

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

Port de Sidi Fredj :

Quantités de sédiments à draguer

Préparé par :

- **GOUCEM Tarek Lamine**
- **REBHI Mokhtar**

Examiné par :

**Mr BACHOUCHE Samir**

**Promoteur**

**Session : Juillet 2011**

## ***Index des abréviations***

**AFNOR** : Association Française de Normalisation

**IFREMER** : Institut Français de la Recherche et l'Exploitation en Mer

**ONM** : Office National Météorologique

**SDAT** : Schéma Directeur d'Aménagement du Territoire

**SSMO** : Summary of Synoptic Meteorological Observation

## ***Index des figures***

<b><i>Figure I.1:</i></b> Image Google de la baie d EL Djamila.	p.01
<b><i>Figure I.2 :</i></b> le port de Sidi Fredj.	p.03
<b><i>Figure I.3 :</i></b> Localisation de la baie de Bou-Ismail (Leclaire, 1972)	p.07
<b><i>Figure I.4:</i></b> Carte sédimentaire de la baie de Bou-Ismail. (PAC, 2004)	p.07
<b><i>Figure II.1 :</i></b> Répartition des différentes stations de prélèvement dans le port de Sidi Fredj.	p.09
<b><i>Figure III.1 :</i></b> Courbes granulométriques des stations (1-21).	p.18
<b><i>Figure III.2 :</i></b> Répartition de la médiane ( $Q_{50}$ ) dans le port de Sidi Fredj.	p.19
<b><i>Figure III.3 :</i></b> représente le taux de pélites dans les stations étudiées.	p.20
<b><i>Figure III.4 :</i></b> Répartition de fraction pélitiques dans le port de Sidi Fredj.	p.21
<b><i>Figure III.5:</i></b> représente le taux de matières organiques dans les stations étudiées.	p.21
<b><i>Figure III.6 :</i></b> Répartition de Matière Organique dans le port de Sidi Fredj.	p.22
<b><i>Figure III.7 :</i></b> bathymétrie du port de Sidi Fredj.	p.23
<b><i>FigureVI.1 :</i></b> Schéma simplifié des options de gestion des sédiments de dragage.	p.26
<b><i>Figure IV.2 :</i></b> Bathymétrie actuelle du port de Sidi Fredj	p.27
<b><i>Figure IV.3 :</i></b> Carte de dragage du port de Sidi Fredj	p.28

## *Liste des tableaux*

**Tableau II.1** : diamètre des grains et l'appellation correspondant à la norme française

**p.12**

**Tableau II.2**: classification des sédiments

**p.14**

**Tableau IV.1** : Surface et quantités à draguer dans le port de Sidi Fredj

**p.28**

## *Index des photos*

***Photo II.1 : Echosondeur***

**p.10**

***Photo II.2 : Benne VAN VEEN***

**p.10**

***Photo II.3 : four à moufle***

**p.11**

***Photo II.4 : balance de précision***

**p.11**

***Photo II.5 : tamiseuse avec sa colonne de tamis complète***

**p.12**

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

Port de Sidi Fredj :

Quantités de sédiments à draguer

Préparé par :

- GOUCEM Tarek Lamine
- REBHI Mokhtar

Examiné par :

Mr BACHOUCHE Samir

Promoteur

Session : Juillet 2011

# **SOMMAIRE**

*LISTE DES ABREVEATIONS*

*INDEX DES FIGURES*

*INDEX DES TABLEAUX*

*INDEX DES PHOTOS*

Introduction.....01

## **Chapitre I:Generalite**

I.1.Situation géographique:.....	02
I.2. Le port de plaisance de sidi Fredj approche globale :.....	03
I.2.1. Généralités sur le port de plaisance :.....	03
I.2.2. L'aménagement intérieur du port :.....	03
I.2.3. Les ouvrages :.....	04
I.2.4. Les échanges du port avec le large :.....	05
I.3. données naturelles de la zone côtière de Sidi Fredj :.....	05
I.3.1. Données océanographiques :.....	05
I.3.1.1.les houles :.....	05
I.3.1.2.les courants :.....	05
I.3.2 : Données climatiques et météorologiques :.....	05
I.3.2.1. Température :.....	06
I.3.2.2.Pluviométrie :.....	06
I. 3.3. Les vents :.....	06
I.4 : Aspect du milieu physique et naturel :.....	07
I.4.1 : Aspect morphologique :.....	07
I.4.2.Aspect géologique :.....	07

## **Chapitre II : Matériels et méthode**

II.1 : travaux en mer :.....	09
II.2 : choix et localisation des stations :.....	09
II.3 : prélèvement des sédiments :.....	10
II.4 : travaux au laboratoire :.....	10
II.4.1 : Détermination du taux de matières organiques :.....	10
II.4.2 : analyse granulométrique :.....	11
II.4.2.1 : but de l'analyse :.....	11
II.4.2.2 : Principe de la méthode :.....	11
II.4.2.3 : mode opératoire de l'analyse granulométrique :.....	13
II.4.2.4 : traitement des données :.....	13

## **Chapitre III : Résultats et discussion**

III.1 : Granulométrie :.....	15
III.1.1 courbes granulométriques :.....	15
III.1.2: résultats de l'analyse granulométrique :.....	19
III.1.2.1.Le premier quartile $Q_{25}$ :.....	19
III.1.2.2.Le troisième quartile $Q_{75}$ :.....	19

III.1.2.3.Le deuxième quartile $Q_{50}$ :.....	19
III.2 : La fraction péritique :.....	20
III.3.Taux de matières organiques dans le sédiment :.....	21
III.4.bathymétrie :.....	23

#### ***Chapitre IV : Dragage***

IV.1 : Définition :.....	24
IV.2 : Les techniques de dragages :.....	24
IV.2.1 : Dragues mécaniques :.....	24
IV. 2.2 : Dragues aspiratrices :.....	25
IV.2.3 : drague pneumatique :.....	25
IV.3 : techniques de rejets :.....	26
IV.4. devenir des déblais :.....	26
IV.5 : Impact du dragage sur le milieu : .....	26
IV.6 : Dragage dans le port de Sidi Fredj : .....	27
IV.6.1 : Calcul de volume à draguer :.....	27

Conclusion :.....	28
-------------------	----

#### ***REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES***

#### ***ANNEXE***



# *INTRODUCTION*

# *INTRODUCTION*

De nos jours, le littoral est l'un des espaces économiques le plus convoité tant pour sa partie marine que pour sa partie terrestre. En effet, les activités économiques essentielles s'y concentrent comme les industries, le tourisme conduisant à une urbanisation rapide et dense. (MOUSSONI M, 2003)

Longue de 6km, la baie d'El Djamila comporte deux ports à ces extrémités : le port d'El Djamila à l'est et le port de plaisance de Sidi Fredj à l'ouest. Les ports étant des lieux calmes, ils sont souvent sujet d'ensablements. Pour une meilleure et adéquate utilisation des ports, des dragages d'entretien sont nécessaires.

L'étude démontre que le port de Sidi Fredj connaît un ensablement terrible, un dragage urgent est de vigueur pour donner à ce port une nouvelle jeunesse.

Ce présent mémoire est élaboré selon quatre parties :

- La première partie, elle regroupe les aspects relatifs aux données climatiques, océanographiques, géologiques et morphologiques de la zone étudiée.
- La seconde partie, présentation du matériel et des méthodes utilisées.
- La troisième partie, comporte l'essentiel des résultats obtenus lors des différentes études (granulométrie, MO) ainsi que leurs interprétations.
- La quatrième partie : conclusion du travail effectué, qui n'est que la détermination de la quantité de sédiment à draguer dans le port de Sidi Fredj avec des recommandations que nous avons jugées essentielles en ce qui concerne le devenir des déblais.

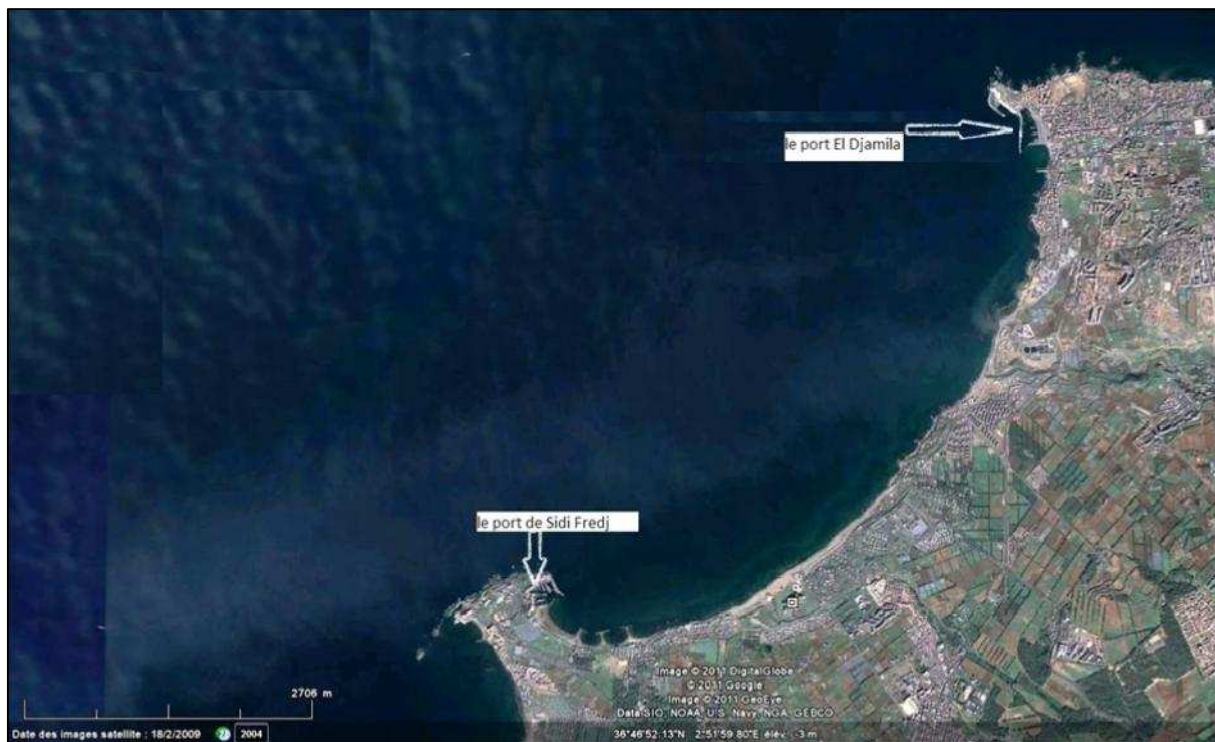
*GENERALITE*

### ***I.1. Situation géographique :***

Sidi Fredj est considéré comme étant une presqu'île se situant à environ 25km à l'ouest d'Alger dans la partie ouest de la baie d'El Djamila, ayant nul linéaire côtière d'environ 6km de long. Ses coordonnées Géographiques sont :

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

Le port de sidi Fredj est implanté dans l'anse est de la presqu'île, il s'intègre dans le complexe touristique, le tous formant une station balnéaire importante dans la commune de Staouéli wilaya d'Alger. (Figure I.1)



***Figure I. 1:***Image Google de la baie d EL Djamila

Le port sidi Fredj est adossé à un promontoire rocheux qui marque l'extrémité ouest de la baie d'el Djamila.

La presqu'île de sidi Fredj forme le promontoire caractérisé par deux pointes :

- La pointe de MARABOUTE à l'Est (emplacement du port)
- La pointe SAINT JANVIER à l'ouest où s'étend une autre baie d'El Djamila.

## ***1.2. Le port de plaisance de sidi Fredj approche globale :***

### ***1.2.1. Généralités sur le port de plaisance :***

Les ports de plaisance sont, en principe, réservés exclusivement à l'accueil des bateaux de plaisance.

*Les ports de plaisance peuvent pratiquer diverses fonctions :*

- a. Fonction abri : utilisé comme refuge lors de mauvais temps
- b. Fonction escale : pour diverses raisons tel que : repos, ravitaillement, réparation, etc....
- c. Fonction garage : les services présentés sont :
  - Un amarrage à flot des navires si possible le long des quais ou des ouvrages d'accostages.
  - Stationnement à terre sur terre-plein ou sous hangar.
  - Le parcage des voitures des plaisanciers.

La flottille de plaisance se caractérise par une grande variété dans la taille et le type de navire, depuis les petits voiliers et canots automobiles jusqu'aux yachts de plusieurs mètres. (Aidoud & Mimouni, 2009).

Le port de plaisance de sidi Fredj a été implanté en 1969 dans la partie orientale du cap, à 25Km à l'ouest d'Alger, il couvre une superficie de 38000m<sup>2</sup> est formée de 5 bassins prévus pour l'accostage de différentes embarcations de moyen tonnage, ce dernier est protégé par des ouvrages servant comme protection et moyen de délimitation.

### ***1.2.2. L'aménagement intérieur du port :***

Le port est aménagé en 5 bassins (ou darses) utilisés pour le stationnement des bateaux de plaisance, la profondeur et la surface différente d'un bassin à un autre.

**\*bassin 1 :** est le bassin le plus éloigné de l'entrée du port d'une superficie de 8000 m<sup>2</sup> et d'une profondeur qui varie entre 0.4 et 2.2m.

**\*bassin 2 :** délimité par l'épi de la tour mauresque et l'épi de la station d'essence, d'une superficie de 3000m<sup>2</sup> et d'une profondeur de 1.75m.

**\*bassin 3 :** c'est le bassin d'hivernage délimité par la grande jetée d'une superficie de 5000m<sup>2</sup> et d'une profondeur de 3 à 4.8m.

**\*bassin 4 :** délimité par l'appontement trois (3) et la jetée sud à l'extérieur d'une superficie de 10000m<sup>2</sup> d'une profondeur de 1.4 à 2.6m.

\***bassin 5** : situé à la sortie du port et communique avec le large d'une superficie de 9400 m<sup>2</sup> et d'une profondeur de 0.5 à 5m.

\***Les appontements** : de nombre 8 jouent un rôle d'une passerelle pour assure une occupation équilibre du plan d'eau suivant le nombre d'embarcations et le tirant de l'eau

On remarque deux types d'appontements : 4 appontements fixes et 4 appontements flottants

### 1.2.3. Les ouvrage :

- La grande jetée nord, de 260m de long se terminant par un musoir servant de barrière
- La petite jetée sud longue de 200m.

Ces deux jetées sont de type à talus faites d'enrochement naturels :

- coté mer : le talus de la digue est protégé jusqu'à une certains profondeur (1.5m) par des blocks d'enrochements naturel.

- coté port: la digue est aménagée en quai accostable.

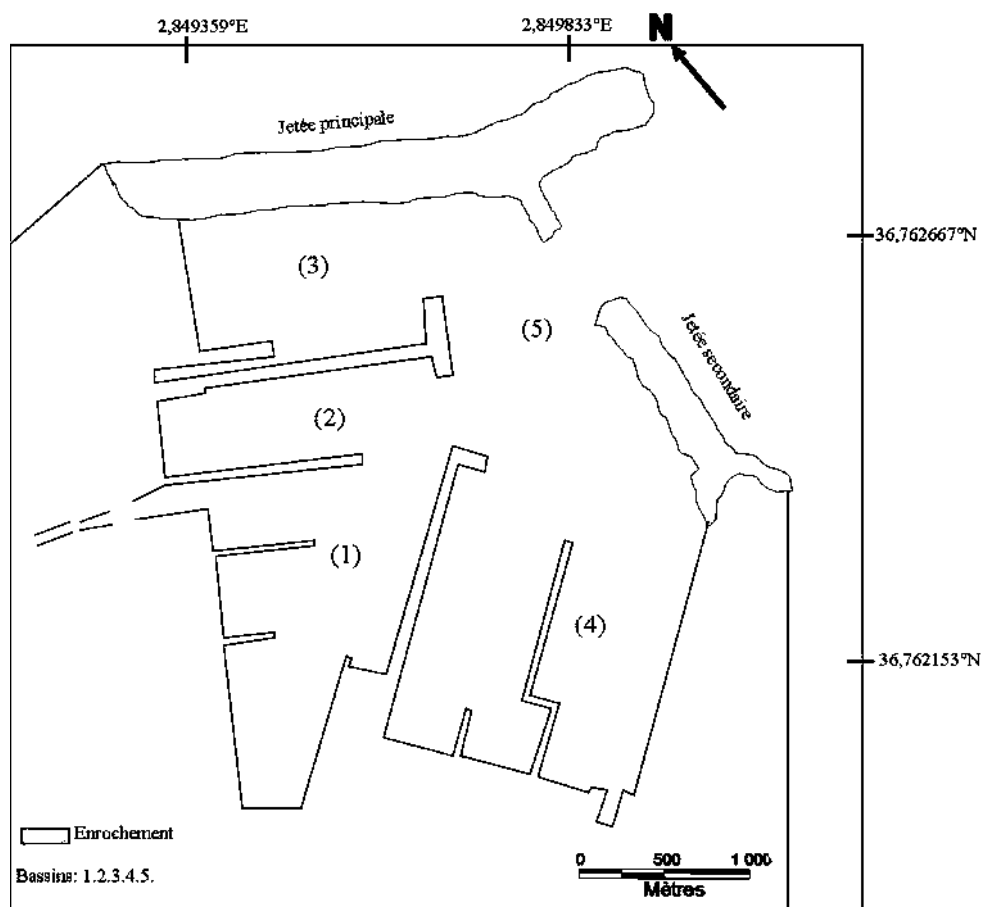


Figure I.2 : le port de Sidi Fredj (Goucem et Rebhi, 2011)

#### ***1.2.4. Les échanges du port avec le large :***

Le port est considéré comme étant semi-ouvert vue son ouverture

- Du côté est (entrée du port) les échange avec le large

-Du côté ouest, la communication se fait a travers un petit canal (a proximité de la tour mauresque)

On constate malgré ses deux ouvertures que l'eau reste insalubre, c'est-à-dire que les échanges restent assez faibles dus à la quantité plus ou moins importante de macro déchets qui jonchent le canal empêchant la circulation des eaux.

#### ***1.3. données naturelles la zone côtière de Sidi Fredj :***

##### ***1.3.1. donnée océanographique :***

###### ***1.3.1.1.les houles :***

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

-Les houles plus fortes sont hivernales, de direction ouest dominante avec les plus grandes amplitudes

- En été, les directions dominantes sont l'est avec des amplitudes plus faibles (Oukazi, 1993)

###### ***1.3.1.2. les courants :***

Le long des cotes algériennes, les courants sont relativement faibles et ne constituent pas un facteur déterminant pour le fonctionnement des ouvrages littoraux. (Oukazi , 1993)

Les informations compilée au cours des observations enregistrées au large par l'institut météorologique Royal Néerlandais indique que les courants ont une vitesse inférieure à 0.5 nœud pendant environ 75% et un nœud pour 80% du temps

##### ***1.3.2 : Données climatiques et météorologiques :***

La région de Sidi Fredj est caractérisée par un climat méditerranéen relativement froid, humide en hiver et chaud en été.

Pendant une durée de 10 ans l'étude réalisée par station météorologique de Dar El-Beida ont montre que la région de sidi Fredj est caractérisé par :

Une période hivernale : dont la précipitation est considérable, (mois de décembre au mois de mai), la quantité moyenne varie entre 15 à 68 mm et la température sont basses et s'échelonnent entre 6°C et 20°C

Une période estivale : précipitation réduit, (juin à septembre) la quantité varie entre 4 et 25 mm et la température sont très élevée, la saison est caractérisée par une chaleur intense, varie entre 25°C et 38°C

### ***1.3.2.1. Température :***

La température moyenne la plus basse est celle du mois de janvier. Elle est égale à 11,89°C pour la période de 10 ans de 1999 jusqu'à 2009, alors que août est le mois le plus chaud avec une valeur de 29,14°C. Il est à noter que le mois de janvier est le plus froid avec une moyenne des minima de 5,3°C. *Tableau. I.1 (Annexe)*

### ***1.3.2.2. Pluviométrie***

Selon Ramade (1984), la pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres, marine.....etc.

Il est intéressant de noter la fréquence des jours de pluie, leur répartition au cours de l'année leur intensité soit la quantité d'eau tombée par unité de temps (Faurie et al. 1980).

Les précipitations mensuelles sur une période de 10 ans (1999-2009) dans la station de Dar El Beida sont mentionnées dans le *Tableau I.2 (Annexe)*

### ***Conclusion :***

Cette région est soumise à des températures agréables le long de la saison balnéaire (mai -octobre), la température est soumise à l'influence de la mer qui adoucit le climat

En générale, la saison froide est longue (octobre –mai) et la saison sèche est courte (juin- septembre)

### ***I. 3.3. 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 le régime des houles le long de l'année.

De façon générale les vents de Nord-est sont fréquents durant l'été.

Les vents de secteur Ouest l'emporte durant l'hiver, leur vitesse moyenne est relativement faible, la moyenne maximale enregistrée ne dépasse pas 2m/s (SDAT, 1986), ce qui correspond à des vents modérés

Cependant, les vents les plus violents au cours de l'année arrivent essentiellement des directions Ouest et Nord – Ouest avec des fréquences respectives de 0,6% et 0,2% (SSMO, l'année) et dominent du mois de Décembre au mois de Mai. (Oukazi, 1993)

#### ***1.4 : Aspect du milieu physique et naturel :***

##### ***1.4.1 : Aspect morphologique :***

Le promontoire rocheux abritant le port de Sidi Fredj est soudé à l'arrière-pays par un tombolo d'un km de long et de 500m de large dans l'axe est orienté vers le nord-ouest.

Le promontoire rocheux formant une barrière étroite dans l'axe majeur est orienté sud-ouest nord-est débordant des deux côtés du tombolo créant deux anses relativement abritées de part et d'autre de l'extrémité des côtes sableuses.

À l'est de la presqu'île de Sidi Fredj s'étendent les plages sableuses de Club des Pins, Moretti et plus à l'est on ne rencontre que des criques individualisées par leurs affleurements rocheux.

Du côté ouest de Sidi Fredj on rencontre également des étendues sableuses constituant les plages suivantes : plage Ouest, Palm Beach et Azur Plage.

Le seul oued se déversant dans la baie d'El Djamil est le oued de Beni Messous débouchant à environ 5km à l'est de Sidi Fredj dans le débit diminue régulièrement ses dernières années. (Bellahsene, 2002)

##### ***1.4.2. aspect géologique :***

Le substratum métamorphique de la presqu'île de Sidi Fredj est constitué de granites et gneiss largement fissurés et diaclases.

Le promontoire rocheux est constitué de quatre types de gneiss œillets identifiés par l'étude pétrographique :

- Type 1 : « vieux gneiss » caractérisé par la foliation et linéation bien marquées de teintes grises assez claires.
- Type 2 : gneiss œillet massif peu orienté de teinte claire.
- Type 3 : gneiss œillet à grains fins bien lités de teinte claire, riche en quartz.
- Type 4 : gneiss œillet avec un aspect de granite orienté avec une foliation moulante de phénocristaux.

La position de Sidi Fredj dans l'édifice structural reste difficile à préciser vu l'isolement de la formation gneissique de Sidi Fredj des autres unités techniques du massif d'Alger. (Bellahsene, 2002)

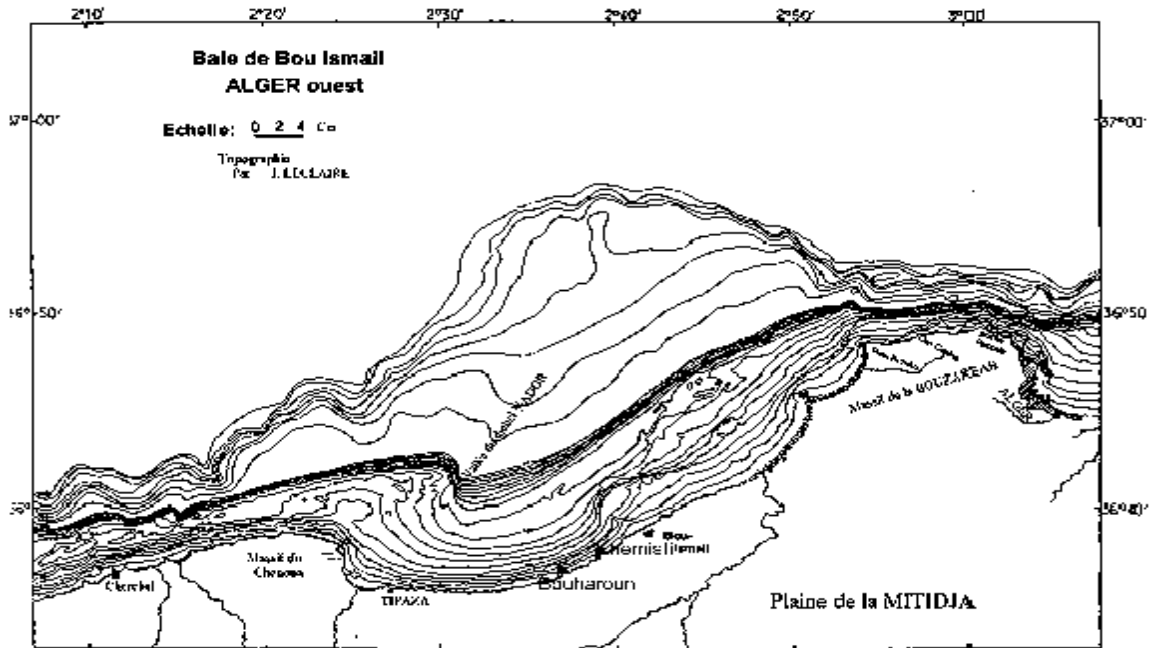


Figure I.3 : Localisation de la baie de Bou-Ismaïl (Leclaire, 1972)

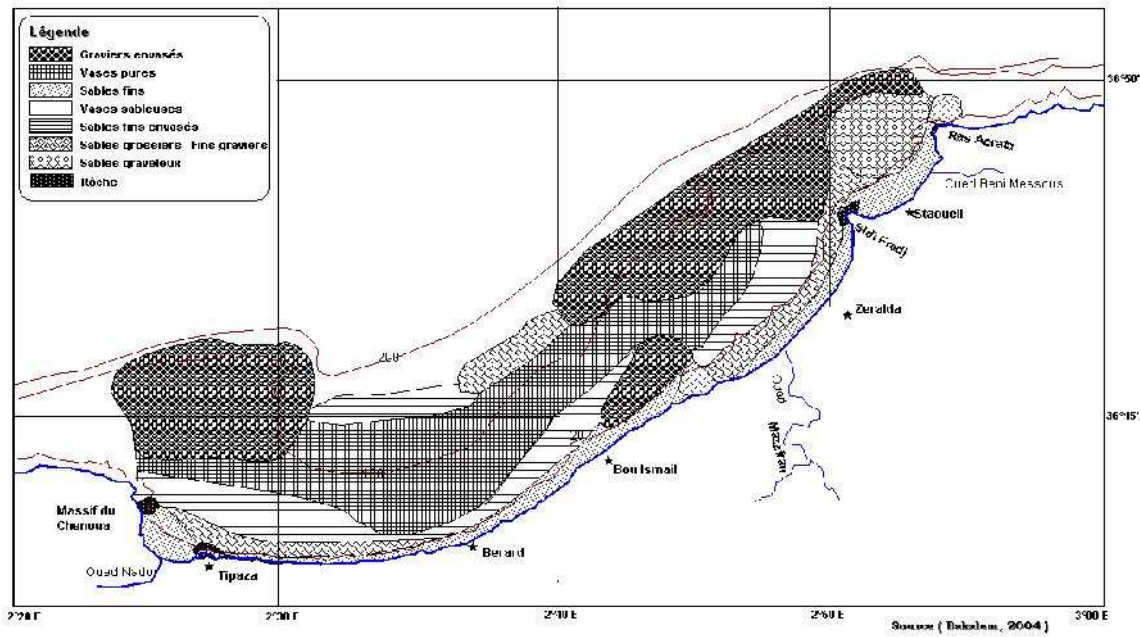


Figure I.4: Carte sédimentaire de la baie de Bou-Ismaïl. (PAC, 2004)

*MATERIELS ET  
METHODE*

### II.1 : travaux en mer :

Les travaux en eux lieu le 13/04/2011 dans des conditions météorologiques favorables (état de la mer : calme, direction du vent : néant, journée ensoleillé). Des prélèvements de sédiments ont été effectués.

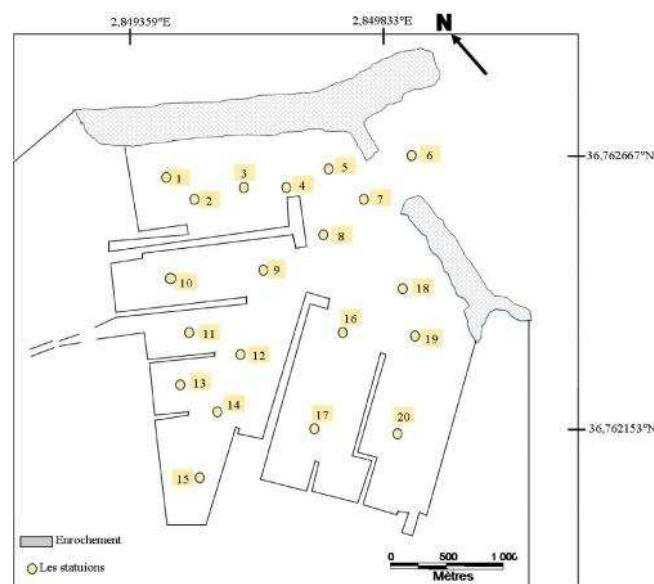
Les travaux effectués sont :

- Prélèvement d'échantillons sédimentaires dans 21 stations majoritairement à l'intérieur du port.
- Mesures bathymétriques.

A bord d'une petite embarcation « **El Aourasse** » les matériels utilisés sont :

- Une benne piocheuse de type VAN VEEN
- Un échosondeur
- Sachets de congélation utilisés pour les prélèvements des échantillons
- Une carte géographique de la zone d'étude ou sont précisément indiqué et numéroté les points de prélèvement.

**II.2 : choix et localisation des stations :** tableau II.1 choix et localisation des stations (annexe)



**Figure .II.1 :** Répartition des différentes stations de prélèvement dans le port de Sidi Fredj

### ***II.3 : prélèvement des sédiments :***

Le prélèvement des échantillons sédimentaires a été effectué à l'aide d'une benne de type VAN VEEN, la benne est descendue mâchoire ouverte afin de capturer et d'emprisonner les sédiments au moment de son contact avec le fond. Les sédiments récoltés sont directement mis dans des sachets de congélation pouvant être fermés et étiquetés et numérotés respectivement pour chaque station destinée à l'analyse au laboratoire.

Le levé bathymétrique a été effectué d'un échosondeur (FURUNO LS-4100) se trouvant à bord de l'embarcation



***Photo II.2*** : la benne VAN VEEN    ***Photo II.1*** : échosondeur

### ***II.4 : travaux au laboratoire :***

Une fois les échantillons sédimentaires obtenus, l'analyse granulométrique et la détermination du taux de matières organiques dans le sédiment peuvent commencer, ces dernières se déroulent au sein du laboratoire d'aménagement de l'ENSSMAL.

#### ***II.4.1 : Détermination du taux de matières organiques :***

##### ***❖ Matériel utilisé :***

Les creusets

Balance de précision

Four à moufle

Le taux de matière organique peut être déterminé suivant plusieurs méthodes, la plus connue est la perte au feu.

Les sédiments sont mis dans des creusets pesés au préalable à l'aide d'une balance de précision, on obtient alors le poids (P1), après la mise des échantillons au four à moufle à

Les sédiments sont mis dans des creusets pesé au préalable à l'aide d'une balance de précision, on obtient alors le poids (P1), après la mise des échantillon au four à moufle à 600°C pendant 2h, on effectue un deuxième pesée qui est le poids de sédiments calciné, la différence du poids entre P1 et P2 représente le poids de la matières organique contenue dans le sédiment

$$M.O \text{ (mg)} = P1 - P2$$



*Photo II.3* : four à moufle



*Photo II.4* : balance de précision

#### *II.4.2 : analyse granulométrique*

##### *II.4.2.1 : but de l'analyse :*

Elle définit la répartition et le pourcentage des grains constituant un sol, elle permet aussi de les classés.

D'après Riviere, 1977, la granulométrie consiste à évaluer le pourcentage de la masse totale correspondant à la dimension des particules.

Une fois les échantillons nécessaires au déroulement des travaux obtenues, ces derniers sont traités sont classés au laboratoire, déposés dans des boites de Pétri libellées, sur lesquelles, on utilisera pour chaque analyse, la quantité de sédiment nécessaire.

##### *II.4.2.2 : Principe de la méthode :*

Ce procédé consiste à passer l'échantillon par une série de tamis de mailles décroissante et de récolté ensuite les poids partiel de chaque quantité dans le tamis, il existe de très nombreuses normes de tamisage, dans lesquelles les mailles varient selon une progression géométrique décroissante permettant un espacement régulier des abscisses dans l'échelle logarithmique, ainsi qu'une représentation étendue sur un graphique.

Cette analyse granulométrique permet de définir suivant leurs calibres diverses classes de sédiment indépendamment de leurs natures chimiques. Le tableau si dessous correspond à la norme française.



*Photo II.5* : tamiseuse avec sa colonne de tamis complète

*Tableau II.1* : diamètre des grains et l'appellation correspondant à la norme français

<b>Diamètre maximum</b>	<b>Appellation</b>	<b>diamètre minimum</b>
200mm	Cailloux	20mm
20mm	Graviers	2 mm
2mm	gros sables	0.2 mm
0.2mm	sables fins	20 $\mu$ m
20 $\mu$ m	limons	2 $\mu$ m
2 $\mu$ m	argiles	< 2 $\mu$ m

**II.4.2.3 : mode opératoire de l'analyse granulométrique :**

Dans un premier temps, les échantillons mis des boites de Pétri, sont placés a l'étuve pendant 24h ajustée a une température de 105°C.

Afin d'éliminer les fractions pélitiques la quantité de sédiment a subit un rinçage dans un tamis de 40um de diamètre sous un filet d'eau, aidé par une agitation manuelle du tamis.

Après un deuxième séchage, chaque échantillon est pesé, la différence par rapport au poids initial représente la quantité de fraction pélitiques.

Nous pourrons procéder aux opérations de tamisage, pour cela, on a utilisé une série de tamis dans l'écartement des tailles ce fait selon les normes AFNOR, c'est-à-dire, avec une raison de  $10\sqrt{10}$ . L'ordre des tamis par ordre de diamètre décroissant pour unité de micron est les suivants :

800um,630um,500um,400um,315um,250um,200um,160um,125um,100um,80um,63um,50um .Le tamisage s'effectue mécaniquement sur une table vibrante, durant 10min.

A la fin de chaque tamisage, le refus de chaque tamis est pesé avec une précision du centième de gramme.

**II.4.2.4 : traitement des données :****a. Présentation des résultats :**

Les résultats de ces analyses on été présenter sous forme de courbes cumulative, avec en abscisse logarithmique, le diamètre des différentes fractions de sédiments, et en ordonnée, selon une échelle de probabilité, les pourcentages cumulés inférieur à une taille donnée.

Ces courbes cumulatives permettent de comparer les résultats des analyses des différents échantillons et de calculer les indices granulométriques.

**b. les indices granulométriques :****b.1 : la médiane :**

C'est l'indice absolu (Riviere, 1977), correspond au diamètre du grain moyen dans l'ordonné et a 50% du poids total du sédiment, elle est déduite a partir de la courbe cumulative.

Le grain moyen est l'expression de la force d'un courant (l'eau, vent), capable d'avoir mis en mouvement l'essentiel d'un sédiment donné (Chamley, 1987). La médiane ne peut être utilisée avec des sédiments à distribution bimodale (Folk et Ward, 1957).

### ***b.2 : les quartiles :***

Le 1<sup>er</sup> quartile (Q25) : correspond au diamètre du grain représentant 25% en poids du sédiment. (Tableau)

Le 3<sup>ème</sup> quartile (Q75) : correspond au diamètre du grain représentant 75% en poids du sédiment.

Ces deux paramètres nous montrent la part des sédiments grossiers et des sédiments fins dans un échantillon.

**Tableau II.2:** classification des grains de sable

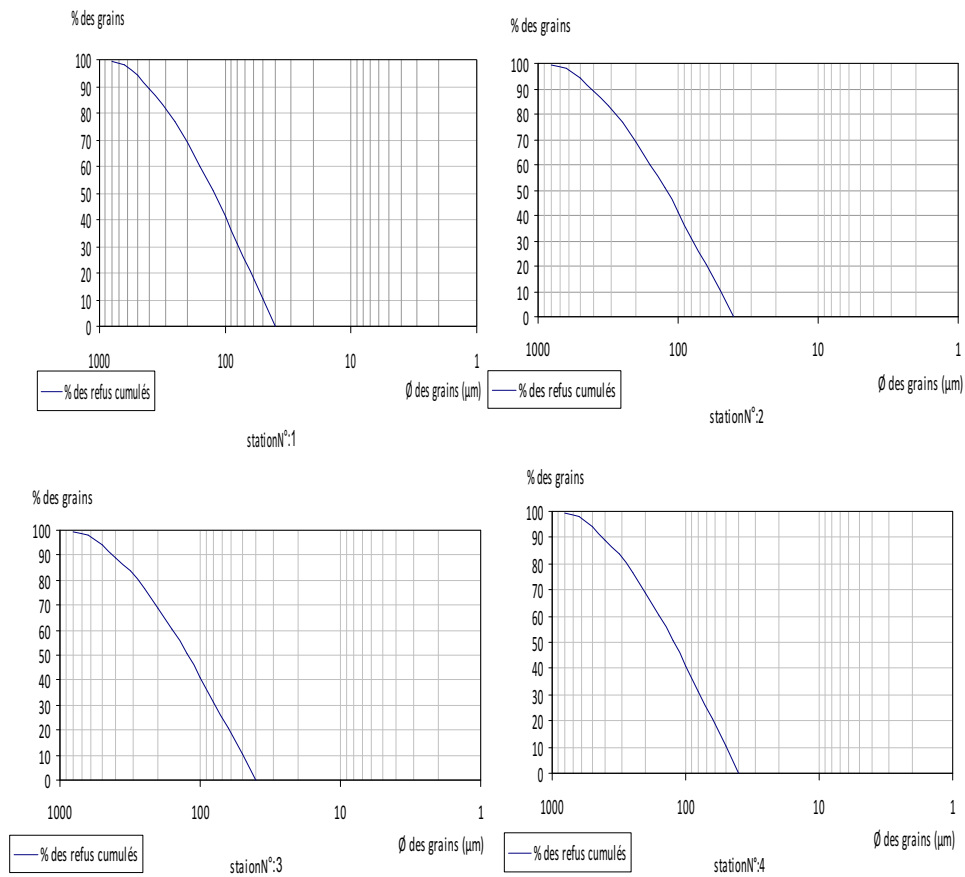
<b>Diamètre du grain</b>	<b>Classification</b>
< 110um	Sable très fin
110-115um	Sable fin
150-250um	Sable moyen
250-500um	Sable grossier
>500um	Sable très grossier

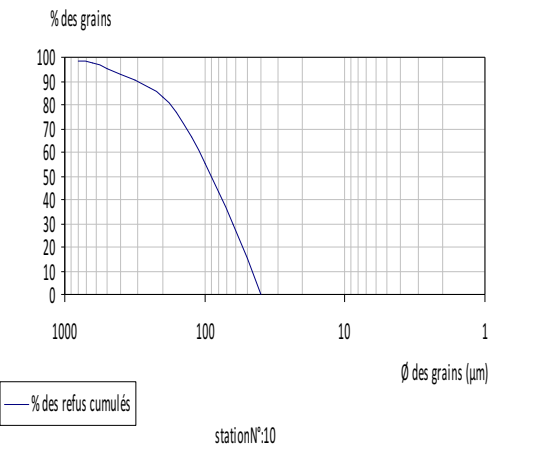
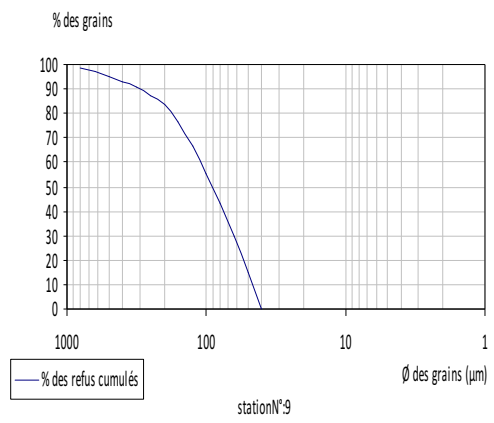
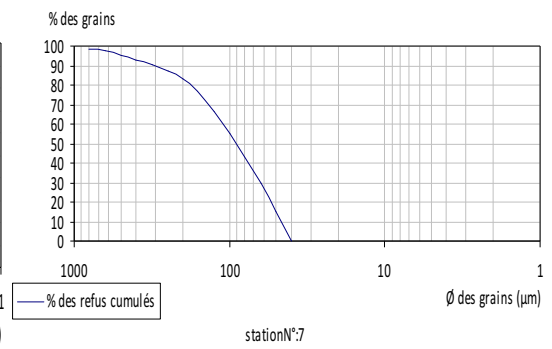
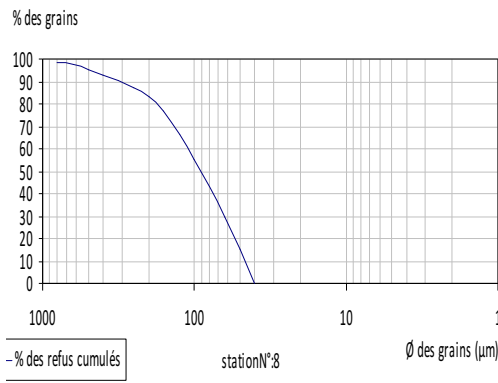
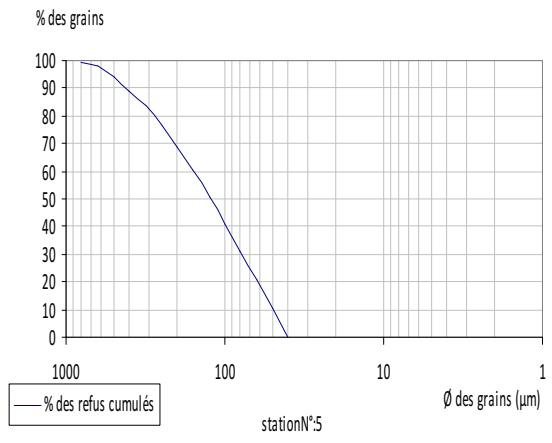
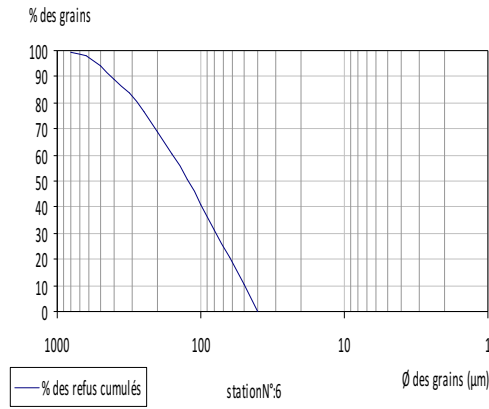
*RESULTATS ET  
DISCUSSIONS*

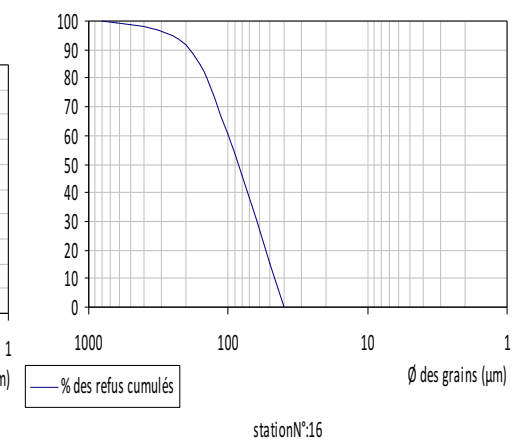
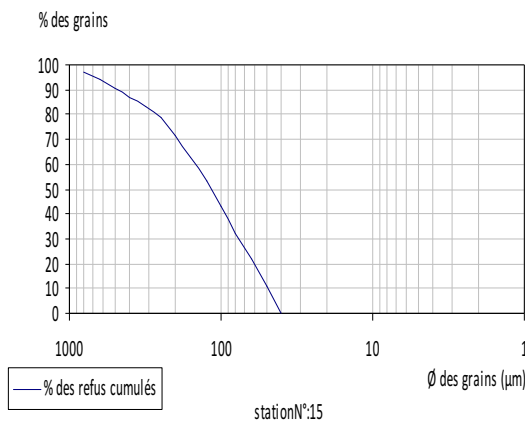
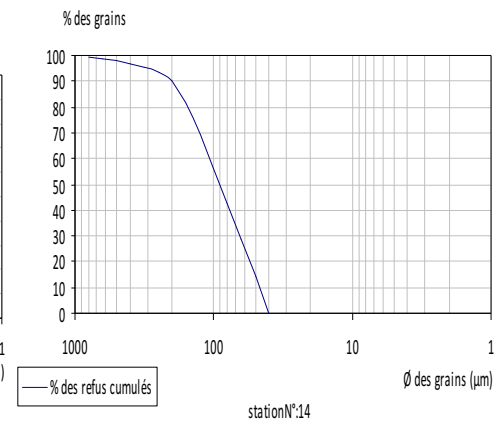
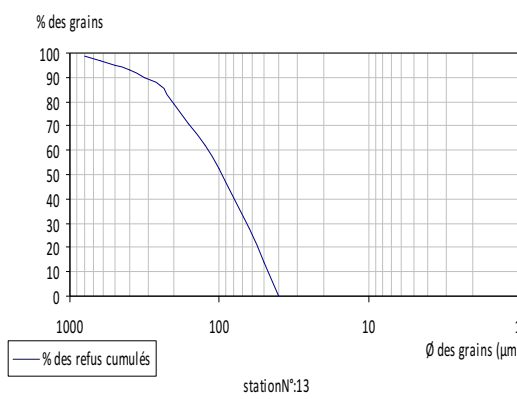
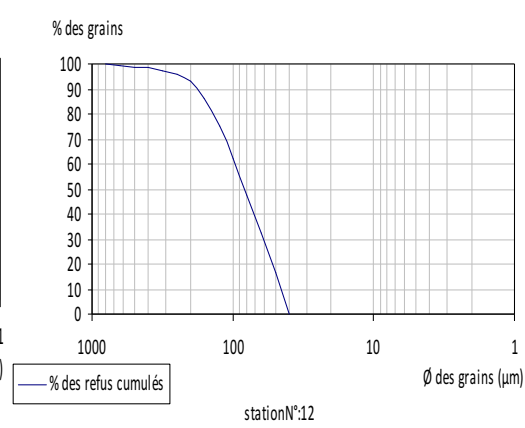
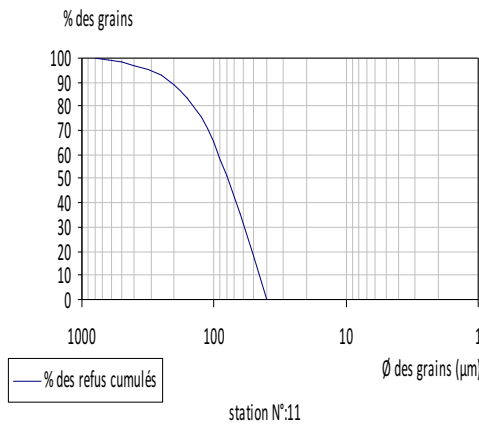
### III.1 : Granulométrie :

Nous avons réalisé une étude granulométrique dont le but est d'identifier les différentes catégories de sédiment au niveau du port de Sidi Fredj. Comme évoqué précédemment dans le chapitre matériels et méthodes. Les résultats obtenus sont portés sur des graphes (Figure III.1.1 à Figure 1.21) ; en abscisses, les diamètres ( $\mu\text{m}$ ), et en ordonnées les pourcentages des refus cumulés.

#### III.1.1 courbes granulométriques :







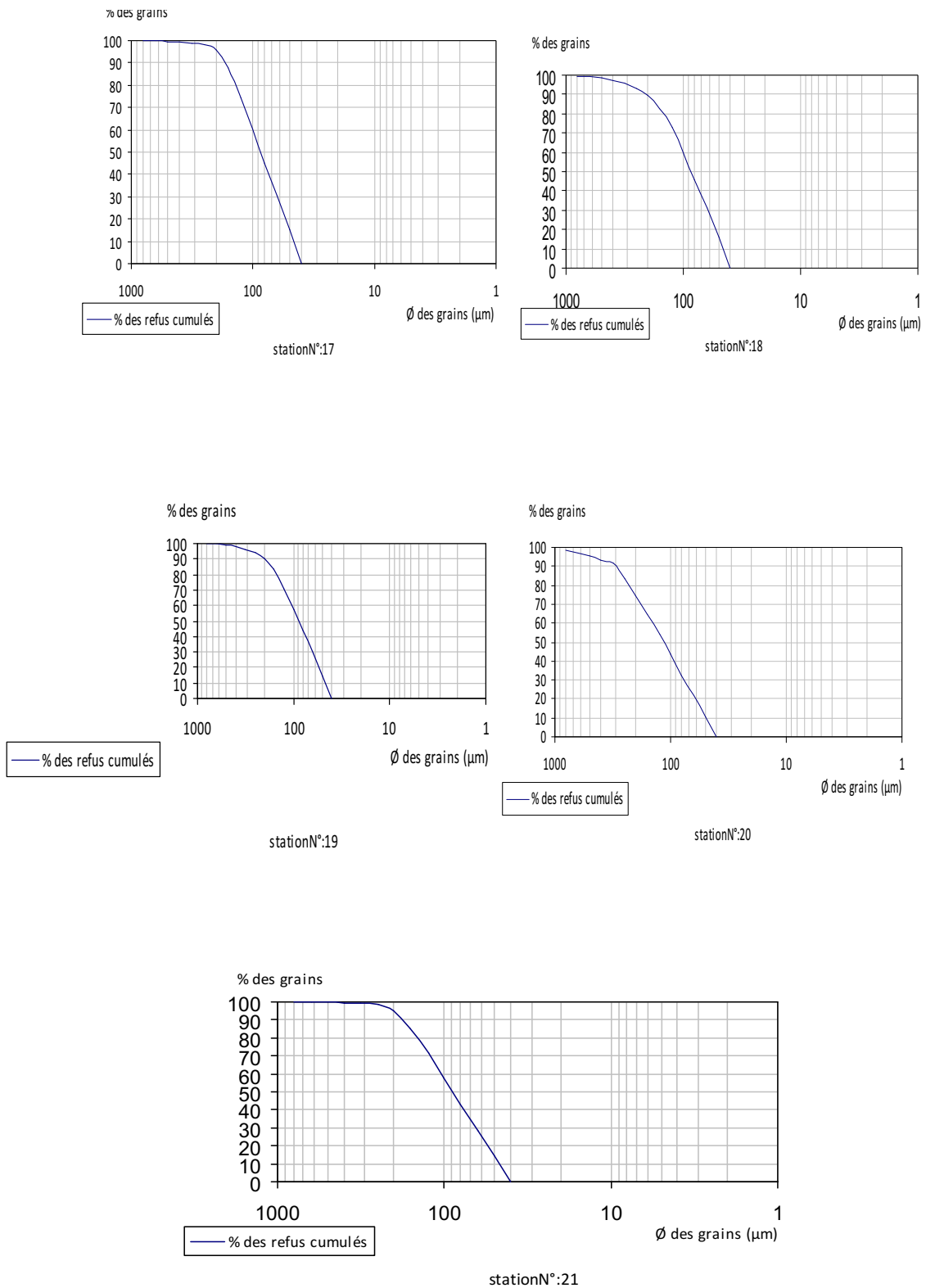


Figure III.1 : Courbes granulométriques des stations (1-21)

### III.1.2: résultats de l'analyse granulométrique :

Les résultats caractérisant la composition sédimentaire des échantillons sont mentionnés dans tableau III.1 (**Annexe**)

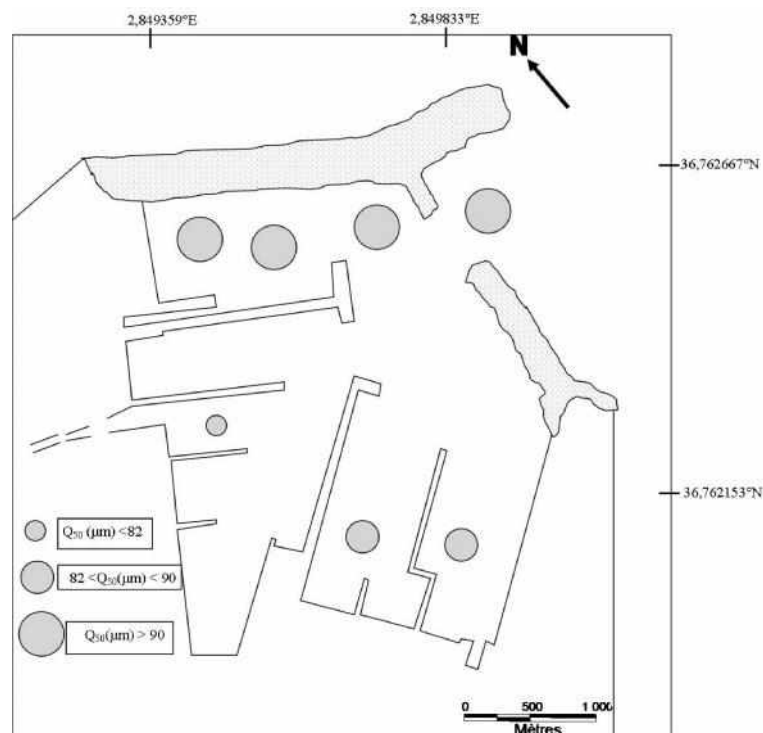
**III.1.2.1. Le premier quartile  $Q_{25}$  (en  $\mu\text{m}$ ) :** correspond au diamètre égal à celui de 25% des grains.

Après l'analyse, les valeurs atteignent un maximum de 70  $\mu\text{m}$  dans le bassin n°3 et entre 45 à 60  $\mu\text{m}$  dans les autres bassins, en conclusion, d'après la classification de Folk et Ward (1957) il y a prédominance de sable très fin.

**III.1.2.2. Le troisième quartile  $Q_{75}$  (en  $\mu\text{m}$ ) :** correspond au diamètre égal à celui de 75% des grains.

Les valeurs varient entre 133 et 240  $\mu\text{m}$  dans les différents bassins avec un maximum de 240  $\mu\text{m}$  ce trouvant seulement dans le bassin n°3. D'après Folk et Ward (1957) il y a prédominance de sable moyen.

**III.1.2.3. Le deuxième quartile  $Q_{50}$  (en  $\mu\text{m}$ ) :** correspond au diamètre égal à celui de 50% des grains.



**Figure III.2 :** Répartition de la médiane ( $Q_{50}$ ) dans le port de Sidi Fredj

Après l'analyse, les valeurs atteignent un maximum de 133  $\mu\text{m}$  dans le bassin n°3 et un minimum de 80  $\mu\text{m}$  dans les autres bassins, en conclusion, d'après la classification de Folk et Ward(1957) il y a prédominance de sable fin.

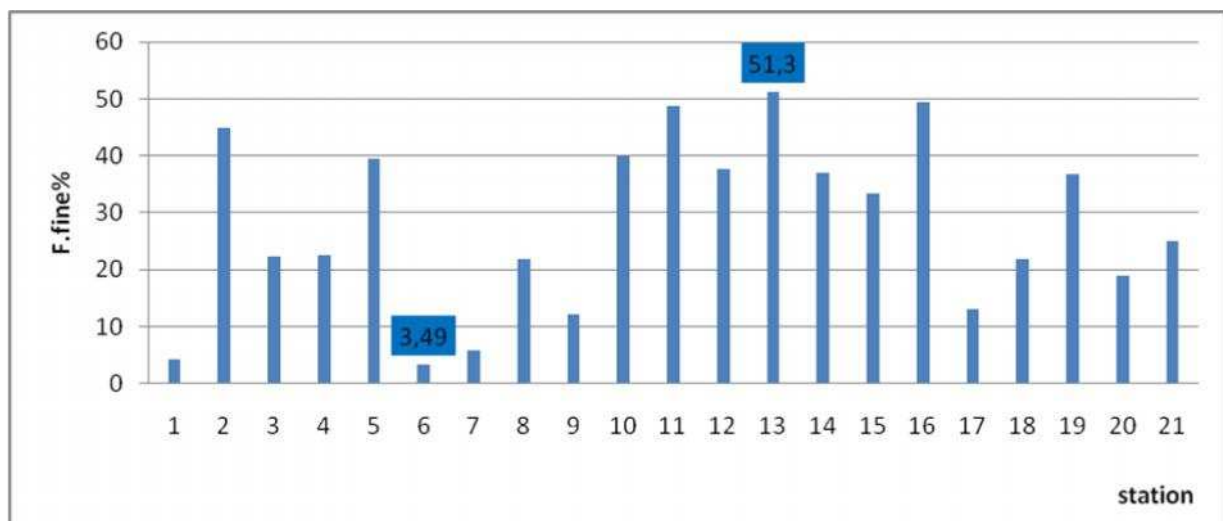
### **Interprétation globale des courbes granulométriques :**

Les courbes sont généralement redressées ce qui traduit qu'il y a des sédiments homogènes. Dans l'ensemble, les courbes sont relativement en pente, ce qui souligne le bon classement des sédiments (Figure III.1.1.à III.1.21)

D'une façon générale, les sédiments sont relativement homogènes et la médiane varie entre 133  $\mu\text{m}$  (stations 1-6) et 80  $\mu\text{m}$  (station 11). Etant donné que la moyenne du Q50 est de 104  $\mu\text{m}$  cela nous confirme qu'il y a majorité de sable fin.

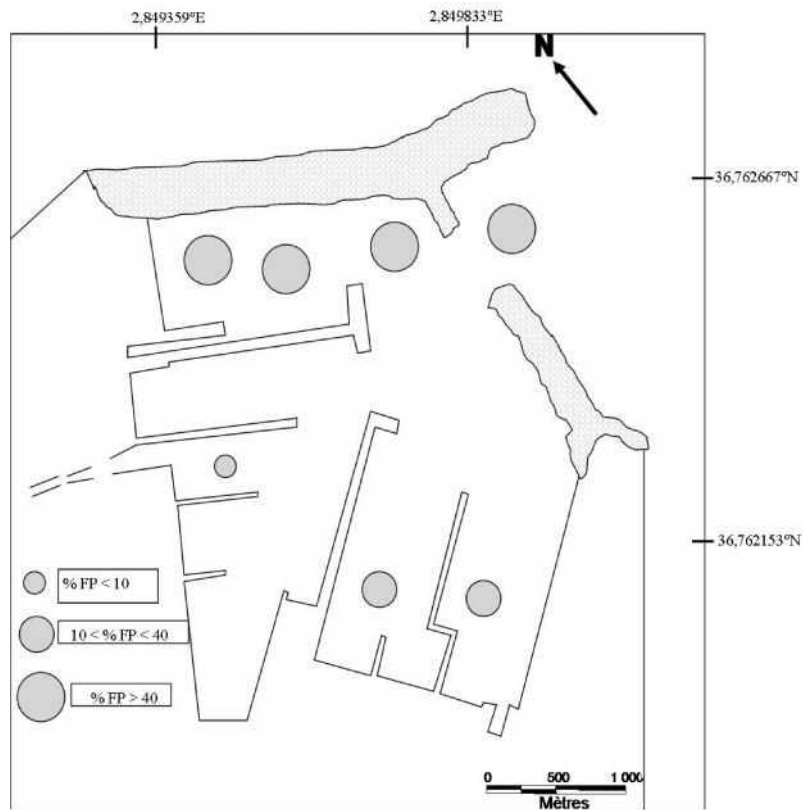
### **III.2 : La fraction pélitique :**

Les résultats de la fraction pélitique sont mentionnés dans le tableau III.2 (**annexe**).



**Figure III.3 :** représente le taux de pélites dans les stations étudiées

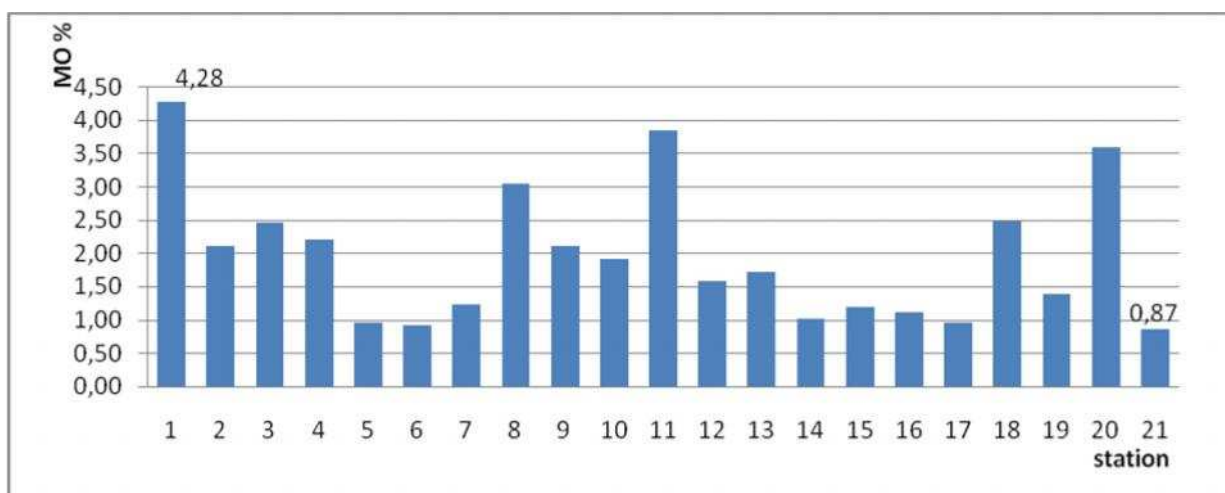
Le taux de pélites varie entre un minimum de 3.49% trouvé dans la station N°6 et un maximum de 51.3% dans la station N°13. On remarque que les taux les plus faibles de fraction pélitique se retrouvent à l'entrée du port due à un gradient élevé de courant. On constate alors que la présence ou l'absence des pélites est conditionnée à la puissance du courant.



**Figure III.4** : Répartition de fraction pélitiques dans le port de Sidi Fredj

**III.3. Taux de matières organiques dans le sédiment :**

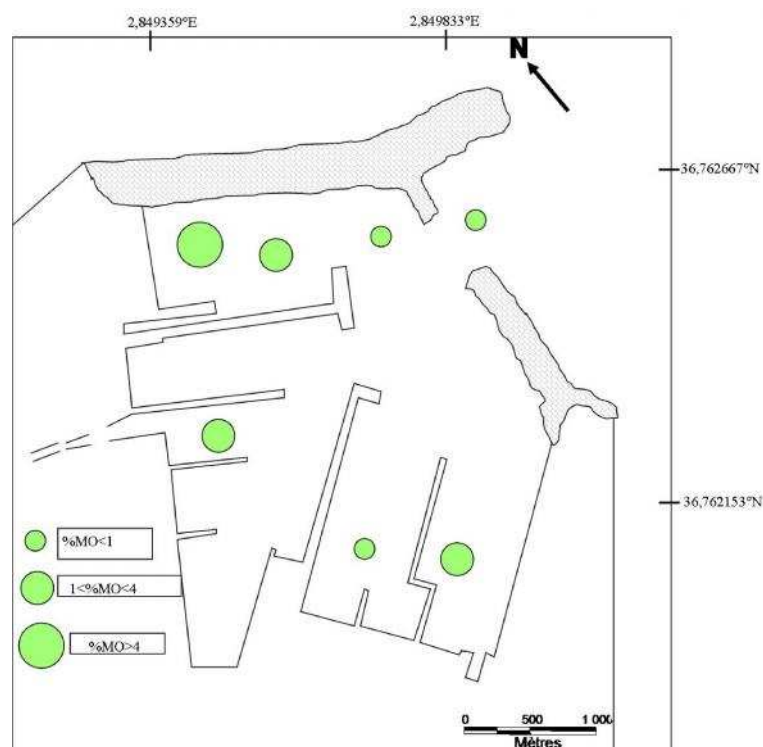
R. Q : étude effectuée après l'élimination de fraction pélitique.



**Figure III.5**: représente le taux de matières organiques dans les stations étudiées

Les valeurs de la matière organique dans le port de Sidi Fredj varient entre un minimum de 0.87 et un maximum de 4.28.

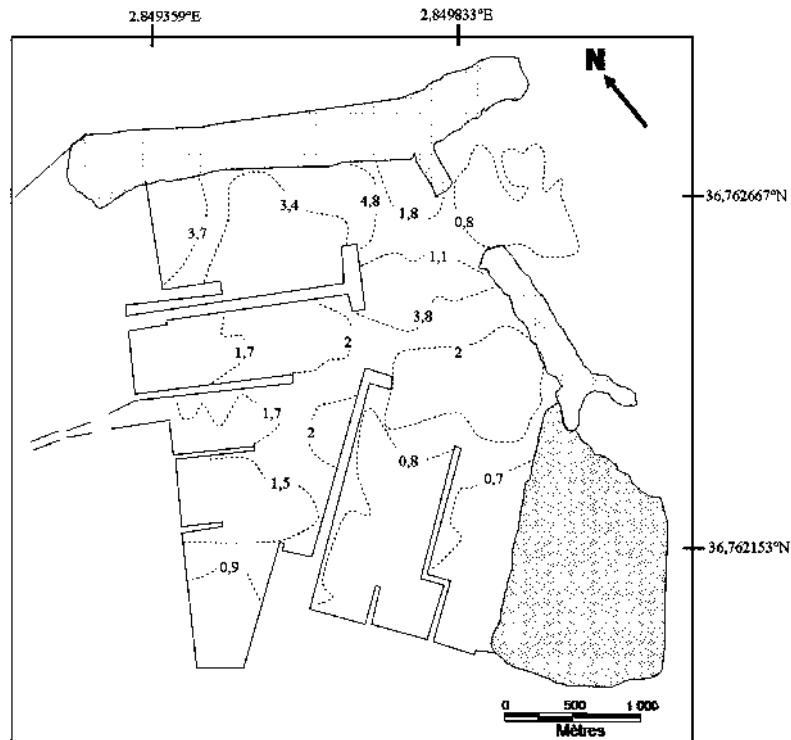
D'après Chamley (1987); les teneurs dépassant 1% sont considérées pour la mer Méditerranée comme très élevées. La valeur la plus élevée est enregistrée au niveau de la station 1. Ce taux élevé est causé par la stagnation des eaux à ce niveau due à une faible activité hydrodynamique, contrairement au taux le plus faible ce trouvant à l'extérieur du port (station N°21) donc la stagnation des eaux qui favorise la décantation des M.O



**Figure III.6** : Répartition de Matière Organique dans le port de Sidi Fredj

### ***III.4. Bathymétrie :***

La bathymétrie est un point important dans notre étude, car elle nous donne un point de vue intéressant sur la dynamique des eaux au sein du port mais surtout nous aide à déterminer des quantités de sable d'emprunt dont nous pourrions disposer pour l'éventuelle injection de plages qui souffre d'érosion, ces quantités nous permettrons aussi dans le cas échéant d'estimer les qualités des matériaux pour une probable immersion.



***Figure III.7 :*** bathymétrie du port de Sidi Fredj

La bathymétrie à l'intérieur du port de Sidi Fredj varie entre un minimum de 0.8m et un maximum de 4.8m de profondeur.

Le point qui attire l'attention est la petitesse de la profondeur au niveau de la passe d'entrée et qui de 0.8m ce qui rend l'accès difficile voir impossible.

*DRAGAGE*

### **IV.1 : Définition :**

D'une manière générale, le dragage peut être défini comme étant l'ensemble des actions caractérisées par un prélèvement de matière par excavation sous l'eau et par un déversement de ces produits dans la veine d'eau ou sur le rivage. (Boutin ; 2000).

Dragage : action d'enlever le sable, le gravier ou la vase reposant au fond d'une rivière, d'un lac ou d'un port maritime. Les matériaux extraits au-dessous du niveau de l'eau sont appelés déblais. Les engins utilisés pour le dragage, les *dragues*, sont composés d'un dispositif de levage et d'aspiration, habituellement actionné par un moteur Diesel monté sur un flotteur en forme de péniche, connu sous le nom de dragueur. Les dragues sont utilisées pour l'approfondissement ou l'élargissement de voies navigables, pour le remblai de terres submergées, la construction de digues ou encore pour l'extraction de minerais précieux. (Microsoft Encarta ; 2009.)

Le dragage est donc une pratique courante pour restaurer des seuils acceptable pour la navigation, quand les exhaussements sont trop importants. (Robbe ; 1989 in IFREMER ; 1999)

### **IV.2 : Les techniques de dragages :**

Les conditions d'accessibilité du site et sa configuration, la nature des déblais de dragage leur degré de contamination, et leur destination finale, les enjeux environnementaux et économiques orienteront le choix de la technique adéquate à mettre en œuvre pour répondre de la manière la plus satisfaisante à l'ensemble de ces contraintes. (Foucher ; 2005).

On distingue généralement

- Les dragues mécaniques
- Les dragues aspiratrices
- Les dragues pneumatiques

#### **IV.2.1 : Dragues mécaniques :**

Les modèles les plus communs sont : les dragues à benne preneuse, les dragues à pelle et les dragues à godets (Photo IV.1). Les sédiments dragués sont déposés dans le puits à déblais, dans un chaland ou à terre. Ces dragues sont utilisées dans des zones difficiles d'accès (bordures de quais, bassins étroits) et pouvant travailler jusqu'à des profondeurs de 25m (dragues à godets) et 30m pour les dragues à benne).

#### **IV. 2.2 : Dragues aspiratrices :**

**A. Dragues hydrauliques :** elles sont de petite puissance capable de travailler par petit fond entre les pontons. Les rejets sont évacués par voie hydraulique à l'aide d'une canalisation équipée de flotteurs (Boutin ; 2000). Le principe de dragage hydraulique est basé sur l'adjonction d'eau au déblai à extraire. Ce mélange est alors aspiré par des pompes centrifuges et refoulé via des canalisations ou chargé sur barge. (Aidoud & Mimouni ,2008).

**B. Dragues aspiratrices refouleuses stationnaires :** adaptées aux matériaux meubles, ces dragues refoulent un mélange de sédiments et d'eau par des canalisations sur des distances qui peuvent dépasser plusieurs kilomètres. Elles peuvent être équipées d'un désagrégateur, et alors aspirer après les avoir fractionnés avec un « cutter » des matériaux cohérent, voire des roches tendres. (Aidoud & Mimouni ,2008).

Leurs principaux avantages résident dans leur rendement (jusqu'à 7000m<sup>3</sup>/h) supérieur à toute drague de puissance comparable. L'entraînement des sédiments nécessite le pompage d'une quantité importante d'eau (10 à 12fois en volume, 8 fois environ en poids). La mixture peut être refoulée par des conduites flottantes.

**C. Drague aspiratrice en marche :** adaptées pour draguer des chenaux d'accès et les bassins des ports sans trop perturber la navigation. Ces dragues s'auto-chargent, en vue de clapages en mer, parfois en vue de reflouement.

Dans le cas du port de Sidi Fredj, le dragage ne peut être effectué que par aspiration (drague hydraulique). Cela est dû à la grande difficulté d'accès par de grands engins, et compte tenu aussi de la nature des sédiments majoritairement fins.

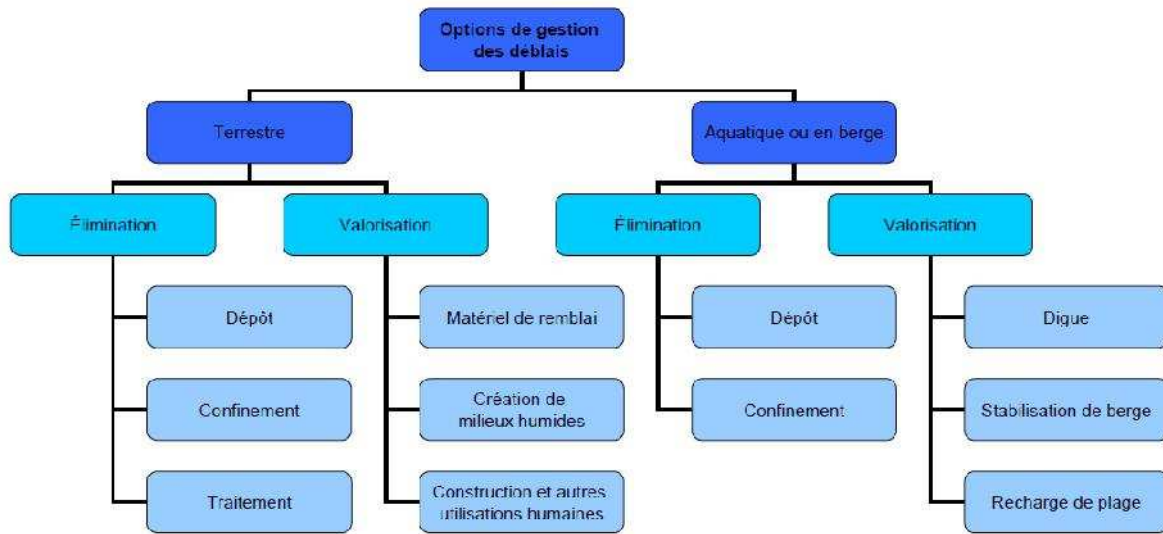
#### ***IV.2.3 : drague pneumatique :***

Le matériel est drague au moyen d'une pompe à air comprimé. Le système comprend des compartiments de réception des matériaux dragués. Cet équipement est particulièrement bien adapté au dragage des sédiments contaminés

#### ***IV.3 : techniques de rejets :***

Plusieurs techniques de rejets existent :

- Dépôt a terre : dans le cas de volumes limités, les dépôts à terre de sédiments à faible teneur en eau peuvent se faire directement à la benne ; plus généralement ces dépôts à terre sont réalisés à l'aide de conduites de refoulement. Les sédiments peuvent être placés dans des chambres de dépôt qui permettent leurs consolidations et facilitent par exemple la réalisation de terre pleine portuaire.
- Rejet par émissaire en mer : le rejet par émissaire en mer se fait généralement à la suite d'un dragage par aspiration. Les sédiments sont alors refoulés soit en surface, soit au fond. Les caractéristiques hydrodynamiques des sites de rejets conditionneront la plus ou moins grande dispersion du matériel dragué
- Clapage : les sédiments extraits soit par des moyens mécaniques, soit par aspiration, peuvent donner lieu à des opérations de clapage sur des zones de dépôt bien localisées. Dans le cas de sédiments contaminés, les matériaux clapés seront éventuellement recouverts par des sédiments non pollués et identiques (d'un point de vue granulométrique) à ceux du site de rejet choisi, afin d'éviter la dispersion des éléments contaminants dans le milieu.

**VI.4. devenir des déblais :**

**Figure VI.1 :** Schéma simplifié des options de gestion des sédiments de dragage.

Selon leurs caractéristiques physico-chimiques et leur degré de contamination, les déblais peuvent être soit éliminés ou valorisés, sur terre comme en mer, dans notre cas, on préconise une étude encore plus poussée pour déterminer le taux de contamination pour choisir la méthode la plus adéquate pour l'élimination ou la valorisation de notre déblais.

**IV.5 : Impact du dragage sur le milieu :** (Bachouche & Nacer, 2007)

- *Perturbation du milieu faune, flore et qualité des eaux :* enfouissement d'organismes benthiques, surabondance d'éléments nutritifs, réduction de la limpidité de l'eau, échange de contaminant entre les sédiments mis en suspension et l'eau, modification physico-chimique du milieu, mise en suspension de sédiments susceptibles de migrer dans des zones déjà curées ou non envasées.
- *Pollution sonore :* le matériel est source de bruit qui peut être problématique à proximité des zones urbanisées. En effet, l'eau a un effet porteur.
- *Impact sur les activités économiques :* les périodes de dragage peuvent engendrer des perturbations au niveau des flottilles de pêche et au niveau des activités domestiques.

**IV.6 : Dragage dans le port de Sidi Fredj :**

D'après les résultats de la sédimentologie, les sédiments du port de Sidi Fredj sont constitués essentiellement de sables fins, le dragage provoque alors certains ennuis liés à la texture des sédiments.

Dans chaque bassin, la profondeur est adaptée au type de navire. L'étude bathymétrique et le tirant d'eau qui caractérise la flottille de ce port, nous indiquent le volume des sédiments à draguer pour le port.

**IV.6.1 : Calcul de volume à draguer :**

La première étape consiste à découper le schéma du port de Sidi Fredj en différentes formes géométriques. (**Figure IV.3**)

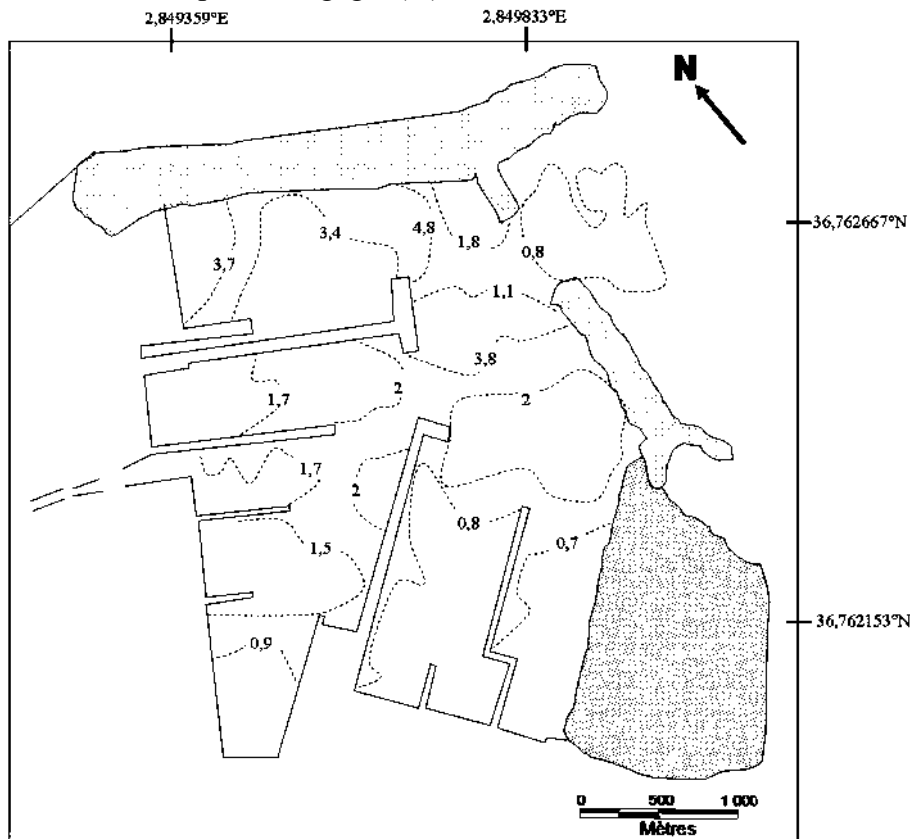
La profondeur qu'il faut atteindre par le dragage est la différence entre les profondeurs du port à aménager et les profondeurs actuelles. (**Figure IV.2**)

La deuxième étape consiste à déterminer la surface des formes géométriques qui correspond à la surface des sédiments à draguer.

Ensuite, on détermine le volume des sédiments à draguer de chaque zone comme suit :

$$V_T = \sum (S_i \times P_i)$$

- $V_T$  : Volume total des sédiments (m<sup>3</sup>)
- $S_i$  : Surface du sédiment pour chaque zone (m<sup>2</sup>)
- $P_i$  : Profondeur atteinte par le dragage. (m)



**Figure IV.2 :** Bathymétrie actuelle du port de Sidi Fredj (Goucem et Rebhi ,2011)

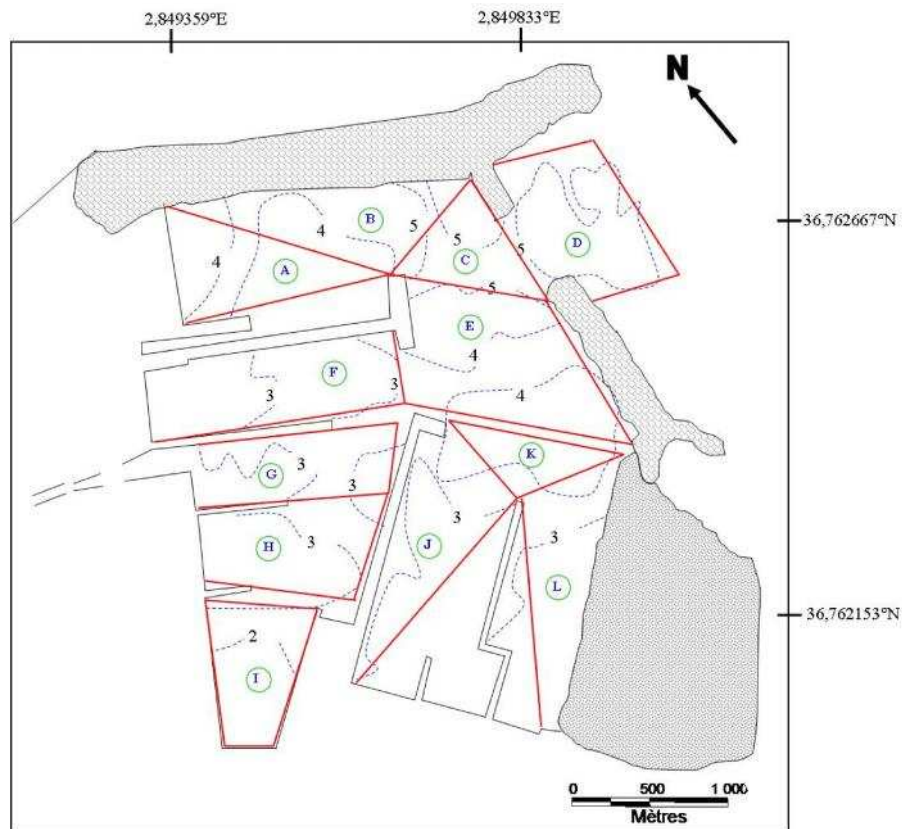


Figure IV.3 : Carte de dragage du port de Sidi Fredj

Pour permettre une meilleure manœuvre des embarcations dans le port, le dragage doit atteindre 2.5 m de profondeur. Les secteurs à draguer ne concernent que le bassin du port (Figure IV.2).

Tableau IV.1 : Surface et quantités à draguer dans le port de Sidi Fredj

Zone	Profondeur actuelle (m)	Profondeur à atteindre (m)	Surface (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
A	1	4	2180.6	6541.9
B	1.7	4	2406.7	5535.4
C	1.7	5	1565.5	5166.3
D	0.9	5	2404.9	9860.1
E	1.8	4	3800.6	8361.3
F	1.8	3	3015.3	3618.3
G	2	3	2157.1	2157.1
H	2	3	2324.5	2324.5
I	2	2	1835.2	0
J	1.5	3	1417.3	2126
K	1.5	4	1067.4	2668.5
L	1	3	2351.5	4703.1
<b>TOTAL</b>			<b>26126.6</b>	<b>53062.3</b>

Cette méthode nous a permis de calculer le volume des sédiments à draguer dans les bassins du port qui est de **53062.3 m<sup>3</sup>**. La surface concernée par le dragage est d'environ **26126.7 m<sup>2</sup>** répartie en 12 secteurs fictifs.

# *Conclusion*

Ce travail d'analyse a pour objectif d'évaluer la quantité de sédiment à draguer dans le port de Sidi Fredj, un port touché grandement par un ensablement terrible qui cause la mauvaise fonctionnalité de ce port.

Cette quantité de sédiment à draguer a été estimée après un levé bathymétrique qui a confirmé cette remontée du fond, causée essentiellement par les rejets (eaux usées, eaux pluviales) et les courants marins.

Il est important de draguer mais il faut aussi avoir une pensée au devenir des sédiments, plusieurs propositions sont possibles. Les déblais peuvent être suivis de deux chemins principaux : l'élimination ou la valorisation de ces derniers.

- L'élimination : regroupe les processus de traitement, confinement et de dépôt.
- La valorisation : les opérations de valorisation les plus susceptibles d'être utilisées sont :
  - la restauration de dunes,
  - l'utilisation des matériaux pour des sites d'enfouissement et des sites miniers,
  - le transport et la construction,
  - l'agriculture, l'horticulture et la foresterie,

Cependant, le devenir des déblais est conditionné par les paramètres physico-chimiques et le taux de contamination.

Pour un devenir adéquat de ces déblais, une étude approfondie doit être effectuée :

- Benthos
- Métaux lourds
- Hydrocarbures
- Microbiologie.

Le port est sujet à des ensablements fréquents, des dragages d'entretien périodique doivent être effectués, mais avec un respect de l'environnement.

## *Références bibliographiques*

**AIDOUD.D & MIMOUNI.H ; 2009** - Ensablement des ports de Sidi Fredj et d'El Djamila et le devenir des produits de dragage. Mémoire d'Ingéniorat ENSSMAL.

**ALZIEU.C; 1999** - Dragage et environnement marin – état des connaissances. Ed. Ifremer, 223 pages.

**BACHOUCHE.S; 2010** - les ports de Bouharoun et d'Alger : Etude des paramètres granulométriques, biologique et de pollution dans les sédiments et l'eau en vue d'une opération de dragage, thèse de magister aménagement de littoral ENSSMAL.

**BACHOUCHE.S & NACER.L ; 2007-** Aménagement des ports de pêche : Bouharoun et Khemisti. Mémoire ingéniorat ISMAL.

**BELLHASENE.Y ; 2002** - Le port de Sidi Fredj : dragage et site de dépôt de matériaux. Mémoire de DEUA. ISMAL.

**BENGAHANEM.I and al ; 2006** - Morphologie et sédimentologie de la zone est de Sidi Fredj. Mémoire de DEUA. ISMAL.

**BOUTIN.R ; 2000** - Dragage et rejet en mer : les produits de type vase, Ed Presses de l'école national Pont et chaussée ,307 pages.

**DJERAF.S & YAHI.M & LARDJAN.S ; 2005** - travaux de dragage du port de Bouharoun. Mémoire d'Ingéniorat ISMAL.

**FOUCHER.J ; 2005-** valorisation des déblais sableux des dragages portuaires en France Métropolitaine. Thèse de fin d'études. IFREMER

**Marie-Pierre Raymond ; 2008-** Impacts environnementaux de la gestion des sédiments marins en milieu terrestre. Canada.

**MOUSSONI. M ; 2003-** Aménagement et dragage de port de Tipaza. Mémoire ingéniorat ISMAL.

**OUKAZI.H; 1993** - le port de plaisance de Sidi Fredj: approche critique a travers son fonctionnement et l'impact sur l'environnement immédiat. Mémoire d'Ingéniorat ISMAL.

**Sites :**

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

# *ANNEXE*

## ANNEXE

## Chapitre I : Généralités

**Tableau. I.1 :** Températures mensuelles moyennes des maxima et des minima enregistrés sur une période de 10 ans (1999- 2009) dans la station météorologique de Dar El-Beida

Mois												
	Jan	Fév	Ma	Avr	Mai	Juin	Juill	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
M (°C.)	18,5	19,1	22,1	23,7	28,9	32,7	35,5	36,1	32,6	29,6	23,3	19,4
m. (°C.)	5,3	5,35	8,04	9,94	14,1	18,1	21,3	22,2	19,3	16,7	10,8	7,43
(M+m)/2	11,9	12,2	15,1	16,6	21,1	25,4	28,4	29,1	26	22,8	17,1	13,4

(www.tutiempo.net, 2010)

**M** : moyenne mensuelle des températures maxima

**m** : moyenne mensuelle des températures minima

**(M+m)/2** : Température moyenne mensuelle.

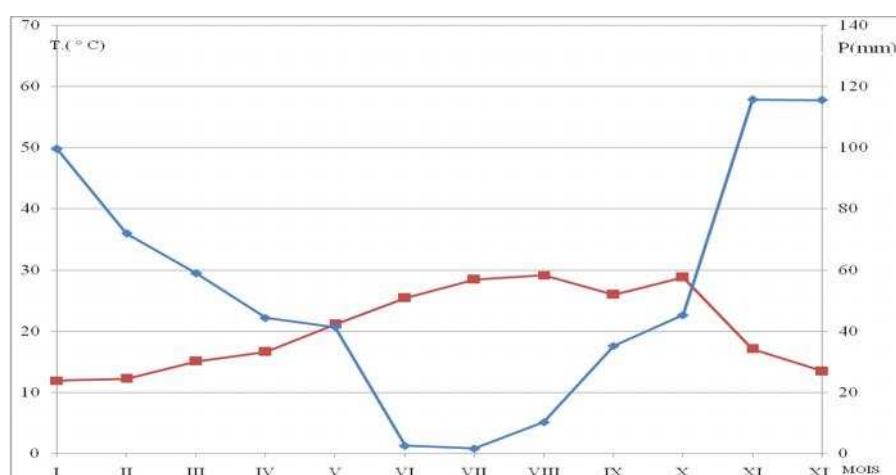
ANNEXE

**Tableau I.2 :** Précipitations mensuelles enregistrées sur une période de 10 ans allant de 1999 à 2009 dans la station météorologique de Dar El-Beida.

Mois	Jan	Fév.	Mar.	Avr	Mai	jui	Jui	Aou	Sep	Nov	Oct	Déc	Tota l
P (mm)	99,6	71,9	58,8	44,3	41,2	2,5	1,6	10,2	35,1	45	115	115,5	641

(ONM, 2009)

**P :** Précipitation exprimé en mm.



**Figure. I.3 :** diagramme ombrothermique de la zone de Sidi Fredj

**Tableau. I.3 :** présentation récapitulative de pourcentage des vents fréquent par saison dans la région de Sidi Fredj

Secteur	Période	
	Hivernale (Octobre - Mars)	Estivale (Avril – Septembre)
Nord - Est	19 – 33	31 - 58
Ouest	31 – 46	18 - 42

(ONM, 2009)

<i>Chapitre II : Matériel et méthode</i>
--

**Tableau II.1** : choix et localisation des stations

<b>Station</b>	<b>Longitude (N)</b>	<b>Latitude (E)</b>	<b>Profondeur</b>
1	36°45'52.81"	2°50'54.07"	3.7
2	36°45'51.91"	2°50'53.72"	3.4
3	36°45'51.07"	2°50'54.07"	3.4
4	36°45'50.29"	2°50'54.93"	4.8
5	36°45'49.64"	2°50'55.88"	1.8
6	36°45'48.32"	2°50'56.86"	0.8
7	36°45'49.14"	2°50'55.58"	1.1
8	36°45'49.45"	2°50'54.28"	3.2
9	36°45'50.16"	2°50'52.74"	2
10	36°45'51.66"	2°50'51.75"	1.7
11	36°45'51.07"	2°50'50.54"	1.7
12	36°45'49.74"	2°50'54.78"	2
13	36°45'.58"	2°50'49.29"	1.6
14	36°45'49.83"	2°50'49.10"	1.5
15	36°45'49.72"	2°50'47.12"	1.2
16	36°45'48.05"	2°50'52.27"	2.1
17	36°45'47.83"	2°50'49.49"	1.6
18	36°45'47.42"	2°50'53.82"	2
19	36°45'46.75"	2°50'52.41"	2
20	36°45'46.28"	2°50'54.17"	1.2
21	36°45'45.89"	2°50'56.54"	1.5

*Chapitre III: Résultats et discussion*

**Tableau III.1** : Les résultats caractérisant la composition sédimentaire des échantillons

Stations :	Médiane :	Quartile 75	Quartile 25
<b>1</b>	133	240	70
<b>2</b>	133	240	70
<b>3</b>	133	240	70
<b>4</b>	133	240	70
<b>5</b>	133	240	70
<b>6</b>	133	240	70
<b>7</b>	90	160	60
<b>8</b>	90	160	60
<b>9</b>	90	160	60
<b>10</b>	90	160	60
<b>11</b>	80	133	45
<b>12</b>	82	133	56
<b>13</b>	95	175	60
<b>14</b>	90	150	60
<b>15</b>	125	225	69
<b>16</b>	85	133	60
<b>17</b>	85	133	55
<b>18</b>	85	140	55
<b>19</b>	90	133	60
<b>20</b>	125	200	68
<b>21</b>	90	140	60

ANNEXE

*Tableau III.2 : pourcentage des pelites des échantillons prélevés dans les différentes stations*

<b>station</b>	<b>% de pelite</b>	<b>Station</b>	<b>% de pelite</b>	<b>Station</b>	<b>% de pelite</b>
1	4.36	8	21.80	15	33.46
2	44.92	9	12.13	16	49.33
3	22.25	10	40.01	17	13.05
4	22.50	11	48.76	18	21.89
5	39.48	12	37.59	19	36.84
6	3.49	13	51.30	20	18.87
7	5.89	14	37.05	21	25.00

*Tableau III.3 : Taux de matière organique dans les stations étudiées*

<b>Station</b>	<b>Taux de M.O</b>	<b>Station</b>	<b>Taux de M.O</b>	<b>Station</b>	<b>Taux de M.O</b>
1	4.28	8	3.05	15	1.19
2	2.10	9	2.12	16	1.11
3	2.47	10	1.91	17	0.96
4	2.22	11	3.86	18	2.49
5	0.97	12	1.59	19	1.39
6	0.92	13	1.71	20	0.87
7	1.23	14	1.01	21	3.60