

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 DIPLÔME  
D'INGENIEUR EN SCIENCES DE LA MER

OPTION : Aménagement du littoral

Sujet :

## Etude des impacts anthropiques sur le littoral de la baie d'El Djamila

Présenté par

**-ISMAIL Wahiba**

Soutenu le 01 Juillet devant la commission de jury suivante

M<sup>eme</sup> AMROUCHE L.....Présidente.  
M<sup>eme</sup> FEZAA N.....Examinatrice.  
M. HELLEL M.....Examineur.  
M. REFES W.....Promoteur.

**-Promotion 2009-**

## REMERCIEMENTS

*Tout d'abord, je remercie Dieu le tout puissant pour m'avoir donné la santé, le courage et la volonté, pour réaliser ce modeste travail.*

*J'exprime toute ma gratitude à mon encadreur, Mr REFES W pour la confiance qu'il m'a accordé.*

*Ces remerciements s'adressent plus particulièrement au :*

*M<sup>eme</sup> Amrouche L., d'avoir, en dépit de ses nombreuses occupations, accepté de présider ce jury.*

*M<sup>eme</sup> Fezaa N., qui a bien voulu examiner et corriger ce travail.*

*Mr Hellel M., pour avoir pris le temps d'examiner ce travail, pour ses critiques constructives.*

*Merci à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>CHAPITRE I: Généralité.....</b>	<b>2</b>
1. Situation géographique .....	4
<u>2. Morphologie côtière</u> .....	5
2.1 . Topographie littoral .....	5
2.2. Topographie sous marine .....	7
3. Répartition sédimentaire .....	8
4. Réseau hydrographique .....	9
5. Hydrodynamisme côtière .....	10
6. Facteur climatologiques .....	10
<u>6.1. Température et précipitation</u> .....	10
6.2. Les vents .....	12
<b>CHAPITRE II : Matériel et Méthodes.....</b>	<b>13</b>
<b>1. Prélèvement et conservation des échantillons .....</b>	<b>14</b>
1.1. Choix et localisation des stations .....	14
1.2. Prétraitement des échantillons .....	16
2. Analyse des échantillons.....	16
2.1. Analyse granulométrique.....	16
2.1.1 Définition. ....	16
II.1.3.3. Principe .....	16
II.1.3.4 .Traitement des échantillons.....	16
II.1.3.5. Le mode .....	17
II.1.3.5.1 Les indices granulométriques. ....	18
II.1.3.5.2. La Médiane .....	18
II.1.3.6. Les quartiles .....	18
II.2. Le Classement .....	18
II.3. Facteur hydrodynamique .....	19
II.3.1. Matière organique .....	20
II.3.1.1. Principe .....	20
II.3.1.2. Mode opératoire .....	20
II.3.1.3. Chlorophylle.....	21
II.3.1.4. Principe .....	21
II.3.1.5. Mode opératoire .....	22
II.3.1.6. Loi de Beer Lambert .....	22
II.3.2. Calculs des concentrations .....	23

<b>CHAPITRE III : Résultats et discussions.....</b>	<b>24</b>
III.1. Granulométrie .....	25
II.1.1. Représentation graphiques des résultats de l'analyse .....	25
III.1.2. Le mode .....	25
III.1.3. Répartition de la médiane .....	27
III.1.4. Le Classement D .....	28
III.1.5. Facteur hydrodynamique .....	29
III.1.6. Matière organique .....	30
III.2. Chlorophylle <i>a</i> .....	31
III.2.1. Phaeopigments .....	32
<b>CONCLUSION GENERALE .....</b>	<b>Erreur ! Signet non défini.35</b>
<b><u>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</u></b>	
<b>ANNEXES</b>	

## Liste des figures

<b>Figure 1-</b> La situation générale de la zone d'étude .....	4
<b>Figure 2-</b> Carte représente l'état de la plage Est 14 ans après la construction du port.....	5
<b>Figure 3-</b> Carte représente l'effet du port de Sidi Fredj sur l'évolution de la côte Est.....	6
<b>Figure 4 -</b> Carte bathymétrique de la baie d'El Djamila.....	7
<b>Figure 5-</b> Carte représentative de la morphologie sous-marine de la baie d'El Djamila.....	8
<b>Figure 6-</b> Carte sédimentologique de la baie d'El Djamila.....	9
<b>Figure 7 -</b> Diagramme ombrothermique.....	11
<b>Figure 8-</b> Localisation des stations de prélèvement dans la baie d'El Djamila.....	14
<b>Figure 9-</b> Les creusets.....	21
<b>Figure 10-</b> Un four a moufle.....	21
<b>Figure 11-</b> Bac à ultra-son.....	22
<b>Figure 12-</b> Courbe granulométrique des stations étudiées.....	25
<b>Figure 13-</b> Courbes granulométriques des échantillons pluri modales.....	26
<b>Figure 14-</b> Courbes granulométriques des échantillons bimodales.....	26
<b>Figure 15-</b> Courbes granulométrique des échantillons unis modales.....	27
<b>Figure 16-</b> carte de la répartition de la médiane (Q50) sur le linéaire côtier de la baie d'El Djamila.....	28
<b>Figure 17-</b> Répartition de classement du sédiment dans la baie d'El Djamila.....	29
<b>Figure 18-</b> Répartition spatiale des facteurs hydrodynamiques dans la baie d'El Djamila....	30
<b>Figure 19-</b> Répartition spatiale de la matière organique dans la baie d'El Djamila.....	31
<b>Figure 20-</b> Répartition spatiale des phéopigments a dans la zone dans la baie d'El Djamila..	32
<b>Figure 21-</b> Répartition spatiale de la chlorophylle a dans la baie d'El Djamila.....	33



***Introduction Générale***

L'espace côtier n'est pas une portion de terre émergée ou semi-immergée, mais un milieu où se rencontrent et interagissent la Lithosphère, l'Hydrosphère et l'Atmosphère d'une part, et où s'imbriquent les activités humaines et le milieu ainsi que les processus littoraux d'autres part. Ce n'est qu'en prenant en charge l'ensemble de ces facteurs et en prévoyant des dispositions juridiques appropriées que l'on pourra adopter effectivement une gestion rationnelles et efficace de cet espace. (SYMBIOSE., 1998).

Mais l'espace côtier n'est pas pris en charge en Algérie dans toute sa dimension et sa complexité alors qu'il constitue par ses richesses un facteur primordial de développement socio-économique.

La réalisation des ouvrages marins tels que : la construction de certains ouvrages de protection qui sont mal conçus dans leur forme et dans leur endroit, plus la surexploitation souvent anarchique des ressources de sable seront les principales causes de l'avancement de la mer sur le continent. Par ailleurs, la pollution est l'autre grand danger qui pèse sur le milieu marin : des rejets industriels, agricoles, urbains et domestiques, les plus dangereux encore sont les molécules non biodégradables (Huiles, Peintures, DDT,.....), qui finissent directement en mer sans aucun traitement préalable, ce problème qui ne peut que s'aggraver avec l'accroissement démographique et la tendance de la population, surtout pendant la période estivale, qui provoque de graves maladies pour les baigneurs.

La protection des plages et leur survie nécessite un aménagement durable, autrement dit une analyse systématique et structurale précise et une étude d'impact profonde qui comporte trois phases : Connaitre, Comprendre et Proposer des solutions pour un bon entretien, disposition dépourvu sur les plages de la côte algérienne.

Dans cet objectif notre étude va s'orienter vers la baie d'El Djamila, considérée parmi les centres de la métropole algéroise, elle connaît un développement économique et démographique ordinaire. Pour déterminer la qualité des eaux et la nature de sédiment de la baie, deux sortie ont été réalisé le, 11 et le 15 Avril 2009.

L'analyse granulométrique est réalisée au laboratoire de l'ESSMAL, la matière organique et la chlorophylle au niveau du laboratoire de Sidi Fredj.

Pour l'achèvement de ce travail, nous avons suivi les démarches suivantes : D'abord le Chapitre I, où Nous présenterons la baie dans différents cadres : la situation géographique, la description des données physiques (morphologiques, sédimentologique et la bathymétrie), hydrologiques et climatiques (températures, précipitation), puis le Chapitre II, dont nous décrivons les procédés de prélèvements, et des analyses effectuées au laboratoire. Et enfin, le Chapitre III qui consacré à la présentation et l'interprétation des résultats obtenus, pour les trois parties étudiée (granulométrie, matière organique et chlorophylle a).



*Chapitre I :*

*Généralités*

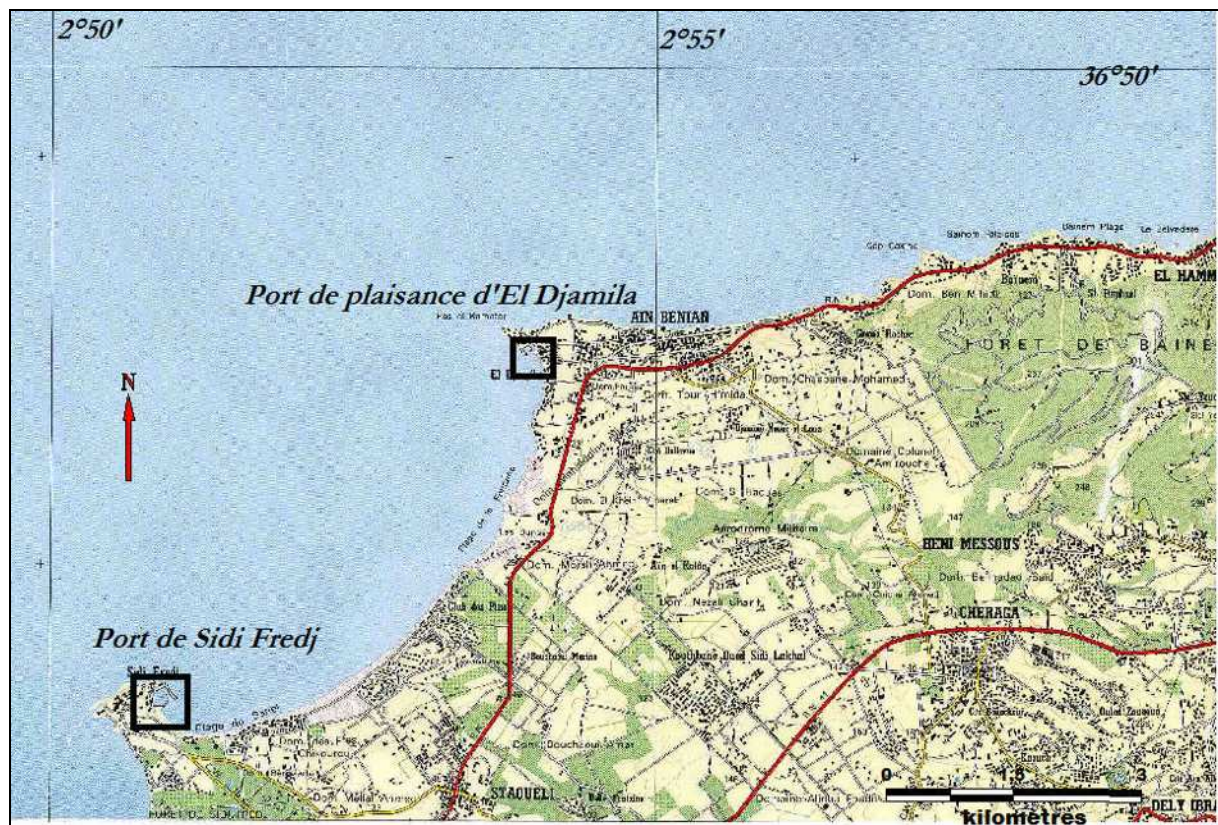
## 1. Situation géographique

La baie d'El Djamila est une baie relativement fermée à une trentaine de kilomètres à l'Ouest d'Alger et ayant presque 6 km de côte. Elle représente le quart oriental de la baie de Bou-Ismaïl.

Il s'agit d'une côte sableuse basse dont le rivage est orienté Sud Ouest –Nord Est, limitée du côté Est par le Ras Acrata (figure .1), du côté Ouest par la presqu'île de Sidi Fredj. Ses coordonnées géographiques sont :

$2^{\circ}53'42.792''$ Est et  $36^{\circ}48'5.796''$ N ; Ras Acrata.

$2^{\circ}50'54.744''$ Est et  $36^{\circ}45'43.092''$ N ; Port de Sidi Fredj.



**Figure 1** – Situation géographique de la zone d'étude (Source Carte n°1057 ; INCT 2009).

## 2. Morphologie côtière

Une grande partie du linéaire côtier est caractérisée par des accumulations sableuses d'origine marine et éolienne.

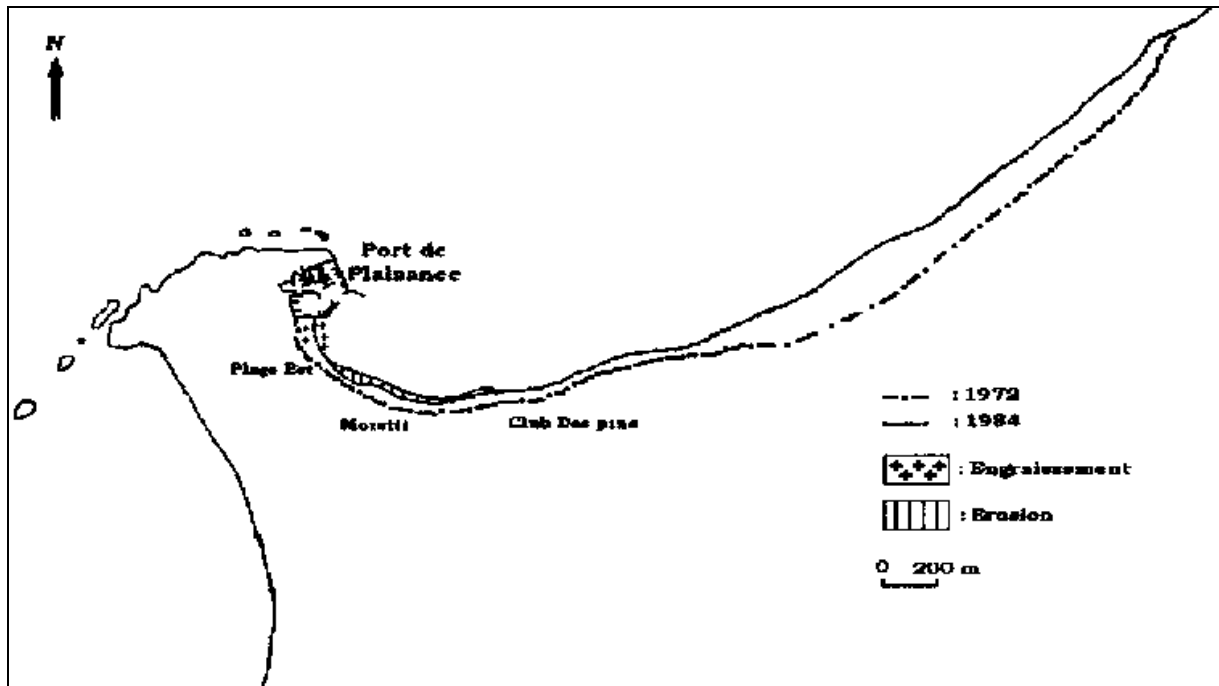
Le côté Ouest de la baie, entre l'embouchure de l'Oued Béni Messous et le port de Sidi Fredj, est bordé par un cordon dunaire. Ces dunes sont limitées par des plages plus ou moins larges.

L'Oued Béni Messous qui limite la baie est situé à environ 5Km à l'Est de Sidi Fredj. Il prend source dans le grand Chéraga, traverse les communes de Bouzeréah, Dely Ibrahim et Ain El Benian et débouche au niveau d'une plage appelée « Les Dunes » à environ 2 km à l'Ouest du port d'El Djamila. Du côté Est de l'embouchure, littoral est taillé en falaises. La morphologie des sites côtiers peut être modifiée par les mouvements de mobilisation et de transfert de sédiments. Elle dépend de la lithologie des sols composant la côte.

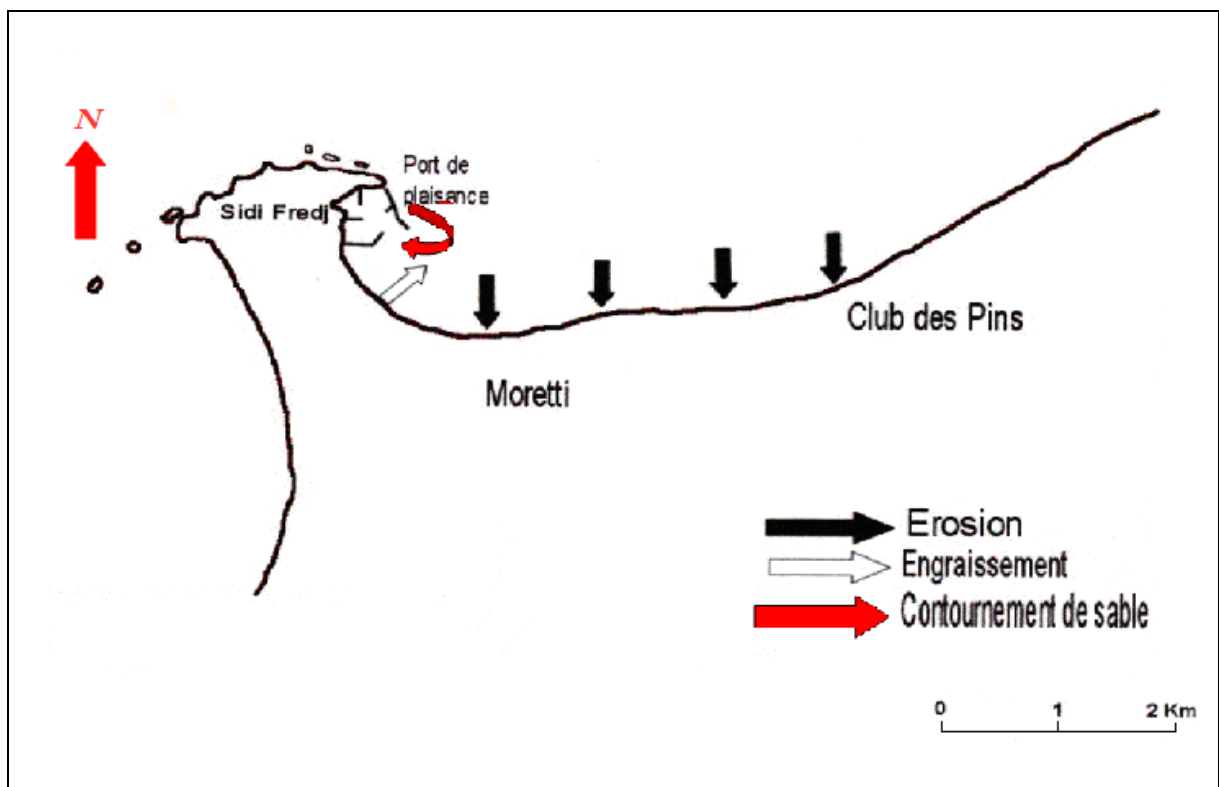
### 2.1. Topographie littorale

La baie d'El Djamila a des plages dont la lithologie est très variée. Il s'agit d'une zone suffisamment ouverte qu'elle reçoit fréquemment les importantes houles Nord Ouest induisant l'amaigrissement de certaines parties de ses plages. Pour parer à ce phénomène d'érosion, de nombreux ouvrages de défense transversaux (épis) ont été mis en place dans un but de freiner le transit littoral et d'engraisser la bande côtière. (Figure 2 et figure 3).

- **Le phénomène d'amaigrissement:** les plages les plus exposées à l'action hydrodynamique de la houle sont les plages de Sahel et Club des Pins vu qu'elles reçoivent de fortes houles Nord Ouest en hiver.
- **Le phénomène d'engraissement:** les sables transportés par la dérive littorale Nord Est et entraînés vers le Sud Ouest forment une zone d'accumulation à l'ombre de la jetée Sud du port de Sidi Fredj qui est relativement protégé des houles Ouest pendant la saison hivernale.



**Figure 2** – Carte qui représentant l'état de la plage Est 12 ans après la construction du port de Sidi Fredj (Oukazi, 1993).



**Figure 3** – Carte qui représentant l'effet du port de Sidi Fredj sur l'évolution de la côte Est (Oukazi, 1993).

## 2.2. Topographie sous marine

La baie d'El Djamila se caractérise par une topographie sous marine à pente douce régulière d'Ouest en Est, (Figure 4). Suite à la dérive littorale et aux transferts côtiers de sédiments, le régime de sédimentation est uniforme et très instable dans l'espace et dans le temps (figure 5).

Parmi les perturbations morphologiques du fond marin qui existent :

- La présence de deux fosses dans la partie Est de la baie entre les profondeurs 15 à 19m et 18 à 22m.
- La présence des petits hauts fonds reflétant l'existence des dunes hydrauliques entre 14 et 15m de profondeur.

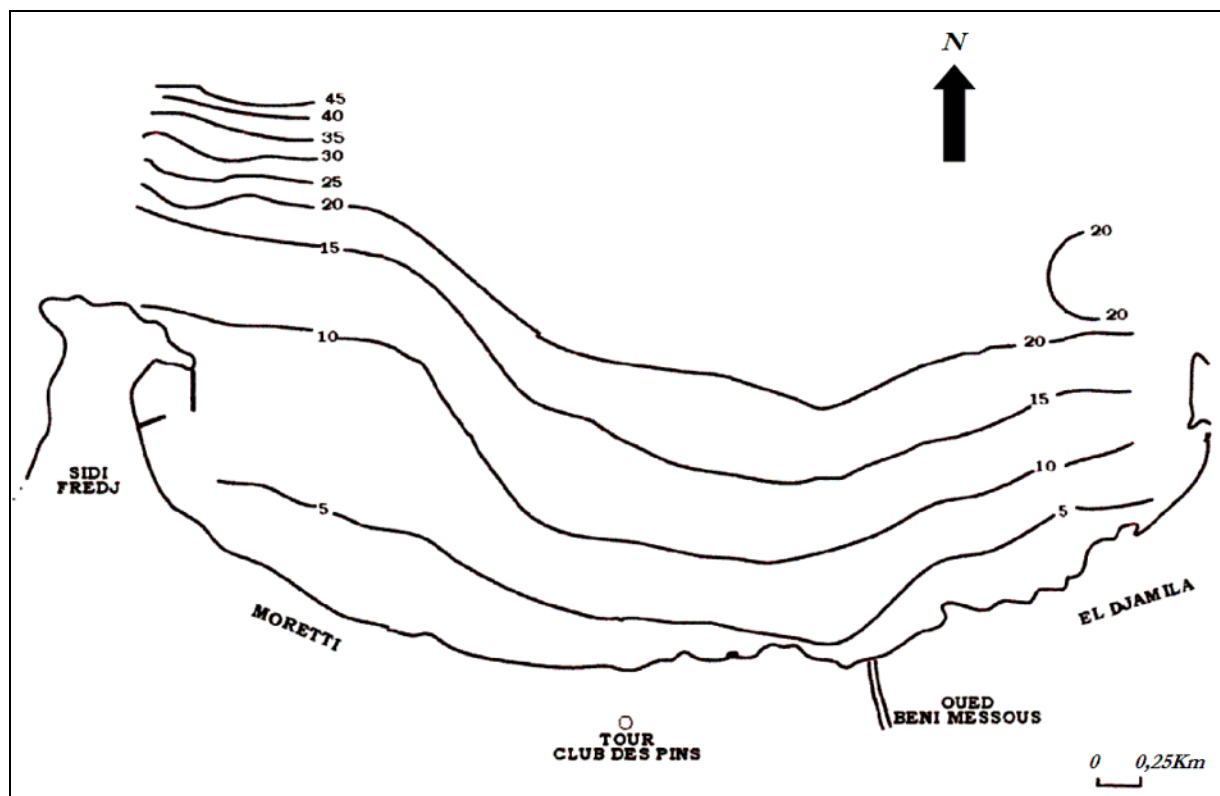
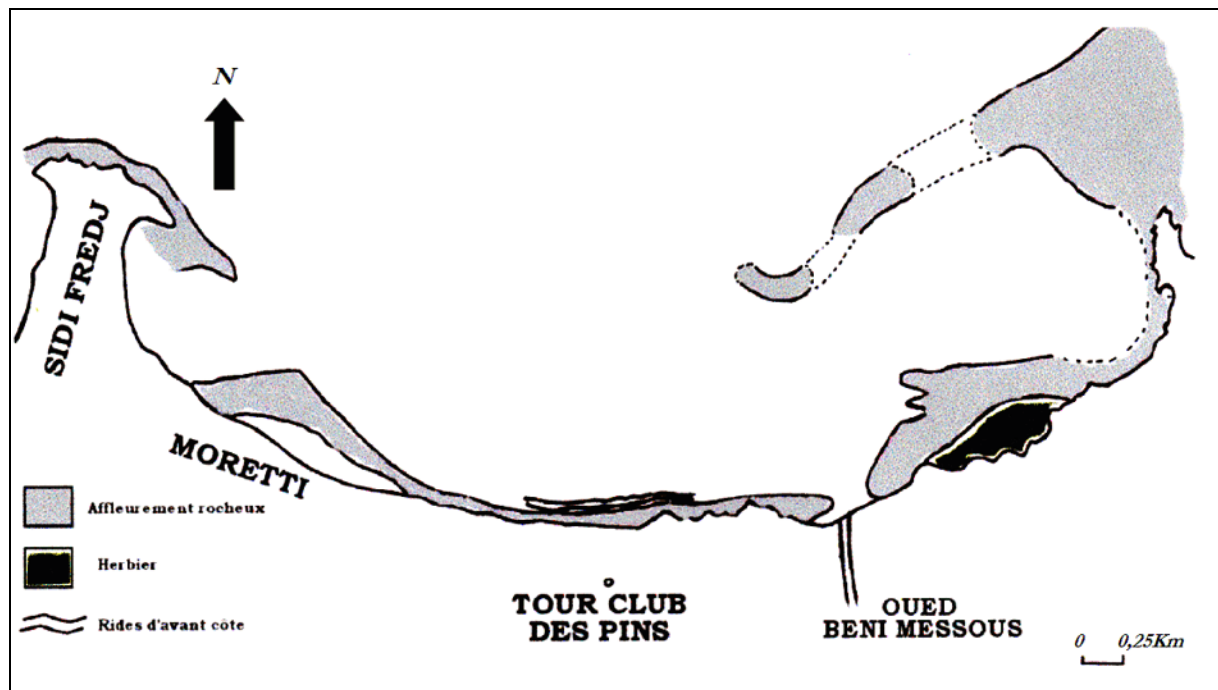


Figure 4 - Carte bathymétrique de la baie d'El Djamila (Bakir, 1987).



**Figure 5** - Carte représentative de la morphologie sous-marine de la baie d'El Djamila (Leclaire, 1972).

### 3. Répartition sédimentaire

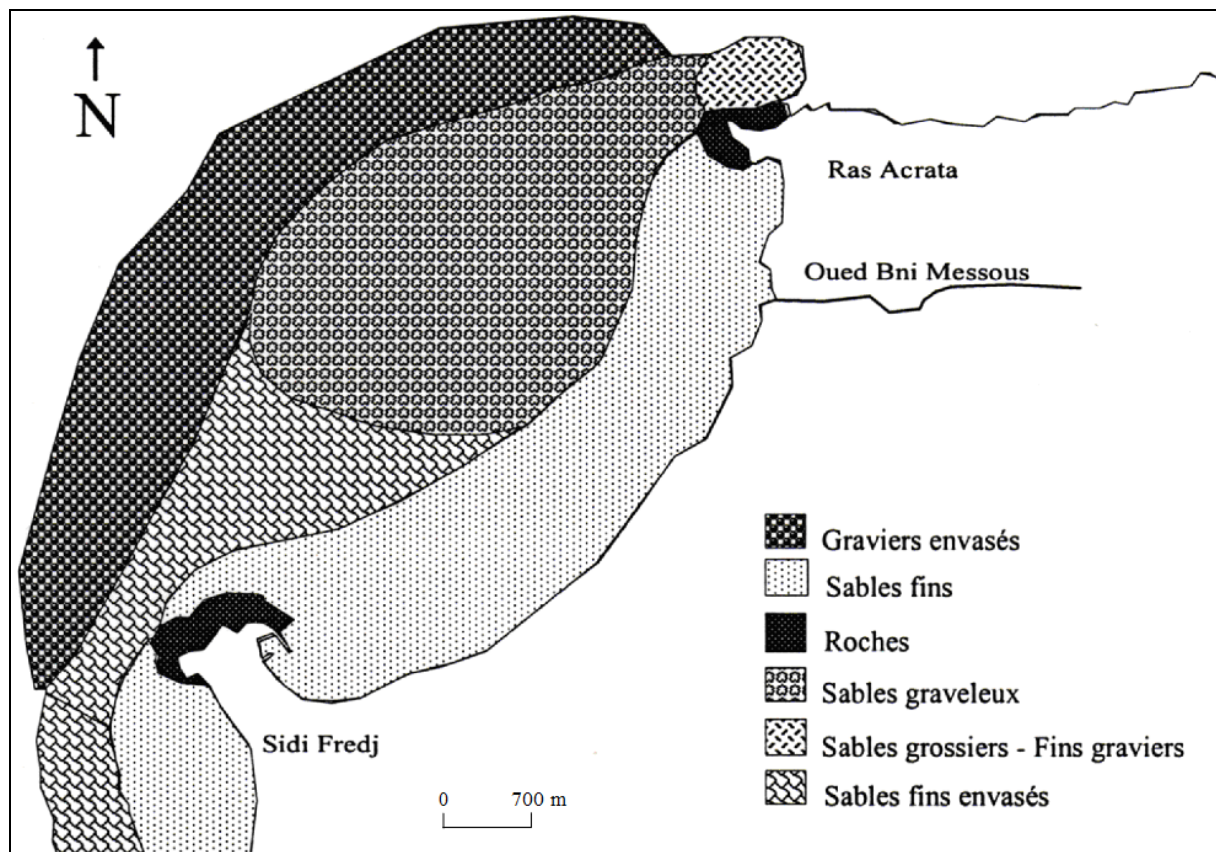
Suite aux déferlements à la côte, la mobilisation des sédiments devient de plus en plus importante que se soit par charriage ou par remise en suspension des matériaux.

Par contre, dans des zones plus profondes, l'hydrodynamisme faible va former des milieux homogènes dont la granulométrie est plus fine.

La carte sédimentaire montre les différents types granulométriques des sédiments. (Figure 6).

- **Sables fins infralittoraux** : forment une bande tout au long de la frange côtière, sans jamais dépasser **30m** de profondeur.
- **Sables envasés** : occupent les fonds entre **-25** et **-50m**.
- **Sables vaso-sableux** : inexistant dans le secteur Est de la baie.
- **Vases** : sont quasiment absentes dans la baie d'El Djamila, elles apparaissent au large de la presqu'île de Sidi Fredj et forment une bande qui s'étale progressivement entre Zéralda et Bou-Ismaïl.

- **Sables grossiers et graviers fins** : sont localisés essentiellement en face du Ras Acrata par 25m de profondeur.
- **Sables Graveleux** : localisés dans la partie Est de la Baie d'El Djamil, ils occupent les fonds compris entre **35** et **10m** de profondeur.
- **Graviers envasés** : localisé au large de Ras Acrata sur un fond de **-40m** à **-90m** ainsi qu'au niveau de l'embouchure de l'Oued Béni Messous et s'étend vers l'Ouest de Bou-Ismaïl.



**Figure 6-** Carte sédimentologique de la baie d'El Djamil (Allag et Ressad, 2006).

#### 4. Réseau hydrographique

Se situe à 15 Km à l'Ouest d'Alger entre El Djamil et Club des Pins, aliment la baie d'El Djamil. Il prend source dans le grand Chéraga : il traverse les communes de Chéraga au Nord, Bouzaréah au niveau d'une agglomération appelée "la tribu" au Nord Est, Dely Brahim à l'Est et Ain Benian à l'Ouest et débouche au niveau d'une plage appelée "les Dunes" à environ 2 Km à l'Ouest du port d'El Djamil sur une distance de 11.5 Km, regroupant l'Oued Defla et l'Oued Bainem.

Son bassin versant est réduit, il est souvent sec, ses eaux sont essentiellement des eaux usées domestiques et industrielles, avec un débit volumique de  $0,245 \text{ m}^3/\text{s}$  sauf lors des fortes pluies ou il peut raviner une quantité non considérable de sédiment (Aouidad, 1997).

## **5. Hydrodynamisme côtère**

L'hydrodynamisme est important dans cette zone. La présence de certains affleurements rocheux d'une part et la forme caractéristique de la baie fait que l'hydrodynamisme s'accroît au niveau du Cap de Sidi Fredj et le massif de Chenoua où le plateau continental est étroit. Ceci entraîne un transfert permanent de sédiments vers la partie Est de la baie.

Au niveau de la côte et à l'Est du port d'El Djamila, la dynamique sédimentaire est importante, provoquée par l'intensité des houles de l'Ouest, Nord Ouest et Ouest Nord Ouest et on note la dominance de sables grossiers. Ces houles provoquent le démantèlement de la falaise du Ras Acrata et des platiers rocheux.

## **6. Facteurs climatologiques**

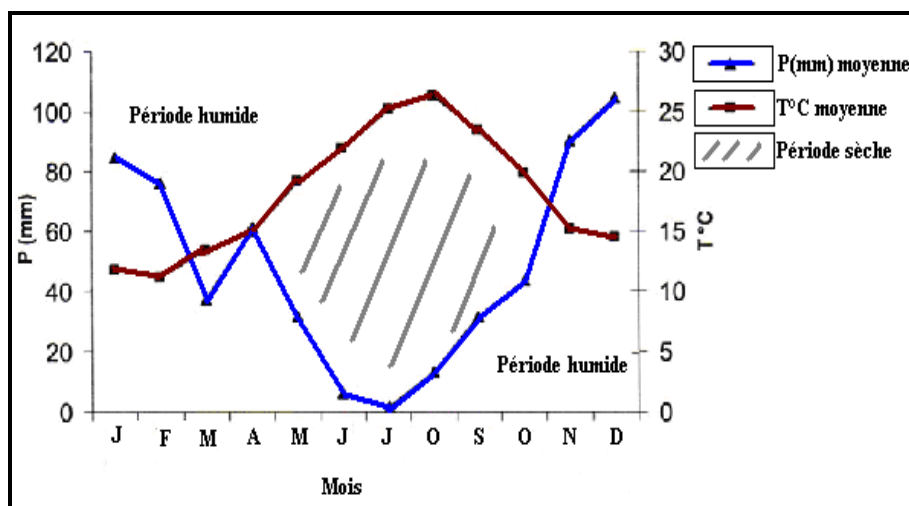
### **6.1. Température et précipitation**

Les observations climatiques ont été réalisées par la station de Dar El Beida (ONM : Office National De Météorologie) sur une dizaine d'années (1993 à 2003). Elles sont présentées dans les tableaux ci-après :

**Tableau 1** : Moyennes mensuelles des températures et la précipitation de l'air dans la région d'Alger (ONM 1993 à 2003).

Mois	P (mm)	T°C
Jan	84,82	11,5
Fév	75,92	12,2
Mar	37,06	13,4
Avr	61,36	14,86
Mai	32,09	19,01
Jui	6,47	22,76
Jui	1,73	25,24
Août	14,9	26,39
Sep	31,31	23,35
Oct	43,37	19,77
Nov	87,4	15,17
Déc	103,81	12,21

Les caractéristiques du climat de la zone côtière d'El Djamila se résument dans le diagramme ombrothermique suivant :



**Figure 7-** Diagramme ombrothermique (ONM 1993 - 2003).

L'étude de ces données conduit à conclure ce qui suit :

- La température est soumise à l'influence de la mer qui adoucit le climat. La plus haute température est enregistrée en mois de Août : 26,39°C, et la plus basse en mois de Janvier : 11,15°C.

- La pluviométrie est considérable du mois d'Octobre au mois de Mai. On remarque deux périodes bien contrastées :
  1. Une période hivernale : les températures sont basses, les précipitations sont relativement importantes et parfois violentes.
  2. Une période estivale : les précipitations se font très rares et les températures augmentent considérablement jusqu'à 29°C.
- L'alternance des phases climatiques sèches et humides peut modifier le comportement lithologique des roches, les rend plus instables et donc facilement soumises à l'érosion.

## 6.2. Les vents

Dans la baie d'El Djamila, la répartition des vents est parfaitement liée au régime annuel des houles. Les données recueillies par le SSMO (Summary of Synoptic Meteorological Observation) au large d'Alger confirment l'existence de deux périodes distinctes des vents dans cette zone (*in* Bellahsene et Messaoudi, 2005).

1. **Une période hivernale** (Octobre à Mars): les vents dominants sont de direction Ouest et ont une fréquence de 60 à 88% et ceux de direction Nord Ouest enregistrent des fréquences de 90 à 99%.
2. **Une période estivale** (Avril à Septembre): avec des vents dominants de direction Est et Nord Est. Ceux du secteur Nord Est ont des fréquences de 45 à 75%.

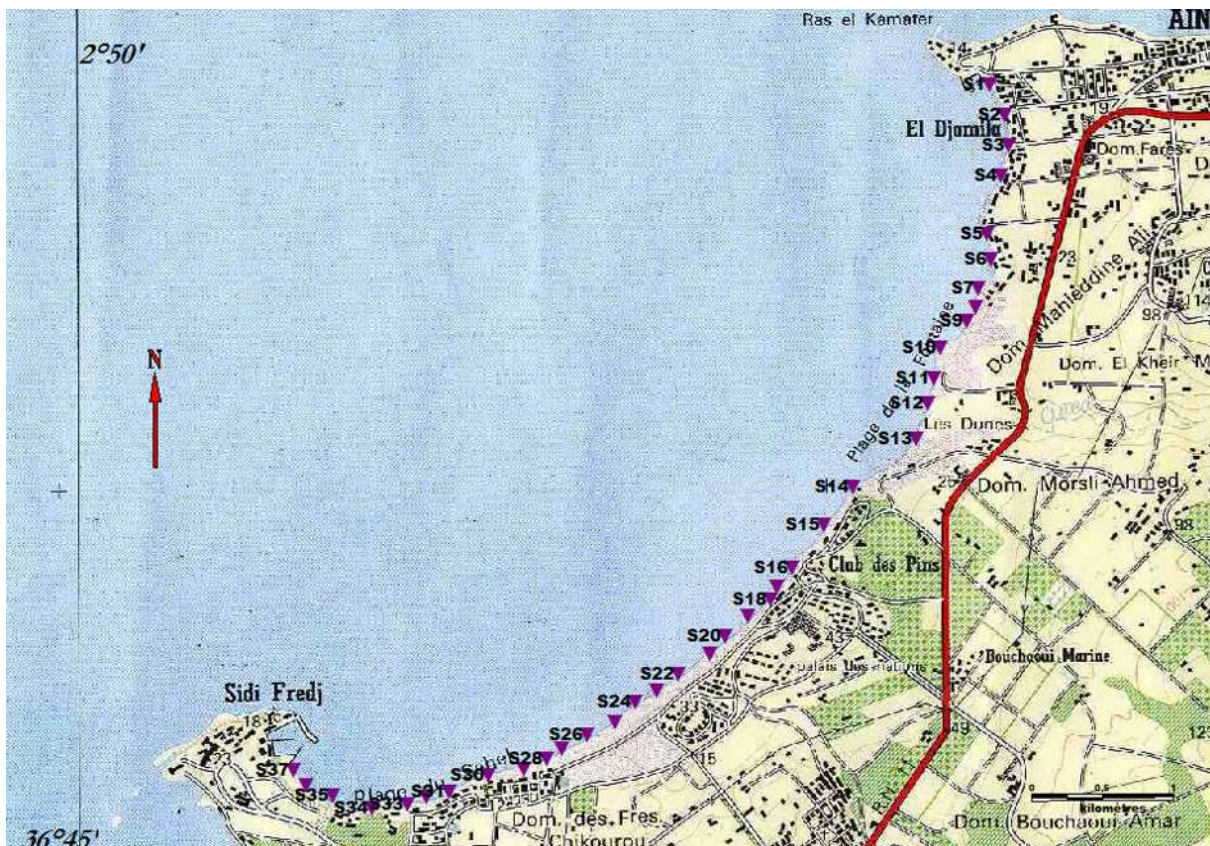


***Chapitre II :***  
***Matériel et Méthodes***

## 1. Prélèvements et conservation des échantillons

### 1.1. Choix et localisation des stations

Dans le but d'avoir une variété des mesures et une estimation bien précise de la Chlorophylle-a et la matière organique, et de connaître la nature du sédiment par l'analyse granulométrique dans la baie d'El Djamila, nous avons réalisé des prélèvements dans différentes stations.



**Figure 8-** Localisation des stations de prélèvement dans la baie d'El Djamila.

L'échantillonnage a été réalisé lors d'une sortie sur le terrain s'étalant sur deux jours, le 11 et le 15 Avril 2009. On a réalisé des prélèvements de sédiments sur toute la longueur de la zone d'étude (6 km).

A partir d'une grille d'échantillonnage, qui est constituée des radiales espacées en longitude, pour les prélèvements de sédiment.

Les échantillons de sédiments ont été récupérés dans des sacs en plastiques étiquetés, et mis dans une glacière et puis rapportés au laboratoire. Ils ont été conservés à basse température (-18°C) pour éviter toute perte d'éléments volatiles et des modifications d'équilibre chimique et d'arrêter le développement de l'activité bactérienne.

**Tableau 2-** Les coordonnées géographiques des stations de prélèvement.

Date	N°	Latitude	Longitude	Localisation
11-Avril-09	1	36°47,987	2° 54,012	Port d'El Djamila
11-Avril-09	2	36°47,829	2° 54,018	//
11-Avril-09	3	36°47,761	2° 53,981	Port d'El Djamila (plage extérieur)
11-Avril-09	4	36°47,727	2° 53,961	//
11-Avril-09	5	36°47,447	2° 53,965	Plage de galet fin
11-Avril-09	6	36°47,349	2° 53,907	//
11-Avril-09	7	36°47,293	2° 53,846	Les Dunes
11-Avril-09	8	36°47,219	2° 53,823	Fin de la dune consolidée
11-Avril-09	9	36°47,143	2° 53,725	//
11-Avril-09	10	36°47,137	2° 53,705	Sortie de la lagune
11-Avril-09	11	36°47,074	2° 53,701	Plage les Dunes
11-Avril-09	12	36°47,02	2° 53,682	Plage les Dunes
11-Avril-09	13	36°46,881	2° 53,652	oued Béni Messous
11-Avril-09	14	36° 46,614	2° 53,288	Dunes (Oued Béni Messous)
11-Avril-09	15	36° 46,515	2° 53,126	//
11-Avril-09	16	36° 46,438	2° 53,091	//
11-Avril-09	17	36° 46,32	2° 53,003	//
11-Avril-09	18	36° 46,286	2° 52,964	//
11-Avril-09	19	36° 46,227	2° 52,894	Plage club des pins
11-Avril-09	20	36° 46,153	2° 52,787	//
15-Avril-09	21	36° 46,091	2° 52,698	//
15-Avril-09	22	36° 46,029	2° 52,593	//
15-Avril-09	23	36° 45,965	2° 52,483	//
15-Avril-09	24	36° 45,924	2° 52,383	//
15-Avril-09	25	36° 45,879	2° 52,297	Sheraton centre
15-Avril-09	26	36° 45,809	2° 52,184	//
15-Avril-09	27	36° 45,763	2° 52,093	Début de Sahel
15-Avril-09	28	36° 45,728	2° 51,987	Sahel centre
15-Avril-09	29	36° 45,694	2° 51,884	//
15-Avril-09	30	36° 45,682	2° 51,79	Début platier
15-Avril-09	31	36 °45,612	2° 51,528	Fin d'enrochement
15-Avril-09	32	36° 45,599	2° 51,442	//
15-Avril-09	33	36° 45,583	2° 51,36	//
15-Avril-09	34	36° 45,573	2° 51,2	//
15-Avril-09	35	36° 45,614	2° 51,084	//
15-Avril-09	36	36° 45,636	2° 50,975	//
15-Avril-09	37	36° 45,703	2° 50,893	//

## 1.2. Prétraitement des échantillons

Les échantillons prélevés ont été décongelés. On met chaque échantillon dans une boîte de Pétrie étiquetée, puis on prend une quantité humide pour la mesure de la chlorophylle, le reste du sédiment est séché à l'aide d'une étuve à 80°C pour l'estimation de la matière organique et l'analyse granulométrique.

## 2. Analyses des échantillons

### 2.1. Analyse granulométrique

#### 2.1.1. Définition

L'analyse granulométrique permet de déterminer la grosseur et les pourcentages pondéraux respectifs des différentes familles des grains consistant les échantillons. Permettent de suivre le mouvement sédimentaire, la distribution et le dépôt.

#### 2.1.2. Principe

Le principe consiste à faire passer un échantillon de sédiment par une série de tamis de diamètre décroissant pour des classes de matériaux formant un même échantillon, et ceci indépendamment de sa nature chimique. Cependant, il existe de nombreuses normes définissant différentes classes de sédiments, le tableau ci-dessous montre la classification des grains (MONBET, 1972 *in* BOUKARTAOUI et BOUTOUILI., 1989).

**Tableau 3** - Classification des grains de sédiment (MONBET, 1972 *in* BOUKARTAOUI et BOUTOUILI., 1989).

Sédiment	Fraction
Graviers	> 2mm
Sables grossiers	2-0,5mm
Sables moyens	0,5-0,2mm
Sable fins	0,2-0,05mm
Pélites	< 0,05

#### 2.1.3. Traitement des échantillons

- En premier temps, les échantillons ont été mis dans des boîtes de Pétri, puis passés à l'étuve pendant 24 heures, à une température de 80 °C.
- On prélève environ 200g à 300g du premier séchage de ce sédiment de chaque échantillon, comme poids initial.

- Le tamisage s'est effectué mécaniquement sur une table vibrante pendant 10 minute, en le passant à travers des séries de tamis de mailles décroissantes, comme suit : 2000, 1000, 800, 630, 500,315, 250, 160, 125,100( $\mu\text{m}$ ). A la fin de chaque tamisage a l'aide d'une balance de précision, on pèse la quantité des refus de chaque classe granulométrique.
- Les résultats de ces analyses ont été présentés sous forme des courbes cumulatives réalisées sur papier semi logarithmique. À l'aide d'un programme informatique (EXCEL).En abscisses logarithmique, le diamètre des différentes fractions du sédiment, et en ordonnée, selon une échelle des probabilités, les pourcentages cumulés inférieurs à une taille donnée.
- Les courbes cumulatives permettant de comparer les résultats des analyses des différents échantillons et de calculer les indices granulométriques.

#### 2.1.4. Le mode

C'est le pourcentage le plus important correspondant à un diamètre du tamis. Il est facilement repérable sur la courbe cumulative au niveau de son point d'inflexion (Rivière,1977) ramène les courbe cumulative a trois groupes principaux : Unimodale, Bimodale, Plurimodale.

Grâce aux courbes cumulatives qui représentent les sédiments d'une zone d'étude, on peut avoir des indices sur les différents stocks présents et leurs répartitions :

1. **Les courbes unies modales** : elle indique un seul dynamique sédimentaire.
2. **Les courbes bimodales** : le changement de l'allure de chaque courbe granulométrique indique l'existence d'un mélange de deux stocks sédimentaire, d'où deux dynamiques sédimentaires.
3. **Les courbes plurimodales** : elles sont révélatrices d'une zone très agitée, elle indique plusieurs stocks sédimentaires.

### 2.1.5. Les indices granulométriques

#### 2.1.5.1. La médiane

C'est l'indice absolu, correspond au diamètre des grains moyenne dont l'ordonnée est à 50% de poids total du sédiment, elle est déduite à partir de la courbe cumulative, et permet de définir la nature du sédiment (RIVIERE ; 1977).

La médiane ne peut être utilisée avec des sédiments à distribution bimodale (Folk et Ward, 1957).

**Tableau 4-** la nature des sédiments selon (MONBET ,1972 *in* BOUKARTAOUI et BOUTOUILI., 1989).

les graviers	les sables	les pélites
	entre 2 et 0.05mm	
supérieur à 2mm	les sables grossiers : 2 - 0.5mm	inférieure à 0.05mm
	les sables moyens : 0.5 - 0.2mm	
	les sables fins : 0.2 - 0.05mm	

#### 2.1.5.2. Les quartiles

- Le 1<sup>er</sup> quartile ( $Q_{25}$ ) : correspond au diamètre du grain représentant 25% en poids du sédiment.
- Le 3<sup>eme</sup> quartile ( $Q_{75}$ ) : correspond au diamètre du grain représentant 75% en poids du sédiment.

#### 2.1.5.3. Classements

Il permet d'étudier le classement des sédiments. indique la dispersion des tailles par rapports à la moyenne de l'échantillon suite aux actions de tri au cours du transport et de la sédimentation (RIVIERE,1977).

Suit aux actions de tri au cours du transport et de la sédimentation.

$$D = (\varphi_{75} / \varphi_{25})^{1/2}$$

**D** : classement

$\Phi_{75}$  et  $\Phi_{25}$  et : les fractions en  $\Phi$  des fractions 75 et 25%.

Lequel est inférieur ou égal à 1 pour un classement parfait, et est d'autant plus élevé que le classement est plus mauvais (RIVIERE, 1977) (tableau 5).

**Tableau 5** - Valeurs du D représentant les types de classements.

<b>D</b>	<b>1.0 - 1.5</b>	<b>1.5-2.5</b>	<b>2.5- 3.0</b>	<b>3.0- 4.0</b>	<b>4.0</b>
<b>Classement</b>	Très bien classé	Bien classé	Normalement classé	Faiblement classé	Mal classé

#### 2.1.5.4. Le facteur hydrodynamique (Weydert, 1971)

$$FH = [(\Phi_{95} - \Phi_5) / 2.44 (\Phi_{75} - \Phi_{25})] - [(\Phi_{75} - \Phi_{25}) / 2]$$

FH : facteur hydrodynamique

$\Phi_{95}$ ,  $\Phi_{75}$ ,  $\Phi_{25}$  et  $\Phi_5$  : les fractiles en  $\Phi$  des fractions 95, 75, 25, 5%.

**Tableau 7**- Les limites du facteur hydrodynamique

<b>FH</b>	<b>Propriétés hydrodynamique</b>
FH > 0	Action hydrodynamique moyenne ou forte.
FH = 0	Action des courants limite (particules constituant le sédiment).
FH < 0	Action hydrodynamique pratiquement nulle.

## 2.2. Matière organique

### 2.2.1. Principe

L'évaluation de la matière organique se fait par la méthode de Perte au feu, le sédiment brut séché à l'étuve à 80°C pendant 24h puis l'incinération de ces échantillons dans un four à moufle à 600°C pendant 2h (BACHELET et DAUVIN, 1993). Afin de brûler toutes la matière organique.

### 2.2.2. Mode opératoire

- Congélation du sédiment immédiatement après le prélèvement ;
- Décongélation du sédiment ;
- Remplissage des creusets numérotés de sédiment ;
- Séchage à l'étuve pendant 24h à 80°C ;
- Pesée des creusets remplis de sédiment sur une balance, soit P1 le poids initial ;
- Incinération du sédiment dans le four à moufle pendant 2h à 600°C ;
- Pesée à nouveau soit P2 le nouveau poids.

La différence des deux poids obtenus précédemment P1 et P2 nous donne le poids de la Matière organique brûlée.

$$P = P1 - P2$$

**P** : Poids de la matière organique en gramme

**P1** : Poids sec de l'échantillon en gramme

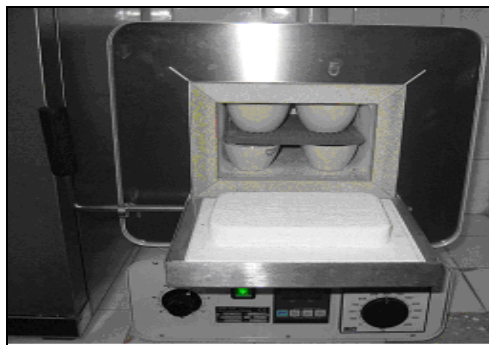
**P2** : Poids de l'échantillon après incération en gramme

Le pourcentage de la matière organique dans le sédiment est calculé par la formule suivante :

$$MO \% = \frac{P1 - P2}{P1} \times 100$$



**Figure 9-** Les creusets



**Figure 10-** Un four a moufle

### 2.3. La chlorophylle-*a*

La mesure de la chlorophylle-*a* est utilisée comme indicateur de la biomasse Phytoplanctonique dans les eaux naturelles. Elle représente le plus important pigment chez les organismes photosynthétiques aérobies. Le contenu cellulaire en chlorophylle-*a* est de 1 à 2 % en poids sec.

Les mesures de la chlorophylle-*a* dans le sédiment sont réalisées avec la méthode décrite par Lorenzen (1967) adaptées aux sédiments par Plante-Cuny (1974) *in* (C.E.A.E.Q ,2003).

#### 2.3.1. Principe

- Le sédiment est inséré dans un tube de 15 ml et 6 ml d'acétone 90 % sont ajoutés.
- Le tube est agité. L'extraction se réalise sur des sédiments humides (3 et 5 g respectivement pour les faciès sableux et vaseux).
- La chlorophylle-*a* en solution aqueuse se dégrade rapidement en présence de lumière et à la température ambiante.
- Le rythme de dégradation peut être grandement réduit en conservant l'échantillon au froid et à l'obscurité donc il faut éviter d'exposer l'échantillon trop longtemps à la lumière.
- L'étape intermédiaire de broyage des sédiments au mortier et éliminée ; car elle n'apporte pas de réelle amélioration dans l'estimation de la concentration en chlorophylle-*a*, elle est remplacée par un passage de 30 secondes dans un bac a ultra-son, Apres centrifugation (5000tr /mn pendant 10 mn).
- Le surnageant est récupéré pour passer au spectrophotomètre.
- Laisser au réfrigérateur ou au congélateur pour une période minimum de 12heures.

- L'échantillon peut être conservé plusieurs semaines.



**Figure 11-** Bac à ultra-son

### 2.3.2. Mode opératoire

- Mettre l'appareil (spectrophotomètre) en marche environ 30 minutes avant de procéder aux dosages.
- Sortir l'échantillon du réfrigérateur ou du congélateur.
- Éviter d'exposer les échantillons à la lumière et procéder le plus rapidement possible afin de minimiser la dégradation de la chlorophylle-*a* par la lumière et la chaleur. L'échantillon est prêt pour passer au spectrophotomètre.
- Remplir la cuvette du spectrophotomètre avec environ 5 ml de l'échantillon et prendre la lecture à 665 nm puis à 750 nm.
- Acidifier les échantillons avec 2 gouttes de HCl 2 N/10 ml et prendre de nouveau une lecture après 1 minute.

### 2.3.3. La loi de Beer Lambert

La mesure de l'intensité de l'absorption dépend directement du nombre des particules absorbant la lumière selon la loi de Beer Lambert selon laquelle l'absorbance est proportionnelle au coefficient d'absorption spécifique  $\epsilon$  au trajet optique  $L$  et à la concentration  $C$ .

La mesure de l'absorbance est effectuée avant acidification (mesure de la chlorophylle *a*) et après une acidification qui transforme toute la chlorophylle-*a* en Phæopigments-*a*,

$$A = \epsilon LC = \log I_0 / I$$

**I** : l'intensité après absorption par les atomes.

**I<sub>0</sub>** : l'intensité initiale de la source lumineuse

#### 2.3.4. Calculs des concentrations

- Chlorophylle *a* ( µg /g de sédiment sec) =

$$[26.7 (\text{Do665 O} - \text{Do665 A}) ((\text{TH-TS}) + \text{ACE})] / (\text{TS-T}) L$$

- Phæopigments (µg/g de sédiment sec) =

$$[26.7(1.7\text{Do665A}-\text{Do665O}) ((\text{TH-TS}) + \text{ACE})] / (\text{TS-T}) L$$

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

**Phæo** : Phæopigments (µg/g de poids sec de sédiment).

**Do665 O** : Do665 nm – Do750 nm (densité optique avant acidification).

**Do665 A** : Do665 nm – Do750 nm (densité optique après acidification).

**T** : poids de tube sèche en g.

**TH** : poids de tube contenant l'échantillon humide.

**TS** : poids de tube contenant le sédiment après séchage.

**ACE** : volume d'acétone versé en ml.

**L** : longueur du trajet optique.

**PS** : poids de sédiment humide en g/cm<sup>3</sup>



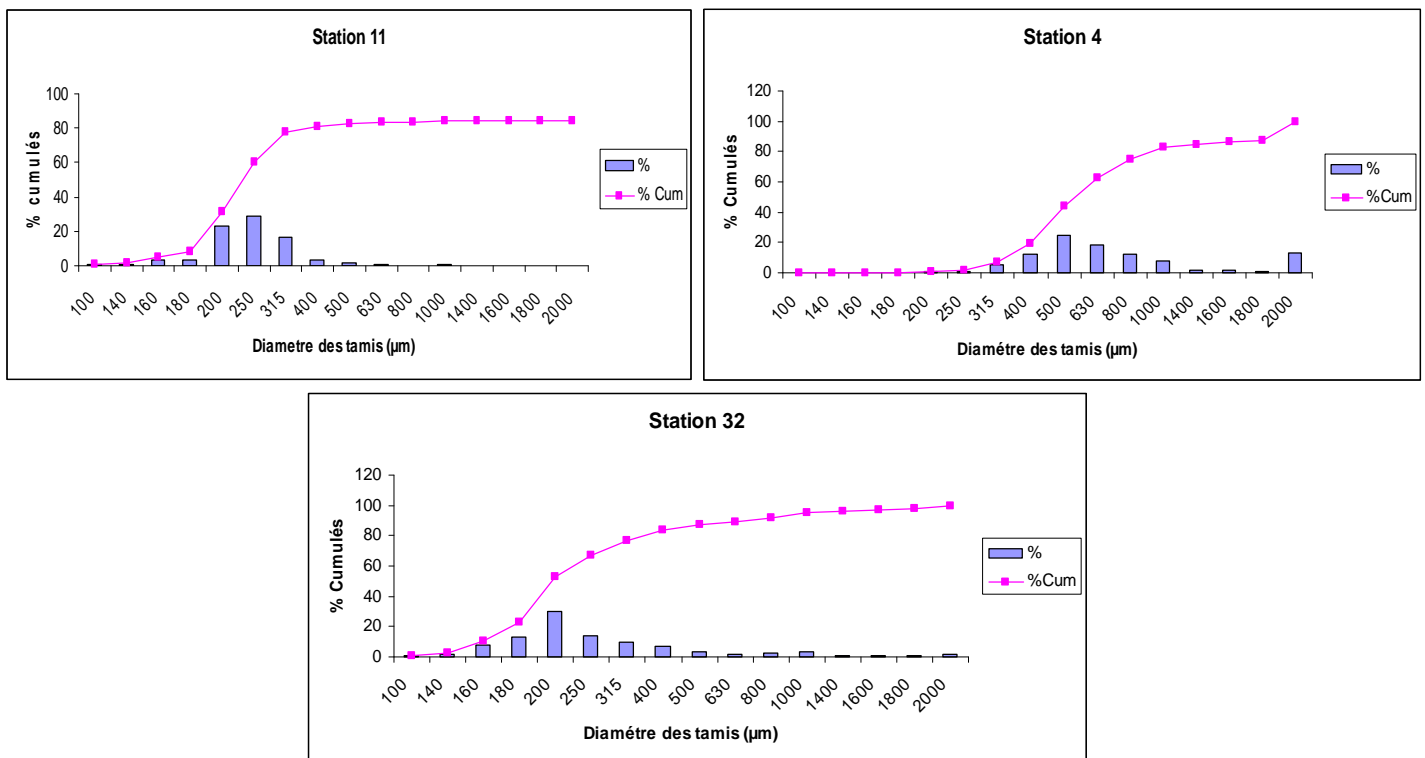
***Chapitre III :***  
***Résultats et discussions***

## 1. Granulométrie

A l'image des différents paramètres étudiés, la granulométrie permet d'étudier la dynamique et la distribution sédimentaire et de situer les zones exposées aux houles et les zones abritées.

### 1.1. Représentation graphique des résultats

Les résultats de l'analyse granulométrique (Tableau1, voir annexe) sont traduits graphiquement par des courbes cumulatives.



**Figure12-**Courbe granulométrique des stations étudiées.

L'examen de ces courbes, permet de calculer les indices granulométriques, et de déterminer les paramètres qui permettent de caractériser la distribution granulométrique des sédiments.

### 1.2. Le mode

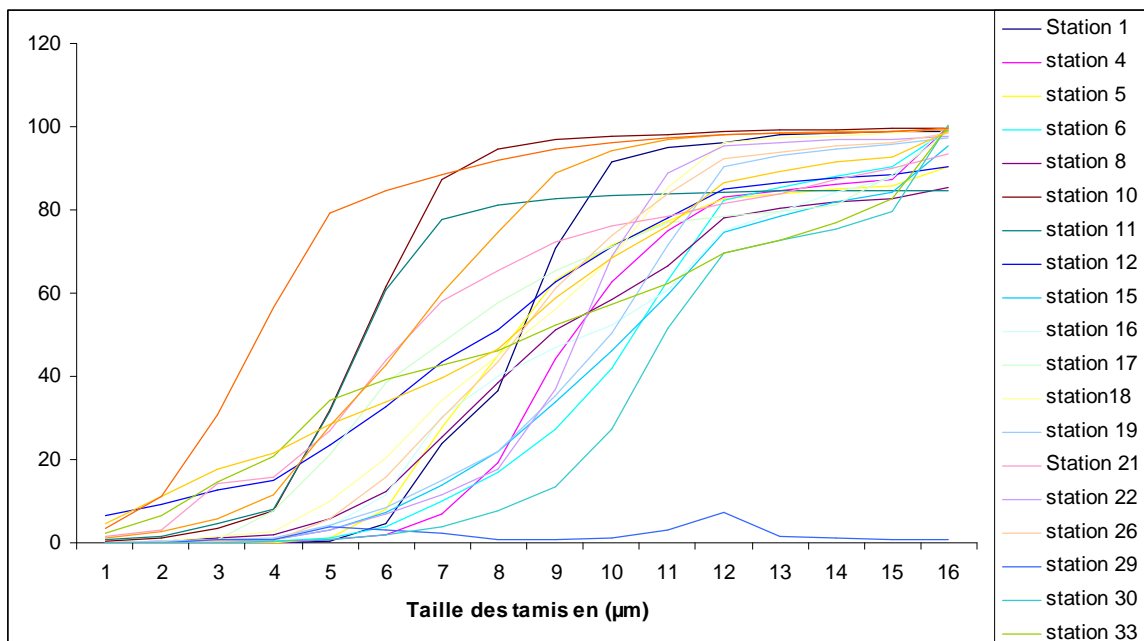
L'analyse modale se propose de déterminer les différentes classes modales des sédiments du site à étudier. La répartition de ces modes permet une identification des différents types de sédiments au niveau de chaque station de prélèvement, elle montre aussi le mélange de proportion sédimentaire d'origine différente.

La répartition graphique en courbes cumulatives et les histogrammes de fréquence des résultats granulométriques montrent la dominance de plusieurs fractions d'un même échantillon.

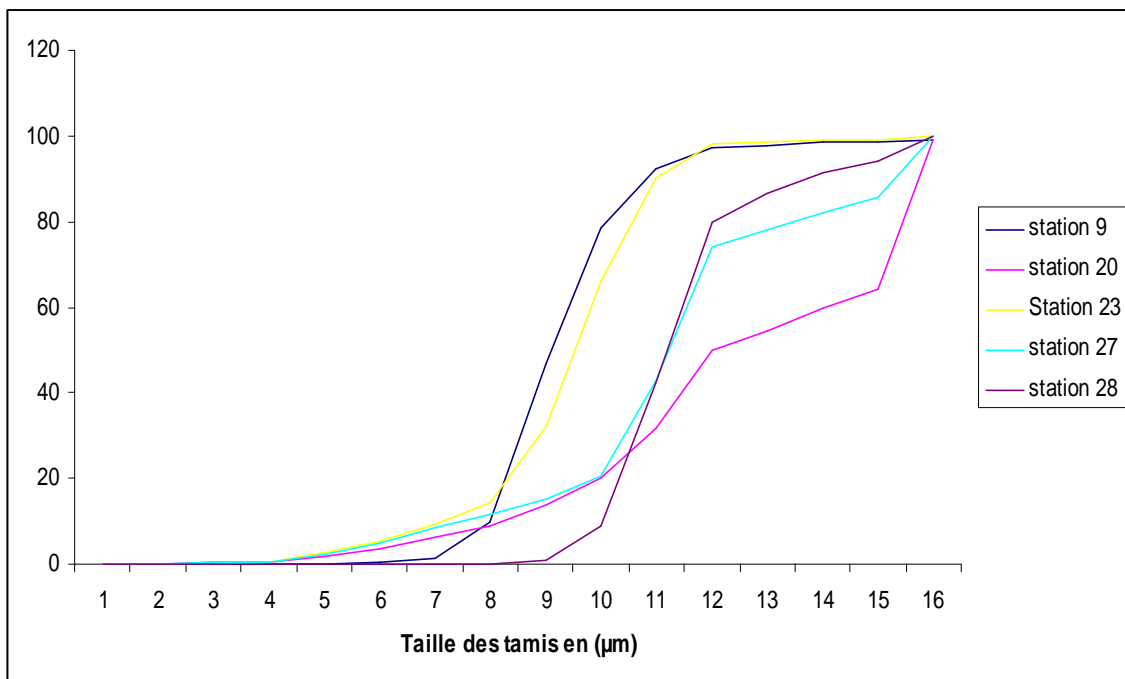
- ❖ Dont 59,46% sont des courbes plurimodales où on note la dominance de plusieurs stocks sédimentaires.

- ❖ 27,02% sont des courbes unimodales où on note la dominance d'un seul stock sédimentaire.
- ❖ 13,51% sont des courbes bimodales où on note la dominance de deux stocks sédimentaires.

Donc on remarque que la moitié des histogrammes montrent des courbes plurimodales de nos échantillons.



**Figure 13-** Courbes granulométriques des échantillons pluri modales.



**Figure 14-** Courbes granulométriques des échantillons bimodales.

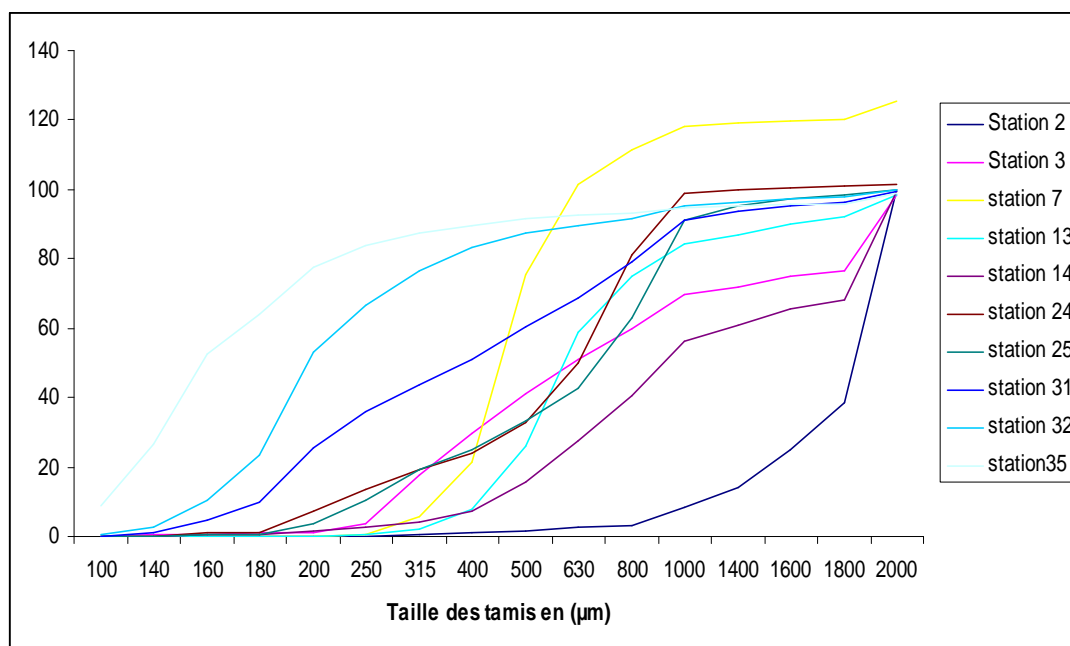


Figure 15-Courbes granulométrique des échantillons unis modales.

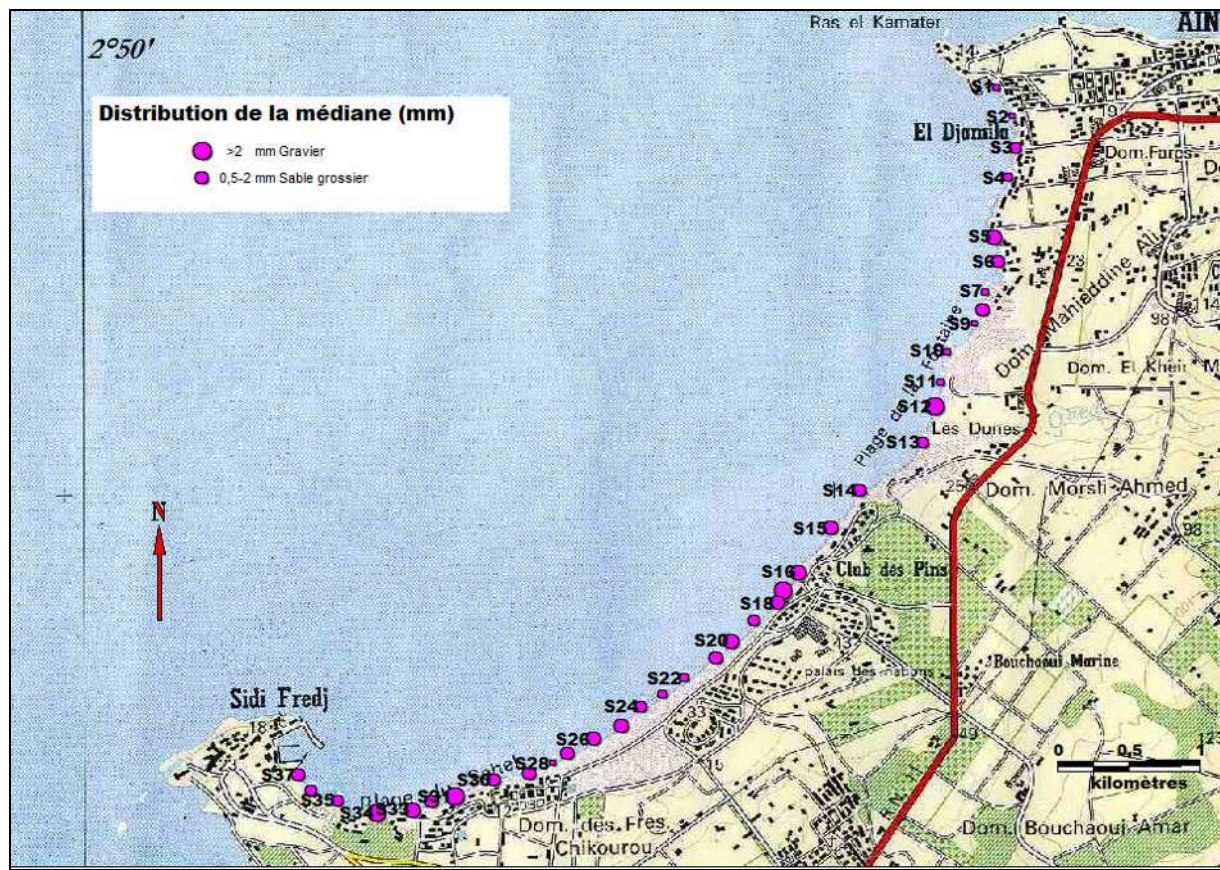
### 1.3. Répartition de la médiane

Cet indice correspond au diamètre du grain dont l'ordonnée est à 50% du poids total du sédiment, la médiane représente la taille ou la courbe cumulative croise la valeur 50% en ordonnée. Elle permet de définir la nature du sédiment (Monbet, 1972 *in* BELLAHCEN et MESSAOUDI., 2005).

Dans nos échantillons, la médiane varie entre 0,54mm (station 28) comme une valeur minimale est 6,73(station 12) comme une valeur maximale.

D'après la classification de Monbet(1972), on trouve du sable grossiers (2-0,5mm) qui représente 51% du total, le reste c'est du gravier (>2mm) qui représente 49%.

La répartition cartographique des médiane granulométriques (figure 16) montre que la fraction grossière est dominante au trait de côte de la baie d'El Djamila, le régime hydrodynamique dû au vent d'Ouest étant fiable ainsi que la présence des épis de protection.



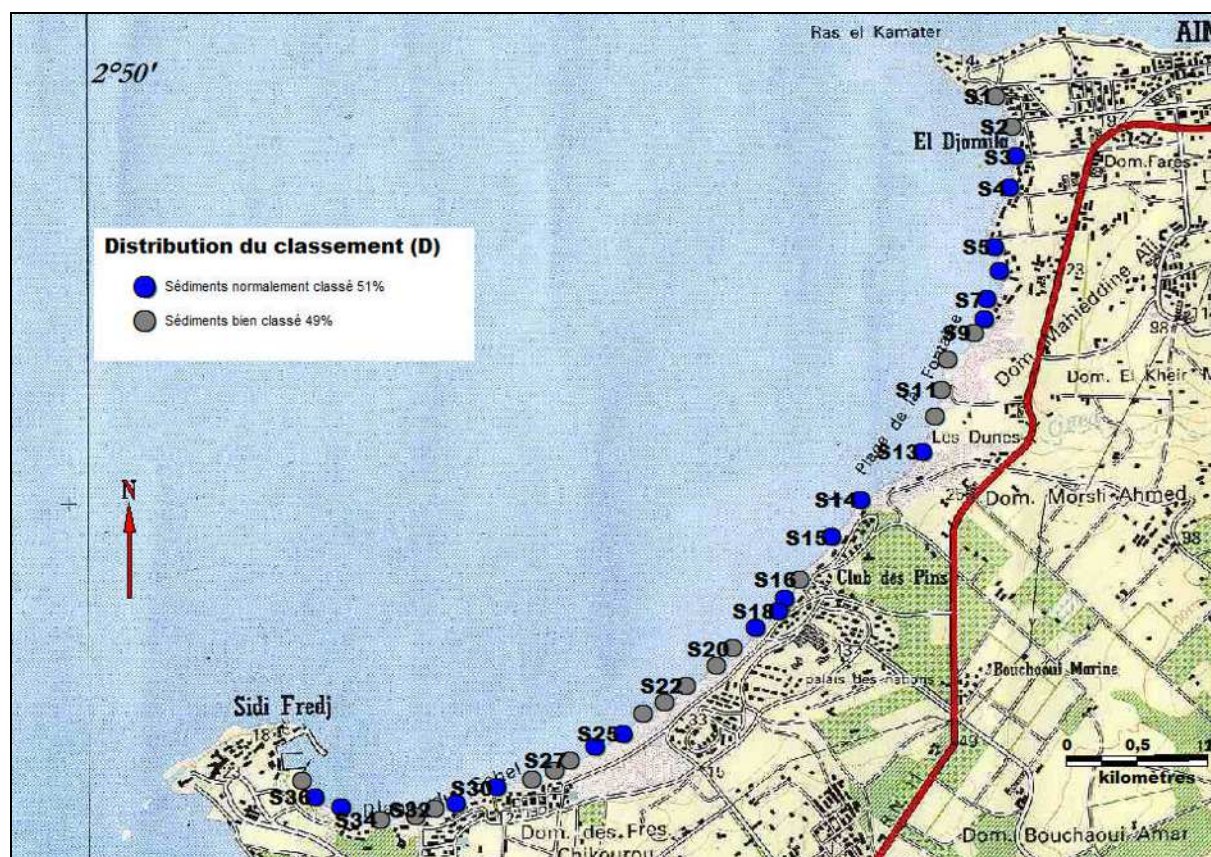
**Figure 16-** carte de la répartition de la médiane (Q50) sur le linéaire côtier de la baie d'El Djamila.

#### 1.4. Le Classement D

Cet indice représente la dispersion des tailles de part et d'autre de la médiane. Selon les valeurs de  $S_0$ , il est possible de classer les sédiments en différentes catégories.

Le calcul de l'indice de classement dans la baie d'El Djamila, montre que la majorité des échantillons prélevés sont constitués par un sédiment plus ou moins bien classé  $D > 1$ . La valeur de l'indice est comprise entre 1,62(S33) et 3,64(S36).

On a 59% des stations bien classées et 41% des stations sont moyennement classées (figure 17).



**Figure 17-** Répartition de classement du sédiment dans la baie d'El Djamila.

### 1.5. Le facteur hydrodynamique

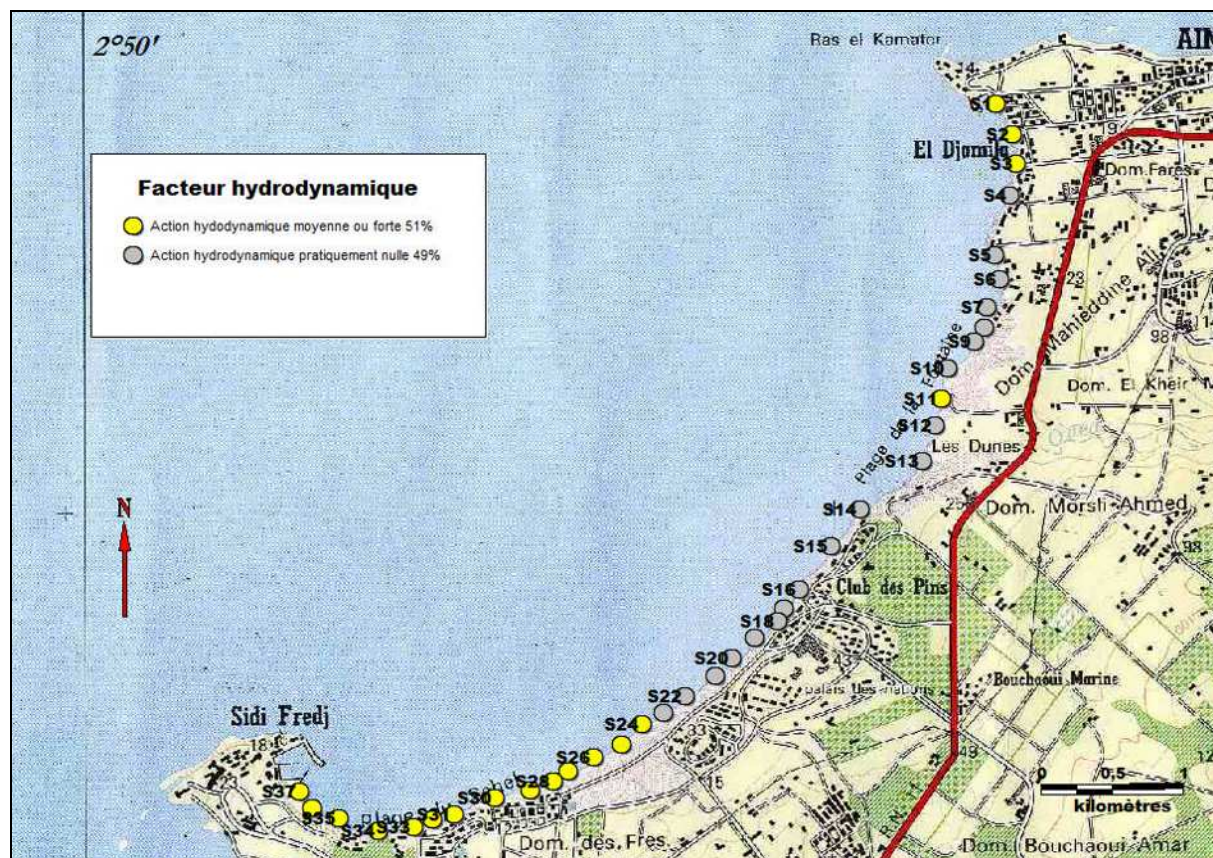
Le vent est un paramètre anémométrique très important pour une étude hydrodynamique, il est le principal générateur des houles et des courants superficiels, il conditionne les mécanismes des vagues à la surface, pouvant atteindre des forces considérables.

La direction Nord-Ouest est assez faible au cours de l'année, mais présente des houles assez fortes en période hivernal.

La direction Est, est également pré pondérée en été, mais les houles sont faibles.

Dans la majorité des stations, le facteur hydrodynamique est inférieur à zéro ( $FH < 0$ ), c'est à dire l'action hydrodynamique est pratiquement nulle en temps normal (sauf tempête), les sédiments sont fixés, et ne sont plus déplacés dans leur totalité.

Pour les autres stations, le facteur hydrodynamique est supérieur à zéro donc on a un transfert sédimentaire actif sous l'effet d'une action hydrodynamique moyenne ou forte à l'ouest de la baie d'El Djamila (figure 18).



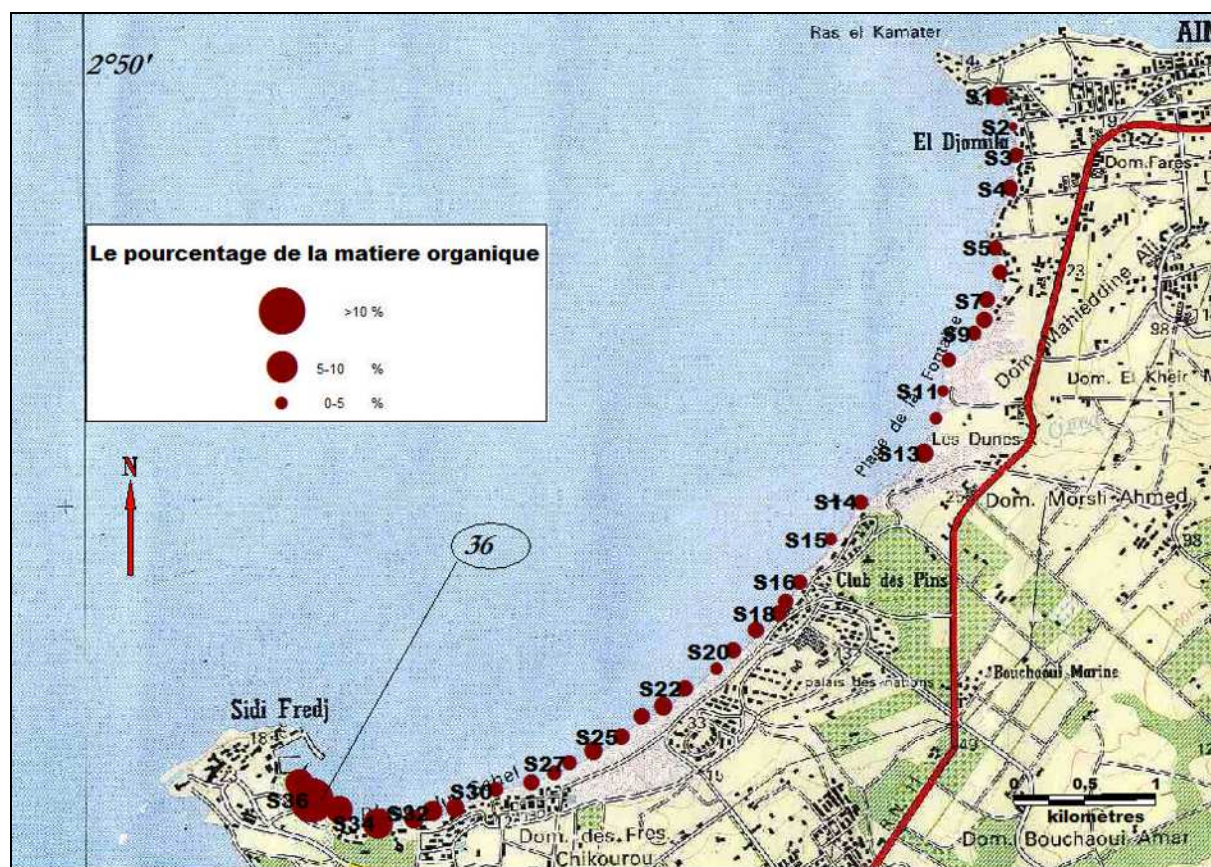
**Figure18-** Répartition spatiale des facteurs hydrodynamiques dans la baie d’El Djamila.

## 2. La matière organique

La matière organique présente dans le milieu donné peut être un indicateur de fertilité comme d’hyper –fertilisation, (LACAZE, 1996). Elle est mesurée dans une fraction des échantillons des sédiments superficiels et est exprimée en (%) (Tableau 2, voir annexe).

Le taux le plus élevé en MO se localise au niveau de la station 36 qui est de l’ordre de 11,12% , en plus des stations 34 et 37 qui localisent aussi des taux assez élevés qui sont supérieurs à la valeur limite (5%) ce qui confirme une source de pollution d’origine allochtone, véhiculée par les différents égouts qui existent dans cette zone.

Le faible taux (0,76%) se localise dans la station 2 qui peut être expliqué par la forte remise en suspension de la matière organique par l’action des houles et des vagues ou bien par l’absence de l’apport continental (figure 19).



**Figure 19-** Répartition spatiale de la matière organique dans la baie d'El Djamilia.

### 3. La chlorophylle-*a*

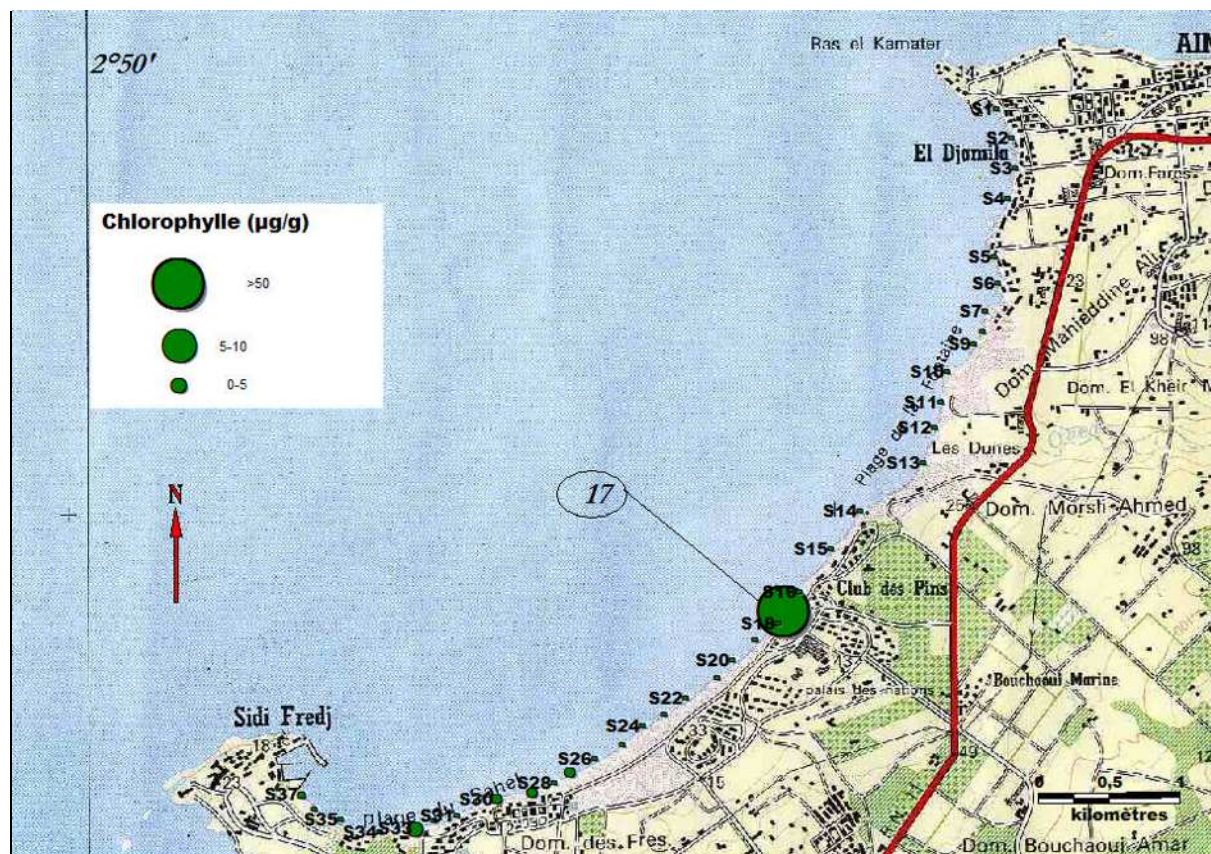
La chlorophylle-*a* est le pigment photosynthétique principal du phytoplancton qui est considéré comme étant un bon indicateur de la santé de l'océan et de son niveau de productivité (Aminot et Chaussepied, 1983). La concentration de chlorophylle est utilisée pour l'estimation de la production primaire (Eppley et Peterson, 1979).

Les concentrations de la chlorophylle-*a* sont comprises entre un minimum de 0 et un maximum de  $6,57\mu\text{g/g}$  avec une moyenne de 0,48 et un écart type de  $1,27\mu\text{g/g}$  (Tableau 2, voir annexe).

Dans la majorité des stations les concentrations sont nulles, on explique en dépit de la période d'échantillonnage ou la machine photosynthétique a récemment commencer, donc la matière végétale synthétisée n'a pas le temps de se décanter au fond.

On signale une forte concentration de l'ordre de  $57,32\mu\text{g/g}$ , qui peut être due à une accumulation importante de la matière végétale détritique (figure 20).

La dispersion spatiale des concentrations en chlorophylle *a* peut être due à une hétérogénéité de répartition de la biomasse Phytoplanctonique le long de la baie d'El Djamilia.



**Figure 20-** Répartition spatiale de la chlorophylle a dans la baie d'El Djamilia.

#### 4. Phaeopigments-*a*

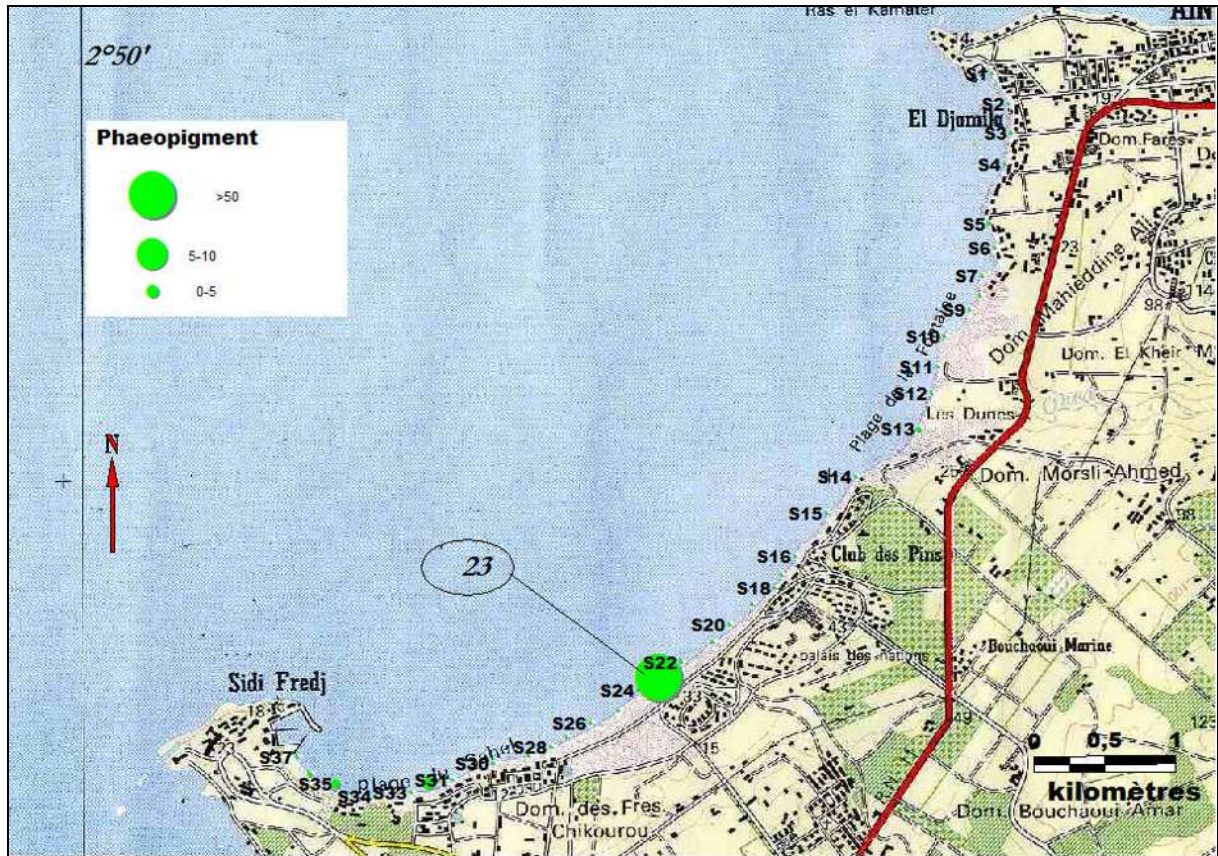
Dans les milieux strictement marins, les phaeopigments résultent du broutage et de la dégradation des cellules et, par conséquent, ne sont pas physiologiquement actifs.

La mesure de phaeopigments est utilisée comme critère de l'état physiologique des populations phytoplanctoniques : plus la proportion de phaeopigments est élevée par rapport à la chlorophylle-*a*, plus les cellules algales sont vieilles, dégradées ou broutées par le Zooplancton. (Aminot A. et Kérouel R., 2004).

Les concentrations en phaeopigments dans les sédiments de la baie d'El Djamilia varient entre un minimum de  $0\mu\text{g/g}$  au niveau des stations 5, 11, 17, 18, 25, 27, 28, 30, 33, 37, cela s'explique par l'absence de la matière végétale c'est à dire l'absence de la biomasse phytoplanctonique ou bien la matière synthétisée n'a pas le temps de se dégrader, et un

maximum de 4.459 ug/g recensé à la station (32) qui peut être due à la dégradation avancée de la chlorophylle *a*.

La forte concentration révélée au niveau de la station 23 qui est de l'ordre de 53,71 $\mu$ g/g indique une accumulation très ancienne de la matière végétale détritique (figure 21).



**Figure 21-** Répartition spatiale des phéopigments *a* dans la zone dans la baie d'El Djamila.



***Conclusion Générale***

Depuis une dizaine d'années, des chercheurs ont mis en évidence les relations et interactions des différents secteurs côtiers d'où l'importance de les étudier en même temps le concept de la GIZC est né ainsi.

C'est pour cela que notre étude à travers des différents paramètres ; Nous a permis de comprendre les impacts sur la baie d'El Djamila.

L'étude menée à travers ce mémoire nous a permis de conclure que :

La baie d'EL Djamila est couverte par une succession du sable grossier 54% et de gravier 46%, avec une dominance de sable grossier dans les extrémités de la baie (port d'El Djamila et port de Sidi Fredj), et une dominance de gravier au centre de la baie .Les sédiments de la baie sont en général moyennement classés.

Le facteur hydrodynamique indique que les deux extrémités sont hydro dynamiquement stables. Tandis que le centre de la baie est le plus exposé à l'action hydro dynamique.

Le taux de la matière organique dans le sédiment montre que la pollution allochtone est localise proche des embouchures des oueds et des égouts qui se débouchent dans la baie.

La chlorophylle évoque des potentialités photosynthétique importantes dans l'ouest de la baie tandis que la partie Est indique une pauvreté plus au moins hétérogène en fonction des stations.

La valeur de phéopigments évoque une matière végétale physiologiquement active en dépit du période d'échantillonnage.

Pour mieux mettre en évidence l'impact anthropique et hydrodynamique. Le suivi de l'évolution temporelle de différents paramètres au niveau de la baie est nécessaire.



***Références Bibliographiques***

**ALLAG N., et RESSAD R., 2006.** Détermination des zones de pêches par des techniques satellitaires dans la région algéroise (Reconnaissance des fronts thermiques). *Mémoire d'ingénieur d'état en halieutique. ISMAL* : 70p.

**AMINOT A., et CHAUSSEPIED M., 1983.** Manuel des analyses chimiques en milieu marin. *CNEXO, Brest* 395p.

**AMINOT A., et KEROUEL R., 2004.** Hydrologie des écosystèmes marins, paramètre et analyses .*Edt. Ifremer* ,336p.

**AOUIDAD Z., 1997.** Contribution à l'étude de la pollution par les métaux lourds dans les sédiments superficiels et les particules en suspension dans la baie de Bou-Ismaïl. *Mémoire d'ingénieur environnement. ISMAL. Alger* : 73 p.

**AYME A., 1965.** La nouvelle carte géologique au 1/50 000 d'Alger. Bulletin science géologique de l'Algérie. Nouvelle série, N° 33.

**BACHELET G et DAUVIN. J-C., 1993 :** Distribution quantitative de la macrofaune benthique des sables intertidaux du bassin d'Arachon. *Ed : ESTUARINE, COASTAL AND SHELF SCIENCE*, 42, 391p.

**BAKIR M., 1987.** La dynamique sédimentaire dans la baie d'El Djamila (Baie de Bou-Ismaïl). *Mémoire d'ingénieur d'état en géologie marine. USTHB* : 76p.

**BELLAHSENE Y., et MESSAOUDI S., 2005.** Etude bathymétrique, sédimentologique et pollution par les métaux lourds de la baie d'El Djamila. *Mémoire d'ingénieur d'aménagement. ISMAL* : 51 p.

**BOKRETAOUI S., et BOUTOULI T-S.,1989.** Baie de Bou Ismaïl étude des paramètres physique et chimique approche biosédimentaire. *Mémoire d'ingénieur aménagement. ISMAL. Alger*.92 P.

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

**EPPLEY R-W., et PETERSON B-J., 1979.** Particulate organic matter flux and planktonic new production in the deep ocean. *Nature, Vol. 282*, 677-680.

**FOLK R.L., WARD W.C., 1957.** Brazos river bar : a study of significance of grain size parameters. *Journal : Sedim. Petrol*, 27, 3-26.

**HAMDOUNI H., et HAMAMOUCHE F., 2008.** Etude de la qualité granulométrique et organique des sédiments pour l'installation d'une ferme aquacole. (La Baie de Bou-Ismaïl). *Mémoire D.E.U.A. ISMAL. Alger. 32p.*

**I.N.C.T :** Institut National de Cartographie et de Télédétection.

**LACAZE J-C., 1996.** Eutrophisation des eaux marines et continentales : causes, manipulation, conséquences et moyens de lutte. *Ed. Ellipse. 3- , 191 p.*

**LARID M ; 1992 .**Cours d'Aménagement du littoral I. 159p.

**LECLAIRE L ; 1972.** La sédimentation holocène sur le versant méridional du bassin Algéro-Baléares (précontinent algériens). *Mémoire du Muséum National d'Histoire Naturelle. Nouvelle série C. Science de la Terre, Tome XXIV. 391p.*

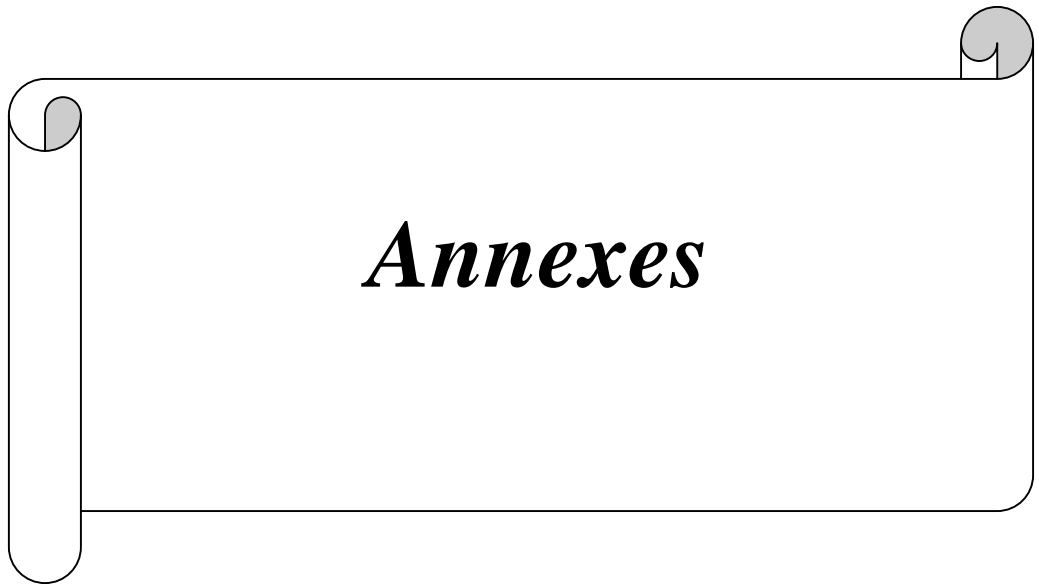
**O.N.M :** Office National de Météorologie.

**OUKAZI H., 1993.** Le port de plaisance de Sidi Fredj, approche critique à travers son fonctionnement et son impact sur l'environnement immédiat. *Mémoire d'ingénieur environnement. ISMAL. Alger : 209 p.*

**RIVIERE A., 1997.** Méthodes granulométriques, techniques et interprétations. *Edt Masson. Paris. 170 p.*

**SYMBIOSE., 1998.** bimestriel de l'environnement N°3 Sep-Oct.

**WEYDERT P., 1976:** Définition d'un modèle sédimentaire en milieu récifal : la baie de tular (côte SW de Madagascar). *Revue Géographie physique Géologie dynamique, 18(1), 67-92.*



# *Annexes*

Tableau 1- Tableau représentatif des résultats d'analyse granulométrique.

station	Poids INI	2000	1800	1600	1400	1000	800	630	500	400	315	250	200	180	160	140	100
1	406,4	0,84	0,4	1,5	8,31	5,51	13,72	84,57	142,1	50,8	79,8	17,32	1	0,16	0,15	0,12	0,11
2	384,35	236,86	50,7	43,35	20,63	19,89	3,81	2,58	3,33	1,78	0,85	0,34	0,1	0,08	0,04	0,01	0
3	353,63	79,17	5,53	9,9	8,9	34,17	32,48	35,65	40,82	43,21	50,47	9,02	1,32	1,24	0,65	0,56	0,54
4	384,5	49,24	4,11	5,54	6,23	30,48	47,55	70,98	96,29	47,79	19,02	4,99	1,91	0,19	0,1	0,03	0,05
5	348,64	19,11	3,01	4,08	4,45	20,77	21,22	33,34	69	67,6	74,85	26,76	4,17	0,13	0,07	0,06	0,02
6	348,71	31,66	7,15	9,61	11,65	67,5	73,73	51,08	36,37	24,33	21,55	9,47	3,9	0,32	0,25	0,09	0,05
7	365,75	17,47	1,33	2,77	3,62	23,3	44,81	91,26	107,4	53,99	17,51	1,86	0,25	0,06	0,05	0,02	0,01
8	312,37	9,37	3,28	5,51	7,88	42,91	28,99	27,18	45,88	49,12	47,07	23,78	14,39	2,83	2,42	1,15	0,61
9	341,34	1,94	0,6	1,63	2,16	14,93	43,81	121,21	124,2	26,55	3,42	0,56	0,17	0,06	0,04	0,02	0
10	350,09	0,44	0,51	0,63	0,78	2,69	1,65	2,89	7,61	24,86	87,31	111,7	82,82	14,27	8,3	2,55	1,11
11	296,95	0,22	0,21	0,26	0,75	1,46	1,36	2,13	6,33	12,11	59,06	102,6	81,61	12,66	10,19	3,92	2,13
12	268,44	5,53	2,37	3,46	4,6	20,47	20,81	24,9	33,92	23,33	32,34	26,69	25,44	6,28	10,71	8,01	19,58
13	331,68	20,47	7,94	9,73	9,88	30,54	55,25	110,22	60,61	20,01	5,5	0,68	0,37	0,28	0,13	0,07	0
14	383,45	120,14	10,9	17,3	19,77	59,77	49,86	45	31,71	12,83	6,53	3,74	3,46	0,93	0,86	0,38	0,24
15	373,72	43,58	9,65	14,02	14,17	58,43	52,67	48,57	47,47	30,29	26,23	15,9	9,99	1,47	0,98	0,22	0,08
16	374,83	46,25	13,6	16,61	17,14	54,37	30,91	21,04	24,92	36,2	70	29,46	11,82	1,24	1,02	0,15	0,09
17	371,66	39,79	27,4	4,84	5,24	4,83	22,69	20,53	29,79	36,17	36,18	64,44	51,56	24,63	2,75	0,68	0,13
18	376,36	4,71	2,21	2,51	3,9	41,1	63,92	45,35	42,97	40,56	52,7	38,4	27,64	4,74	4,62	0,49	0,54
19	367,18	5,83	4,03	6,55	10,2	71,61	79,6	56,28	50,02	26,6	24,29	15,92	11,44	2,29	1,79	0,54	0,19
20	371,69	130,48	16,8	19,59	17,97	67,27	44,6	22,58	19,51	9,37	9,96	6,96	4,7	0,87	0,56	0,3	0,13
21	353,33	13,26	10,1	12,38	8,77	12,22	9,01	13,84	26,1	28,45	54,03	63,1	41,84	41,84	6,3	6,3	5,77
22	302,81	2,18	0,8	1,7	2,25	20,52	62,09	99,48	59,6	18,34	14,81	11,5	7,27	1,45	0,64	0,15	0,03
23	381,81	2,18	0,8	1,7	2,25	29,52	92,09	129,48	69,6	18,34	14,81	11,5	7,27	1,45	0,64	0,16	0,02
24	389,46	1,79	1,17	2,57	4,36	68,01	118,79	66,33	34,18	17,44	22,43	24,24	24,97	0,04	2,56	0,54	0,04
25	386,58	6,18	4,26	8,32	15,5	109,6	77,6	36,91	30,64	23,66	34,21	24,84	13,66	0	0,86	0,36	0,01
26	379,58	9,39	3,18	5,16	6,3	32,27	39,07	48,77	67,69	52,02	54,33	38,92	20,34	0,05	1,53	0,43	0,13
27	385,04	56,09	13	15,49	16,11	120,3	84,33	20,93	13,89	11,7	14,46	9,8	7,47	0,04	1,03	0,34	0,1
28	384,8	22,87	11,1	18,6	25,96	143,2	129,19	29,66	3,82	0,35	0,06	0,01	0	0	0	0	0
29	353,57	10,64	8,33	13,57	20,63	91,37	38,22	15,83	10,01	11,38	28,2	40,93	47,4	7,93	7,34	1,58	0,21
30	385	80,41	14,9	11,72	11,29	69,05	92,74	54,04	21,8	14,17	6,94	5,72	1,18	0,91	0,14	0,03	0
31	380,21	10,62	4,19	7,15	8,47	46,81	39,34	31,73	35,67	29,28	30,06	38,35	60,39	19,48	14,09	3,88	0,7
32	377,92	7,38	2,24	4,14	3,62	14,31	8,52	7,86	14,49	25,25	37,34	52,67	112,3	49,32	28,76	7,83	1,87
33	381,87	65,72	21,7	16,33	11,57	29,12	18,77	19,48	22,98	12,89	12,9	19,95	50,53	24,38	30,74	16,55	8,25
34	374,17	22,26	4,83	8,35	10,1	40,69	29,03	35,57	47,51	25,84	22,38	19,44	27,12	13,82	25,58	23,55	18,1
35	301,13	8,65	1,36	1,4	1,22	4,25	2,79	3,09	5,14	6,11	11,94	18,55	42,12	35,07	77,92	54,5	27,02
36	366,23	2,06	0,34	0,89	0,86	5,19	10,12	19,66	52,06	53,29	65	53,63	60,54	21,72	10,62	6,42	3,83
37	379,7	3,63	0,64	0,72	0,68	3,29	3,65	5,95	10,91	12,46	15,58	20,33	86,25	98,02	75,43	28,77	13,39

Tableau 2- les résultats des analyses des différents paramètres.

Station S	Latitude	longitude	(MO) %	chl (µg/g)	Phé(µg/g)	SO	FH	Q50
1	36,799783	2,9002	2,535731	0,000	0,079	2,48	84,285	0,853
2	36,79715	2,9003	0,765296	0,000	0,184	2,27	128,356	0,566
3	36,796017	2,8996833	1,505095	0,000	0,223	3,14	83,742	2,628
4	36,79545	2,89935	1,996406	0,000	0,050	3,46	-13,486	1,53
5	36,790783	2,8994167	1,640886	0,000	0,538	2,62	-17,402	4,964
6	36,78915	2,89845	1,745015	0,000	0,000	2,91	-14,698	3,027
7	36,788217	2,8974333	1,959206	0,000	0,194	2,71	-6,419	0,914
8	36,786983	2,89705	2,081034	0,000	0,170	2,82	-13,62	3,245
9	36,785717	2,8954167	1,409429	0,000	0,090	2,38	-4,15	0,572
10	36,785617	2,8950833	1,442779	0,000	0,156	2,15	-3,637	0,816
11	36,784567	2,8950167	1,052632	0,201	0,000	1,77	-2,607	0,862
12	36,783667	2,8947	1,266295	0,000	0,166	2,52	-18,737	6,735
13	36,78135	2,8942	2,710092	0,000	1,192	2,59	-10,519	2,621
14	36,7769	2,8881333	1,780991	0,000	0,229	2,89	-14,433	3,087
15	36,77525	2,8854333	1,266786	0,000	0,128	3,07	-19,35	3,839
16	36,773967	2,88485	1,85042	0,000	0,157	2,48	-15,869	5,102
17	36,772	2,8833833	1,629066	57,013	0,000	2,88	-25,069	6,296
18	36,771433	2,8827333	2,144506	0,181	0,000	3,17	-22,198	4,288
19	36,77045	2,8815667	1,948983	0,000	0,171	2,76	-12,386	2,87
20	36,769217	2,8797833	1,955017	0,000	0,210	2,45	-14,813	4,875
21	36,768183	2,8783	1,265199	0,000	0,290	2,45	-7,295	3,391
22	36,76715	2,87655	2,009844	0,000	0,560	2,38	-6,309	1,537
23	36,766083	2,8747167	2,210119	0,000	53,710	2,27	-5,151	1,243
24	36,7654	2,87305	1,96389	0,000	0,280	2,58	81,097	2,835
25	36,76465	2,8716167	2,027537	0,340	0,000	2,69	80,764	3,796
26	36,763483	2,8697333	2,242984	0,000	0,300	3,17	67,319	3,858
27	36,762717	2,8682167	1,604794	2,579	0,000	1,72	36,645	3,487
28	36,762133	2,86645	1,475181	0,000	0,000	2,47	90,823	0,542
29	36,761567	2,8647333	1,964362	2,579	0,188	2,51	63,035	3,502
30	36,761367	2,8631667	1,585728	2,408	0,000	2,73	70,59	3,001
31	36,7602	2,8588	2,382212	0,000	0,328	2,71	43,347	6,365
32	36,759983	2,8573667	2,767686	0,000	4,459	2,53	73,875	3,019
33	36,759717	2,856	2,462561	6,570	0,000	1,62	14,969	5,161
34	36,75955	2,8533333	5,41218	0,000	0,165	1,66	11,478	6,06
35	36,760233	2,8514	4,795376	0,000	2,890	2,92	83,848	2,422
36	36,7606	2,8495833	11,12778	0,000	1,060	3,64	88,889	2,813
37	36,761717	2,8482167	5,171693	1,246	0,000	2,22	49,453	3,066
		moyenne	2,35553489	1,9761345	1,8423514	2,588919	24,442351	3,1294054
		ecartype	1,7949337	9,3837852	8,8055651	0,457741	45,218826	1,748307
		Intervalle						
		confiance	0,57835653	3,0236066	2,8372948	0,147491	14,570234	0,5633327

