

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر و تهينة الساحل  
Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



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

Sujet :

**ANALYSE DES EAUX CÔTIÈRES POUR LA MISE EN PLACE  
D'UN ELEVAGE AQUACOLE A LA PLAGE OUEST DE  
SIDI-FREDJ**

Préparé par :

- **HAKKOUM Saliha**
- **SAADIA Sihem**

Présenté à la commission de jury suivante:

M<sup>elle</sup> OULD AHMED. N.....Examinatrice.  
M<sup>r</sup> REFES .W..... Promoteur.

-Session **Juin** 2009-

## *Dedicaces*

*Je dédis ce travail :*

*A mes parents qui m'ont donné le courage pour la réussite de ce memoire ;*

*A mes frères boualem,nouredine et Khaled ;*

*A ma sœur soussou ;je t'adore ;*

*A mon promoteur Mr REFES pour ses conseils et ses informations ;*

*A tous les enseignants et les personnels de ENSSMAL et SIDI FERDJ ;*

*A tous mes amiEs : mina,omar,yacine,younes,soufiane,samou, meriem .*

*SIHEM*

## Dédicaces

Je dédis ce travail :

Avant tout a mes chers parents qui m'ont données le courage pour leur générosité et leurs sacrifices.

A ma grand mère yama dassi

A mes sœurs Fatmo, Zohra, Ouardia, Ferroudja et Daloulti.

A mon unique frère Maklouf.

A mon fiancé SAM, (MAMICHOU)

A Mr Refes qui a fait tous ces efforts pour la réussite de ce travail.

A tous les enseignants et ces personnes de l'ismal et sidi Fredj.

A mes copines de chambre Zala, Dida, Tina, aicha, Chavha, et Halima.

A tous mes ami (e)s sans exception surtout Sabina, Zakia, Sihem, Assia.

# Sommaire

INTRODUCTION :	1
----------------	---

## CHAPITRE I : Matériels et méthodes

1-Présentation de la zone d'étude	1
1-1-Situation géographique	2
1-2-Choix et localisation de station	3
2-Travaux en mer	5
2-1-Prélèvement des échantillons	5
2-1-1-Prélèvement de l'eau	5
2-1-2-Prélèvement des sédiments	5
3-Travaux au laboratoire	5
3-1-Analyses physico-chimiques	6
3-1-1-La température	6
3-1-2-La salinité	6
3-1-3-L'oxygène dissous(O <sub>2</sub> )	6
3-1-4-Le potentiel d'hydrogène (pH)	6
3-1-5-Les matières en suspension( MES)	7
3-1-6- Chlorophylle a et pheopigments	8
3-1-7-Les sels nutritifs	9
3-1-7-1-Les phosphates	10
3-1-7-2-Les silicates	10
3-1-7-3-L'ammonium	10
3-1-7-4-Les nitrites	11
3-1-7-5-Les nitrates	11
3-2-Analyses granulométriques	14
3-2-1-Définition	14
3-2-2-Traitement des échantillons	15
3-2-3-Aspect général des courbes granulométriques	15
3-2-4-Les indices granulométriques	16
3-2-4-1-Le mode	16
3-2-4-2-La médiane	16
3-2-4-3-Les quartiles	16
3-2-4-4-L'indice de classement	16
3-2-4-5-L'indice d'asymétrie	17

## CHAPITRE II :Resultats et discussion

1-Les paramètres physico-chimiques.....	19
1-1-La température.....	19
1-2-La salinité.....	20
1-3-L'oxygène dissous.....	20
1-4-Le potentiel d'hydrogène.....	21
1-5-Les Matière en suspension.....	22
1-6-La chlorophylle a et les pheopigments.....	26
1-7-Les sels nutritifs.....	27
1-7-1-Les phosphates.....	27
1-7-2-Les silicates.....	28
1-7-3-L'ammonium.....	29
1-7-4-Les nitrites.....	29
1-7-5-Les nitrates.....	30
2-La granulométrie.....	31
2-1-Répartition de la médiane.....	31
2-2-Le mode.....	31
2-3-Le classement des sédimentents.....	34
2-3-1l'indice de classecement.....	34
2-3-1l'indice d'asymetrie.....	35
CONCLUSION.....	36

Bibliographie

Annexes

## Liste des figures :

Figure1 : localisation de la zone d'étude.....	03
Figure 2 : localisation des points de prélèvement.....	04
Figure 3 : localisation des points de prélèvement des sédiments.....	05
Figure 4 : salinomètre.....	06
Figure 5 : oxymétrie.....	06
Figure 6 : pH-mètre.....	07
Figure 7 : une pompe sous vide.....	07
Figure8 : une étuve.....	07
Figure 9 : une balance.....	07
Figure10 : un spectrophotomètre.....	09
Figure11 : courbe d'étalonnage des phosphates.....	13
Figure12 : courbe d'étalonnage des silicates.....	13
Figure13 : courbe d'étalonnage d'ammonium.....	13
Figure14 : courbe d'étalonnage des nitrites.....	14
Figure15 : une tamiseuse.....	15
Figure16 : variation de la température dans les différentes stations de Sidi-Fredj.....	18
Figure17 : variation de la salinité dans les différentes stations de Sidi-Fredj.....	19
Figure18 : variation des teneurs en O2 dans les différentes stations de Sidi-Fredj.....	20
Figure19 : variation de pH dans les différentes stations de Sidi-Fredj.....	21
Figure20 : variation des MES dans les différentes stations de Sidi-Fredj.....	22
Figure21 : variation des MIP dans les différentes stations de Sidi-Fredj.....	23
Figure22 : variation des MOP dans les différentes stations de Sidi-Fredj.....	24
Figure23 : variation de la chlorophylle a dans les différentes stations de Sidi-Fredj.....	25
Figure24 : variation des phosphates dans les différentes stations de Sidi-Fredj.....	26
Figure25 : variation des silicates dans les différentes stations de Sidi-Fredj.....	27
Figure26 : variation d'ammonium dans les différentes stations de Sidi-Fredj.....	28
Figure27 : variation des nitrites dans les différentes stations de Sidi-Fredj.....	29
Figure28 : variation des nitrates dans les différentes stations de Sidi-Fredj.....	30
Figure29 : les courbes uni modales.....	31
Figure30 : les courbes bimodales.....	32
Figure31 : les courbes plurimodales.....	33

## Liste des tableaux :

Tableau1 : dates de prélèvement.....	03
Tableau2 : les coordonnées géographiques des stations granulométriques.....	04
Tableau3 : la nature des sédiments selon (MONBET., 1972 in HAMDOUNI., 2008).....	16
Tableau4 : valeurs d'indice de classement(SO) représentant les types de classement.....	17
tableau5 : valeurs d'indice d'asymétrie(SK) représentant les types de classement. ....	17
Tableau6 : Les stations uni modales avec ses indices granulométriques.....	31
Tableau7 : Les stations bimodales avec ses indices granulométriques.....	32
Tableau8 : Les stations plurimodales avec ses indices granulométriques.....	33
Tableau9 : pourcentage de l'indice de classement(S0).....	34

# INTRODUCTION

La mer, représente environ 70% de la surface du globe.

L'eau est le milieu de vie des organismes aquatiques et le support d'élevage en aquaculture. Elle apporte l'oxygène nécessaire, élimine les déchets et conditionne directement les performances de l'exploitation.

La qualité de l'eau d'élevage se définit par un ensemble de caractéristiques physico-chimiques, chimiques et biologiques. Ces propriétés sont susceptible de subir de fortes variation spatio-temporelles en fonction de facteurs tels que les conditions météorologiques, la qualité des eaux des bassins versants des cours d'eau, qui se jettent dans la mer, le taux d'occupation des espaces littoraux, les pressions anthropiques sur la bordure côtière. (**GEOFFROY V., 2008**).

L'élevage aquacole peut subir des risques importants, car l'eau peut contenir des substances nécessaires aux espèces aquatiques mais, aussi, des substances toxiques et néfastes .

Dans la présente étude, nous nous s'intéresse à évaluer la qualité physico chimiques et chimiques des eaux d'un site susceptible d'abriter un élevage aquacole (plage ouest de Sidi Fredj), ainsi qu'une analyse granulométriques des fonds de ce site dans le but de réaliser une caractérisation environnemental du site et de statuer sur les possibilités d'installation d'un élevage aquacole.

Notre travail s'articulera comme suit :

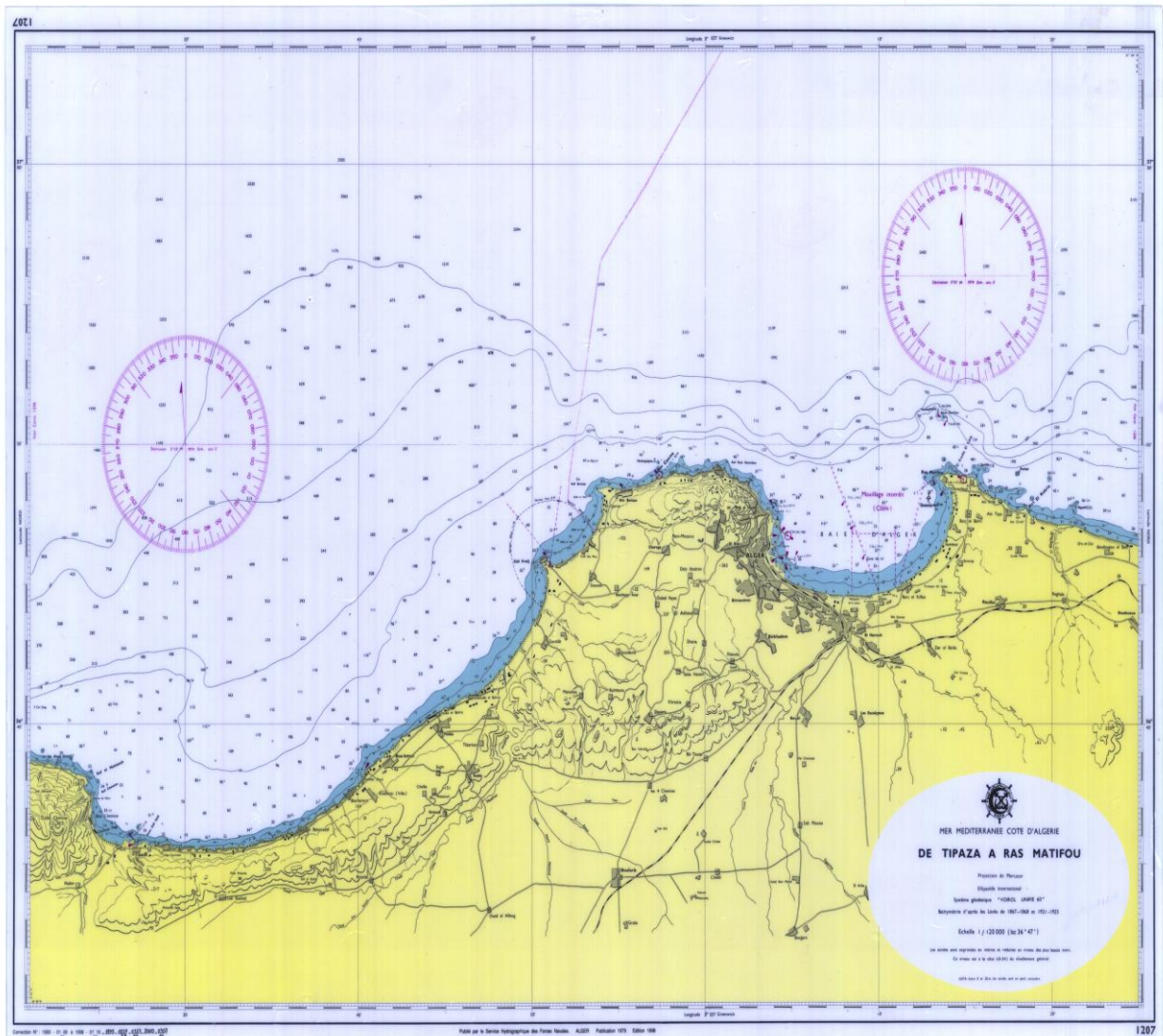
- Présentation de la zone d'étude.
- Traitements des échantillons récoltés.
- Analyses physico-chimiques et chimiques des eaux.
- Analyse granulométriques des sédiments.

# MATERIELS ET METHODES

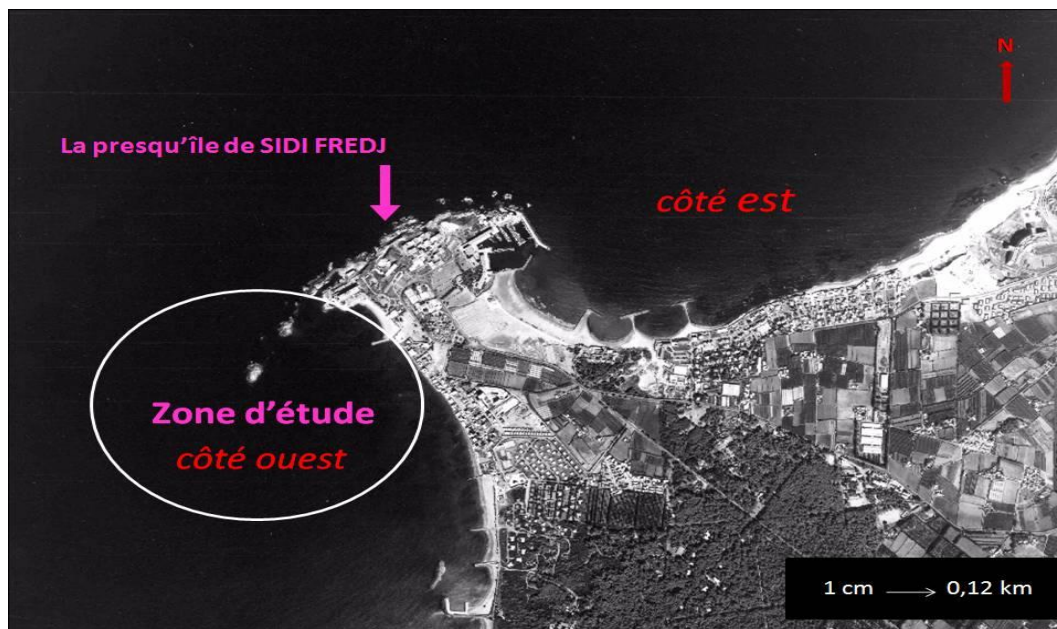
## 1-Présentation de la zone d'étude

### 1-1-Situation géographique

La localité de Sidi Fredj est située à une vingtaine de kilomètres à l'ouest d'Alger, c'est une presque île localisée dans la partie ouest de la baie d'El Djamilia (**FERHAT ., 1994**). Cette baie est délimitée par deux promotions rocheuses : Sidi Fredj à l'ouest et Ras acrata au nord- est (*figure 1*).



LOCALISATION DE LA BAIE DE BOU-SMAIL



**Figure1** : Localisation géographique de la zone d'étude .

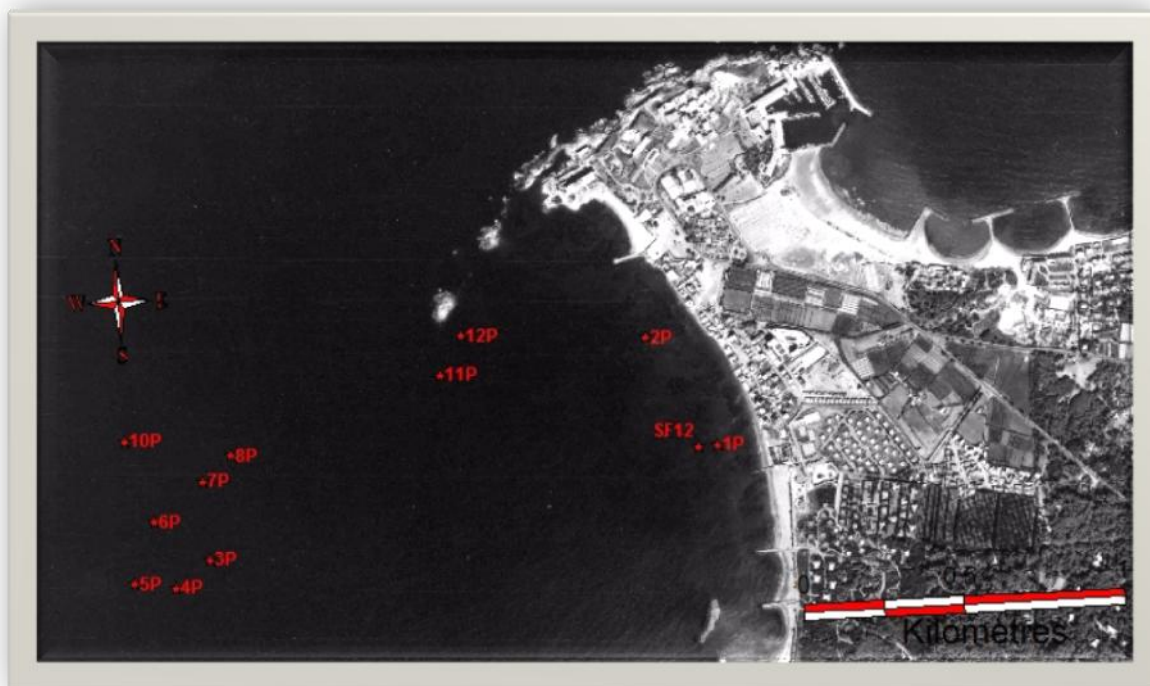
De point de vue administratif, Sidi Fredj appartient à la commune de Staouali, daïra de Zéralda wilaya d'Alger. (BENGHANEM...,et al 2006).

### 1-2-Choix et localisation des stations :

L'eau a été prélevée sur 12stations aux mois de janvier 2009 et février 2009 (*tableau 1 et figure 2*).

**Tableau 1** : Les dates de prélèvement

date	LATITUDE	LONGITUDE	N°
10-janvier-2009	36,75478333	2,843	SF12
10-février-2009	36,75478333	2,843666667	1P
10-février-2009	36,7578	2,8414	2P
10-février-2009	36,75235	2,825683333	3P
10-février-2009	36,75163333	2,824416667	4P
10-février-2009	36,7518	2,822983333	5P
10-février-2009	36,75346667	2,823783333	6P
10-février-2009	36,7545	2,8256	7P
10-février-2009	36,75516667	2,82665	8P
10-février-2009	36,7557	2,822966667	10P
10-février-2009	36,75706667	2,834116667	11P
10-février-2009	36,7581	2,83495	12P



**Figure2 : Localisation des points de prélèvement.**

Pour l'analyse granulométrique, nous avons réalisé 50 stations différentes au mois de février 2009 (*tableau 2 et figure 3*).

**Tableau2 : Les coordonnées géographiques pour les stations granulométriques.**

N°	Latitude	Longitude	N°	Latitude	Longitude
Sf1	2,83726	36,76109	Sf5	2,83867	36,76101
Sf2	2,83816	36,76095	Sf6	2,83934	36,76084
Sf3	2,83726	36,7606	Sf7	2,83939	36,76047
Sf4	2,83767	36,76053	Sf8	2,84076	36,76041
Sf9	2,83853	36,76038	Sf30	2,83527	36,75465
Sf10	2,83707	36,76031	Sf31	2,83632	36,75725
Sf11	2,83824	36,75999	Sf32	2,83768	36,75705
Sf12	2,83931	36,7598	Sf33	2,8361	36,75687
Sf13	2,83605	36,7596	Sf34	2,84035	36,75677
Sf14	2,8371	36,75944	Sf35	2,8388	36,7568
Sf15	2,83844	36,7592	Sf36	2,83391	36,75674
Sf16	2,83984	36,75918	Sf38	2,83634	36,75652
Sf17	2,84122	36,75904	Sf39	2,83776	36,75634
Sf18	2,8365	36,75884	Sf40	2,83976	36,75613
Sf19	2,83833	36,75845	Sf41	2,83227	36,76253
Sf20	2,83956	36,75824	Sf42	2,83323	36,76252
Sf21	2,84064	36,7584	Sf43	2,834	36,76242
Sf22	2,842	36,75781	Sf44	2,83515	36,76227
Sf23	2,83519	36,75814	Sf45	2,83555	36,76183

<b>Sf24</b>	2,83645	36,75788	<b>Sf46</b>	2,83178	36,76206
<b>Sf25</b>	2,83761	36,75778	<b>Sf47</b>	2,83284	36,76195
<b>Sf26</b>	2,83876	36,75756	<b>Sf48</b>	2,83383	36,76177
<b>Sf27</b>	2,84006	36,75749	<b>Sf49</b>	2,8372	36,76156
<b>Sf28</b>	2,84174	36,7572	<b>Sf50</b>	2,83574	36,76132
<b>Sf29</b>	2,8355	36,75755	<b>Sf57</b>	2,83164	36,76096



**Figure 3 :** Localisation des points de prélèvement des sédiments.

## 2-Travaux au laboratoire

### 2-1-Prélèvement des échantillons

#### 2-1-1-Prélèvement de l'eau

Le prélèvement est l'opération qui consiste à prendre un certain volume représentatif du milieu à étudié (AMINOTet KEROUËL, 2004).

Les prélèvements ont été réalisés à bord d'une embarcation à l'aide de flacons d'échantillonnage en plastique.

Les flacons ont été remplis directement par immersion dans l'eau.

Avant de remplir les flacons il faut les rincer avec l'eau de mer.

Les mesures de la température, salinité, oxygène dissous et le pH ont été faite sur le bateau à la surface de chaque station.

## 2-1-2-prélèvement des sédiments

Les échantillons de sédiments ont été réalisés à l'aide d'une benne Van Veen et récupérés dans des sacs en plastiques étiquetés, puis rapportés au laboratoire. Ils ont été conservés au congélateur pour éviter toute perte d'éléments volatils et des modifications d'équilibre chimique et d'arrêter le développement de l'activité bactérienne.

## 3-Analyse physico-chimiques

### 3-1-La température

La température a été mesurée in situ avec une sonde de température de marque Wissenschaftlich Technische Werkstätten «WTW».

### 3-2-La salinité

La mesure de la salinité in situ a été effectuée avec un salinomètre de terrain de marque Wissenschaftlich technische Werkstätten «WTW»(LF 197 S).



**Figure 4 : Salinomètre de marque(WTW).**

### 3-3-L'oxygène dissous

La mesure de l'oxygène a été effectuée in situ avec un oxymètre de marque Wissenschaftlich technische Werkstätten«WTW»



**Figure 5 : Oxymètre de marque (WTW)**

### 3-4-Le Potentiel hydrogène(pH)

La mesure de pH a été effectuée in situ avec une sonde du pH mètre de marque Wissenschaftlich technische Werkstätten «WTW», qui mesure le PH par la méthode électrochimique avec électrode en verre.



**Figure 6** : pH-mètre de marque (WTW).

L'étalonnage de l'appareil est effectué avec des solutions étalons à pH connu.

### 3-5-Les Matières 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 0,45  $\mu\text{m}$ . Le filtre est séché et pesé avant et après filtration. La différence de poids entre les deux pesées permet de connaître la masse sèche totale de M.E.S dans le volume d'eau correspondant (AMINOT et CHAUSSPIED ,1983).

#### □ Appareillage

- Un dispositif de filtration sous vide de marque **SARTORIUS**.
- Des membranes filtrantes Whatman ( $\varnothing= 0,45\mu\text{m}$ ).
- Boîtes à filtre.
- Une balance de précision ( $\pm 0,001\text{g}$ ).
- Une étuve de marque **MEMMERT**.



**Figure7** : une pompe sous vide.



**Figure8** : une étuve.



**Figure9** : une balance

### Mode opératoire

- Rincer les filtres à l'eau distillée.
- Sécher à l'étuve à 80°C pendant 2h.
- Laisser refroidir au dessiccateur.
- Peser les filtres (P1).
- Replacer aussitôt chaque filtre dans sa boîte à l'abri de la poussière.
- Placer un filtre et le centrer dans le dispositif de filtration.
- Homogénéiser l'échantillon et verser doucement 500ml sur le centre de filtre.
- Mettre les boîtes contenant les filtres sans le couvercle à l'étuve à 80°C pendant 2h.
- Laisser refroidir les filtres.
- Peser les filtres (P2).

### □ Calcul de la concentration de la matière en suspension

La concentration des MES est donnée par l'expression :

$$[\text{MES}] \text{ mg/l} = \text{P2-P1/V}$$

Avec :

*P1 : poids du filtre avant filtration (mg).*

*P2 : poids du filtre après filtration (mg).*

*V : volume filtré (L).*

**(AMINOT ET KEROUAL.,2004)**

### 3-6-Chlorophylle a et pheopigment

#### □ Principe de la méthode (dosage de la chlorophylle a par spectrophotométrie)

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 assurera l'extraction des pigments, puis, on mesure l'absorbance avant et après acidification de l'extrait (**AMINOT et CHAUSSPIED., 1983**).

#### □ Mode opératoire

- filtrer 500ml d'eau de mer.
- Après filtration, mettre les filtres dans des tubes à centrifuger et ajouter 10ml d'acétone 90%.
- Déchiqueter les filtres.
- Envelopper les filtres avec papier d'aluminium pour garder les filtres à l'abri de la lumière.
- Mettre les filtres dans le réfrigérateur pendant 24h.
- Mettre les tubes dans la centrifugeuse.

- Mesurer les absorbances brutes des extraits non acidifiés selon la méthode de LORENZEN à deux longueurs d'onde : 665 et 750nm.
- Acidifier par addition d'acide chlorhydrique 2mol/l.
- Mesurer les absorbances brutes des extraits acidifiés à 665 et 750nm.

#### □ Appareillage

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



**Figure 10** : un spectrophotomètre.

#### □ Calcul et expression des résultats (AMINOT ET CHAUSSPIED.,1983)

$$[\text{chlorophylle-a}] \text{ (mg/m}^3\text{)} = 26,7(A_{665na} - A_{665a}) * v / V.I.$$

$$[\text{phéopigments}] \text{ (mg/m}^3\text{)} = 26,7(1,7A_{665a} - A_{665na}) * v / V.I.$$

Avec:

*V*: volume d'eau filtrée (l).

*v*: volume d'acétone (ml).

*I*: longueur du chemin optique de la cuve de mesure (1cm).

ET :

$$A_{665na} = A_{665na} - A_{750na}$$

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

Avec :

*Ab665na* : absorbance à 665nm avant acidification.

*Ab665a* : absorbance à 665nm après acidification.

*Ab750na* : absorbance à 750nm avant acidification.

*Ab750a* : absorbance à 750nm après acidification.

### 3-7-les sels nutritifs

#### □ Principe général (AMINOT et KEROUAL.,2004)

Filtrer un volume d'échantillon sur un filtre de 100 $\mu$ m de porosité, mettre l'eau filtrée dans deux bouteilles numérotées selon la station de l'échantillon, puis congeler ces bouteilles.

Après décongélation des bouteilles pendant 24heures, on fera les analyses.

Cette méthode est basée sur une réaction de coloration. Ces sels nutritifs réagissent dans certaines conditions (température, pH, présence de catalyseurs,...) avec des réactifs (annexes) spécifiques pour donner une coloration absorbant la lumière à une certaine longueur d'onde ( $\lambda$ ).

#### 3-7-1-Les phosphates (AMINOT et KEROUAL.,2004)

##### □ Mode opératoire

- La température des échantillons doit être entre 15°C à 30°C.
- Mesurer 50ml de l'échantillon.
- Ajouter 2,0ml du réactif 1 (solution acide d'acide ascorbique) et mélanger.
- Ajouter 2,0ml du réactif 2 (solution acide de molybdène et d'antimoine), et mélanger.
- Laisser réagir 5 minutes mais pas plus de 30 minutes.
- Mesurer l'absorbance à la longueur d'onde de 880nm.
- 

##### □ Etalonnage

- Introduire 0,5-1-2,5-5-10-25-50-100-250ml de a solution secondaire et compléter à 500ml avec de l'eau de mer filtré soit une gamme de concentration de 0,5- 1- 2,5- 5- 10- 25- 50- 100- 250 $\mu$ mol/l.
- Analyser à 880nm les différentes solutions ainsi que l'eau distillée, eau brute ayant servi à préparer la gamme étalon et les réactifs.

#### 3-7-2-Les silicates (AMINOT et KEROUAL.,2004)

##### □ Mode opératoire

- La température ambiante doit être comprise entre 19 et 25°C.
- Introduit dans une éprouvette en plastique 50ml de l'échantillon.
- Ajouter 2ml du réactif 1 (solution acide de molybdate) et mélanger.
- Attendre 7 minutes au moins et 13 minutes au plus.
- Ajouter 2ml du réactif 2 (solution d'acide oxalique) et mélanger.

- Sans attendre ajouter 1ml du réactif 3 (solution acide ascorbique) et mélanger.
- Attendre 30minutes à 2 heures.
- Mesurer l'absorbance par rapport à l'eau distillée, l'échantillon et les réactifs à 810nm.

#### □ Etalonnage

- Introduire 1- 2 – 5 – 10 – 20- 50 ml de la solution étalon dans des fioles en plastiques et compléter à 500ml avec de l'eau de mer filtrée, soit une gamme de concentration de 10 – 20 – 50 – 100 – 200 – 500 µmol/l
- Analyser à 810nm les différentes solutions, ainsi l'eau brute ayant servi à préparer la gamme étalon.

### 3-7-3-L'ammonium (AMINOT et KEROUAL.,2004)

#### □ Mode opératoire

- 100ml ± 5ml de l'échantillon.
- Ajouter 3,0ml du réactif 1(solution de phénol-nitroprussiate).
- Boucher et agiter pour bien homogénéiser.
- Ajouter sans attendre 3,0ml de réactif 2 (solution comparante au chlore).
- Boucher et agiter à nouveau.
- Placer immédiatement à l'abri de la lumière pendant 6 à 8h (ou mieux pendant une nuit) à température ambiante.
- Mesurer l'absorbance à 630nm par rapport au blanc de cuve (eau distillée), au blanc de l'échantillon (eau de mer) et au blanc de réactif (1 et 2) .

#### □ Etalonnage

- Introduit 0,5- 1-2,5- 5- 10- 25- 50- 100- 250 ml de la solution étalon secondaire et compléter à 500 ml avec l'eau de mer filtrée soit une gamme de concentration.
- Analyser à 630nm les différentes solutions ainsi que l'eau brute ayant servi à préparer la gamme étalon.

### 3-7-4-Les nitrites (AMINOT et KEROUAL.,2004)

#### □ Mode opératoire

- 50ml ± 1ml d'échantillon.
- Ajouter 1ml du réactif 1(solution de sulfanilamide) et mélanger.
- Laisser reposer 2 à 8 minutes.
- Ajouter 1ml de réactif 2 (solution de N-(1-naphtyle-éthylènediamine) et mélanger.
- Attendre au moins 10 minutes et au plus de 1h.
- Mesurer l'absorbance à 543nm, en prenant l'eau distillée comme référence.

- Mesurer l'absorbance à 543nm en prenant de l'eau distillée comme référence.
- Mesure le blanc de cuve (eau distillée), du blanc des réactifs et de l'échantillon (eau de mer).

#### □ Etalonnage

- Introduire dans des fioles jaugées de 500ml de 1- 2- 5- 10- 20- 50- 100- 250 ml la solution secondaire de nitrite et compléter avec de l'eau de mer afin d'obtenir la gamme de concentration de 0,1- 0,2- 0,5- 1-2-5- 10- 25µmole/l.
- Analyser à 543nm les différentes solutions ainsi que l'eau brute ayant servi à préparer la gamme étalon.

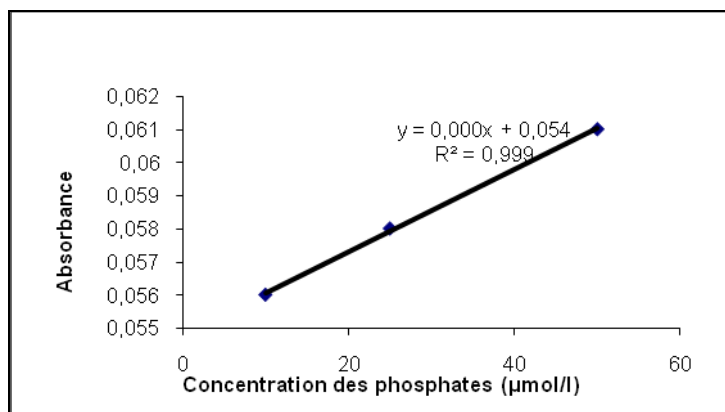
### 3-7-4-Les nitrates (AMINOT et KEROUAL.,2004)

#### □ Mode opératoire

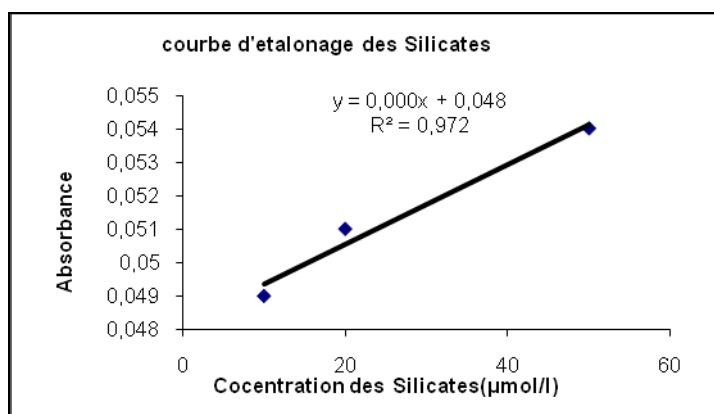
##### **Préparation de la colonne réductrice de cadmium-cuivre (réduction des nitrates en nitrite) :**

- tamiser du cadmium en grains pour en garder la fraction comprise entre 0,5 et 2mm.
- Laver environ 50g de grains à l'acide chlorhydrique (2 moles/l) puis rincer à l'eau distillée.
- Laver rapidement par l'acide nitrique (0,3mole/l) puis rincer à l'eau distillée.
- Laver à nouveau par l'acide chlorhydrique (2moles/l) pour chasser les ions NO<sub>3</sub><sup>-</sup> et rincer abondamment à l'eau distillée.
- Traiter le cadmium par 100 à 150ml de solution de sulfate de cuivre. Dans un erlenmeyer agiter le cadmium avec cette solution et laisser en contact pendant plusieurs minutes, la solution se décolore totalement, la renouveler.
- Laver ensuite abondamment avec de l'eau distillée par débordement de l'erlenmeyer pour ne jamais mettre en contact le cadmium traité avec l'air jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de fines particules en suspension.
  - La température des échantillons doit être entre 15°C à 30°C.
  - Mesurer 50ml de l'échantillon.
  - Ajouter 2,0ml du réactif 1 (solution acide d'acide ascorbique) et mélange.
  - Ajouter (fonction des échantillons 0,5ml de thiosulfate et mélanger et laisser réagir 15minutes).
  - Ajouter 2,0ml du réactif 2 (solution acide de molybdène et d'antimoine), et mélanger.
  - Laisser réagir 5 minutes mais pas plus de 30 minutes.
  - Mesurer l'absorbance à la longueur d'onde de 880nm.

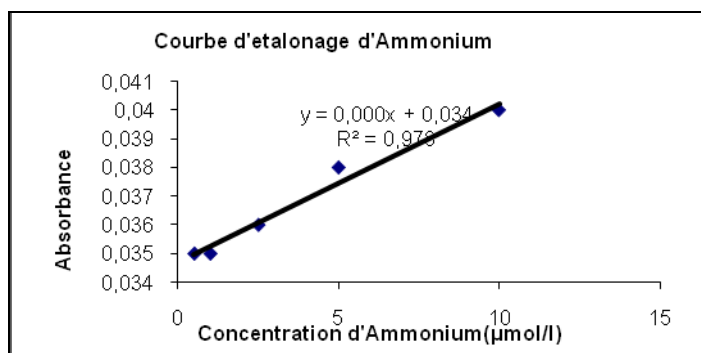
## Les courbes d'étalonnage



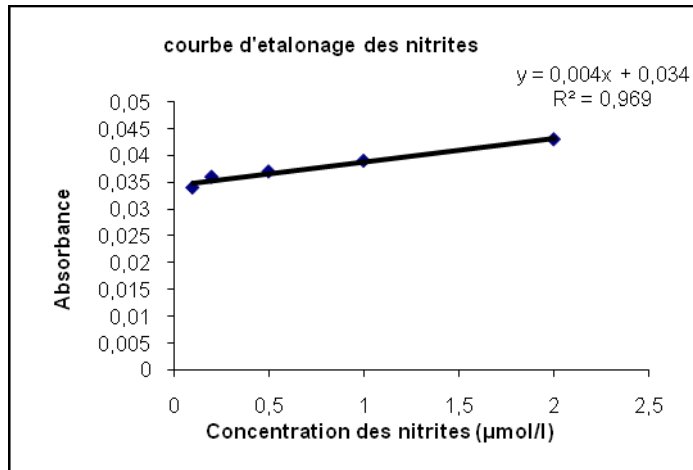
**Figure11** : Courbe d'étalonnage des phosphates.



**Figure12** : Courbe d'étalonnage des silicates.



**Figure13** : Courbe d'talonnage d'ammonium.



**Figure14 : Courbe d'étalonnage des nitrites.**

### Calculs des concentrations :

L'absorbance nette des sels nutritifs est calculée par la formule suivante :

$$A = \text{Abrute} - bt - br \quad (\text{AMINOT et KEROUAL, 2004})$$

Avec :

*Abrute* : Absorbance mesurée pour l'échantillon traité.

*bt* : Absorbance mesurée pour le blanc de cuve.

*br* : Absorbance mesurée pour le blanc des réactifs.

La courbe d'étalonnage est une droite linéaire tracée selon la formule :

$$A = a C + b$$

Dont laquelle on fait sortir la concentration de chaque sel nutritif comme suit :

$$C = \frac{A-b}{a}$$

Avec :

*C* : Concentration de sel nutritif.

*A* : Absorbance nette de sel nutritif.

*b* : L'ordonnée à l'origine.

*a* : La pente.

## 3-2-Analyses granulométriques

### 3-2-1-définition

L'analyse granulométrique est l'opération qui consiste à étudier des différents grains d'un échantillon, en fonction de leurs caractéristiques. La granulométrie est un procédé

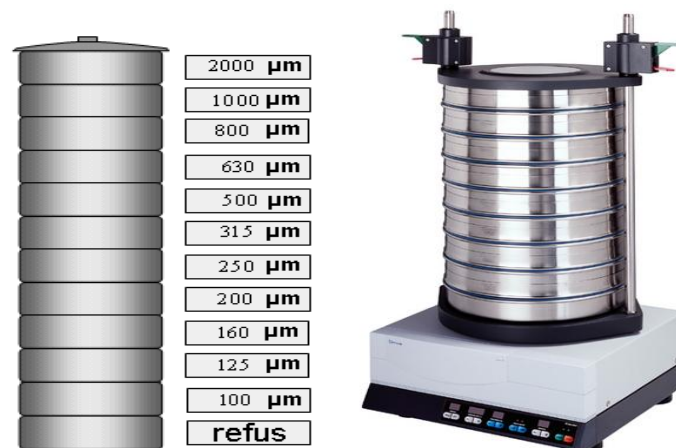
d'analyse qui permet d'étudier la répartition des sédiments et le pourcentage des grains constituant du sédiment. (**HAMDOUNI ET HAMMAMOUCHE., 2007**). Elle permet la construction de notions relatives au transport et au dépôt des sédiments sur le fond (**BELKASSA ., 2007**).

### 3-2-2-Traitement des échantillons

Après séchage, on prélève une quantité précise de sédiment de chaque échantillon, comme poids initial.

On fait passer cette quantité sur une série de tamis, de mailles décroissantes sur une table vibrante pendant 10 minute, comme suit : 2000, 1000, 800, 630, 500, 315, 250, 160, 125 et 100  $\mu\text{m}$ .

A la fin de chaque tamisage on pèse la quantité de refus retenue dans chaque tamis.



**Figure 15 : Tamiseuse**

Les tamis doivent bien être nettoyés car la présence des grains des manipulations antérieures peut fausser les résultats.

### 3-2-3-Aspect général des courbes granulométriques

Les résultats obtenus de cette étude se présentent sous forme de fiches granulométriques, des représentations graphiques et histogrammes de fréquence pour calculer les paramètres granulométriques.

Le refus de chaque tamis est pesé puis transformé en pourcentage cumulé, les résultats de ces analyses ont été présentés sous forme des courbes cumulatives.

Ces dernières permettant de comparer les résultats des analyses des différents échantillons et de calculer les indices granulométriques.

### 3-2-4-Les indices granulométriques

#### 3-2-4-1-Le mode

La représentation graphique en courbe cumulative et histogramme de fréquence des résultats granulométrique, permet de mettre en évidence dans un même échantillon la dominance d'une ou plusieurs fractions qu'on appelle couramment les modes (RIVIERE ., 1977).

On distingue trois courbes :

- 1- Courbe unimodale : ou l'on note la dominance d'un seul stock sédimentaire.
- 2- Courbe bimodale : ou l'on note la dominance de deux stock sédimentaire.
- 3- Courbe plurimodale : ou l'on note la dominance de plusieurs stock sédimentaire.

#### 3-2-4-2-La médiane(Q50)

C'est l'indice absolu correspond au diamètre du grain moyen dont l'ordonnée est à 50% du poids total du sédiment. Elle est déduite partir de la courbe cumulative (RIVIERE ., 1977).

Ce paramètre nous permet de définir la nature de sédiment.

**Tableau 3 : la nature des sédiments selon (MONBET ,1972 in HAMDOUNI, 2008).**

Les graviers	Les sables	Les pélites
	$2 > \emptyset > 0,05\text{mm}$	
$> 2\text{mm}$	Sables grossiers : 0,5-2mm	$< 0,05\text{mm}$
	Sables moyens : 0,2-0,5mm	
	Sables fin : 0,05-0,5mm	

#### 3-2-4-3-Les quartiles :

##### a- Le premier quartile(Q25) :

Correspond au diamètre du grain représentant 25% en poids sédiment.

##### b- Le troisième quartile(Q75) :

Correspond au diamètre du grain représentant 75% en poids du sédiment.

### 3-2-4-4-L'indice de classement (S0)

Il indique la dispersion des tailles par rapport à la moyenne de l'échantillon, suite aux actions de tri au cours du transport et du dépôt, comme il nous renseigne sur la croissance du tri lors du transport et de la sédimentation (**HAMDOUNI ET HAMMAMOUCHE.,2008**).

Il se calcule selon la formule :

$$S0 = \sqrt{(Q75/Q25)}$$

Avec :

*Q25 : Le premier quartile.*

*Q75 : Le troisième quartile.*

Il nous permet d'étudier le classement du sédiment

**Tableau 4 : valeurs du S0 représentant les types de classement.**

S0	1,0-1,5	1,5-2,5	2,5-3,0	3,0-4,0	4,0
Le classement	Très bien classé	Bien classé	Normalement classé	Faiblement classé	Mal classé

### 3-2-4-5-L'indice d'asymétrie(SK)

Cet indice indique la prépondérance ou non, des particules fines ou grossières, par rapport à la moyenne de l'échantillon (**CHAMLAY ., 2000**).

Il se calcule selon la formule suivante :

$$SK = (Q75/Q25) / (Q50 * Q50)$$

**Tableau 5:valeurs du SK représentant les types de classement.**

SK	Classement
SK=1	Le mode coïncide avec le diamètre très moyen
SK < 1	Le classement est maximal de coté fin
SK > 1	Le classement est maximal de coté grossier

# Résultats et discussions

## 1-Les paramètres physico-chimiques

Chaque paramètre connaît une variabilité temporelle journalière, hebdomadaire, mensuelle ou annuelle.

Des phénomènes naturels comme la photosynthèse, l'ensoleillement, la pluviométrie, la marée et/ou le vent artificiels liés aux activités humaines modifient ses caractéristiques.

Leur niveau de concentration en fonction de ces phénomènes favorisera ou limitera la croissance de la biomasse (RAHRABI ,RAMDANI ,ABDELJOUAD .,2001).

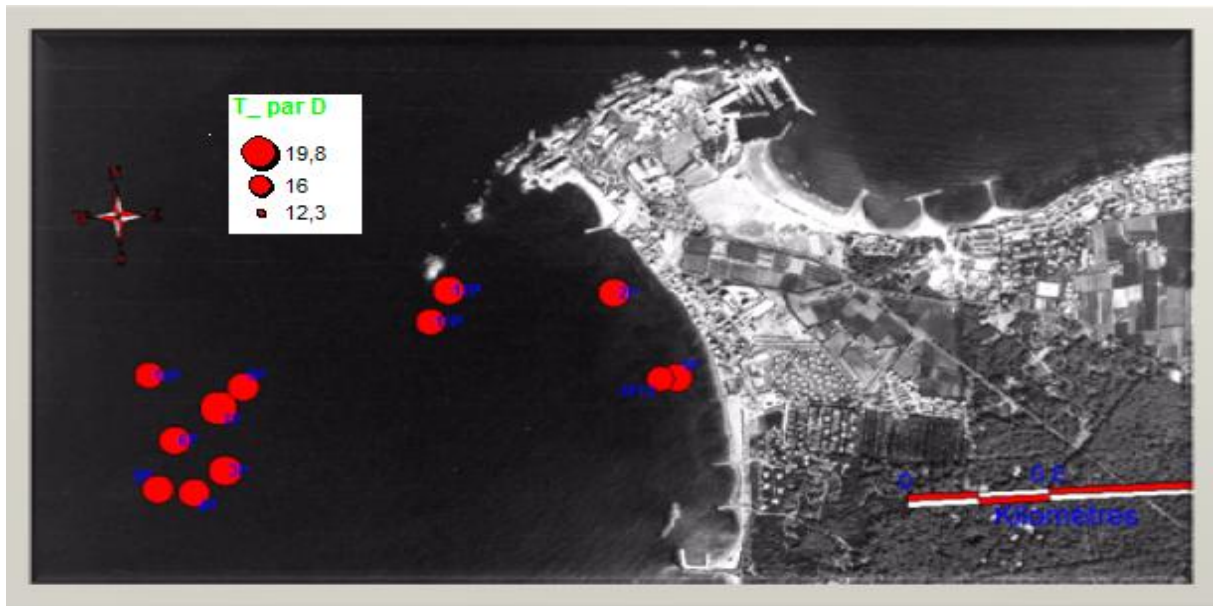
### 1-1-La température :

Le suivi de la température permet de planifier la production et de prévoir les périodes de reproduction.

C'est en fonction des températures moyennes d'un site qu'on pourra déterminer l'espèce élevée. (BARNABE G., 1991).

La connaissance de la température de l'eau est importante car elle intervient dans la salinité, la solubilité des sels et des gaz aussi la détermination du pH.

Les résultats obtenus montrent que la température de l'eau de la zone d'étude varie entre (12,3 °c) au niveau de la station SF12 et (19,8 °c) au niveau de la station 7P (figure 16). Avec une température moyenne de (15,10°c).



**Figure 16 : Variation de la température dans les différentes stations de Sidi-Fredj.**

Sachant que la température moyenne de l'eau méditerranéenne reste à 13°C jusqu'à 500m (TALEB R, 1970).

La majorité des espèces qui vivent près des côtes tolèrent des variations de température saisonnières de grande amplitude, sont dites eurythermes. On peut dire que cette température est bonne pour l'élevage aquacole.

### 1-2-La salinité :

La mesure de la salinité permet de connaître la circulation océanique, d'identifier les masses d'eaux d'origine différentes et de suivre leurs mélanges.

Les valeurs de la salinité obtenues varient entre 20,3 PSU au niveau de la station 7Pet 47,4 PSU au niveau de la station 3P (*figure17*). Avec une salinité moyenne de 35,43 PSU. A cette valeur, l'élevage aquacole est bon.

En méditerranée, la salinité varie de 36 à 38g /l (JEAN F., 2007).



**Figure 17 :** Variation de la salinité dans les différentes stations de Sidi-Fredj.

### 1-3-L'oxygène dissous :

L'oxygène dissous joue un rôle plus important pour la qualité des eaux d'élevage. L'oxygène présent dans les eaux, est le résultat des échanges entre l'atmosphère et la surface de la mer ainsi que de l'activité photosynthétique du phytoplancton. (BARNABE, BARNABE-QUET., 1997).

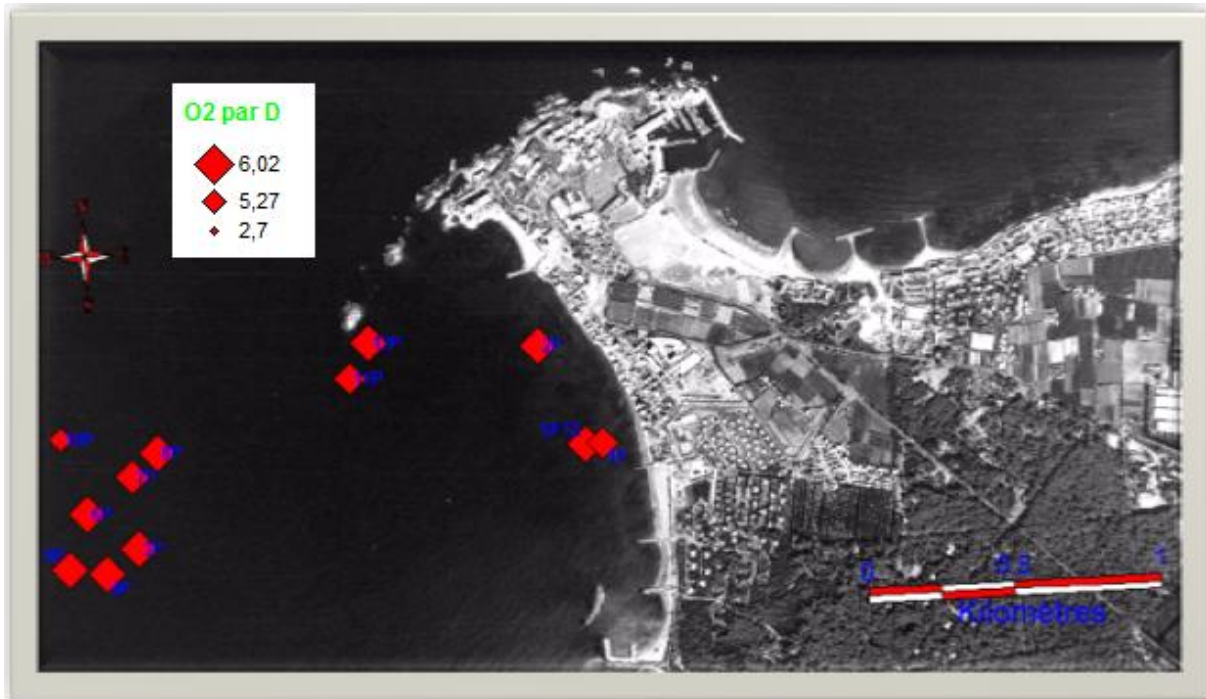
Il est indispensable à tous les êtres vivants (aérobies), il est aussi utilisé pour l'oxydation de la nourriture qui libère l'énergie nécessaire à toutes les activités vitales (nage, chasse, reproduction, ...) (BARNABE., BARNABE-QUET., 1997).

La teneur en oxygène dissous constitue un paramètre fondamental des milieux aquatique, car cet élément est indispensable à la respiration des organismes, permet

la dégradation de la matière organique et permet l'accomplissement des cycles biochimiques tel que : le cycle d'Azote.

Les valeurs de l'oxygène dissous des eaux la zone d'étude varient entre (2,7mg/l) au niveau de la station 10P et (6,02mg/l) à la station 2P (*figure18*).

La teneur moyenne est de (5,21mg/l).



**Figure 18 :** Variations des teneurs en O2 dans les différentes stations de Sidi-Fredj.

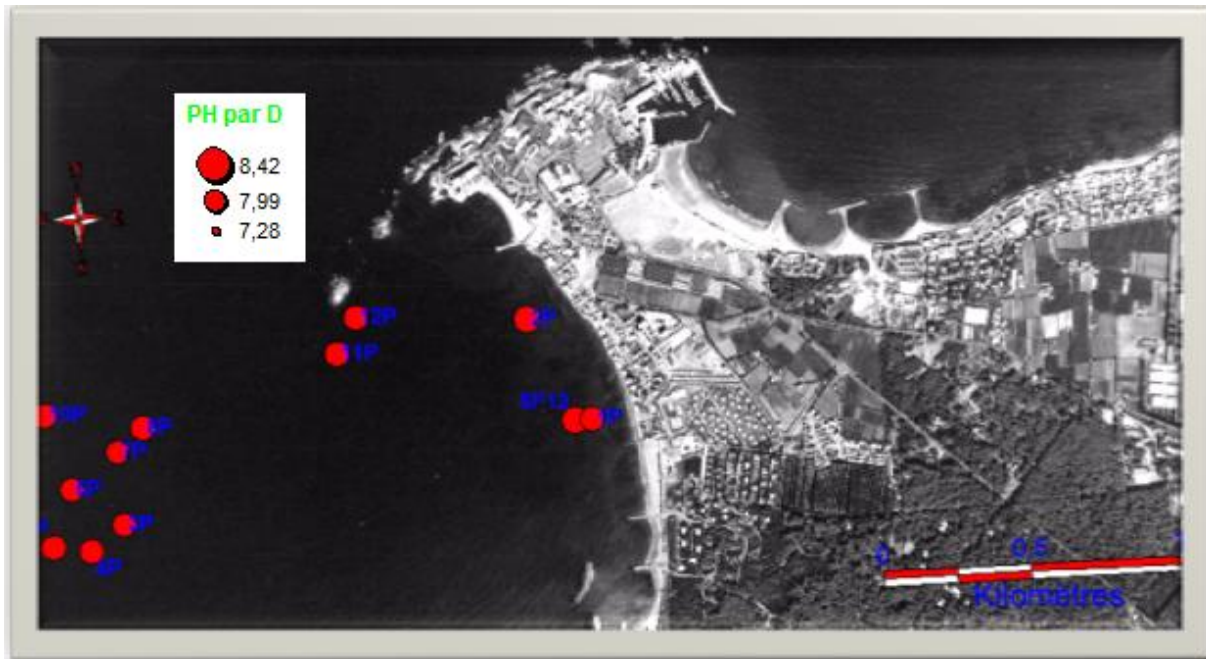
Cependant ces variations dépendent étroitement de plusieurs paramètres. En effet il augmente avec l'activité photosynthétique, la présence des végétaux, des matières organiques oxydables, des organismes et des germes aérobies et il diminue en raison de sa faible solubilité avec l'augmentation de la température, salinité, et la diminution de la pression atmosphérique mais aussi de la consommation accrue par les êtres vivants et les bactéries. (RODIER.,et ol. .,2005).

#### 1-4-Le potentiel d'hydrogène (pH) :

Le pH est un indicateur de certaines pollutions (AMINOT A et KEROUEL R., 2004). La connaissance de pH est importante pour définir le caractère agressif ou incrustant d'une eau (RODIER J et coll. ,2005).

La valeur du pH (qui traduit l'acidité ou l'alcalinité ou l'alcalinité de l'eau) résulte de plusieurs interactions entre les éléments dissous présentés dans l'eau. C'est un bon indicateur de la qualité de l'eau (et de son aptitude de produire du poisson).

Les valeurs de pH observées sont comprises entre 7,28 station 7P et 8,43(station SF12 (*figure 19*)).



**Figure 19**  
:Variation de pH dans les différentes stations de Sidi-Fredj.

Le pH moyen de l'eau de la zone d'étude est de 7,82.

En milieu côtier et estuarien, certains rejets industriels ou les apports d'eaux de ruissellement sont la cause de variation du PH qui s'avère être dans ce cas un indice de pollution (MADJOUDJ ., 2008).

Les carbonates limitent les variations de PH : en période d'ensoleillement, la photosynthèse, la respiration, en jouant sur l'équilibre carbonaté. L'augmentation de la formation des carbonates a tendance à augmenter le PH, aussi la forte pluviométrie s'accompagne d'une acidification des eaux (GEOFFROY., 2008).

La majorité des espèces aquatiques tolèrent des variations de pH comprises entre 6 et 9.

Le pH influe sur plusieurs paramètres tels que l'ammoniaque dont il augmente la toxicité du milieu aquatique.

Toutefois ces valeurs obtenues restent dans la plage de PH de l'eau de mer entre 7,8 et 8,31 (AMINOT et KEROUEL., 2004).

Le pH est aussi influencé par la température, l'alcalinité, les systèmes de carbonates, les bases présentes dans le milieu, la photosynthèse et la respiration (BOUCHENA ., 2006).

### 1-5-Les matières en suspensions (MES) :

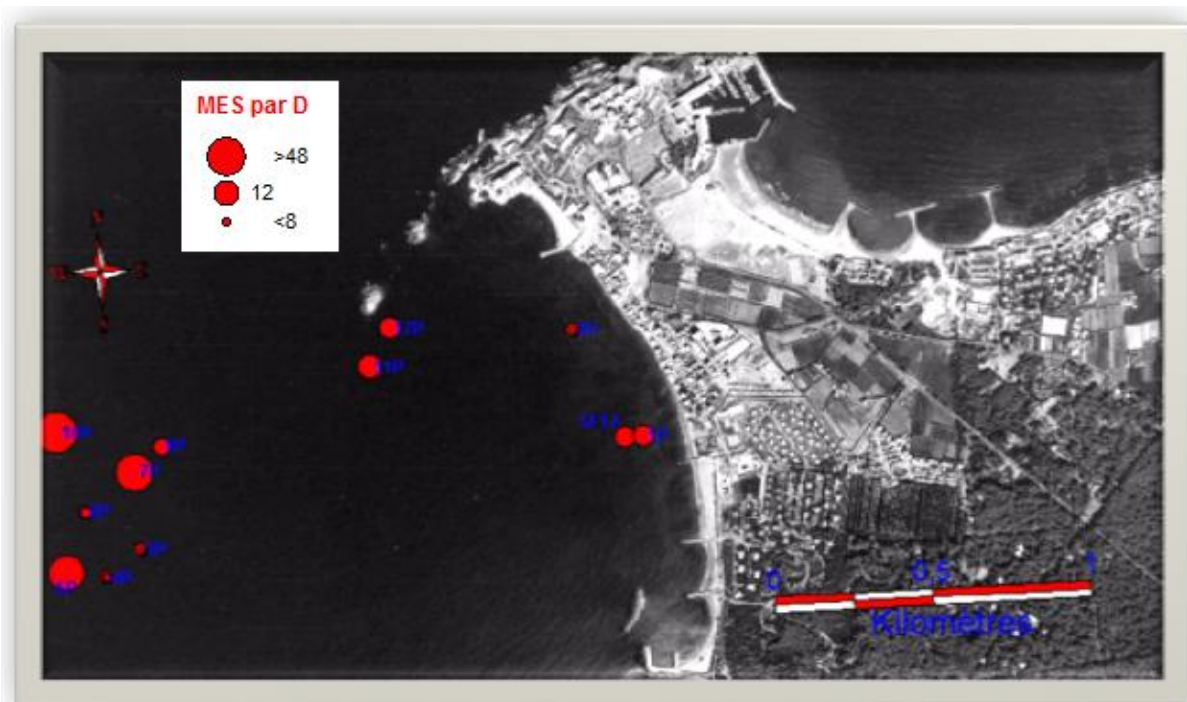
La connaissance de la MES est importante pour l'étude des milieux aquatiques d'une part, les particules réduisent la transparence de l'eau et de ce fait la production primaire photosynthétique, d'autre part, elle présente une surface de contact

importante pour des échanges physico-chimiques, chimiques et biologiques avec l'eau de mer. (AMINOT et CHAUSSEPIED.,1983).

Les MES peuvent atteindre des quantités très importantes, elles peuvent provenir, soit d'animaux morts, soit de l'agrégation et de la floculation de substances organiques de type colloïdal (LE GAL., 1988).

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

Les valeurs des MES observées dans la zone d'étude varient entre 4mg/l (stations 2P et 3P) et 124mg/l station 10P avec une moyenne de 45mg/l (figure20).



**Figure 20 :Variation des MES dans les différentes stations de Sidi-Fredj.**

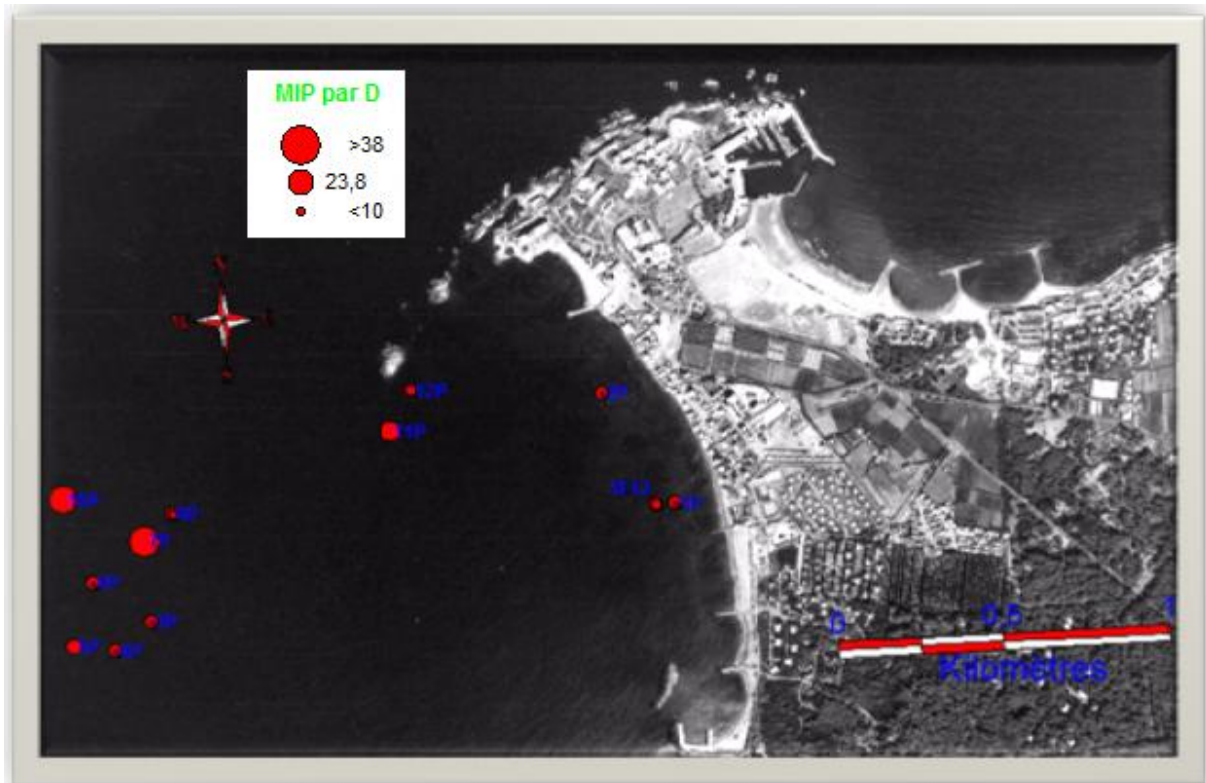
Les teneurs sont élevées au niveau des stations SF12, 1P, 12P (40mg/l), qui augmentent de 48mg/l station 11P, puis de 92mg/l (station 5P), pour atteindre 104µg/l (station 7P) et 124mg/l pour la station (10P), sont dues à l'agitation des eaux de surface qui favorisent la mise en suspension des particules. Ce qui influence la santé des espèces car elles constituent un support de prolifération pour les bactéries, consomment l'oxygène dissous de l'eau. (GEOFFROY ., 2008).

Elles empêchent la pénétration de la lumière, compromettent le développement des œufs, réduisent le stock de nourriture disponible et augmentent le colmatage des branchies, provoquant aussi leur asphyxie. (RODIER et al., 1996).

Les différentes déjections des espèces, des aliments non consommés et des particules exogènes, en plus la nature du fond de la zone d'étude (sable vaseux dans certains endroits) sont à l'origine de ces concentrations très élevées.

### 1-6- La matière inorganique particulaire (MIP) :

Les valeurs obtenues de la matière inorganique particulaire (MIP) varient entre 2mg/l au niveau des stations 1P, 2P, 3P et 75,6 mg/l dans la station 7P (*figure 21*), avec une moyenne de 20,15 mg/l.



**Figure21 :Variation des MIP dans les différentes stations de Sidi-Fredj.**

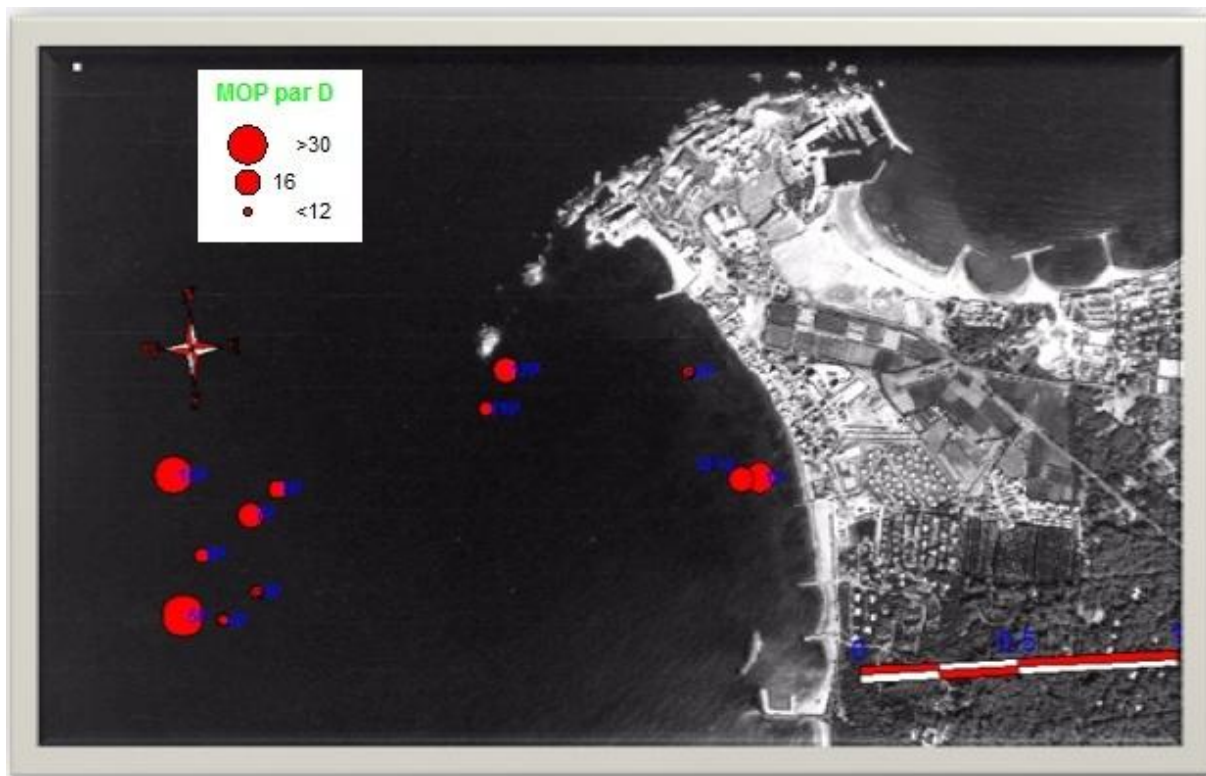
Les stations 10P et 7P sont caractérisées par une augmentation de MIP, cette dernière soit respectivement 68mg/l et 75,6 mg/l. Cela est du probablement aux apports des rejets des eaux usées domestique chargées en matière organique et de l'augmentation de l'intensité lumineuse corrélée avec les faibles échanges d'eau.

### 1-7-La matière organique particulaire (MOP) :

Dans les milieux côtiers, la MOP peut devenir la fraction dominante du stock de matière organique.

Elle est mesurée en vue d'améliorer la caractérisation globale des matières en suspension.

Les teneurs obtenues en MOP varient entre 2mg/l pour les stations 3P et 4 et 68,2mg/l pour la station 5P (*figure22*), avec une moyenne de 24,85mg/l.



**Figure22 :Variation des MOP dans les différentes stations de Sidi-Fredj.**

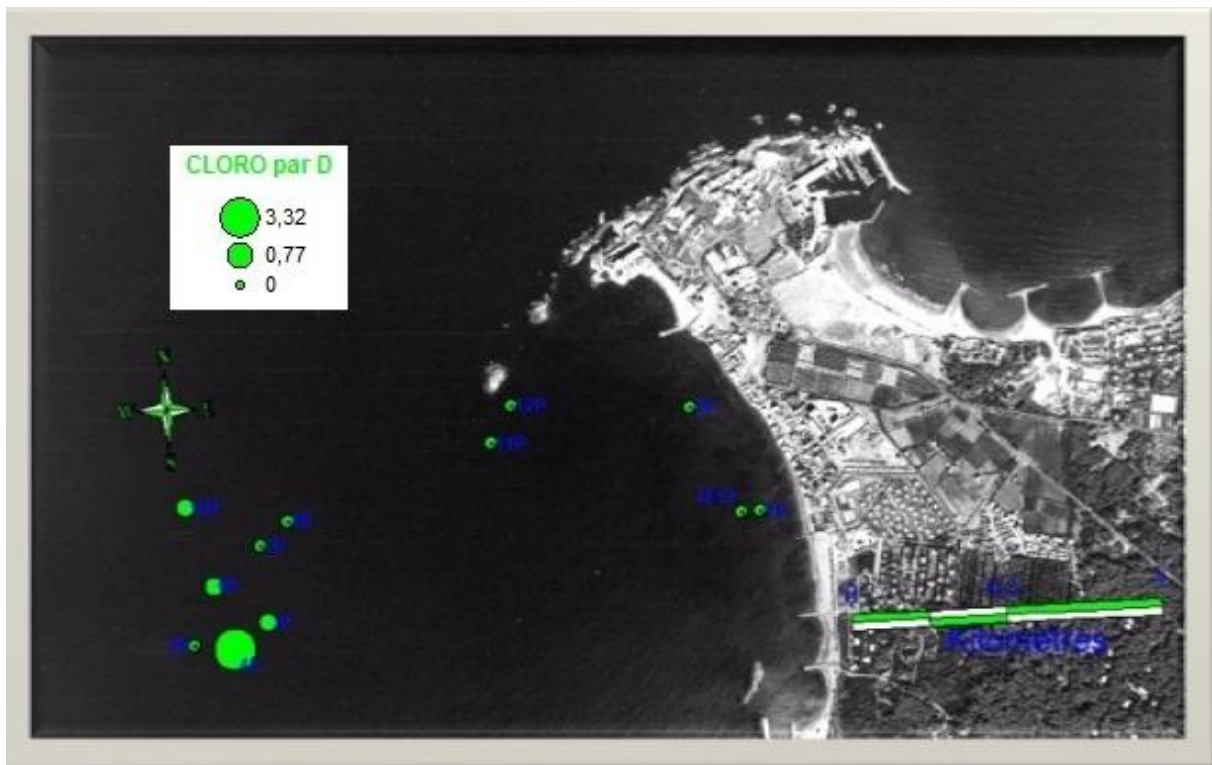
La plus faible valeur est observée à la station 3P e 4P 2mg/l suivi d'une augmentation de 38mg/l à la station 1P, puis 58mg/l à la station 10P pour atteindre la valeur maximale 68,2 à la station 5P.

La MOP est liée aux activités biologiques, comme résultat de la synthèse de la biomasse, source d'énergie, nutriment pour les organismes (**AMINOT et KEROUEL., 2004**).

### 1-8-La chlorophylle a :

La chlorophylle a est le principal pigment photosynthétique des plantes, elle est mesurée en tant qu'indicateur de la biomasse du développement phytoplanctonique. Il existe des liens entre le phytoplancton et les variations de la concentration de plusieurs paramètres tel que l'oxygène dissous, le pH, les nutriments...

Les valeurs obtenues de la chlorophylle a sont comprises entre 0,76µg/l au niveau de la station 3Pet 3,32µg/l au niveau de la station 4P (**figure23**) avec une moyenne de 1,4µg/l.



**Figure23 :Variation de la chlorophylle a dans les différentes stations de Sidi-Fredj.**

Concernant les pheopigments, dans le milieu marin, ils résultent du broutage et de la dégradation des cellules.

Les teneurs fluctuent entre  $0,05\mu\text{g/l}$  de 1P et  $26,92\mu\text{g/l}$  de 4P, avec une valeur moyenne de  $4,84\mu\text{g/l}$ .

Une faible valeur est observée à la station 1P  $0,05\mu\text{g/l}$  qui est due à une poussée phytoplanctonique (production). Quant aux autres stations ou on remarque une augmentation des pheopigments surtout au niveau de la station 4P ( $26,92\mu\text{g/l}$ ). Cela est dû au déclin de la production primaire qui fait augmenter l'apparition des pheopigments.

Les pheopigments peuvent être issus soit de la remise en suspension des phytoplanctons sédimentés, soit des apports d'eau.

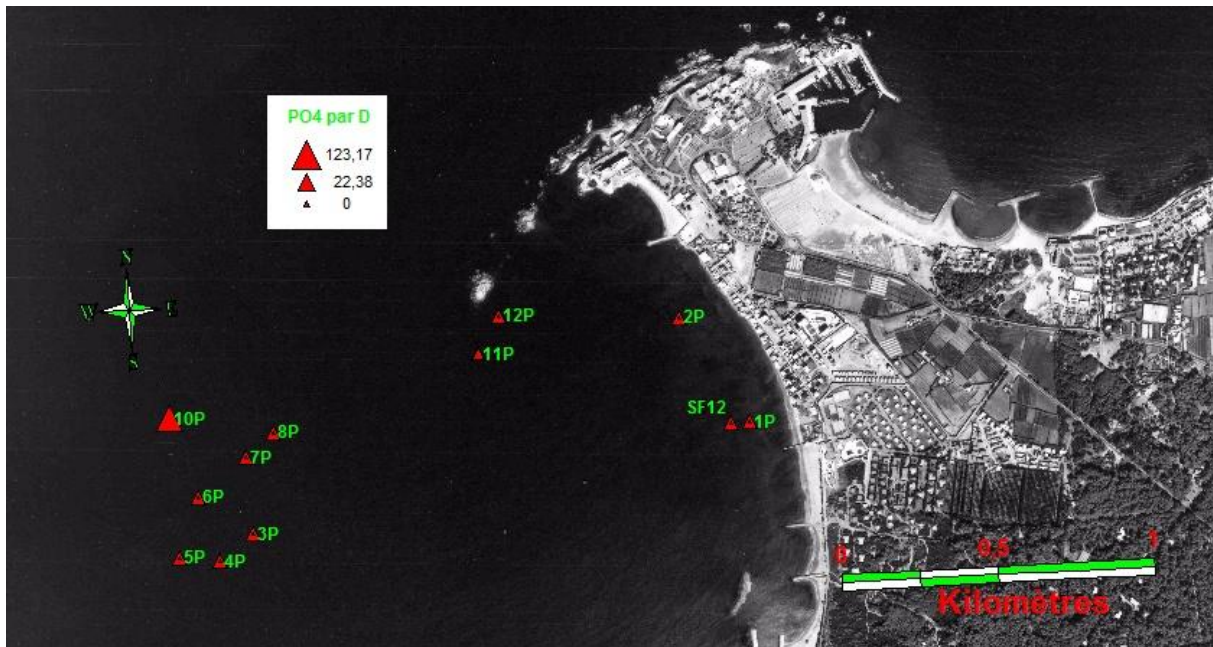
On remarque que la concentration en pheopigments est élevée par rapport à la concentration de la chlorophylle a, plus les cellules algales sont vieilles, dégradées ou broutées par le zooplancton. Ils se rapportent donc à la fraction dégradée de la chlorophylle a (dégradation essentiellement due à la digestion de phytoplancton par le zooplancton herbivore, ou bien à l'existence d'un stress subi par les cellules phytoplanctonique).

## 1-9-Les sels nutritifs :

### 1-9-1-Les phosphates :

La présence naturelle des phosphates dans les eaux est liée aux caractéristiques des terrains traversés et à la décomposition de la matière organique.

Dans notre zone d'étude on remarque l'absence des phosphates au niveau de toutes les stations sauf les deux stations 11P 22,38mg/l et 10P (123,13mg/l). (*figure24*).



**Figure24 : Variation des phosphates dans les différentes stations de Sidi-Fredj.**

Leurs absences peuvent être expliquées par le fait que les phosphates sont retenus directement par le sédiment et consommés par le phytoplancton (**LAFNAOUI et OUALI ., 2008**).

Au moment de développement phytoplanctonique printanier, le phosphore est consommé et peut descendre à la limite d'analyse (**AMINOT et CHAUSSPIED., 1983**).

Selon (**TALEB., 1970**), lors de leur cru, les oueds nord africains déversent de grandes quantités de sels nutritifs en mer. Au contraire, les phosphates terrestres, qui sont surtout des sels tricalciques insolubles, restent dans le sol ; ceux de l'eau de mer proviennent donc directement de la décomposition des petits cadavres en pleine eau. Les teneurs en phosphate augmentent de 22,38mg/l au niveau de la station 11P pour atteindre 123,13mg/l à la station 10P.

**Selon RODIER et ol., 2005** ces phosphates peuvent provenir des traitements de vaccination des eaux industrielles contre la corrosion.

De nombreuses perturbations métaboliques du fonctionnement de l'écosystème apparaissent avec l'augmentation des phosphates (les algues prolifèrent et peuvent conduire à des situations extrêmes anaérobioses). (**GEOFFROY., 2008**).

### 1-9-2-Les silicate :

L'origine de silicium est entièrement naturelle et liée à la dissolution des roches siliceuses (BOUGIS .,1974).

Les valeurs obtenues sont comprises entre 2,46mg/l à la station 1P et 590,46mg/l au 7P voir (figure25).



**Figure25 :Variation des silicates dans les différentes stations de Sidi-Fredj.**

Au moment de développement phytoplanctonique, les teneurs de silicium dans la zone euphotique peuvent s'abaisser.

Les faibles teneurs peuvent s'expliquer par la consommation des organismes marins pour constituer leurs structures dures.

Les silicates rentrent dans la composition des squelettes de certaines espèces phytoplanctonique (Diatomées, ....) auxquelles ils sont indispensables (AMINOT et CHAUSPIED., 1983).

### 1-9-3-L'ammonium :

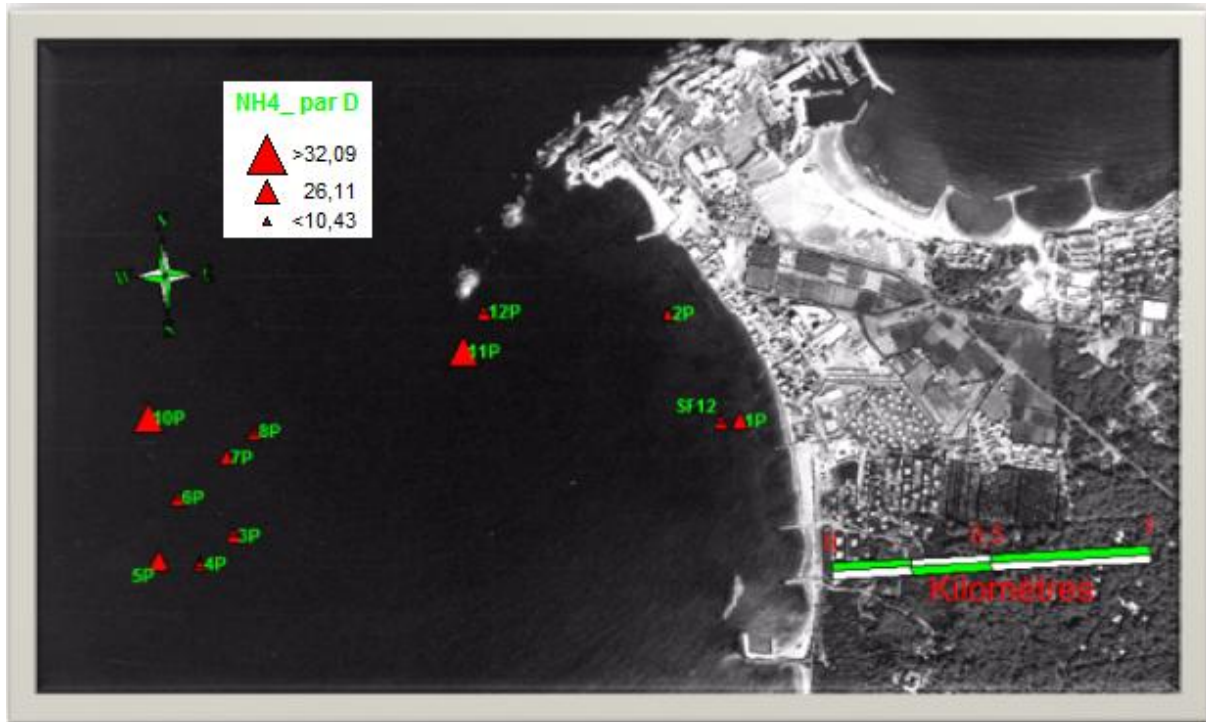
L'ammoniac est le principal produit rejeté par les poissons

L'ammoniac existe sous deux formes dans l'eau, une forme non ionisée NH<sub>3</sub>, toxique, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (ion ammonium) moins toxique. (GEOFFROY., 2008).

En générale, l'ammoniac se transforme assez rapidement en nitrites et nitrates par oxydation.

En générale, l'ammoniac se transforme assez rapidement en nitrites et nitrates par oxydation. (RODIER et ol., 2005).

Les teneurs en azote ammoniacal (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) varient entre 5,49mg/l à la station (8P) et 60,18mg/l aux stations (10P et 11P) voir (*figure26*).



**Figure 26 :Variation de l'ammonium dans les différentes stations de Sidi-Fredj.**

L'augmentation teneures en ammonium dans les stations 10P et 11P avec 60,18mg/l est due à son origine qui est issu de : la matière végétale, des cours d'eau, la matière organique animale ou humaine, les rejets industriels, les engrais,....etc.

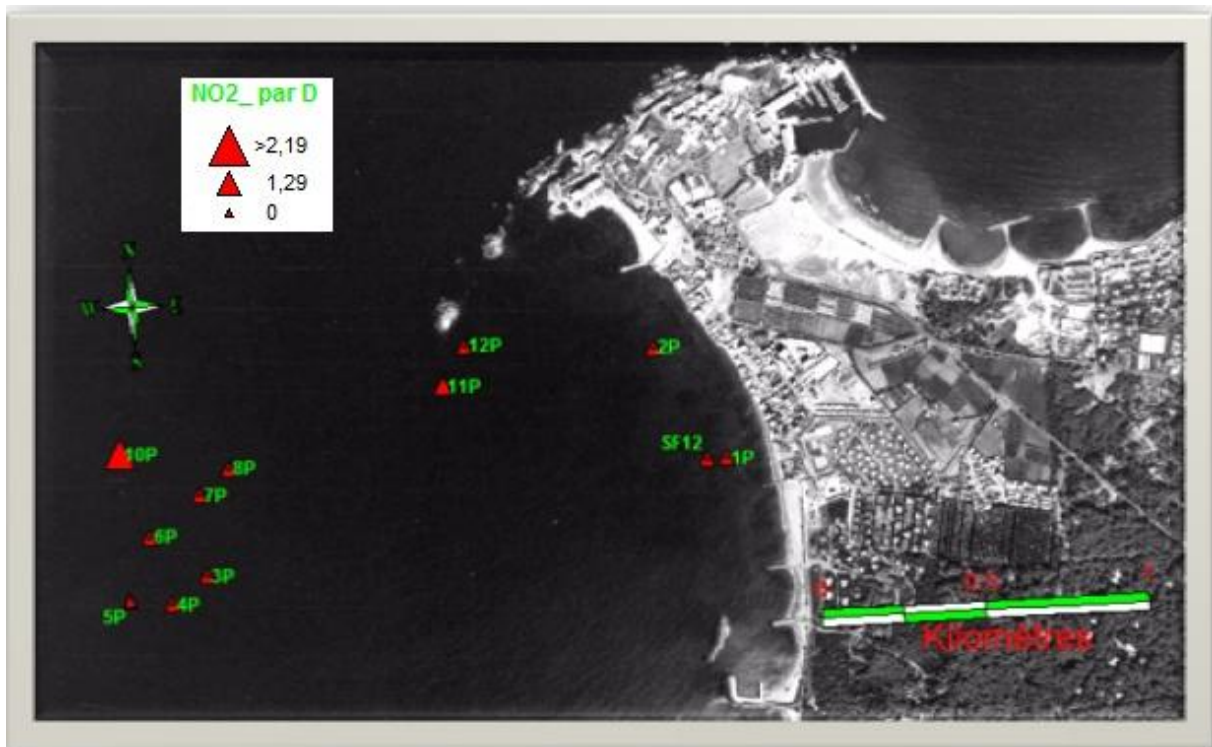
Les faibles teneurs d'azote ammoniacal obtenues dans la zone d'étude sont dues aux organismes autotrophes qui les résorbent rapidement et la fraction plus ou moins importante qui est oxydée en milieu aérobie pour donner des nitrites puis des nitrates ( nitrification).

Une eau bien oxygénée ne contient que des traces de l'azote ammoniacal et de nitrites.

#### 1-9-4-Les nitrites :

Les nitrites proviennent de l'oxydation de l'ammonium par les bactéries nitrifiantes mais aussi de la réduction des nitrates. Ils sont très dangereux pour les espèces et leur toxicité en partie influencée par le pH et la dureté totale (**GEOFFROY ., 2008**).

Les valeurs obtenues varient entre 1,29 mg/l au niveau de la station 5P et 5,62 mg/l à la station 10P voir (*figure27*).



**Figure27 : Variation des nitrites dans les différentes stations de Sidi-Fredj.**

Ces teneurs sont assez faibles et cela peut être interprété par le phénomène de nitrification et leur consommation par les micro-organismes marins. (MADJOUDJ., 2008).

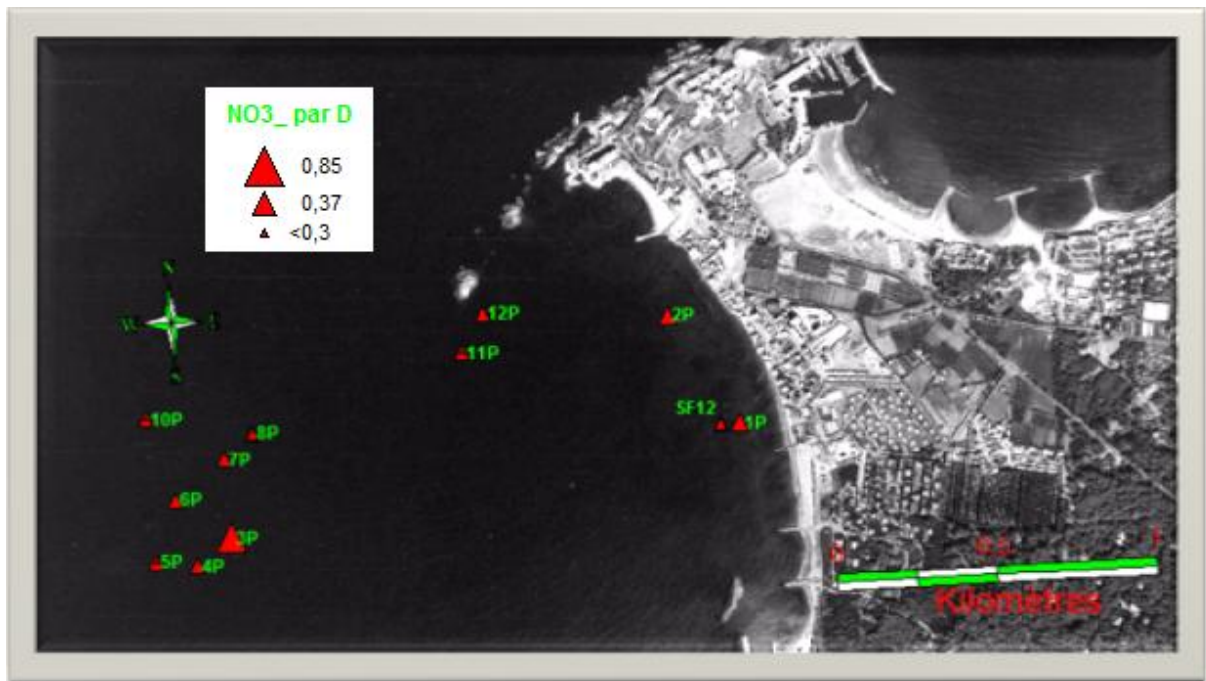
#### 1-9-5-Les nitrates :

Les nitrates sont issues de l'oxydation de l'ammoniaque, se sont des composés peu toxiques pour les animaux aquatiques car le seuil de toxicité est élevé.

Sur un circuit fermé, ils proviennent de l'oxydation bactérienne des nitrites et finissent par se concentrer (GEOFFROY ., 2008).

Les nitrates participent au phénomène d'eutrophisation, en faible concentration de l'oxygène, les nitrates peuvent jouer un rôle de donneurs d'oxygène. (RODIER et al., 2005).

Les valeurs obtenues varient entre 0,15mg/l au niveau de la station SF12 et 0,85mg/l à la station 3P. (figure28).



**Figure28 :Variation des nitrates dans les différentes stations de Sidi-Fredj.**

## 2-La granulométrie :

### 2-1-La médiane :

Les valeurs des médianes obtenues dans la zone d'étude varient entre  $0,003\mu\text{m}$  et  $98,38\mu\text{m}$ .

Selon la classification granulométrique, on constate que cette zone est constituée essentiellement d'un sable très fin ( $<110\mu\text{m}$ ) qui couvre la totalité de la cote de Sidi-Fredj.

### 2-2-Le premier quartile (Q25):

Les valeurs de Q25 varient entre 0 et  $91\mu\text{m}$ , donc d'après la classification de (FOLK., 1956), on trouve de sable très fin.

### 2-3-Le troisième quartile (Q75) :

Les valeurs de Q75 varient entre  $0,085$  et  $99,35\mu\text{m}$ , selon la classification de (FOLK., 1956), on trouve de sable très fin.

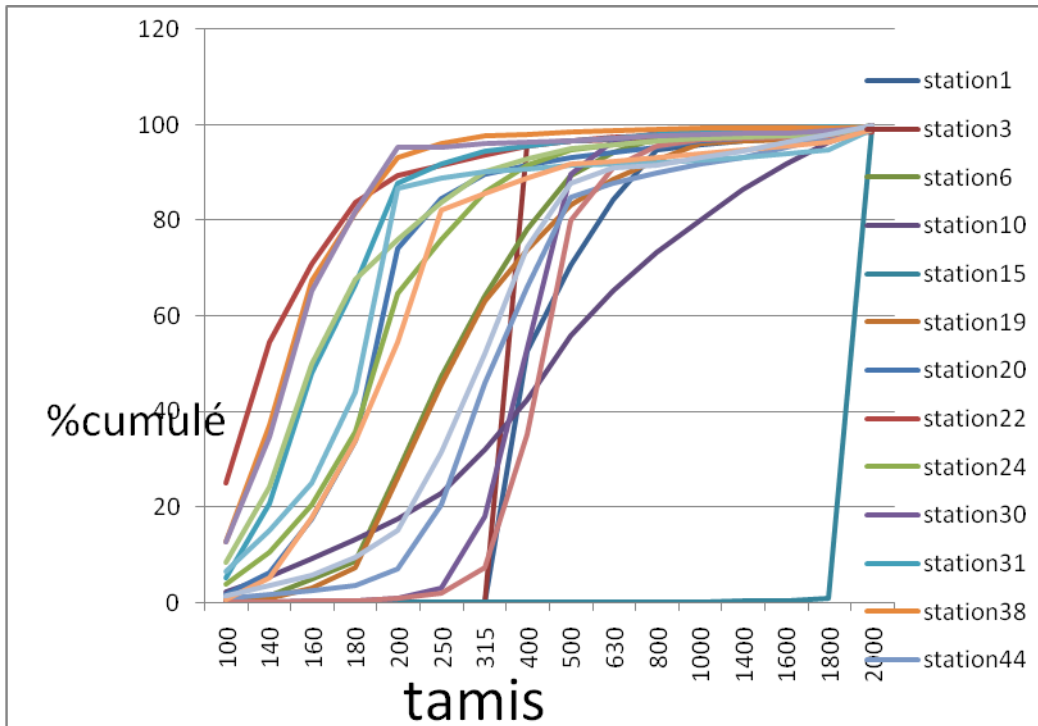
### 2-4-Le mode :

La répartition graphique en courbes cumulatives des résultats indique la dominance de plusieurs fractions dans notre zone d'étude. Dont :

-42% des courbes unimodales (*tableau6 et figure29*).

**Tableau6 : Les stations unimodales avec ses indices granulométriques.**

N°	Q25	Q50	Q75	S0	SK
1	0	0,38920091	4,50290669	0	0
3	0	0,08684325	0,25122511	0	0
6	0,84663583	3,12360137	11,9219006	3,75253218	1,44323696
7	2,06251982	5,32429432	8,44632096	2,02364685	0,14445924
8	2,52307527	3,99076989	7,37961505	1,71021909	0,18364966
10	3,90246612	5,34992224	8,38924683	1,46619561	0,07510847
15	0	0,00301223	0,08584855	0	0
16	0,70618755	2,41160646	8,37176531	3,44309095	0
18	0,23043178	0,78371451	4,86617705	4,59539411	34,3818904
19	0,53832382	3,73076551	9,85676957	4,27903171	1,31551288
20	1,06145907	1,83947142	6,31304246	2,43875251	1,75771869
22	0,33733133	1,48675662	7,490005	4,71208061	10,044901
24	0,76604419	3,46089777	9,85336665	3,58645521	1,07387388
26	91,9595741	96,6264606	98,1577459	1,03315103	0,00011432
30	0,13332205	0,35552546	3,1880899	4,89006119	0,00565799
31	82,5248708	95,9666847	98,8509293	1,09445511	0,00013006
33	76,0820649	91,2442091	92,8954335	1,10498412	0,00014666
38	90,4531867	98,3879577	99,3501121	1,04802645	0,00011346
40	0,79333236	2,79398891	7,16005252	3,0042116	1,15614334
44	1,27798002	2,10673069	6,06556425	2,1785803	1,06937271
48	1,68671548	2,20391678	7,64760576	2,1293244	0,93345476

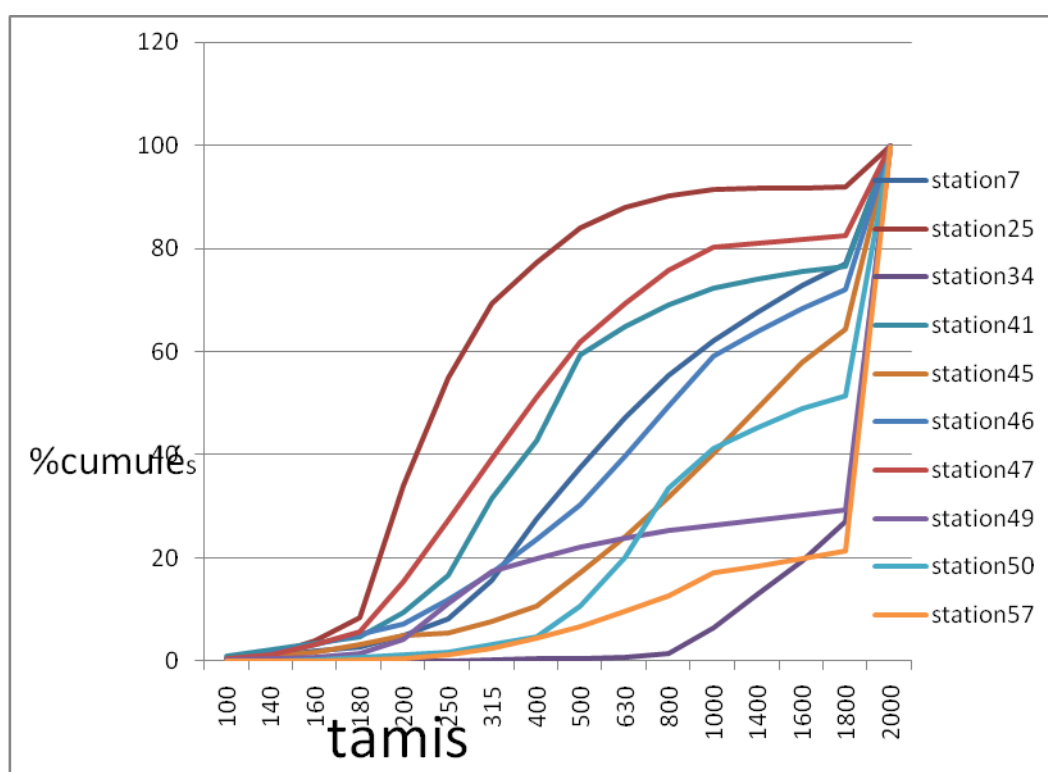


**Figure29 : Les courbes unimodales.**

-22% des courbes bimodales (tableau7 et figure30).

**Tableau 7 : Les stations bimodales avec ses indices granulométriques.**

N°	Q25	Q50	Q75	S0	SK
7	2,06251982	5,32429432	8,44632096	2,02364685	0,14445924
25	0,76187101	3,3929837	7,88447909	3,21696087	0,89893442
32	1,28424282	6,99539776	10,2125794	2,81996781	0,16250378
34	0,00865838	0,19914282	5,2924369	1,01425368	0,00215468
41	1,36322846	3,7676837	8,24535473	2,45935006	0,42608067
45	1,36473289	4,67686082	7,7633166	2,38506281	0,26007029
46	1,93614844	4,69635734	7,47034432	1,9642691	0,17493621
47	12,8025027	56,43765	80,4765278	2,5071896	0,0019735
49	3,41551104	21,0550168	26,5461192	2,78787099	0,01753211
50	0,52953981	2,10001954	6,50587447	3,50512518	2,7858671
57	0,31935856	1,34538289	2,456343	2,77335345	4,24931223

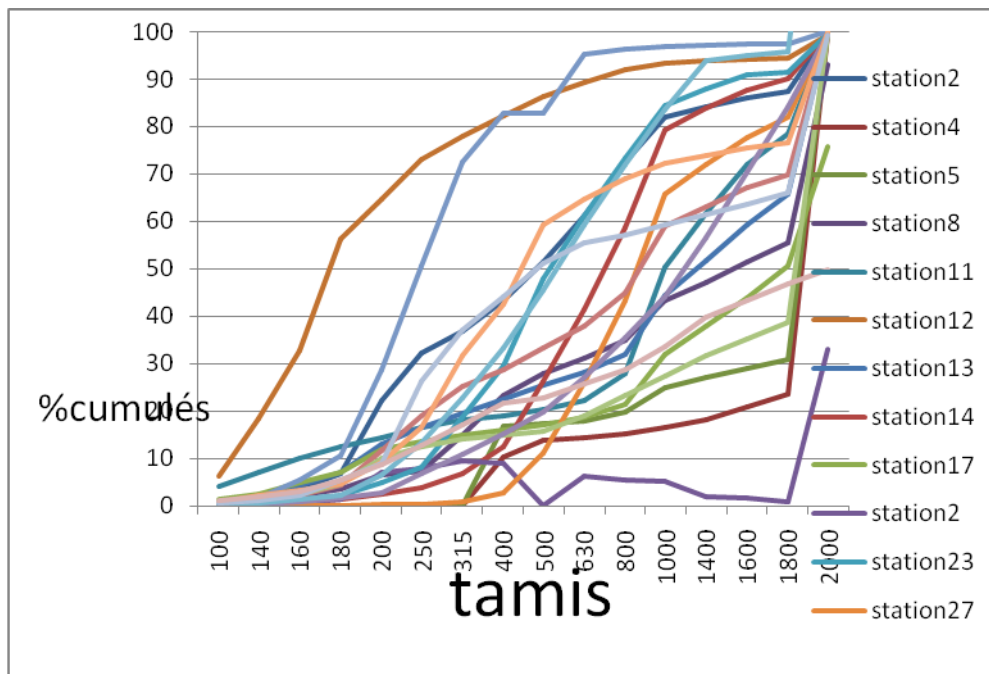


**Figure 30 : Les courbes bimodales .**

-36% courbes plurimodales (tableau8 et figure31).

**Tableau 31 : Les stations plurimodales et leurs indices granulométriques.**

N°	Q25	Q50	Q75	S0	SK
2	2,13074224	5,51095279	9,76047427	2,14027709	0,15082962
4	0	0,77159646	2,61546488	0	0
5	0	0,62701881	2,02712331	0	0
8	2,52307527	3,99076989	7,37961505	1,71021909	0,18364966
11	2,02043526	3,05085724	7,56220054	1,93464652	0,40212352
12	2,29596853	4,59521468	8,24811537	1,89537172	0,17012854
13	2,72977219	3,20600943	6,7630597	1,57401334	0,24103895
14	0,99232116	3,1618768	10,5725255	3,26409843	1,06570402
17	1,90685735	3,02530253	7,69160249	2,00839584	0,44071822
21	1,1712572	5,36092626	8,07048432	2,62496588	0,23975499
23	0,72271008	3,48054612	10,8646882	3,87727474	1,24096167
27	0,15942711	6,88150123	67,3239768	20,5496201	8,91746083
28	24,1926899	82,8034067	97,010291	2,00247372	0,00058484
29	2,62504773	4,34462445	7,04058256	1,63770508	0,14209111
35	1,42035019	2,9529407	4,12840292	1,70487806	0,33333214
36	2,49600256	17,537576	47,260953	4,35139716	0,06156279
39	1,4673331	10,0035702	19,2431275	3,62137477	0,13104996
42	1,95669235	2,74329338	6,94384989	1,88381776	0,47155599
43	2,76997901	3,40309682	4,33611253	1,25115764	0,13516849



**Figure 31 : les courbes plurimodales.**

**2-4-Le classement des sédiments :**

**2-4-1-L'indice de classement(S0) :**

Les valeurs de S0 se traduisent par un bon classement ( $S0 < 1$ ), pour la majorité

des sédiments (annexe6). Le calcul de cet indice montre que 24% du sédiment très bien classé, 38% bien classé, 10% moyennement classé, 20% faiblement classé et 10% mal classé (*tableau 9*).

**Tableau 9 : pourcentage de l'indice de classement.**

S0	1,0-1,5	1,5-2,5	2,5-3,0	3,0-4,0	4
classement	très bien	bien	normale	faible	mal
nombre	12	19	5	10	5
pourcentage	24%	38%	10%	20%	10%

2-4-2-L'indice d'asymétrie(SK) :

Les valeurs obtenus varient entre (-0,132) et (4,24). Cependant la présence d'asymétrie  $SK < 1$  pour la majorité des stations avec un pourcentage de 66%(33station) ceci s'explique par un classement fin. Et 10station (20%) ont un  $SK > 1$  ce qui correspond à un sable grossier et enfin 7station (14%) ont un  $SK = 1$  c'est -à-dire le mode coïncide avec le diamètre moyen.

# Conclusion

Au terme de ce présent travail, l'analyse physico-chimique et chimique des eaux de la plage ouest de Sidi-Fredj révèle que cette zone jouit d'une certaine qualité hydrologique. En effet les résultats précédemment obtenus en témoignant :

La distribution thermique dans notre zone d'étude présente une homogénéité fondamentale à la croissance, à la maturation et à la distribution des sources alimentaires et s'avère ainsi un plus pour l'élevage aquacole.

La stabilité et l'homogénéité des paramètres (salinité, pH, l'oxygène dissous et température) facilitent l'adaptation des espèces.

Les faibles teneurs en matières en suspension permettent d'augmenter l'activité photosynthétique.

La présence des phéopigments traduit la disponibilité de phytoplancton qui est le premier maillon de la chaîne alimentaire.

Les teneurs des sels nutritifs (phosphates, silicates, ammonium, nitrites et nitrates) sont faibles sauf au niveau de la station 10P et 11P où on a enregistré des concentrations élevées en phosphates et silicates qui peuvent s'expliquer par la présence de conduit d'égout, qui déverse directement en mer.

En outre, la plage ouest de Sidi-Fredj se caractérise par des eaux homogènes, bien oxygénées, non turbides, riche en production primaire, présentant des faibles teneurs en composés toxiques. Donc, elle est favorable pour la mise en place d'un élevage aquacole.

Les analyses granulométriques montrent que le sable très fin est le plus dominant.

Même avec une étude complète, il reste toutefois un inconvénient majeur s'opposant à la pratique aquacole dans la zone étudiée : la disponibilité de site en raison d'un usage multiple de la zone (tourisme, thalassothérapie).

# Bibliographie

**AMINOT A et CHAUSSPIED M ., 1983.** Manuel des analyses chimiques en milieu marin. Ed. Ifremer :336p.

**AMINPT A et KEROUEL A ., 2004.** . Hydrologie des écosystèmes marins : paramètres et analyses. CNEXO :395p.

**BARNABE G. , 1989 .** L'eau : milieu de culture in aquaculture. 2éme Ed. Tec et Doc Lavoisier (paris). Tome1. 743p.

**BARNABE G. , 1991.** Bases biologiques et écologiques de l'aquaculture. Tec et Doc. Lavoisier .495p.

**BARNABE G et BARNABE-QUET R., 1997.**Ecologie et aménagement des eaux côtières. Tec et Doc Lavoisier (paris). 490p.

**BELKESSA R., 2007.**Etat de la plage de Sidi-Fredj .diagnostic.morphosedimentologique etmicrobiologique.diplome d'étude universitaire appliquée D.E.U.A .ISMAL .54P.

**BENGHANEM I., DELMI L., KHARFALLAH M., LAHLOU A., 2006.** Morphologie et sédimentologie de la zone Est de Sidi-Fredj.Diplôme d'étude universitaire appliquée. ISMAL (Alger).57p.

**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.

**BOUGIS P., 1974.**Ecologie du plancton marin (Tome1).Masson (paris).196p.

**CHAMLEY H., 2000.**Base de sédimentologie.2éme Ed.177p.

**FERHAT R., 1994.** Etude des caractéristiques, physico-chimiques et bactériologiques de l'eau dans un port de plaisance (Sidi-Fredj).Diplôme d'étude universitaire appliquée. ISMAL (Alger).78p.

**FOLK L ., 1956.** Petrology of sedimentary rock's .Hemphuis (Taxes) .139p.

**GEOFFROY V., 2008.**Aquaculture .Ed. Relecture et couverture.1264 p.

**HAMDOUNI H et HAMMAMOUCHE F., 2007.**Etude granulométrique et organique des sédiments pour l'installation d'une ferme aquacole (la baie de Bou-Ismaïl). Diplôme d'étude universitaire appliquée. ISMAL (Alger).58p.

**JEAN F.,2007.**Quelques pas sur le littoral de la mediterrannee .128p.

**LAFNAOUI S et OUALI D., 2008.**Analyses des eaux côtières de la baie de Bou-Ismaïl pour la mise en place d'une ferme aquacole. Diplôme d'ingénieur d'état en Science de la Mer, option aquaculture. ISMAL (Alger).50p.

**LEGAL Y. ,1988.**Biochimie marine .Ed.masson(Paris).285 P .

**MADJOU DJ 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.

**RIVIERE A., 1977.**Méthodes granulométriques : techniques et interprétations. Paris.170p.

**RHRABI N et RAMDANI M ABDELJOUAD L., 2001.**Caractéristiques hydrologiques et écologiques de la lagune de Oualidia, milieu paralique de la cote atlantique marocaine. Revue Marine life .vol 11.-1-2.

**RODIER J et ol. ., 1996.**Analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau x de mer.8ème Ed.Dunod (paris).1983p.

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

**TALEB R., 1970.** Facteurs de répartition verticale du phytoplancton au large d'Alger. Doctorat de troisième cycle, spécialité océanographie biologique. USTHB (Alger) . 194p.

# Annexes

## Annexe1 : Dosage du phosphore minéral dissous :

### **Réactifs :**

- Acide ascorbique.
- Acide sulfurique.
- Dihydrogénophosphate de potassium anhydre.
- Heptamolybdate d'ammonium tétra hydraté.
- Oxytartrate d'antimoine.
- Thiosulfate.

### **Acide sulfurique 2,9 mol/l :**

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 95 -97 % (1, 84 kg/l; M = 98 g/mol; 18 mol/l).

• Pour 1 litre *de* solution, ajouter lentement, 160 ml d'acide sulfurique concentré dans 840 ml d'eau déminéralisée

Cette solution se conserve indéfiniment.

### **Réactif 1 : solution acide d'acide ascorbique**

Acide ascorbique (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>6</sub>; M = 176 g/mol).

• Dans 100 ml d'acide sulfurique 2,9 mol/l dissoudre 5 g d'acide ascorbique.

Conservée au réfrigérateur, cette solution est stable quelques semaines.

La renouveler si elle brunit.

Réactif 2 : solution acide de molybdène et d'antimoine

• Dans 450 ml d'acide sulfurique 2,9 mol/l, dissoudre 13g de molybdate d'ammonium.

• Dissoudre 0,30 g d'Oxytartrate d'antimoine dans 50 ml d'eau déminéralisée, l'ajouter à la solution de molybdate et mélanger.

Cette solution est stable plusieurs mois, à température ambiante.

### **Solution de thiosulfate :**

Cette solution n'est à préparer que si l'interférence de l'arséniate doit être éliminée.

• Dissoudre 2,4 g de thiosulfate dans 100 ml d'eau déminéralisée.

Conservé cette solution en flacon de verre au réfrigérateur et la renouveler toutes les deux semaines.

### **Solution étalon concentrée de phosphate à 5000 µmol/l**

• Sécher du dihydrogénophosphate de potassium à 105 °C pendant 1 heure.

• Dissoudre 0,6805 g pour 1 000 ml de solution préparée en fiole jaugée avec de l'eau déminéralisée.

• Transférer la solution dans un flacon en verre ou en plastique.

1 ml contient 5µmol de phosphate.

Cette solution se conserve plus d'un an à température ambiante et à l'abri de la lumière, sous réserve d'éviter l'évaporation (AMINOT A et KEROUEL R., 1996).

Solution étalon diluée de phosphate à 50  $\mu\text{mol/l}$  :

Diluer 100 fois la solution étalon concentrée soit 1ml de la solution mère dans 100ml d'eau distillée pour obtenir la solution étalon diluée :

1 ml contient 0,05 $\mu\text{mol}$  de phosphate.

Cette solution se conserve quelques jours au réfrigérateur.

## Annexe2 : Dosage des silicates

### **Réactifs :**

- Acide ascorbique.
- Acide oxalique dihydraté.
- Acide sulfurique.
- Heptamolybdate d'ammonium tétra hydraté.
- Hexafluorosilicate de sodium anhydre.

### **Acide sulfurique 4,5 mol/l :**

$\text{H}_2\text{SO}_4$  95-97% (1,84 kg/l,  $M = 98,2$  g/mol; 18 mol/l).

- Pour 1 litre de solution, ajouter lentement, en agitant constamment, 250 ml d'acide sulfurique concentré dans 750 ml d'eau déminéralisée. Cette solution se conserve indéfiniment en flacon de plastique.

### **Réactif 1 : solution acide de molybdate :**

Produit à utiliser : heptamolybdate d'ammonium tétra hydraté

- Dans 400 ml d'eau déminéralisée, dissoudre 60 g de molybdate.
- Ajouter lentement la totalité de la solution de molybdate à 200 ml d'acide sulfurique 4,5 mol/l, en mélangeant régulièrement (ne pas diluer l'acide dans la solution de molybdate }.

Conservée en flacon de plastique, à l'abri de la lumière, cette solution est stable plusieurs mois à température ambiante.

### **Réactif 2 : solution d'acide oxalique :**

Produit à utiliser: acide oxalique dihydraté ( $(\text{COOH})_2, 2\text{H}_2\text{O}$  ;  $M = 126,1$  g/mol).

- Dans 100 ml d'eau déminéralisée, dissoudre 10 g d'acide oxalique.

Conservée en flacon de plastique, cette solution est stable indéfiniment à température ambiante.

### **Réactif 3 : solution d'acide ascorbique :**

- Dans 100 ml d'eau déminéralisée, dissoudre 2,8 g d'acide ascorbique.

Laisser décanter et prendre le surnageant.

Conservée au réfrigérateur, cette solution est stable plusieurs semaines. La renouveler si elle brunit.

### **Solution étalon de silicate à 5000 $\mu$ mol/l :**

Produit à utiliser: Hexafluorosilicate de sodium anhydre de pureté garantie ( $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ ;  $M = 188,06 \text{ g/mol}$ ).

- Sécher de l'Hexafluorosilicate de sodium à 105 °C pendant 1 heure.
- Dissoudre 0,9403 g d'Hexafluorosilicate dans 1 litre d'eau déminéralisée
- Placer sous agitation magnétique jusqu'à dissolution complète (jusqu'à 30 min).

1 ml contient 5**mol/l** de silicate.

- Transvaser dans un flacon en plastique bien hermétique.

Cette solution se conserve plusieurs années à température ambiante et à l'abri de la lumière, sous réserve d'éviter l'évaporation (AMINOT et KEROUEL., 1996).

## **Annexe3 : Dosage de l'ammonium :**

### **Réactifs :**

- Citrate trisodique.
- Dichloroisocyanurate de sodium (Hypochlorite de sodium).
- Nitroprussiate de sodium.
- Phénol.
- Hydroxide de sodium.
- Sulfate d'ammonium.

### **Réactif 1 : Solution de phénol- nitroprussiate.**

- 65g de phénol dans 800ml d'eau distillée.
- Ajouter 1,5g de nitroprussiate de sodium et compléter à 1000ml.

Ce réactif doit être conservé au réfrigérateur et à l'abri de la lumière ; il n'est stable que quelques semaines et doit être renouvelé s'il prend une teinte verdâtre.

### **Solution alcaline complexante :**

Dissoudre 375 g de citrate et 30 g de soude dans 800 ml d'eau déminéralisée en flacon de plastique et compléter à 1 litre.

Cette solution est stable plusieurs mois à température ambiante.

### **Réactif 2 : solution complexante au chlore**

À la solution complexante, ajouter 8 g de Dichloroisocyanurate de sodium par litre. Conservée au réfrigérateur, cette solution ne peut être utilisée qu'une semaine.

### **Solution étalon primaire d'ammonium :**

-Sécher 1h à 105°C du sulfate d'ammonium de pureté analytique et en dissoudre 0,66g.

-1000 ml d'eau distillée.

La solution étalon est transférée dans un flacon en verre ou en plastique :  
1 ml de solution étalon contient 10 $\mu$ mole d'ammonium.  
Cette solution se conserve à température ambiante, à l'abri de la lumière, pendant un an, sous réserve d'éviter l'évaporation (Aminot & Kérouel, 1996).

#### **Solution étalon secondaire d'ammonium :**

-Diluer 20 fois la solution étalon primaire (concentrée) de sulfate d'ammonium pour obtenir la solution étalon diluée, soit 50ml de la solution mère dans 1000ml d'eau distillée.

1 ml de la solution secondaire contient 0,5  $\mu$ mole d'ammonium.  
Cette solution doit, de préférence, être préparée juste avant usage. Par ce que elle est stable une journée.

#### **Annexe4 :Dosage des nitrites :**

##### **Réactifs :**

- Acide chlorhydrique.
- Dichlorohydrate de N-(1-naphtyl)-éthylène diamine.
- Nitrite de sodium.
- Sulfanilamide.

##### **Réactif 1 : solution de sulfanilamide :**

- Diluer 100 ml d'acide chlorhydrique concentré dans 500 ml d'eau distillée.
  - Dissoudre 10 g de sulfanilamide dans cette solution.
  - Compléter à 1 litre.
- Cette solution est stable plusieurs mois si elle est conservée à l'abri de la lumière

##### **Réactif 2 : solution de N-naphtyl-éthylènediamine :**

- Dissoudre 1,0 g de dichlorhydrate de N-(1-naphtyl)-éthylènediamine dans 1 litre d'eau distillée.

Conserver cette solution au froid et à l'abri de la lumière. La renouveler tous les mois ou dès qu'elle prend une coloration brune.

##### **Solution étalon primaire de nitrite :**

- Sécher du nitrite de sodium à 100 °C pendant 1 heure.
- Peser 0,345 g pour 1 000 ml de solution préparée en fiole jaugée, avec de l'eau déminéralisée.

1 ml de la solution étalon contient 5  $\mu$ mole de nitrite.

Transférer la solution dans un flacon en verre ou en plastique.

Conserver cette solution à température ambiante à l'abri de la lumière.  
La renouveler tous les mois.

### **Solution étalon secondaire :**

Diluer 100 fois la solution étalon primaire (concentrée) pour obtenir la solution étalon secondaire (diluée), soit 1ml de la solution étalon primaire dans 100ml d'eau distillée.

1 ml de la solution étalon secondaire contient 0,05  $\mu$ mole de nitrite.

Cette solution doit être préparée extemporanément : elle ne se conserve que quelques heures.

### **Annexe5 : Dosage des nitrates :**

On mesure en réalité la somme des concentrations des ions nitrites et nitrates. par la réduction de la concentration en nitrite, déterminée par réduction, on obtient la concentration en nitrate.

### **Réactifs :**

- cadmium en grains de 0,5 à 2mm.
- Acide chlorhydrique.
- Acide nitrique.
- sulfate de cuivre.
- Chlorure d'ammonium.
- Hydroxyde de sodium.
- Solution tampon PH=8,5.
- Sulfanilamide.
- N-naphtyl-éthylènediamine.

### **Solution d'acide chlorhydrique à 2 moles/l :**

- Diluer 50 ml d'acide chlorhydrique ( $d=1,18$ ) dans 250 ml d'eau déminéralisée.

### **Solution d'acide nitrique à 0,3 mole/l :**

-Diluer 10 ml d'acide nitrique ( $d=1,40$ ) dans 500 ml d'eau déminéralisée.

### **Solution de sulfate de cuivre à 0,08 mol/l :**

- Dissoudre 4 g de sulfate de cuivre ( $M=249,7\text{g/mol}$ ) dans 200 ml d'eau déminéralisée.

### **Solution de chlorure d'ammonium à 4,5 mol/l :**

- Dissoudre 240 g de chlorure d'ammonium ( $M=53,5\text{g/mol}$ ) dans 1L de l'eau déminéralisée.

Cette solution se conserve indéfiniment à température ambiante.

### **Solution d'hydroxyde de sodium à 0,43 mol/l :**

- Dissoudre 17,0 g d'hydroxyde de sodium ( $M=40\text{g/mol}$ ) dans 1 000 ml d'eau déminéralisée.

Cette solution se conserve indéfiniment en flacon de plastique à température ambiante.

### **Solution tampon pH = 8,5 :**

Cette solution sert à la préparation ou au lavage de la colonne.

- Dans 500 ml d'eau déminéralisée, ajouter petit à petit 10,0 ml de solution de chlorure d'ammonium et 10,0 ml de solution d'hydroxyde de sodium et mélanger jusqu'à obtenir un  $\text{pH}=8,5$ .

Conserver en flacon hermétiquement bouché ( vapeurs d'ammoniac).

### **Remplissage de la colonne de cadmium :**

- mettre un peu de laine de verre au bas de la colonne pour retenir le cadmium.
- Remplir complètement la colonne de la solution tampon.
- Remplir d'eau déminéralisée l'erenmeyer contenant le cadmium traité et lui adapter le bouchon muni d'un tube de verre de sorte que l'eau remplisse le tube jusqu'à son extrémité.
- Retourner l'erenmeyer sur la colonne, sans y faire entrer d'air, et faire tomber le cadmium petit à petit. Tapoter la colonne pour obtenir un tassement régulier. Avec une colonne en U, remplir les deux branches de la même manière. Le volume occupé par le réducteur doit être d'environ 10-12 millilitres. Pour les colonnes à débit forcé (pompe), il faut réduire autant que possible le volume mort aux deux extrémités.
- Mettre un peu de laine de verre au sommet de la colonne.
- Laver abondamment la colonne avec la solution tampon. Prendre garde à ne pas introduire d'air dans la colonne.
- Laisser alors la colonne dans la solution tampon pendant 24 à 48 h en renouvelant plusieurs fois la solution.
- Avant la première utilisation passer sur la colonne 500ml à 1 litre de solution tampon dopée à  $100\mu\text{mole}$  de nitrate ( 500ml de solution tampon et ajouter 10ml d'étalon de nitrate à  $5000\mu\text{mole/l}$ ).

### **Utilisation et entretien de la colonne :**

- la colonne ne doit jamais être à sec
- Après chaque série d'analyses, rincer la colonne avec la solution tampon et le conserver dans ce milieu. Boucher les extrémités pour éviter les émanations d'ammoniac.
- Si la colonne reste inutilisée pendant plus d'une heure, la laver avec 50 ml de tampon avant d'y passer un échantillon.
- chaque jour avant de commencer la série d'analyses passer sur la colonne 500ml à 1 litre de la solution tampon dopée à  $100\mu\text{mole}$  de nitrates à  $5000\mu\text{mole/l}$ .

### **Régénération du réducteur :**

Préparer à nouveau la colonne.

**Solution de sulfanilamide (réactif1) :**

-100ml d'acide chlorhydrique concentré ( $d=1,18$ ) dans environ 500ml d'eau déminéralisée.

- 10g de sulfanilamide dans cette solution.
- compléter à 1litre avec de l'eau déminéralisée.
- cette solution est stable à l'abri de la lumière plusieurs mois.

**Solution de N-Naphtyl-éthylène diamine (réactif 2) :**

- 1g de dichlorohydrate de N-(1-naphtyl-éthylène ) diamine dans 1 litre d'eau déminéralisée.
- Conserver cette solution au froid et à l'abri de la lumière. la renouveler tous les mois ou dès qu'il s'y développe une coloration brune.

**Solution étalon primaire de nitrite :**

- sécher à  $100^{\circ}\text{C}$  pendant 1 heure du nitrite de sodium anhydre de pureté garantie.
- 0,345g dans l'eau déminéralisée.
- Compléter à 1000ml.
- Conserver cette solution dans un flacon en verre ou en plastique à température ambiante à l'abri de la lumière.
- 1ml contient  $5\mu\text{mole}$  de  $\text{N-NO}_2^-$ .

**Solution étalon primaire de nitrate :**

- Sécher du nitrate de potassium anhydre à  $105^{\circ}\text{C}$  pendant 1 heure.
- Dissoudre 0,506g de nitrate de potassium dans 1 litre d'eau déminéralisée.
- Ajouter 1ml de chloroforme.
- Conserver cette solution dans un flacon en verre ou en plastique, cette solution est stable au moins un an à température ambiante et à l'abri de la lumière sous réserve d'éviter l'évaporation.
- 1ml contient  $5\mu\text{mole}$  de  $\text{N-NO}_3^-$ .

**Analyse de la concentration totale nitrite + nitrate :**

- 100ml d'échantillon.
- Ajouter 2ml de solution concentrée de chlorure d'ammonium et mélanger.
- Verser cette solution dans la colonne de cadmium et laisser écouler.
- Rejeter les 30 premiers millimètres.
- Rincer une éprouvette graduée de 50ml avec quelques millimètres de la solution sortant de la colonne et recueillir 50ml de l'effluent.
- Ajouter aussitôt 1ml du réactif 1 et mélanger.
- Laisser reposer 2 à 8 minutes.
- Ajouter 1ml du réactif 2 et mélanger.
- Attendre au moins 10 minutes mais pas plus de 2 heures.

- Mesurer l'absorbance à 543nm par rapport à l'eau distillée.

### Analyse des nitrates :

- 50ml d'échantillon et ajouter 1ml de la solution concentrée de chlorure d'ammonium et mélanger.
- Ajouter aussitôt 1ml du réactif 1 et mélanger.
- Laisser reposer 2 à 8 minutes.
- Ajouter 1ml du réactif 2 et mélanger.
- Attendre au moins 10 minutes mais pas plus de 2 heures.
- Mesurer l'absorbance à 543nm par rapport à l'eau distillée.

### Etalonnage en nitrite :

- Introduire dans des fioles jaugées de 500ml 1- 2- 5 – 10 – 20 – 50 – 100 – 250ml de la solution de nitrites et compléter avec de l'eau déminéralisée afin d'obtenir la gamme de concentration de 0,1- 0,2 - 0,5 – 1 – 2 – 5- 10 – 25 µmoles/l.
- 50ml de la gamme de concentration préparée et ajouter 1ml de solution concentrée de chlorure d'ammonium et mélanger.
- Analyser à 543nm les différentes solutions, ainsi que l'eau brute ayant servi à préparer la gamme étalon.

### Annexe6 : Tableau finale des indices granulométriques

N°	Q25	Q50	Q75	S0	SK
1	0	0,38920091	4,50290669	0	0
2	2,13074224	5,51095279	9,76047427	2,14027709	0,15082962
3	0	0,08684325	0,25122511	0	0
4	0	0,77159646	2,61546488	0	0
5	0	0,62701881	2,02712331	0	0
6	0,84663583	3,12360137	11,9219006	3,75253218	1,44323696
7	2,06251982	5,32429432	8,44632096	2,02364685	0,14445924
8	2,52307527	3,99076989	7,37961505	1,71021909	0,18364966
9	0,08585165	0,1954776	2,81989645	5,73115641	859,588366
10	3,90246612	5,34992224	8,38924683	1,46619561	0,07510847
11	2,02043526	3,05085724	7,56220054	1,93464652	0,40212352
12	2,29596853	4,59521468	8,24811537	1,89537172	0,17012854
13	2,72977219	3,20600943	6,7630597	1,57401334	0,24103895
14	0,99232116	3,1618768	10,5725255	3,26409843	1,06570402
15	0	0,00301223	0,08584855	0	0
16	0,70618755	2,41160646	8,37176531	3,44309095	0
17	1,90685735	3,02530253	7,69160249	2,00839584	0,44071822
18	0,23043178	0,78371451	4,86617705	4,59539411	34,3818904
19	0,53832382	3,73076551	9,85676957	4,27903171	1,31551288
20	1,06145907	1,83947142	6,31304246	2,43875251	1,75771869
21	1,1712572	5,36092626	8,07048432	2,62496588	0,23975499
22	0,33733133	1,48675662	7,490005	4,71208061	10,044901
23	0,72271008	3,48054612	10,8646882	3,87727474	1,24096167

24	0,76604419	3,46089777	9,85336665	3,58645521	1,07387388
25	0,76187101	3,3929837	7,88447909	3,21696087	0,89893442
26	91,9595741	96,6264606	98,1577459	1,03315103	0,00011432
27	0,15942711	6,88150123	67,3239768	20,5496201	8,91746083
28	24,1926899	82,8034067	97,010291	2,00247372	0,00058484
29	2,62504773	4,34462445	7,04058256	1,63770508	0,14209111
30	0,13332205	0,35552546	3,1880899	4,89006119	0,00565799
31	82,5248708	95,9666847	98,8509293	1,09445511	0,00013006
32	1,28424282	6,99539776	10,2125794	2,81996781	0,16250378
33	76,0820649	91,2442091	92,8954335	1,10498412	0,00014666
34	0,00865838	0,19914282	5,2924369	1,01425368	0,00215468
35	1,42035019	2,9529407	4,12840292	1,70487806	0,33333214
36	2,49600256	17,537576	47,260953	4,35139716	0,06156279
38	90,4531867	98,3879577	99,3501121	1,04802645	0,00011346
39	1,4673331	10,0035702	19,2431275	3,62137477	0,13104996
40	0,79333236	2,79398891	7,16005252	3,0042116	1,15614334
41	1,36322846	3,7676837	8,24535473	2,45935006	0,42608067
42	1,95669235	2,74329338	6,94384989	1,88381776	0,47155599
43	2,76997901	3,40309682	4,33611253	1,25115764	0,13516849
44	1,27798002	2,10673069	6,06556425	2,1785803	1,06937271
45	1,36473289	4,67686082	7,7633166	2,38506281	0,26007029
46	1,93614844	4,69635734	7,47034432	1,9642691	0,17493621
47	12,8025027	56,43765	80,4765278	2,5071896	0,0019735
48	1,68671548	2,20391678	7,64760576	2,1293244	0,93345476
49	3,41551104	21,0550168	26,5461192	2,78787099	0,01753211
50	0,52953981	2,10001954	6,50587447	3,50512518	2,7858671
57	0,31935856	1,34538289	2,456343	2,77335345	4,24931223