microbiologiques

L'objectif est de rechercher les germes pathogènes qui accompagnent les indicateurs de contamination fécale, à savoir les coliformes totaux, fécaux, streptocoques fécaux, et les Clostridiiums sulfito-réducteurs.

L'examen bactériologique est effectué sur un échantillon correctement prélevé, dans des flacons stérile, selon un mode opératoire précis évitant toute contamination accidentelle, correctement transportés au laboratoire et analysé après une courte durée de conservation dans des conditions satisfaisantes (Maul, 1997).

- ✓ Les échantillons sont prélevés dans des flacons de verre de 500 ml, stérilisés à l'autoclave à 120°C pendant 20 minutes.
- ✓ Les échantillons sont transportés dans une glacière isotherme (4°C) à l'abri de la lumière.

##### 4.1. Dénombrement bactérien dans la matrice eau

La méthode de filtration sur membrane est la méthode de concentration la plus utilisée au laboratoire, du fait de sa facilité et sa reproductibilité. Elle consiste à recueillir, sur une membrane stérile un volume donné d'eau à analyser, la membrane est ensuite déposée sur un milieu nutritif convenable ; après incubation, les colonies sont identifiées et dénombrées (Champiat *et al* , 1994).

##### -Matériel

- Dispositif de filtration.
- 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 0.45µm et de 47 mm de diamètre susceptibles de retenir les bactéries ;
- Deux Incubateurs (Etuves) ;
- Pompe à vide ;
- Pincés stérilisées et Pipettes.

##### Mode opératoire

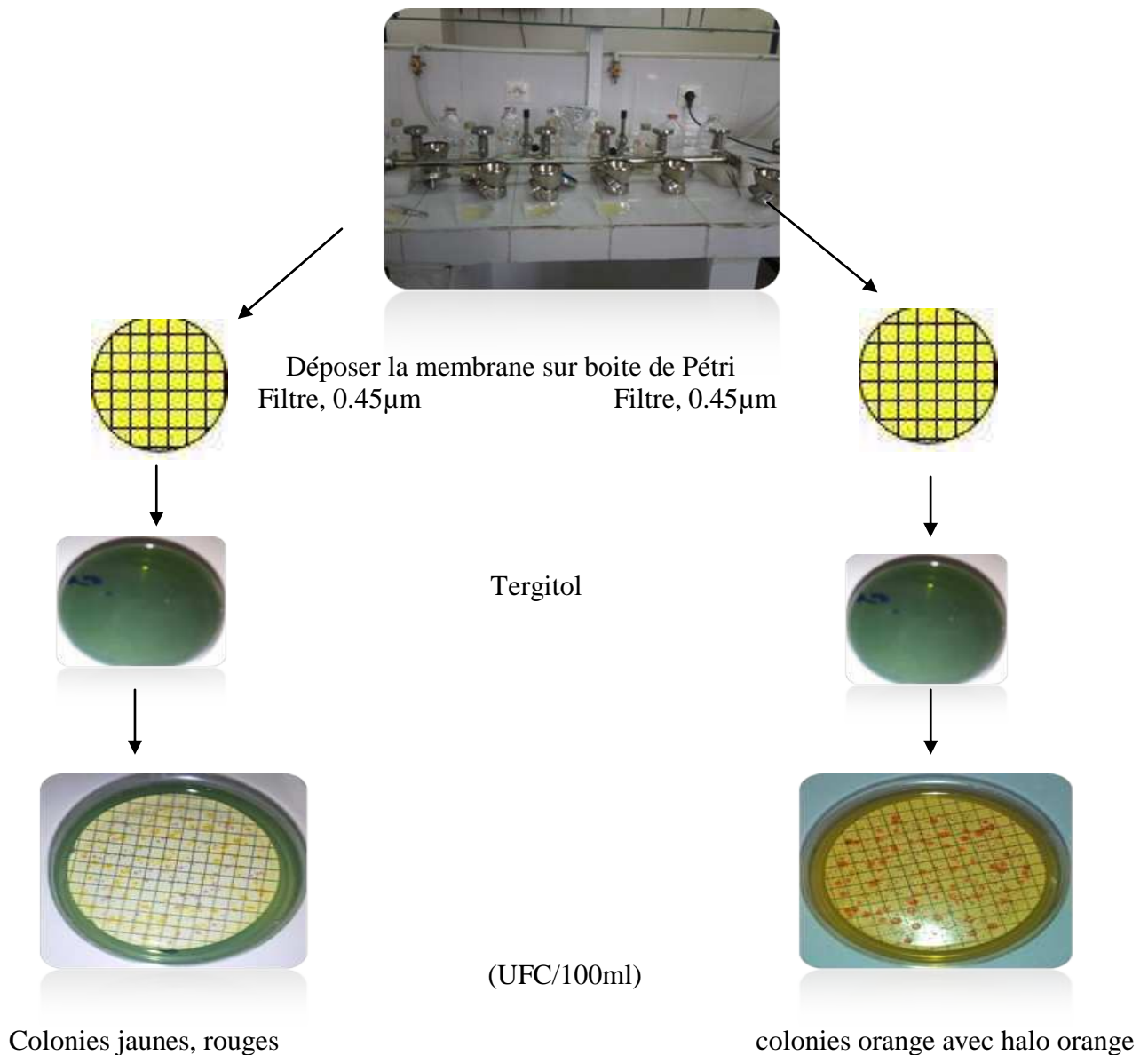
En présence du bec bunsen et sur une paillasse javellisée (Rodier, 1984)

- 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.

#### 4.1.1. Dénombrement des Coliformes totaux et Coliformes thermotolérants «fécaux»

La méthode permet un dénombrement présomptif des coliformes totaux et des coliformes fécaux. Le nombre de colonies trouvées sera exprimé en Unité Formant Colonie dans 100 ml d'eau analysée (UFC/100ml).

##### Filtrer 100ml d'eau de mer

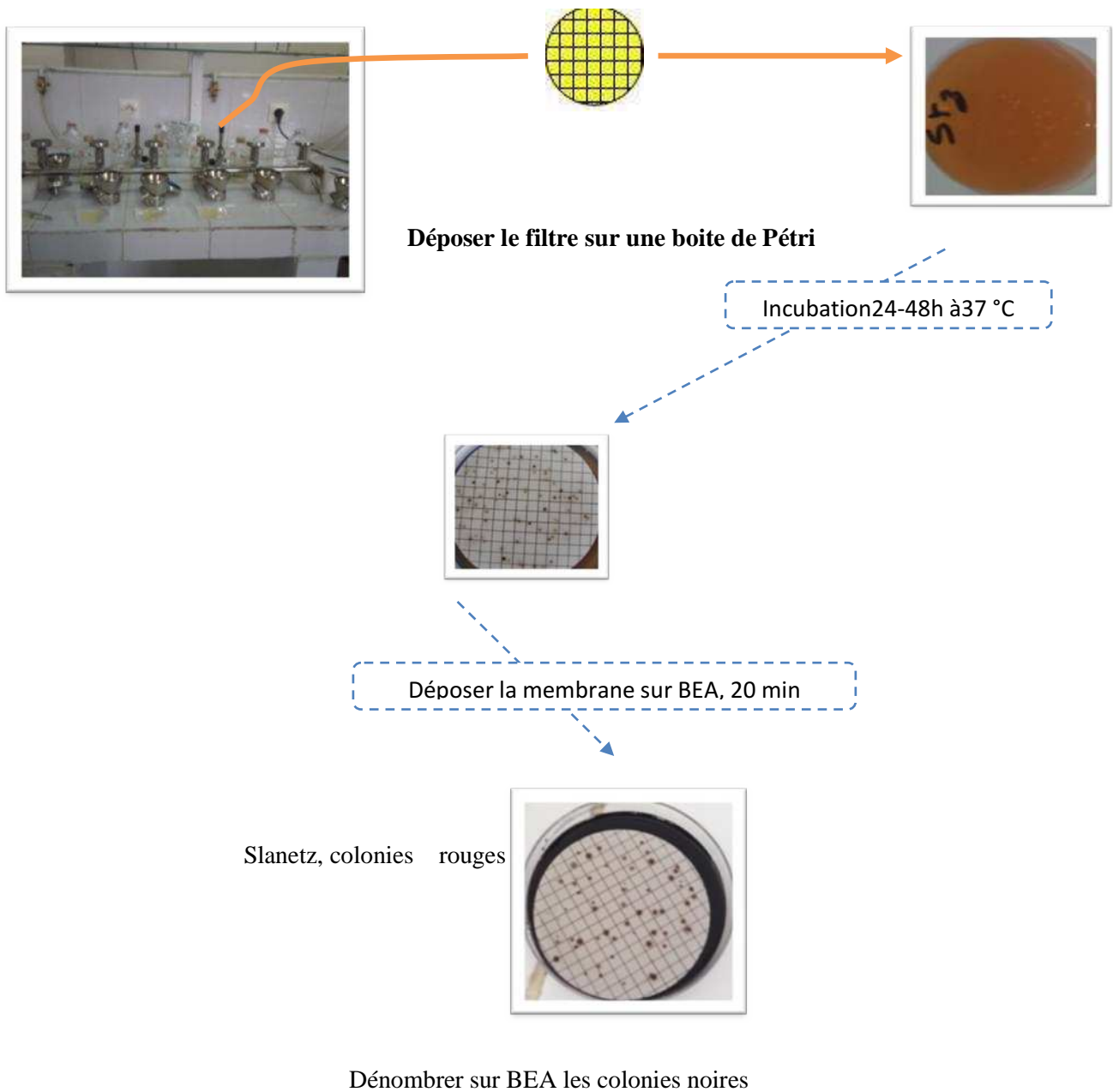


**Figure 3.18 :** Technique de dénombrement des coliformes.

### 4.1.2. 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.

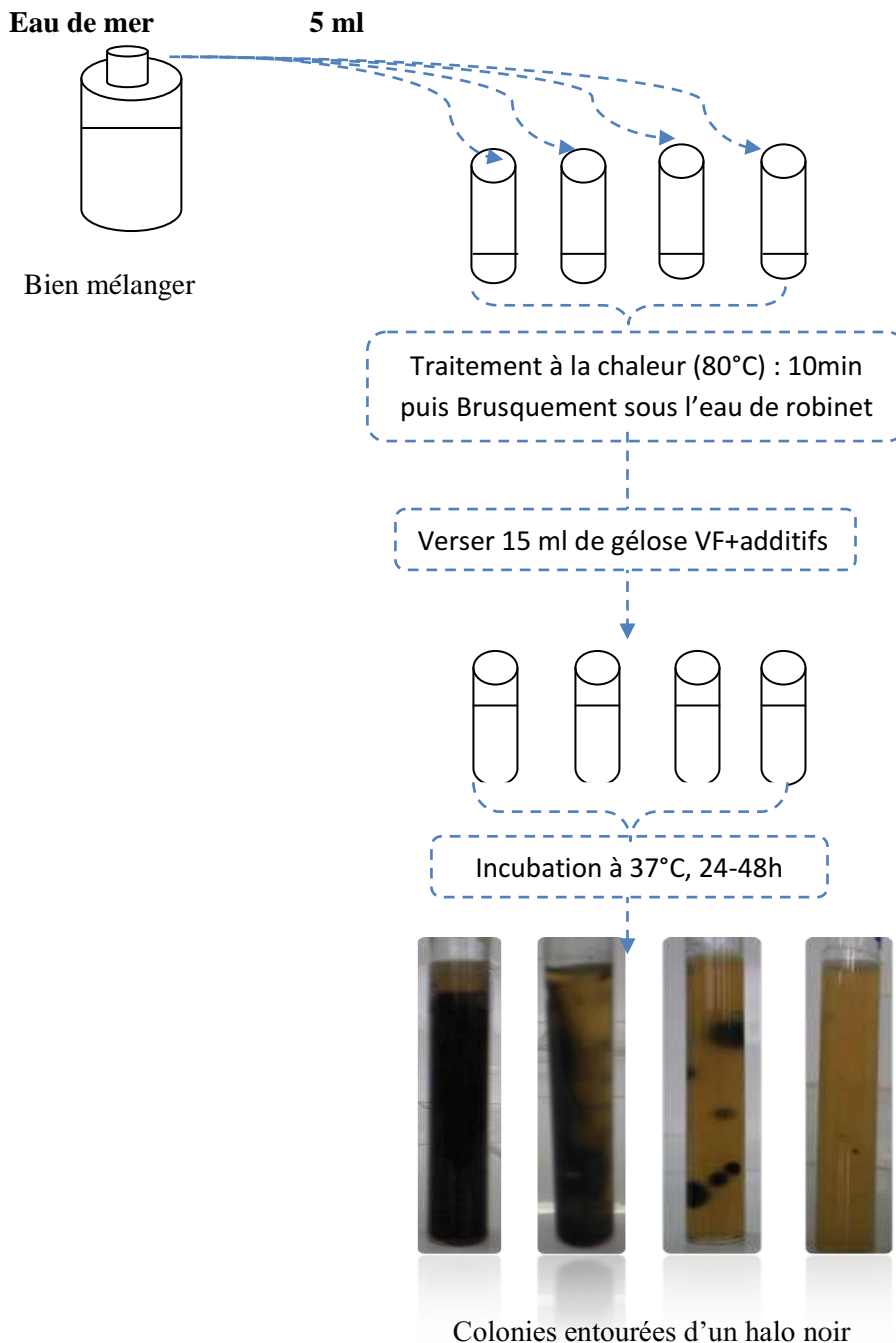
#### Filtration de 100ml d'échantillon



**Figure 3.19 :** Technique de dénombrement des streptocoques fécaux.

### 4.1.3. Dénombrement des germes sulfitoréducteurs

Ces indicateurs de contamination fécale ancienne sont dénombrés sur gélose viande foie. Quelques bactéries anaérobies sulfito-réductrices ont été isolées et identifiées.



**Figure 3.20 :** Technique de recherche des bactéries sulfite-réductrices

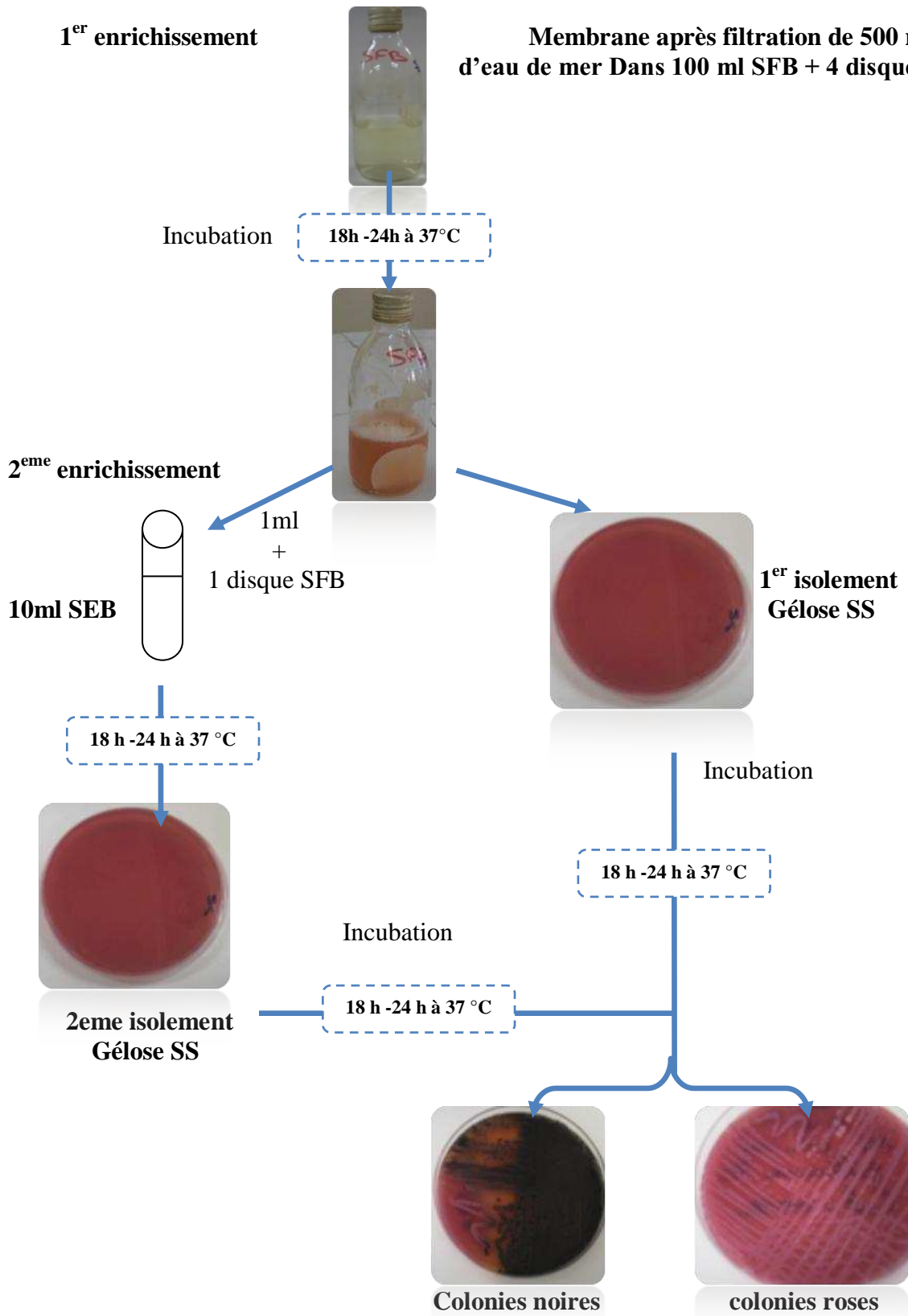


Figure 3.21 : Technique de recherche des salmonelles.

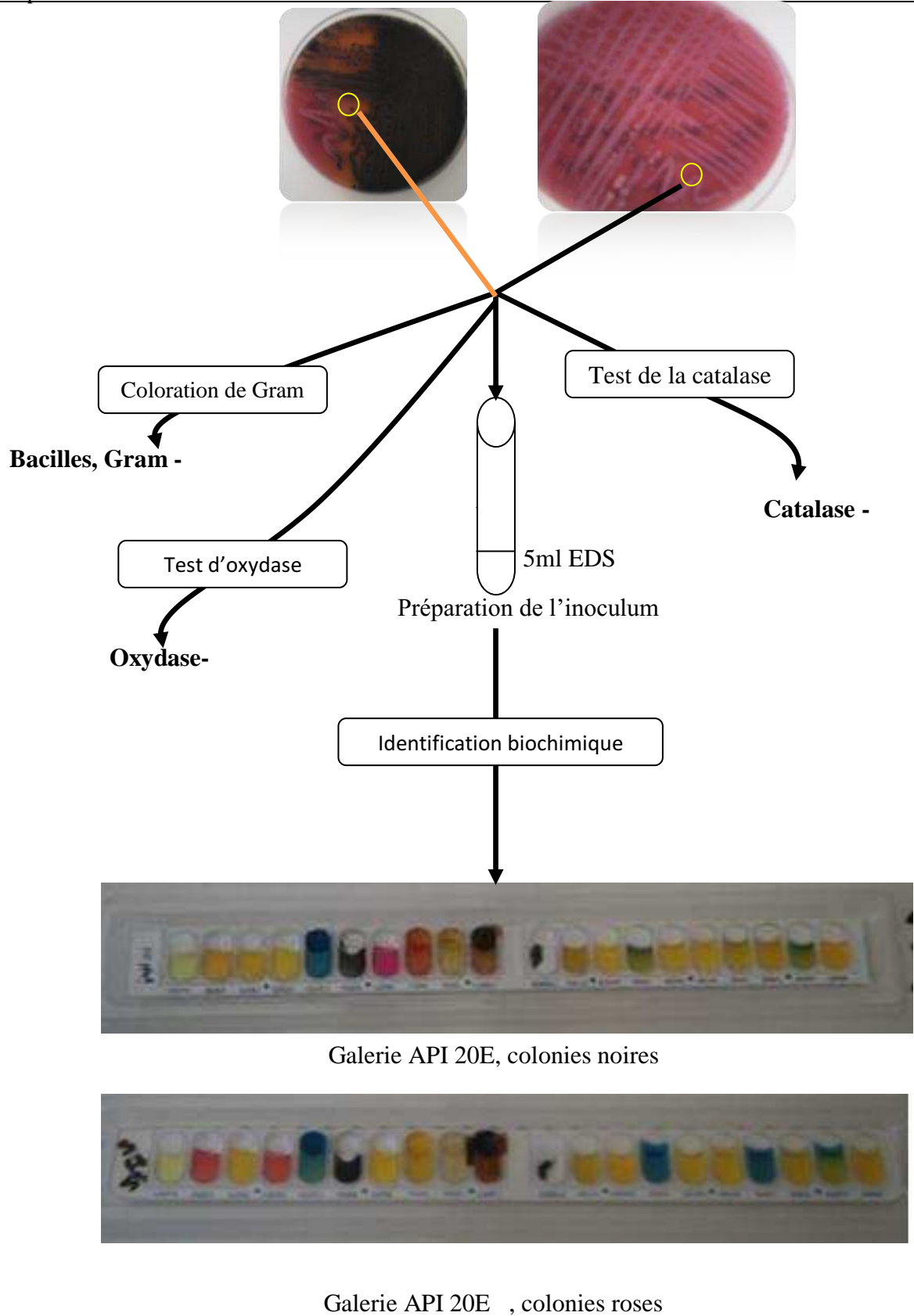
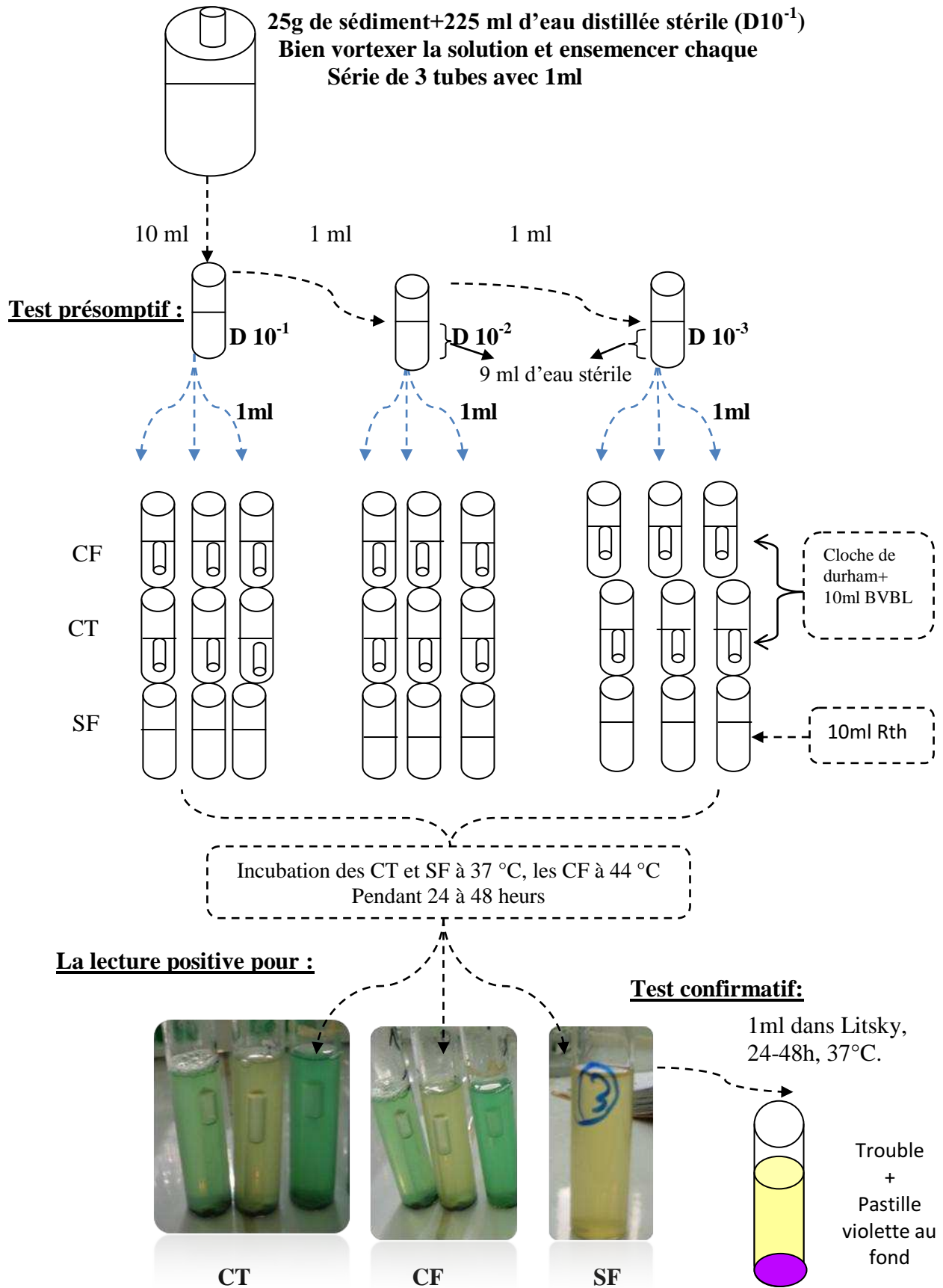


Figure 3.22 : Technique d'identification des salmonelles.

#### 4.2. Dénombrement bactérien dans la matrice sédiment



**Figure 3.23 :** Dénombrement des indicateurs de contamination fécale par la méthode des NPP dans les sédiments.



# CHAPITRE IV

*Résultats*

*et*

*Discussion*

**I- Analyse paramétrique**

Les données acquises sont résumées ci-dessous, sous forme de valeurs moyennes.

**Tableau 4.1 :** Résultats des paramètres physicochimiques au niveau de la Baie d'Alger.

station	T (°C)	S(PSU)	pH	OD (mg/l)	OD(%)	Condu (mS/cm)	Turb(NTU)
1	16,9	36,6	8,22	6.9	71	50,2	14
2	17,1	36,4	8,23	7.8	81	48,9	38,9
3	16,5	36,4	8,23	7.9	80	50	27,1
4	18,1	34,7	8,17	7.5	78	47,6	60,64
5	17,5	35,7	8,2	7.6	77	49,1	37
6	17,5	36,1	8,21	7.7	80	49,4	29,3

**Tableau 4.2 :** Résultats des paramètres physicochimiques au niveau du Port d'Alger.

station	T (°C)	S(PSU)	pH	OD (mg/l)	OD(%)	Cond (mS/cm)	Turb(NTU)
P1	16,8	36,7	8,2	7.3	77	50,3	33,6
P2	16,5	36,7	8,21	7.6	76	50,2	23,8
P3	16,7	36,7	8,22	7.3	75	50,1	20,9
P4	17,1	36,5	*	7.7	81	50	31,2
P5	16,5	36,3	*	7.8	88	49,9	6
P6	17,5	36,2	*	9	92	49,6	26,3
P7	16,9	36,3	*	7.6	79	49,5	24,2
P8	16,7	36,2	*	7.7	79	49,8	34,8
P9	17,3	35,8	*	7.6	78	49,2	28,1
P10	17	35,7	*	8.6	85	48,6	18,2
P11	17,2	36,3	*	7.8	80	49,7	7,25
P12	16,8	36,4	8,19	6.9	72	49,9	13,5

**Tableau 4.3 :** Résultats des paramètres physicochimiques au niveau de la baie de Bouismail (Sortie du 01/06/2011) :

Station	T°	S	pH	Conductivité
1	*	*	*	*
2	25	32.7	7.77	44.6
3	21.5	38.3	7.78	51.8
4	21.7	35.7	7.94	48.7

**Tableau 4.4** : Résultats des paramètres indicateurs de pollution dans la Baie d'Alger.

station	MES (mg/l)	MOP (%)	DCO (mg/l)	DBO <sub>5</sub> (mg/l)	CT /100ml	CF /100ml	SF /50ml	SR /20ml	Salmo
S <sub>1</sub>	121.8	0.013	938	*	53	21	-	-	+
S <sub>2</sub>	88.89	0.015	916	15	>10 000	63	9	4	+
S <sub>3</sub>	107	0.012	914	*	>10 000	17	6	1	+
S <sub>4</sub>	115	0.014	934	*	>10 000	187	-	-	+
S <sub>5</sub>	109	0.013	910	*	>10 000	123	1	3	+
S <sub>6</sub>	108	0.015	*	40	>10 000	16	5	2	+

(\*) : Non mesuré

**Tableau 4.5** : Résultats des paramètres indicateurs de pollution dans le Port d'Alger.

Station	MES (mg/l)	MOP (%)	DCO (mg/l)	DBO <sub>5</sub> (mg/l)
P1	116	0.013	*	*
P2	115	0.014	912	40
P3	113	0.012	*	*
P4	10	0.393	*	*
P5	89	$6.67 \times 10^{-3}$	*	*
P6	95	0.043	*	*
P7	336	$6.07 \times 10^{-3}$	*	*
P8	115	0.016	*	*
P9	93	0.010	*	*
P10	119	0.06	*	*
P11	108	0.017	*	*
P12	117	0.015	888	*

(\*) : Non mesuré. (-) : Absence.

**Tableau 4.6** : Résultats des paramètres microbiologiques dans de la baie de Bouismail.

Station	CT/100ml	CF/100ml	Salmonelles
1	970	4	-
2	>10 000	>10 000	-
3	190	28	-
4	>10 000	>10 000	-

**Tableau 4.7** : Résultats des sels nutritifs de la Baie d'Alger, du Port et de la Baie de Bouismail

Stations	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	SiO <sub>2</sub> mg/l	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> mg/l	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> mg/l
<b>Baie d'Alger</b>					
S1	0,0012	0,034	0,084	0,467	0,009
S2	0,0049	0,024	0,099	0,008	0,008
S3	0,0059	0,023	0,018	0,0092	0,007
S4	0,0043	0,026	0,037	0,006	0,009
S5	0,0037	0,020	0,021	0,007	0,003
S6	0,005	0,020	0,074	0,007	0,005
<b>Port</b>					
P1	0,013	0,014	0,736	0,009	0,025
P4	0,01	0,031	0,083	0,011	0,025
P5	0,012	0,024	0,071	0,015	0,030
P6	0,011	0,018	0,346	0,014	0,029
P7	0,011	0,029	0,053	0,016	0,028
P8	0,015	0,019	0,71	0,017	0,026
P9	0,017	0,028	0,28	0,021	0,033
P10	0,021	0,017	0,788	0,019	0,027
P11	0,015	0,040	0,174	0,022	0,036
P12	0,007	0,022	0,24	0,022	0,028
<b>Baie de Bouimail</b>					
1	0,11	0,040	0,276	0,007	0,011
2	0,057	0,823	0,037	0,017	0,036
3	0,031	0,767	0,102	0,007	0,015
4	0,154	0,96	0,556	0,021	0,004

**Tableau4.7** : Résultats des paramètres microbiologiques dans le sédiment

Station	CT unité	CF unité	Strepto unité
S <sub>1</sub>	450	950	150
S <sub>2</sub>	300	25	14
S <sub>3</sub>	190	28	40
S <sub>4</sub>	70	450	4
S <sub>6</sub>	4000	1500	600
P <sub>1</sub>	1100	150	65
P <sub>5</sub>	9	9	70
P <sub>9</sub>	70	25	7
P <sub>12</sub>	1600	1000	3500

## 1. Variations des paramètres dans la Baie d'Alger

### 1.1. La température

Les valeurs relatives de température enregistrées durant l'étude au niveau de la baie d'Alger varient entre (16,5 – 18,1°C) avec une moyenne de 17,2°C, et un écart type de 0,55.

Le minimum est enregistré au niveau du point S<sub>3</sub>, le maximum est observé en S<sub>4</sub>, un écart de 1.6°C. Cette différence peut être expliquée par le fait que le point S<sub>4</sub>, reçoit d'une part les rejets d'eaux usées de l'oued El Harrach, et d'autre part ceux de l'oued Hamiz.

La figure 4.2 illustre mieux la corrélation qui existe entre les déversements des deux oueds, les facteurs hydrodynamiques ; et les valeurs de température plus au moins marquées en S<sub>4</sub>.

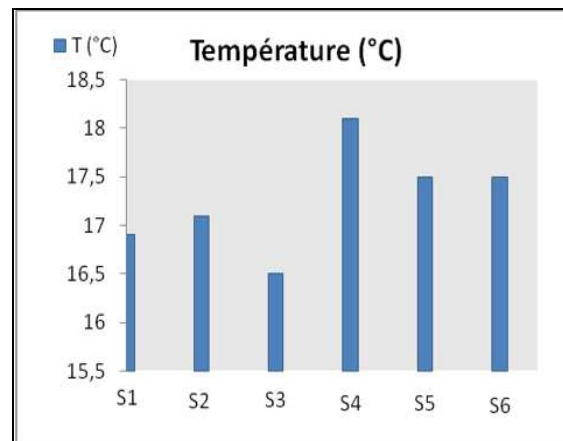


Figure 4.1 : Variation de la température dans la baie d'Alger.

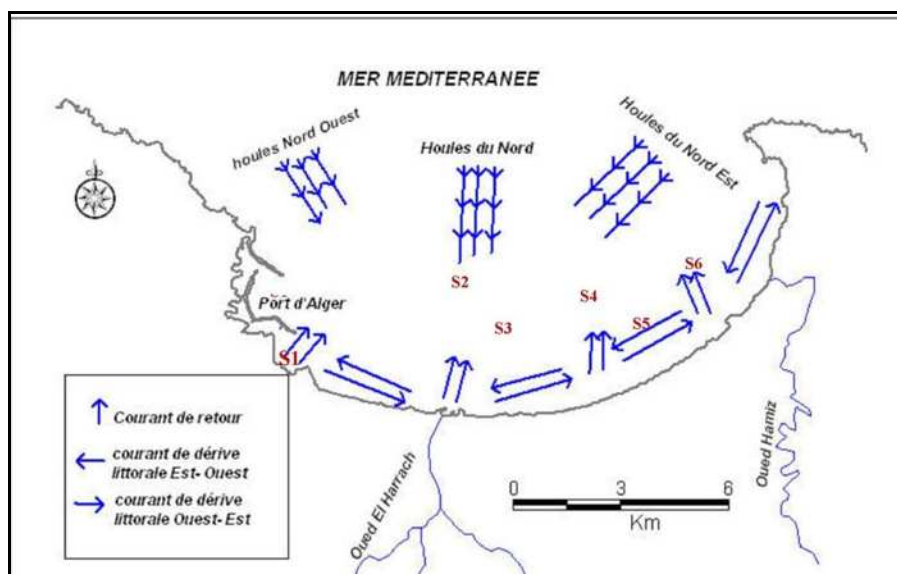


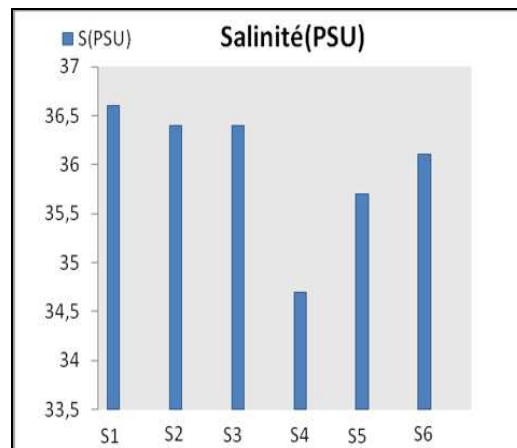
Figure 4.2 : Schéma probable de la dynamique sédimentaire dans la baie d'Alger (LEM, 1998).

### 1.2. Salinité

Les valeurs de salinité enregistrées varient entre 34,7 et 36,6 PSU, avec une moyenne de 35.9 PSU et écart type de 0.7.

En méditerranée, la salinité est comprise entre 37.8 et 39.3 PSU. Les résultats obtenus au cours des prélèvements sont en dessous de la normale, ceci est probablement lié aux rejets.

La station S<sub>4</sub> montre la plus faible valeur de salinité mesurée, et cela ne peut être expliqué que par les apports d'eaux usées de l'oued el Harrach et oued el Hamiz apportés de part et d'autre par les courants.

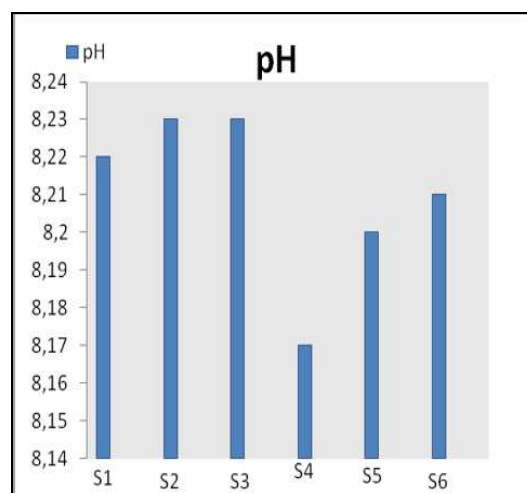


**Figure 4.3 :** Variation de la salinité dans la baie d'Alger.

### 1.3. Le potentiel d'hydrogène (pH)

Les valeurs de pH sont comprises entre 8,17 et 8,23, avec une moyenne de 8,21 et un écart type de 0,022.

Le pH de l'eau de mer, voisin de 8,2, indique que les zones sont conformes aux normes algériennes 2006, limitées entre 6 à 8,5 (Voir annexe 3). Les plus faibles sont observées aux stations situées à proximité d'Oued El- Harrach. La variation du pH est due probablement aux apports d'eaux continentales et aux rejets industriels.



**Figure 4.4 :** Variation de pH dans la baie d'Alger.

### 1.4. Oxygène dissous

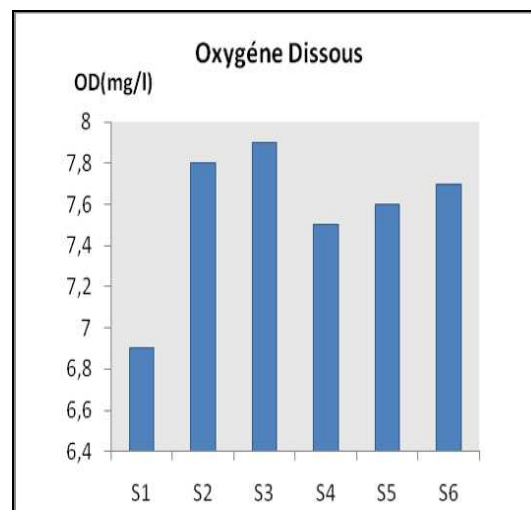
Les teneurs en oxygène dissous dans les eaux superficielles de la baie d'Alger varient entre 6.9 (valeur minimale) enregistré dans la S1, et 7.9 mg/l (teneur maximale) enregistré dans la S3, avec une moyenne de 7.56mg/l et un écart type de 0.36.

Ces teneurs relativement basses montrent qu'il y a un déficit en oxygène, lié aux rejets, ainsi qu'aux matières en suspension qui limitent la pénétration de la lumière.

La concentration de l'oxygène de l'eau est sous influence des processus biologiques. Ces derniers permettent soit, sa saturation dans les zones eutrophes (accroissement important du phytoplancton), une eau très aérée est généralement sursaturée en oxygène ou la sous-saturation de l'eau dans les zones riches en matières carbonées dégradables par des micro-organismes (oxydation de la matière organique, nitrification de l'azote ammoniacal) (Aminot & Chausse-Pied, 1983).

En absence d'activité biologique, la concentration d'oxygène dissous tend vers la saturation de l'eau (Aminot et al., 1997), qui est en fonction de la température et de la salinité (à pression atmosphérique normale). Ainsi, les valeurs de l'oxygène dissous des eaux de la baie sont supérieures à 5mg/l et cela est dû à l'important phénomène de brassage des eaux donc à l'échange air-mer et à l'activité photosynthétique.

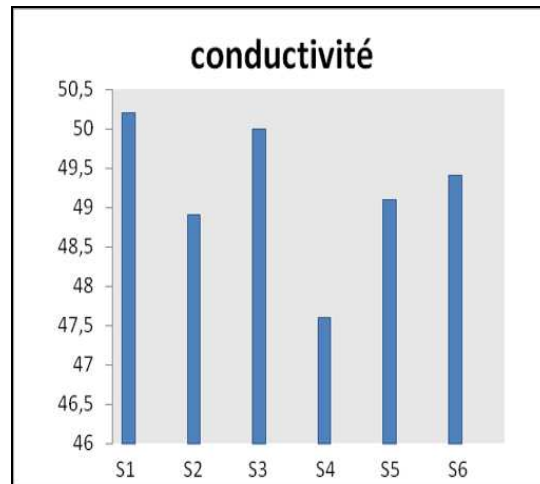
Ainsi que les concentrations minimales d'oxygène dissous retrouvées pourraient aussi être expliquées par la présence de fortes teneurs des matières en suspension en surface et des déchets des matières organiques solides et liquides rejetés essentiellement par des unités industrielles.



**Figure 4.5** : Variation de la concentration de l'oxygène dissous (mg/l) dans la baie d'Alger.

### 1.5. La conductivité

Les conductivités mesurées présentent une moyenne de 49,2mS/cm et un écart type de 0,93. Les stations 4 et 1, marquent respectivement les valeurs minimales (47,6mS/cm) et maximales (50,2 mS/cm).

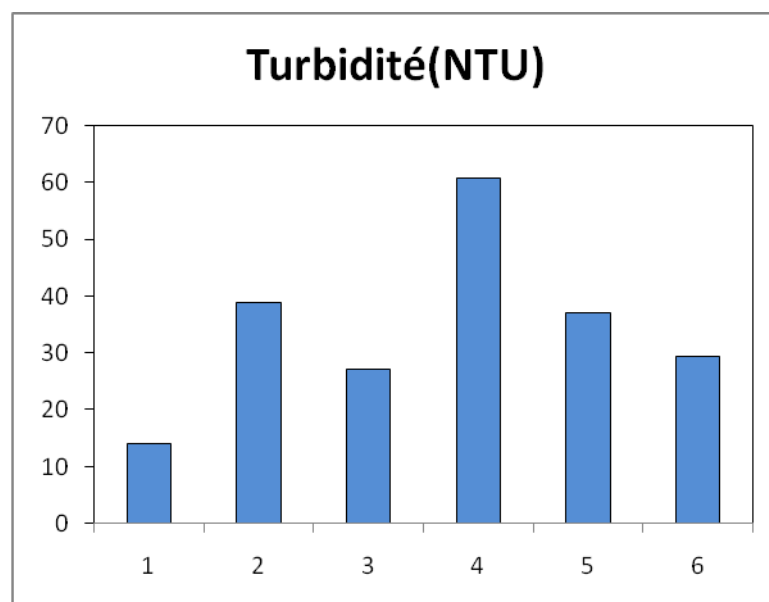


**Figure 4.6 :** Variation de la conductivité dans la baie d'Alger.

La conductivité de l'eau de mer est très élevée en raison de la forte concentration en sels dissous (Aminot & Kérouel, 2004), du fait qu'elle permet d'évaluer la charge totale en électrolytes d'une eau (Ramade, 2000).

### 1.6. La turbidité

Les valeurs de turbidité sont comprises entre 14 NTU et 38,9 NTU avec une moyenne de 25,49 et un écart type de 12,78. Les valeurs les plus élevées sont enregistrées au niveau de la station S<sub>4</sub>. Ces importantes valeurs de turbidité doivent être liées aux apports de l'Oued El-Harrach et ceux d'El Hamiz.

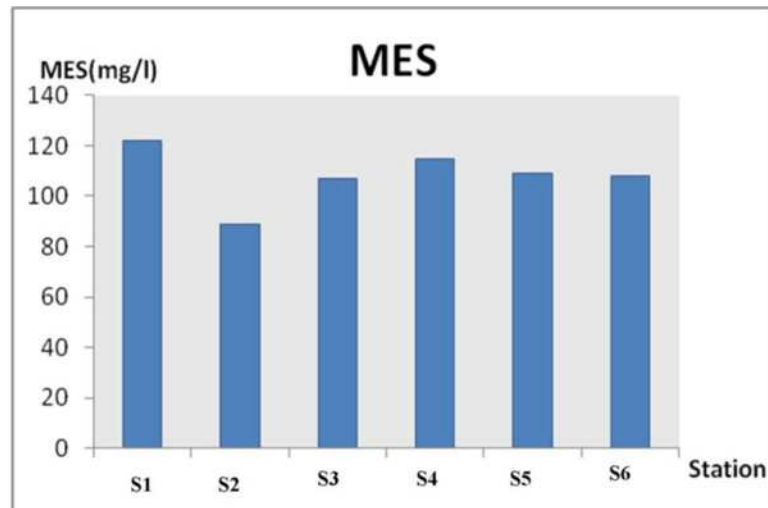


**Figure 4.7 :** Variation de la turbidité dans la baie d'Alger.

### 1.7. Les matières en suspension (MES)

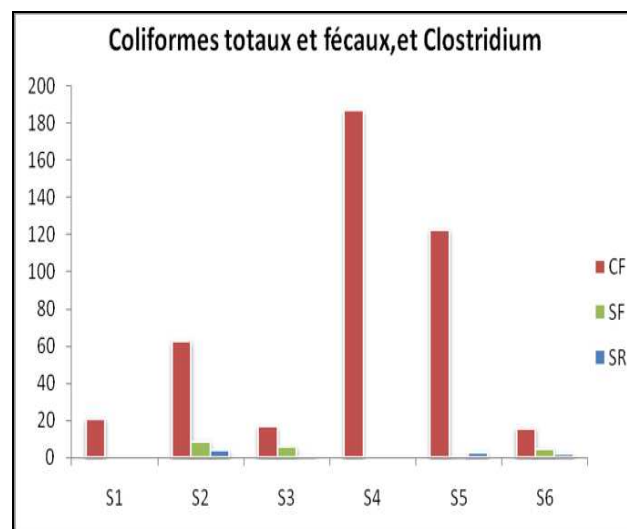
Les variations des matières en suspension montrent des fluctuations assez marquées. La moyenne est de 109,75mg/l et l'écart type est de 3.592, avec des valeurs extrêmes qui sont les suivantes : 88.89 mg/l en S<sub>2</sub> et 121.8mg/l en S<sub>1</sub>, et 115 mg/l en S<sub>4</sub>.

Ces concentrations peuvent être dues aux eaux usées de l'oued El-Harrach et d'El Hamiz et à la mise en suspension des éléments fins par les houles.



**Figure 4.8 :** Variation des matières en suspension dans la baie d'Alger.

### 1.8. Paramètres bactériologiques



**Figure 4.9 :** Variations des germes au niveau de la baie d'Alger.

#### 1.8. 1. Les Coliformes totaux

Les concentrations les plus élevées ont été observées au niveau de la S2, S4, S5, S6 avec des boîtes indénombrables (dépassant largement la norme : 10 000CT/100ml).

Le minimum de concentration est enregistré dans la S1 avec 53 CT/100 et S3 avec 101 CT/100ml.

#### 1.8.2 .Coliformes fécaux

Les stations S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>, S<sub>6</sub> présentent des valeurs inférieures à la norme, cette dernière est fixée à 100CF/100ml.

Les stations S<sub>4</sub> et S<sub>5</sub> présentent des concentrations dépassant la valeur guide mais qui restent comprises dans l'intervalle des normes, où la masse bactérienne ne doit excéder les 2000CF/100 ml.

### 1.8.3.Sulfito-réducteurs

La concentration en Clostridium sulfito-réducteurs ne dépasse pas 4 SR /20ml au niveau de la station 2, reste les stations 1 et 4 où ils sont quasiment absents.

### 1.8.4.Streptocoques fécaux

Les streptocoques sont les meilleurs témoins de la contamination fécale (Brisou ; 1980). La concentration la plus élevée est observée au niveau de la station 2 avec une concentration de 18 largement inférieure à la norme 1000 SF/ 100ml.ces eaux sont donc de bonne qualité du point de vue bactériologique.

### 1.8.5.Étude de l'origine de la pollution

La contamination fécale peut être d'origine animale ou bien humaine, le rapport Coliformes fécaux/Streptocoques fécaux va nous aider à déterminer l'origine de cette contamination. Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau 4.8** : Le rapport CF/SF

Stations	CF/100ml	SF/100ml	CF/SF	Source de contamination
1	21	-	-	-
2	63	18	3.5	Mixte à prédominance humaine
3	17	12	1.41	Origine incertaine
4	187	-	-	-
5	123	2	61.5	Source exclusivement humaine
6	16	10	1,6	Origine incertaine

## 1.9. Variations des sels nutritifs

### 1.9.1.Nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

Les valeurs en nitrates varient entre 0,02 µmole/l et 0,09 µmole/l avec une moyenne de 0,06µmol/l et un écart type de 0,025.

### 1.9.2. Nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)

L'azote nitreux dans la baie varie entre 0,13 et 0,2 µmole/l avec une moyenne de 0,16µmol/l et un écart type de 0,02.

### 1.9.3. Orthophosphates (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>)

Dans le milieu marin Le phosphore est représenté par les ions Orthophosphates. Les teneurs des Orthophosphates des eaux superficielles varient dans un intervalle de 0,03µmol/l et 0,09 µmole/l avec une moyenne de 0,07µmol/l et un écart type de 0,02.

### 1.9.4. Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)

Les résultats obtenus pour les phosphates dans cette étude varient entre 1,11 à 1,87 µmole/l avec une moyenne de 1,37 µmole/l et un écart type de 0,28.

### 1.9.5. Silice

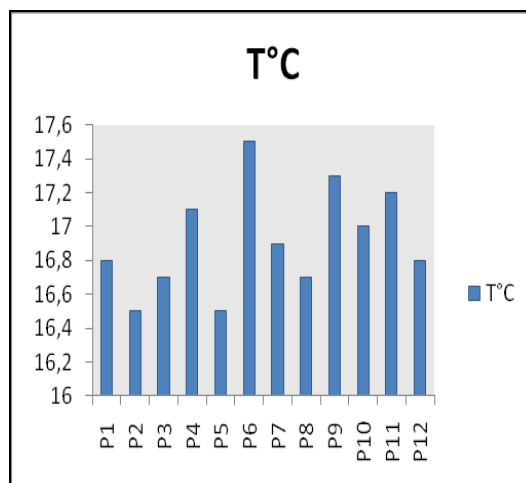
Les valeurs des silices enregistrées varient entre 0,31 à 1,65 µmole/l avec une moyenne de 0,93 µmole/l et un écart type de l'ordre de 0,61.

## 2. Variations des paramètres dans le Port d'Alger

### 2.1. La température

Les valeurs de température mesurées dans le port d'Alger varient entre (16,5 – 17,5°C) avec une moyenne de 16,9°C, et un écart type de 0.32.

La température varie peu, le minimum est enregistré au niveau du point P<sub>2</sub> et P<sub>5</sub>, le maximum est observé en P<sub>6</sub>. Ces fluctuations peuvent être expliquées par l'apport d'eaux usées, la centrale thermique qui déverse directement ses rejets, ainsi que la pêche et les diverses activités portuaires qui modifient le milieu marin.



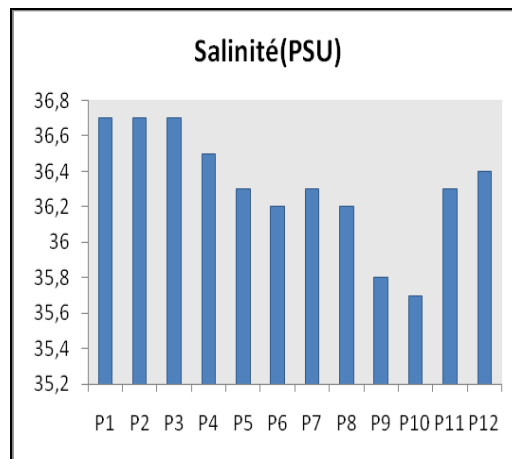
**Figure 4.10 :** Variation de la température dans le port d'Alger.

### 2.2. Salinité

Les valeurs de salinité enregistrées sont comprises entre 35,7 et 36,7 PSU, avec moyenne de 36.3 et écart type de 0.32.

La salinité au niveau des stations 12, 11, 10,9 est plus ou moins faible, car ces points peuvent être considérés comme milieu ouvert, influencé par les mouvements de la mer et les eaux venant de l'extérieur de l'enceinte portuaire.

Au contraire, les points P1, P2, et P3 localisés dans le bassin du vieux port marquent des valeurs de salinité élevées de l'ordre de 36.7, cela peut s'expliquer par le fait que les masses d'eaux usées n'ayant pas subi une dilution totale par l'eau de mer, sont maintenues isolées par des phénomènes de tension superficielle. Le point P<sub>6</sub> est considéré comme intermédiaire entre deux zones polluées.



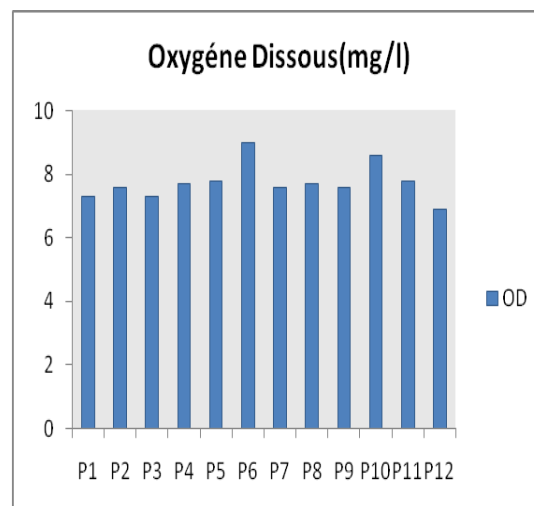
**Figure 4.11** : Variation de la salinité dans le port d'Alger

### 2.3. Le potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH n'a pas pu être mesuré au niveau du port, suite à une défaillance de l'appareil de mesure.

### 2.4. Oxygène dissous

Les teneurs en oxygène dissous dans les eaux superficielles du port d'Alger varient entre 6.9 (valeur minimale) enregistré dans la P<sub>12</sub>, et 9 mg/l (valeur maximal) enregistré dans P<sub>6</sub>, avec une moyenne de 7.74mg/l et un écart type de 0.56.

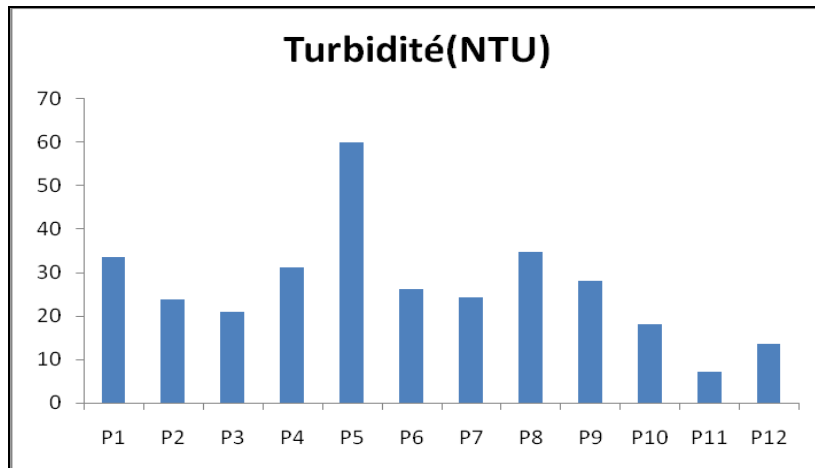


**Figure 4.12** : Variation des concentrations d'oxygène dissous dans le port d'Alger.

### 2.5. La turbidité

Les valeurs de turbidité sont comprises entre 6 NTU et 34,8 NTU avec une moyenne de 22,32 et un écart type de 9,56.

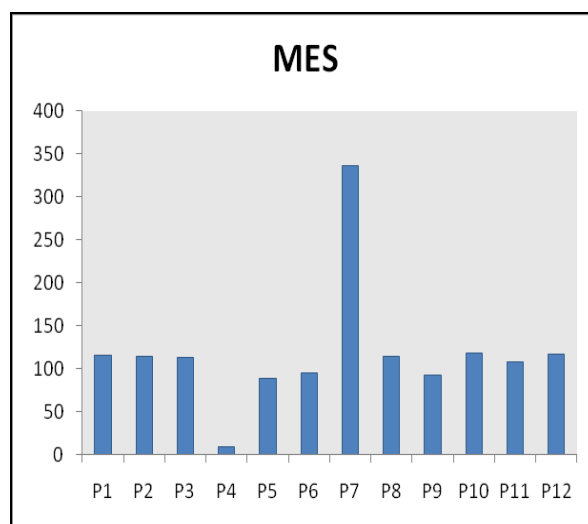
La station P<sub>5</sub> est la zone la plus turbide, c'est logique étant donné qu'elle se trouve dans un bassin qui est pratiquement fermé, où l'eau circule peu. Contrairement au point 11, localisé à la sortie du port où l'hydrodynamisme est plus important.



**Figure 4.13 :** Variation de la turbidité dans le port d'Alger.

## 2.6. Les matières en suspension (MES)

Les variations des matières en suspension montrent des fluctuations assez marquées. La moyenne est de 118,83mg/l et l'écart type est de 74.66, avec des valeurs extrêmes allant de 10 mg/l en P<sub>4</sub> à 336mg/l en P<sub>7</sub>.



**Figure 4.14 :** Variation des teneurs en MES dans le port d'Alger.

## 2.7. Variations des sels nutritifs

### 2.7.1. Nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

Les concentrations en nitrates varient entre 0,12  $\mu\text{mole/l}$  et 0,35  $\mu\text{mole/l}$  avec une moyenne de 0,21  $\mu\text{mol/l}$  et un écart type de 0,06.

### 2.7.2. Nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)

L'azote nitreux dans la baie varie entre 0,21 et 0,49  $\mu\text{mole/l}$  avec une moyenne de 0,37  $\mu\text{mol/l}$  et un écart type de 0,09.

### 2.7.3. Orthophosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ )

Les teneurs des Orthophosphates des eaux superficielles varient dans un intervalle de  $0,26\mu\text{mol/l}$  et  $0,33\mu\text{mol/l}$  avec une moyenne de  $0,28\mu\text{mol/l}$  et un écart type de  $0,033$ .

### 2.7.4. Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )

Les concentrations en ammonium varient entre  $0,77$  et  $1,73 \mu\text{mole/l}$  avec une moyenne de  $1,36 \mu\text{mole/l}$  et un écart type de  $0,44$ .

### 2.7.5. Silice

Les valeurs des silices enregistrées varient considérablement entre  $0,89$  à  $13,14 \mu\text{mole/l}$  avec une moyenne de  $5,80 \mu\text{mole/l}$  et un écart type de l'ordre de  $4,83$ .

## 3. Variations des paramètres dans la Baie de Bouismail

### 3.1. La température

Les valeurs relatives de température enregistrées durant l'étude au niveau de la baie de Bouismail varient entre ( $21,5- 25^\circ\text{C}$ ) avec une moyenne de  $22,73^\circ\text{C}$ , et un écart type de  $1,96$ .

Le minimum est enregistré dans la station 2, le maximum est observé dans la station 1, d'une valeur de  $25^\circ\text{C}$ , ceci est probablement due à l'importante quantité de rejets présents dans cette zone.

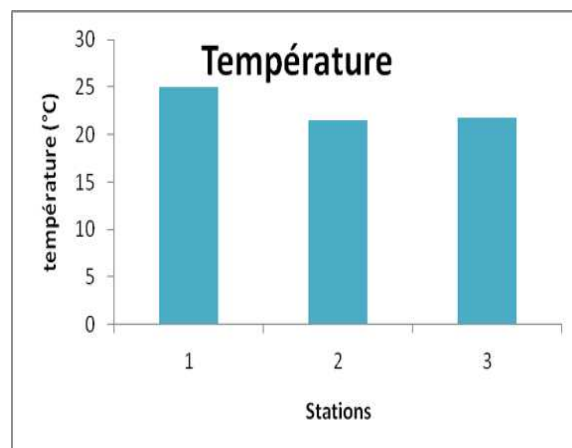
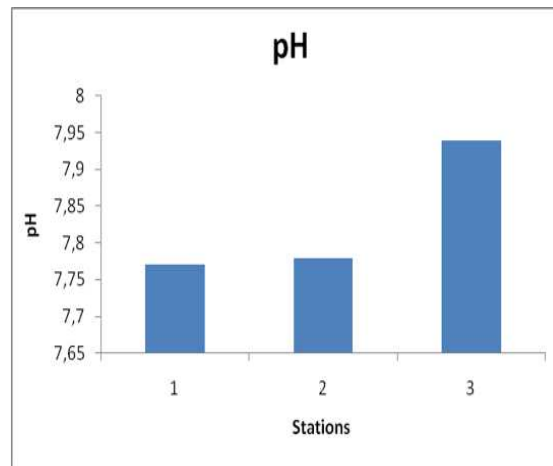


Figure 4.15 : Variation de la température dans la baie de Bouismail.

### 3.2. Le potentiel d'hydrogène (pH)

Les valeurs de pH sont comprises entre  $7,7$  et  $7,9$ , avec une moyenne de  $7,8$  et un écart type de  $0,095$ .

Le pH indique que les zones sont conformes aux normes algériennes 2006, limitées entre  $6$  à  $8,5$

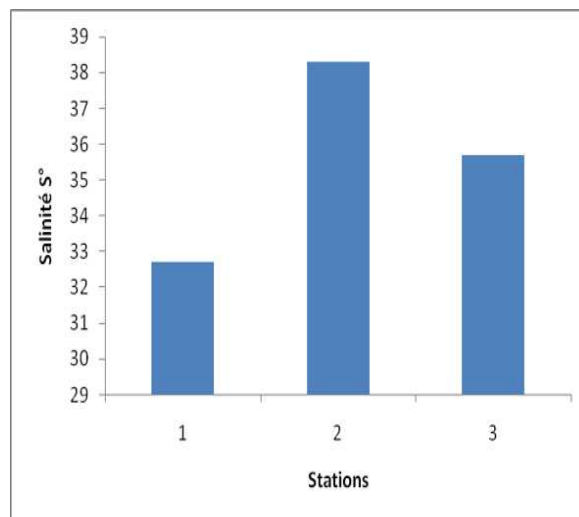


**Figure 4.16 :** Variation du pH dans la baie de Bouismail.

### 3.3. La salinité

La salinité au niveau de la baie de Bouismail varie dans une large gamme entre 32,7 PSU et 38,3 PSU, avec une moyenne de 35,5 et un écart type de 2,80.

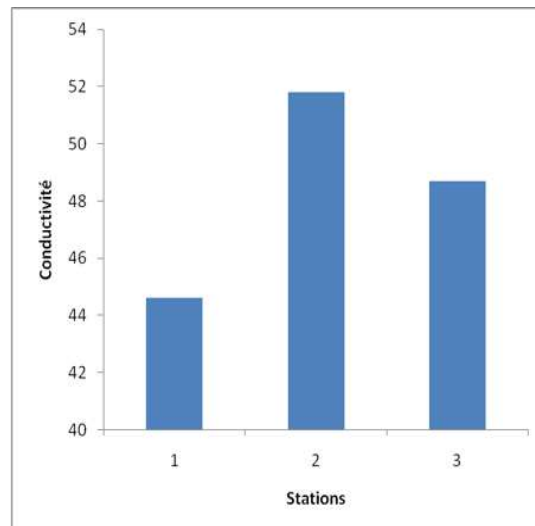
Cette importante variation est liée à l’empreinte des eaux continentales, qui se fait surtout sentir dans la station 2 où l’on ne dénombre pas moins de cinq rejets.



**Figure 4.17 :** Variation de la salinité dans la baie de Bouismail.

### 3.4. La conductivité

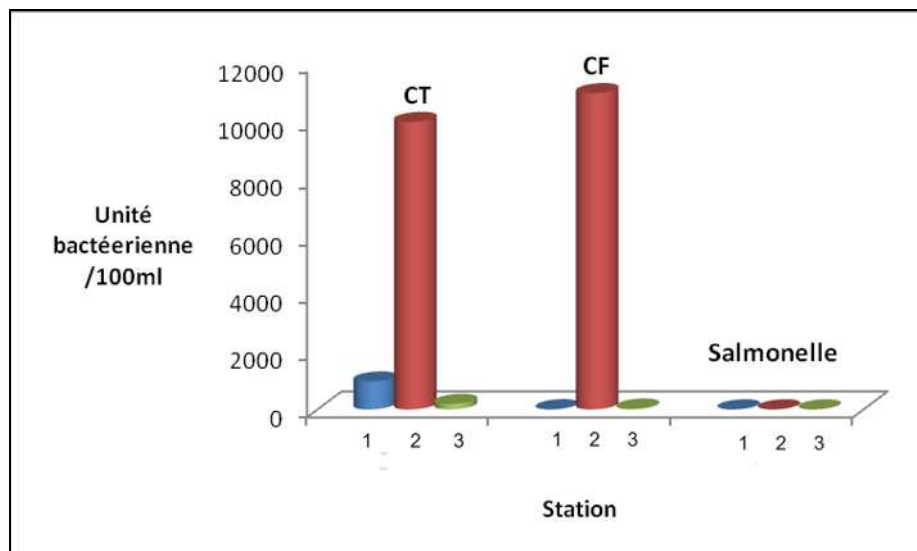
Les conductivités mesurées présentent une moyenne de 48,36mS/cm et un écart type de 3,61.avec une valeur maximale de 51,8 et une valeur minimale de 44,6.



**Figure 4.18 :** Variation de la conductivité dans la baie de Bouismail.

### 3.5. Paramètres bactériologiques

Les concentrations les plus élevées en coliformes totaux et coliformes fécaux ont été observées au niveau de la station 2, avec des valeurs dépassant largement la norme : 10 000 CT/100ml. Ce qui signifie que nous sommes au seuil de sécurité (Alerte). Le minimum de concentration pour les coliformes totaux est dans la S<sub>3</sub> avec 190 CT/100 ml, et au niveau de la S<sub>1</sub> pour les coliformes fécaux avec 4 CT/100ml. Par ailleurs, les salmonelles n'ont pas été recélées.



**Figure 4.19 :** Variations des germes au niveau de la baie de Bouismail.

### 3.6. Variations des sels nutritifs

#### 3.6.1. Nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

L'analyse des concentrations en nitrates laisse apparaître de fortes potentialités nutritives.

Les valeurs varient entre 0,5  $\mu\text{mole/l}$  et 2,49  $\mu\text{mole/l}$  avec une moyenne de 1,06  $\mu\text{mol/l}$  et un écart type de 0,65.

### 3.6.2. Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )

L'azote nitreux dans la baie varie entre 0,16 et 0,46  $\mu\text{mole/l}$  avec une moyenne de 0,29 $\mu\text{mol/l}$  et un écart type de 0,14.

### 3.6.3. Orthophosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ )

Les teneurs des Orthophosphates des eaux superficielles varient dans un intervalle de 0,11 $\mu\text{mol/l}$  et 0,48  $\mu\text{mole/l}$  avec une moyenne de 0,28 $\mu\text{mol/l}$  et un écart type de 0,17.

### 3.6.4. Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )

Les résultats obtenus pour les phosphates dans cette étude montrent une large gamme de concentration de 2,27 à 53,66  $\mu\text{mole/l}$  avec une moyenne de 36,07  $\mu\text{mole/l}$  et un écart type de 23,01.

Les fortes teneurs s'expliquent par la décomposition bactérienne des composées organiques azotées ainsi que les rejets urbains riche en ammoniac.

### 3.6.5. Silice

Les valeurs des silices enregistrées varient entre 0,63 à 9,27  $\mu\text{mole/l}$  avec une moyenne de 4,05  $\mu\text{mole/l}$  et un écart type de l'ordre de 3,86.

## 4. Variation des paramètres microbiologiques dans le sédiment

Nous observons une importante masse bactérienne dans le sédiment, notamment au niveau des stations S<sub>1</sub>, S<sub>6</sub>, P<sub>12</sub> correspondant respectivement au fait qu'elle se localisent à proximité des rejets d'eaux usées, au niveau du port ou bien à la sortie du port.

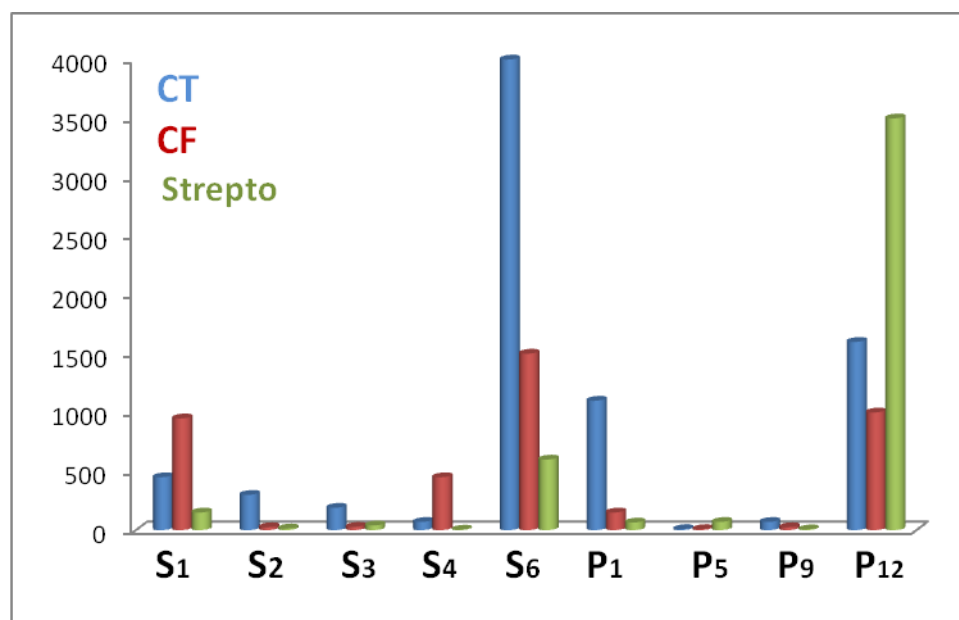
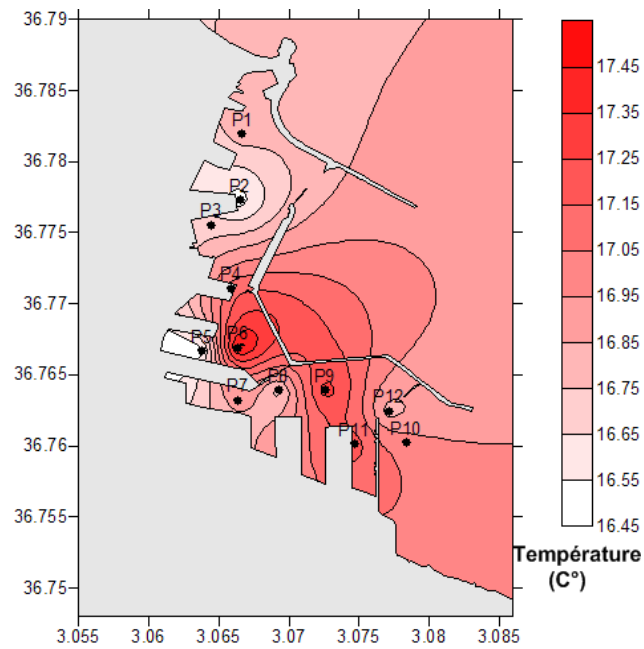
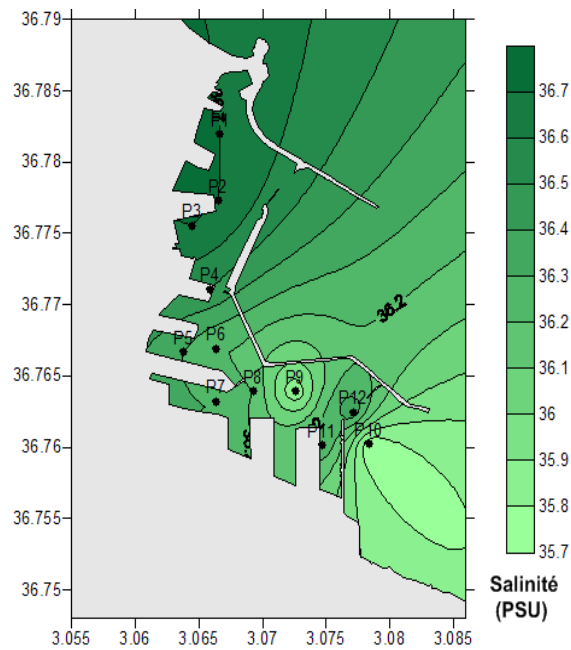


Figure 4.20 : Variations des germes dans le sédiment.

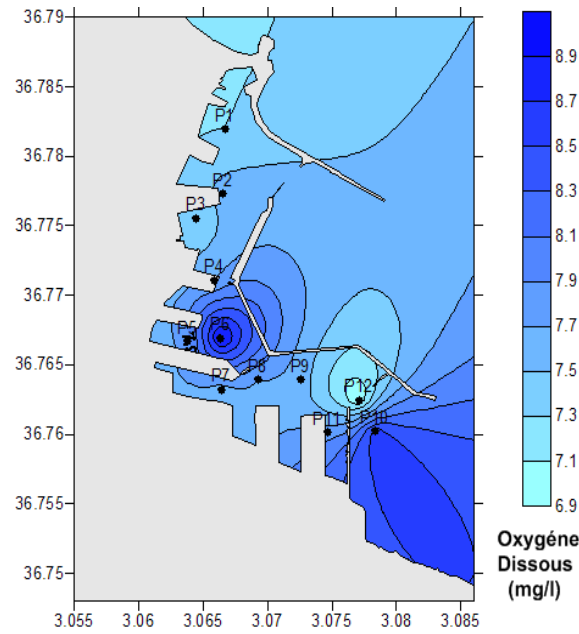
## II-Distribution spatiale des paramètres analysés



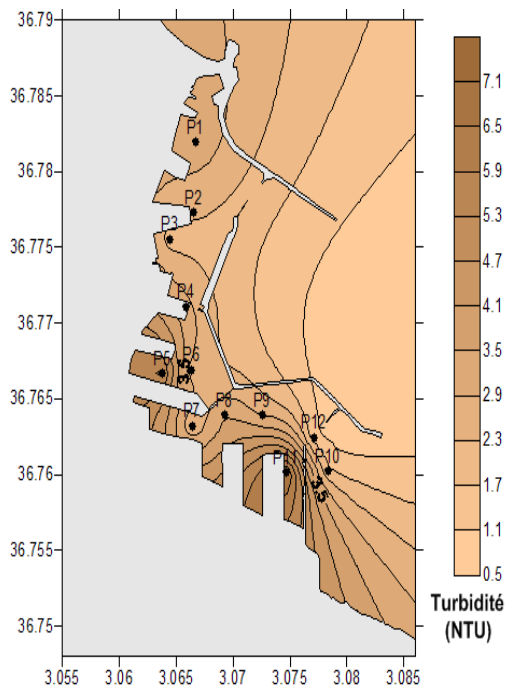
**Figure 4.21 :** Distribution spatiale de la température de surface du port d'Alger.



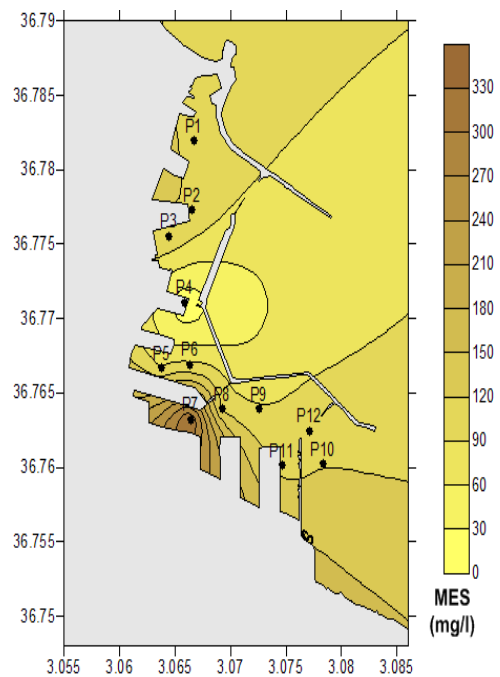
**Figure 4.22 :** Distribution spatiale de la salinité des eaux de surface du port d'Alger.



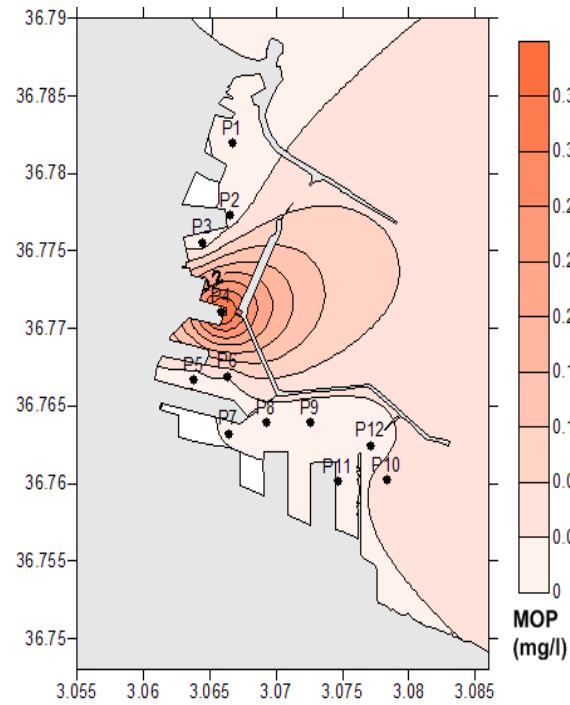
**Figure 4.23 :** Distribution spatiale de la concentration en oxygène dissous dans les eaux de surface du port d’Alger.



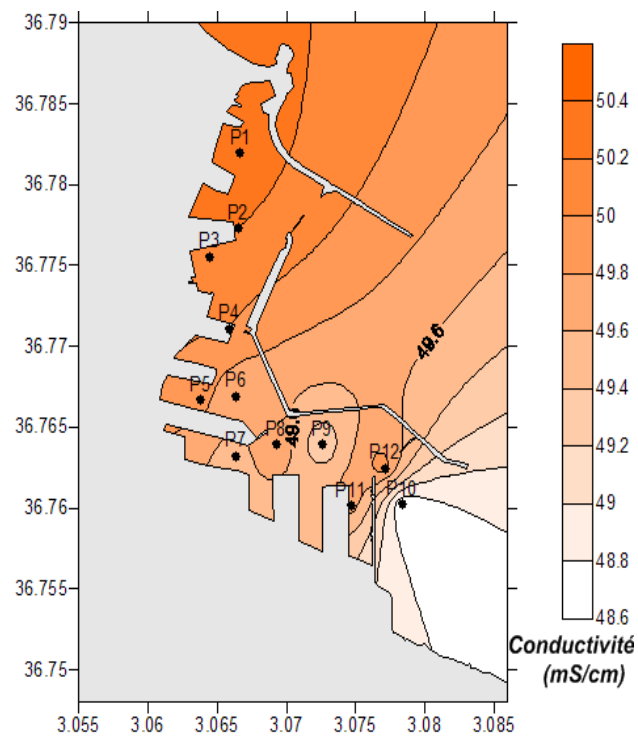
**Figure 4.24 :** Distribution spatiale de la turbidité dans les eaux de Surface du port d’Alger.



**Figure 4.25 :** Distribution spatiale des matières en Suspension dans les eaux de Surface du port d’Alger.



**Figure 4.26 :** Distribution spatiale de la matière organique particulaire dans le port d’Alger.



**Figure 4.27 :** Distribution spatiale de la Conductivité dans les eaux de Surface du port d’Alger.



*Conclusion  
Générale*



## Conclusion générale

Le présent travail s'inscrit dans le suivi plus ou moins continu de l'étude de la contamination et de l'impact anthropique au niveau du littoral Algérois.

A cet effet, deux matrices ont été étudiées, à savoir l'eau et le sédiment marin, ce dernier est considéré comme le réservoir final auxquels sont acheminée la plupart des contaminants (Kucuksezgin et al., 2008 ; Ravanelli et al., 1999 ; Ünlü et al., 2008).

Notre étude est basée sur les analyses physico-chimiques et microbiologiques, indispensables à la mise en évidence de l'origine des eaux usées et de leur effet sur le milieu marin.

Les recherches effectuées nous fournissent un inventaire sur les rejets industriels, urbains et agricoles, permettant d'identifier les principales sources de pollution .

Les analyses révèlent que la qualité des eaux de surface laisse à désirer. En effet, la turbidité est assez élevée, il en résulte d'ailleurs un déficit en oxygène dissous.

Ce déficit se fait sentir au niveau du port d'Alger, à cause du faible hydrodynamisme qui limite le renouvellement d'eaux, ainsi que les divers rejets présents dans la zone. Même constat dans la baie d'Alger pour les zones proches des oueds (el Harrach et el Hamiz).

Les résultats montrent également que les eaux de surface des stations de prélèvements sont très chargées en MES, surtout au niveau du port où l'on retrouve des valeurs de 336 mg/l, conséquence de l'agitation causée par la circulation des bateaux qui favorisent la remise en suspension des sédiments superficiels. On suppose que la nature de ces MES inorganique, car les taux de matière organique sont inférieures à 1%.

L'analyse microbiologique indique la présence de bactéries indicatrices de contamination fécale, il s'agit principalement des Coliformes totaux (C.T), Coliformes fécaux (C.F) et des Streptocoques fécaux (S.F). Cette pollution microbienne est influencée par les facteurs physico-chimiques tels que : la pression, le pH, la température, la salinité. Ce dernier paramètre joue un rôle prépondérant dans la dilution des rejets au niveau du milieu récepteur.

Pour ce qui est des concentrations en sels nutritifs, leurs distributions évoquent des apports continentaux provenant sans doute de l'oued el Harrach et celui d'el Hamiz ; dans la baie d'Alger. Et dans la baie de Bou-Ismaïl, l'origine des sels nutritifs est liée aux multiples rejets présents dans la région, mais aussi au ruissellement des terres agricoles.

D'une manière générale, la région côtière Algéroise s'avère être un déversoir d'eaux usées avec une importante charge polluante, nécessitant une surveillance continue qui n'a de sens que si elle est complétée par une estimation plus précise des apports et une réduction des rejets polluants.



## Conclusion générale

On ne doit donc plus se résigner à voir la mer définitivement confinée dans un rôle passif d'ultime poubelle, aussi il ne faut pas se contenter du constat. Appliquer les réglementations existantes serait déjà un immense progrès.

Les enjeux et défis sont effectivement stratégiques et nécessitent une politique rigoureuse, avec des programmes dont la priorité serait la protection de l'environnement et la préservation de la qualité des eaux.

Nous recommandons dans cette perspective ce qui suit :

- Augmenter le nombre de stations d'épurations, surtout au niveau des grandes agglomérations.
- Inciter les industriels à se doter d'un système interne d'épuration des eaux usées.
- Chaque usine devra être devancée par une étude d'impact sur l'environnement.
- Sensibiliser les agriculteurs lors de l'épandage des pesticides et fertilisants en leur inculquant le respect des normes d'utilisation de ces produits.
- Assurer un suivi régulier de la qualité des eaux.
- Inciter le développement de l'agriculture biologique, afin de réduire l'utilisation des engrais.



# *Bibliographie*

**Achiche K., Larbi S., 2010.** Impact des rejets des eaux usées dans la Baie de Bou-Ismaïl. Mémoire d'ingénieur en environnement marin, ISMAL, 89 p.

**Aichiou L., 2006.** Evaluation de la qualité bactériologique des eaux de baignade des deux plages de la commune de Bab El Oued : R'mila et Kittani, Mémoire d'ingénieur en environnement marin, ISMAL, 73p.

**Ait kaci M., Hamdi S., 2008.** Contribution à l'étude des paramètres physico-chimiques et bactériologiques de l'embouchure de l'oued Béni-Messous. Mémoire de DEUA, ISMAL, Algérie, 50P.

**Aminot A., et Chaussepied M., 1983.** Manuel des analyses chimiques en milieu marin. Édition cnexo, Brest, 395P.

**Aminot A., et Kerouel R., 2004.** Hydrologie des écosystèmes marins, paramètres et analyses. Paris. Edition Ifremer, 336P.

**Aminot A., Guillard J-F. et Kérouel R., 1997.** La baie de Seine : hydrologie, nutriments et chlorophylle (1978-1994). Edition : Ifremer, France, 148 P.

**Bachouche S., 2003.** Mesure des paramètres physico-chimiques et analyse des sels nutritifs dans le littoral algérois. Mémoire de DEUA, ISMAL, Algérie, 49 P.

**Benarab A., et Ait Hatrit D., 2006.** Evaluation de la pollution chimique dans les principaux rejets du littoral Algérois, Mémoire DEUA, ISMAL, en sciences de la mer, 40P.

**Benzohra M., 1993.** Les structures hydrodynamiques le long des côtes Algériennes. Centre d'Océanologie de Marseille, 33 p.

**Blifert C., Perraud R., 2001.** Chimie de l'environnement : Air, Eau, Sols, Déchets. Edition de Boeck, 477p.

**Bontoux J., 1993.** Introduction à l'étude des eaux douces : eaux naturelles, eaux usées, eaux de boisson. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 166p.

**Bouamama N., Deghou M., 2003.** Caractéristiques physico-chimiques et niveaux de fertilité des eaux de la baie d'Alger en période hivernale, Mémoire d'ingénieur en environnement marin, ISMAL, 96 p.

**Boulahtid M., 1987.** Analyse des sels nutritifs dans l'eau de mer. Etude du mélange des masses d'eaux et de l'oxydation de la matière organique dans l'océan. Thèse de Doctorat, Université de Paris VII, Paris, France, 266P.

**Boulahtid M., Eddalia N., Boudjellal B. et Azzouz M., 2003.** Les eaux de la baie d'Alger. Quelques aspects physicochimiques et environnementaux. Annales de l'institut National Agronomique- El Harrach- Vol.24, N°1 et 2, 39-54.

**Bournissa M., Marouf M., 2008.** Qualité des eaux des principaux rejets au niveau du littoral Algérois, Mémoire DEUA, ISMAL, en sciences de la mer, 41P.

- Brahmia A. et Brinis A., 1997.** Caractéristiques hydrologiques et niveaux de fertilité des eaux de la baie de Bouismail. , Mémoire d'ingénieur en pollution marine, ISMAL, 104 p.
- Cherif K., 2008.** Une base de données S.I.G pour l'étude de la pollution marine d'origine terrigène, cas Oued El Harrach, Mémoire d'ingénieur en environnement marin, ISMAL, 40P.
- Copin-Montégut G., 1996.** Chimie de l'eau de mer. Collection «synthèse». Edit. Institut Océanographique de Paris 290-292P.
- Eddalia N., 1990.** Les sels nutritifs et la matière en suspension dans la baie d'Alger et le golfe d'Arzew. Identification des masses d'eaux, Mémoire d'ingénieur en environnement marin, ISMAL, 103p.
- Gaujous D., 1995.** La pollution des milieux aquatiques : aide mémoire. Paris. Edition Lavoisier TEC & DOC, 220P.
- Guellati A., 2003 .** Les paramètres physicochimiques et les sels nutritifs dans les eaux de littoral Algérois. Mémoire d'ingénieur, ISMAL, 84p
- Haouam S., 2010.** Inventaire des sources terrestres de pollution marine le long du littoral algérien à l'aide des images satellitales MODIS, Mémoire d'ingénieur en environnement marin, ISMAL, 52P.
- Houma Bachari F., 2007.** Caractérisation des polluants de la côte oranaise et algéroise par analyse physico-chimique et corrélation avec les données satellites. Thèse de doctorat, USTHB, Algérie, 225 P.
- Houma F., 2005.** Caractérisation des polluants de la côte oranaise et algéroise par analyse physico-chimique et corrélation avec les données satellites. Thèse Doctorat d'état. FSB/USTHB. 178p.
- Houma F., 2009.** Modélisation et cartographie de la pollution marine et de la bathymétrie à partir de l'imagerie satellitaire. Paris XII. Université du Val de Marne. Thèse de doctorat, 226P.
- Idjer S., Larid M. & Baazizi A., 1997.** Etude d'un aspect de la pollution à l'embouchure de l'oued El-Harrach : paramètres physico-chimiques et microflore. S.h.n.a.n. Tome 72. 91-102.
- Ivanoff A., 1972.** Paramètres physico-chimiques des eaux de mer. Tome I, Edition: Librairie Vuibert, 208 P
- Journal Officiel de la République Algérienne (JORA).** N°46, Juillet 1993. Journal Officiel de la République Algérienne (JORA). N°26, Avril 2006.
- Kaci L ., et Nemmar M., 2009.** Evaluation de la pollution des principaux rejets au niveau du littoral algérois. Mémoire DEUA, ISMAL, en sciences de la mer, 37p.
- Leclerc H., GAILLARD J.L., SIMONET M., 1995.** Microbiologie générale : la bactérie et le monde bactérien. Edition Doin, 535p.

**LEM., 1998.** Laboratoire d'Etudes Maritime, Etude de délimitation d'une zone d'extraction de sable en baie d'Alger.

**Mokrani N et Roumadi A, 2005.**Traitement des eaux usées par lagunage naturel : évaluation des paramètres physico-chimiques (cas de la lagune de Béni Messous), Mémoire d'ingénieur en environnement marin, ISMAL, 56P.

**Mouloudj M., et Belarbi M., 2010.**Qualité des Eaux au niveau des principaux Oueds du Littoral Algérois, Mémoire DEUA, ISMAL, en sciences de la mer, 40p.

**Nolwenn Corvaisier.,2000.**Polluants et pollution.

**Ramade F., 2000.**Dictionnaire encyclopédique des pollutions : Des polluants de l'environnement à l'homme. Paris. Edition internationale Edi. Science, 690p.

**Rodier et al. 1996.** L'analyse de l'eau : eau naturelle, eaux résiduelles, eau de mer. Edition Dunod, Paris. 1383p.

**Rodier J., 1997.** L'analyse de l'eau (eaux naturelles, eaux résiduaires et eaux de mer) 8<sup>ème</sup>Edition Dunod, Paris.

**Rodier J.P., 1984.**Analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. DUNOD.3<sup>ème</sup> édition, Dunod, 259P.

**Rouibah M., Boulahdid M., Boudjellal B., Eddalia N., et Ounadi F., 2005.**Etude de la pollution du littoral algérois et du lac e Reghaia. Contrat ISMAL-APPL, 72P.

**Taoudiat S., 2009.**Hydrologie et sels nutritifs dans les eaux de la Baie, Mémoire d'ingénieur en environnement marin, ISMAL, 55P.

**Tréguer P. Le Corre P. 1975.** Manuel d'analyse des sels nutritifs dans l'eau de mer. (Utilisation de l'auto analyseur II technicon (2ème édition), laboratoire d'Océanographie. Chimique, 110 p.

#### **Sites web consultés**

[www.tutiempo.net](http://www.tutiempo.net)

[www.Ifremer.fr/envlit/documentation/dossiers/pollution chimique/index.htm](http://www.Ifremer.fr/envlit/documentation/dossiers/pollution_chimique/index.htm).



# *Annexes*



## Annexe 2

**Tableau 1:** Les rejets d'eaux usées ans la wilaya de Tipaza (étude d'aménagement du littoral. Wilaya de Tipaza, synthèse-bilan diagnostic ,2006).

<b>Communes</b>	<b>Nombre de rejets</b>	<b>Débit (m3/j)</b>	<b>Lieu de rejet</b>
<b>Bouismail</b>	9	4000	Mer
<b>Bouharoun</b>	4	320	Oued Khemisti et mer
<b>Khemisti</b>	6	400	Mer
<b>Fouka</b>	5	3600	Oued mazafran et mer
<b>Douaouda</b>	5	1600	Mer
<b>Tipaza</b>	8	7140	Mer
<b>Cherchell</b>	8	3600	mer
<b>Sidi ghiles</b>	2	480	mer
<b>H.Ennous</b>	2	160	mer
<b>Meselmoun</b>	3	1100	mer
<b>Gouraya</b>	3	900	mer
<b>Larhat</b>	3	312	Mer
<b>Damous</b>	3	960	Mer
<b>Ain Tagourait</b>	6	320	Mer
<b>Total</b>	67	24892	Mer

## Annexe 3

**Tableau 1:** Répartition des unités industrielles implantées au niveau du bassin versant de l'oued El-Harrach (par catégorie et par communes) (APPL, 2003).

commune	Nombre d'unités très polluantes	Nombre d'unités polluantes	Nombre d'unités moins polluantes	Total
Oued Smar	7	13	13	33
Bourouba	1	-	-	1
El-Harrach	1	7	5	13
Gué de Constantine	3	2	3	8
Dar el Beida	2	2	4	8
Baraki	1	-	2	3
Birkhadem	1	-	-	1
Ouled Chebel	-	1	4	5
Eucalyptus	-	3	-	3
Tessala El Merdja	-	1	-	1
Birtouta	1	2	9	12
El Achour	-	-	1	1
Meftah	-	-	4	4
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>31</b>	<b>45</b>	<b>93</b>

**Tableau2:** Quantification et caractérisation des rejets liquides générés par les unités industrielles identifiées (APPL, 2005).

Entreprise	Quantité des eaux rejetées	Traitement	Composition des rejets	observations
ENPEC Oued Smar	480m <sup>3</sup> /j	Les rejets liquides subissent une décantation dans une tranchée longeant l'usine	Présence de plomb (4.15mg/l), pH acide, huile et graisse	Absence de traitement efficace es rejets.la production d'une batterie nécessite en moyenne 0.35m <sup>3</sup> d'eau et génère 0.31m <sup>3</sup> de rejets liquides.
ERCA (unité de production de carrelages) Oued Smar	Non quantifiée	néant	Présence de sable	Milieu récepteur Oued Smar
ENEPAC, complexe de Sacs et Caisse Oued Smar	120 m <sup>3</sup> /j	néant	Présence de papiers, de colles pH basique	Fosse septique reliée à l'égout

<b>ALFREX Oued Smar</b>	5 m <sup>3</sup> /j	néant	-	Milieu récepteur Oued Smar
<b>ENAMARBRE Oued Smar</b>	10 m <sup>3</sup> /j	néant	Présence de poussière de marbre	Milieu récepteur Oued Smar
<b>ACG Oued Smar</b>	5 m <sup>3</sup> /j		pH acide, matières grasses	Milieu récepteur Oued Smar
<b>ERCA(U.P.B) Oued Smar</b>	Non quantifiée	néant	Présence de poussières de ciment d'agrégat, béton mort	Milieu récepteur Oued Smar
<b>ENAP Oued Smar</b>	7 m <sup>3</sup> /j	néant	Solvants, boues, MES, DBO <sub>5</sub> , DCO, huiles et graisses	Milieu récepteur Oued Smar
<b>ENCC Oued Smar</b>	46 m <sup>3</sup> /j		-	Milieu récepteur Oued Smar
<b>ENEPAC Oued Smar</b>	8 m <sup>3</sup> /j	néant	-	-
<b>ERAD, unité de levurerie Oued Smar</b>	2400 m <sup>3</sup> /j	néant	Rejets très chargés en MES, DBO <sub>5</sub> , DCO, phosphates et azote	L'unité a entrepris la réalisation d'une STEP.une tonne de levure nécessite 28m <sup>3</sup> d'eau et génère 17m <sup>3</sup> de rejets liquides.
<b>SOFAPE (EPEWA) Oued Smar</b>	Non quantifiée	néant	Non déterminée	-
<b>NAFTAL, unité de maintenance Oued Smar</b>	Non quantifiée	-	Rejets d'huiles usagées	Milieu récepteur Oued Smar
<b>ENICAB, unité câblerie Oued Smar</b>	85m <sup>3</sup> /j	néant	Eaux usées de vidange et lavage.	Présence de poussières polyéthylène, de plomb
<b>Flash Oued Smar</b>	6m <sup>3</sup> /j	néant	Eaux de nettoyage	Milieu récepteur Oued Smar
<b>Granitex Oued Smar</b>	1.5 m <sup>3</sup> /j	-	-	Milieu récepteur Oued Smar
<b>LDPA Oued Smar</b>	Non quantifiée	néant	les rejets sont issus des opérations de rinçage des cuves de préparation	Pas de rejets issus de process (procédé à voie sèche).les effluents sont rejetés dans une fosse septique puis dans l'oued Smar
<b>EDENAL Oued Smar</b>	8 m <sup>3</sup> /j	néant	-	Pas e rejets issus de process procédé à voie sèche)

<b>SAPRODIL Oued Smar</b>	50 m <sup>3</sup> /j	néant	matières grasses	-
<b>SARL MEIYA Oued Smar</b>	20 m <sup>3</sup> /j	néant	Eau de lavage des bouteilles chargées en DBO <sub>5</sub> et MES	Milieu récepteur Oued Smar
<b>Générale Gaz industrie Oued Smar</b>	30 m <sup>3</sup> /j	néant	matières grasses	Milieu récepteur Oued Smar
<b>Arôme d'Algérie Oued Smar</b>	5 m <sup>3</sup> /j	néant	Eaux de nettoyage	Milieu récepteur Oued Smar
<b>BELCOL Oued Smar</b>	10 m <sup>3</sup> /j	néant	Eaux de nettoyage	Milieu récepteur Oued Smar
<b>SIAD Oued Smar</b>	8 m <sup>3</sup> /j	néant	Eaux de nettoyage	Milieu récepteur Oued Smar
<b>ENEPAC unité de Bourouba El Harrach</b>	250 m <sup>3</sup> /j	néant	Forte charge organique et chimique (fibres, MES,...)	La fabrication d'une tonne de pâte à papier nécessite 60m <sup>3</sup> d'eau. Milieu récepteur Oued El Harrach
<b>SAIDAL unité Antibiotique El Harrach</b>	1 m <sup>3</sup> /j	néant	Forte charge organique et chimique	Milieu récepteur Oued El Harrach
<b>ENPC El Harrach</b>	9 m <sup>3</sup> /j	néant	Présence d'huile	Milieu récepteur Oued El Harrach
<b>ENF. Entreprise Nationale de Fonderie El Harrach</b>	8m <sup>3</sup> /j	Néant	Présence de sable	Milieu récepteur Oued El Harrach
<b>EMAL Brasserie Limonaderie El Harrach</b>	1000m <sup>3</sup> /j	neutralisation	Eau de lavage des bouteilles chargées en DBO <sub>5</sub> et MES	Milieu récepteur Oued El Harrach
<b>ENMTP, unité de matériel de béton El Harrach</b>	5m <sup>3</sup> /j	Néant	matières grasses	Milieu récepteur Oued El Harrach
<b>ECFERAL El Harrach</b>	15m <sup>3</sup> /j	Néant	matières grasses	Milieu récepteur Oued El Harrach
<b>Abattoir communal El Harrach</b>	Non quantifié	Néant	Très chargés en matières organiques	Milieu récepteur Oued El Harrach
<b>SAIDAL, unité BIOTIC Gué de Constantine</b>	40m <sup>3</sup> /j	Neutralisation du pH	Solvants et diluants	Milieu récepteur Oued El Harrach
<b>ENPC Gué de Constantine</b>	36m <sup>3</sup> /j		-	Milieu récepteur Oued El Harrach
<b>ENICAB câblerie électrique Gué de Constantine</b>	3800m <sup>3</sup> /j	Néant	Présence de traces de métaux lourds	Milieu récepteur Oued El Harrach

			(plomb, cuivre)	
<b>Tannerie KEHRI Gué de Constantine</b>	50m <sup>3</sup> /j	Néant	Très chargés en MES, DBO <sub>5</sub> , DCO, boues chromées, matières grasses	Milieu récepteur Oued El Harrach
<b>Entreprise EMB-CMM Gué de Constantine</b>		-	Présence d'acide nitriques et de la soude	Milieu récepteur Oued El Harrach
<b>SAIDAL, PHARMAL. Dar El Beida</b>	12m <sup>3</sup> /j	Néant	Très chargés en DBO <sub>5</sub> et DCO	Milieu récepteur oued Smar
<b>SARL ICEBERG Dar El Beida</b>	12m <sup>3</sup> /j	Néant	Eaux de nettoyage	Fosse sceptique puis Oued El Harrach
<b>Tannerie SEMMACHE Dar El Beida</b>	30m <sup>3</sup> /j	Néant	boues chromées, matières grasses	Fosse sceptique puis Oued El Harrach
<b>ORLAC Birkhadem</b>	930m <sup>3</sup> /j	Néant	matières grasses	Réseau d'égout Oued Ouchaïah
<b>CELPAP Baba Ali</b>	8000m <sup>3</sup> /j	Néant	Liquide noir	Milieu récepteur oued Terro Oued El Harrach. L'activité de fabrication de la pâte à papier est à l'arrêt.
<b>SOACHLORE Baba Ali</b>	Non quantifié	Néant	Composé de matières organiques, de sables et pâtes déclassées (très chargées en MES, DBO <sub>5</sub> , DCO)	Les rejets liquides sont retenus au niveau de caniveaux
<b>ORAC Baba Ali</b>	Non quantifié	Néant	-	-
<b>AMOLA Baba Ali</b>	8m <sup>3</sup> /j	Néant		Réseau d'égout
<b>Marbrerie Baraki</b>	Non quantifié	Néant	Présence de poussière de marbre, de sable	Oued El Harrach
<b>MOUBYDAL Baraki</b>	5m <sup>3</sup> /j	-	Présence de pesticide	Oued El Harrach
<b>Naftec Raffinerie d'Alger Baraki</b>	-	-	-	Présence de boites huileuses et toxiques

# Annexe 4

14 juillet 1993

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 46

5

## Décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993 réglementant les rejets d'effluents liquides industriels.

Le Chef du Gouvernement,

Sur le rapport du ministre de l'éducation nationale,

Vu la Constitution, notamment ses articles 81 et 116 ;

Vu la loi n° 83-03 du 5 février 1983 relative à la protection de l'environnement ;

Vu la loi n° 83-17 du 16 juillet 1983 relative au code des eaux ;

Vu la loi n° 85-05 du 16 février 1985, modifiée et complétée, relative à la protection et à la promotion de la santé ;

Vu la loi n° 89-23 du 19 décembre 1989 relative à la normalisation ;

Vu la loi n° 90-08 du 7 avril 1990 relative à la commune ;

Vu la loi n° 90-09 du 7 avril 1990 relative à la wilaya ;

Vu le décret présidentiel n° 92-304 du 8 juillet 1992 portant nomination du Chef du Gouvernement ;

Vu le décret présidentiel n° 92-307 du 19 juillet 1992 portant nomination des membres du Gouvernement ;

Vu le décret n° 92-489 du 28 décembre 1992 fixant les attributions du ministre de l'éducation nationale ;

### Décrète :

Article 1er. — Le présent décret a pour objet, en application des dispositions de la loi n° 83-03 du 5 février 1983 et de la loi n° 83-17 du 16 juillet 1983 susvisées, de réglementer les rejets d'effluents liquides industriels.

### CHAPITRE I

#### DISPOSITIONS GENERALES

Art. 2. — Au sens du présent décret, il est entendu par rejet tout déversement, écoulement, jets, dépôts directs ou indirects d'effluents liquides industriels dans le milieu naturel.

Art. 3. — Les rejets, tels que définis à l'article 2 ci-dessus, sont soumis à autorisation conformément aux dispositions du présent décret.

L'autorisation détermine les conditions techniques auxquelles sont subordonnés les rejets.

### CHAPITRE II

#### DES CONDITIONS D'OBTENTION, DE RETRAIT OU DE MODIFICATION DES AUTORISATIONS

Art. 4. — Sans préjudice des conditions de l'article 101 de la loi n° 83-17 du 16 juillet 1983, susvisée, les rejets d'effluents liquides industriels, tels que définis à l'article 2 ci-dessus, ne peuvent être autorisés que :

— s'ils ne dépassent pas à la source les valeurs limites maximales telles qu'annexées au présent décret.

— s'ils remplissent les conditions techniques dont la définition fera, l'objet d'un arrêté du ministre chargé de la protection de l'environnement.

Art. 5. — Les conditions techniques prévues à l'article 4 ci-dessus tiennent compte notamment :

— du débit et du degré de pollution des eaux réceptrices et de leur capacité de régénération naturelle,

— des conditions d'utilisation des eaux réceptrices et des exigences de l'alimentation en eau des populations,

— de la protection de la faune et de la flore et des exigences sanitaires économiques et touristiques,

— de l'importance et de la nature des rejets.

Art. 6. — L'autorisation de rejet prévue à l'article 3 du présent décret, est délivrée par le ministre chargé de l'environnement après avis du ministre chargé de l'hydraulique.

Art. 7. — Les demandes d'autorisation de rejet sont adressées en trois exemplaires au ministre chargé de l'environnement par l'intermédiaire du wali territorialement compétent.

Art. 8. — Les dossiers de demande d'autorisation de rejet comportent notamment :

1) les noms, prénoms, qualité et domicile du demandeur ou si la demande émane d'une collectivité, d'une entreprise publique ou de toute autre personne morale, les indications suivantes : nature, siège, objet, noms, prénoms et qualité du ou des représentants habilités auprès de l'administration,

2) la description de l'emplacement de l'opération projetée et le cas échéant de sa profondeur et des niveaux souterrains dans lesquels elle s'effectue,

3) la nature et l'importance du rejet, les conditions d'évacuation ou de dépôt notamment sa répartition dans le temps, les mesures proposées pour remédier à la pollution des eaux,

4) la nature des agents polluants susceptibles d'altérer la qualité des eaux,

5) la description technique des installations prévues pour éviter d'altérer la qualité des eaux ou de nuire à la salubrité publique.

A la demande est jointe une carte à l'échelle minimale de 1/50.000 sur laquelle est reporté l'emplacement de l'opération projetée.

# Annexe 5

## DECRETS

**Décret exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.**

-----  
Le Chef du Gouvernement,

Sur le rapport du ministre de l'aménagement du territoire et de l'environnement,

Vu la Constitution, notamment ses articles 85-4° et 125 (alinéa 2) ;

Vu la loi n° 90-08 du 7 avril 1990, complétée, relative à la commune ;

Vu la loi n° 90-09 du 7 avril 1990, complétée, relative à la wilaya ;

Vu la loi n° 03-10 du 19 Joumada El Oula 1424 correspondant au 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable ;

Vu la loi n° 04-04 du 5 Joumada El Oula 1425 correspondant au 23 juin 2004 relative à la normalisation ;

Vu la loi n° 05-07 du 19 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 28 avril 2005 relative aux hydrocarbures ;

Vu le décret présidentiel n° 04-136 du 29 Safar 1425 correspondant au 19 avril 2004 portant nomination du Chef du Gouvernement ;

Vu le décret présidentiel n° 05-161 du 22 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 1er mai 2005 portant nomination des membres du Gouvernement ;

Vu le décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993 réglementant les rejets d'effluents liquides industriels ;

**Décète :**

Article 1er. — En application des dispositions de l'article 10 de la loi n° 03-10 du 19 juillet 2003, susvisée, le présent décret a pour objet de définir les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.

### SECTION 1

#### DES DISPOSITIONS PRELIMINAIRES

Art. 2. — Au sens du présent décret on entend par rejet d'effluents liquides industriels tout déversement, écoulement, jet et dépôt d'un liquide direct ou indirect qui provient d'une activité industrielle.

Art. 3. — Les valeurs limites de rejets d'effluents liquides industriels sont celles fixées en annexe du présent décret.

Toutefois, en attendant la mise à niveau des installations industrielles anciennes dans un délai de cinq (5) ans, les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels prennent en charge l'ancienneté des installations industrielles en déterminant une tolérance pour les rejets d'effluents liquides industriels émanant de ces installations. Ces valeurs sont fixées et annexées au présent décret.

Pour les installations pétrolières, le délai est de sept (7) ans conformément aux dispositions législatives en vigueur, et notamment celles de la loi n° 05-07 du 19 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 28 avril 2005, susvisée,

En outre et en raison des particularités propres aux technologies utilisées, des tolérances particulières aux valeurs limites sont également accordées selon les catégories industrielles concernées. Ces tolérances sont annexées au présent décret.

### SECTION 2

#### DES PRESCRIPTIONS TECHNIQUES RELATIVES AUX REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS

Art. 4. — Toutes les installations générant des rejets d'effluents liquides industriels doivent être conçues, construites et exploitées de manière à ce que leurs rejets d'effluents liquides industriels ne dépassent pas à la sortie de l'installation les valeurs limites des rejets définies en annexe du présent décret et doivent être dotées d'un dispositif de traitement approprié de manière à limiter la charge de pollution rejetée.

Art. 5. — Les installations de traitement doivent être conçues, exploitées et entretenues de manière à réduire à leur minimum les durées d'indisponibilité pendant lesquelles elles ne peuvent assurer pleinement leur fonction.

Si une indisponibilité est susceptible de conduire à un dépassement des valeurs limites imposées, l'exploitant doit prendre les dispositions nécessaires pour réduire la pollution émise en réduisant ou en arrêtant, si besoin, les activités concernées.

### SECTION 3

#### DU CONTROLE DES REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS

Art. 6. — Au titre de l'autocontrôle et de l'autosurveillance les exploitants d'installations générant des rejets d'effluents liquides industriels doivent tenir un registre où sont consignés la date et les résultats des analyses qu'ils effectuent selon des modalités fixées par arrêté du ministre chargé de l'environnement et, le cas échéant, du ministre chargé du secteur concerné.

Les mesures sont effectuées sous la responsabilité de l'exploitant et à ses frais dans les conditions fixées par la réglementation en vigueur.

Art. 7. — Les résultats des analyses doivent être mises à la disposition des services de contrôle habilités.

Art. 8. — Les services habilités en la matière effectuent des contrôles périodiques et ou inopinés des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des rejets d'effluents liquides industriels visant à s'assurer de leur conformité aux valeurs limites fixées en annexe du présent décret.

Art. 9. — Le contrôle des rejets comporte un examen des lieux, des mesures et analyses opérées sur place et des prélèvements d'échantillons aux fins d'analyses.

Art. 10. — L'exploitant de l'installation concernée est tenu d'expliquer, commenter ou fonder tout dépassement éventuellement constaté et fournir les actions correctives mises en œuvre ou envisagées.

# Annexe 6



**Figure 1:** Filtrés  
Wattman, type GF/F



**Figure 2 :** Four à Moufle



**Figure 3 :** Creusets.



**Figure 4 :** Dessiccateur



**Figure 5 :** DCO-mètre.



**Figure 6 :** DBO-mètre

# Annexe 7

**Tableau 1 :** Coordonnées géographiques des stations de prélèvements au niveau de la baie d'Alger.





État de la mer	Les zones	N°	Coordonnée (φ,λ)
Mer plus au moins calme	Le 19/03/2011 La baie d'Alger	1	36°45'32.40"N 3° 4'57.51"E
		2	36°45'47.22"N 3° 8'13.45"E
		3	36°45'47.22"N 3°12'25.43"E
		4	36°45'47.22"N 3°10'18.46"E
		5	36°46'37.98"N 3°12'25.43"E
		6	36°44'58.22"N 3°10'18.46"E

**Tableau 2 :** Coordonnées géographiques des stations de prélèvements au niveau du port d'Alger.

État de la mer	Les zones	N°	Coordonnée (φ,λ)
Mer un peu agitée	Le 16/03/2011 Et le 19/03/2011 Le port d'Alger	1	36°47'9.64"N 3° 4'0.49"E
		2	36°46'36.81"N 3° 3'58.50"E
		3	36°46'30.20"N 3° 3'49.60"E
		4	36°46'16.44"N 3° 3'56.80"E
		5	36°46'10.70"N 3° 3'50.86"E
		6	36°46'16.44"N 3° 3'56.80"E
		7	36°46'10.70"N 3° 3'50.86"E
		8	36°46'1.03"N 3° 3'48.41"E
		9	36°46'2.37"N 3° 3'58.14"E
		10	36°45'47.47"N 3° 3'58.13"E
		11	36°45'49.02"N 3° 4'9.83"E
		12	36°45'50.43"N 3° 4'22.38"E

# Annexe 8

**Tableau 1:** Appareils de mesure des paramètres physico-chimiques.

Paramètre	Appareil de mesure	Unité de mesure	précision	photo
Température	appareil électrométrique exemple : pH-mètre	°C	± 0,1°C	
pH	pH-mètre		± 0,05 unité pH	
Salinité	conductimètre	PSU		
Conductivité	conductimètre	mS/cm		
Turbidité	turbidimètre			