

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر و تهيئة الساحل

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



Mémoire de Fin d'Étude en Vue de l'Obtention du Diplôme d' Études  
Universitaire Appliquées (D.E.U.A) En Science de La Mer.

Thème :

Contrôle des caractéristiques physico-chimiques du  
sédiment de la Plage Ouest de Sidi Fredj.

Présenté Par :

➤ SAIGHI Lila

Promoteur : M<sup>f</sup> REFES - W

Examinatrice : M<sup>me</sup> AMAR- I

Promotion 2012

# DÉDICACE

À MES TRÈS CHERS PARENTS.

À MES SŒURS ET MON FRÈRE

À MES NIÈCES LÝSA ET MÉLISSA

À MON NEVEU DOUDOUCHE

À TOUS MES AMI(E)S.

# Remerciements

Je remercie Dieu pour sa clémence, il m'a donné le courage et surtout la santé pour réaliser ce mémoire.

Mes plus sincères remerciements et ma gratitude à **Madame AMAR** d'avoir accepté d'examiner et corriger ce travail.

Mes vifs remerciements à **Monsieur REFES** d'avoir accepté de m'encadrer. Ses conseils judicieux et permanents qui m'ont été d'une aide précieuse.

J'adresse mes plus sincères remerciements à ma famille pour tout ce qu'ils ont fait pour moi durant mes études.

Je tiens également à remercier très chaleureusement les professeurs de l'ENSSMAL.

Mes Ami(e)s.

## Sommaire

	Introduction.....	1
	Chapitre I : Généralités.....	2
I.	Présentation du la zone d'étude( Sidi Fredj).....	2
I.1.	Situation géographique .....	2
I.2.	Les paramètres physico chimiques.....	3
	Chapitre II : Matériel et Méthodes.....	4
II.1.	Echantillonnage .....	4
II.1.1.	Choix et localisation des stations .....	4
II.1.2.	Méthode de prélèvement .....	4
II.1.3.	Mesure des paramètres in situ.....	5
a.	La température .....	5
b.	Salinité .....	5
c.	Potentiel Hydrogène (pH) .....	6
d.	L'oxygène dissous (OD) .....	7
II.2.	Analyse au laboratoire .....	7
II.2.1.	La matière en suspension (MES).....	7
II.2.2.	La matière organique particulaire(MOP).....	9
II.2.3.	La matière inorganique particulaire(MIP) .....	9
II.2.4.	La chlorophylle <i>a</i> et pheopigment $\alpha$ .....	10
II.3.	Analyse du sédiment .....	11
II.3.1.	Mesure de la matière organique(MO).....	11
II.3.2.	La chlorophylle <i>a</i> et la phéopigment <i>a</i> .....	12
III.	Résultats et discussions .....	14
III.1.	Les paramètres in situent .....	14
III.1.1.	La température.....	14
III.1.2.	La salinité .....	15
III.1.3.	Potentiel d'hydrogène "pH" .....	16
III.1.4.	Oxygène dissous(OD).....	17
III.2.	Les variations et distribution des paramètres .....	18
III.2.1.	Dans la colonne d'eau.....	18
III.2.1.1.	Matière en suspension .....	18
III.2.1.2.	Matière inorganique particulaire(MIP).....	19
III.2.1.3.	Matière organique particulaire (MOP) .....	20
III.2.1.4.	Le rapport MIP/MOP .....	21
III.2.1.5.	Chlorophylle <i>a</i> .....	22
III.2.1.6.	Pheopigment .....	23
III.2.2.	Dans le sédiment .....	24
III.2.2.1.	La matière organique (MO) dans les sédiments.....	24
III.2.2.2.	Chlorophylle <i>a</i> dans les sédiments .....	24
III.2.2.3.	Pheopigment dans les sédiments.....	25
	Conclusion.....	26
	Bibliographies	
	Annexes	

## **LISTE DES ABRÉVIATIONS**

**C.E.A.E.Q:** Centre d'Expertise en Analyse Environnementale du Québec

**Chl:** Chlorophylle.

**MES :** Matière en suspension.

**MIP :** Matière inorganique particulaire.

**MOP :** Matière organique particulaire.

**OD:** Oxygène dissous.

**PH :** Potentiel Hydrogène.

**Phe:** pheopigment.

**PSU:** practical salinity unit.

**S:** station.

**WTW:** Wissenschaftliche Technische Workstätten

## **LISTE DES FIGURES**

**Figure 1 :** Situation géographique et localisation de Sidi Fredj.

**Figure 2 :** Localisation des stations de prélèvement d'eau et de sédiment.

**Figure 3 :** Un conductimètre marque WTW type «cond 315i /set».

**Figure 4 :** Schéma d'un pH mètre.

**Figure 5 :** Un oxymétrie marque WTW «oxi 197 i/set».

**Figure 6 :** Variation de température en fonction des stations.

**Figure 7 :** Variation de salinité en fonction des stations.

**Figure 8 :** Variation de pH en fonction des stations.

**Figure 9 :** Variation de l'oxygène dissous en fonction des stations.

**Figure 10 :** Variation de teneur en MES en fonction des stations.

**Figure 11 :** Variation des MIP dans les déférentes stations.

**Figure 12 :** Variation des MOP dans les déférentes stations.

**Figure 13 :** Variation des MIP/MOP dans les déférentes stations.

**Figure 14 :** Variation de la chlorophylle a dans les déférentes stations.

**Figure 15 :** Variation de la pheopigment dans les déférentes stations.

**Figure 16 :** Variation de la MO dans le sédiment.

**Figure 17 :** Variation de la chlorophylle a dans le sédiment.

**Figure 18 :** Variation de la pheopigment dans le sédiment.

## Liste des tableaux

Tableau 1: La température mesurée dans les sites étudié en 09 Avril 2012.....	11
Tableau 2: La salinité mesuré dans le site étudié en 09 Avril 2012. ....	12
Tableau 3: Le pH mesuré dans le site étudié en 09 Avril 2012.....	13
Tableau 4 : L'oxygène dissous mesuré dans le site étudié en 09 Avril 2012.....	14
Tableau 5 : Valeurs minimales, maximales, et moyennes des MES mesurées .....	15
Tableau 6: Valeurs maximales, minimales, moyennes des MIP. ....	17
Tableau 7: Les valeurs maximales, minimales et moyennes de MOP. ....	18
Tableau 8 : Valeurs maximales, minimales et moyennes de rapport MIP/MOP.....	19
Tableau 9 : Les valeurs maximales, minimales et moyennes de la chlorophylle .....	20
Tableau 10 : Valeurs maximales, minimales et moyennes des pheopigments. ....	21
Tableau 11: Valeurs maximales, minimales et moyennes de MO. ....	22
Tableau 12 : Valeurs maximales, minimales et moyennes de la chlorophylle dans le sédiment. ....	23
Tableau 13: Valeurs maximales, minimales et moyennes de pheopigment dans le sédiment.....	24

## Introduction

Les écosystèmes aquatiques sont des ensembles complexes, évaluant en permanence dont les composantes physiques, chimiques et biologiques, ils sont en interaction permanente, y compris avec le milieu terrestre qui les entoure. La connaissance de la variation de ces composantes des écosystèmes aquatiques est nécessaire pour comprendre les mécanismes de fonctionnement de ces écosystèmes (**Lourguioui, 2006**).

L'eau indispensable à la vie et à toutes activités économiques, et utilisés à des fins domestiques.

Les eaux marines possèdent un ensemble bien déterminé de caractères physico-chimiques dont les principaux sont la température, l'oxygène dissous, la salinité, et le pH. La présence d'organismes vivants, végétaux et animaux se traduit par des caractéristiques Hydrologiques tels que les éléments nutritifs, la matière en suspension, la chlorophylle a, ...etc

L'objectif principale de notre étude est évaluée la qualité physico-chimiques des eaux et des sédiments de la plage ouest de Sidi Fredj à travers des prélèvements ayant lieu le mois d'Avril 2012.

Le choix porter sur cette région n'est pas fortuit étant donner de cette région constituée un pôle touristique le plus en plus important dans le Pays.

Ce mémoire s'articule au tour de trois grands volets :

Le premier chapitre est consacré à la présentation du site d'étude et de ses caractéristiques, aussi le matériel utilisé en mer et au laboratoire, ainsi que les méthodes appliquées pour les analyses.

Le deuxième chapitre traite les différents résultats et interprétations des paramètres physico-chimiques et sédimentologiques.

En fin dans la conclusion générale nous fusant le bilan des résultats de ce travail toutes en présentant les points les plus marquants apparus toutes au long de l'étude.

## I. Présentation de la zone d'étude (sidi Fredj)

### I.1. Situation géographique

La presqu'île de Sidi Fredj se situe à une vingtaine de kilomètres à l'ouest d'Alger. C'est une localité étendue sur un kilomètre au bord de la mer. Orientée vers le nord-ouest, elle forme le cap Est de la baie de Bou-Ismaïl et la limite ouest de la baie d'El Djamila (Voir la Figure 1). Administrativement, la zone de sidi Fredj appartient à la commune de Staouali, Daira de Zéralda, wilaya d'Alger.

La presque île est une plage rocheuse en saillie par rapport aux côtes sableuses caractérisées par deux pointes :

- La pointe de saint janvier à l'ouest à la limite de la baie d'El Djamila.
- La pointe de Marabout à L'Est où se situe le port de Sidi Fredj.

Elle se situe entre  $2^{\circ} 50' 48''$  Est de longitude, et  $36^{\circ} 45' 17''$  Nord de latitude jusqu' à  $2^{\circ} 50' 41''$  Est de longitude, et  $36^{\circ} 45' 06''$  Nord de latitud

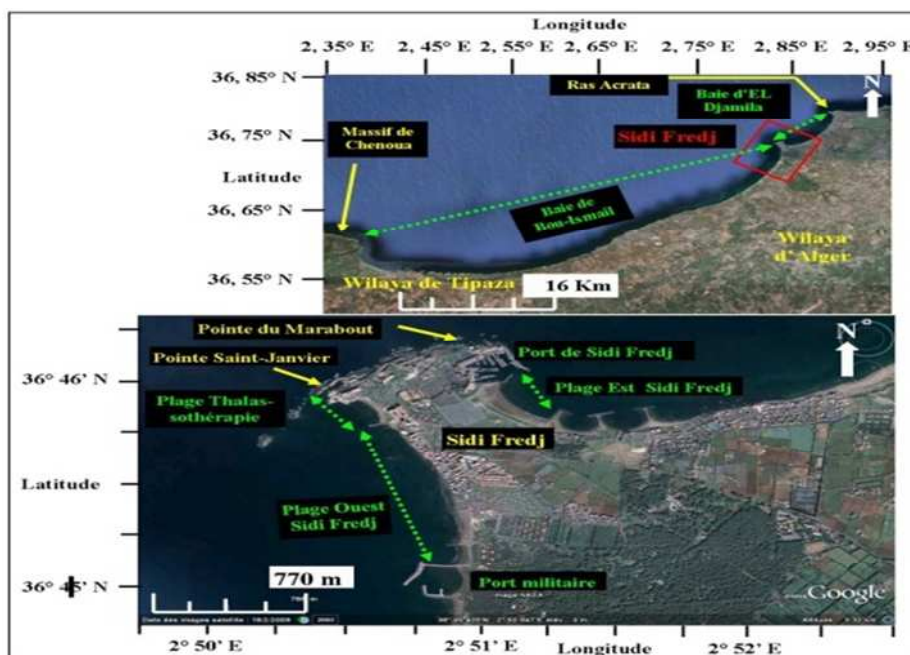


Figure 1: Situation géographique et localisation de Sidi Fredj.

## I.2. Les paramètres physico-chimiques :

- **La température :**

C'est une caractéristique physique importante, elle joue un grand rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz (Rodier, 1997), dans les cycles biologiques par son influence sur ses activités dont dépend la production totale et sur la répartition des espèces (référéndums thermiques). (Aminot et Kerouel, 2004).

Dans les océans la température décroît de la surface vers le fond. Elle varie en fonction des autres descripteurs physico-chimiques, tel que la pression.

- **La salinité :**

La salinité est importante par son influence sur la densité de l'eau de mer, elle permet de connaître la circulation océanique, d'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 Kerouel, 2004).

- **Le potentiel Hydrogène (pH) :**

Le pH est un paramètre chimique caractérisant l'alcalinité ou la basicité d'une eau. Il est très fortement influencé par la photosynthèse, et influence un grand nombre de processus biologiques et chimiques perturbant ainsi la forme de certains composés chimiques (gaz carbonique, acide sulfurique, ammonium, ...etc.)

C'est le cologarithme de la concentration des ions d'hydrogène dans l'eau :  $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$

La détermination du pH permet d'estimer le degré d'agressivité d'une eau, il dépend de la Température, de l'oxygène, de la photosynthèse et de la respiration. (Boudjama et Hargas, 2011)

- **L'oxygène dissous (OD) :**

L'oxygène est un facteur écologique essentiel (Gaujous, 1995), qui permet de déterminer la qualité du milieu. Sa concentration dans l'eau dépend de la température, de la salinité, il gouverne la plupart des processus biologiques des écosystèmes aquatiques (Aminot et Kerouel, 2004).

L'oxygène moléculaire dissous est un paramètre important dans le milieu marin. Il est la résultante des facteurs physiques (température, échange air-mer et la salinité), chimiques (oxydation chimique) et biologiques (photosynthèse, respiration et régénération). (Rodier, 2005).

## II. Matériel et Méthodes

### II.1. Echantillonnage

#### II.1.1. Choix et localisation des stations

Le prélèvement du sédiment et de l'eau, a été effectué manuellement. À une hauteur du genou sous la surface, le long de plage ouest de Sidi Fredj le (09/04/2012), dans des conditions favorables avec une faible agitation de la mer.

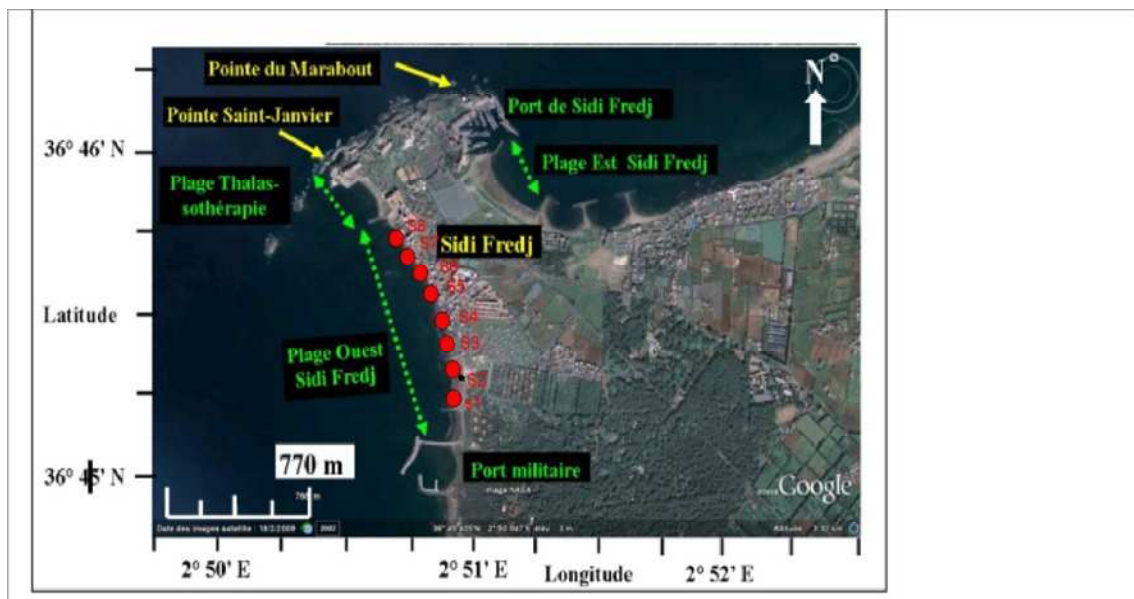


Figure 2 : Localisation des stations de prélèvement d'eau et de sédiment.

#### II.1.2. Méthodes de prélèvements

Pour réaliser nos prélèvements on a suivi ces étapes :

- Rinçage préalable des flacons et des bouteilles avec de l'eau de mer .
- Prélèvement du sédiment avec un CAROTIER.
- Prélèvement d'eau avec des bouteilles de prélèvement .

Les échantillons prélevés sont mis dans des flacons étiquetés, transportés au laboratoire à l'aide de sacs en plastiques étiquetés à leurs tour, et mis en congélateur à (-20°C) pour éviter toute perte d'éléments volatils, d'équilibres chimiques, et pour arrêter le développement de l'activité bactérienne.

Les paramètres suivants : Température, oxygène dissous, Salinité et pH ont été mesurés à l'aide d'appareillage de terrain.

### II.1.3. Les paramètres in situ

#### a. La température

Pour la mesure de la température nous avons utilisé la valeur affichée par le conductimètre.

#### b. Salinité

La salinité représente le contenu en sels dessous d'une eau elle est normalement associé à la mesure de la température (**Aminot et Kerouel, 2004**). Elle correspond à la masse totale de substances solides dissoutes dans un kilogramme d'eau de mer (g/kg).

La salinité est mesurée à l'aide d'un conductimètre de terrain de marque WTW type «cond» 315i/set» avec une précision de 0,5‰. (Voir Figure3).

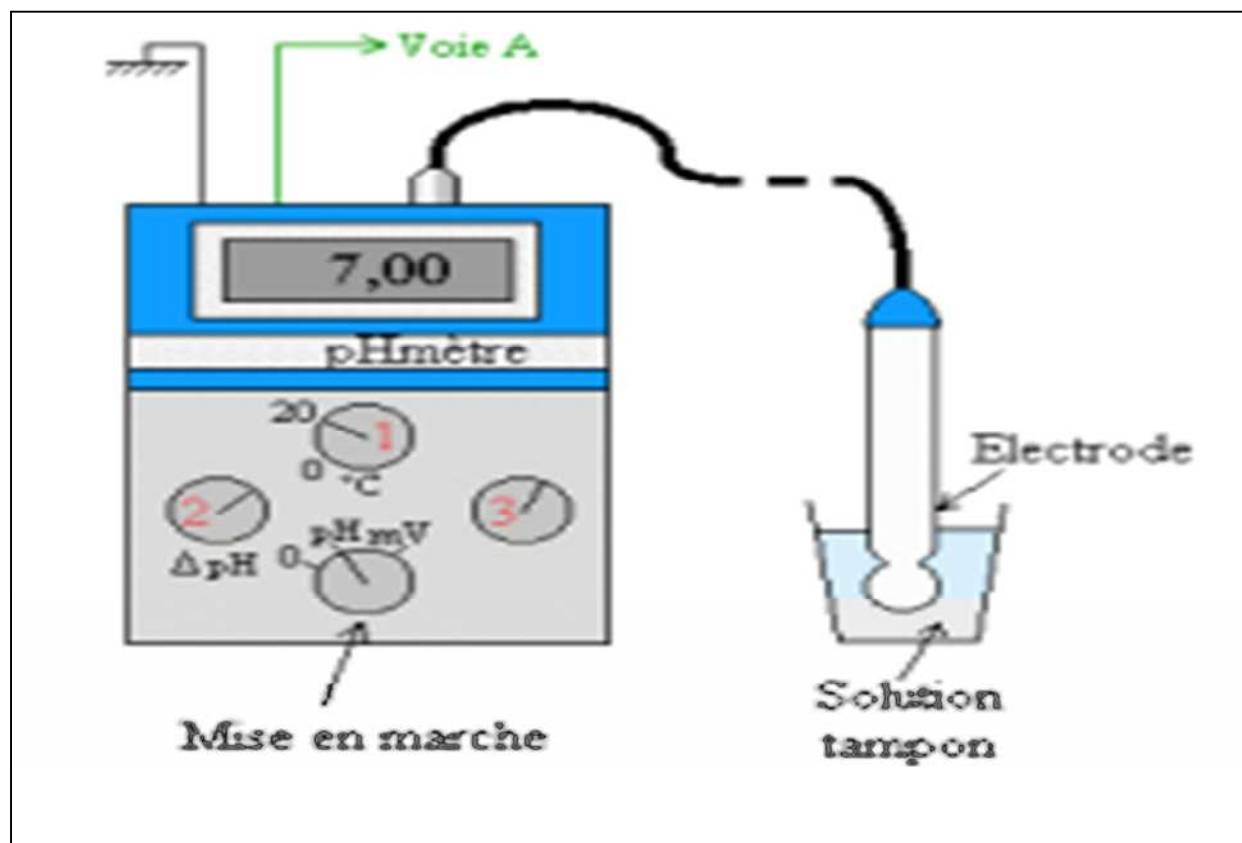


**Figure 3** : un conductimètre marque WTW type «Cond 315i /Set».

**c. Potentiel Hydrogène (pH)**

En mer, il se situe généralement autour de 8,2 (Aminot et Chaussepied, 1983).

La mesure du pH a été effectuée à l'aide d'un pH-mètre, avec une précision de 0,01. (Voir la Figure4), après le calibrage de l'appareil par une solution Tampon de  $\text{pH}=4,01\pm 0,01$  (à  $25^\circ\text{C}$ ). Il est à noter que l'électrode en verre est rincée avec de l'eau distillée avant la mesure.



**Figure 4:** Schéma d'un pH mètre.

La sonde du conductimètre est plongée dans l'échantillon et la valeur indiquée sur l'afficheur est notée, sans oublier de rajouter la valeur issue du calibrage avec les eaux standards. La sonde est rincée avec l'eau distillée après chaque mesure.

**d. L'oxygène dissous (OD)**

L'oxygène dissous a été mesuré in situ par un oxymètre de marque WISSENSCHAFTLICH TECHNISCHE WERSTATTEN «WTW», (voir la Figure 5).



**Figure 5:** Un Oxymètre marque WTW « Oxi197i /Set».

Le taux de saturation est calculé en utilisant une table de solubilité de l'oxygène selon la formule suivante (Aminot et Kerouel, 2004).

$$\text{Taux (\% O}_2\text{)} = (\text{concentration mesurée/solubilité}) * 100$$

**II.2. Analyse au laboratoire****II.2.1. La matière en suspension (MES)**

Ce sont des particules minérales ou organiques, Solides, Fines. Visibles à l'œil nu, de taille généralement inférieure à 100 $\mu$ m, et correspondant aux éléments fournis par l'érosion des sols (Dupont *et al*, 2001).

- ❖ Dosage de la matière en suspension
- ❖ Principe de la méthode

La méthode consiste à faire passer l'eau à travers un filtre afin de retenir toutes les particules de taille supérieure à 0,45µm. Ensuite le filtre est séché et pesé avant et après la filtration.

La différence de poids entre les deux pesées permet de connaître la masse sèche totale de MES

### ❖ Appareillage

Le matériel utilisé est le suivant :

- Un dispositif de filtration sous vide de marque SARTORIEUS ;
- Des membranes filtrantes wattman ( $\phi=0,45\mu\text{m}$ ) ;
- Boîtes filtre ;
- Une balance de précision ( $=0,001\text{g}$ ) ;
- Une étuve de marque MEMMERT ;

### ❖ Mode opératoire

Le mode opératoire consiste à :

- Rincer les filtres à l'eau distillée;
- Sécher à l'étuve à 80°C pendant deux heures;
- Peser le filtre soit (P1);
- Replacer aussitôt chaque filtre dans sa boîte à l'abri de la poussière;
- Placer un filtre au centre dans le dispositif de filtration;
- Homogénéiser et verser doucement 500mL soit (V) sur le centre de filtration;
- Mettre le filtre dans l'étuve pendant 24heures;
- Laisser refroidir les filtres;
- Peser les filtres soit (P2);

### ❖ Calcul de la concentration de la M.E.S :

La concentration des M.E.S est donnée par l'expression suivante : (**Aminot et Kerouel, 2004**)

$$[\text{M.E.S}]\text{mg/L}=\frac{p2-p1}{v}$$

Avec :

p1 : poids du filtre avant filtration (mg) ;

p2 : poids du filtre après filtration (mg) ;

V : volume d'eau filtrée (L).

### II.2.2. La matière organique particulaire (MOP)

#### ❖ Application générale

Dans les eaux, la matière organique se trouve sous deux formes : dissoute et particulaire. La matière organique est intimement liée aux activités biologiques, soit comme résultats de la synthèse de la biomasse, soit comme source d'énergie et de nutriments pour les micro-organismes.

#### ❖ Protocole de mesure de la matière organique particulaire

##### ❖ Principe de la méthode

La méthode décrite par **Rodier (1984)** consiste à sécher les filtres d'eau de mer dans un four à moufle à 450°C pendant deux heures. Afin de brûler toute la matière organique.

##### ❖ Mode d'opérateur

- Mettre les filtres dans des creusets numérotés ;
- Peser les creusets contenant les filtres (soit P1) ;
- Placer les creusets au four à 450°C pendant deux heures ;
- Peser les creusets avec les filtres (soit P2) ;

Le calcul de matière organique se fait comme suit :

$$W = P1 - P2 / V$$

Avec :

W : poids de la matière organique (mg) ;

P1 : poids du creuset et du filtre avant séchage (mg);

P2 : poids du creuset et de filtre (mg);

V : volume d'eau filtrée (L);

### II.2.3. La matière inorganique particulaire (MIP)

La soustraction de la concentration de la matière organique particulaire de celle de la matière en suspension permet de connaître la masse de matière inorganique particulaire.

Calcul de la matière inorganique particulaire :

$$[MIP] = [MES] - [MOP]$$

### II.2.4. La chlorophylle *a* et pheopigment *a*

La chlorophylle *a* est le principal pigment photosynthétique des plantes, C'est pour cette raison qu'elle est mesurée en tant qu'indicateur de la biomasse des micro-algues. (Boudouma et Chenennou, 2007).

La chlorophylle *a* est donc un paramètre clé des études hydrologiques car il existe de nombreux liens entre le développement du phytoplancton et les variations de la concentration de plusieurs paramètres (oxygène, nutriment, pH, carbone organique particulaire) (Aminot et Kerouel, 2004).

La chlorophylle *a* capture l'énergie lumineuse avec des maxima d'absorption entre 600 à 700nm.

Les phéopigments : sont des produits de dégradation des chlorophylles. Leur apparition est favorisée par le broutage, l'activité bactérienne ou la sénescence des cellules algales.

#### ❖ Protocole de dosage

#### ❖ Principe de la méthode

La méthode consiste à :

- Filtrer un volume d'eau à travers un filtre. Le filtre sera ensuite immergé dans un solvant (acétone à 90%), qui assure l'extraction des pigments
- Mesurer l'absorbance avant et après acidification de l'extrait (Aminot et Chaussepied, 1983).

#### ❖ Appareillage et matériel utilisé

- Une pompe sous vide et un système de filtration ;
- Des filtres wattman 0,45µm ;
- Une centrifugeuse ;
- Un spectrophotomètre ;
- Des tubes en verre ;

#### ❖ Mode opératoire

- Filtrer 500mL d'eau de mer
- Après la filtration, mettre les filtres dans des tubes et ajouter 10mL d'acétone à 90%
- Déchiqueter les filtres ;
- Envelopper les tubes avec papier aluminium pour garder les filtres à l'abri de la lumière,
- Mettre les tubes dans le réfrigérateur pendant 24h ;
- Mesurer les absorbances brutes des extraits non acidifiés selon la méthode de LORENZEN à deux longueurs d'ondes : 665 et 750 µm ;
- Acidifier par addition d'acide chlorhydrique 2mol/L ;
- Mesurer les absorbances brutes des extraits acidifiés à 665µm puis à 750µm ;

Calcul la chlorophylle *a* et phéopigment *a* :

$$\text{Chlorophylle } a \text{ (mg/L)} = 27,7 * (A_{665}^{na} - A_{665}^a) * v/V.I$$

Avec: V : volume d'acétone (mL);

V : volume d'eau filtrée (L) ;

I : longueur de trajet optique de la cuve de mesure (=1cm) ;

ET:  $A_{665}^{na} = A_{665}^{na} - A_{750}^{na}$

$$A_{665}^a = A_{665}^a - A_{750}^a$$

Avec:  $A_{665}^{na}$ : Absorbance nette corrigée (avant acidification) ;

$A_{665}^a$  : Absorbance nette corrigée (après acidification) ;

$$\text{Pheopigment } a \text{ (mg/L)} = 27,7 * (1,5 * A_{665}^a - A_{665}^{na}) * v/V.I$$

### II.3. Analyse du sédiment

#### II.3.1. Mesure de la matière organique(MO)

##### ❖ Principe de la méthode

L'évolution de la matière organique se fait par la méthode de perte en feu, le sédiment brut est séché à l'étuve à 80°C pendant deux heures, puis incinéré dans un four à moufle à 600°C pendant 2h afin de brûler toute la matière organique (Astel *et al.*, 1990 in Bellahsene et Messaoudi, 2005).

##### ❖ Appareillage

- Les creusets ;
- Une balance de précision type(SCALTEC) ;
- Une étuve ;
- Un four à moufle ;

##### ❖ Mode opératoire

- Décongélation du sédiment;
- Numéroter les creusets et les peser sec;
- Presque remplir les creusets de sédiment;
- Séchage à l'étuve pendant 24h;
- Peser les creusets avec le sédiment à l'aide d'une balance de précision (soit P1);
- Incinération du sédiment dans un four à moufle pendant 2h à 600°C;
- Laisser refroidir;
- Peser les creusets (soit P2);

### ❖ Calcul de la matière organique

La différence de ces deux poids obtenus P1, P2 nous donne le poids de la matière organique brûlée.

$$\text{MO}=\text{P1}-\text{P2}$$

### II.3.2. La chlorophylle *a* et la pheopigment *a*

#### ❖ Principe de la méthode

Les mesures de la chlorophylle dans le sédiment sont réalisées avec la méthode décrite par **Steele et Baird(1968) in HAMDOUNI et HAMMOUCHE (2008)**. En apportant quelques modifications proposées par **Riaux (1982)**, au protocole de **plante –curry(1974)**.

Le sédiment est inséré dans un tube de 15mL, 6 mL d'acétone 90% y sont ajoutées.

Le tube est agité, l'extraction se réalise sur des sédiments humides (3 et 5g approximativement respectivement pour les faciès sableux).

La chlorophylle *a* en solution aqueuse se dégrade rapidement en présence de lumière et avec la température ambiante.

#### ❖ Mode opératoire

- Mettre l'appareil (spectrophotomètre) en marche environ 30 minutes avant le dosage ;
- Décongélation des échantillons ;
- Eviter d'exposer les échantillons à la lumière ;
- Remplir la cuvette du spectrophotomètre avec 5mL de l'échantillon et mesurer l'absorbance à 665nm puis à 750nm.
- Acidifier les échantillons avec 2gouttes d'HCl (0,1mol/L) et reprendre la lecture à nouveau après 1 minute.
- La mesure de l'absorbance est effectuée avant acidification (mesure de la chlorophylle), et après une acidification qui transforme toute la chlorophylle *a* en pheopigment *a*.

La concentration en chlorophylle *a* et en pheopigment *a* sont calculées à partir des équations de **LORENZEN(1967)** adaptées au sédiment par **(C.E.A.E.O, 2003)**.

#### Calcul de la chlorophylle *a* et pheopigment *a*

$$\text{Chl}=27,7[(\text{Do } 665\text{O}-\text{Do } 665\text{A}) (\text{TH}-\text{TS}) +\text{ACE}] / (\text{TS}-\text{T}) \text{ L};$$

$$\text{Phé}=[27,7(1,7\text{Do } 665\text{A}-\text{Do } 665\text{O}) ] [((\text{TH}-\text{TS}) +\text{ACE})] / (\text{TS}-\text{T}) \text{ L}$$

Chl:chlorophylle *a* (µg/g) poids sec de sédiment ;

Phe : pheopigment a ( $\mu\text{g/g}$ ) poids sec de sédiment ;

Do 665: Do 665nm-Do 750nm (densité optique avant acidification);

Do<sub>665A</sub>: Do 665nm-Do 750nm (densité optique après acidification);

T:poids du tube sec en g;

L : longueur du trajet optique ;

TH : poids du tube contenant l'échantillon humide ;

TS : poids du tube contenant le sédiment après séchage ;

ACE : volume d'acétone versé en mL ;

### III. Résultats et discussions

#### III.1. Les paramètres in situ

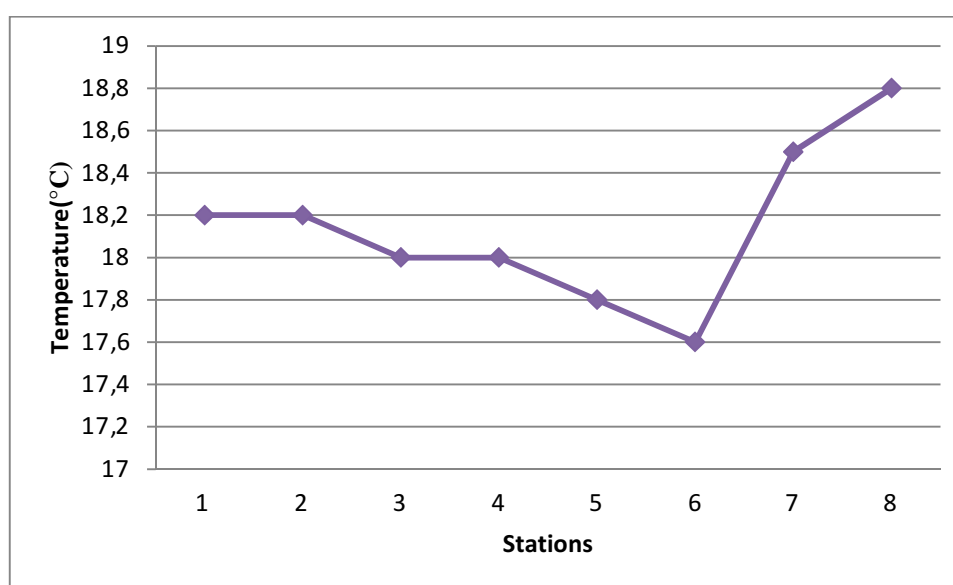
Les résultats obtenus dans la zone d'étude sont représentés dans les annexes.

##### III.1.1. La température

Les températures minimales, moyennes et maximales mesurées dans le site étudié sont représentées dans le tableau 1.

**Tableau 1:** La température mesurée dans les sites étudié le 09 Avril 2012.

Valeur	Température	Stations
Minimale	17,6	6
Maximale	18,8	8
Moyenne	18,13	



**Figure 6 :** Variation de la température en fonction des stations (°C).

D'après le tableau 1 et la figure 6 : On remarque que les températures varient entre une valeur minimale 17,6°C (S6) et une valeur maximale 18,8°C (S8), avec une moyenne de 18,2°C. Elle se situe dans un intervalle de températures qui favorisent le développement des micro-organismes, qui est de 4°C à 35°C (**Boudouma et Chenennou, 2007**).

Selon la figure 6, nous remarquons que, la température de l'eau permet le développement des bactéries psychrophiles et mésophiles, à des températures de 17,6 à 19°C,

L'activité photosynthétique des algues est à son maximum. Au-delà de cette limite, l'activité photosynthétique des algues est ralentie ce qui affecte sa concentration en oxygène dissous.

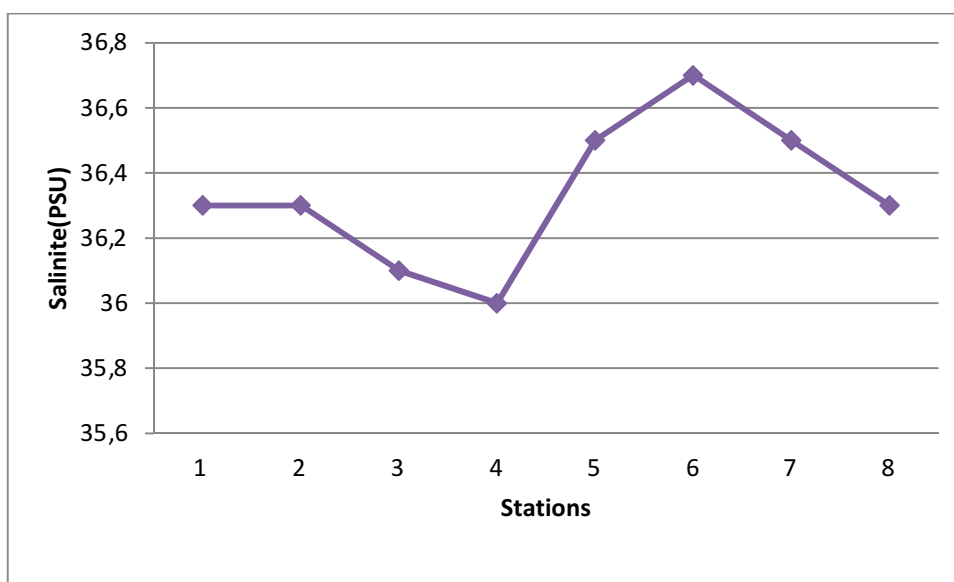
D'une manière générale, les valeurs obtenues sont influencées par celles de l'air. Elles sont saisonnières et restent inférieures aux normes algériennes (inférieures à 30°C).

### III.1.2. La salinité

Les valeurs de la salinité mesurées dans l'ensemble des stations sont représentées dans le tableau suivant :

**Tableau 2:** La salinité mesuré dans le site étudié le 09 Avril 2012.

Valeur	Salinité	Stations
Minimale	36,1	3
Maximale	36,7	6
Moyenne	36,33	



**Figure7 :** Variation de salinité en fonction des stations (PSU).

Les valeurs de la salinité obtenues varient entre 36,1 PSU au niveau de la station 4 et 36,7 PSU au niveau de la station 6. Avec une salinité moyenne de 36,33 PSU. En effet une baisse de salinité dans les stations 1, 2, 3, 4 peuvent s'expliquer par un apport local d'eau douce.

L'augmentation de la salinité au niveau de la station 5 peut être due à l'augmentation de la température qui favorise l'évaporation. La salinité de la station 6 (36,7 PSU) est caractéristique de la salinité des côtes algériennes.

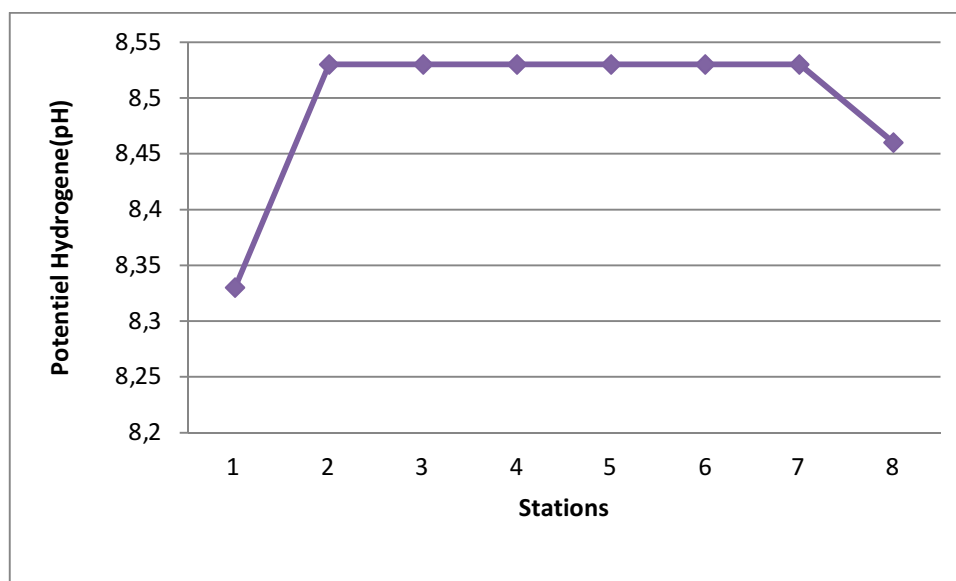
Les salinités varient selon la température, la profondeur et les apports d'eau douce (pluviométrie, déversements côtiers) ainsi que les courants.

### III.1.3. Potentiel d'hydrogène "pH"

Le pH mesuré dans le site étudié est représenté dans le tableau suivant :

**Tableau 3:** Le pH mesuré dans le site étudié le 09 Avril 2012.

Valeur	pH	Stations
Minimale	8,33	1
Maximale	8,53	2-3-4-5-6-7
Moyenne	8,49	



**Figure 8 :** Variation de pH en fonction des stations.

Le pH un des paramètres les plus importants de la qualité des eaux, il est étroitement surveillé au cours de toute la période du prélèvement (**Brisou et Denis. 1980**).

On remarque que le pH dans l'ensemble des stations se situe entre 8,33 et 8,53 (figure 8). La diminution du pH dans la S8 est probablement due aux apports d'eaux douces ainsi que les produits chimiques rejetés par les unités industrielles.

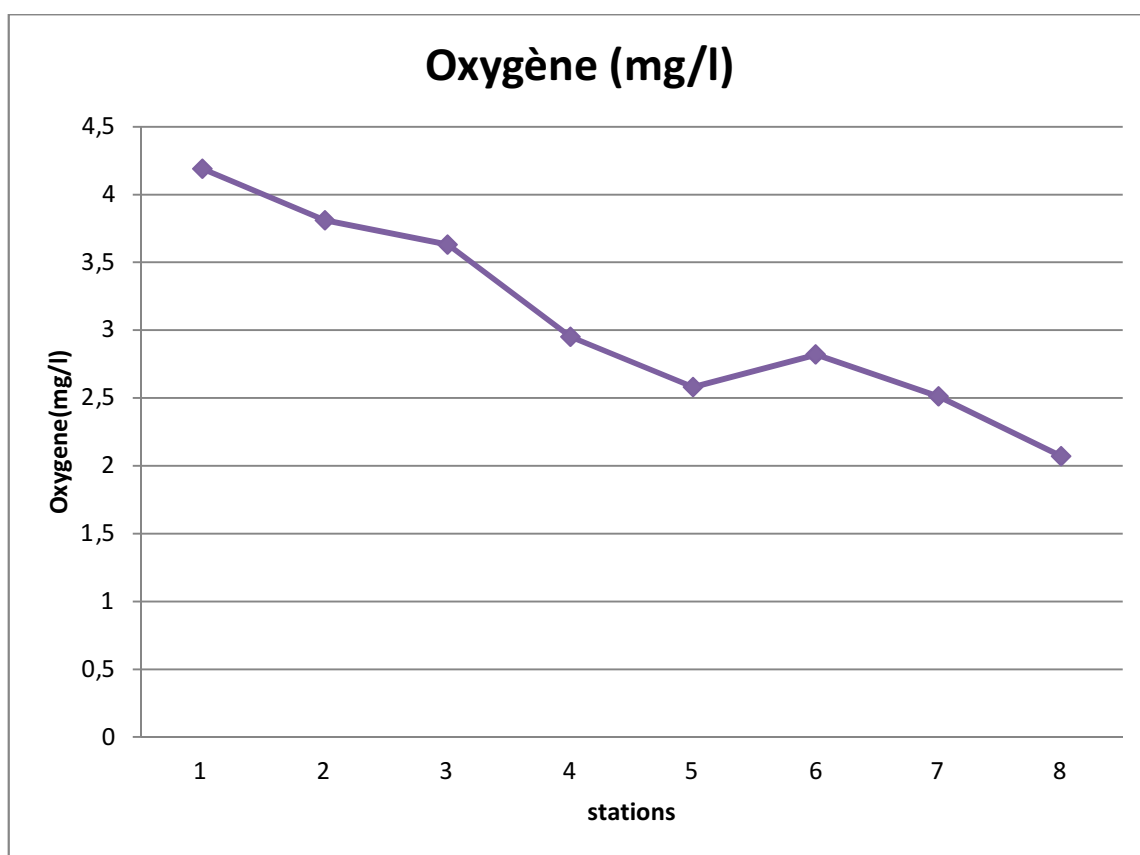
Le pH est influencé par la température, les systèmes de carbonates, les bases présente dans le milieu, la photosynthèse et la respiration (**Bouchena, 2006**).

### III.1.4. Oxygène dissous(OD)

L'oxygène dissous mesuré dans le site étudié le 09 Avril 2012 est représenté dans le tableau qui suit :

**Tableau 4** : L'oxygène dissous mesuré dans le site étudié le 09 Avril 2012.

Valeur	O2	Stations
Minimale	2,07	8
Maximale	4,19	1
Moyenne	3,07	



**Figure 9** : Variation de l'oxygène dissous en fonction des stations (mg/L).

Les variations importantes de l'oxygène dissous ont été observées entre (2,07mg/L) à la S8, et (4,19mg/L) à la S1. Avec une variation moyenne de (3,03mg/L).

A partir de la figure 8, on remarque la diminution de la teneur en oxygène dissous en raison de sa faible solubilité avec l'augmentation de la température, la salinité, et la diminution de la pression atmosphérique mais aussi de la consommation accrue par les êtres vivants et les bactéries (Rodier et al., 2005).

## III.2. Les variations et distribution des paramètres

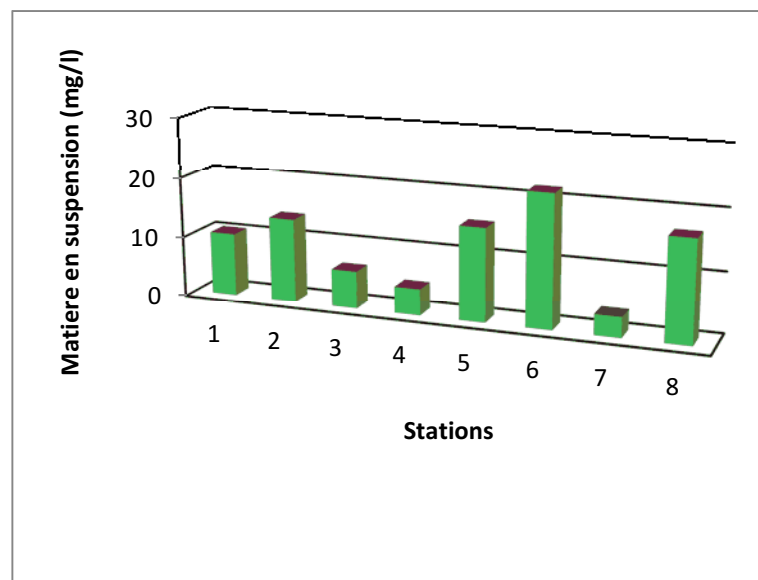
### III.2.1. Dans la colonne d'eau

#### III.2.1.1. Matière en suspension

Les valeurs de la matière en suspension mesurées dans le site étudié sont représentées dans le tableau suivant :

**Tableau 5** : Valeurs minimales, maximales, et moyennes des MES mesurées

Valeurs	MES (mg/L)	Stations
Maximales	21,8	6
Minimales	3,4	5
Moyennes	11,52	



**Figure 10** : Variation de la teneur en MES en fonction des stations.

D'après la figure 9, un maximum de la teneur en MES est enregistré dans la sixième station S6 (21,8mg/L) tandis qu'un minimum dans la septième station S7 (3,4mg/L). Avec une concentration moyenne de (11,52mg/L).

Les teneurs sont élevées au niveau des stations S1, S2, S5, S8 (16,8mg/L), avec une augmentation notable à 21,8mg/L au niveau de la station 6.

Ces fortes teneurs empêchent la pénétration de la lumière, compromettent le développement des œufs, ce qui réduit le stock de nourriture disponible et augmentent le colmatage des branchies, provoquant ainsi leurs asphyxie (**Rodier et al, 1996**).

Les MES des eaux côtières sont majoritairement élevée. Elles sont dues à l'agitation des eaux de surface qui favorisent la mise en suspension des particules. Ce qui influe sur la santé des espèces car elles constituent un support de prolifération pour les bactéries qui consomment l'oxygène dissous de l'eau (**Geoffroy, 2008**).

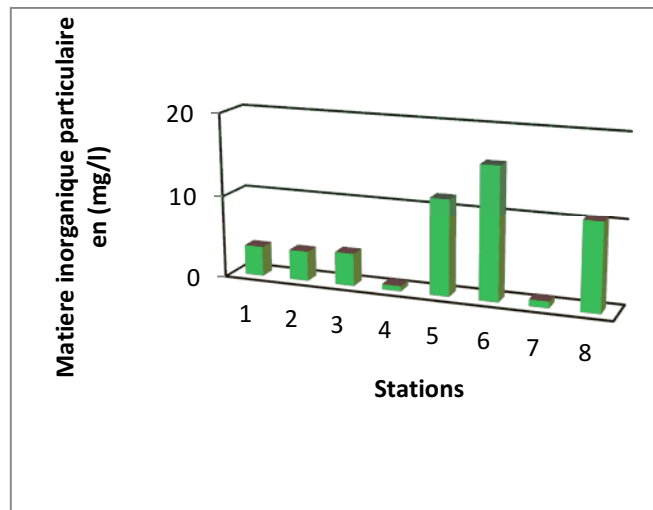
La détermination de ces MES est essentielle pour évaluer la répartition de la charge polluante entre pollution dissoute et pollution sédimentable (**Madjoudj, 2008**)

### III.2.1.2. Matière inorganique particulaire(MIP)

Les valeurs de la matière inorganique particulaire mesurées sont représentées dans le tableau suivant :

**Tableau 6:** Valeurs maximales, minimales, moyennes des MIP.

Valeurs	MIP (mg/L)	Stations
Maximales	11,64	5
Minimales	0,8	7
Moyennes	6,3525	



**Figure 11 :** Variation des MIP dans les différentes stations.

Les valeurs obtenues de la matière inorganique particulaire (MIP) varient dans l'intervalle [0,8 11,64] (mg/L), avec une valeur moyenne de 6,35mg/L.

Les valeurs minimales sont enregistrées dans les deux stations S1, S2 (3,6 mg/L), S3 (3,94mg/L), avec une très faible concentration dans les stations S4 (0,64mg/L), S7 (0,8mg/L).

Ces minima correspondent aux minimas enregistrés en MES.

Les stations S5, S6, S8 sont caractérisées par une augmentation des MIP. Cette augmentation est expliquée par l'oxydation des MOP par l'oxygène qui provient de la photosynthèse et le brassage des masses d'eau.

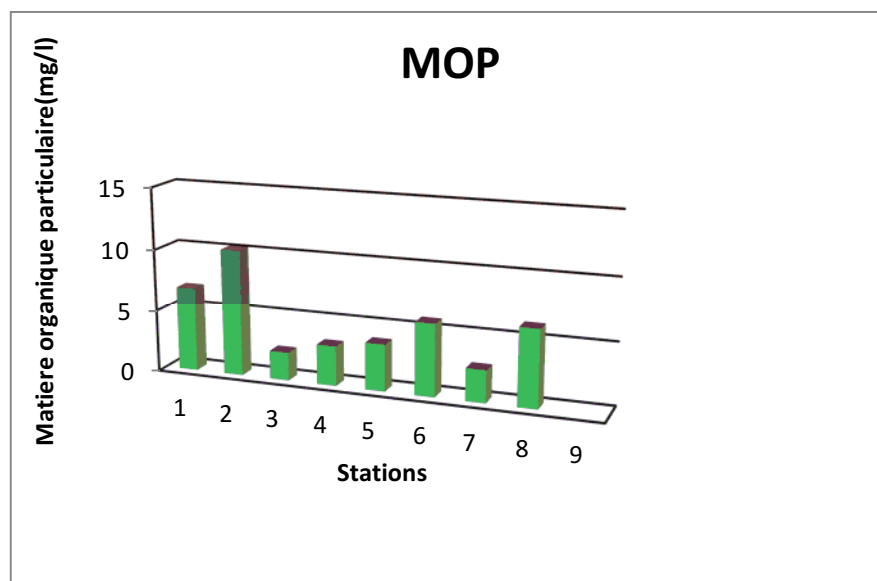
La matière inorganique particulaire représente des valeurs faibles par rapport à celle des MOP, et par rapport à celle de MES.

### III.2.1.3. Matière organique particulaire (MOP)

Les valeurs minimales, moyennes et maximales de la matière organique particulaire sont représentées dans le tableau suivant :

**Tableau 7:** Les valeurs maximales, minimales et moyennes de MOP.

Valeurs	MOP (mg/L)	Stations
Maximales	10,2	2
Minimales	2,26	3
Moyennes	5,1025	



**Figure 12 :** Valeurs des MOP en fonction des stations.

Les valeurs de la MOP sont comprises entre 2,26mg/L, dans la station 3, et 10,2mg/L dans la station 2, avec une valeur moyenne de 5,10mg/L.

La matière organique particulaire est liée aux activités biologiques, comme résultat de la synthèse de la biomasse, source d'énergie et de nutriments pour les organismes (**Aminot et Kerouel, 2004**).

La matière organique particulaire est constituée de matière vivante animale et végétale et de détrit. C'est un bon indice de la richesse d'un milieu.

Les valeurs maximales sont enregistrées au niveau des stations S1, S2 et S8.

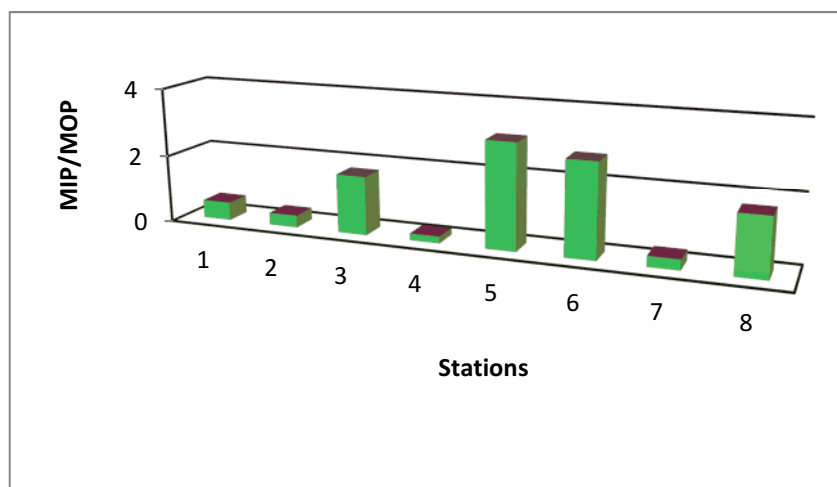
Ces fortes concentrations peuvent être expliquées par le cycle du développement phytoplanctonique et aussi par la remise en suspension des particules organiques sédimentées qui n'ont pas suffisamment de temps pour s'oxyder à cause de la faible profondeur (milieu côtier).

### III.2.1.4. Le rapport MIP/MOP

Les valeurs maximales, minimales et moyennes du rapport MIP/MOP sont représentées dans le tableau qui suit :

**Tableau 8** : Valeurs maximales, minimales et moyennes du rapport MIP/MOP.

Valeurs	MIP/MOP	Stations
Maximales	3,0957	5
Minimales	0,2	4
Moyennes	1,33	



**Figure 13** : Valeurs de rapport MIP/MOP dans les différentes stations.

Les valeurs du rapport MIP/MOP varient entre une valeur minimale qui est 0,2 de dans la quatrième station S4, et une valeur maximale de 3,0957 dans la cinquième station S5, avec une valeur moyenne de 1,33.

Les valeurs inférieures à 1,33 sont enregistrées dans les stations S1 (0,5294), S2 (0,3529), S4(0,2) et S7 (0,3076). Dans ce cas la présence de la matière organique particulaire est plus importante que celle de matière inorganique particulaire.

La valeur 1,33 représente une égalité entre la MOP et MIP dans le milieu.

Les valeurs supérieures à 1,33 sont enregistrées dans les stations S3 (1,7433), S5 (3,0957) S6 (2,7586) et S8 (1,7096) expliquant ainsi une forte quantité de MIP par rapport à la MOP.

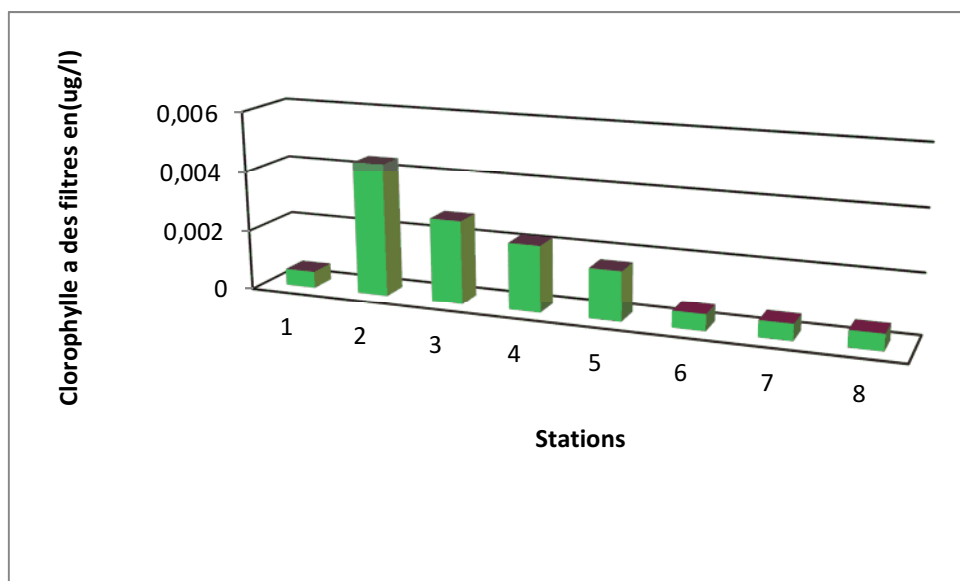
Le rapport MIP/MOP permet de donner un indice sur la qualité trophique des eaux du milieu, où les valeurs inférieures ou proches de 1 représentent des eaux de bonne qualité trophique et les valeurs supérieures à 1 sont la conséquence d'une augmentation de la fraction minérale par rapport à la fraction organique ce qui indique une baisse de la qualité trophique des eaux.

### III.2.1.5. Chlorophylle a ( $\mu\text{g/L}$ )

Les valeurs maximales, minimales et moyennes de la chlorophylle représentent dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 9** : Les valeurs maximales, minimales et moyennes de la chlorophylle

Valeurs	Chl ( $\mu\text{g/L}$ )	Stations
Maximales	0,00277	3
Minimales	0,000554	6,7,8
Moyennes	0,001661	



**Figure 14** : Variations des chlorophylles en fonction des stations.

Elle est prépondérante dans le chloroplaste qui constitue les centres réactionnels des photosystèmes. Elle capture l'énergie lumineuse avec des maximums d'absorption entre 600 à 700nm.

Selon **Rodier (1996)**, les pigments chlorophylliens sont très sensibles à la lumière donc les variations peuvent être dues à l'ensoleillement.

Nous avons enregistré de fortes valeurs au niveau des stations 2, 3, 4 et 5, elles peuvent être dues à une forte activité photosynthétique.

Les faibles teneurs en chlorophylle *a* sont dues à l'abondance réduite du phytoplancton.

Cette variation de la chlorophylle *a* est sous l'influence de plusieurs facteurs météorologiques, hydrologiques et biologiques. La chlorophylle *a* est considérée comme un bon estimateur de la biomasse phytoplanctonique.

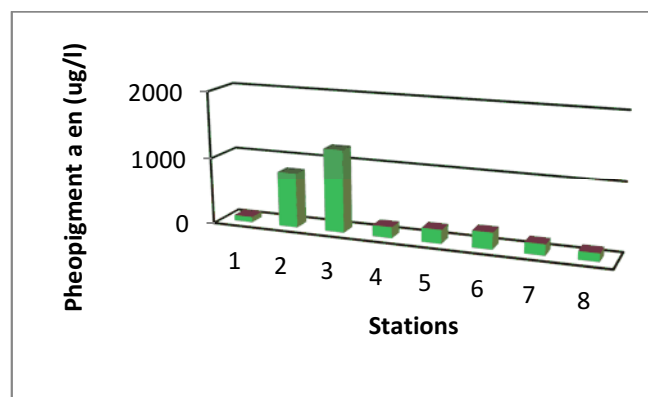
L'apport important des sels minéraux nutritifs du bassin versant en période de pluie, qui enrichissent fortement le milieu, explique les fortes concentrations.

### III.2.1.6.Pheopigment ( $\mu\text{g/L}$ )

Les valeurs minimales, maximales et moyennes de la pheopigment sont représentées dans le tableau suivant :

**Tableau 10** : Valeurs maximales, minimales et moyennes des pheopigments.

Valeurs	Phe ( $\mu\text{g/L}$ )	Stations
Maximales	1240,5	3
Minimales	82,7	1
Moyennes	382,48	



**Figure 15** : Variations des pheopigments en fonction des stations.

Dans le milieu marin les pheopigments résultent du broutage et de la dégradation des cellules.

Les pheopigments sont les produits de la dégradation de la chlorophylle qui peuvent constituer une partie importante des pigments chlorophylliens présents dans le milieu. Ils réunissent les pheophytines et les pheophorbides, produits de transformation des chlorophylles sous l'action d'une acidification du milieu, mais les pheopigments ne présentent pas la totalité des produits de dégradation car il y a aussi les chlorophyllides, qu'on inclut dans les mesures de la chlorophylle *a* (Geoffroy, 2008).

Les faibles valeurs observées dans les stations : S1 (82,7 $\mu\text{g}$ ), S4 (165,4 $\mu\text{g}$ ), S5 (206,75 $\mu\text{g}$ ), S6 (248,1 $\mu\text{g}$ ), S7 (165,4 $\mu\text{g}$ ), S8 (124,05 $\mu\text{g}$ ) sont dues à la présence des cellules phytoplanctoniques qui ne sont pas dégradées.

Dans la station 2 (827 $\mu\text{g}$ ) et station 3(1240,5 $\mu\text{g l}$ ), on remarque une augmentation des pheopigments surtout au niveau de la station 3. Cela est dû au déclin de la production primaire qui fait augmenter l'apparition des pheopigments.

On remarque que la concentration en phéopigments est élevée par rapport à la concentration de la chlorophylle à cause de la dégradation par le zooplancton.

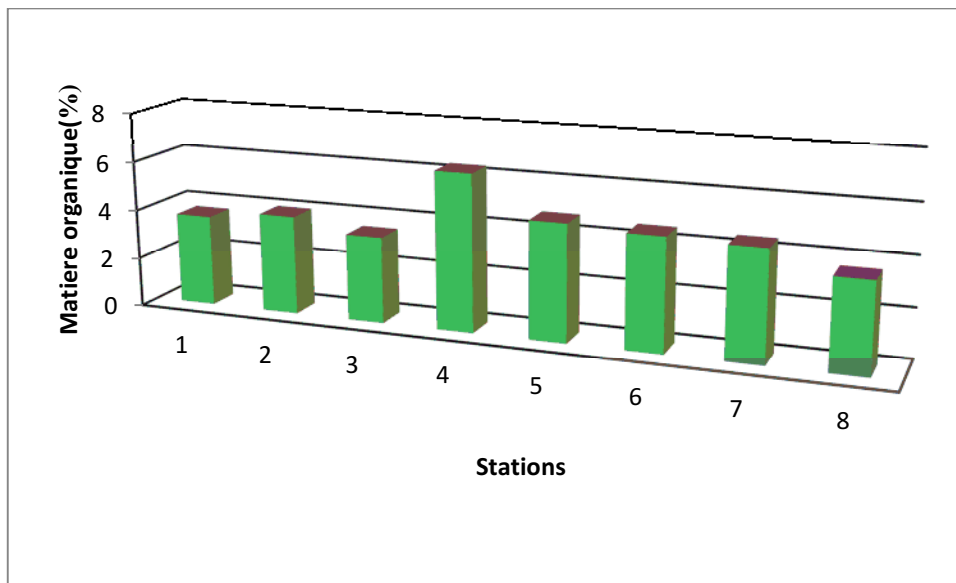
### III.2.2. Dans le sédiment

#### III.2.2.1. La matière organique (MO) dans les sédiments

Les valeurs minimales, maximales et moyennes de la matière organique sont représentées dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 11** : Valeurs maximales, minimales et moyennes de la MO.

Valeurs	MO (%)	Stations
Maximales	6,3466	4
Minimales	3,4958	3
Moyennes	4,37	



**Figure 16** : Variation du taux de matières organiques dans les sédiments en fonction des stations.

La répartition de la matière organique dans notre zone constitue 3,49%(S3) du sédiment comme minimum et 6,34%(S4) de sédiment comme maximum, avec une teneur moyenne de 3,37%.

D'après **ChamLey (1987)**, les teneurs dépassant 1% sont considérées pour la mer Méditerranée comme très élevées. La valeur la plus élevée est celle enregistrée au niveau de la station S4. Ce taux élevé est due au faible gradient du courant, donc à la stagnation des eaux qui favorise la décantation des matières en suspension.

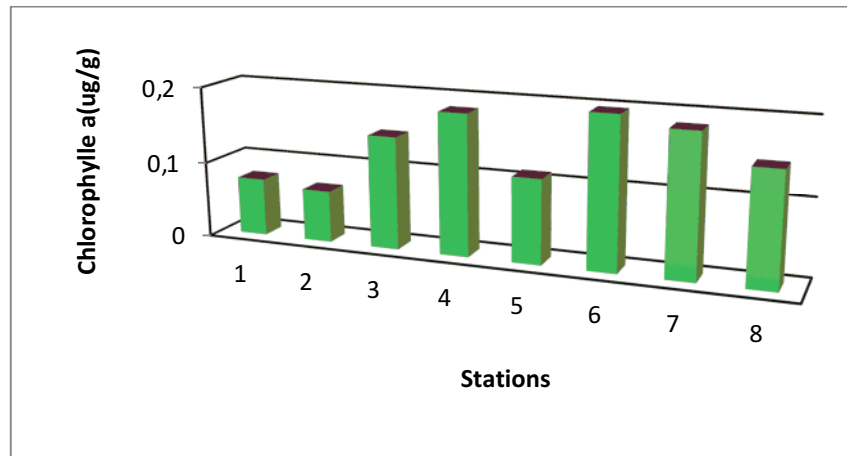
Les teneurs en matière organiques sont moins élevés par rapport à celles mesurées dans les ports à cause des déchets que génère l'activité humaine.

#### III.2.2.2. Chlorophylle *a* dans les sédiments

Les valeurs minimales, maximales et moyennes représentées dans le tableau suivant ;

**Tableau 12** : Valeurs maximales, minimales et moyennes de la chlorophylle dans le sédiment.

Valeurs	Chl( $\mu\text{g/L}$ )	Stations
Maximales	0,1975	6
Minimales	0,0685	2
Moyennes	0,1375	

**Figure 17** : Variations de la chlorophylle en fonction des stations.

Les concentrations en chlorophylle *a* dans les sédiments varient entre un minimum de  $0,0685\mu\text{g/g}$  à la station 2, et un maximum de  $0,1975\mu\text{g/g}$  qui se trouve à la sixième station.

Selon **Barnabe (1989)**, la biomasse phytoplanctonique varie de manière saisonnière, elle atteint généralement des valeurs maximales au printemps et en été, mais la floraison printanière est fréquemment la plus importante.

Les teneurs maximales sont essentiellement dues à la période d'échantillonnage caractérisée par une production primaire importante.

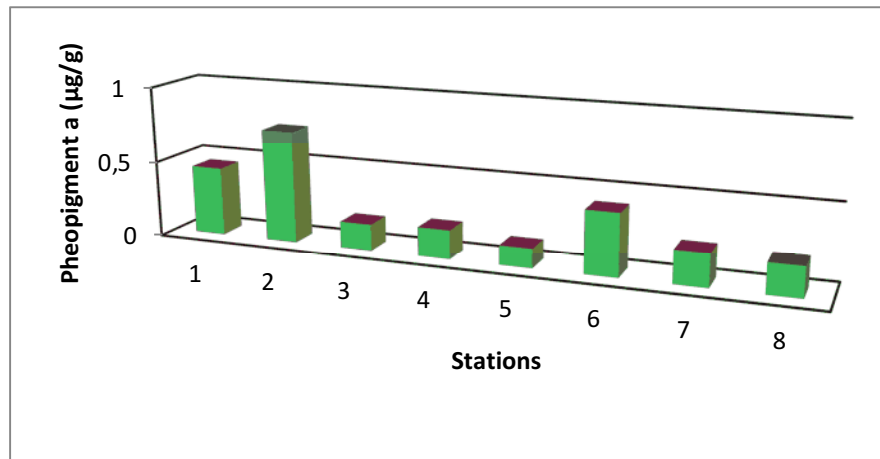
Les faibles concentrations enregistrées s'expliquent par une forte dégradation de la chlorophylle *a*.

### III.2.2.3. Pheopigment dans les sédiments ( $\mu\text{g/g}$ )

Les valeurs minimales, maximales et moyennes sont représentées dans le tableau suivant :

**Tableau 13** : Valeurs maximales, minimales et moyennes de pheopigments dans le sédiment.

Valeurs	Phe( $\mu\text{g/g}$ )	Stations
Maximales	0,7386	2
Minimales	0,1292	5
Moyennes	0,3137	



**Figure 18** : Variations des concentrations des pheopigments en fonction des stations.

Les valeurs en pheopigments dans les sédiments varient entre 0,7386 µg/g et 0,1292 µg/g (Voir annexe). Avec une moyenne de 0,3137µg/g.

Dans le milieu strictement marin, les pheopigments résultent du broutage, et de la dégradation des cellules, et par conséquent, ils ne sont pas physiologiquement actifs.

La mesure de pheopigments est utilisée comme critère de détermination de l'état physiologique des populations phytoplanctoniques: plus la proportion de pheopigment est élevée par rapport à la chlorophylle *a* plus les cellules algales sont vieilles, dégradées ou broutées par le zooplancton (**Aminot et kerouel, 2004**).

Les faibles valeurs des pheopigments s'expliquent par une faible dégradation de la chlorophylle *a*.

Les valeurs maximales peuvent être expliquées par une importante dégradation de la chlorophylle indiquant que les cellules algales qui se trouvent au niveau de cette station sont plus vieilles.

# Conclusion

---

## CONCLUSION

Ce présent travail, permet de Contrôler les caractéristiques physico-chimiques des eaux et du sédiment de la plage ouest de Sidi Fredj.

L'analyse des paramètres physico-chimiques du sédiment de l'eau indiquent que la zone d'étude présente :

- ✓ Une température moyenne de 18,13, elle est influencée par celle de l'air.
- ✓ Une salinité moyenne de 36,33 qui varie selon la température et la profondeur.
- ✓ Un pH moyen 8,49.
- ✓ De faibles variations en oxygène dissous à cause de sa faible solubilité, avec l'augmentation de la température.
- ✓ De fortes teneurs en matière en suspension causant la diminution de l'activité photosynthétique.
- ✓ La matière inorganique particulaire présente des concentrations minimales par rapport à celle enregistrées pour la matière en suspension.
- ✓ Le rapport MOP/MIP explique une forte ou bien une faible concentration de MOP par rapport à la MIP et ce selon les stations.
- ✓ Pour les chlorophylles et les pheopigments on a obtenu des concentrations plus ou moins importantes.

En ce qui concerne l'étude des sédiments on a obtenus les remarques suivantes :

- ✓ Les concentrations de la MO présente des quantités plus ou moins élevées.
- ✓ Les concentrations en chlorophylle *a* dans le sédiment sont moins importantes par rapport au pheopigment.

En d'autre terme, la plage ouest de Sidi Fredj se caractérise par des eaux homogènes, bien oxygénées et présente de faibles teneurs en composées toxiques.

Ce travail montre la possibilité de mesurer certains paramètres physico-chimiques par des méthodes bien précises.

En perspective, il faudra essayer de combiner les données pour mieux modéliser les propriétés de l'eau de mer.

## **RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

**Amara R ., 1988.** Contribution à l'étude de la dynamique de la pollution en zone côtière, mémoire d'ingénieur ENSSMAL.

**Aminot A et Chaussepied M., 1983.** Manuelle des analyses marines. Brest centre national pour l'exploitation des océans 1983. 395p.365p.

**Aminot A et Kerouel R., 2004.** Hydrologie des écosystèmes marins : paramètres et analyse .Edition Ifremer 2004 .336p.

**Bsrnab., 1989.** l'eau : milieu de culture in aquaculture .2 eme Ed.Tec et Doc,Tome 1.565pp.

**Boudjama et Hargas., 2011.** Etude des caractéristiques physico-chimiques de l'eau du barrage de Boukourdane (wilaya de Tipaza). Mémoire DEUA en science de la mer.7p

**Boudouma et Chenennou., 2007.** Analyse des eaux côtières pour la mise en place d'un élevage aquacole capacité biotique. Mémoire d'ingénieur d'état en science de la mer. Option, aquaculture .ISMAL.54p.

**Bouchena Y., 2006.** Contribution à l'étude d'un milieu d'élevage conchylicole : Cas d'Ain –Tagourait(W.Tipaza).Diplôme d'ingénieur d'état en science de la mer .Option aquaculture .ISMAL(ALGER).54p.

**Boulahdid M., 1987.** Analyse des sels nutritifs dans l'eau de mer, Etude de mélange des masses d'eau et de l'oxydation de la matière organique dans l'océan. Mémoire de doctorat de l'université de paris Spécialité Géochimie fondamentale. 1987 .226p.

**Boulahdid., 1987.** Hydrologie des écosystèmes marins : paramètres et Analyses, ENEXO 395p.

**Bellahcene et Messaoudi., 2005.** Etude bathymétriques, sédimentologie et pollution par les métaux lourds. Mémoire d'ingénieur d'état en Aménagement du littoral ISMAL(Alger).51p.

**Brisou J F et Denis FA., 2008.** Hygiène de l'environnement maritime. Edition, Masson.248p.

**Chamley H., 1987.** La sédimentologie .Ed DUNOD, Paris, 175p.

**Lecoz et al., 1999.** La matière organique dans les milieux naturelles, Paris 1999 .147p.

**Lourguioui H., 2006.** Etude hydro biologique du barrage de Bou Kourdane (Wilaya de Tipaza) Mémoire de magister en environnement et écosystèmes littoraux .Option aquaculture .ISMAL 2006. 82p.

**Dupont et al., 2001.** Le cheminement des particules en suspensions, ifremer 2001. 39p.

**Gaujous D., 1995.** La pollution des milieux aquatiques : aide-mémoire. Edition Technique et Documentation Lavoisier .220p.

**Geoffroy v., 2008.** Aquaculture .Edit. Relecture et couverture.1264p.

**Rodier J et al ., 2005.** Analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer ,8 ém Ed.Dunod (paris). 1983p.

**RODIER J et al., 1996.** Analyse de L'eau : eaux naturelles, eaux de mer, 8 eme Ed.Dunod (paris).1983p.

**Madjoudj N., 2008.** Analyse des eaux côtières pour la mise en place d'un élevage aquacole au niveau de la plage ouest de Sidi- Fredj .Diplôme d'étude universitaire appliquée .ISMAL(Alger).41p.

**C.E.A.E.Q : (Centre d'Expertise en Analyse Environnementale du Québec) ,2003.** Détermination de la chlorophylle a : méthode par fluorométrie.MA. 800 – Chlor.1.0.Ministère de l'Environnement du Québec. 18p.

#### **SIT WEB:**

<http://www.com.univ-mrs.fr/ird/ato//pol/fnatoll/mop.htm>.

<http://www.geoecotrop.b/uploads/publications/pub-302-848449.pdf>.

## Annexes

---

### **LISTE DES ANNEXES**

**ANNEXE1:** Saturation en oxygène dissous exprimé en milligramme par litre (mg/l).

**ANNEXE2 :** Les résultats finals de l'analyse de l'eau de la plage ouest de Sidi-Fredj.

**ANNEXE 3 :** Tableau final des résultats d'analyses des MES, MOP, CHL, PHE, MIP de l'eau.

**ANNEXE 4 :** Tableau final des résultats d'analyse de CHL, MO, PHE des sédiments.

# Annexes

## ANNEXE 1

ANNEXE 1 : Saturation en oxygène dissous exprimé en milligramme par litre.

t°C	Salinité PSS78																				
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
0	14,62	14,42	14,22	14,02	13,83	13,63	13,44	13,26	13,07	12,89	12,71	12,54	12,36	12,19	12,02	11,85	11,69	11,53	11,37	11,21	11,05
1	14,22	14,02	13,83	13,64	13,45	13,26	13,08	12,90	12,72	12,55	12,38	12,21	12,04	11,87	11,71	11,55	11,39	11,23	11,08	10,93	10,77
2	13,83	13,64	13,46	13,27	13,09	12,91	12,74	12,56	12,39	12,22	12,06	11,89	11,73	11,57	11,41	11,26	11,10	10,95	10,80	10,65	10,51
3	13,46	13,28	13,10	12,92	12,75	12,58	12,41	12,24	12,07	11,91	11,75	11,59	11,43	11,28	11,13	10,98	10,83	10,68	10,54	10,39	10,25
4	13,11	12,93	12,76	12,59	12,42	12,25	12,09	11,93	11,77	11,61	11,46	11,30	11,15	11,00	10,85	10,71	10,56	10,42	10,28	10,15	10,01
5	12,77	12,60	12,43	12,27	12,11	11,95	11,79	11,63	11,48	11,32	11,17	11,03	10,88	10,73	10,59	10,45	10,31	10,18	10,04	9,91	9,78
6	12,45	12,28	12,12	11,96	11,81	11,65	11,50	11,35	11,20	11,05	10,90	10,76	10,62	10,48	10,34	10,21	10,07	9,94	9,81	9,68	9,55
7	12,14	11,98	11,82	11,67	11,52	11,37	11,22	11,07	10,93	10,79	10,65	10,51	10,37	10,23	10,10	9,97	9,84	9,71	9,58	9,46	9,34
8	11,84	11,69	11,54	11,39	11,24	11,10	10,95	10,81	10,67	10,53	10,40	10,26	10,13	10,00	9,87	9,74	9,62	9,49	9,37	9,25	9,13
9	11,56	11,41	11,27	11,12	10,98	10,84	10,70	10,56	10,43	10,29	10,16	10,03	9,90	9,78	9,65	9,53	9,40	9,28	9,16	9,05	8,93
10	11,29	11,14	11,00	10,86	10,73	10,59	10,45	10,32	10,19	10,06	9,93	9,81	9,68	9,56	9,44	9,32	9,20	9,08	8,97	8,85	8,74
11	11,03	10,89	10,75	10,62	10,48	10,35	10,22	10,09	9,96	9,84	9,71	9,59	9,47	9,35	9,23	9,12	9,00	8,89	8,78	8,67	8,56
12	10,78	10,64	10,51	10,38	10,25	10,12	9,99	9,87	9,75	9,62	9,50	9,38	9,27	9,15	9,04	8,92	8,81	8,70	8,59	8,49	8,38
13	10,54	10,41	10,28	10,15	10,02	9,90	9,78	9,66	9,54	9,42	9,30	9,19	9,07	8,96	8,85	8,74	8,63	8,52	8,42	8,31	8,21
14	10,31	10,18	10,05	9,93	9,81	9,69	9,57	9,45	9,33	9,22	9,11	8,99	8,88	8,77	8,67	8,56	8,46	8,35	8,25	8,15	8,05
15	10,08	9,96	9,84	9,72	9,60	9,48	9,37	9,25	9,14	9,03	8,92	8,81	8,70	8,60	8,49	8,39	8,29	8,19	8,09	7,99	7,89
16	9,87	9,75	9,63	9,52	9,40	9,29	9,18	9,06	8,95	8,85	8,74	8,63	8,53	8,43	8,32	8,22	8,12	8,03	7,93	7,83	7,74
17	9,66	9,55	9,43	9,32	9,21	9,10	8,99	8,88	8,77	8,67	8,57	8,46	8,36	8,26	8,16	8,06	7,97	7,87	7,78	7,68	7,59
18	9,47	9,35	9,24	9,13	9,02	8,92	8,81	8,71	8,60	8,50	8,40	8,30	8,20	8,10	8,00	7,91	7,82	7,72	7,63	7,54	7,45
19	9,28	9,17	9,06	8,95	8,85	8,74	8,64	8,54	8,43	8,33	8,24	8,14	8,04	7,95	7,85	7,76	7,67	7,58	7,49	7,40	7,31
20	9,09	8,99	8,88	8,78	8,67	8,57	8,47	8,37	8,27	8,18	8,08	7,99	7,89	7,80	7,71	7,62	7,53	7,44	7,35	7,27	7,18
21	8,92	8,81	8,71	8,61	8,51	8,41	8,31	8,21	8,12	8,02	7,93	7,84	7,75	7,66	7,57	7,48	7,39	7,31	7,22	7,14	7,05
22	8,74	8,64	8,54	8,44	8,35	8,25	8,15	8,06	7,97	7,88	7,78	7,69	7,61	7,52	7,43	7,34	7,26	7,18	7,09	7,01	6,93
23	8,58	8,48	8,38	8,29	8,19	8,10	8,00	7,91	7,82	7,73	7,64	7,56	7,47	7,38	7,30	7,21	7,13	7,05	6,97	6,89	6,81
24	8,42	8,32	8,23	8,13	8,04	7,95	7,86	7,77	7,68	7,59	7,51	7,42	7,34	7,25	7,17	7,09	7,01	6,93	6,85	6,77	6,69
25	8,26	8,17	8,08	7,99	7,90	7,81	7,72	7,63	7,54	7,46	7,38	7,29	7,21	7,13	7,05	6,97	6,89	6,81	6,73	6,66	6,58
26	8,11	8,02	7,93	7,84	7,76	7,67	7,58	7,50	7,41	7,33	7,25	7,17	7,09	7,01	6,93	6,85	6,77	6,70	6,62	6,55	6,47
27	7,97	7,88	7,79	7,70	7,62	7,53	7,45	7,37	7,28	7,20	7,12	7,04	6,97	6,89	6,81	6,73	6,66	6,59	6,51	6,44	6,37
28	7,83	7,74	7,66	7,57	7,49	7,40	7,32	7,24	7,16	7,08	7,00	6,93	6,85	6,77	6,70	6,62	6,55	6,48	6,41	6,33	6,26
29	7,69	7,61	7,52	7,44	7,36	7,28	7,20	7,12	7,04	6,96	6,89	6,81	6,74	6,66	6,59	6,52	6,44	6,37	6,30	6,23	6,16
30	7,56	7,48	7,39	7,31	7,23	7,15	7,08	7,00	6,92	6,85	6,77	6,70	6,63	6,55	6,48	6,41	6,34	6,27	6,20	6,13	6,07
31	7,43	7,35	7,27	7,19	7,11	7,04	6,96	6,88	6,81	6,73	6,66	6,59	6,52	6,45	6,38	6,31	6,24	6,17	6,10	6,04	5,98
32	7,30	7,23	7,15	7,07	6,99	6,92	6,84	6,77	6,70	6,63	6,55	6,48	6,41	6,34	6,28	6,21	6,14	6,08	6,01	5,94	5,88
33	7,18	7,11	7,03	6,95	6,88	6,81	6,73	6,66	6,59	6,52	6,45	6,38	6,31	6,24	6,18	6,11	6,05	5,98	5,92	5,85	5,79
34	7,06	6,99	6,92	6,84	6,77	6,70	6,63	6,55	6,48	6,42	6,35	6,28	6,21	6,15	6,08	6,02	5,95	5,89	5,83	5,76	5,70
35	6,95	6,88	6,80	6,73	6,66	6,59	6,52	6,45	6,38	6,31	6,25	6,18	6,12	6,05	5,99	5,92	5,86	5,80	5,74	5,68	5,62

## Annexes

**Annexe 2 :Tableau2 :** Les résultats finals de l'analyse de l'eau de la plage ouest de Sidi-Fredj.

Stations	Température(c°)	Salinité (PSU)	Potentiel Hydrogène (pH)	Oxygène (mg/l)
1	18,2	36,3	8,33	4,19
2	18,2	36,3	8,53	3,81
3	18	36,1	8,53	3,63
4	18	36	8,53	2,95
5	17,8	36,5	8,53	2,58
6	17,6	36,7	8,53	2,82
7	18,5	36,5	8,53	2,51
8	18,8	36,3	8,46	2,07

**Annexe 3 :Tableau 03 :** Tableau final des résultats d'analyses des MES, MOP, CHL, PHE, MIP de l'eau.

Stations	MES (mg/l)	MOP (mg/l)	CHL (µg/l)	PHÉ (µg/l)	MIP (mg/l)
1	10,4	6,8	0,000554	82,7	3,6
2	13,8	10,2	0,004432	827	3,6
3	0,2	2,26	0,00277	1240,5	3,94
4	0,4	3,2	0,002216	165,4	0,64
5	15,4	3,76	0,001662	206,75	11,64
6	21,8	5,8	0,000554	248,1	16
7	3,8	2,6	0,000554	165,4	0,8
8	16,8	6,2	0,000554	124,05	10,6

**Annexe 4 :Tableau4:** Tableau final des résultats d'analyse de CHL, MO, PHE des sédiments.

Stations	CHL (µg/g)	MO%	Phe (µ/g)
1	0,07634	3,6937	0,45058
2	0,06854	4,0091	0,73866
3	0,14773	3,4958	0,17358
u4	0,18466	6,3466	0,19094
5	0,1108	4,7304	0,12926
6	0,19754	4,5672	0,40996
7	0,18466	4,4735	0,2179
8	0,14773	3,6458	0,19944