

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر و تهيئة الساحل

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



**MEMOIRE 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 :

***La mesure des paramètres physico-chimiques et
les hydrocarbures polyaromatiques au niveau du
port de Sidi Fredj***

Préparé par :

**BENBOUSSAD Lynda
CHETOUANI Rachida**

Examiné par :Mr HAMDANE

Mr BACHOUCHE Samir

Promoteur

Session : Juillet 2011

Liste des acronymes

T : la température.

S : la salinité.

PH : le potentiel d'hydrogène.

MES : la matière en suspension.

MO : la matière organique.

HPA : les hydrocarbures aromatiques polycycliques.

Na₂SO₄ : sodium anhydre.

CCL₄ : tétrachlorure Carbone.

SIR : spectrophotomètre infrarouge.

SFUV : spectrofluorimétrie ultra-violet.

C₁₈H₁₂ : chrysène.

ENSSMAL : Ecole National des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral.

U.N.E.P : United Nations Environments Programme.

C.N.E.X.O : Centre National pour l'Exploitation des Océans.

U.N.E.S.C.O: United Nations Educational Scientific and Cultural Organization.

C.O.I : Commission Océanographique Intergouvernemental de l'U.N.E.S.C.O.

L.E.M : Laboratoire d'Etude Maritime

Listes des figures

Figure 01- Représentation de la zone d'étude.....	10
Figure 02- La situation géographique de la presque île de Sidi-Fredj	11
Figure 03- Répartition des bassins dans le port de Sidi-Fredj	13
Figure 04- Circulation de la surface dans la mer méditerranée.....	15
Figure 05- La distribution spatiale des stations de prélèvement au niveau du port de Sidi-Fredj.....	16
Figure 06- Schéma d'un poly-mètre.....	17
Figure 07- Schéma d'un dispositif de filtration sous vide.....	18
Figure 08- Schéma d'une balance de précision.....	18
Figure 09- Diagramme de processus du nettoyage du matériel destiné à l'analyse des hydrocarbures (UNEP ,1995).....	21
Figure 10- Diagramme des étapes de procédures analytiques des hydrocarbures pour l'eau de mer.....	22
Figure 11- Spectrophotométrie de fluorescence HITACHI modèle 650S, équipé d'une lampe « xénon ».....	23
Figure 12- Droite d'étalonnage des standards en équivalent chrysène.....	24
Figure 13- Spectre synchronisé d'un pétrole « Kuwait and Redwater Cruds ».....	26
Figure 14- Variation de la température (T) en C°	28
Figure 15- La répartition spatiale des températures au niveau du port de Sidi-Fredj.....	28
Figure 16- Variation de la salinité en (‰).....	29
Figure 17- La répartition spatiale de la salinité dans le port de Sidi-Fredj.....	29
Figure 18- Variation de potentiel d'hydrogène.....	30
Figure 19- La répartition spatiale de pH au niveau du port de Sidi-Fredj.....	30
Figure 20- Variation de concentration de l'oxygène dissous-en (mg/l).....	31
Figure 21- La répartition spatiale de l'oxygène dissous dans le port de Sidi-Fredj.....	31
Figure 22- Variation de la matière en suspension dans la zone de Sidi-Fredj.....	32
Figure 23- La répartition spatiale de MES dans le port de Sidi-Fredj.....	33
Figure 24- Variation de la matière organique au niveau du port de Sidi-Fredj.....	34
Figure 25- La répartition spatiale de MO dans le port de Sidi-Fredj.....	34
Figure 26- Variation des HPA dans l'eau de mer du port de Sidi-Fredj.....	35
Figure 27- La répartition spatiale des HPA dans l'eau de mer du port de Sidi-Fredj.....	36

Liste des tableaux

Tableau 01- Superficie et profondeur des bassins du port de sidi-Fredj.....	12
Tableau 02- Concentration des standards ($\mu\text{g/ml}$).....	24
Tableau 03- Les résultats des paramètres mesurés in situ.....	27
Tableau 04- Les résultats des paramètres mesurés au laboratoire.....	32
Tableau 05- Concentration des HPA dans l'eau de mer du port de sidi-Fredj.....	35

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر و تهيئة الساحل

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



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

***La mesure des paramètres physico-chimiques et
les hydrocarbures polyaromatiques au niveau du
port de Sidi Fredj***

Préparé par :

**BENBOUSSAD Lynda
CHETOUANI Rachida**

Examiné par :Mr HAMDANE

Mr BACHOUCHE Samir

Promoteur

Session : Juillet 2011

Sommaire

Introduction	1
--------------------	---

CHAPITRE I: GENERALITE

I.1 Les paramètres physico-chimiques du milieu marin.....	2
I.1.1 La température (T).....	2
I.1.2 La salinité (S).....	2
I.1.3 Le potentiel hydrogène (pH).....	2
I.1.4 L'oxygène dissous (O ₂).....	3
I.1.5 La matière en suspension (MES).....	3
I.1.6 La matière organique (MO)	3
I.2 La pollution marine.....	4
I.2.1 Différent type de pollution.....	5
I.2.1.1 Pollution domestique et microbiologique.....	5
I.2.1.2 Pollution thermique.....	5
I.2.1.3 Pollution pétrolière (accidentelle).....	5
I.2.1.4 Phénomène naturels.....	5
I.2.1.5 Pollution chimique inorganique.....	5
I.2.1.6 Pollution marine par les hydrocarbures.....	6
I.3 Les hydrocarbures.....	6
I.3.1 Classification des hydrocarbures.....	6
I.3.2 Source des hydrocarbures dans le milieu marin.....	6
I.3.2.1 Source naturelle.....	6
I.3.2.2 Source anthropogénique.....	6
I.3.3 Comportement et devenir des hydrocarbures en mer.....	7
I.3.4 Les hydrocarbures poly-aromatique (HPA).....	7
I.3.4.1 Description et propriété des (HPA).....	7
I.3.4.2 D'où proviennent les (HPA).....	8
I.3.4.3 Source supplémentaire de (HPA).....	8
I.3.4.4 Production des (HPA).....	8
I.3.4.5 Impact environnemental des hydrocarbures.....	8
I.3.6 Impacte sur la santé humaine.....	9

CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

II.1 Représentation de la zone d'étude.....	10
II.1.1 Présentation de la zone d'étude.....	10
II.1.2 Situation géographique.....	10
II.1.3 description du port.....	12
II.2 Données climatiques et météorologiques de la zone côtière de Sidi-Fredj.....	13
II.2.1 Précipitation et température.....	13
II.2.2 Les vents.....	14

II.2.3 Les houles.....	14
II.2.4 Les courants.....	15

CHAPITRE III : METHODOLOGIE

1 Localisation des stations, prélèvement et échantillonnage.....	16
2 Mesure <i>in situ</i>	17
2.1 Mesure de la température, salinité, oxygène dissous, potentiel hydrogène.....	17
3 Mesure au laboratoire.....	17
3.1 Mesure de la matière en suspension.....	17
3.1.1 Description de la méthode.....	18
3.1.2 Matériel utilisées.....	18
3.1.3 Mode opératoire.....	18
3.1.4 Calculs et expression des résultats.....	19
3.2 Mesure de la matière organique.....	19
3.3 Dosage des hydrocarbures poly-aromatiques.....	20
3.3.1 Eau de mer.....	20
3.3.1.1 Extraction.....	20
3.3.1.2 Concentration.....	20
3.3.1.3 Purification.....	20
3.3.2 Conditions ambiantes.....	21
3.3.3 Méthode d'analyse des hydrocarbures.....	23
3.3.3.1 Principe de spectrofluorimétrie ultra-violet (SFUV).....	23
3.3.3.2 Appareillage.....	23
3.3.3.3 Etalonnage de l'appareil.....	23
3.3.3.4 Préparation des standards.....	23
3.3.3.5 Mesure de l'intensité de fluorescence.....	24
3.3.3.6 Analyse spectral.....	24
3.3.3.7 Méthode de calcul des concentrations.....	25
3.3.3.8 Le calcul de pourcentage (°/o) en noyaux poly-aromatique.....	25

CHPITRE IV : RESULTATS ET INTERPRETATION

1 Variation des paramètres physico-chimiques.....	27
1.1 Variation de la température.....	28
1.2 Variation.....	29
1.3 Variation de potentiel hydrogène (pH).....	30
1.4 Variation de l'oxygène dissous.....	31
2 Variation des paramètres mesurés au laboratoire.....	32
2.1 Variation de la matière en suspension.....	32
2.2 Variation de la matière organique.....	34
2.3 Résultat d'analyse des hydrocarbures poly-aromatiques (HPA).....	35
2.3.1 Eau de mer.....	35
Conclusion générale.....	39

Références bibliographiques

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction

Introduction :

La méditerranée est une mer soumise à une très forte pression humaine, elle reçoit d'une manière chronique les eaux usées des grandes unités urbaines et industrielles avec une importante charge polluante, près de 30% des déchets rejetés en méditerranée forment de goudron qui se dépose sur les plages. Les différents en plastiques et les déchets solides provenant des décharges côtières et des navires, peuvent menacer la faune et la flore sauvage du littoral (**Abd Elguerfi, 2003**).

Les paramètres physico-chimiques utilisés comme traceurs dans l'eau de mer constituent un outil très important pour l'étude des phénomènes et processus qui se déroulent au sein de l'océan

Ainsi, notre travail s'est intéressé à l'étude des paramètres physico-chimiques et hydrocarbures poly-aromatiques dans le port de sidi-Fredj situé à 25 Km environ à l'ouest d'Alger dans la partie ouest de la baie d'El Djamila

Le présent mémoire est organisé en quatre chapitres :

- Le premier chapitre est consacré aux généralités sur les paramètres physico-chimiques et les hydrocarbures poly-aromatiques dans le milieu marin.
- Le deuxième chapitre présentera le port de sidi-Fredj comme zone d'étude.
- Le troisième chapitre présent d'une façon générale la méthodologie suivie dans la réalisation des travaux sur le terrain et au laboratoire aussi que les méthodes analytiques appliquées pour l'acquisition des différents paramètres étudiant.
- Le dernier chapitre traité, analyse et discute les résultats obtenus au niveau du port de sidi-Fredj.

En fin, le mémoire est clôturé par une conclusion.

Chapitre I :

Généralité

I.1. Les paramètres physico-chimiques du milieu marin

I.1.1. La température (T°)

La température est l'un des descripteurs de base pour la connaissance du milieu marin .Elle joue un rôle important dans les cycles biologiques et influe sur la répartition des espèces. La température est un paramètre nécessaire à la détermination de la stratification verticale et de la circulation océanique. **(Aminot et Kerouel, 2004).**

La mesure de la température est très utile pour les études limnologiques et du point de vue industriel pour les calculs d'échanges thermiques **(Rodier et al, 1996).**

Le milieu peut être perturbé et même peut induire une pollution thermique en cas d'une élévation de la température **(Gaujous, 1995).**

I.1.2. La salinité (S)

La salinité représente le contenu en sels dissous d'une eau. La première définition de la salinité en 1902 est :

« La salinité est la masse, en grammes, des substances solides contenues dans un kilogramme d'eau de mer, quand les ions bromure et iodure sont remplacés par leur équivalent de chlorure les carbonates convertis en oxydes et toute la matière organique oxydée ».

Dans les océans, la salinité est voisine de 35 et décroît de l'équateur aux pôle.

La mesure de la salinité est importante dans l'étude du milieu marin. 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.
- De suivre leurs mélanges au large, à la cote dans les estuaires **(Aminot et chaussepied, 1983).**

I.1.3. Le potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH est relatif a la concentration en ions hydrogène (H⁺) dans un milieu, donc a l'acidité de ce milieu. Cette notion a été introduite par Sorensen en 1909 qui l'avait défini comme le logarithme décimal de la concentration en ions H⁺ .On note :

$$\text{pH} = - \log_{10} C_{\text{H}}$$

Il est un indicateur de certaines pollutions directes ou indirectes (Aminot et Kerouel, 2004).

Le pH d'eau de mer, voisin de 8,2 est fixé par la présence des carbonates (CO₃⁻) la modification des concentrations en (CO₂) (respiration, photosynthèse, échanges air-mer) ou en (CO₃⁻) entraînera une modification du pH. **(Aminot et chauesspied 1983).**

I.1.4. L'oxygène dissous (OD)

La mesure de l'oxygène dissous concerne exclusivement l'oxygène moléculaire O_2 solution. Il intervient dans la plus part des processus biologiques permettant la vie terrestre et marine (**Aminot et Kérouel, 2004**).

La concentration de l'oxygène dissous dans l'eau résulte de processus physiques, chimiques et biologiques :

- Echanges à l'interface air-eau (gain ou perte).
- Diffusion et mélanges au sein de la masse d'eau.
- Photo oxydation (perte).
- Oxydation chimique.
- Respiration des organismes aquatiques, y compris la minéralisation.
- Nitrification (perte).
- Photosynthèse (gain).

I.1.5. La matière en suspension (MES)

La matière en suspension est l'ensemble des particules en suspensions susceptibles d'être retenues par un filtre dont les pores ont un diamètre de $0.45 \mu m$. elle existe sous différentes formes : minérales ou organiques, vivantes ou non vivantes

La MES peut provenir de plusieurs origines :

- **Terrigène** : apport continentaux et produit d'érosion.
- **Eolienne** : regroupe toutes les particules qui sont transporté par les courants atmosphériques.
- **Biogène** : c'est la matière organique vivante ou non vivante (tissus organiques, excréments...)

La MES constitue une source importante pour la faune (zooplancton, filtreurs) et aussi pour la communauté bactérienne. Elle favorise la prolifération des microorganismes, diminue la transparence des eaux, et le développement du phytoplancton car la nature ainsi que la teneur de la MES contenues dans l'eau de mer joue un rôle important, les teneurs élevées en MES peuvent empêcher la pénétration de la lumière diminuent l'oxygène dissous et limitent le développement de la vie aquatique, l'asphyxie des poissons par colmatage des branchies et souvent la conséquence d'une teneur élevée en MES. (**Aminot et Chaussepied, 1983**).

I.1.6. La matière organique (MO)

Dans les eaux, la matière organique se trouve sous les formes dissoutes et particulières dont les productions et le devenir varient beaucoup d'un type de milieu marin à l'autre (**Aminot et Kerouel, 2004**).

La matière organique est intimement liée aux activités biologiques, soit comme résultat de la synthèse de la biomasse, soit comme source d'énergie et de nutriments pour les microorganismes (bactéries, protozoaires, phytoplancton).

Pour être précis la matière organique est constituée de composés organiques dont l'étude est l'objet de la chimie organique et de la biochimie outre le carbone et le hydrogène qui sont les composants essentiels, elle peut contenir aussi les éléments : l'oxygène (O), azote (N), phosphore (P), soufre(S), fer (Fe).

Dans les zones riches en matière organique, sa présence faite partir au milieu un risque d'hypoxie, le risque étant plus grand quand cette matière organique est facilement dégradable par les bactéries (**Aminot et Kérouel, 2004**).

I.2. La pollution marine

Cette partie est importante puisqu'il s'agit pour le cas de notre étude sur le port de sidi-Fredj. La pollution engendre une diminution de la teneur en oxygène dissous, due à la décomposition de la matière organique par les bactéries, les organismes aquatiques vont donc En souffrir. L'oxygène dissous étant consommé, il ne reste place que pour la dégradation anaérobie, qui libère des gaz toxiques et nauséabonds.

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

Les émissions de rejets organiques en pleine mer proviennent :

- Des sédiments de dragage qui contient beaucoup de contaminants.
- Des boues des stations d'épurations des eaux usées qui ont un contenu en matière organique élevé, ainsi que des métaux, des huiles et des graisses.

Les apports atmosphériques sont une source importante comme les 400.000 t/an de plomb de source naturelle et anthropique, les 5000 t/an de mercure provenant des activités volcaniques et le lessivage des sols. Rappelons que les mines contenant de mercure génèrent plus de 20,000 t/an d'apports atmosphériques.

- Sont rejeter en mer plus de 5000 t/an de produits industriels et agricoles contenant de mercure.
- D'autres rejets sont possibles, comme les cendres et les substances radioactivités.

I.2.1. Différents types de pollution

I.2.1.1. Pollution domestique et microbiologique

Provenant des habitations, elle est en général véhiculée par le réseau d'assainissement jusqu'à la station d'épuration.

La pollution domestique se caractérise par :

- Des germes fécaux.
- Des fortes teneurs en matière organique.
- Des sels minéraux (azote, phosphore...etc.).
- Des détergents.

Les microorganismes d'origines anthropiques sont extrêmement diversifiés et abondantes dans le milieu au sein duquel certains arrivent à vivre, ou du moins à survivre pendant plusieurs jours ou d'avantage. Il s'agit d'invertébrés parasites surtout intestinaux, virus et bactéries pathogènes.

I.2.1.2. Pollution thermique

La pollution thermique est le résultat du rejet d'eau de mer utilisée pour le refroidissement des diverses installations industrielles (raffinerie de pétrole, centrales thermiques, centrales nucléaires...etc.).

L'élévation de la température est elle-même une pollution puisque cet échauffement modifie certaines propriétés physiques de l'eau telle que la diminution de la densité.

I.2.1.3. Pollution pétrolière (accidentelle)

Les pollutions dues au pétrole brut sont les plus redoutés du grand public. Les pollutions de ce type nécessitent une vigilance sans faille.

I.2.1.4. Phénomène naturels

Les divers phénomènes naturels peuvent être à l'origine de la pollution. Par exemple lors d'une éruption volcanique, un épanchement sous-marin d'hydrocarbures, le contact avec les filons géologiques une source thermo minérale (**Gaujau, 1995**).

I.2.1.5. Pollution chimique inorganique

Parmi les polluants inorganiques, on trouve les métaux lourds. Ces derniers sont les résidus de traitement de minéraux, traitement de surface,...etc. Et sont rejetés plus ou moins en grande quantité par les industries. Beaucoup de ces métaux sont très toxiques tel que le mercure qui apparaît comme l'un des plus dangereux produits.

I.2.1.6 La pollution marine par les hydrocarbures

La plus part des pollutions résultent de la combinaison d'action et de circonstances particulières qui contribuent a des degrés divers a la pollution.

I.3. Les hydrocarbures

Les hydrocarbures sont composés de chaînes moléculaires constituées d'atomes de carbone et d'hydrogène(C et H). Un atome de carbone à une valence de 4.

Il dispose donc de quatre liaisons obligatoires correspondant à quatre électrons. Un atome de carbone peut être relié à quatre atomes d'hydrogène ou à d'autres atomes de carbones, par des liaisons simples, doubles ou triples. Dans ces deux cas, les chaînes carbonées peuvent être linéaires, ramifiées ou cycliques.

En plus de carbone et de l'hydrogène, il existe d'autres éléments minoritaires qui sont des composants qui contiennent des atomes de soufres, d'azotes et d'oxygène. **(Fattal, 2008).**

I.3.1. Classification des hydrocarbures

Il existe plusieurs familles :

- **Aliphatiques** : Alcanes, oléfines (alcènes, alcynes)
- **Naphténiques** : Cyclopentane, cyclohexane
- **Aromatiques** : Asphalte, résines

I.3.2. Sources des hydrocarbures dans le milieu marin

I.3.2.1. Sources naturelles : représentent toutes les hydrocarbures biogéniques produits par les organismes marins, ainsi que ceux qui proviennent de suintements naturels à partir des fissures du plateau continental et les divers déversements continentaux (végétaux, feu de forêt) ces sources sont la plus grande partie des hydrocarbures qui pénètrent dans la mer de manière relativement discrète, dispersés sur de vastes étendues par les fleuves et les rivières ou par voie atmosphériques **(Lacaze, 1980).**

I.3.2.2. Sources anthropogéniques : elles sont liées aux activités humaines, on estime qu'environ six millions de tonnes d'hydrocarbures sont annuellement déversés dans le milieu océanique **(Lacaze, 1980).** Parmi ces sources on trouve : les

- Fuites lors de forages offshore ;
- Les naufrages des pétroliers ;
- la part due au transport maritime (chargement, déchargement,...)
- Les accidents pétroliers ;
- Les activités industrielles ;

- Les rejets d'eaux chargées en hydrocarbures résiduels ;
- Fuites lors de forages offshore ;

I.3.3. Comportement et devenir des hydrocarbures en mer

Dès que les hydrocarbures se déversent dans le milieu, ils vieillissent et sont soumis à des processus d'altération et de modification de leurs propriétés physicochimiques initiales. Les facteurs de la dégradation dépendent de la nature du pétrole, de la température et de l'énergie mécanique des vagues (**Fattal, 2008**).

Les composés légers vont s'évaporer par l'action des vagues et des vents qui provoqueront la formation d'aérosols, certains hydrocarbures vont se dissoudre ce qui augmentera la viscosité du pétrole déversé. La lumière va provoquer l'oxydation des hydrocarbures, les couches de surface seront plus facilement sujettes à la destruction par les processus photo oxydatifs que les émulsions, les boules de goudrons ou autres résidus pétroliers. Cette oxydation va engendrer l'augmentation de la solubilité des hydrocarbures en mer.

Par la suite, les hydrocarbures seront dégradés par les bactéries qui sont omniprésentes en mer, ce phénomène est appelé la biodégradation, elle a lieu à l'interface eau/huile, elle est plus performante lorsque le pétrole se trouve sous la forme de filme très fin ou de fines gouttelettes dispersées.

La biodégradation met en jeu des processus d'oxydation qui vont former des hydrocarbures de poids moléculaires plus faibles, et aussi la formation de gaz carbonique, d'eau et de biomasse (population bactérienne). Lorsque la réaction est complète certains hydrocarbures restent réfractaires.

I.3.4. Les hydrocarbures poly-aromatiques (HPA)

Sont les plus toxiques, et sont cancérigènes.

I.3.4.1. Description et propriétés des HPA

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HPA) sont une famille de composés chimiques constitués d'atomes de carbones et d'hydrogène dont la structure des molécules comprend au moins deux anneaux aromatiques fusionnés, chacun composé de cinq ou six atomes de carbone.

La famille des HPA comprend environ une centaine de substances qui diffèrent entre elles par le nombre d'anneaux et leurs position respective. L'appellation HPA total est généralement utilisée pour représenter un ensemble de 12 à 21 HPA présents dans l'environnement.

Les HPA à masse moléculaire faible, formés de moins de 4 anneaux, et les HPA à masse moléculaire élevée à 4 anneaux ou plus. Les HPA à masse moléculaire faible sont solubles dans l'eau et ont peu tendance à se lier aux particules.

En revanche, les HPA à masse moléculaire élevée sont généralement très solubles dans l'eau et ont une forte tendance à se fixer à la surface des particules en suspension dans l'air et dans l'eau.

I.3.4.2. Origine des HPA

Les HPA proviennent principalement de la combustion incomplète de la matière organique. De façon naturelle, ils sont largement répandus dans l'environnement et leur formation résulte surtout des feux de forêt et d'herbage et de l'activité volcanique.

Les HPA sont également présents à l'état naturel dans les dérivés de charbon et du pétrole. Aujourd'hui la majeure partie des HPA présents dans l'environnement provient de l'activité humaine.

I.3.4.3. Sources supplémentaires de HPA

Les HPA peuvent pénétrer directement le milieu aquatique par des effluents industriels de pétrole brut et de produits du pétrole, ainsi que par le dégagement des HPA présents dans les matériaux créosotés utilisés dans l'eau.

Les eaux souterraines et de ruissellement des secteurs urbains et industriels représentent une source diffuse de HPA pour l'environnement marin.

I.3.4.4. Production des HPA

Tous les processus de combustion faisant intervenir des carburants organiques peuvent produire des HPA. Les pluies importantes sont la combustion incomplète de matières fossiles pour chauffer les résidences et pour le transport.

L'incinération des ordures, la fusion réductrice de l'alumine pour la production d'aluminium, le craquage catalytique du pétrole brut ainsi que la liquéfaction et la gazéification du carbone.

Ces activités humaines rejettent dans l'atmosphère des HPA qui auront tendance à se fixer à des particules en suspension dans l'environnement aquatique par les dépôts atmosphériques.

I.3.5. Impact environnemental des hydrocarbures

Plusieurs facteurs déterminent l'importance d'une pollution par les hydrocarbures sur les Biocénoses qui sont :

- Les types d'habitats
- Le type et la quantité d'hydrocarbures (les hydro raffinés sont les plus volatils et plus toxiques que les hydrocarbures lourds)
- Les atteintes directement ou indirectement
- La période du déversement (saison et stade d'évolution des espèces)

- Les conditions hydrométéorologiques
- Le climat
- La fréquence et la durée d'exposition aux hydrocarbures
- L'efficacité des mesures d'intervention

I.3.6. Impacts sur la santé humaine

Le contact permanent de l'homme avec les hydrocarbures lourds, contenant des HPA, provoque sur le long terme des troubles neurologiques et neurophysiologiques.

L'impact sur la santé dépend aussi du temps d'inhalation, du contact cutané (baignade) avec les hydrocarbures et de la possible consommation de produits de la mer qui seraient contaminés (poissons, huîtres, moules)

Chapitre II :
Présentation de la
zone d'étude

II.1. Présentation de la zone d'étude :

II.1.1. Présentation de la zone d'étude :

Le port de Sidi-Fredj, construit en 1969 par l'architecte français, Fernand Pouillon et Inauguré en 1979 par le ministre du tourisme, est destiné spécialement à la plaisance implanté de Sidi-Fredj témoigne du débarquement des troupes françaises sur le territoire Algérien, le 14 juin 1830, marquant le point de départ d'une colonisation de plus de 130 années.



Figure 01- Représentation de la zone d'étude

II.1.2 Situation géographique :

Sidi-Fredj est considéré comme une presqu'île qui se situe à 25 Km environ à l'ouest d'Alger dans la partie ouest de la baie d'El Djamilia, avec une longueur de 6 Km, ces coordonnées géographiques s'établissent comme suit

- Longitude est $2^{\circ} 50' 52''$
- Latitude nord $36^{\circ} 45' 05''$

Il forme un promontoire limité par deux points ;

- Le point de marabout à l'est où se situe le port de plaisance.
- Pointe saint-Janvier.

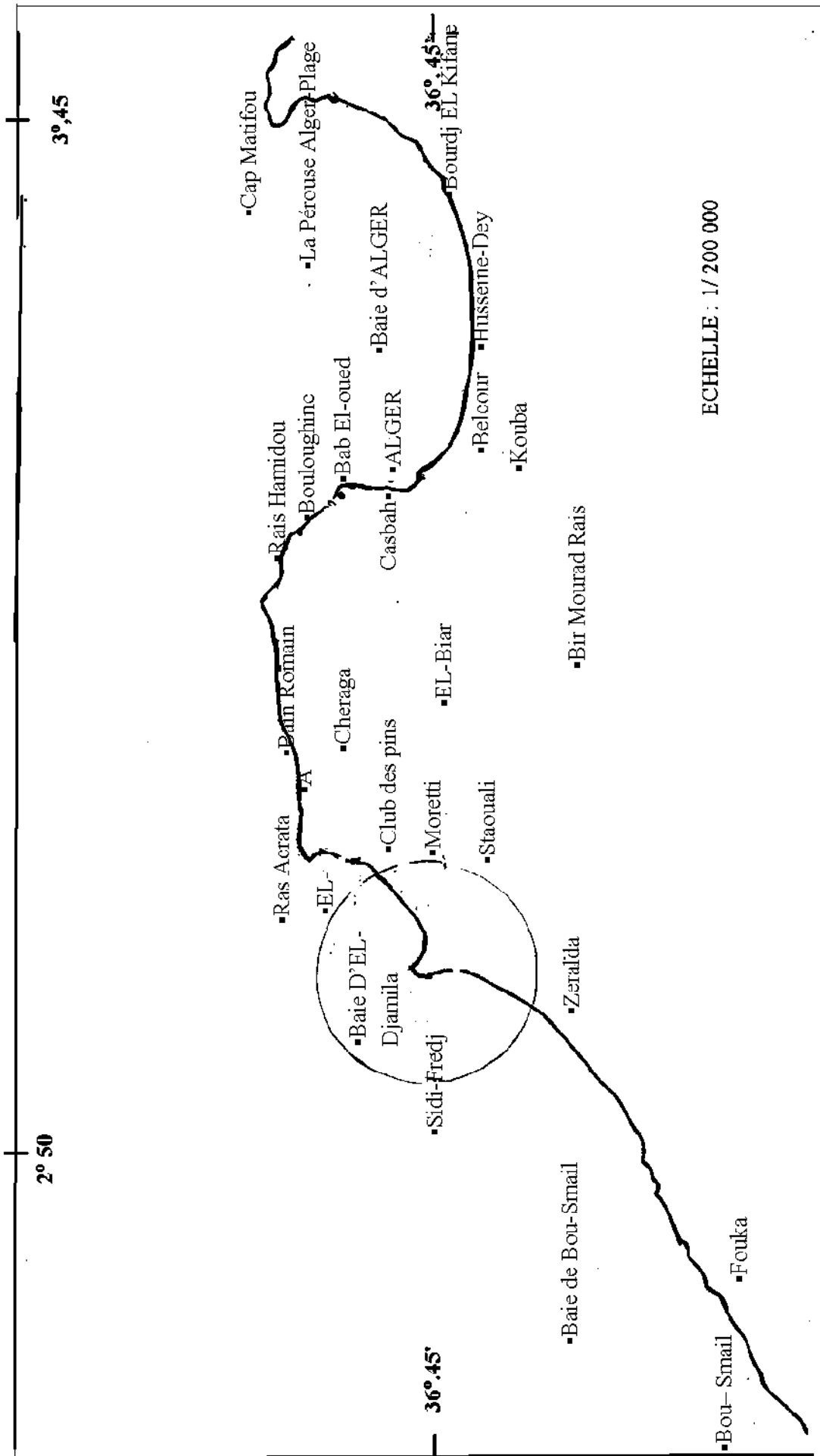


Figure 02— Situation géographique de le presqu'île de Sidi-Fredj

II.1.3. D'description du port :

Le port est subdivisé en cinq (5) bassins aménagés pour permettre l'accostage des petits bateaux ou embarcations.

- Bassin (1) : C'est le bassin le plus éloigné de l'entrée du port, et c'est lui qui accueille le déversement d'eau usée par l'égout principale.
- Bassin (2) : délimité par l'épi de la tour mauresque et l'épi de la station d'essence
- Bassin (3) : C'est le bassin de l'hivernage, délimité par la grande jetée.
- Bassin (4) : C'est le bassin d'hivernage délimité par la grande jetée. Délimité par l'apponement trois (3) à l'intérieur et la jetée sud à l'extérieur.
- Bassin (5) : Situé à la sortie du port et communique avec le large. **(Haoua et Laloui, 2006)**

Le port qui couvre une superficie de 30 000 m est protégé par des ouvrages contre l'hydrodynamisme, et qui servent de délimitation, Est protégé des enrochements naturels. C'est ouvrages comprennent :

- La grande jetée nord, principale, longue de 260 m se terminant par un musoir servant de barrière de protection contre les vents.
- La partie jetée sud délimitent la plage est de Sidi-Fredj longue de 200 m. C'est deux jetées sont de types à talus d'enrochement naturels. **(Amrani et Ferhat, 1994)**

Côté port :

La digue est aménagée en quais accostables importants trois (3) épis et (8) huit apponements : (4) quatre fixes et (4) quatre flottants.

Côté mer :

Le talus de la digue est protégé jusqu'à une certaine profondeur (1,5 m) par des blocs d'enrochements à l'extérieur du port qui sont séparés par un mur servant de séparation entre celui-ci et le quai s'étendant un terreplein comme voie de circulation.

Tableau 01- superficie et profondeur des bassins du port

Bassin portuaire	Superficie (m ²)	Profondeur (m)
1	8000	0,40-2,20
2	3000	1,75
3	5000	3-4,8
4	10 000	1,40-2,60
5	94000	0,50-5

(Amrani et Ferhat, 1994)

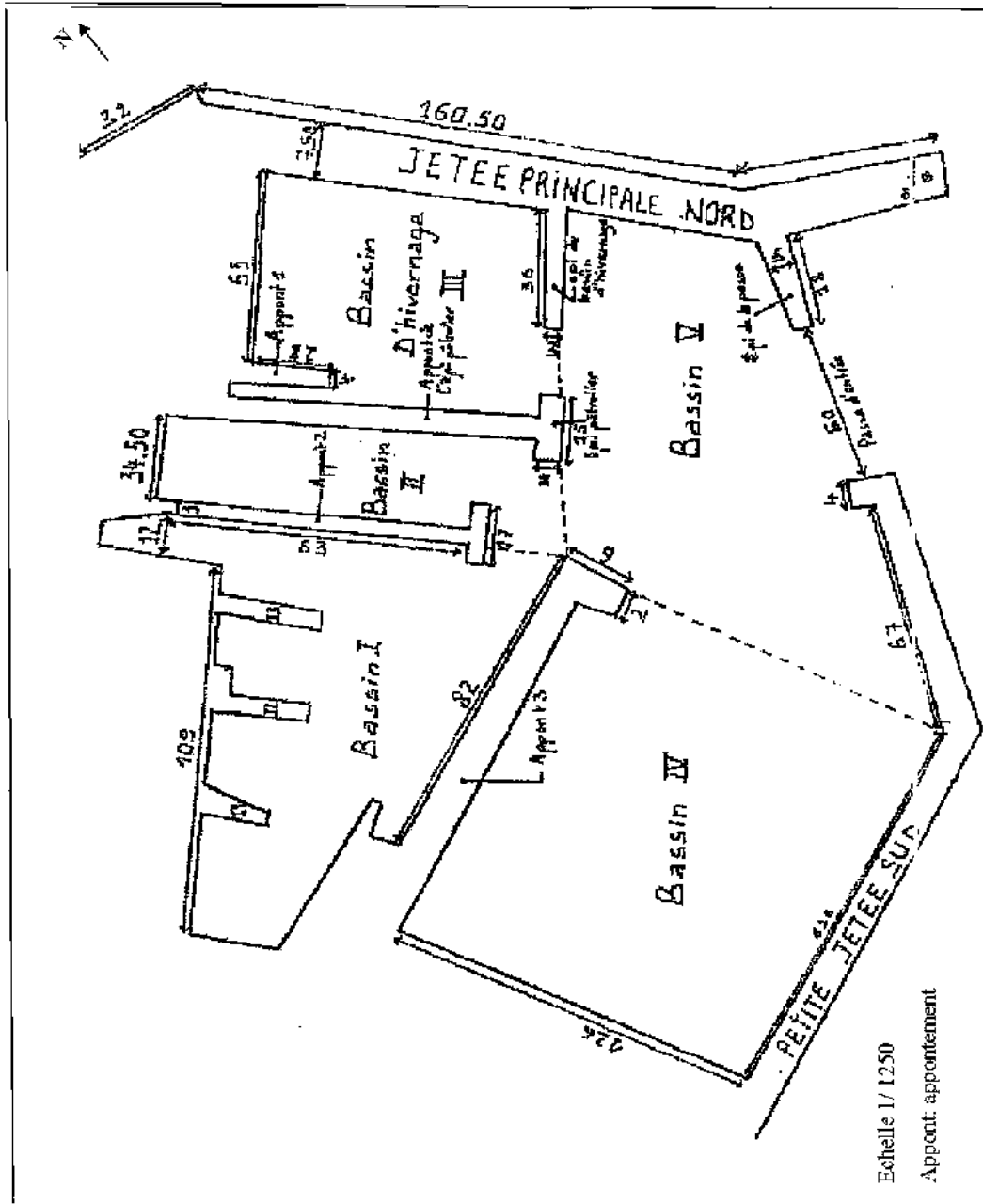


Figure 03 –réparation des bassins dans le port de Sidi-Fredj (Oukazi, 1993 modifié)

II.2. Données climatiques et météorologique de la zone côtière de sidi-Fredj :

II.2.1 Précipitation et température :

La région de sidi-Fredj, comme l'ensemble de la côte Algérienne, est caractérisée par un climat méditerranéen, tempéré : relativement froid et humide en hiver et chaud en été.

Les conditions climatiques dans cette région sont favorables tant pour les températures que pour la pluviométrie.

1. Caractéristiques de la période hivernal :

Pluviométrie : la hauteur de précipitation est considérable au mois de mai au mois de décembre. La quantité moyenne varie entre 15 et 65 mm
Température : sont basées et s'échelonnent entre 6⁰ et 20⁰C

2. Caractéristique de la période estivale :

Pluviométrie : elle est réduite de juin à décembre. La quantité moyenne varie entre 4 et 25mm
La température : sont très élevées, la saison est caractérisée par une chaleur intense, les températures varient entre 25⁰ et 38⁰ C, parfois elle atteint 40⁰C (**Oukazi, 1993**).

II.2.2 Les vents :

Le vent est un paramètre très important pour le climat, il conditionne le mécanisme des vagues à la surface de l'eau, pouvant atteindre des forces considérables.

Dans la région de Sidi-Fredj, la répartition des vents est globalement concordante avec celle des houles le long de l'année (**L.E.M, 1984**).

Les données relatives au vent recueillies par le laboratoire des études maritimes (**L.E.M, 1984**) indiquent que la période hivernale est caractérisée par des vents d'ouest à nord-est responsable d'un transport sableux sur la plage.

La période estivale est caractérisée par des vents de nord-est.

II.2.3. Les houles :

Les statistiques des houles dans la région de Sidi-Fredj, font apparaître deux régions :

3. Les houles les plus fortes sont hivernales, de direction ouest dominante avec les plus grandes amplitudes ;
4. En été, les directions dominantes sont hivernales l'est avec des amplitudes plus faibles ;

Les vents se répartissent de la même façon que les houles ; les vents les plus violents sont issus du secteur ouest et dominant du mois de décembre au mois de mai. (**Kezzouli et Taibi, 2005**)

II.2.4. Les courants :

Le courant algérien, contrairement à ce qui largement admis, serait un courant turbulent qui se déplacerait d'ouest en est en tourbillons croissant *in Bachouche*

Les informations compilées au cours des observations enregistrées au large par l'Institut météorologiques Royal Néerlandais indiquent que les courants ont une vitesse inférieure à 0,5 nœud pendant environ 75% et à un nœud par 80% du temps.

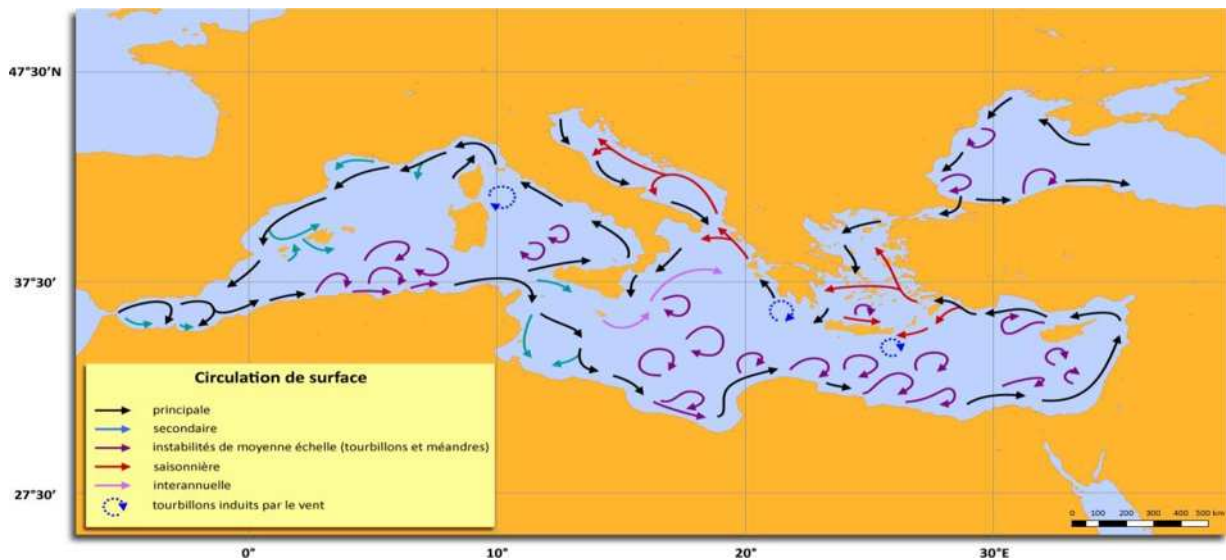


Figure 04 - Circulation de surface dans la mer méditerranée (D'après Millot and Taupier- Letage, 2005).

Chapitre III :

Matériels et méthodes

III. 1. Localisation des stations, prélèvement et échantillonnage :

La variation des descripteurs physico-chimiques et l'état de la pollution de l'eau de mer au niveau de port de sidi-Fredj, nous avons choisis 20 stations le long du port.

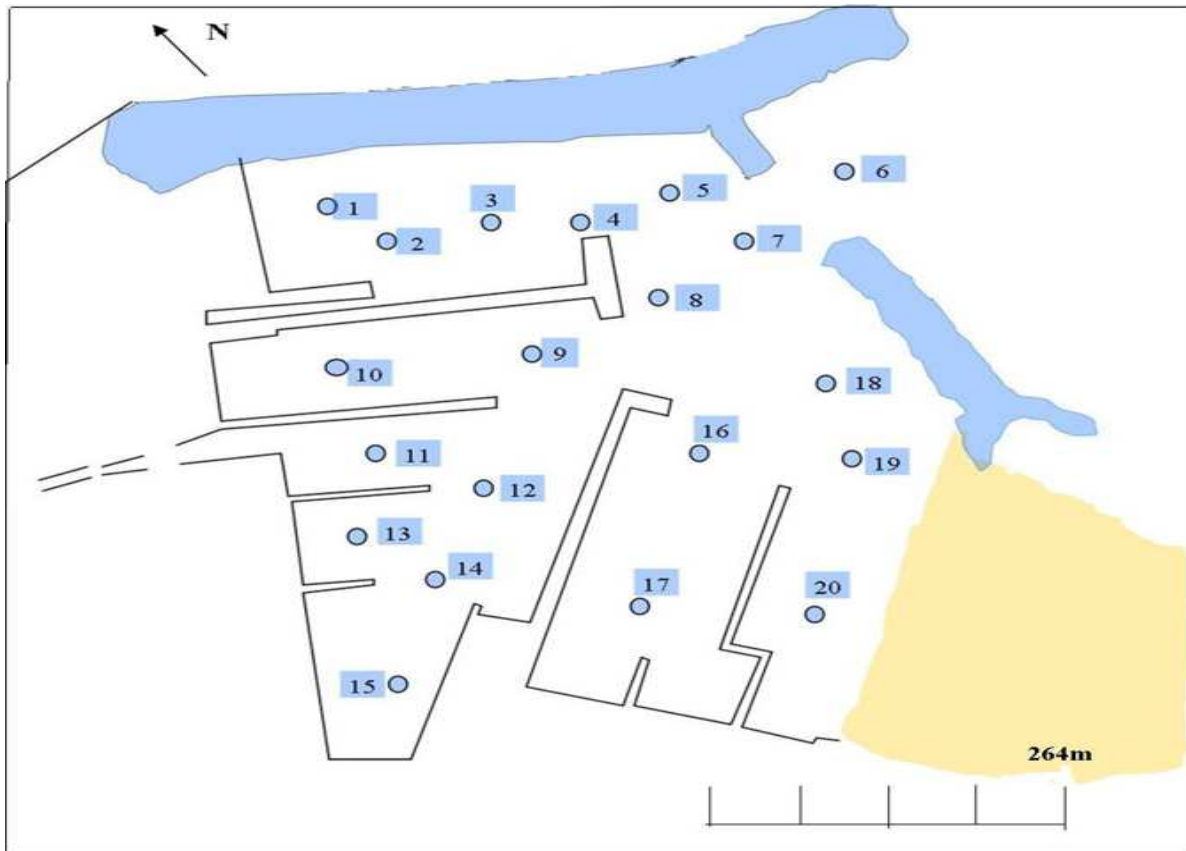


Figure 05-la distribution spatiale des stations de prélèvement au niveau du port de sidi-Fredj

Les prélèvements des échantillons ont été effectués lors de notre sortie en mer à bord d'un navire d'Ibtissame le mardi 12 avril 2011

A partir de ces échantillons, nous avons mesurés les différents paramètres physico-chimiques *in situ* tel que la température, la salinité, l'oxygène dissous, et le potentiel hydrogène.

Les hydrocarbures, la matière organique et la matière en suspension ont été mesurés au laboratoire de l'ENSSMAL et sidi-Fredj.

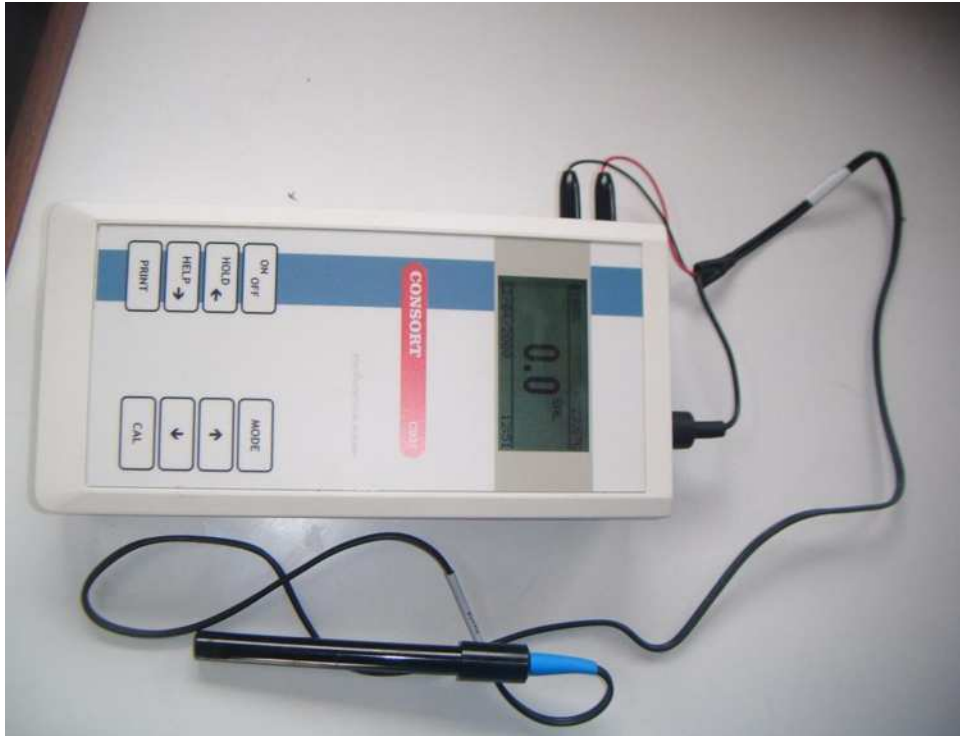


Figure 06- Schéma d'un poly-mètre

Pour la mesure des échantillons au laboratoire ont à suivis un protocole de l'échantillonnage.

2. Mesure *in situ*

- ✓ Mesure de la température, salinité, l'oxygène dissous et le Potentiel hydrogène :

On a utilisé l'oxymètre de type OXI 330/SET *wissenschaftlich technische werkstätten* (WTW). Cet appareil est muni d'une sonde électrolytique que l'on plonge dans l'eau. Les valeurs de la température, salinité, oxygène dissous et le potentiel hydrogène s'affichent par une unité de ($^{\circ}\text{C}$), (‰), (mg/l) et PH mètre successivement avec une précision de $\pm 0,5 \%$ lecture.

L'oxymètre peut même nous donner la valeur de pourcentage de saturation d'oxygène dissous avec une unité de pourcentage (%)

3. Mesures au laboratoire

3.1 Mesure de la matière en suspension

La charge en matière en suspension (MES) est mesurée par pesée après filtration de l'eau.

3.1.1 Description de la méthode

La méthode consiste à filtrer l'eau de mer sur membrane filtrant afin de retenir toutes particules de taille supérieure à $0,5 \mu\text{m}$ environ. La membrane est rincée, séchée et pesée avant et après filtration. La différence de poids entre les deux pesées (P1, P2) permet de connaître la masse sèche totale de matière en suspension dans le volume filtré correspondant.

3.1.2 Matériels utilisés

- ✓ Des membranes filtrantes de types wattman GF/F ($\varphi = 0,45 \mu\text{m}$)
- ✓ Un dispositif de filtration sous vide de marque Sartorius ;
- ✓ Une étuve de marque NEMMERT
- ✓ Un dessiccateur
- ✓ Une balance de précision 10^{-4} de marque Denver Instruments M



Figure07 - Schéma d'un dispositif de filtration sous vide



Figure 08 - Schéma d'une de balance de précision

3.1.3 Mode opératoire

- Préparation des filtres :
 - Mettre les filtres au four à $450-500\text{C}^{\circ}$ pendant 2 heures, pour renforcer la rigidité et la solidité des membranes.
 - Laisser les filtres refroidir au dessiccateur.
 - Laver les filtres par l'eau distillée sous un très vide ;
 - Déposer les filtres dans des boîtes couvercles numérotés selon les stations de prélèvements, et les placer à l'étuve de marque NEMMERT à 70C° pendant 2 heures ;
 - Peser chaque filtre vide (P1 en mg) à la précision de 10^{-4} .
 - Replacer aussitôt chaque filtre dans sa boîte à l'abri de la poussière.

➤ Filtration :

- Agiter l'échantillon énergiquement avant la filtration.
- Mesurer le volume à filtrer (pour être représentatif doit être supérieure à 100ml) 250 ml.
- Filtrer l'échantillon en le versant sur le filtre puis faire le vide sans créer une dépression supérieure à 0,66 bars.
- Supprimer l'aspiration dès que le filtre est à sec verser alors 5 à 10ml d'eau distillée sur le filtre et aspire à nouveau.
- Recommencer une seconde fois cette opération de rinçage.
- Mettre les boîtes, contenant les filtres sans le couvercle à l'étuve à 80°C (105°C) pendant 2 heures pour le séchage.
- Laisser refroidir au dessiccateur et n'en sortir les filtres que juste avant la pesée
- Peser chaque filtre (P2 en mg) à la précision de 10^{-4} .
- Garder les filtres la peser de la matière organique (mo).

3.1.4 Calcul et expression des résultats

La concentration de MES est donnée par l'expression suivante :

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

[MES] : concentration de la matière en suspension (mg/L).

P1 : poids du filtre avant filtration (mg).

P2 : poids du filtre après filtration (mg).

V : volume filtré (L).

3.2 Mesure de la matière organique

Les filtres utilisées pour la détermination de la matière en suspension dans l'eau de mer sont mis dans des creusets, et peser avec précision, soit W1 ce poids.

Après les avoir passé au four à moufle à 450°C pendant 2 heures, Les creusets et les filtres sont à nouveau peser, soit W2 ce poids. La différence de ces deux poids (W2, W1) nous donne le poids de la matière organiques.

$$\text{W} = \text{W1} - \text{W2}$$

W : poids de la matière organique (mg).

W1 : poids sec du filtre pesé pour les MES (mg).

W2 : poids du filtre après incinération (mg).

3.3. Dosage des hydrocarbures poly aromatiques

3.3.1. Eau de mer

Les prélèvements d'eau à la surface sont réalisés grâce à un dispositif d'échantillonnage constitués d'une bouteille en verre teintée d'une capacité de 2.5 litres et d'un support lesté. Pour éviter tous risques de contamination des échantillons par les rejets du bateau, les prélèvements sont effectués à l'avant.

Les bouteilles sont refermées avec des bouchons en téflon et pour plus de sécurité avec du papier aluminium.

Pour chaque échantillon d'eau il faut ajouter 50 ml de l'hexane et agiter pendant 3 minutes. L'échantillon est conservé au frais et à l'abri de la lumière.

Avant d'être analysés, les hydrocarbures doivent être subir un prétraitement :

3.3.1.1. Extraction

Immédiatement après le prélèvement, environ 100 ml sont rejetés de la bouteille d'échantillonnage pour ajouter de l'hexane.

Ce dernier est un solvant organique plus léger que l'eau, au moment de l'agitation, il permet la dispersion du solvant dans l'eau de mer et la formation d'une phase organique non miscible à la phase aqueuse, piégeant ainsi les hydrocarbures présents dans l'eau de mer.

En ajoutant 50 ml de l'hexane, on procède à une agitation mécanique dans les ampoules à décanter pendant une durée de 20 minutes environ. A la fin de chaque agitation, on laisse l'eau de mer se décanter pour un quart d'heure.

Après décantation, la phase organique supérieure de l'ampoule est récupérée dans un erlenmeyer à col rodé ou l'on ajoute du sodium anhydre (Na_2SO_4) afin d'éliminer toute trace d'eau (**Smail et mazouz, 1996**)

3.3.1.2. Concentration

Cette opération est réalisée dans le but d'éliminer le solvant d'extraction à l'aide d'un évaporateur rotatif. Pour éviter l'évaporation des hydrocarbures aromatiques à point d'ébullition bas, on concentre nos échantillons jusqu'à un volume de 15 ml. Pour minimiser cette perte, on maintient le bain-marie à une température de 40 °c; il suit ensuite une deuxième concentration sous jet d'azote jusqu'à un volume de 5ml.

3.3.1.3. Purification

La purification est généralement réalisée par chromatographie liquide sur colonne ouverte de 10 mm de diamètre pour la rétention des composés polaires (les lipides). Cette purification est nécessaire lors de l'utilisation du tétrachlorure de carbone (CCL_4) comme solvant d'extraction.

3.3.2. Conditions ambiantes

Pour l'analyse des polluants étudiés, une contamination infime ou une mauvaise conservation peut provoquer la modification des échantillons. De ce fait, les mesures d'hygiène doivent scrupuleusement être respectées.

Pour éviter toute source de contamination, un très grand soin est pris lors de lavage des accessoires de manipulation touchant directement ou indirectement nos échantillons.

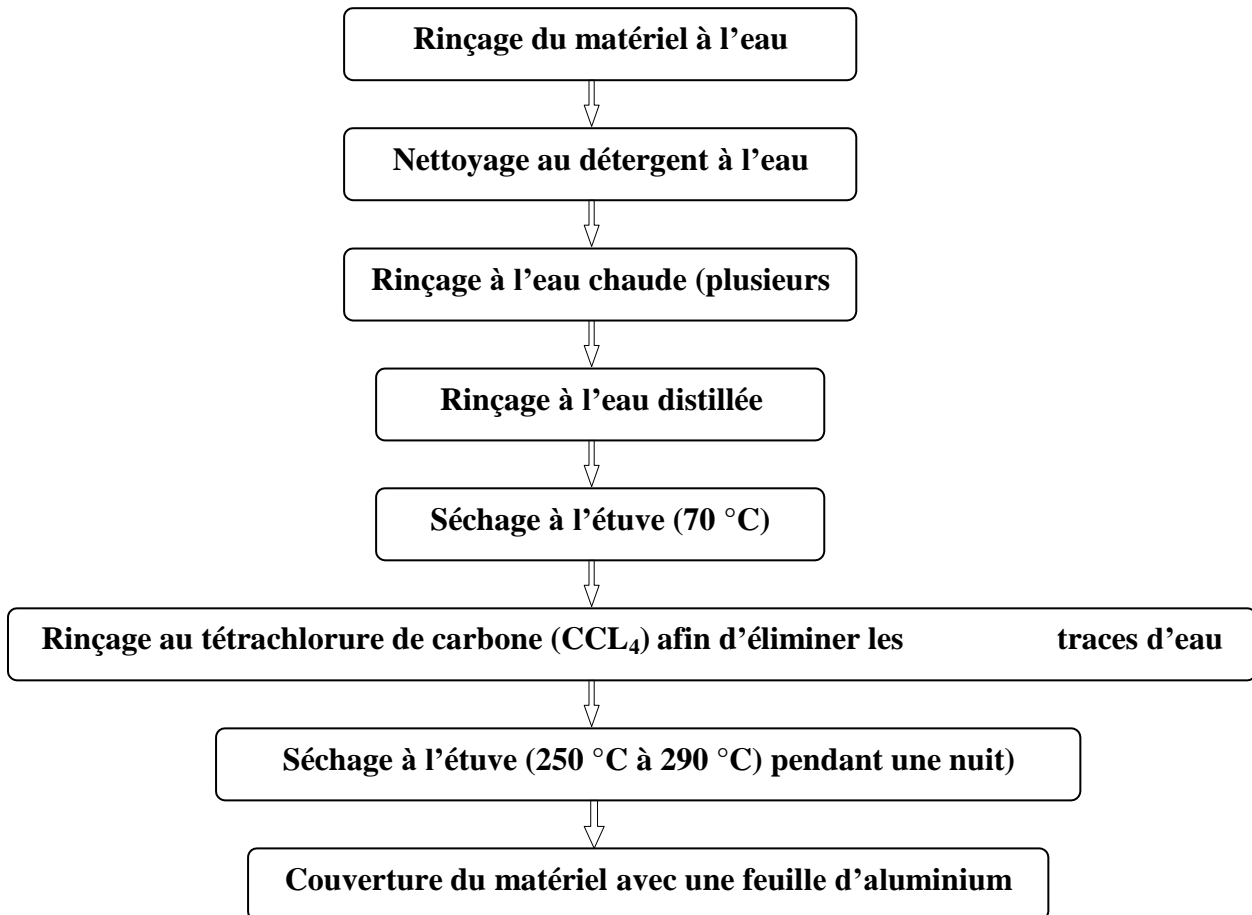
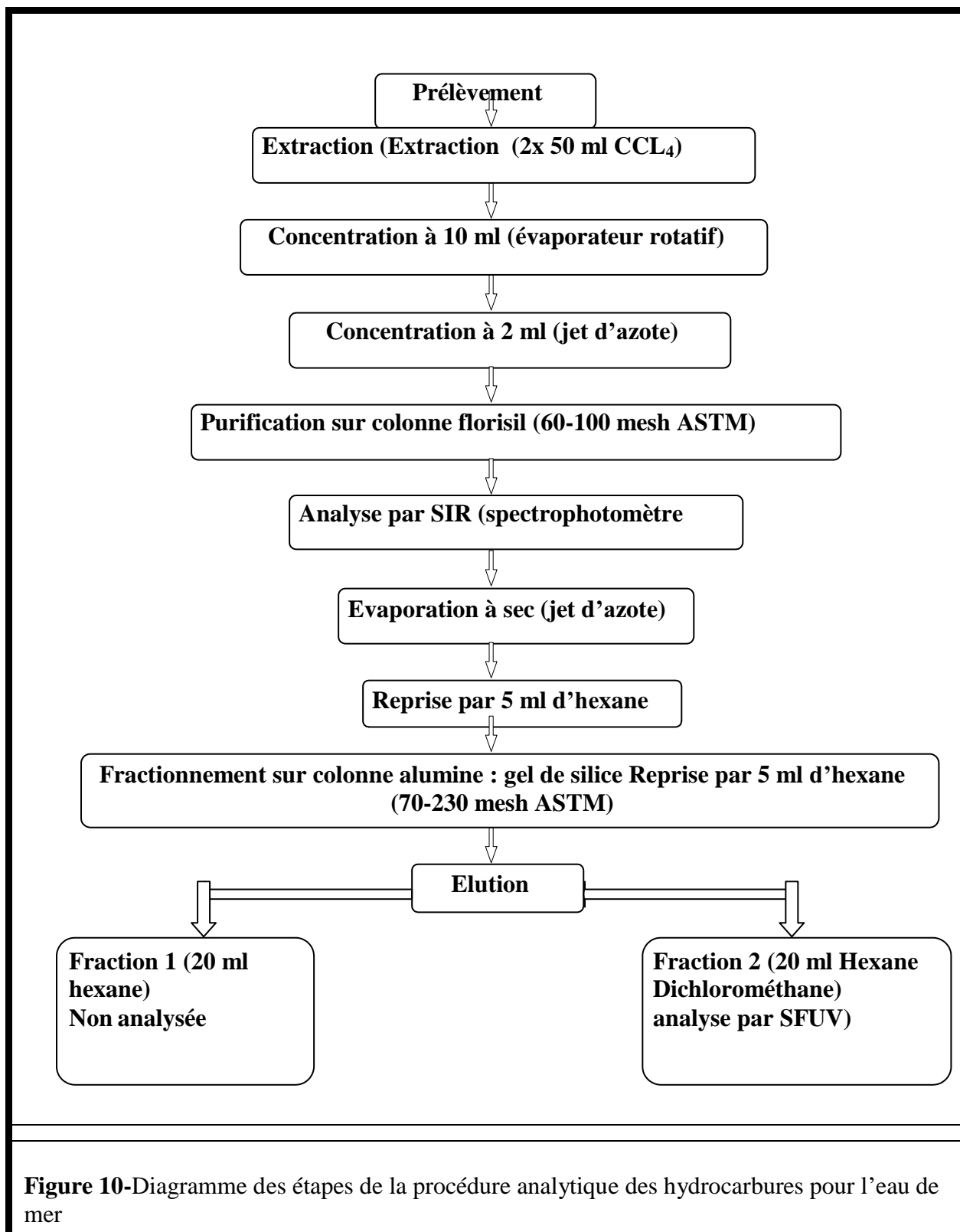


Figure09-Diagramme de processus du nettoyage du matériel destiné à l'analyse des hydrocarbures (U.N.C.P, 1995).

Les différentes étapes de prétraitement et de traitements sont résumées dans le diagramme suivant :



3.3.3. Méthode d'analyse des hydrocarbures

La méthode adoptée pour l'analyse des hydrocarbures poly aromatiques est la spectrofluorimétrie ultra-violet (SFUV), sensible essentiellement aux hydrocarbures aromatiques. Elle est préconisée par le C.O.I (1982,1984) et (Marchand, 1983).

3.3.3.1 Principe de la spectrofluorimétrie ultrat-violet (SFUV)

Cette méthode permet de mesurer la fluorescence émise par des molécules soumises à des rayonnements ultrat-violet. Elle est très utilisée par le dosage direct des substances fortes diverses comportant un noyau aromatique ou un hétérocycle (Audigie et al, 1983).

Une réponse de fluorescence représente ainsi un bon indice de pollution pétrolière du fait que les hydrocarbures aromatiques biogènes sont très faiblement représentés dans le milieu marin (Bodennec et al, 1983).

3.3.3.2 Appareillage :

Les hydrocarbures poly-aromatiques sont analysés avec un spectrofluorimétrie HITACHI modèle « 650-105 » (high sensitivity), équipé d'une lampe à xénon avec des fentes de 1.5 nm à 20 nm et un balayage allant de 220 à 830 nm (Figure II.11). L'appareil contient des cellules en quartz de 1 centimètre de trajet optique, polies sur les quatre faces. Un volume minimal de 0,5ml d'échantillon est suffisant à l'analyse.



Figure 11-Spectrophotomètre de Fluorescence HITACHI,Modèle 650 S, équipé d'une lampe « Xénon ».

3.3.3.3 Etalonnage de l'appareil

A l'heure actuelle, on ne dispose pas de substance de référence totalement satisfaisante pour le dosage spectroscopie par fluorescence. C'est pourquoi il est recommandé aux laboratoires d'utiliser le chrysène comme principale substance de référence (U.N.E.S.C.O, 1984).

3.3.3.4 Préparation des standards

On prépare une solution mère de chrysène ($C_{18}H_{12}$) à 200 $\mu\text{g/ml}$, on diluant 2 mg de chrysène dans 10 ml d'Hexane, à ce moment une solution fille de concentration 8 $\mu\text{g/ml}$ est préparée dans une fiole de 25 ml, le tableau suivant donne les concentrations des différents standards obtenus à partir de cette dernière solution.

Tableau 02-Concentration des standards ($\mu\text{g/ml}$)

Standard	S1	S2	S3	S4	S5
[C] µg/ml	0.2	0.4	0.6	0.8	1

3.3.3.5 Mesure des intensités de fluorescence

- Les lectures sont faites selon les conditions opératoires suivantes :
- Longueur d'onde d'excitation : 310 nm
- Longueur d'onde d'émission : 360 nm ; 380 nm ; 410 nm
- Les fentes d'excitation : 2 nm
- D'émission : 5 nm

3.3.3.6 Analyse spectrale :

Les conditions d'analyse pour l'obtention des spectres synchronisés des échantillons sont les suivants :

- L'onde d'excitation : 220 nm
- Longueur d'onde d'émission : 243 nm
- Les fentes d'excitation et d'émission sont respectivement fixées à 2.5 nm et 10 nm

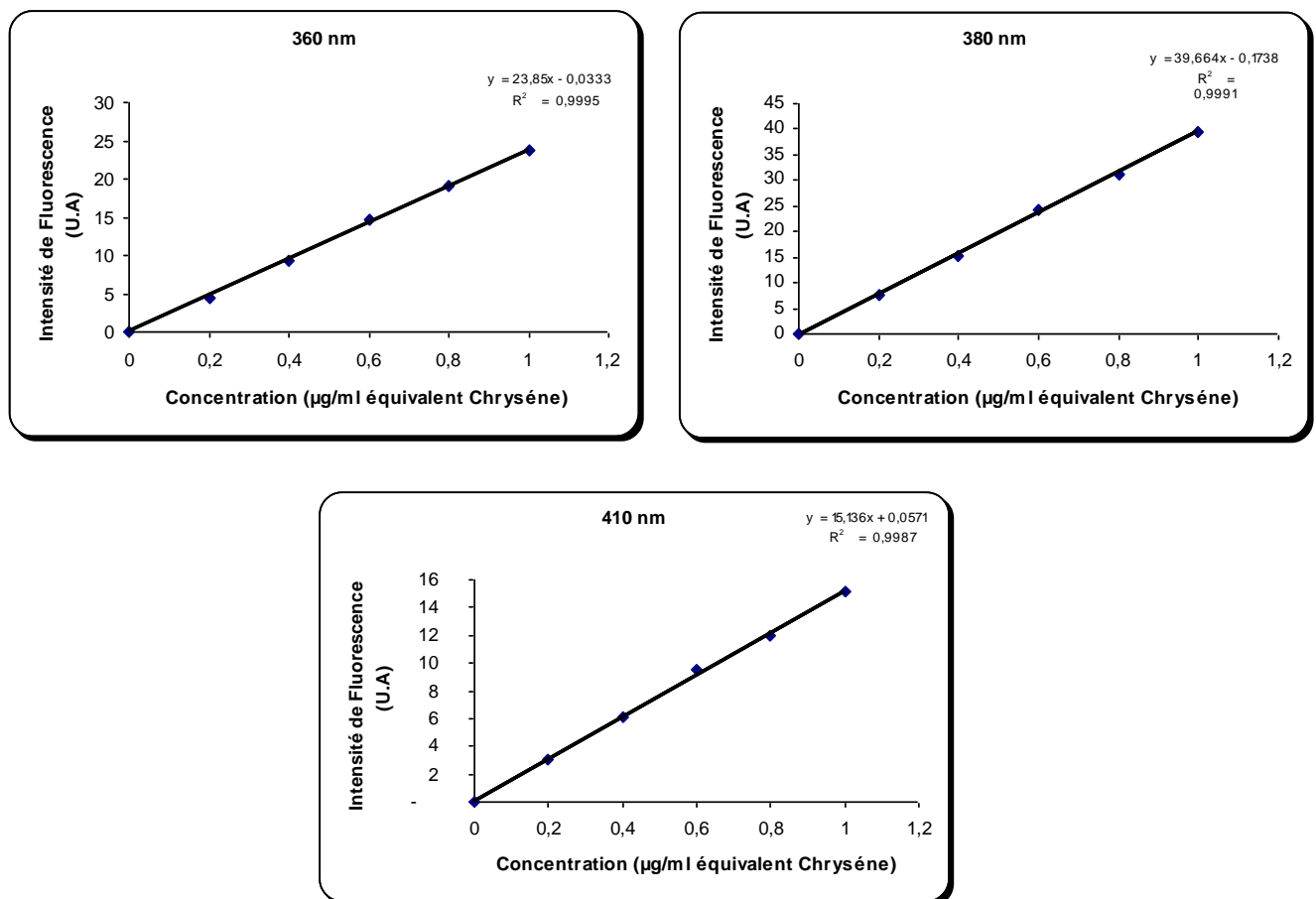


Figure 12-Droites d'étalonnage des standards en équivalents Chrysené.

Remarque :

- Arrêt de la lecture des intensités de fluorescence et l'obtention des spectres synchronisés est fixées à 360 nm, car il présente des résultats significatifs.

3.3.3.7. Mode de calcul des concentrations :

Le calcul des concentrations des hydrocarbures en équivalent chrysène se fait d'abord par la détermination de la cotangente (α) selon la formule suivante :

$$\alpha = \frac{[C]_s}{U.A}$$

$[C]_s$: concentration des standards ($\mu\text{g/ml}$)

$U.A$: Unité arbitraire (intensité fluorescente)

α : Cotangente.

Les concentrations hydrocarbures polycycliques dans les extraits d'hexane sont déterminées à partir de la formule suivante :

$$[C]_{\text{éch}} (\mu\text{g/ml}) = (U.A_{\text{éch}} - U.A_{\text{hx}}) \bar{\alpha}$$

$[C]_{\text{éch}}$: Concentration calculée des hydrocarbures dans l'échantillon ($\mu\text{g/ml}$).

$U.A_{\text{éch}}$: Unité arbitraire de l'échantillon.

$U.A_{\text{hx}}$: Unité arbitraire de l'hexane

$\bar{\alpha}$: Moyenne des cotangentes calculées.

Les concentrations finales des hydrocarbures polycycliques des échantillons dans le sédiment marin sont calculées avec la formule suivante :

$$[C]_{\text{finale}} = \frac{(C_{\text{éch}} - C_{\text{blanc}}) \times V}{P_s}$$

$[C]_{\text{finale}}$: Concentration finale des hydrocarbures en ($\mu\text{g/g}$) par rapport au (P_s) du sédiment.

$C_{\text{éch}}$: Concentration d'échantillon calculée auparavant ($\mu\text{g/ml}$)

$[C]_{\text{blanc}}$: Concentration du blanc ($\mu\text{g/ml}$)

V : Volume d'hexane d'extraction de la fraction

3.3.3.8. Le calcul du pourcentage (%) en noyaux polycycliques :

A partir d'un spectre de composé connu « KUWAIT and REDWATER CRUDES » (Figure 17), on a pu décomposer les spectres synchronisés des échantillons en différents noyaux aromatiques existants selon les longueurs d'ondes d'émission.

- 260 nm à 300 nm : 1 noyau condensé (1 N).

- 300 nm à 340 nm : 2 noyaux condensés (2N).

- 340 nm à 390 nm : 3 et 4 noyaux condensés (3-4N).

- 390 nm à 410 nm : 5 noyaux condensés et plus (5N et +)

Le pourcentage de participation de chaque fraction (noyaux) dans le mélange des hydrocarbures a été calculé par la technique des pesées qui consiste à déterminer les différents poids suivants :

P_T : Poids total du spectre entier d'échantillon. **P₁**

: Poids correspondant à 1 noyau aromatique. **P₂** :

Poids correspondant à 2 noyaux aromatiques.

P₃ : Poids correspondant à 3 et 4 noyaux aromatiques.

P₄ : Poids correspondant à 5 noyaux et plus.

Le pourcentage (%) en noyaux aromatiques dans l'échantillon est déterminé selon cette relation :

$$P (\%) = \frac{100 \times P_N}{P_T}$$

P_N : Poids correspondant au nombre de noyaux aromatiques.

P_T : Poids total du spectre entier de chaque échantillon.

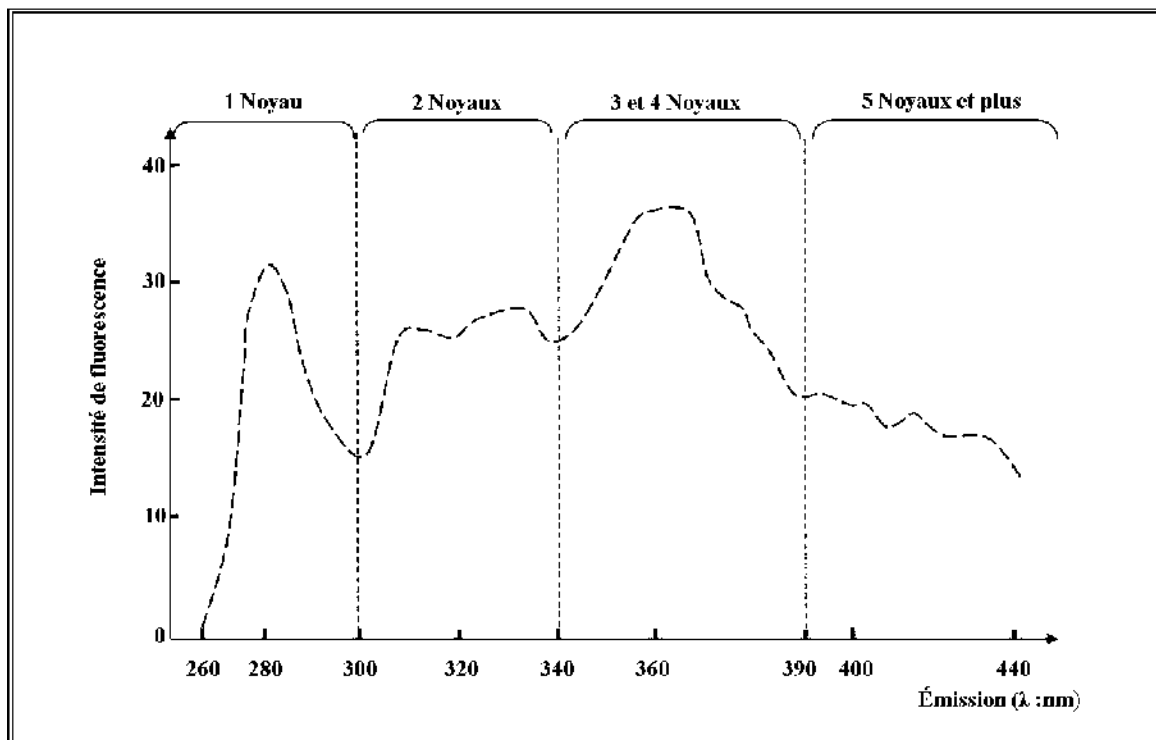


Figure 13- Spectre synchronisé d'un pétrole « *Kuwait and Redwater Cruds* »

Chapitre IV :
Résultats et
interprétation

Les résultats exposés dans ce chapitre ont été réalisés au niveau de laboratoire de :

- ✓ ENSSMAL (labo. chimie marine). Pour les MES et la MOP ;
- ✓ Sidi-Fredj (labo. Chimie marine) pour les hydrocarbures ;

Pour les autres paramètres physico-chimiques, tous ont été valorisés au bord du navire d'Ibtissam

I Variation des paramètres physico-chimiques

Le tableau suivant représente tous les résultats des paramètres physico chimiques

Tableau 03- Les résultats des paramètres mesurés *in situ*

Stations	T (C)	S (‰)	Ph	O ₂
S1	18.2	36.1	7.96	7.2
S2	18.1	36.3	8.09	9.3
S3	18.5	36.3	8.03	9.8
S 4	18.3	36.3	8.04	10.4
S 5	18.6	36.2	8.05	10.4
S 6	17.7	36.5	8.13	12.1
S 7	18.5	36.2	8.02	11.1
S 8	18.6	36.2	8.07	11.3
S 9	18.7	36.2	8.05	11.8
S 10	18.1	36.1	8.11	11.5
S 11	18.7	35.8	8.5	11.2
S 12	19.2	36.1	8.06	10.9
S 13	19.3	36.1	8.06	11.3
S 14	19.2	36.1	8.05	11.4
S 15	19.8	35.8	8.05	11.5
S 16	19.1	36.2	8.03	11.6
S 17	19.3	36.2	8.05	11.8
S 18	19.3	36.3	8.04	11.9
S 19	19.2	36.2	8.05	11.7
S 20	19.5	35.9	8.06	11.8
Moyenne	18.76842105	36.155	8.075	11
Ecart-type	0.543916239	0.165755845	0.103029122	1.122051692

T, S, pH, O₂ : paramètres physico-chimiques. Valeur minimale. : Valeur maximale.

Ces résultats des différents descripteurs physico-chimiques sont tout représentés sous forme d'histogrammes accompagnant de leurs interprétations

I.1 Variation de la température T (C°)

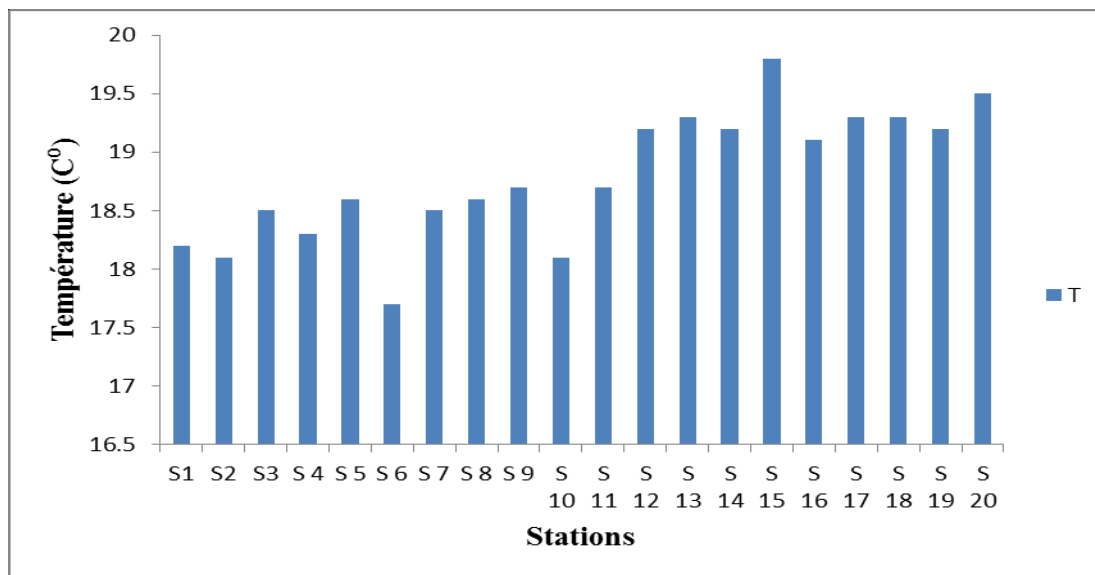


Figure 14- variation de la température (T) en C°

Les valeurs de la température au niveau du port et durant la période d'étude sont incluses dans l'intervalle de (17.7-19.8C°) avec une moyenne de 18,76 (c°) et un écart type de 0,549 les valeurs les plus élevées sont enregistrées au niveau du port (ST15, ST17, ST18, ST20).

Les valeurs les plus faibles sont observées est (ST2, ST6, ST10) donc en conclut que les températures sont élevées. Ceci s'explique par la stagnation des eaux au niveau du port et par la morphologie du port subdivisé en bassins peu profond et par prélèvement effectué dans les eaux superficielles en contact avec l'atmosphère.

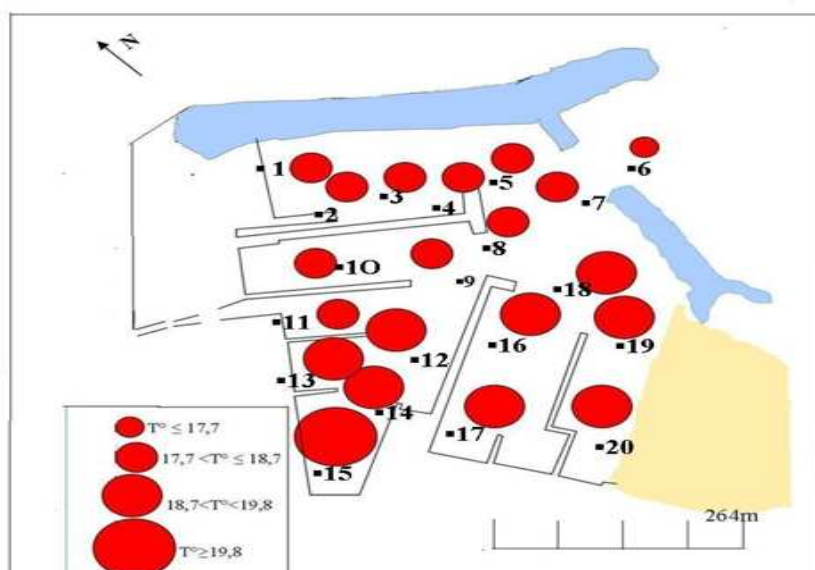


Figure 15- la répartition spatiale des températures au niveau du port de sidi-Fredj

I.2 Variation de la salinité S (‰)

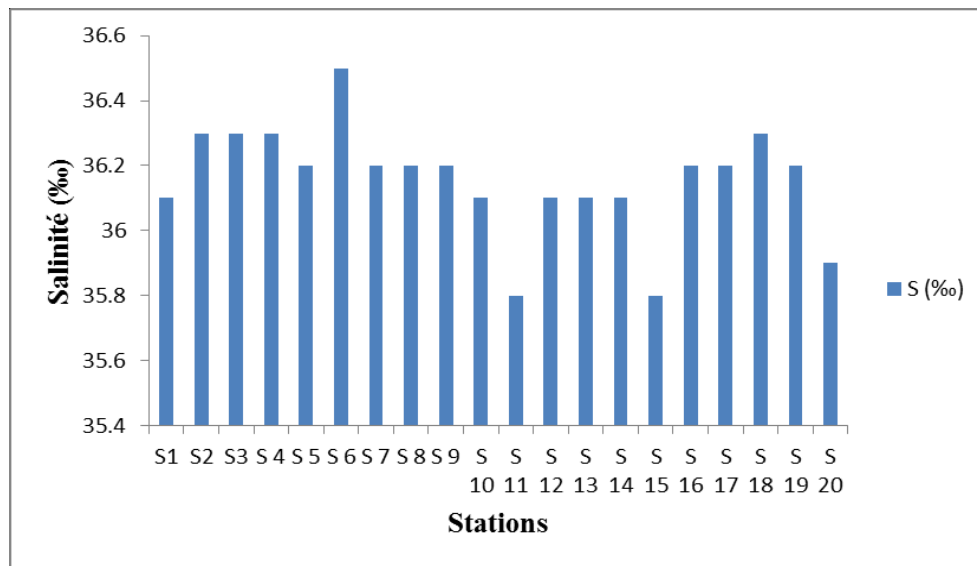


Figure 16- Variation de la salinité en (‰).

Les valeurs de la salinité varient entre une valeur maximale de 36.5 (‰) et une valeur minimale de 35.8 (‰), avec une moyenne de 36,15 (‰) et un écart type de 0.165.

Vue que les prélèvements ont qui sont effectuées au niveau des eaux surface, on remarque que la salinité est presque homogène dans toutes les stations.

Cela c'explique par la température qui n'est pas actuellement variable, et on remarque que quand la température augmente la salinité augmente et l'inverse est juste.

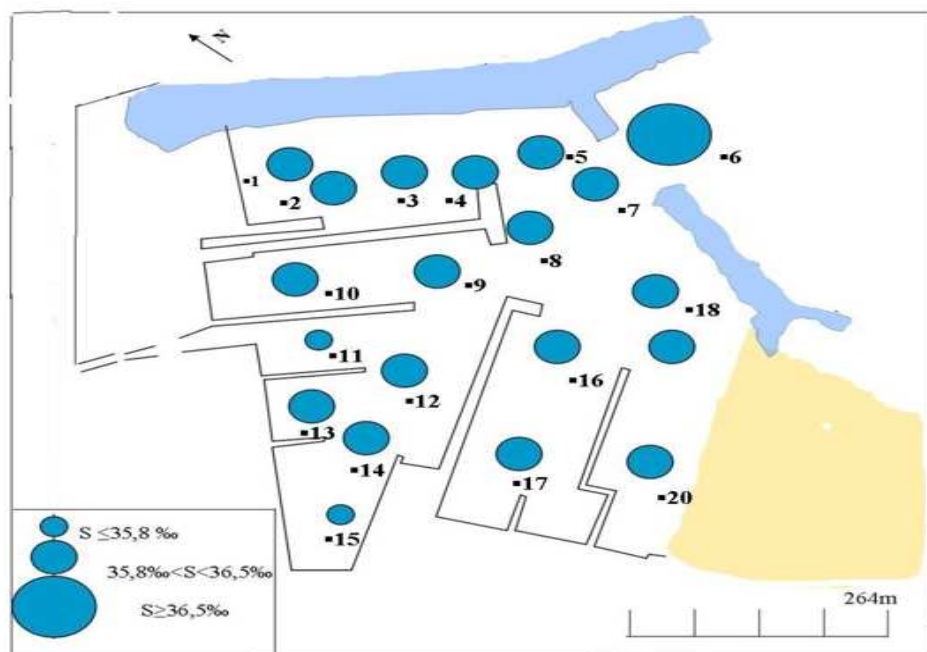


Figure 17- la répartition spatiale de la salinité dans le port de sidi-Fredj.

I.3 Variation du potentiel d'hydrogène pH

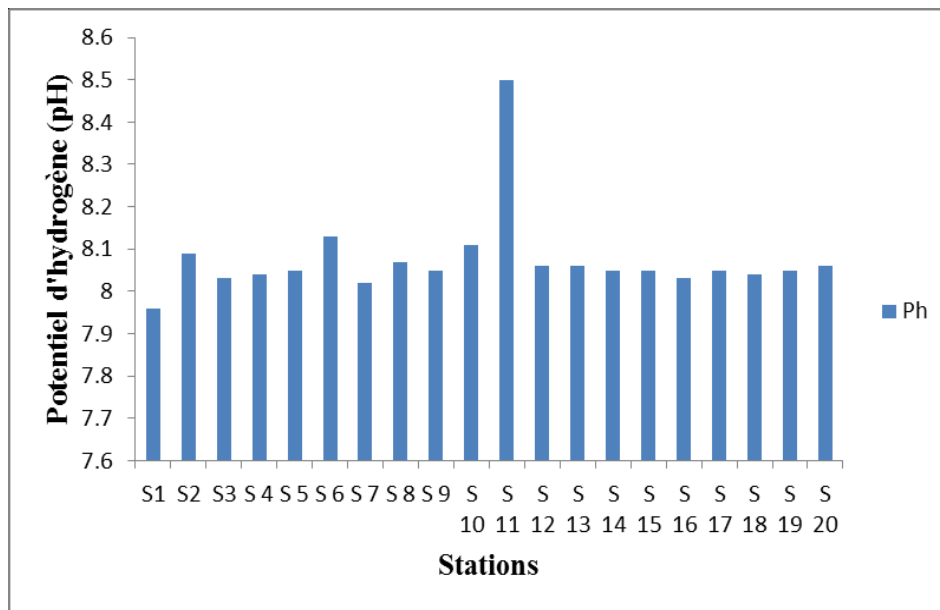


Figure 18- Variation du potentiel hydrogène.

Les valeurs du potentiel d'hydrogène sont comprises entre une valeur maximale de 8.13 et l'autre minimal 7.96 avec une moyenne de 8.07 et un écart type 0.103.

Les valeurs minimales se retrouvent au niveau du port et surtout au niveau du bassin 1 cela s'explique par la présence d'un égout principal qui véhicule toutes les eaux usées du complexe touristique se trouvant au niveau du port de Sidi-Fredj, donc plus l'égout est important plus le pH diminue.

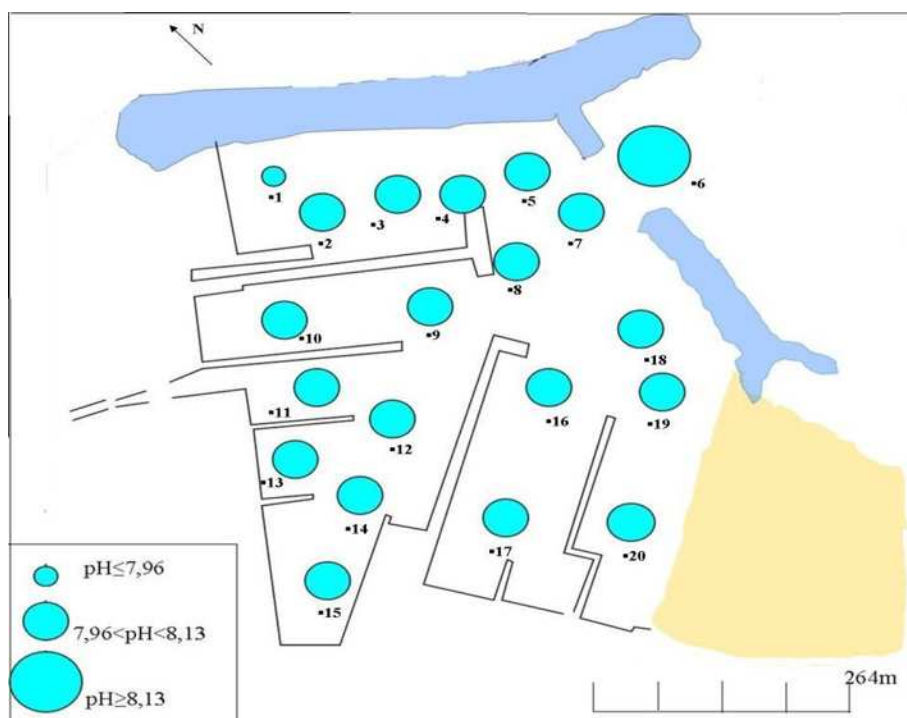


Figure 19- la répartition spatiale de pH au niveau du port de sidi-Fredj.

I.4 Variation de l'oxygène dissous O₂ (mg/l)

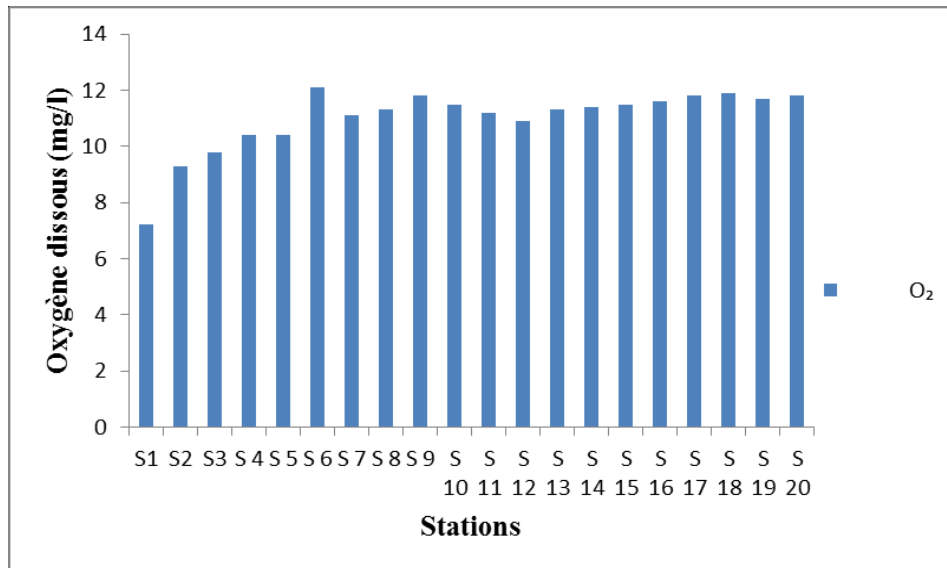


Figure 20- Variation de la concentration de l'oxygène dissous-en (mg/l)

Les teneurs en oxygène dissous dans les eaux superficielles du port de Sidi-Fredj varient entre 7.2 (mg/l) (valeur minimale), et 12.1 (mg/l) (teneur maximale), avec une moyenne de 11 (mg/l) et un écart type de 1,122.

La plus faible valeur est observée à la station 1. Tandis que la teneur la plus élevée est signalée à la station 6.

Les teneurs minimales sont enregistrées au niveau du port (bassin 3), ces concentrations s'expliquent par l'intense consommation d'oxygène dans les processus de minéralisation de la matière organique.

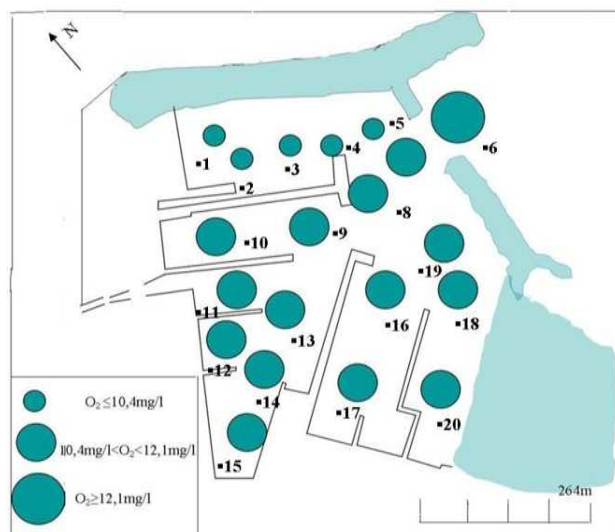


Figure 21- la répartition spatiale de l'oxygène dissous dans le port de sidi-Fredj

2- Variation des paramètres mesurés au laboratoire

A partir des échantillons prélevés, nous avons effectué la mesure de la matière en suspension et de la matière organique, selon les protocoles décrits par **Aminot et Chaussepied., (1983)**, l'analyse des hydrocarbures.

Les résultats sont présentés graphiquement et sous forme des figures déterminant la répartition spatiale des paramètres en fonction des stations prélevés.

Tableau 04- Les résultats des paramètres mesurés au laboratoire.

Stations	S2	S6	S12	S17	S18	Moyenne	Ecart-type
MES (mg/l)	94.08	93.56	93.24	107.2	107	99.016	2.993325909
MO (mg/l)	12	12	16	8	8	11.2	2.993325909

: Valeur maximale. : Valeur minimale.

2.1 Variation de la matière en suspension

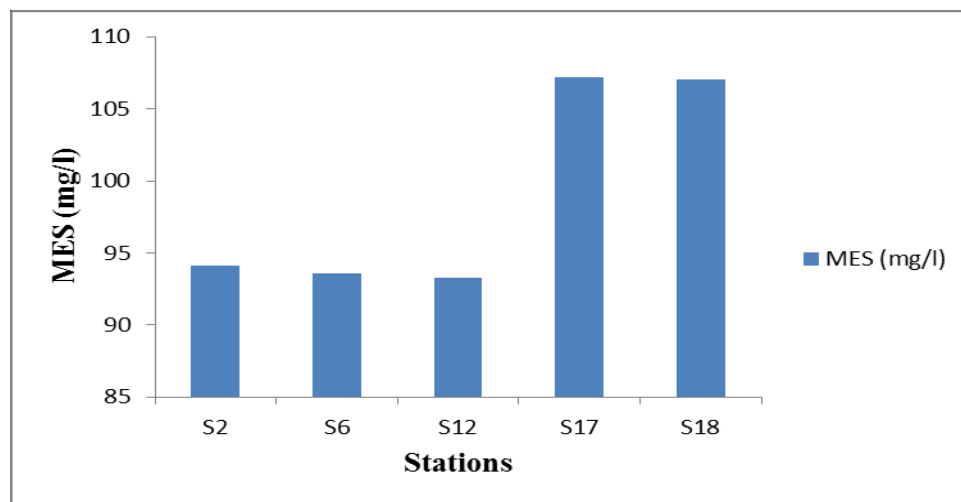


Figure 22- Variation de la matière en suspension dans la zone de Sidi-Fredj

Les valeurs de la matière en suspension sont comprises entre 107.2 et 93.24 (mg/l) avec une valeur moyenne de 69.82 (mg/l) et un écart type de 20.98.

Les fortes teneurs en MES se localisent dans les stations de la plage est.

Cette augmentation s'explique par l'agitation des eaux de surface qui favorisent la mise en suspension des particules et les déchets organiques.

La teneur au niveau de la station 1 (présence d'un égout). Les autres stations du port (ST2, ST3) présente des teneurs moins importantes à cause de l'éloignement de ce dernier du rejet principal.

On note aussi que dans le port, il y a absence suffisant pour véhiculer la matière en suspension vers les autres bassins.

Si le vent est très faible voire nul, les trajectoires des courants observés devant l'entrée du port est faible.

En conclusion, le sens et l'intensité des courants dans la zone de Sidi-Fredj sont étroitement liés au régime des vents régnant et contribuent à l'agitation dans les bassins intérieurs du port.

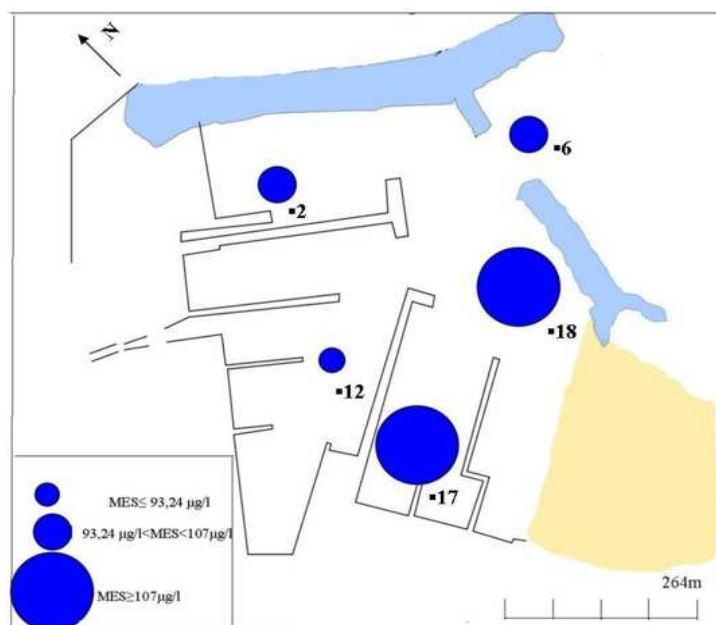


Figure 23- répartition spatiale de MES dans le port de sidi-Fredj.

2.2 Variation de la matière organique

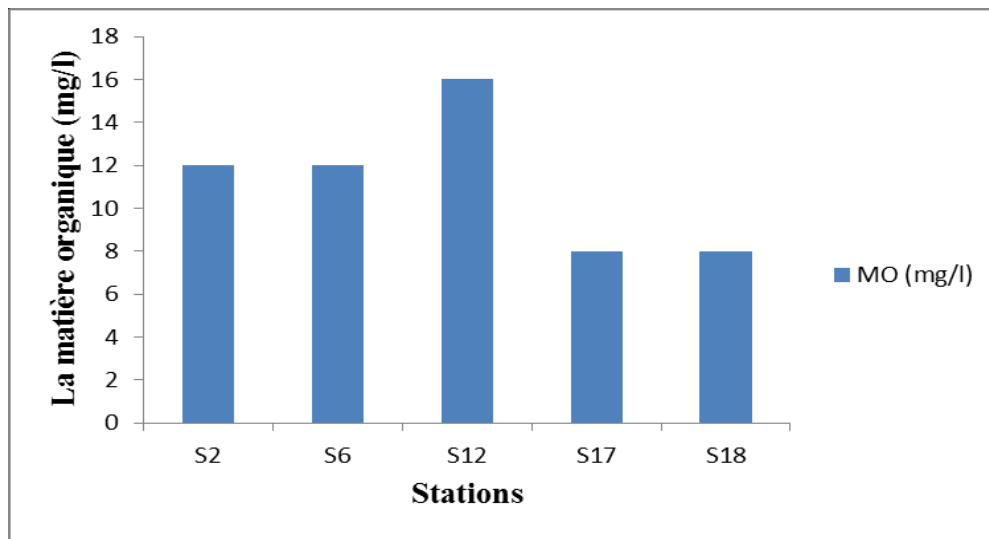


Figure 24- variation de la matière organique au niveau de Sidi-Fredj

La matière organique mesurée au niveau de la zone de Sidi-Fredj varie entre 8 (mg/l) et 16 (mg/l) avec une moyenne et un écart type respectivement de

La teneur la plus faible est enregistrée au niveau de la dix-septième station avec une valeur de 8 (mg/l). La douzième station présente la valeur la plus élevée avec une valeur de 16 (mg/l).

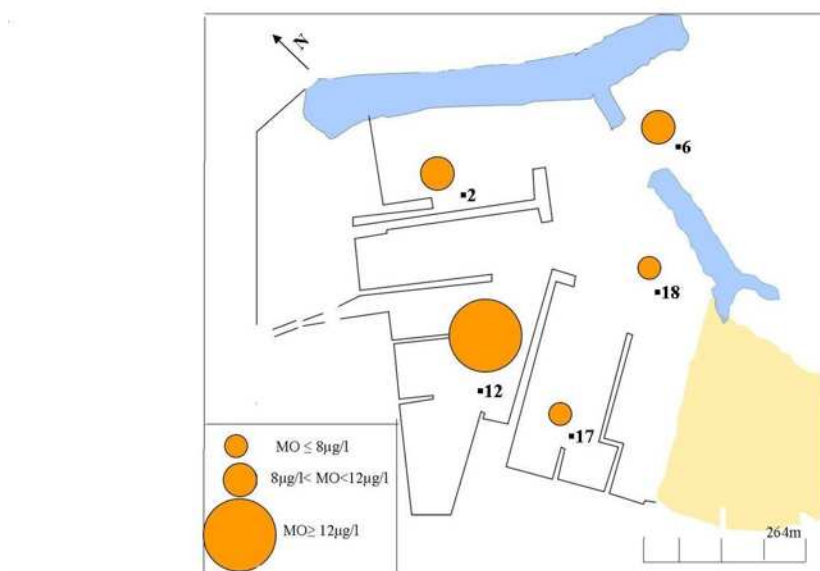


Figure 25-la répartition spatiale de la MO dans le port de sidi-Fredj

2.3. Résultats d'analyse des hydrocarbures polyaromatiques (HPA)

Les hydrocarbures aromatiques sont les plus toxiques suivis dans l'ordre par les séries « oléfiniques », « naphéniques », « paraffiniques ». Les moins toxiques sont les composés monoaromatiques.

En effet, la toxicité augmente avec le poids moléculaire, elle est maximale avec des composés possédant 4 à 5 cycles, par ailleurs, l'alkylation du noyau aromatique augmente la toxicité des composés à la fois pour les séries du « benzène » et du « naphthalène ».

2.3.1. Eau de mer :

L'analyse des échantillons de l'eau de mer du port de Sidi-Fredj pour les hydrocarbures par la (SFUV) présente des concentrations comprises entre 0,3 µg/l et 2,7 µg/l avec une valeur moyenne de 1,41 µg/l et un écart type de 0,88 µg/l.

Tableau 05- concentration des HPA dans l'eau de mer du port de Sidi-Fredj

Station	S2	S6	S12	S17	S18	Moyenne	Ecart-type
HPA(µg/l)	1,2	0,3	2,7	1,8	1,09	1,418	0,88

: Valeur minimale. : Valeur maximal.

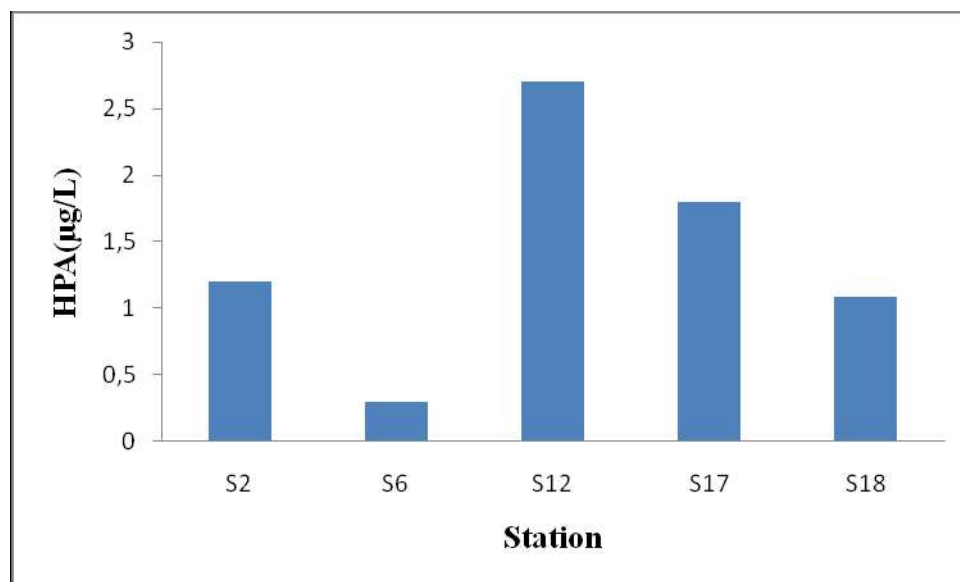


Figure 26- histogramme déterminant la variation des HPA dans l'eau de mer du port de Sidi Fredj

A Partir de l'histogramme, on distingue nettement, un minimum de concentration des HPA au niveau de la sixième station avec une teneur de $0,3 \mu\text{g/l}$. Située à l'extérieur du port, cette station est exposée au milieu ouvert et aux forces hydrodynamiques des houles, donc les eaux à ce niveau-là sont issues du mélange permanent entre les eaux du port et celles du large permettant ainsi d'alléger les teneurs des HPA.

Le maximum de concentration est localisé au niveau de la station 12 avec une teneur de $2,7 \mu\text{g/l}$, cela est expliqué par le confinement important existant à ce niveau, une conséquence directe des faibles échanges avec les eaux extérieures au port.

Entre ces deux limites, des teneurs intermédiaires sont observées au niveau des autres stations et cela en fonction de l'éloignement de ces stations de l'entrée du port et la possibilité des échanges des eaux avec celles de la mer ouverte. La station 18 est très proche de l'entrée, les échanges des eaux sont susceptibles de s'effectuer plus facilement par apport aux autres coins du port, ce qui permet d'observer une concentration légèrement faibles par apport aux autres ($1,09 \mu\text{g/l}$). La station 2, elle aussi proche de l'entrée mais moins communicante avec les eaux du large, connaît une concentration un peu plus élevée comparée avec la précédente conséquence directe de la structure du port par apport au sens du courant. En fin, au niveau de la station 17, la concentration observée est de ($1,8 \mu\text{g/l}$), cela est expliqué par les mêmes raisons citées ci-dessus.

Le calcul révèle que les station S_2 avec une valeur de ($1,2 \mu\text{g/l}$) dont elle se situe dans le troisième bassin qui est délimité par la grande jetée, et la station S_{17} de valeur un peu plus élevée de ($1,8 \mu\text{g/l}$) qui est délimitée par l'appontement 3 à l'intérieur et la jetée sud à l'extérieur. Enfin, on a la station S_{18} qui se situe au niveau du bassin 5 à la sortie du port et communique avec le large de la valeur un peu faible ($1,09 \mu\text{g/l}$).

Les teneurs des échantillons indiquent que la distribution spatiale des HPA dans l'eau de surface est très variable et hétérogène.

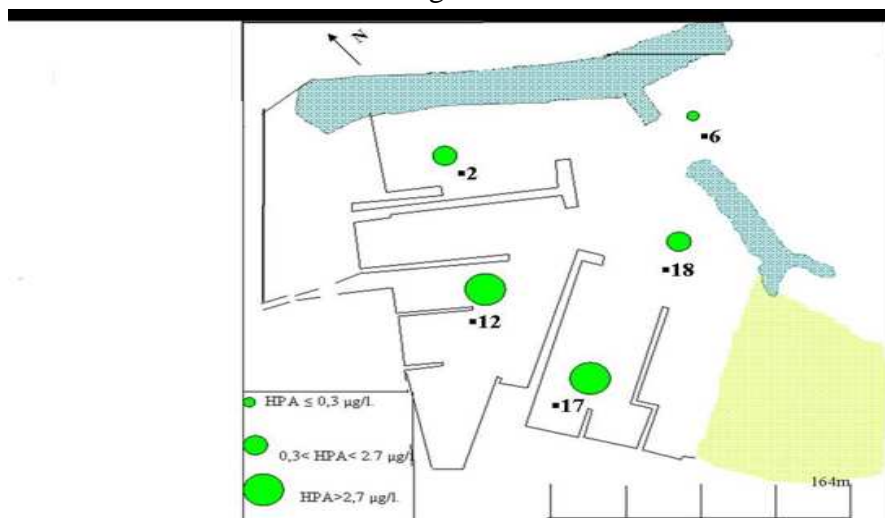


Figure 27- la répartition spatiale des hydrocarbures polyaromatiques dans l'eau de mer du port de Sidi-Fredj.

En plus, des HPA d'origine biogène peuvent être l'un des principales causes de ces grandes concentrations dans le milieu marin. (U.N.E.P/I.O.C/I.A.E.A, 1995).

L'enrichissement du milieu marin en HPA est encore lié à la combustion partielle de la matière organique. Les HPA néoformés s'incorporent à l'eau de mer à travers les processus fluviaux et éoliens (U.N.E.P/I.O.C/I.A.E.A, 1995).

Selon Grimalt et al, (1988), les HPA rejetés en mer ouverte sont encore attribués aux apports atmosphériques.

En effet, l'atmosphère joue un rôle prépondérant dans l'apport des HPA à la mer (Broman et al, 1991). Par la suite les HPA rejoignent le milieu marin par le biais des précipitations, des dépositions sèches et à travers l'interface air/mer. Les sources potentielles de pollution par les HPA sont nombreuses, les émissions de gaz d'échappements des automobiles par combustions d'essences contribuent significativement à la pollution de l'air urbain par les HPA (Westerholm et al, 1988).

Sellali (1996), évoque aussi l'importante influence des sources anthropiques et de la circulation automobile sur la qualité de l'eau de mer de surface. La variabilité spatiale des HPA dans l'eau de mer s'expliquerait d'une part, par des apports potentiels d'autre part, une élimination simultanée des HPA à la surface marine provoquerait une diminution des teneurs. Selon Lacaze (1980), cette hétérogénéité peut être causée par une dégradation biologique.

En effet, selon halmann (1996), les HPA sont ingérés par les organismes marins pour subir par la suite des transformations partielles. La microcouche de surface est enrichie par des résidus organiques (pétrole dégradé) comparée à l'eau de surface sous-jacente (bruns K.A. and Saliot . A., 1986).

Des facteurs physicochimiques comme l'évaporation, l'émulsification et la dissolution interviennent dans la réduction et la disparition des HPA à la surface de l'eau de mer (Lacaze, 1980).

Selon Lacaze (1980), le déplacement des produits pétroliers en surface est plus dépendant des vents que des courants ce qui expliquerait en partie, les fortes teneurs au centre des bassins S₂, S₁₂, S₁₇ et celle faible rencontrées à l'extrémité aux S₆ et S₁₈

L'oued El-Harrach rejette des quantités non négligeables d'hydrocarbures dans le milieu marin avoisinant. L'importance et la régularité des apports biogène et anthropiques dans cet oued, sa contribution à la qualité de l'eau de mer semble probable. En effet, cinq exécutaires principaux débouchent vers la mer directement par l'intermédiaire de l'oued El-Harrach sans aucun prétraitement préalable.

Les HPA ne sont pas en équilibre entre les phases particulaires et dissoutes, la phase particulaire est enrichie (Bouloubasi et Saliot, 1992).cette sédimentation des HPA

particulaires réduirait, en partie, leur quantité à la surface de l'eau d'où la faible teneur (0,3µg/l) retrouvée dans la station 6. Les HPA prélevés seraient en majorité dissous et en petite quantité. Le non fonctionnement de la station d'épuration de la zone industrielle favorise l'enrichissement du milieu marin en HPA puisque les eaux industrielles sont évacuées sans aucun traitement dans l'oued El-Harrach (1 m³/s) et à la cote qui reçoit aussi les eaux usées urbaines des camps d'habitation (ANRH, 2003).

Selon **Berné et Cordonnier (1991)**, parmi les principaux polluants impliqués dans les eaux résiduaires de l'industrie du pétrole, sont répertoriés les hydrocarbures aliphatiques et aromatiques.

Cependant, une fois en mer, les processus tels que la répartition à l'équilibre entre l'eau et les particules en suspensions, la photo oxydation, les différents processus biologiques tels que bioaccumulation, la dégradation microbiologique, modifient considérablement les concentrations et la composition des hydrocarbures introduits dans l'océan superficiel (Martin et Saliot, 1992). Selon ces mêmes auteurs, d'autres processus d'élimination des HPA sont à signaler. L'éjection de ces composés sous forme d'aérosols est suivie d'une intense et rapide dégradation dans l'atmosphère. Ces composés, malgré les fortes teneurs rencontrées, peuvent avoir diminué entre le moment de leur rejet et celui de l'échantillonnage (**Bruns et al, 1982, Walker, 2001**).

Effectivement, quelle que soit la stabilité des hydrocarbures, des transformations se produisent en particulier dans les zones côtières. Ces transformations physicochimiques dues aux forts gradients de salinité, de pH, aux réactions photochimiques et biologiques en particulier microbiologiques (**Saliot et al, 1992**).

La combinaison et la complexité de ce processus expliquent l'hétérogénéité de la distribution des HPA à la surface de l'eau de mer. Cependant, les fortes teneurs rencontrées dans le port de Sidi-Fredj semblent indiquer que l'équilibre entre les apports et les processus d'élimination est rompu. Ces concentrations extrêmes signifieraient que les apports en HPA sont de loin plus importants que toutes les voies de sortie des HPA du milieu marin du port de Sidi-Fredj.

Conclusion

Conclusion

L'étude menée à travers ce mémoire est basée sur l'approche de l'utilisation des paramètres physico-chimiques en tant que traceurs océaniques et aussi à l'étude des contaminants (hydrocarbures poly-aromatiques) et leurs niveau de contamination dans le milieu marin.

La distribution de la matière en suspension dans le port de Sidi-Fredj est principalement gouvernée par l'activité anthropique (rejets d'eaux usées), pour la matière en suspension, les valeurs les plus importantes sont à proximités du point de rejet et au niveau des stations 17 et 18 situées dans la petite jetée sud.

Cependant, l'analyse de l'eau de mer du port de Sidi-Fredj par la Spectrofluométrie à ultra-violet donne un résultat instantané de la pollution par les hydrocarbures poly-aromatiques. L'utilisation de cette technique d'analyse (Spectrofluométrie à ultra-violet) nous à permet de cerner une pollution de l'eau de mer dans le port de Sidi-Fredj avec une teneur maximale de **2,7($\mu\text{g/l}$)**

Ce résultat souligne la présence d'une pollution, si l'on réfère aux normes de qualité environnementale dans l'eau, proposés par le réseau national d'observation (**RNO, 2002 in Louchami,2006**) qui est de **1,2 ($\mu\text{g/l}$)**.

Nous proposons le plan général ci-après pour le control de la pollution :

- Collecte de données de base sur toutes les sources existantes de pollution par le moyen d'enquêtes nationales et calcules des charges théoriques.
- Evaluation de l'état des plans d'eau à l'aide d'analyses chimiques de type simple et d'activité de surveillance biologique.
- Evaluation des dommages possible aux pêcheries par les moyens suivants :
 - Examen des données publiées, épreuves de toxicité pour des espèces locales et chaque fois que possible, analyse chimique des composantes de l'environnement ;
 - Formulation de «normes» de sécurité pour les effluents, et d'une liste «grise» de substances dangereuse ;
 - Détermination d'objectifs pour les eaux réceptrices sur la base de critère de qualité des eaux, modifiés de manière appropriée, déjà proposé ailleurs.

Enfin, compte tenu de l'état actuel du port de Sidi-Fredj, nous recommandant des perspectives d'avenir pour diminuer la pollution et sauvegarde du patrimoine marin.

Bibliographie

- **Abd elguerfi A., 2003.** Bilan des expertises sur (Menaces pesant sur la diversité biologique). MAT-GEF/PNUD-Projet. ALG 97/G31 : 256p.
- **Aminot A. et Kerouel R., 2004.** Hydrologie des écosystèmes marins. Paramètres et analyses. Edt *Ifremer*. 336 p.
- **Aminot A. et Chaussepied M., 1983.** Manuel des analyses chimiques en milieu marin. Edt CNEXO, *Brest*. 395p.
- **Amrani S. et Ferhat R.A., 1994.** Etude des caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques de l'eau dans un port de plaisance (sidi-Fredj). Mémoire de D.E.U.A. ISMAL, 78p.
- **ANRH, 2003 :** Agence national des ressources hydrauliques.
- **Audigie .C.L, Dupont .G, Zonzaine. F., 1983.** Principe des méthodes d'analyses biochimiques. *Ed C.N.E.X.O.*, Tome 2, pp 28-33.
- **Bachouche. S 2010, Les ports d'Alger et de bouharoun :** étude des paramètres, granulométriques, biologiques et de pollution dans les sédiments et l'eau en vue d'une opération de dragage. P 20
- **Berné F. et Cordonnier J. (1991),** Traitement des eaux : Epuration des eaux résiduaires de raffinage conditionnement des eaux de réfrigération (*technip edt*), 306p.
- **Bodenec. G, Pignet. P, Caprais.J.C., 1983.** Suivi chimique de la pollution pétrolière dans les eaux et les sédiments.*Ed.C.N.E.X.O.* Paris, 108p.
- **Bouloubasi I et Saliot A., 1995.** Dissolved particulates and sedimentary naturally derived polycyclic aromatic hydrocarbons in coastal environment: geochemical significance. *Marine chemistry*. 127-143p.
- **Bruns K, and Villeneuve J.P., 1982.** Dissolved and particulate hydrocarbons in water from spring sampling of the Var River estuary (S. France). *Toxicological and Environmental chemistry*, Vol.5, pp. 195-203.
- **Bruns K. A. and Saliot A., 1986.** Petroleum hydrocarbons in the mediterranean sea : A Mass Balance. *Marine chemistry*, 20, *Elsevier science publishers B.V*, pp141-157.
- **Fattal P., 2008.** Pollution des côtes par les hydrocarbures. "synthèse " *Institut océanographique*, Paris, 319p.
- **Gaujous D., 1995.** La pollution des milieux aquatiques, aide-mémoire, technique et documentation. 40-41 p.
- **Halmann M.M., (1996).** Photodégradation of water pollutants (*CRC. press , edt*), 301.
- **Haoua M. et Laloui A., 2006.** Analyse corrélative des paramètres physico-chimiques indication de la pollution aquatique dans la zone d'est de Sidi-Fredj (port et plage est). Mémoire de D.E.U.A. ISMAL, 45p.
- **I.C.O., 1982.** The contamination of petroleum hydrocarbons in sediments. Manual and guides, CNEXO, n° 11. 96p.
- **Louchami M., 2006.** Evaluation de la pollution marine par les hydrocarbures totaux et polyaromatiques : Application port d'Alger, 55p.
- **Kezzouli K. et Taibi A., 2005.** Sidi-Fredj, Situation du littoral, diagnostic cause d'érosion et solutions d'aménagement. Mémoire d'ingénieur. ISMAL, p.
- **Revue maritime trimestriel, 1861.** Revue trimestrielle. Convention des nations unies sur le droit de la mer dite Montego bay (1982). *Publiée par l'institut Français de la*

mer. 151p.

- **Lacaze.J-C., 1980.** La pollution pétrolière en milieu marin. *Edt Masson.* 118-119p.
- **L.E.M.,1984.,** Etude de protection du rivage de Sidi-Fredj et de club des pins. Laboratoire d'étude maritime
- **Marchand M., 1983.** Estimation des hydrocarbures dans l'eau et les organismes marins par spectrofluorimétrie ultra-Violet. Manuel des analyses en milieu marin, *Ed. C.N.E.X.O.*, pp 329-336.
- **Oukazi H., 1993.** Le port de plaisance de Sidi- Fredj : approche critique à travers son fonctionnement et son impact sur l'environnement médiate.
- **Rodier J., 1996.** L'analyse de l'eau [8 édition] eaux naturelles, eaux résiduelles, eaux de mer. Edition : DUNOT (Paris) pp 170 385- 401.
- **Saliot A, et al., 1992.** Stratégies d'échantillonnage et d'analyse appliquées à l'étude des polluants organiques dans les eaux côtières. *Hdroécol. App.*, Tome4 Vol.2, pp 9-21.
- **Smail M.B, et Mazouz M., 1996.** Etude de la pollution de l'eau de mer par les hydrocarbures sur le site côtier de Tamenfoust. *Mémoire d'ingénieur d'état USTHB.*60 p.
- **U.N.E.P/I.C.O/I.A.E.A., 1995.** Reagent and laboratory-ware clean-up procedures for low-level contaminant monitory. Reference methods for marine pollution studies, n⁰ 65 p.
- **U.N.E.S.C.O, 1984.** United Nations Educational Scientific and Cultural Organization.
- **Walker, C. H., 2001.** Organic pollutants: An ecotoxicological. Perspective. London: Taylor and francis.316p, ISBN 0-203-79329-3.
- **Westelholm R, N., 1988.** Effect of fuel polycyclic aromatic contents on the emissions of polycyclic aromatic hydrocarbons and other mutagenic substances from à gasoline-fueled automobile. *Environ. Sci. Technol.*, Vol 22,8, pp.925- 930.

