

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

المعهد الوطني لعلوم البحر و تهيئة الساحل
INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES DE LA MER ET DE L'AMENAGEMENT DU LITTORAL



**MEMOIRE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME
D'ETUDES UNIVERSITAIRES APPLIQUE EN SCIENCES DE LA MER
OPTION : AMENAGEMENT DU LITTORAL.**

SUJET

**Etat de la plage Est de Sidi Fredj : diagnostic
morphosédimentologique et microbiologique.**

Présenté par

M^{elle} BELKESSA Radia.

Promoteur

M^r BELKESSA Rabah.

Déposé auprès de la commission d'examen composé de :

M^r HAMDAN.Y

M^{elle} ALOUACHE

M^r BELKESSA.R

M^{elle} AMROUCHE

PROMOTION 2007/2008

Liste des abréviations.

L.E.M	:	Laboratoire d'étude maritime.
ONM	:	Office national de Météorologie de Dar El Beida.
S.S.M.O	:	Summary of synoptic Meteorological Observation.
L.C.H.F	:	Laboratoire central hydraulique de France.
FAO	:	Food and Agriculture Organization.
GPS	:	Global position satellite.
MF	:	Filtration sur membranes.
CF	:	Coliformes fécaux.
CT	:	Coliformes totaux.
SF	:	Streptocoques fécaux.
E. coli	:	Escherichia coli.
Staf	:	Staphylocoques.
BEA	:	Bile et Esculine Azide.
ADH	:	l'arginine dihydrolase.
LDC	:	lysine décarboxylase.
ODC	:	l'ornithine décarboxylase.
H₂S	:	Hydrogène sulfaté.
CIT	:	Citratases.
VP	:	Réaction de Voges Proskauer.

DEDICACES.

Je dédie ce modeste travail à mes très chers parents qui ont répondu présent à mes besoins et qui m'ont toujours encouragé sans cesse durant toutes ces années d'études. je vous doit tout mon dévouement et mon amour, que dieu vous bénisse.

A la mémoire de mes grands parents paternels.

A mes grands parents maternels.

A mes frères que j'aime beaucoup, Malik et Mahdi, qui n'ont jamais cessé de m'encouragé et m'orienté.

A ma seule et unique sœur Kahina que j'adore et à qui je dois ma réussite, tu es un exemple pour moi.

A toute la famille BELKESSA

A tous mes cousins et cousines,

A mes amis(es) : Lynda, Momo, Salima, Samia, Soso, Ryma, Samira, Aziz, Saad, Dahbia, Katia...

A toute la promo 3^{eme} DEUA ISMAL

« Le plus difficile
au monde est de dire en y pensant
ce que tout le monde dit
sans y penser. »
[Alain \(Emil Chartier\).](#)

Remerciements

Je tiens à rendre grâce, tout d'abord, à dieu pour nous avoir donné tant de foi, de force et de courage pour avoir pu élaborer ce modeste travail.

Il m'est agréable d'exprimer mes vifs remerciements et ma gratitude à mon promoteur **M^r BELKESSA. R** et ma Co-promotrice **M^{elle} AMROUCHE. L** qui ont supervisé ce travail, ainsi que pour leurs excellents conseils, critiques et instructions qui m'ont été d'une grande utilité.

C'est un plaisir autant qu'un devoir d'exprimer ma gratitude et mes reconnaissances à toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin, pour le bon déroulement de ma formation, ainsi qu'à la réalisation de ce projet.

A cet effet, je tiens à remercier :

- **M^r Boudjellal. B.** Ingénieur au laboratoire de chimie de Sidi Fredj.
- **M^r Boukrina. Y.** Responsable de la station de Sidi Fredj.
- A tout l'équipage du navire « **BABA AROUDJ** ».
- Laboratoire des Etudes Maritimes (**L.E.M**) en particulier **M^r Matouk .T.**
- **M^r Kacher. M.** pour son soutien moral et ses encouragements, ses précieux conseils et pour avoir pris le temps d'examiner et corriger ce travail,
- **M^r Bouaziz. A.** pour ses conseils et ses encouragements.
- Tous mes amis(es) qui ont été à mes cotés pendant cette période du mémoire, particulièrement Samir. B qui n'a ménagé aucun effort pour m'aider.
- Mes ex enseignants de l'Institut international de management (**I.N.S.I.M**) surtout **M^r Abed El Malek** et **M^r Guérouche** de m'avoir encouragé pour aller de l'avant.
- Mes parents, frères et ma sœur pour m'avoir conseillé, orienté, encouragé, soutenu, aidé et aimé.

Sommaire

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

Chapitre I : Généralités.

I. Présentation de la plage Est de Sidi Fredj	2
1. Situation géographique	2
2. Aspects du milieu physique et naturel	3
2.1. Géomorphologie	3
A. Le massif d'Alger	3
B. Le sahel d'Alger	3
2.2. Sédimentologie	4
2.3. Morphologie sous marine de la baie de Bou Ismail	4
3. La morphologie littorale	5
II. Données météo-océanologiques	5
1. Données météorologiques	5
1. Les températures de l'air	6
2. Les précipitations	6
3. Les vents	6
2. Hydrodynamismes	6
1. Les houles	6
2. Les courants	7
III. Approche globale sur le port	8
1. Etat du port	9
1. L'ensablement du port de Sidi Fredj	9
2. Impact du port de Sidi Fredj sur le littoral	9
2. Impact de l'infrastructure portuaire de Sidi Fredj sur le transport sédimentaire	9
3. La partie Est de la presqu'île de Sidi Fredj	10
4. Etat du site	10
a. Evolution de la plage	10
b. Evolution du trait de côte	11
c. Solutions préconisés par le L.E.M (1985)	11
d. Résultat de l'implantation	11
e. Impacts des ouvrages sur le littoral	12

Chapitre II : Matériels et méthodes.

II. Morphologie et sédimentologie	13
1. Systèmes de positionnement	13

2. Campagne en mer	13
A. Campagne sédimentologique	13
a. Les carbonates	14
b. La bathymétrie	14
c. Les métaux lourds	14
B. Campagne microbiologique	14
3. Travaux au laboratoire	15
3.1. Sédimentologie	15
3.1.1. Analyse granulométrique	15
3.1.2. Les indice granulométriques	16
a. Les paramètres centraux	16
b. L'indice de classement (So)	17
c. L'indice d'asymétrie (Sk).....	17
3.2. Les carbonate.....	17
3.3. Analyse des métaux lourds.....	18
3.3.1. Prétraitement du sédiment pour la détermination des métaux lourds	18
i. Lyophilisation	18
ii. Broyage et tamisage	19
iii. Homogénéisation	19
3.3.2. Extraction des métaux lourds	19
i. Digestion ou minéralisation	20
ii. Protocole expérimentale.....	20
iii. La Dilution	20
3.4. Dénombrement des coliformes, des streptocoques fécaux et des staphylocoques par la technique de filtration sur membrane.....	21
3.4.1. Tests confirmatifs.....	22
3.4.2. Techniques de caractérisation des bactéries.....	25
a. La coloration de Gram.....	25
b. Test de la catalase.....	25
c. Recherche de la coagulas.....	26
3.4.3. Isolement et l'identification de quelques bactéries.....	27
5. Etude Paramétrique.....	29
6. Réfraction des houles sur la côte.....	29

Chapitre III : Résultats et discussion.

III. Résultats et interprétations	30
1. Résultats et interprétation de l'analyse microbiologique	30
2. Résultats et interprétation des relevés bathymétriques	35
3. Résultats et interprétation de l'analyse granulométrique	37
3.3. Résultats et discussion de l'analyse de la fraction pélitique (< 80µm)	40
3.4. Résultats et interprétation de l'analyse des carbonates	42
4. Résultats et interprétation de l'analyse des métaux lourds.....	43

5. Résultats et interprétation de la réfraction de la houle sur la côte.....	43
5.1. Direction Nord (0°N).....	43
5.2. Direction Nord- Nord Est (20°N).....	44
5.3. Direction Nord- Nord Ouest (330°N).....	44
6. Résultats et interprétation de l'étude paramétrique.....	47
Conclusion	48
Bibliographie	50
Annexes	

INTRODUCTION

« Le gain de notre étude,
c'est d'en être devenu meilleur
et plus sage. »
Montaigne (de Michel Eyquen)

INTRODUCTION

Notre patrimoine naturel est menacé, on observe en effet tout au long de notre littoral une nette régression des plages au profit de la mer qui ne cesse de grignoter des espaces pris sur les rivages sableux. Il y a certes des causes naturelles à cette avancée de la mer, mais il y a aussi, et surtout, l'action de l'homme qui donne un caractère grave à ce phénomène.

Les aménagements situés aux bords des plages (construction, routes...) et les surexploitations souvent anarchiques des ressources de sable, utilisées pour la construction, ont rendu très vulnérable notre espace côtier (Lazhar, 1998).

La construction du port de plaisance de Sidi Fredj a sérieusement perturbé l'équilibre des plages avoisinantes, en modifiant l'angle d'incidence de la houle par rapport à la côte. Le constat de cette portion du littoral s'inscrit dans le cadre général de l'érosion et la protection des côtes.

Le principal objectif de cette étude est l'implication de l'aménageur dans la gestion côtière, car celle-ci est intimement liée à l'environnement naturel. Notre but est de bien servir la population tout en préservant l'environnement.

La question qu'on devrait se poser et à laquelle nous devrions parvenir à répondre est : saurions nous garder un espace côtier où nous pourrions vivre en harmonie avec le littoral qui le compose, assurer son développement sans porter atteinte à notre littoral ?

Dans ce cadre s'inscrit notre étude sur l'état de la plage Est de Sidi Fredj, et s'articule autour de trois principaux chapitres :

Dans la première partie, nous avons décrit les aspects généraux relatifs aux conditions naturelles, vents et houles, qui conditionnent directement la dynamique sédimentaire pour mettre en évidence l'évolution générale de la côte.

Dans une deuxième partie, nous avons présenté les méthodes et matériels utilisés pour différentes analyses effectuées dans ce projet, afin de mener à terme le travail.

Enfin, dans la dernière partie, nous avons présenté les résultats d'analyses et essayé de les interpréter.

Chapitre I :

Généralités

«La parfaite valeur est de faire sans témoins
ce qu'on serait capable de faire
devant tout le monde».

I. Présentation de la plage Est de Sidi Fredj

I.1. Situation géographique (fig.1)

La côte algérienne s'étend sur 1280Km de ruban côtier, elle présente un certain nombre de grandes échancrures qui forment les baies et les golfes. La plage Est de Sidi Fredj se situe dans le secteur centre. Ses coordonnées géographiques s'établissent comme suit :

- Longitude 02°50'54" Est
- Latitude 36°45'54" Nord

La presque île de Sidi Fredj se situe à une vingtaine de kilomètres à l'ouest d'Alger. Elle s'étend sur un kilomètre au bord de la mer, forme le cap Est de la baie de Bou Ismail et la limite Ouest de la baie d'El Djamila. C'est un promontoire rocheux en sailli par rapport aux côtes sableuses limitrophes caractérisé par deux pointes :

- la pointe de Marabout à l'Est où se situe le port de plaisance de Sidi Fredj.
- La pointe de Saint Janvier à l'Ouest à la limite de la baie d'El Djamila.

La localité de Sidi Fredj appartient, du point de vue administratif à la commune de Staoueli, daïra de Zeralda et wilaya d'Alger.

Le port de plaisance de Sidi Fredj, implanté dans l'anse Est de la presqu'île, est conçu de telle manière à ne pas casser l'harmonie du site permettant ainsi de former avec le paysage alentour, une belle station balnéaire. Le port comprend cinq bassins d'amarrage d'une superficie totale de 38000 m², et est réalisé entre deux jetées de type à talus faibles, d'encrochement naturel :

- La grande jetée nord principale longue de 260m se termine par un musoir, servant de barrière de protection contre les contraintes météo-marines, et un phare.
- La petite jetée sublimant la plage Est est longue de 200m.

La plage Est de Sidi Fredj est bordée par un cordon dunaire de sables éoliens et vient s'adosser contre la jetée sud du port de Sidi Fredj. Cette plage décrit une large concavité parallèle à la côte en se rétrécissant –dans sa largeur- vers le SE et l'Est. Par ailleurs, le côté Est de la presqu'île de Sidi Fredj est marqué par de grandes étendues sableuses constituant la plage Est, Moretti et Club des Pins. En s'éloignant vers l'Est, des criques individualisées par les affleurements rocheux y prennent place.

Du côté Ouest, on observe également des étendues sableuses constituant les plages suivantes : plage Ouest, Palme Beach, Azur Plage.

De nombreux massifs rocheux, sous forme de platiers rocheux, affleurent sous l'eau près du littoral. Ces platiers s'étendaient jusqu'au promontoire de Sidi Fredj, mais actuellement, l'ensablement de la zone adjacente à la jetée sud du port à recouvert certains de ces affleurements.



Figure 1 : Localisation géographique du site d'étude (source : Google Maps).

I.2. Aspects du milieu physique et naturel

I.2.1. Géomorphologie

A. Le massif d'Alger

Il s'étend sur une longueur de 20Km suivant un axe E-W, sa largeur maximale est de 6Km et il est orienté vers le Nord. Sa topographie est très accidentée et son sommet qui culmine à 407m constitue le point le plus haut de la région.

B. Le sahel d'Alger

Le sahel d'Alger, anticlinal orienté E-W, a une largeur maximale de 6Km et s'étend sur une longueur de 20Km. Il comprend toute la zone située entre l'atlas au sud et la mer Méditerranée au Nord et entre le mont de Chenoua à l'Ouest et le massif de Bouzaréah à l'Est. (fig. 2)

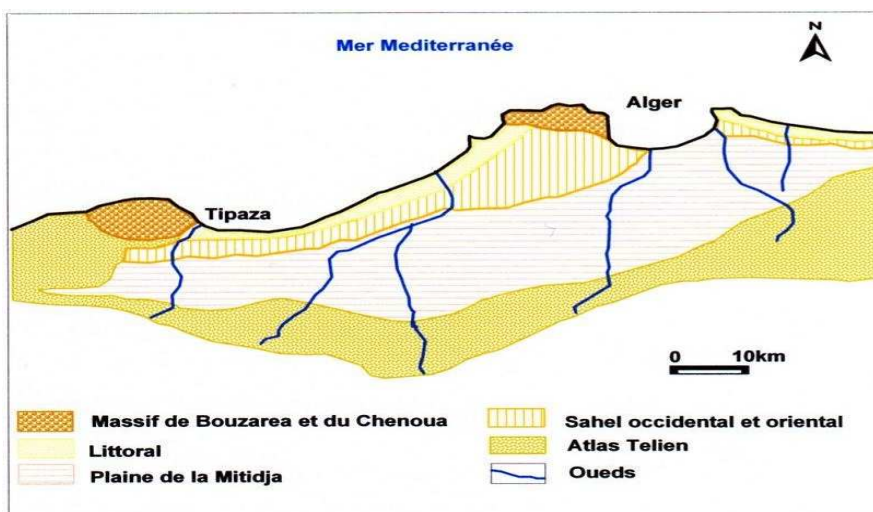


Figure 2 : Carte géomorphologique de la baie de Bou Ismail. (LEM 1999)

I.2.2. Sédimentologie

La baie de Bou Ismail est caractérisée par une diversité sur le plan sédimentaire, neuf faciès ont été identifiés : les sables fins, les sables fins envasés, les vases sableuses, les sables graveleux, les graviers envasés, les sables grossiers et fins graviers, les vases pures, le faciès rocheux (*Fig. 3*) (Grimes, 2003). Les vases pures et les graviers envasés sont les faciès dominants de la baie de Bou-Ismaïl. Les vases sont très développées dans la région Ouest et forment ainsi une importante vaseière littorale, tandis que les graviers envasés le sont dans la région Est.

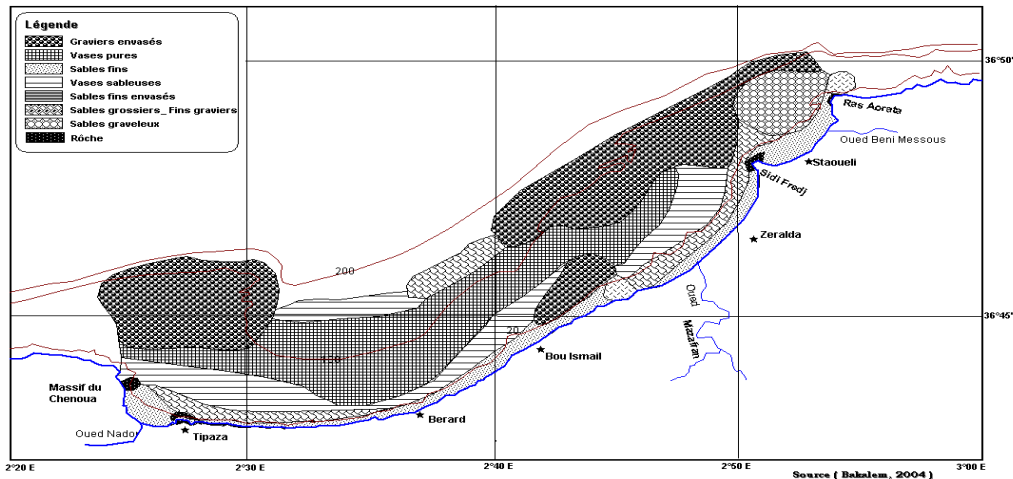


Figure 3: Carte sédimentaire de la baie de Bou-Ismaïl (Bakalem A., 2004).

I.2.3. Morphologie sous marine de la baie de Bou Ismail

Le plateau continental de la baie de Bou Ismail présente une extension maximale de 11Km. La pente est douce et perturbée par quelques appointements rocheux localisés au large du Mazafran à proximité de Bou Ismail. Sa déclivité augmente après la première rupture de la pente (-120m), marquant la limite de ce plateau, au-delà la croissance est également régulière mais avec une pente moyenne (plus de 1%) (Leclaire, 1972).

Leclaire (1972) a dressé une carte de la couverture sédimentaire de toute la baie de Bou Ismail (fig.4), il distingue ainsi trois zones d'affleurement rocheux difficilement chalutables, qui sont :

1. Le prolongement du massif de Chenoua, lequel rejoint la vallée sous-marine du Ras-Nador depuis la côte jusqu'à l'isobathe 180m en direction N-NE.
2. Entre Bouharoun et Douaouda Marine, depuis la côte jusqu'à l'isobathe 100m.
3. Depuis les fonds de 110 à 150m au Nord de Bou Ismail jusqu'à la hauteur de Sidi Fredj.

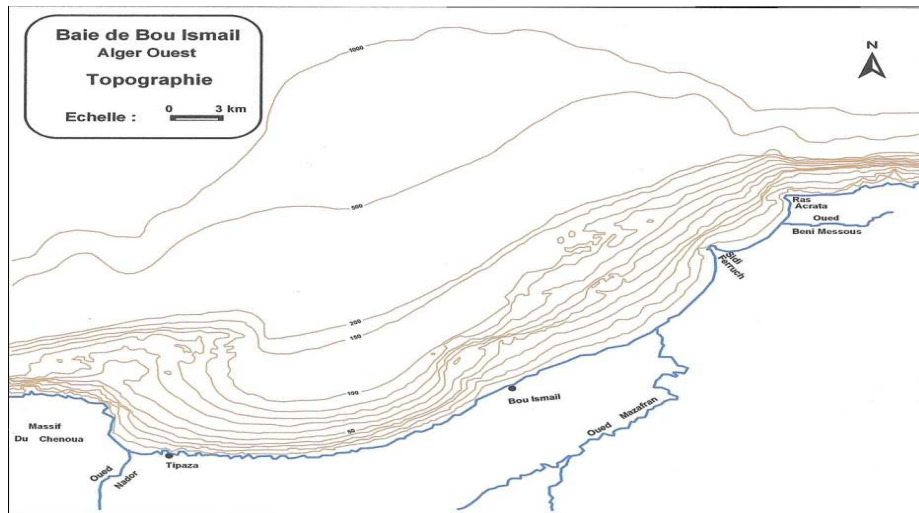


Figure 4 : Topographie de la baie de Bou Ismail (Leclaire, 1972).

I.3. La morphologie littorale

La partie Est de la presqu'île est soumise à deux phénomènes :

Le phénomène d'érosion : surtout en hiver dû aux houles W et SW, les plages principalement touchées sont : Moretti et Club des Pins, vu qu'elles sont très exposées et l'action frontale de la houle provoquant une perte dans leur profil.

Le phénomène d'engraissement : il se produit essentiellement à l'ombre de la jetée Sud du port de Sidi Fredj. Ce secteur est influencé par la dérive littorale du NE, il y a formation d'une zone d'accumulation par les sédiments entraînés vers l'Ouest. Cette zone est à l'abri des houles Ouest pendant la saison hivernale. On a alors engraissement, car les sables apportés par les houles NE ne sont pas repris par les houles de l'Ouest.

Si on prend comme référence le trait de côte de 1921(fig9, voir plus loin), on remarque une avancée de l'ordre de 80m en 1970, pour atteindre les 110m en 1984, autrement dit un engraissement de 30m en l'espace de 14 ans, soit un gain de l'ordre de, globalement, 2.14m/an en moyenne.

Les levés topographiques effectués en 1993 et 1995 montrent que la progradation s'est poursuivie au niveau de la plage Est de Sidi Fredj ; on a constaté une avancé de 25 m entre 1984 et 1993 ; en revanche le trait de côte de Moretti a continué à reculer provoquant ainsi la disparition ou presque de la plage dans ce secteur.

II. Données météo-océanologiques

II.1. Données météorologiques

Comme toutes les zones du littoral méditerranéen, la plage Est de Sidi Fredj bénéficie d'un climat méditerranéen tempéré, relativement froid et humide en hiver, chaud et humide en été.

1. Les températures de l'air

Les moyennes mensuelles des températures de l'air varient entre 11.7 C° et 26.3 C°. Le mois le plus chaud est le mois d'août et le mois le plus froid est le mois de janvier avec une moyenne de 11,7 C°. (ONM).

2. Les précipitations

La baie de Bou-Ismaïl est une région à pluviométrie relativement élevée. On distingue deux saisons :

- Une saison humide avec 560.01 mm qui s'étale du mois de septembre au mois de mai avec une moyenne mensuelle enregistrée de 31.40 mm.
- Une saison sèche avec 21.36 mm qui s'étale du mois de juin au mois d'août avec des moyennes mensuelles respectivement de 6.47 mm et 13.18 mm. Au mois de juillet, les précipitations se font très rares avec une moyenne de 1.73 mm.

3. Les vents

En baie de Bou-Ismaïl, le vent d'Est souffle du mois de juin au mois de septembre. Il peut être violent, sa force peut atteindre entre 15 et 20 m/s durant 3 à 4 jours consécutifs (Lacomb, 1965). Les vents les plus violents soufflent de décembre à mars et proviennent de l'Ouest. (Asso, 1982). Les vents du secteur N- N W et NE à Est prédominent.

On constate que : Les vents du NE sont fréquents durant l'été, ils confèrent un temps remarquablement tempéré. Les vents du secteur Ouest dominant durant l'hiver et sont responsable d'un transport sableux éolien sur la plage Est -. Leur vitesse moyenne est relativement faible, la moyenne maximale enregistrée ne dépasse pas 2m/s (donnés S.D.A.T, 1986), ce qui correspond à des vents modérés-. Cependant, d'après S.S.M.O (summary of synoptique Meteorological Observation pour une période de huit ans de 1963 à 1970), les vents les plus violents au cours de l'année arrivent essentiellement des directions W et NW et dominant du mois de décembre au mois de mai.

II.2. Hydrodynamisme

1. La houle

La houle est sous la dépendance directe des vents. Dans le littoral algérois, les houles ont un régime saisonnier comme pour le reste de la marge algérienne (Leclaire, 1972). En hiver, la houle est de direction W- N W (30°). En été, elle est de direction N- NE (20°- 40°).

Les données de la houle au large ont été prises de l'US. Naval (SSMO), et s'étalent sur la période de 1963 à 1970.

Description de la houle (Fig.5)

- La houle de direction W et celles NE et E sont les plus fréquemment observées.
- Durant l'année, les fréquences correspondent aux directions E et W sont sensiblement identiques avec toutefois une légère prédominance du secteur W.
- En été, les houles d'E prédominent, alors qu'en hiver les secteurs W sont privilégiés.
- La direction N a une répartition assez régulière au cours de l'année.

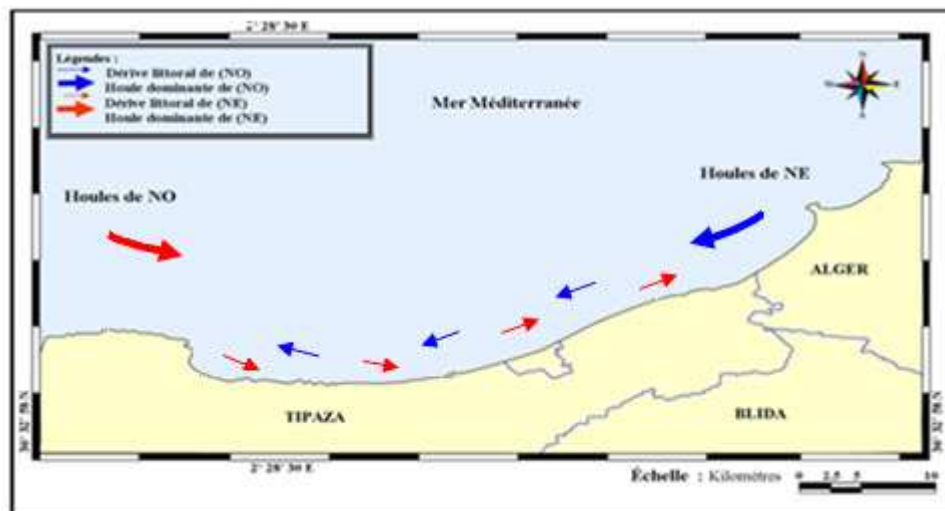


Figure 5 : Transit sédimentaire dans la baie de Bou-Ismaïl (Djeraf *et al*, 2005).

Tableau 1: Fréquence mensuelle (1 mois = 100%) par direction de houle, au large de Bou-Ismaïl. Source U.S. Naval Weather Service Command (S.S.M.O) 1963-1970, 4500 Observations

Directions Mois	N	N-E	E	S-E	S	S-W	W	N-W
Janvier	8.1	12.9	18.2	5	6.5	13.2	28.8	7.3
Février	8.8	10.3	16.6	4	6.1	16.9	35.6	5.8
Mars	11.3	12.6	15.8	3.6	4.5	12.3	30.5	9.2
Avril	11.5	15.4	16	2	4.4	13.7	26.7	10.2
Mai	8.2	26.3	31.9	3	3.3	7.2	13.9	6.2
Juin	9.2	29.1	29.8	1.8	1.4	8.2	16.4	4.2
Juillet	5.9	32.5	35.1	1.4	1	5.9	16.3	2
Août	8.8	27.7	37.3	1.9	1.1	5	13.4	4.9
Septembre	6.7	26.4	40.5	2.2	2.3	4.6	14.8	2.5
Octobre	7.8	14.1	20.3	3.2	4.2	14.8	28.8	6.8
Novembre	5.5	5.8	10	5.1	8	15.9	40.4	9.4
Décembre	10.2	6.2	9.4	4.6	7.5	15	37.1	10
Moyenne	8.5	18.27	23.4	3.15	4.19	11.05	25.22	6.54

Source : Laboratoire des études maritimes (L.E.M, 2002) d'après USNWC, 1963- 1970.

2. Les courants généraux (fig.6)

La circulation d'un courant le long des côtes nord africaines est appelée « *courant algérien* ». Il est défini comme une veine d'eau de surface près du méridien 0°. Le courant algérien, est un courant turbulent qui se déplace d'Ouest en Est en tourbillons croissants (Millot, 1987). La côte algérienne est caractérisée par ces deux couches d'eaux superposées, l'eau atlantique modifiée et l'eau Méditerranéenne. En effet, l'eau atlantique pénètre dans la mer d'Alboran où ses caractéristiques initiales commencent à s'altérer, donnant ainsi naissance à l'eau atlantique modifiée (Benzohra, 1993). Ce même auteur signale cette eau dans le bassin Algérien où elle se reconnaît dans une couche superficielle de 150 m d'épaisseur.

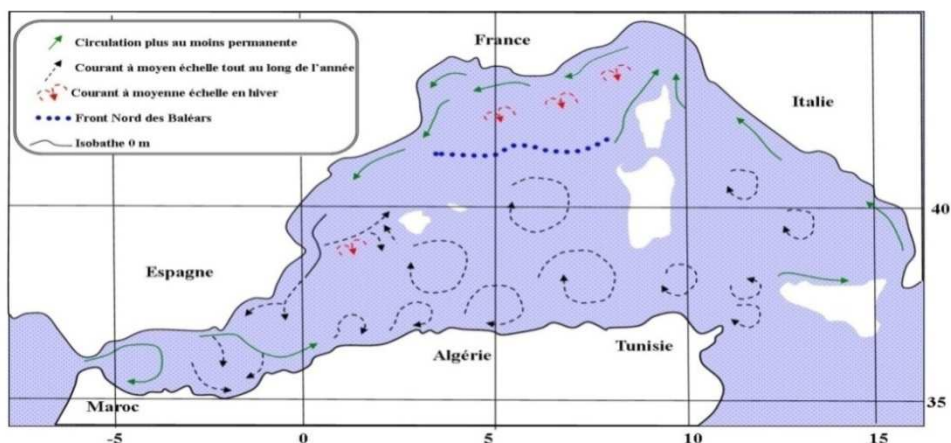


Figure 6: Schéma de circulation de l'eau d'origine Atlantique (d'après Millot, 1987).

La baie de Bou Ismail est soumise aux effets du courant atlantique qui, à partir du détroit de Gibraltar, se déplace vers l'Est sous l'influence des forces de Coriolis et des régimes des vents dominants.

D'après l'étude de la courantologie dans la côte algérienne (Bernard, 1953), le courant atlantique de vitesse 0,5 ou 1 m/s venant de l'Ouest, crée un contre courant vers l'Ouest dans la plus part des baies orientées vers l'Est. Contrairement aux portions de côtes orientées vers l'Ouest.

Courants locaux

Concernant la courantologie dans la région de Sidi Fredj, plusieurs missions ont été effectuées par le laboratoire central hydraulique de France (L.C.H.F) depuis la fin de 1970, afin de suivre l'action des courants sur l'ouvrage portuaire et son environnement. Cette étude courantologique a donné les résultats suivants :

- Lorsque le vent souffle de NE, les courants mesurés portent en direction de l'Ouest, c'est-à-dire vers le port.
- Les mesures des vents effectuées dans le secteur N- NW, ont révélé que les courants portaient vers l'Est et le NE, c'est-à-dire en direction opposée aux précédentes mesures de courants.
- Par observations directes sur les lieux, il a été remarqué que par vent très faible à nul, les trajectoires des courants observées devant l'entrée du port sont faibles (L.C.H.F).

III. Approche globale sur le port

Le port de Sidi Fredj est le seul port de plaisance en Algérie, il remplit une superficie de 35400 m². Il est implanté depuis 1969 dans l'anse Est de la presqu'île de Sidi Fredj. Il s'intègre dans les complexes touristiques. Il est destiné pour abriter les flottes de plaisance. Le port est semis fermé, d'une superficie de 4ha.

III.1. Etat du port

1) L'ensablement du port de Sidi Fredj

A la fin de la construction du port, des modifications topographiques du littoral ont été constatées ceci s'est traduit par un engraissement progressif au cours des années de la plage situé à l'abri de la jetée Sud au détriment de la zone de Moretti qui a connu une érosion qui s'accroît avec le temps.

2) Impact du port de Sidi Fredj sur le littoral

Le port a un rôle majeur dans le cycle d'érosion dans la région de Sidi Fredj depuis la fin de sa construction (1969). Il a, en effet entraîné des modifications du régime des houles, des courants et du transit sédimentaire, à proximité du site. Ceci s'est traduit par un déséquilibre dynamique de la côte et la modification du littoral meuble, en bloquant une partie du transit littoral des sédiments.

III.2. Impact de l'infrastructure portuaire de Sidi Fredj sur le transport sédimentaire

Parmi les principaux facteurs anthropiques qui règnent sur le littoral de Sidi Fredj on distingue :

- L'aménagement portuaire qui contribue à une perturbation de la sédimentation ainsi que la modification de l'évolution de la ligne de rivage.
- La pollution portuaire par le biais des sédiments de dragage.

1) Conséquences sur le milieu marin et terrestre

Avant 1969 (avant la construction du port), le littoral subissait l'influence d'une double dérive littorale : W- E et E-W. Le transport E-W était le plus important et se produisait sous l'effet des vents de NE qui génèrent des courants W dirigé vers le port ; Le transport W-E sous l'influence des houles NW permettait de stabiliser la plage par un retour des sédiments sur la partie Est. Ainsi la plage comprise actuellement entre le port et le front de mer de Moretti avait un profil général stable.

Après la construction de la première partie du port, le transit W-E est arrêté par la structure portuaire. Comme effet, une érosion de la plage apparaît entre l'hôtel El-Riad et le front de mer de Moretti suivi d'un engraissement progressif de l'anse Est au détriment de la zone de Moretti, formant ainsi un banc de 600m environ sur 50 à 200m en profondeur (L.C.H.F, 1973).

III.3. La partie Est de la presqu'île de Sidi Fredj

La partie Est de la presqu'île est exposée à l'érosion marine qui ravage les plages et provoque une perte dans le profil. Ce phénomène se manifeste surtout en hiver car engendré par les houles W et NW. (fig.7).

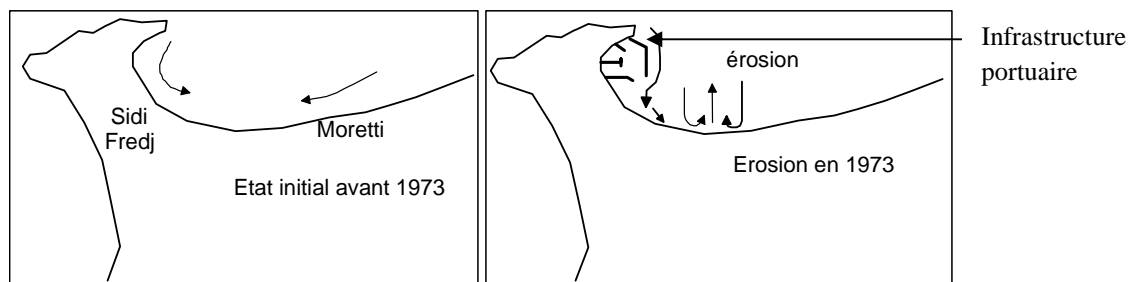


Figure 7 : Etat de la plage Est de Sidi Fredj avant et après la construction du port (Belkessa., 2005).

Comme conséquence, la présence du port a fondamentalement modifié les mouvements des matériaux véhiculés par le transit littoral, provoquant une avancée du trait de côte à l’abri de la jetée II Sud (tab.3). En même temps une érosion de la plage Est au détriment de Moretti, depuis le littoral est en perpétuelle modification.

Tableau 2 : Evolution du trait de côte à l’abri de la jetée Sud du port.

Année	1921- 1970	1970- 1984
Avancée (m)	80	30
Source	L.C.H.F, 1973	Photographies aériennes

(Boutiba, 1996)

III.4. Etat du site

a. Evolution de la plage (Boutiba, 1996)

- **Secteur 1 :** Depuis la construction des ouvrages portuaires en 1969, des modifications topographiques du littoral ont été observées. La plage située à l’abri de la jetée Sud a été soumise au cours des années à un régime d’engraissement progressif au détriment de la zone de Moretti qui a connu une érosion accélérée.
- **Secteur 2 :** La plage disparaît totalement devant El Menzah. Durant l’hiver 1981-1982, une tempête a provoqué la destruction d’une partie du front de l’hôtel El Menzah.
- **Secteur 3 :** Au cours de l’hiver 1969, une succession de mauvais temps a provoqué une importante érosion, le chemin de promenade a été sérieusement endommagé. Plusieurs tempêtes de directions N- NW à N enregistrées pendant l’hiver 1983-1984 dont celle du 9 février 1984 a occasionné de très forts dégâts.

Plusieurs facteurs agissent sur l’évolution de la plage Est de Sidi Fredj, dont l’action de la houle ; pendant la période hivernale les houles NW engendrent une dérive littorale d’Ouest vers l’Est. Et pendant la période estivale, la houle NE, favorise l’engraissement de la plage située à l’abri de la jetée Sud du port. La construction du port a principalement modifié les

régimes de houles, ce qui a accélérée la dérive littorale devant El Menzah, Riadh et Moretti. Enfin, les extractions des sables à l'embouchure de l'Oued Béni Messous et au niveau de l'hôtel El Riad.

b. Evolution du trait de côte (Fig.8 et 9).

D'après les données des levées topographiques effectuées en 1921, 1956 et 1970 (L.C.H.F, 1970 in Boutiba, 1996) (Fig.8). De 1921 à 1956, par rapport à la totalité du trait de côte, seul le secteur 1 a subi de très faibles changements. En revanche, le reste a connu un recul très important. On remarque une avancée de l'ordre de 80m en 1970 pour atteindre 110m en 1984, Contrairement au secteur 2 qui a connu un engraissement de 30 à 40m entre 1921 et 1956, suivi d'une période de recul de 40m entre 1968 et 1984. Quant au secteur 3, le plus touché, a connu un recul du trait durant la période de 1968 à 1984. Jusqu'à 1995, la progradation s'est poursuivie au niveau de la plage adossée à la jetée Sud du port, une avancée de 25m.

c. Solutions préconisés par le L.E.M (1985)

Pour remédier à cette situation, il a été décidé de construire un champ d'épis au nombre de trois de type mixte (longitudinal et transversal) (tab.7), afin d'assurer une défense pour une attaque à double action (érosion et dérive littoral).

Tableau 3: longueur des épis en (m) par type (L.E.M.1985).

Type	Longueur (m)	
« T »	I	290
	II	260
« L »	III	220

d. Résultat de l'implantation

L'implantation des ouvrages devrait freiner la dérive et piéger le transit (fig.8), mais on constaté que la zone située entre l'hôtel et le port est une zone calme ou sont accumulés les sédiments qui ne sont plus repris. L'engraissement s'est développé en direction du port (Boutiba, 1996) (fig.9).

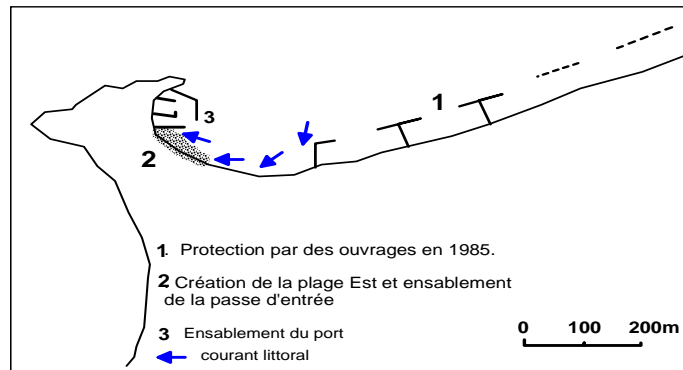


Figure 8 : Evolution de trait de côte de la plage Est de Sidi Fredj depuis la construction du port (Belkessa.R, 2005).

e. Impacts des ouvrages sur le littoral

Le port a déclenché une érosion de la plage Est, de ce fait, une série d'épis a été édifée pour la protéger. A l'emplacement de ces ouvrages de protection, des plages alvéolaires de part et d'autre des épis, se sont reconstituées au détriment du trait de côte situé dans l'axe de la passe qui a connu une érosion de l'ordre de 0 à 5m. La quantité du sédiment piégée après l'implantation de ces ouvrages est estimée de 3000m³ entre 1987 et 1995. Ces ouvrages de protection ont modifié, d'une manière spectaculaire, l'orientation du transit sédimentaire provoquant un ensablement du port, ce qui nécessite de le draguer (dernière opération de dragage du port a été faite en 2006). Ces ouvrages n'ont pas répondu aux résultats escomptés et l'érosion du trait de côte persiste toujours.

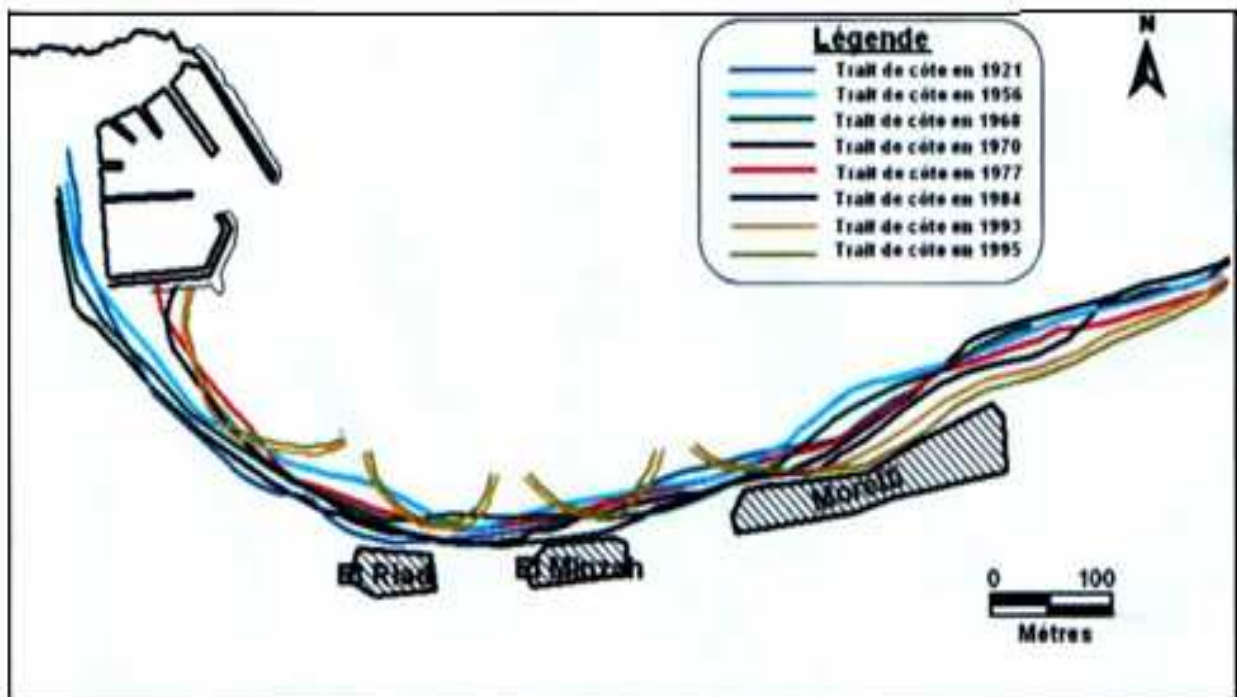


Figure 9 : Evolution du trait de côte de la plage Est de Sidi Fredj entre 1921 et 1995 (Boutiba, 1996).

Chapitre II :

Matériels et

méthodes

II. Morphologie et sédimentologie

II.1. Systèmes de positionnement

Le positionnement des stations de prélèvement en mer peut s'effectuer soit par GPS soit par théodolite (Photos en annexe III).

Théodolite

Un théodolite est un instrument de géodésie complété d'un instrument d'optique, mesurant des angles dans les deux plans horizontal et vertical afin de déterminer une direction. Il est utilisé pour réaliser les mesures d'une triangulation. C'est une lunette montée sur les deux axes vertical et horizontal. Chacun des axes est équipé d'un cercle gradué permettant les lectures des angles. Le théodolite se pose sur un support et doit se caler sur le plan horizontal ; il est souvent placé sur un trépied, et à la verticale exacte d'un point connu en coordonnées, à l'aide d'un fil à plomb et d'un niveau à bulle sphérique, et sa base doit être parfaitement horizontale (utilisation d'une nivelle torique, ainsi que d'une nivelle sphérique). L'ensemble de cette phase d'utilisation se nomme la « mise en station ». Le **théodolite** fait partie de la famille des instruments de mesure d'angles. En topographie, il est utilisé dans les mesures d'un levé du territoire (levé topographique).

II.2 Campagne en mer

La sortie effectuée le 10/ 03/ 2008, à bord de l'embarcation « **Baba Aroudj** », par mer calme à peu agitée, ciel clair, le vent assez fort de secteur Nord Ouest, avait pour objectif le prélèvement sédimentaire et les levés bathymétriques.

La zone d'étude a été balayée par 13 stations de prélèvements, disposées comme suit : 2 stations à au niveau du port (l'une dans le bassin sud et l'autre au niveau de la passe), et 11 stations à l'extérieur du port.

Campagne sédimentologique

Le levé bathymétrique a été réalisé à l'aide d'une benne piocheuse de type « Van Ween » (photo. en annexe III).

La benne est descendue sur le fond de la mer au bout d'une corde, avec les mâchoires ouvertes. Dès que les mâchoires touchent le fond, le ressort qui maintient ces dernières est relâché. Au moment de la remonté, les mâchoires se referment et emprisonnent une quantité de sable ou de sédiment. Sur le navire, la benne est ouverte et le contenu est collecté dans des sacs en plastiques étiquetés. (fig. 10).

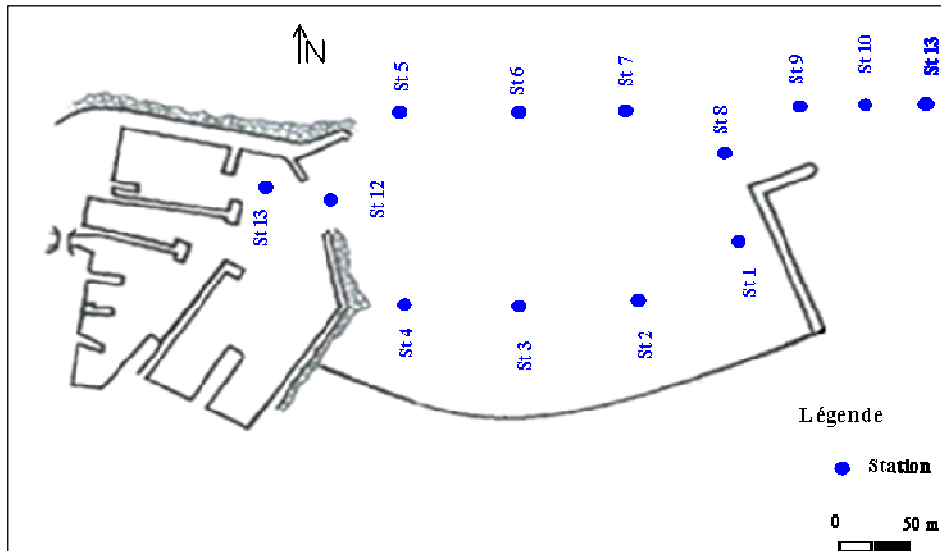


Figure 10 : Localisation des stations de prélèvement bathymétriques et sédimentologiques.

Les carbonates

Les prélèvements de sédiments, destinés à l'analyse des carbonates, ont été effectués au niveau des stations illustrées dans la figure n°11. A l'aide d'une benne prônoise de type « VAN WEEN » ; le sédiment a été récupéré dans des sacs en plastiques étiquetés. Cette analyse nous permettra de connaître la provenance des sédiments et leurs origines.

La Bathymétrie

Le levé bathymétrique a été réalisé à l'aide d'un échosondeur positionné par un GPS (fig. en annexe V).

Les Métaux lourds

Le prélèvement a été fait au niveau de la plage, le sédiment a été récupéré puis recueillis dans des sacs en plastiques étiquetés et mis dans une glacière.

Campagne microbiologique

Les prélèvements nécessaires pour l'analyse microbiologique ont été faits le 25 mars 2008, la mer était peu houleuse, le vent était de direction NW avec une vitesse de 25 nœuds et la température de l'air 18,1°C. Les prélèvements d'eau ont été faits au niveau des mêmes stations que celle des métaux lourds. L'eau est mise dans des bouteilles en verre, étiquetés et mis dans une glacière.

II. 3. Travaux au laboratoire

II.3.1. Sédimentologie

II.3.1.1. Analyse granulométrique

La granulométrie est l'étude de la taille des grains et de leur répartition dans un échantillon donné.

L'analyse granulométrique permet la construction de notions relatives au transport et au dépôt des sédiments sur le fond, elle permet aussi de les classer selon leur taille.

Les résultats de ces travaux, associés à d'autres données concernant le plan des houles, fréquences et amplitudes des vents dans la zone, nous permettront d'obtenir des informations capitales sur la provenance et l'origine des sédiments, ainsi, on pourra prévoir préalablement les zones d'engrèvement en sédiments des parcelles infralittoral, ce qui permettra une meilleure entreprise des différents ouvrages côtiers, port, battisse et autres travaux d'aménagement avant leur mise en œuvre.

Les échantillons de sédiment sont traités comme suit :

- Séchage d'une fraction de l'échantillon à l'étuve (105°C) pendant 24h.
- Lavage de 100 à 200 g de sédiment, préalablement séché, à l'eau douce sous un tamis de 40 µm pour séparer la fraction pélique et la fraction grossière.
- Séchage de la fraction grossière (105°C) pendant 24h.
- Pesée de la fraction grossière, la différence de poids par rapport au poids initial détermine le pourcentage des pélices.
- Tamisage de la fraction grossière sur une colonne vibrante pendant 10mn. Les mailles des tamis sont de type Afnor avec une évolution comme suit, 40µm, 50µm, 63µm, 80µm, 100µm, 125µm, 160µm, 200µm, 250µm, 315µm, 400µm,...
- Pesée du refus de chaque tamis à l'aide d'une balance de précision.
- Evaluation en pourcentage des refus de chaque tamis.

L'interprétation des résultats obtenus s'effectue de la manière suivante.

- Traitement des résultats sous forme de fiches granulométriques.
- Représentations graphiques en courbes cumulatives et histogrammes de fréquences, pour permettre de calculer les paramètres granulométriques.
- Traitement des données.

A partir des courbes cumulatives à l'allure d'une sigmoïde, les paramètres granulométriques sont tirés.

II.3.1.2. Les indice granulométriques

Les paramètres centraux

La médiane

C'est l'indice absolu (Riviere, 1977), correspond au diamètre du grain moyen dont l'ordonnée est à 50 % du poids total du sédiment, elle est déduite à partir de la courbe cumulative. Représente le diamètre moyen de l'échantillon à l'intersection de la courbe cumulative à l'horizontale.

Le grain moyen est l'expression de la force d'un courant (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).

Le Mode

Le mode est le diamètre du tamis qui correspond à la fraction sédimentaire dominante dans un même échantillon. A partir de la représentation des pourcentages de chaque échantillon sur un histogramme, des modes ou des classes modales sont étudiés (échantillons unimodaux ou plurimodaux). Ce paramètre indique l'homogénéité ou l'hétérogénéité du sédiment.

Rivière (1977) distingue trois courbes :

- 1-unimodale : qui représente une dominance d'un seul stock sédimentaire.
- 2-bimodale : qui représente la dominance de deux stocks sédimentaires.
- 3-plurimodale : qui représente la dominance de plusieurs stocks sédimentaires.

Les quartiles

Le 1^{er} quartile (Q25) : Correspond au diamètre du grain représentant 25% en poids du sédiment. Le 3^{ème} quartile (Q75) : Correspond au diamètre du grain représentant 75 % en poids du sédiment. Ces deux paramètres nous montrent de part des grossiers et des fins dans un échantillon. (Tableau 4)

Tableau 4: Classification des grains de sable (FOLK, 1956)

< 110µm	sable très fin
110-150µm	sable fin
150-250µm	Sable moyen
250-500µm	Sable grossier
>500µm	Sable très grossier

b. L'indice de classement (So) : Sorting de trask

Il nous permet de classer d'étudier le classement des sédiments. Il indique la dispersion des tailles par rapport à la moyenne de l'échantillon (Chamley, 1987-2000) suite aux actions de tri au cours du transport et du dépôt, comme il nous renseigne sur la croissance du tri lors du transport et de la sédimentation (Chamley, 1987).

$$SO = (Q75 / Q25)^{1/2}$$

Lequel est égal à 1 pour un classement parfait, et est d'autant plus élevé que le classement est plus mauvais (Rivière, 1977).

Tableau 5 : Valeurs du So représentant les types de classement.

So	1.0-1.5	1.5-2.5	2.5-3.0	3.0-4.0	4.0
classement	Très bien classé	Bien classé	Normalement classé	Faiblement classé	Mal classé

c. L'indice d'asymétrie (Sk): skewness

Il permet d'évaluer la tendance des sédiments vers le grossier, ou vers le fin. Plus ce coefficient est loin de l'unité, plus le mode est loin du diamètre moyen (tab 6). Ainsi, l'asymétrie reflète le milieu de dépôt que les conditions de transport. Graphiquement, le skewness exprime la partie bombée de la courbe qui suivant la position nous donne la valeur positive ou négative.

$$Sk = (Q75/Q25)/(Q50)^2$$

Tableau 6 : classement des sédiments selon Sk.

Limites	Classement
Sk = 1	Le mode coïncide avec le diamètre très moyen.
Sk <1	Le classement est maximal du côté fin.
Sk >1	Le classement est maximal du côté grossier.

L'asymétrie informe la prédominance ou non de la fraction pélitique ou grossière par rapport à la moyenne de l'échantillon.

II.3.2. Les carbonate

L'étude des carbonates consiste à déterminer la teneur en CaCO₃ dans le sédiment.

Méthodologie

Une petite quantité de sédiment (20 g : Poids initial) est attaquée à l'acide chlorhydrique dilué à 10%. Après effervescence, lavage, séchage et pesée, la différence du poids par rapport au poids initial est calculée en pourcentage. Le pourcentage des carbonates dans le sédiment est calculé par la formule suivante :

$$\% \text{CaCO}_3 = (\text{P1} - \text{P2}) / \text{P1} * 100$$

La répartition des concentrations des carbonates est comme les autres paramètres granulométriques un traceur pour apprécier le déplacement et la qualité des sédiments

II.3.3. Analyse des métaux lourds

Conditionnement du matériel utilisé

Afin d'éviter toute source de contamination, le matériel qui servira à l'échantillonnage, au prétraitement doit être nettoyé suivant la procédure suivante :

- Lavage aux détergents commerciaux.
- Rinçage à l'eau courante.
- Rinçage à l'acide chlorhydrique dilué (HCl 10%)
- Rinçage à l'eau distillée.
- Séchage à l'étuve.

II.3.3.1. Prétraitement du sédiment pour la détermination des métaux lourds

La méthode appliquée pour l'analyse des échantillons destinés à l'analyse des éléments métalliques doit s'effectuer en suivant des consignes très strictes pour éviter toute contamination, il est conservé dans des glacières (pré congélation) pour subir au laboratoire le traitement suivant.

Lyophilisation

Avant la lyophilisation, les échantillons recueillis ont été directement conservés à une basse température, afin d'éviter toute perte d'élément volatiles. La lyophilisation est un procédé de déshydratation par sublimation des échantillons à -55°C et sous vide (10⁻¹bar) pendant 72 h par un lyophilisateur (modèle *CHRIST Betta 1-8*). L'eau contenue dans le sédiment va passer de l'état solide à l'état gazeux sans passer par l'état liquide, car ce dernier peut modifier les propriétés chimiques initiales du sédiment.

L'échantillon est pesé avant et après la lyophilisation ce qui permettra de déterminer le poids sec et le poids humide et leur rapport.



Figure 11 : Lyophilisateur (modèle CHRIST Beta 1-8)

Broyage et tamisage

Les sédiments lyophilisés sont broyés à l'aide d'un mortier en porcelaine afin de les réduire en poudre et d'homogénéiser la répartition des particules sédimentaires. Le tamisage s'effectue dans un tamis de 63 μm . Cette fraction est la plus représentative pour le dosage des métaux lourds où il existe une affinité entre les particules fines et ces métaux (Charlou et Joanny, 1983 ; Span, 1984, De Groot, 1995).



Figure 12: Mortier en porcelaine

Les sédiments dont la granulométrie est très fine n'a fait l'objet que d'un tamisage. La fraction inférieure à 40 μm est le siège de la plus part des phénomènes d'adsorption – désorption (Fenandez, 1984) où le problème de pollution est le plus significatif.

Homogénéisation

Pour avoir une meilleure répartition des éléments métalliques, les sédiments sont homogénéisés pendant 15 mn à l'aide d'un agitateur électrique (type Heidolph).

11.3.3.2. Extraction des métaux lourds

Il existe plusieurs méthodes pour l'extraction des métaux lourds citées par plusieurs auteurs (Added, 1981 ; Charlou et Joanny, 1983 ; Fernandez, 1984 ; Rouibah, 1993). La méthode utilisée dans les analyses des métaux lourds présentés dans ce projet est la méthode d'extraction du métal total contenu dans l'échantillon (Charlou et Joanny, 1983 PNUE / FAO / OMS, 1989).

Digestion ou minéralisation

La minéralisation permet de libérer les différents métaux adsorbés à la surface des particules sédimentaires par extraction et mise en solution pour faciliter le dosage par absorption atomique.

Protocole expérimentale

Le protocole est une minéralisation sous colonne à reflux, pour cela nous utilisons un ballon à fond rond équipé d'un réfrigérant lié à un robinet d'eau qui l'alimente avec de l'eau le long de la durée de la minéralisation. (Fig.13).



Figure 13: Dispositif de minéralisation sous colonne à reflux.

La méthode utilisée est la suivante

- Peser 0,5g de sédiment sec dans chaque ballon.
- Ajouter un mélange de 5ml d'eau régale (1 volume d'acide nitrique pur (HNO_3) et 3 volumes d' HCl)
- Mettre la bombe sous colonne à reflux et la laisser pendant 2 à 3 Heures.

Pour chaque série, on réserve un ballon pour témoin blanc à raison de 5ml d'eau régale (mélange d' HNO_3 et d' HCl pur). Chaque minéralisation est précédée d'une minéralisation à blanc pour décontaminer les ballons.

La Dilution

Après refroidissement, les échantillons minéralisés dans les ballons sont filtrés dans des fioles jaugées à 100ml à l'aide de filtres de 45μ , ajustés avec de l'eau distillée puis stockés dans un réfrigérateur en attendant le dosage par SAA (Spectrophotométrie d'Absorption Atomique).

II.3.4. Dénombrement des coliformes, des streptocoques fécaux et des staphylocoques par la technique de filtration sur membrane

Principe de numération par filtration sur membrane

La méthode de filtration sur membrane consiste à recueillir, identifier et dénombrer à la surface d'une membrane filtrante stérile, les bactéries recherchées dans un échantillon. Un volume (100ml) de l'échantillon est filtré à travers une membrane de porosité 0,45µm est incubé à une température et durée précise selon les germes recherchés. Elle a l'avantage d'être simple, rapide et reproductible (CEAEQ, 2005a).

Matériel

L'appareil est un simple système de filtration de marque Sartorius fonctionnant sous pression réduite (pompe à vide), Il contient un support à filtre qui reçoit la membrane de filtration et un flacon pour récupérer l'eau filtrée. Les membranes utilisées sont de marque Millipore de 0,45µ. (*Fig. 14*)

Mode opératoire

La réalisation de la technique de filtration sur membrane a été faite selon les recommandations suivantes :

- Lavage et stérilisation de l'équipement de filtration par le flambage.
- - Mise en place de la pompe à vide.
- Prendre une membrane filtrante stérile près du bord à l'aide d'une pince stérilisée par flambage à la flamme et la déposer sur le support du filtre.
- Placer l'entonnoir sur le support et le fixer fermement.
- Verser dans chaque entonnoir un volume 100 ml de d'échantillon bien homogénéisé.
- Faire le vide jusqu' à filtration totale de l'échantillon.
- Retirer l'entonnoir et déposer la membrane filtrante à l'aide d'une pince stérile sur le milieu approprié.
 - ✓ Tergitol 7 pour les Coliformes
 - ✓ Slanetz et Bartley pour les Streptocoques
 - ✓ Baird Parker pour les staphylocoques
- Déposer la membrane en la déroulant pour tenir un contact étroit avec la gélose (la présence de bulles d'air est signalée par des taches blanches).
- Incrire sur la boîte de pétri, le numéro de l'échantillon et le volume filtré.
- Placer les boîtes de pétri en position inverse et les incuber à température optimale de croissance du germe recherché.
 - ✓ Les coliformes totaux, incubation à 37°C pendant 24heures (colonies jaune, orange)
 - ✓ Les coliformes fécaux, incubation à 44°C pendant 48 heures (colonies jaune, orange)
 - ✓ Les Streptocoques, incubés à 37°C pendant 48 heures (rouge brique).

- ✓ Les staphylocoques, incubation à 37 °C pendant 24 à 48 heures (les colonies de *S.aureus* sont noires, brillantes, voûtées de 1 à 5 mm avec une bordure blanche mince, entourées d'un halo clair de 2 à 5 mm de large.
- Flambage du dispositif par le bec bunsen après chaque échantillon filtré afin d'éviter toute contamination possible.



Figure 14: Dispositif de l'appareil de filtration sur membrane.

III.3.4.1. Tests confirmatifs

La présence simultanée des coliformes et des entérocoques suffit à confirmer qu'il y a pollution (Brisou et Denis, 1978).

➔ Pour les coliformes

On a fait le repiquage dans une paillasse javellisé et devant un bec-bunsen.

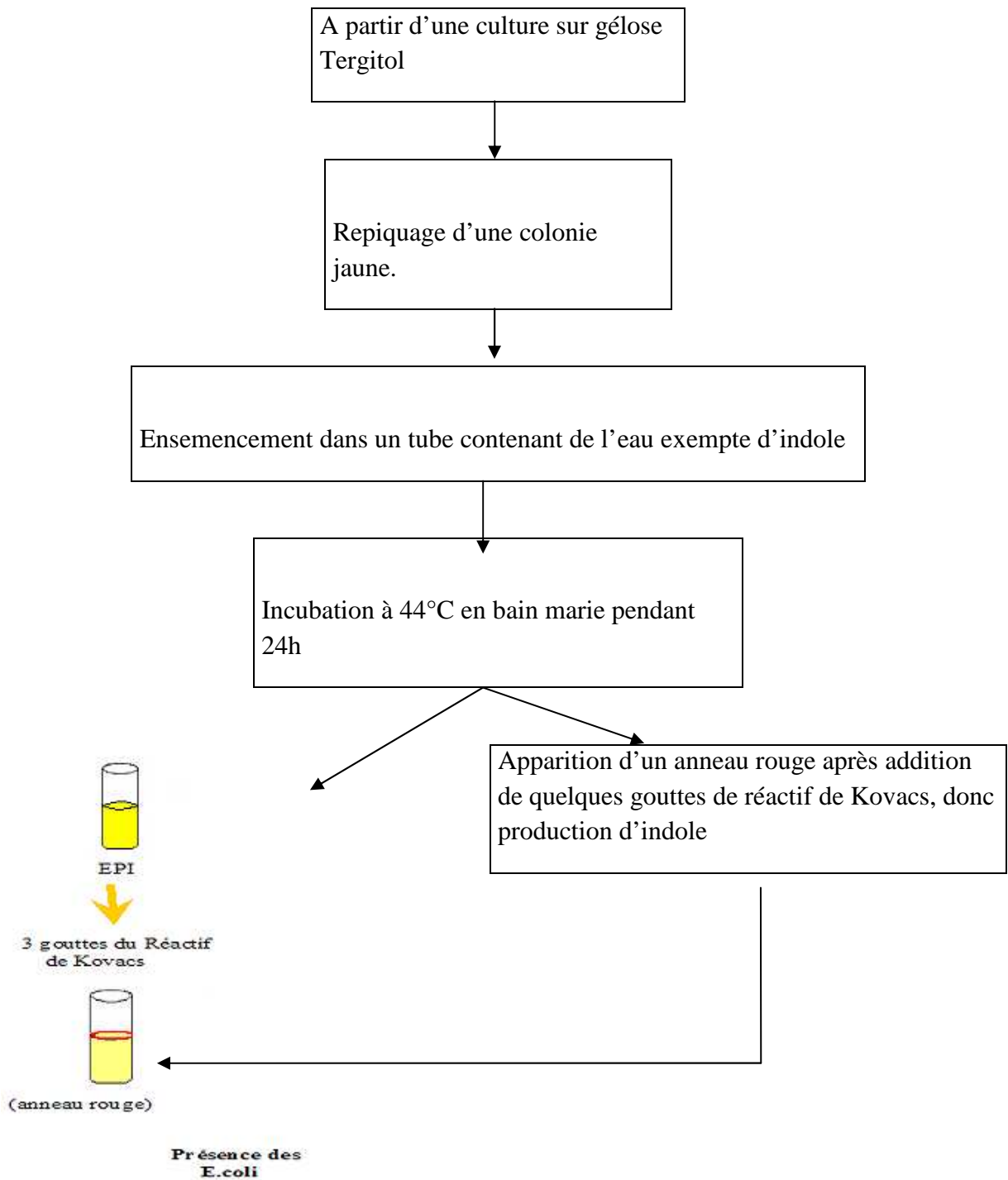


Figure 15: Technique de recherche des Coliformes .Fécaux (CF) et *E. coli* : Test confirmatif.

➤ Pour les Streptocoques

- A partir des boîtes de cultures sur gélose de Slanetz et Bartley précédentes, les membranes filtrantes sont retirées et déposées stérilement sur un autre milieu gélose BEA (Bile et Esculine Azide)

- Incubation environ 20 minutes devant le bec-bunsen à température ambiante
- Lecture : L'apparition des colonies avec un halo noir confirme la présence des Streptocoques.

➤ Pour les staphylocoques

- Prélever une colonie type à partir de boîte de Filtration sur membrane : Baird Parker
- Isolement sur gélose Chapman.
- incubation à 37 °C pendant 24 à 48 heures.
- Effectuer plusieurs repiquages jusqu'à l'obtention de cultures pures.
- Effectuer les tests de catalases.
- Lecture : l'apparition de colonies noires, brillantes, voûtées de 1 à 5 mm avec une bordure blanche mince, entourées d'un halo clair de 2 à 5 mm de large confirme la présence de *S.aureus*.

➤ Recherche des germes pathogènes : Les Salmonelles

Leur recherche a été réalisée en trois étapes : enrichissement, isolement, identification biochimique.

1^{er} Enrichissement :

Un premier enrichissement des Salmonelles est effectué sur bouillon au sélénite de Sodium+Cystéine (SFB). 500ml d'eau de mer ont été filtrés sur membranes millipores stériles de 0,45µm. la membrane est ensuite introduite stérilement dans le bouillon auquel on ajoute des disques de SFB.

Le SFB favorise leur développement en inhibant par l'action du sélénite de Sodium, la croissance des coliformes et des Entérocoques. L'incubation est effectuée à 37°C pendant 18H à 48h

1^{er} Isolement :

Du premier enrichissement, un isolement est réalisé sur gélose Hektoen. L'incubation est effectuée à 37°C pendant 24H.

2^{ème} Enrichissement :

Les bouillons positifs de SFB sont transférés dans un nouveau milieu vierge de sélénite de sodium SFB (S/C). L'incubation est effectuée à 37°C pendant 24H.

2^{ème} Isolement :

Il s'effectue en étalant une goutte de SFB positif (S/C) sur gélose Hektoen

La lecture :

L'identification des bactéries isolées est basée sur l'attaque des trois sucres suivants : Salicine, lactose, et saccharose et la production d'H₂S à partir de thiosulfate. Sachant que les Salmonelles n'attaquent aucun de ces sucres.

- La présence de colonies bleues-verte à centre noir ou vert présume la présence de Salmonelles
- Les colonies vertes sont : *Shigella* ou *Providencia*, *pseudomonas*.
- Les colonies saumon ; *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Serratia*
- Les colonies saumon a centre noir ; *Proteus*, *citrobacter*.

II.3.4.2. Techniques de caractérisation des bactéries

a. La coloration de Gram

C'est un test signalé par Christian Gram en 1884 et reste utilisable jusqu'à l'heure actuelle. Il permet la distinction entre deux groupes bactériens, les Gram + et les Gram -. Le premier se colore en violet et le second en rose. Le principe se base sur les différences dans la structure de la paroi de ces deux groupes Gram + et Gram -.

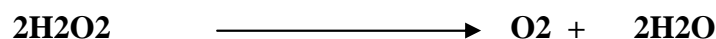
La paroi des Gram- contient 20 % de lipides qui se dissolvent dans l'alcool augmentant ainsi la perméabilité cellulaire, ce qui facilite l'élimination du colorant violet du cytoplasme. La fuschine, colorant basique, permettra au Gram- d'acquérir une nouvelle coloration rose.

La paroi des Gram+ ne contient que 05 % de lipides, l'alcool entraîne l'élimination d'eau et le rétrécissement des pores et donc la rétention du violet de Gentiane au niveau du cytoplasme.

La paroi des Gram+ ne contient que 05 % de lipides, l'alcool entraîne l'élimination d'eau et le rétrécissement des pores et donc la rétention du violet de Gentiane au niveau du cytoplasme (**Joffin et Leyral, 2001**).


b. Test de la catalase

Cette enzyme catalyse la décomposition du peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) qui est produit par certaines réactions cellulaires et est très toxiques, donc c'est l'une des enzymes chargée d'éponger l'eau oxygénée par la dismutation (**Pelmont, 1993**). La réaction catalysée est la suivante :



Le test de la catalase consiste essentiellement à ajouter du peroxyde d'hydrogène à des bactéries : la présence de catalase donne lieu à l'apparition de bulles d'oxygène.



Tableau 7 : Test de la catalase

Recherche de la catalase			
Milieu et réactif	Technique	Résultats	
- Peroxyde d'hydrogène : Eau oxygénée a 10 volumes (H_2O_2).	- A l'aide d'une pipette de pasteur, transférer à partir d'une gélose, une partie d'une colonie si les colonies sont moyennes et plus d'une colonie si les colonies sont petites. Sur une lame de verre propre ajouter une goutte de peroxyde d'hydrogène (H_2O_2 à 10%) sur la colonie placée sur la lame.	Catalase (+).  effervescence (bulles de gaz).	Catalase (-) absence d'effervescence.

c. Recherche de la coagulase

Ce test sert à déterminer si la bactérie est capable de coaguler le plasma par l'action de l'enzyme coagulase. Le tableau 8 résume la technique suivie pour la mise en évidence du test de la coagulase.

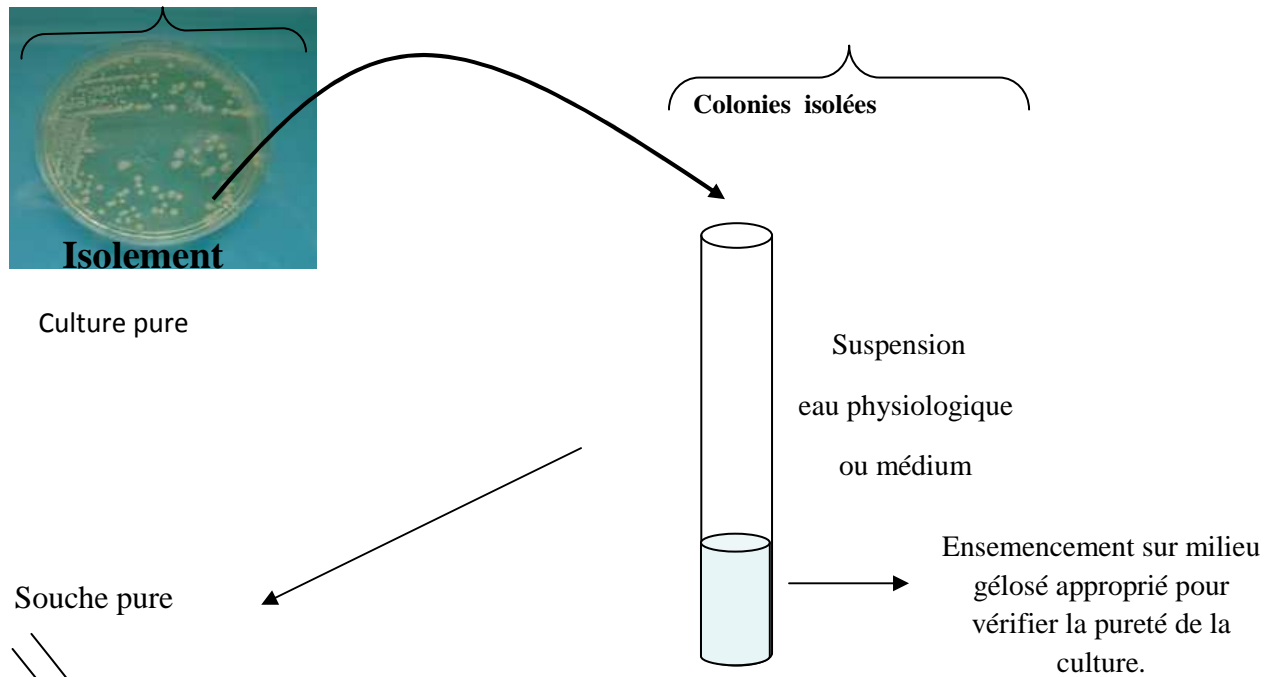
Tableau 8 : Test de la Coagulase

Recherche de la Coagulase			
Réactif	Technique	Résultat	
Plasma humain	-Mettre dans un tube à hémolyse 4 gouttes de plasma humain et 5 colonies suspectés - Incubation 37°C 18 à 24H -Des lectures sont effectuées chaque 2 heures pendant 24heures.	-Tube positif : Coagulase (+).	- Tube négatif : Coagulase (-).
			

II.3.4.3. Isolement et l'identification de quelques bactéries

L'isolement est une technique qui nécessite des milieux gélosés, contenant de nombreux facteurs de croissance et parfois des inhibiteurs les rendent sélectifs. Il permet :

- La séparation des bactéries d'un mélange polymicrobien.
- L'Obtention des colonies d'espèces différentes espacées les unes les autres.
- L'identification biochimique des bactéries a été réalisée à l'aide des galeries API 20 (Fig. 15)



Remplir le tube de suspension et recouvrir d'huile de vaseline : **ADH, LDC, ODC, H₂S, UREE**

Remplir de suspension le tube et la cupule **CIT, VP, GEL**

Figure 16 : Identification biochimique par la Galerie Api 20 E

II.5. Etude Paramétrique

II.5.1. Mesure de la température, du potentiel d'hydrogène (pH) et la salinité

La température

Nous avons procédé à une prise de température de l'eau in situ en utilisant un conductimètre de marque *Wissenschaftlich Technische Werkstätten* « *WTW* ».

Le potentiel hydrogène (pH)

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

La salinité

L'appareil utilisé est un conductimètre de marque *Wissenschaftlich Technische Werkstätten* « *WTW* ».

II. 6. Réfraction des houles sur la côte

A partir des cartes de houles ramenés du laboratoire d'étude maritimes, on a pu déterminer les différentes énergies relatives qui peuvent se produire sur la côte et ce pour toutes les directions.

A cet effet, nous remarquons que les houles les plus dominantes sont de direction :

- Ouest, Nord Est et Est sont les plus fréquemment observés
- Durant l'année, les fréquences correspondent aux directions Est et Ouest sont sensiblement identiques avec une légère prédominance du secteur Ouest.
- En été, les houles d'Est prédominent, alors qu'en hiver les secteurs Ouest sont privilégiés.
- La direction Nord a une répartition assez régulière au cours de l'année.

-

Chapitre III :

Résultats &

discussions

III. Résultats et interprétations

III. 1. Résultats et interprétation de l'analyse microbiologique

Les résultats de l'analyse microbiologique des coliformes fécaux, totaux et des streptocoques par la méthode de filtration sur membrane est reporté dans le tableau ci-dessous.

Tableau 9: Taux de germes indicateurs de pollution obtenus par MF comparés aux normes algériennes du décret n°93-164 du 10 juillet 1993 (Extrait de l'annexe 1 du journal officiel).

	Méthode Germes	MF	Valeur guide	Valeur limite
F1	CT /100ml	Indénombrables	500	10000
	CF /100ml	280 Colonies	100	2000
	<i>E. coli /100ml</i>	252	-	-
	SF/100ml	16 Colonies	100	-
F2	CT/100ml	Indénombrables	500	10000
	CF /100ml	448 Colonies	100	2000
	<i>E. coli /100ml</i>	432	-	-
	SF/100ml	40 Colonies	100	-

Interprétation de l'analyse microbiologique

L'utilisation des coliformes totaux comme indicateurs de la pollution fécale dans les études de la qualité des eaux littorales est généralisée depuis longtemps, mais ils ne sont pas des organismes spécifiques de l'intestin de l'homme et des animaux à sang chaud. On peut trouver dans les zones littorales de nombreuses sources de coliformes telles que les cours d'eaux ; les eaux de ruissellement et les rejets urbains, et certains effluents industriels. Ce sont des bâtonnets, anaérobie facultatif, gram (-) non sporulant (OMS, 1977). Ils sont capables de croître en présence de sels biliaires et fermentent le lactose en produisant de l'acide et du gaz en 48 heures à des températures de 35 à 37° C. Ils regroupent les genres *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Yersinia*, *Serratia* (Rodier & al, 1996 ; Joly & Reynaud ,2003).

Les coliformes fécaux thermotolérants (44°C) sont considérés d'origine humaine (Gaujous, 1995). Lorsqu'on les trouve ; ils dénotent normalement une pollution fécale récente car ils ne se propagent pas dans le milieu marin. Il a été signalé des taux de disparition (T-90) correspondant à une réduction de 90 % du nombre de CF d'une à trois heures qui dépendent de la salinité, de la température et des rayonnements solaires (OMS, 1977).

Les coliformes fécaux « thermotolorant » répondent aux critères de bons indicateurs, la principale difficulté qui s'attache à leur emploi, est leur survie relativement courte en eau de mer, ce qui peut exiger recourt à des indicateurs supplémentaires. Les coliformes fécaux (CF) sont des bâtonnets Gram (-), aérobies et facultativement anaérobies ; non sporulant, capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz à 44°C en 48heures. Ils appartiennent à la famille des Entérobactéries. Ils comportent plusieurs genres : *Escherichia coli*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Enterobacter* (OMS, 1977 ; Rodier & al ,1996 ; Joly & Reynaud, 2003). Cependant, *E. coli* est reconnu comme l'indicateur de choix de la contamination fécale puisque l'expérience a démontré que plus de 97 % des coliformes fécaux sont des *E. coli* (SBESC, 1992 ; CEAEQ, 2005a)

Au regard du tableau ci-dessus, nous remarquons que même si les coliformes totaux sont indénombrables pour les deux stations, le taux des coliformes fécaux est largement supérieurs aux valeurs guides, mais restent comprises entre les valeurs guides et limites, par contre le taux des streptocoques fécaux sont inférieurs aux valeurs guides. Les streptocoques fécaux sont des bactéries Gram (+), sphériques légèrement ovales, ils sont dépourvus de catalase, ils sont cultivés en 48 heures à 37°C sur le milieu de Rothe (OMS, 1977). Ils se disposent le plus souvent en diplocoques ou en chaînettes. Ils sont des témoins de contamination fécale assez résistant y compris dans les milieux salés (Gaujous, 1995). Ils peuvent aussi se multiplier dans les milieux présentant des pH allant jusqu'à 9.6, on peut par conséquent les utiliser comme indicateurs d'organismes pathogènes qui ont une résistance similaire au pH élevé (Leclerc & al, 1995 ; Joly & Reynaud, 2003).

Les tests confirmatifs effectués au niveau de l'institut Pasteur d'Algérie de Dely Brahim confirment l'existence d'une pollution récente d'origine fécale par la présence essentiellement d'*E. Coli* (90%) dans les deux stations et ensuite de *Citrobacter frundii* (8%).

La présence de ces germes est due essentiellement aux rejets urbains via l'Oued Béni Messous grâce à la circulation permanente de l'eau. Ceci est du aussi au rejet du complexe touristiques et de l'hôtel El Riadh. En effet, il s'agit d'une zone touristique très fréquenté.

Néanmoins au regard de l'ensemble des résultats (taux des CF et des SF), nous pouvons conclure que la qualité des eaux de mer de notre zone d'étude est moyenne selon les normes du journal officiel d'Algérie de 1993 toujours en vigueur.

Par ailleurs, la technique des MF a révélé une très forte concentration en germes indicateurs de proximité à savoir les staphylocoques dont *S. aureus* (660Staph/100ml). Il est à noter que ces valeurs vont être à la hausse avec l'approche de la période estivale où on enregistre une plus grande fréquentation des baigneurs.

Résultats des isolements et des identifications

L'isolement et l'identification de quelques bactéries sont résumés et représentés par les figures 17,18 et 19.

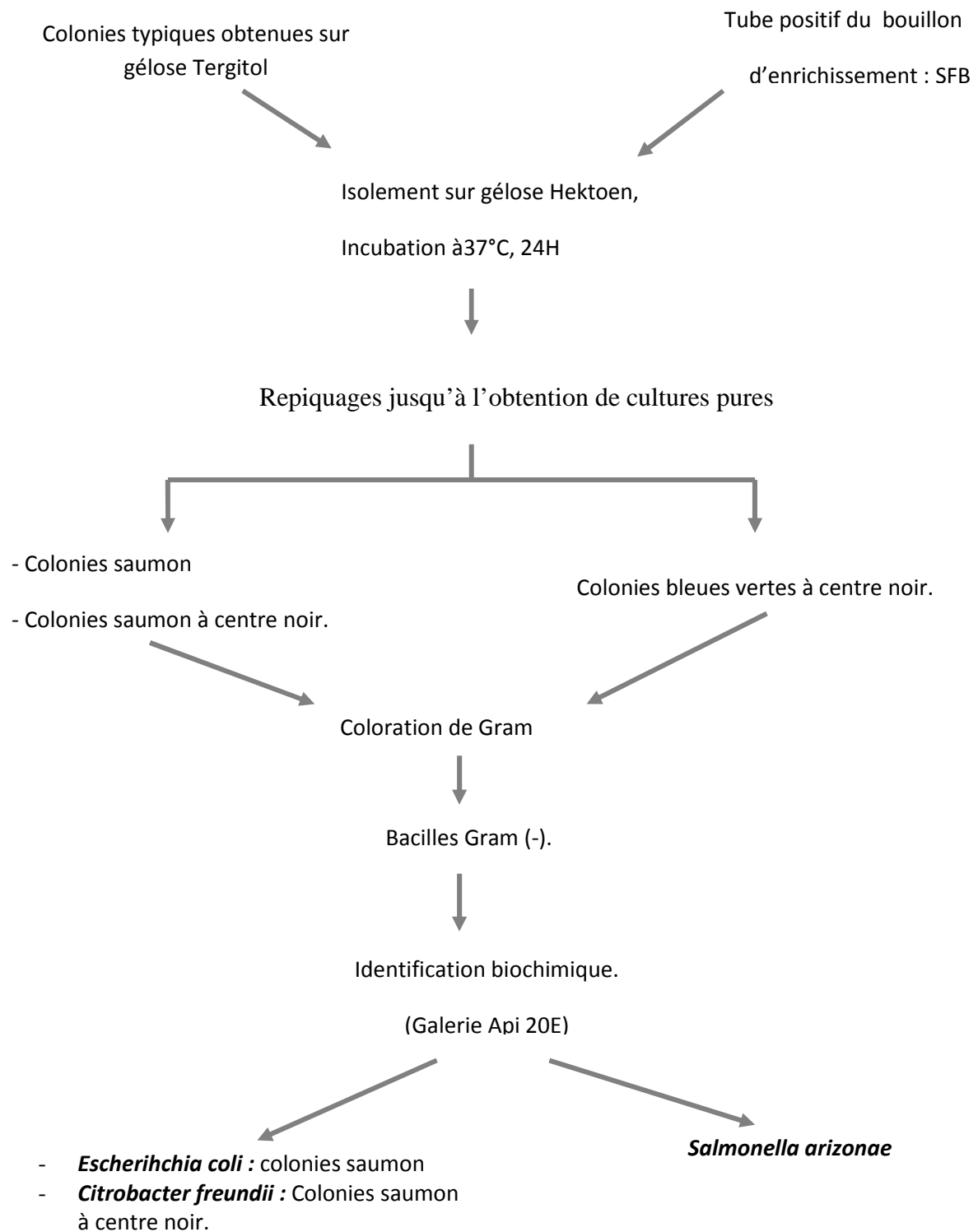


Figure 17 : Isolement et identification des Entérobactéries.

Prélever une colonie type à partir de boîte de
Filtration sur membrane : (Baird Parker)

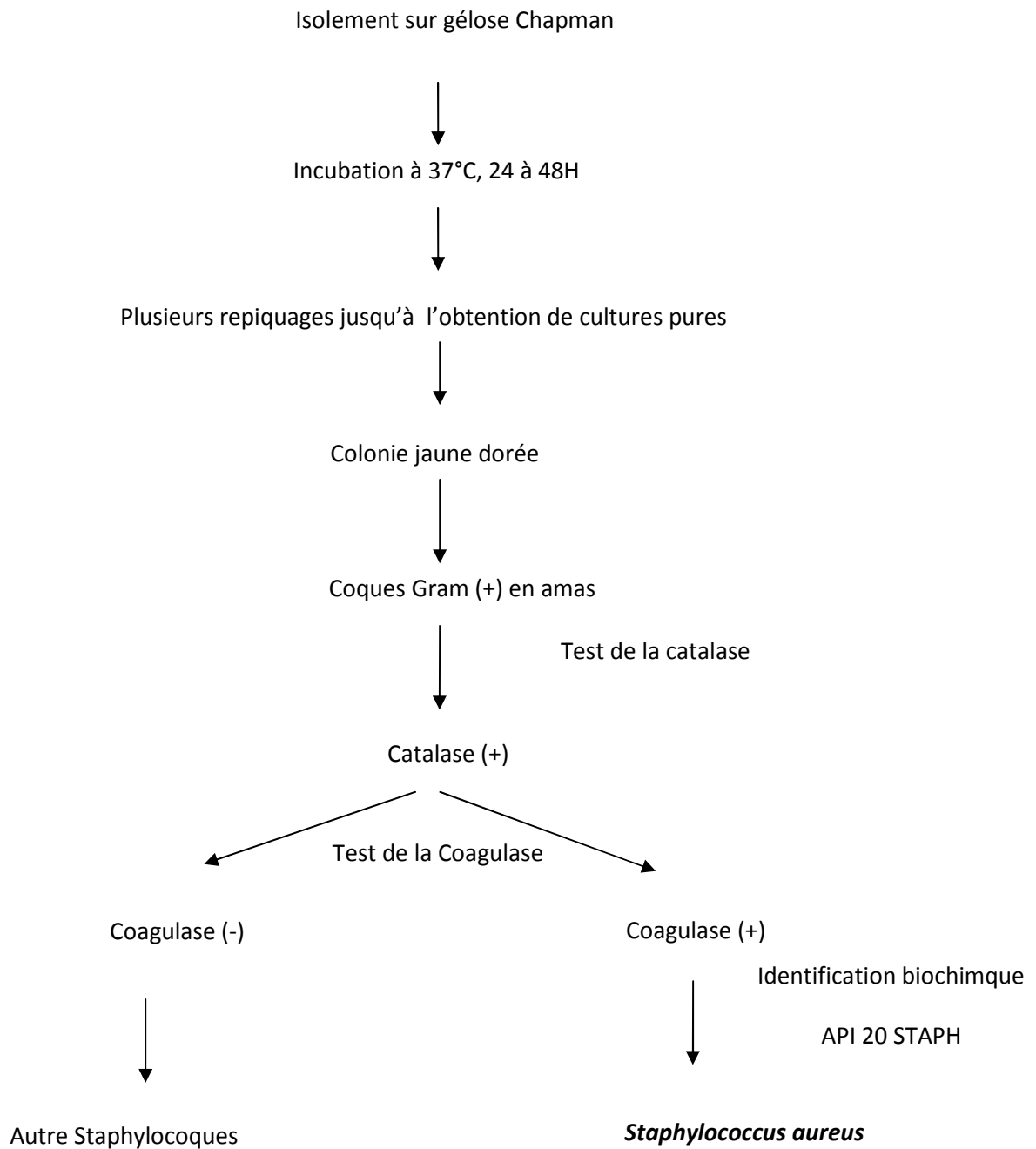


Figure 18 : Isolement et identification des Staphylocoques.

Remarque : Dans notre étude, on s'est limité aux staphylocoques à coagulase (+) dont *S. aureus* qui est le germe le plus pathogène. Bien qu'il soit admis actuellement que le *S. aureus* en milieu marin peut perdre ces propriétés caractéristiques, notamment sa coagulase (Brisou, 1980 ; CEAE, 2005b)

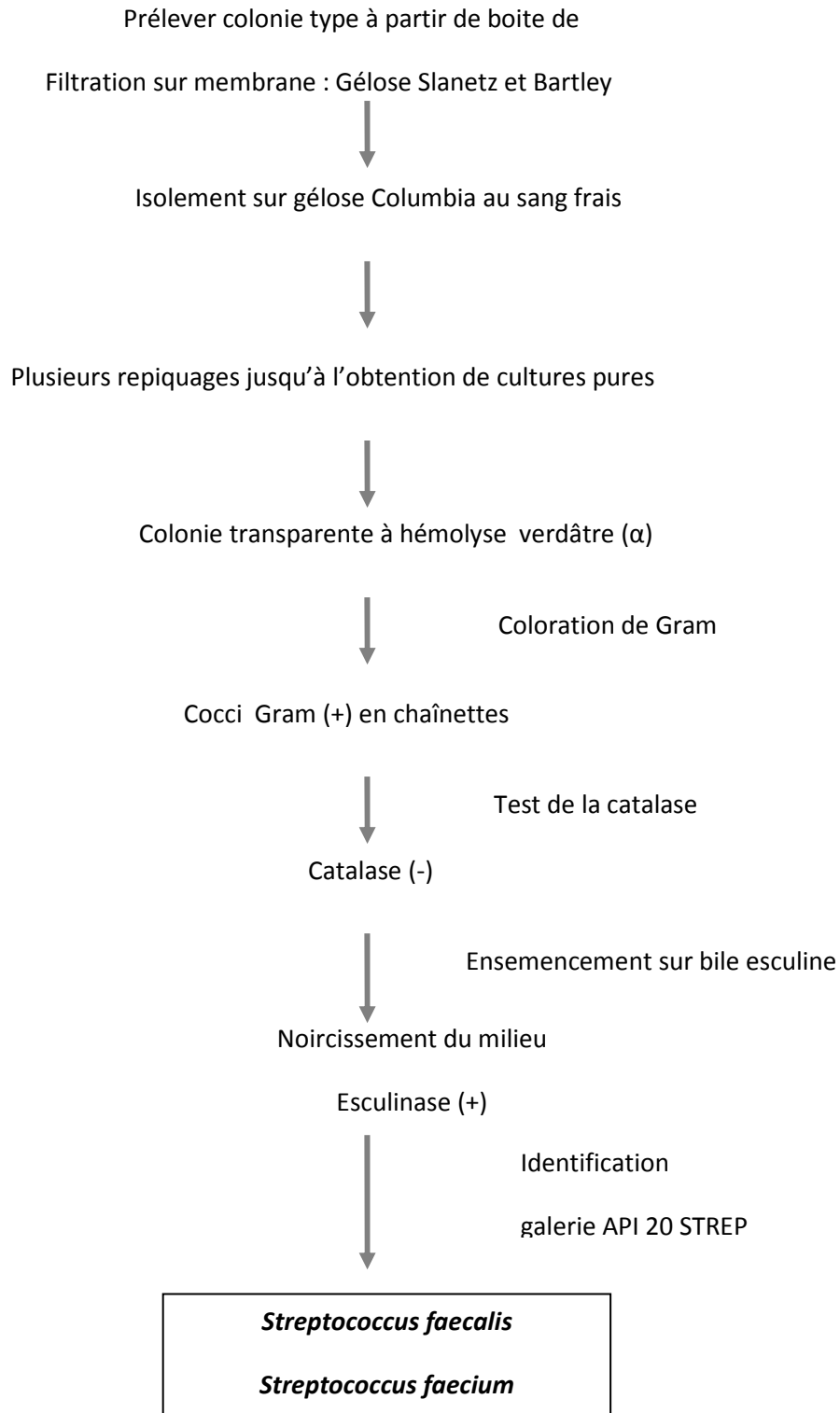


Figure 19: Isolement et identification des Streptocoques fécaux.



Galerie API 20 E: *Escherichia coli*



Galerie API 20 STREP; *Streptococcus faecalis*



Galerie Api 20 STAPH.

Figure 20: Identification de quelques bactéries par galerie biochimiques API 20

III.2. Résultats et interprétation des relevés bathymétriques

La bathymétrie sert à étudier l'évolution des fonds marins, il est fondamental de connaître le plus précisément possible la bathymétrie pour apprécier les modifications globales, raison pour laquelle les cartes restent un bon indicateur d'évolution à long terme. Les résultats de la bathymétrie au niveau de la plage Est de Sid Fredj sont mentionnés dans le tableau 10.

Tableau 10: Localisation et profondeurs des stations de relèvement de la plage Est de Sidi Fredj.

Stations	Position par GPS			Profondeurs (m)
St 1	36.45.744 N	-	00251.051 E	4.3
St 2	36.45.754 N	-	00251.034 E	4.4
St 3	36.45.754 N	-	00251.024 E	3.9
St 4	36.45.753 N	-	00251.008 E	3.6
St 5	36.45.780 N	-	00251.922 E	3.8
St 6	36.45.816 N	-	00251.033 E	7.7
St 7	36.45.826 N	-	00251.123 E	6.6
St 8	36.45.834 N	-	00251.254 E	6.4
St 9	36.45.859 N	-	00251 450 E	6
St 10	36.45.865 N	-	00251.625 E	5
St 11	36.45.878 N	-	00251 894 E	4.9
St 12	Passe			2
St 13	Bassin sud			2.8

Interprétation des résultats de la bathymétrie (Fig.22)

La plage Est de Sidi Fredj est d'une profondeur qui varie entre 2 m (stations 12 et 13) et 7m (stations 6 et 7). L'ensemble de la représentation bathymétrique reflète un fond irrégulier.

Devant l'entrée du port, soit à la passe d'entrée (St 12), on a une profondeur de 2m qui est potentiellement due aux apports sableux issu de la plage Est de Sidi Fredj, ce qui confirme l'engraissement de cette dernière- la passe- ce qui rend l'accès au port difficile. Au niveau de la plage Est, les profondeurs varient entre 3.6m (St 4, 5) et 7.7m (St6) ce qui confirme l'engraissement de cette dernière.

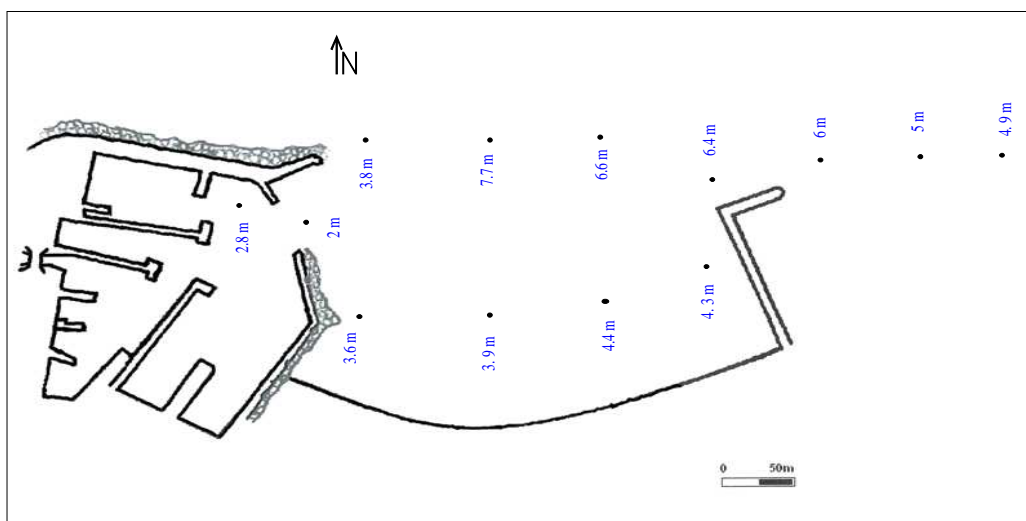


Figure 21 : Bathymétrie la plage Est de Sidi Fredj.

III.3. Résultats et interprétation de l'analyse granulométrique

Résultats de l'analyse granulométrique

Les résultats de l'analyse granulométrique des sédiments prélevés dans les 13 stations, sont représentés dans le tableau 11.

Tableau 11 : Valeurs des différents indices granulométriques et des quartiles (Q_{25} , Q_{50} , Q_{75}).

Stations	Q_{25} (μm)	Q_{50} (μm)	Q_{75} (μm)	So	Sk
1	154	180	195	1.13	0.00004
4	140	160	180	1.13	0.00005
5	165	192	200	1.10	0.00003
8	150	180	185	1.11	0.00004
10	150	180	195	1.40	0.00004
11	178	185	195	1.05	0.00003
12	156	185	193	1.04	0.00004
13	147	160	196	1.55	0.00005
F 1	140	160	214	1.19	0.00005
F 2	140	180	315	1.5	0.00007

Interprétation des résultats de l'analyse granulométrique

- **La médiane** : les valeurs des médianes obtenues sur la majorité de l'aire de prélèvement sont classées dans l'intervalle (160- 200 μm) selon la classification granulométrique, ce qui correspond à un sable moyen, dominé par la fraction comprise entre 150 μm - 180 μm est au voisinage externe, soit la plage Est.
- **Le mode** : Les modes les plus importants se localisent au niveau des stations (1, 10, 8, 11, 12) avec des diamètres qui tournent autour de 200 μm . Il y'a dominance des courbes uni modales, ceci s'explique la dominance d'une classe granulométrique. Excepté la F2 où il existe plusieurs stocks sédimentaires.
- **Le 1^{er} quartile Q_{25}** : Les valeurs du Q_{25} varient entre 140 μm (station 4, F1, F2) et 178 μm (station11) donc d'après la classification de FOLK (1956), on trouve du sable fin et moyen et la moyenne du Q_{25} est de 152 μm donc il y a en majorité du sable moyen.
- **Le 3^{ème} quartile Q_{75}** : Les valeurs du Q_{75} varient entre 180 μm (station4) et 315 μm (station F2) donc d'après la classification de FOLK (1956) on trouve du sable fin, moyen, grossier et du sable très grossier. La moyenne du Q_{75} est de 177 μm donc il y a en majorité du sable moyen.

- **L'indice de classement S_0** : comme le montre le graphe (Fig.22), les S_0 avoisinant 1, ce qui traduit un classement très parfait, directement lié à l'importance des actions de tri qui s'exerce au droit du port.
- **L'indice d'asymétrie S_k** : aussi bien à l'intérieur du port qu'à l'extérieur, l'asymétrie tend vers des valeurs inférieures à 1, ce qui est relativement marqué par les éléments fin, soit un classement maximal du côté fin, ce qui est démontré dans le graphe (Fig.23).

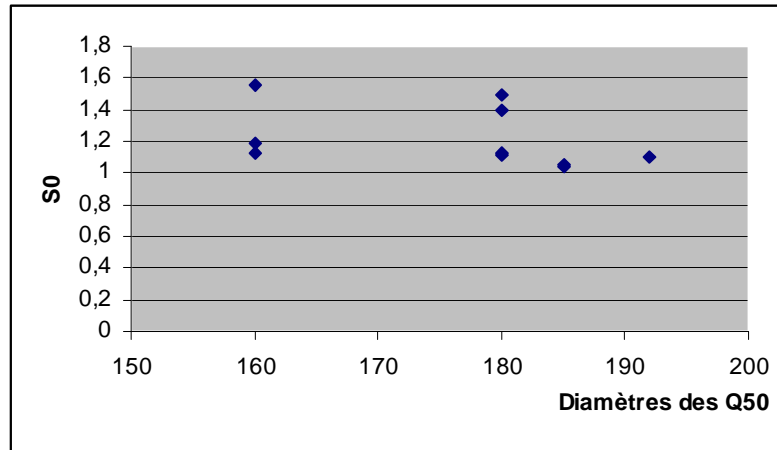


Figure22 : relation entre l'indice de classement (S_0) entre et la médiane (Q_{50}).

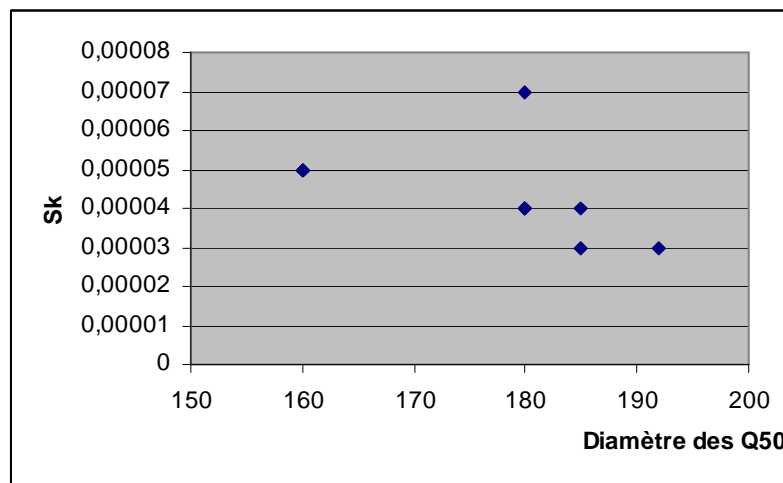
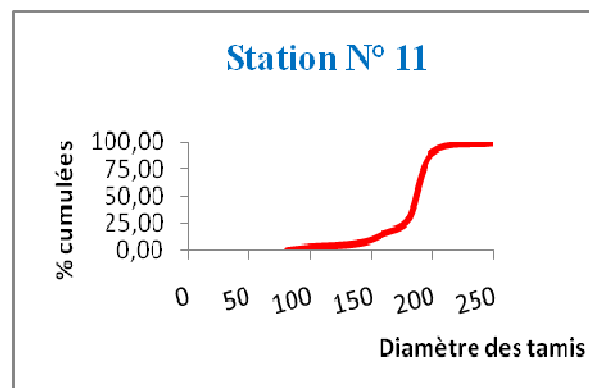
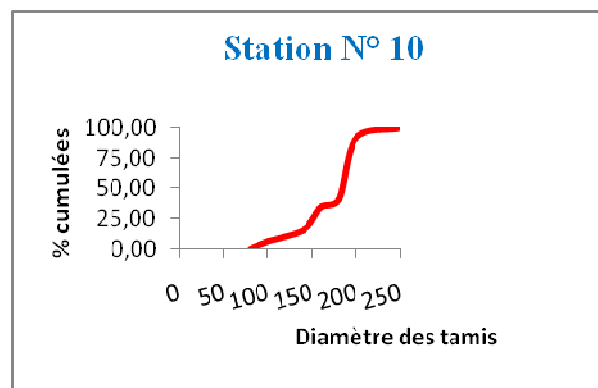
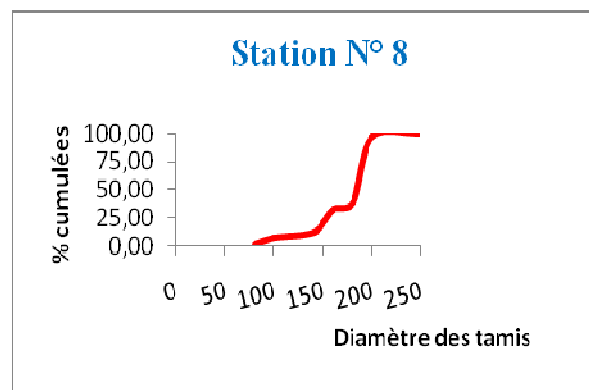
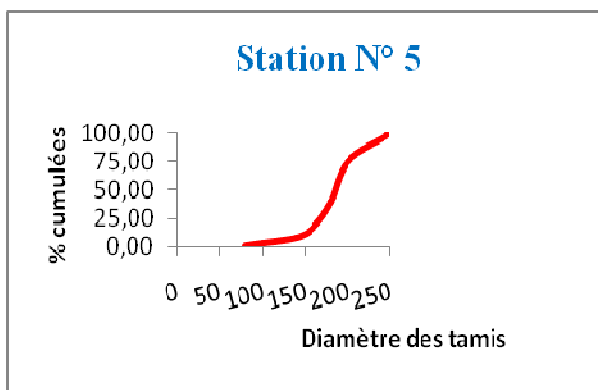
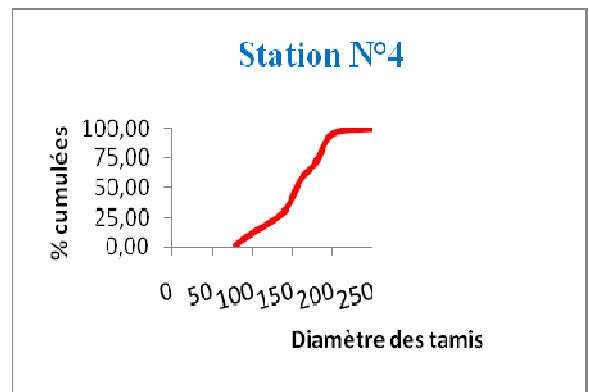
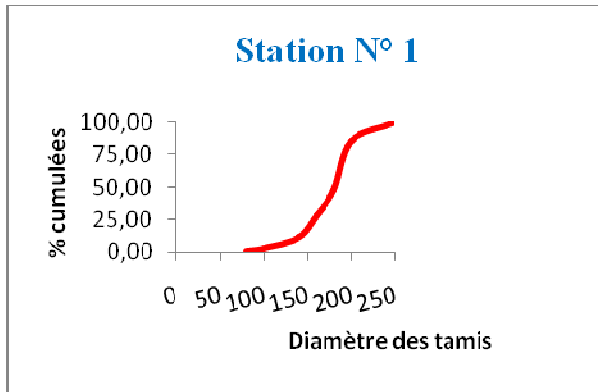


Figure 23: relation entre l'indice d'asymétrie (S_k) et la médiane (Q_{50}).

- **Aspect général des courbes granulométriques** (Fig.24)

Nous décrivons les traits essentiels des courbes granulométriques cumulatives des échantillons analysés. Les courbes sont généralement redressées ce qui implique qu'il y a des sédiments homogènes.

Dans l'ensemble, les courbes sont relativement en pente, ce qui souligne le bon classement des sédiments.



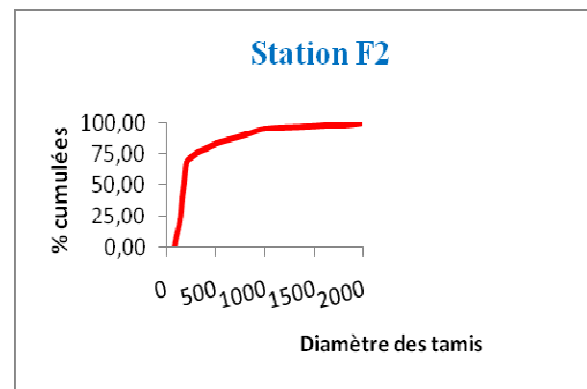
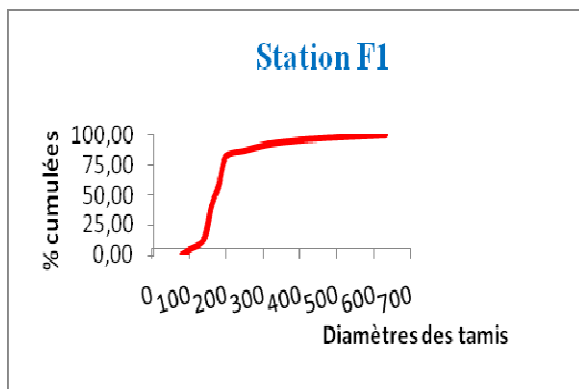
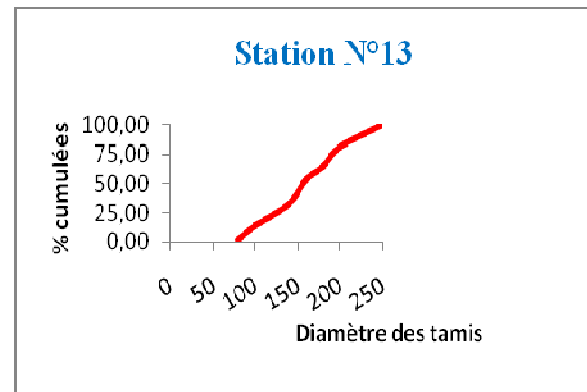
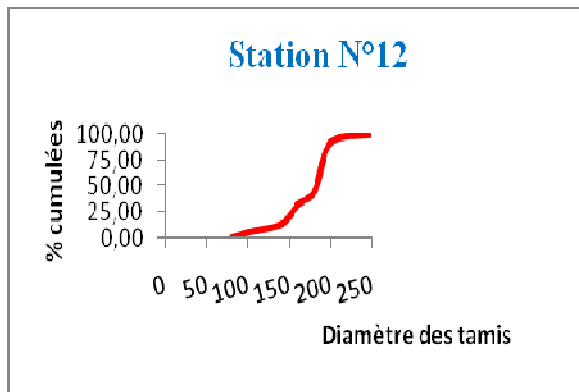


Figure 24 : Courbes granulométriques des stations étudiées.

III.3.3. Résultats et discussion de l'analyse de la fraction pélitique (< 80µm)

Cette répartition confirme la répartition des médianes précédemment interprétées.

Résultats de l'analyse de la fraction pélitique

L'étude de la fraction fine consiste, d'abord à évaluer pour chaque échantillon le pourcentage de la fraction inférieure à 80µm dans un poids considéré, ensuite à établir une carte des pélites qui montre la répartition géographique de cette fraction au sein de la zone. (Fig.25)

Les résultats de l'analyse de la fraction pélitique dans le port de plaisance de Sidi Fredj sont mentionnés dans le tableau 12.

Tableau 12: Taux de pélites pour chaque station (%).

Stations	Taux de pélites (%)
St 1	1.50
St 4	3.59
St 5	3.30
St 8	4.44
St 10	5.04
St 11	1.87
St 12	15.57
St 13	38.12
F 1	0.41
F 2	0.84

Interprétation des résultats de l'analyse de la fraction pélitique

«La présence de pélites dans le sédiment d'une plage est l'indice d'un trouble, d'une anomalie, d'une perturbation » (Pinot 1998).

Le pourcentage des pélites s'échelonne entre 0.41% (F1) et 38.12% (St 13) comme le montre la figure 26.

A l'extérieur du port (Stations 1, 4, 8, 10, 11 et 12), nous remarquons que les taux sont assez faibles qui sont respectivement de: (1.50, 3.59, 3.30, 5.04, 1.87, 4.44) et, ainsi qu'au niveau de la de la plage : station (F1, F2) ou les taux sont les plus faibles et n'excède pas les 16%. Cela est dû au renouvellement des eaux grâce aux houles et aux courants.

Au niveau de la passe d'entrée et à l'intérieur du port, on retrouve un échelonnement de 15.57% (St 12) à 38.12% (St13), c'est un mélange de sable et de vase (sable vaseux). Ce taux élevé est dû au faible gradient de courant à l'intérieur des bassins.

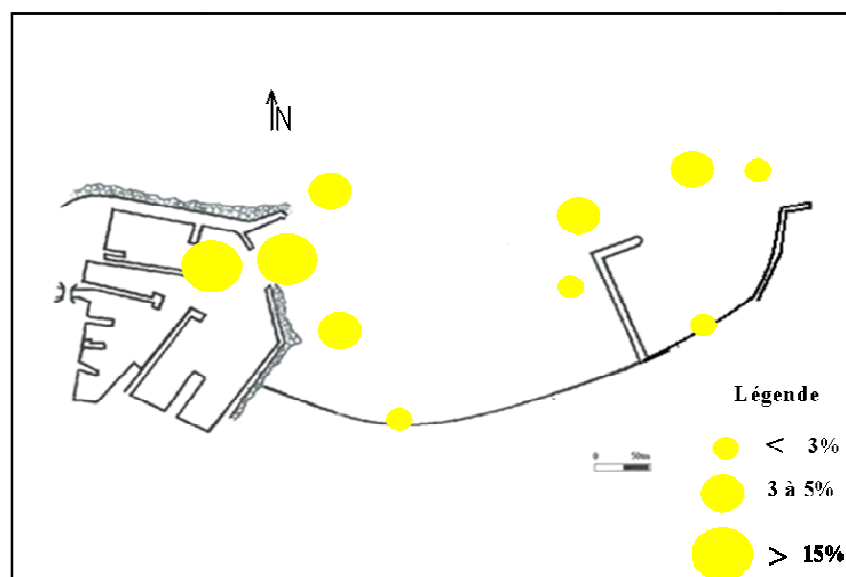


Figure 25 : Répartition des pélites dans la plage Est de Sidi Fredj.

III.3.4. Résultats et interprétation de l'analyse des carbonates

Résultats de l'analyse des carbonates

Les résultats de l'analyse des carbonates des sédiments prélevés au niveau des stations étudiées sont mentionnés dans le tableau 13.

Tableau 13: Taux des carbonates pour chaque station.

Stations	Le taux des carbonates (%)
St1	50.9
St 4	43.8
St 5	47.9
St 8	43.47
St 10	36.94
St 11	40.4
St 12	48
St 13	41.15
F 1	97.5
F 2	98.15

Interprétation des résultats de l'analyse calcimétrique

Les contenus en CaCO_3 sont généralement considérés comme reflétant la quantité de composant biogènes (calcites et aragonites), et terrigènes (calcites présent dans le sédiment). La différenciation de ces deux types de carbonates de calcium n'a pas été effectuée au cours de ce projet. La répartition des taux de carbonates dans la zone étudiée montre des teneurs variables entre un maximum de 98.15% et un minimum de 36.94% au niveau des stations (F2 et 10) respectivement. La carte de distribution des taux de calcites analysés (Fig.26) montre une évolution croissante depuis le port jusqu'à la plage Est. Ceci s'explique par le fait que la plage est riche en débris de coquilles et en fragments calcaires que les vagues déposent, par conséquent la diminution de la teneur en carbonates au niveau du port s'explique par leur faible apport via les vagues étant donné que c'est une zone à faible hydrodynamisme.

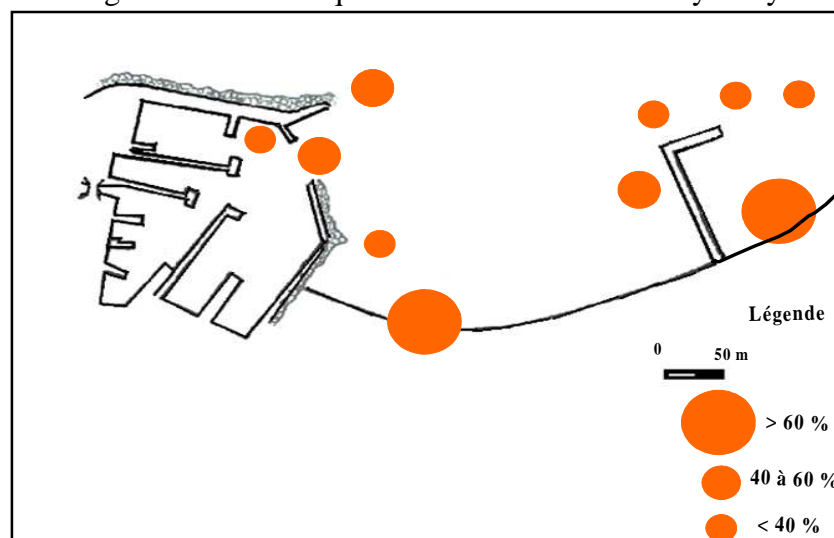


Figure 26 : Répartition des carbonates dans plages Est de Sidi Fredj.

III.4. Résultats et interprétation de l'analyse des métaux lourds

Etude de la pollution par les métaux lourds dans la plage

Les métaux lourds sont des polluants inorganiques de forte masse toxique, à l'état élémentaire ou combiné, à partir d'une concentration minime. Ils sont présent normalement dans le milieu marin en faible dose. Ces métaux sont très employés depuis le début de l'ère industrielle et ils s'accumulent dans la mer, rejetés en plus ou moins grande quantité par l'industrie. Les plus dangereux et les plus répandus sont le mercure, le plomb, le cadmium, et le chrome. On sait aussi que la teneur en plomb a augmenté au cours des dernières années et que ce métal se fixe abondamment dans les sédiments marins.

Durant l'analyse des métaux lourds pour la plage Est de Sidi Fredj, on s'est arrêté à l'étape de minéralisation par faute de moyen, on n'a pu alors avoir les résultats de la pollution par les métaux lourds dans cette zone d'étude.

III.5. Résultats et interprétation de la réfraction de la houle sur la côte (fig.27)

A partir des plans de vagues élaboré par le LEM sur lesquels sont mentionnés les mesures de vagues, et que nous avons repris et traités avec le logiciel surfer 8.0 afin de voir l'impacte des vagues sur l'ensemble de la baie d'El Djamila, nous avons essayé d'interpréter cet impact selon les directions et les période tout en tenant compte des différentes infrastructures et l'ensembles des naturels.

III.5.1. Direction Nord (0°N)

i. Période $T = 6$ s

On observe une constance de la hauteur des vagues sur l'ensemble de la côte avec des hauteurs avoisinant les 75% de la hauteur du large sauf au niveau du cap de Sidi Fredj les hauteurs sont importantes que celles de $T = 8$ s.

ii. Période $T = 8$ s

Ceci équivaut à une longueur d'onde qui avoisine les 90 m. La côte reçoit des hauteurs des vagues assez importantes qui sont presque identiques à celles du large puisque la baie d'El Djamila est largement ouverte. Néanmoins au niveau des deux caps (Sidi Fredj et Ras Acrata) les valeurs sont encore plus importantes et dépassent celles du large. Il faut noter au large de l'Oued de Béni Messous et au niveau du Club des Pins ces valeurs sont élevées. Les houles de direction Nord de $T = 8$ s affectent directement la baie d'El Djamila.

iii. Période $T = 10$ s

Les hauteurs des vagues à la côte sont largement supérieures à celles du large et se situent entre 75 et 150% de la hauteur des vagues au large. Les deux caps reçoivent des

hauteurs de vague 2,5 fois la hauteur du large. La côte d'El Djamila est largement soumise à cette direction de houle et cette période.

III.5.2. Direction Nord- Nord Est (20°N)

i. Période T = 10 s

Pour les mêmes directions avec $T = 8$ s les hauteurs de vagues sont plus importantes à l'Ouest de la baie qu'à l'Est. Le cap de Sidi Fredj concentre des hauteurs de vagues qui peuvent atteindre 2,5 fois la hauteur du large.

La zone pro deltaïque et la partie Est reçoivent des vagues dont la hauteur se situent entre 50 et 75% que celles du large.

ii. Période T = 8 s

La direction touche beaucoup plus la partie Ouest de la baie que la partie Est qui semble être protégée par le cap de Ras Acrata. Les hauteurs de vague se situent entre 150 et 250% dans la partie Ouest et entre 50 et 75% voire inférieur à 50% dans la partie Est.

iii. Période T = 6 s

Les hauteurs des vagues se situent entre 50 et 75% de la hauteur du large. Les hauteurs des vagues sont homogènes et arrivent perpendiculairement à la côte, il existe une exception au niveau du cap de la zone pro deltaïque sous marine de l'Oued Béni Messous qui provoque des hauteurs de vagues inférieurs à 50% que celles du large.

III.5.3. Direction Nord- Nord Ouest (330°N)

i. Période T = 6 s

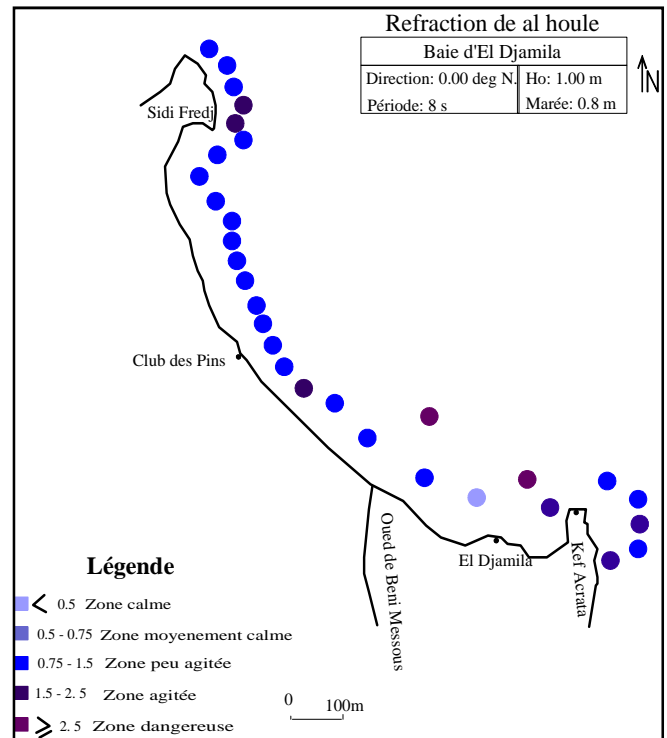
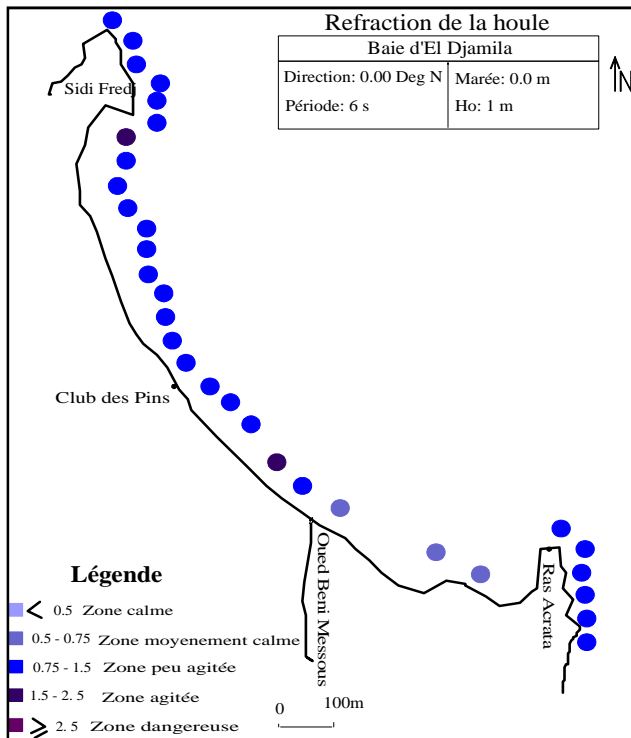
Les hauteurs des vagues sont largement supérieures à celles du large dans la partie Est et ceux à compter du cap de Sidi Fredj jusqu'au Club des Pins, c'est une zone qui se trouve à l'abri des houles Nord- Nord Ouest sauf la partie Est du cap.

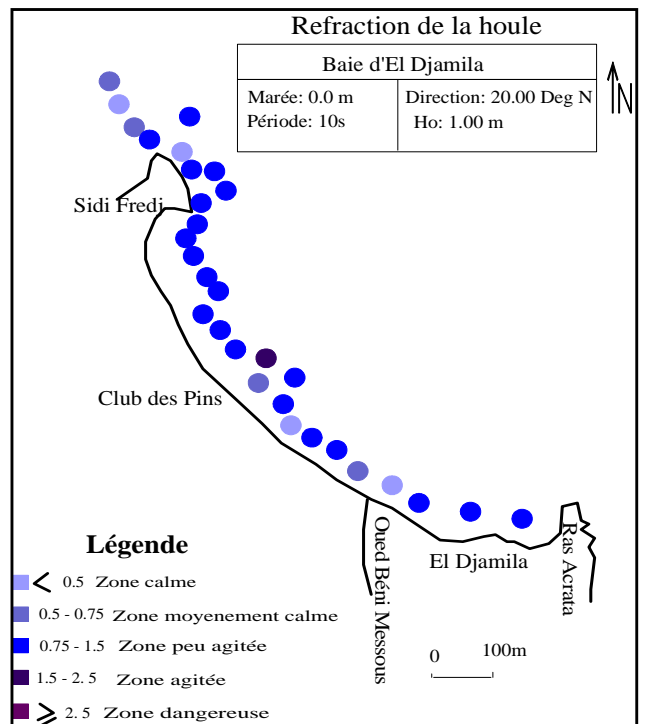
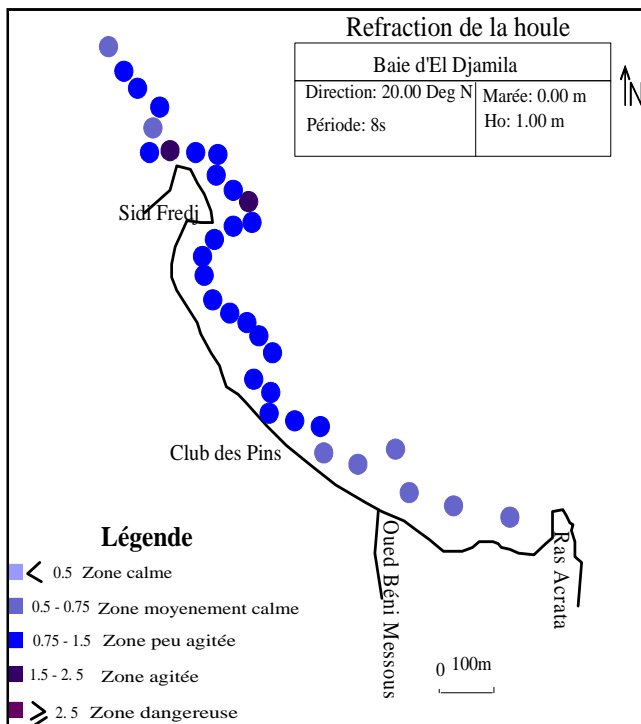
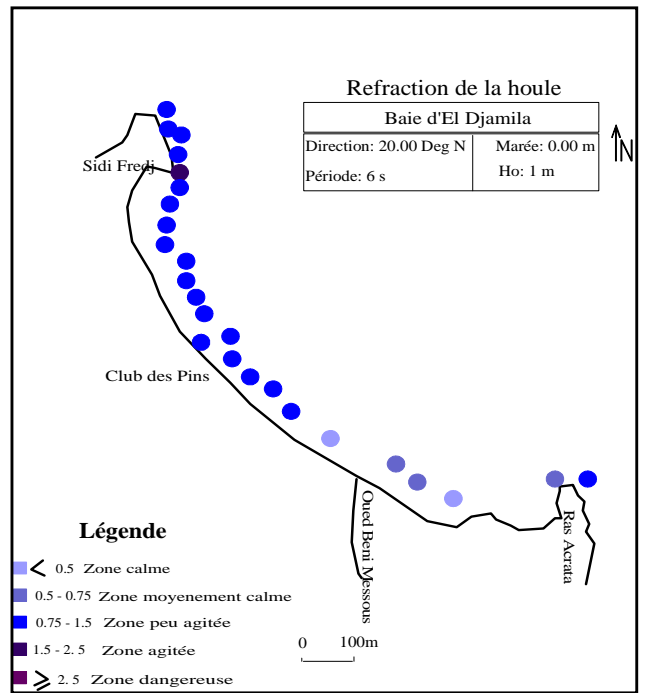
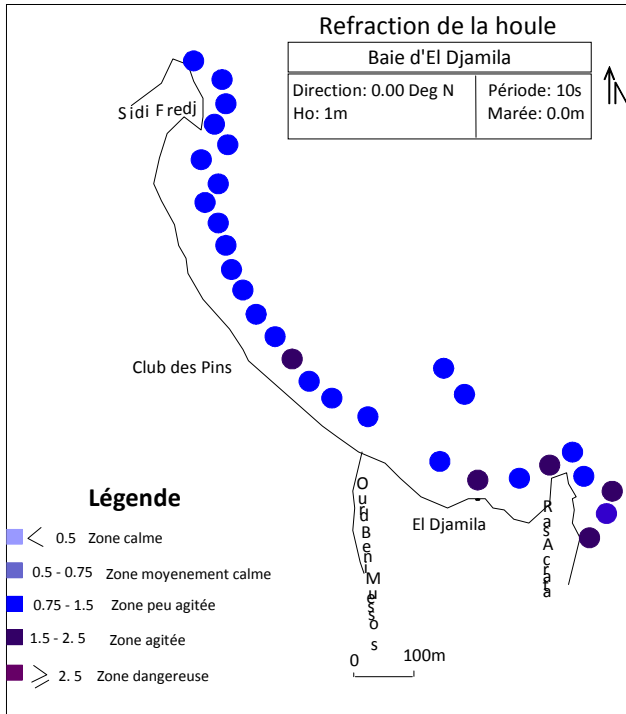
ii. Période T = 8 s

La côte d'El Djamila reçoit des houles avec un angle très réduit ce qui réduit considérablement les hauteurs de vagues et qui ont tendances à devenir homogènes sur le littoral mais avec des hauteurs quelque peu élevées se situant entre 75 et 150% des hauteurs du large. Cependant le Cap de Sidi Fredj et la région de Club des Pins reçoivent de pleins fouets, ces vagues ont tendance à cambrer pour atteindre des hauteurs supérieures à 250%.

iii. Période T = 10 s

Les hauteurs des vagues sont largement supérieures à celle à celles du large est ceux surtout entre l'oued Béni Messous et le cap de Sidi Fredj. Les hauteurs des vagues sont supérieures à 250% que celle du large. Cette direction touche aussi bien la partie Ouest que la partie Est, sauf qu'à la partie Est de la baie les hauteurs des vagues se situent entre 75 et 150% celle du large.





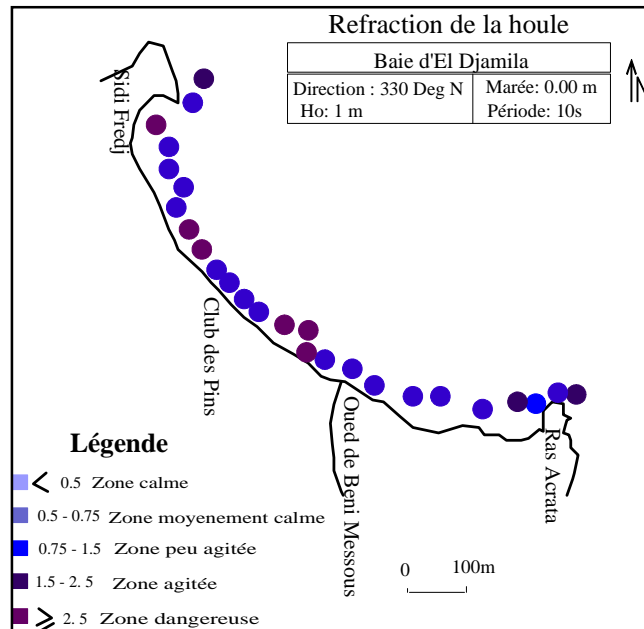
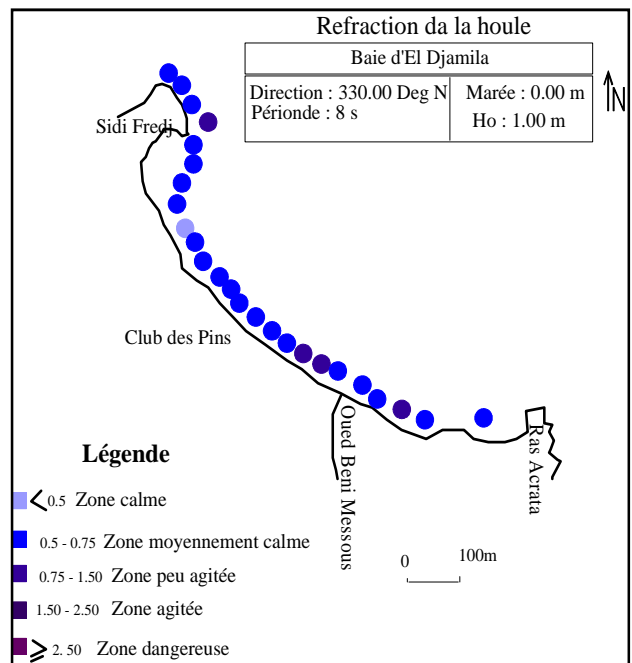
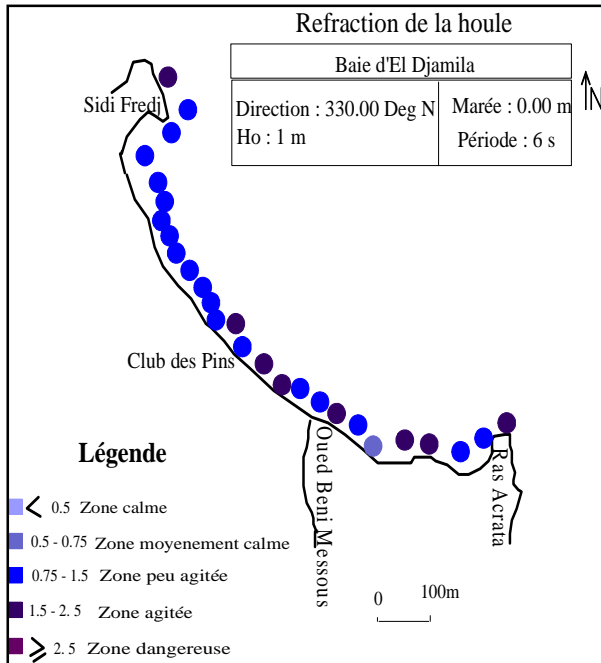


Figure 27 : La réfraction de la houle dans la baie d'El Djamila par différentes périodes et directions. (BELKESSA Radia, 2008)

III.6. Résultats et interprétation de l'étude paramétrique

Les résultats de l'étude paramétrique trouvée dans la zone d'étude sont comparés à ceux trouvés dans cette même zone en 1999 (Heniche Amel & Reffaf Mounia) et sont mentionnés dans le tableau 14.

Tableau 14 : Tableau de comparaison des paramètres physico chimiques.

Stations	F1	F2	1	2
Date et lieu du prélèvement	Le 25/03/2008 Plage Est	Le 25/03/2008 Entre les deux épis	Le 24 /05/1998 Plage Est	Le 25 /05/1998 Entre les deux épis
temps	Beau	Beau	Pluvieux	Pluvieux
Etat de la mer	Peu agitée	Peu agitée	Calme	Calme
Le vent	Nord- Ouest	Nord- Ouest	Nord- Ouest	Nord-Nord Est
La température (°C)	15.1	15.7	20	18
Le potentiel d'hydrogène	9.18	ND	7.48	8.13
La salinité (PSU)	36.6	36.3	34.41	32.32

ND : Non déterminé.

Interprétation

- **Température**

Les températures relevées dans la zone comparée à celle trouvées dans les mêmes points de prélèvement, témoignent d'une normalité de la saison car elles sont des températures typiques de leur saison.

- **Le potentiel d'hydrogène**

L'effet tampon dans l'eau de mer, et les prélèvements effectués dans une zone comme la plage Est où très peu d'échange se font avec le large, ont fait que les potentiels d'hydrogène mesurés sont relativement stables ; excepté le prélèvement effectué au niveau de la station F1 qui semble un peu élevé puisque le ph de la mer méditerranée est de 8,2.

- **La salinité**

En méditerranée, la salinité est de 38 à 39 PSU au large (Aminot, 1983 *in* CNEXO) ; alors que les zone côtières se caractérisent par une salinité de 35 PSU.

La salinité moyenne calculée au point 2 de la plage Est de Sidi Fredj est de 34.31PSU \pm 1.38, cet écart peu s'interpréter par les conditions météorologiques (les vents généralement faibles ne favorisant pas les échanges avec le large) et par le phénomène de dilution dû au déversement d'égouts.

Cependant, la salinité observée au niveau de station 2 est une salinité qui dépasse de peu la normale, cet écart pourrait aussi s'interprété par les conditions météorologiques.

Conclusion Générale

« Quand un homme à prouvé qu'il a
du talent, il lui reste à prouver
qu'il s'ait s'en servir. »

Conclusion

La connaissance du comportement de la plage Est de Sidi Fredj permet une prévision relativement fiable de son évolution dans les décennies à venir.

L'étude sédimentologique permet de mettre en évidence les paramètres de la dynamique des sédiments : direction de transit, zone de dépôt et déflation.

Les courbes granulométriques sont dans leurs majorités uni modales à l'exception de trois d'entre elles, comme le confirme les histogrammes représentant les modes, ils témoignent de la présence d'un seul stock sédimentaire majoritaire.

Les teneurs en carbonates sont très homogènes mais assez élevées. Leur origine est sûrement double ; organogène (débris de coquilles) et terrigène (apports de l'Oued Béni Messous).

Des modifications du régime des houles, des courants et du transit sédimentaires ont été entraînés par la construction du port. Ceci s'est traduit par : un déséquilibre dynamique de la côte et la modification du littoral meuble, (Le transit WE est arrêté par la structure portuaire). Comme conséquence, la présence du port a fondamentalement modifié les mouvements des matériaux véhiculés par le transit littoral, provoquant une avancée du trait de côte à l'abri de la jetée Sud. En même temps une érosion de la plage Est au détriment de Moretti. Depuis le littoral est en perpétuelle modification.

A partir des plans de vagues nous avons pu cartographier les différentes hauteurs de houles sur la côte d'El Djamila. On peut déduire que la baie d'El Djamila est largement ouverte sur la mer, ce qui explique ces fortes houles sur la côte. La bathymétrie qui dicte l'hydrodynamisme est aussi responsable des fortes vagues, souvent plus élevés qu'au large. Se sont surtout les houles Nord Ouest et Nord qui ont un impact direct sur la côte.

L'analyse microbiologique a révélé que la plage Est de Sidi Fredj est de qualité moyenne, ceci a été démontrée par les taux indénombrables des CF, en plus de la présence des indicateurs de contamination fécales essentiellement *E. coli* (90%), *Citrobacter Frundii* (8%) et des indicateurs de proximité dont *S aureus* (660Staf /100ml). Les valeurs trouvées sont appelées à la hausse en cette période estivale, car il y aura augmentation de la fréquentation des baigneurs. Cette analyse pourrait être accentuée par le dosage des métaux lourds pour

mieux juger la salubrité de la plage, mais, faute de moyen on a pu aller plus loin que la minéralisation. Il est à noter que notre travail reste ponctuel et les perspectives demeurent nombreuses, il serait fort intéressant d'enrichir les résultats obtenus en multipliant les expériences dans le temps pour une meilleure estimation du risque sanitaire, une prévention appropriée et permettre ainsi d'avoir une idée exhaustive sur la contamination.

Le contrôle de qualité des eaux de baignade, véritable océanographie médicale est un domaine en persistante évolution. L'équilibre du moment est constamment instable et peut être rompu à cause de la montée de la précarité ; mais d'autre part, l'évolution des maladies infectieuses à propagation hydrique pousse l'homme à plus d'humilité face à la maladie. Il faut la prendre comme un gage d'évolution positive dans la mesure où elle pousse à revoir certaines règles d'hygiène et techniques de recherche ainsi que des mesures de prévention, ce qui doit s'avérer intéressant pour notre avenir.

Ce travail m'a permis d'abord d'acquérir des méthodes de travail sur le terrain (prélèvement, relèvement, positionnement, dosage ...) et d'autres au niveau du laboratoire (analyse, dosage, cartographie...) et ce en l'espace seulement de quatre mois.

Bibliographie

Références bibliographiques

- AFNOR., 1994.** Qualité des sols. Recueil des normes françaises. AFNOR. 1994. 250p.
- Aminot .A et Chaussepied .M., 1983.** Manuel des analyses chimiques en milieu marin. Centre national pour l'exploitation des océans, *Brest*, 395p.
- Assefsaf A ; Sahli A., 1986.** Contribution à l'étude de la pollution d'origine fécale au niveau des plages de la baie Est de Bou Ismail. *Diplôme de technicien supérieur en biologie des pêches. Option microbiologie. ISMAL .65P.*
- Asso A., 1982.** Contribution à l'étude de polluants métalliques chez la moule *Perna perna* (Linné, 1758) dans la région d'Alger. *Thèse de 3ème cycle, Univ.Sc.Tech. Languedoc-Montpellier.* 316p.
- Bachouche S ; Nacer L., 2007.** Aménagement de deux ports de pêches : Bouharoune et *Khemisti.* *Diplome d'ingénieur en halieutique.* ISMAL 2007 82P.
- Bakalem A., 2004.** Contribution à l'étude des peuplements benthiques du plateau continental algérien (Sous presse).
- Barnabé G ; Brnabé R., 1997.** Ecologie et aménagement des eaux côtières. *E d Lavoisier TEC & DOC.* 391P.
- Bellahsene Y ; Messaoudi S., 2005.** Étude bathymétrique, sédimentologique et pollution par les métaux lourds de la baie d'El Djamila. *Mémoire d'ingénieur. ISMAL. Option aménagement.* 50P.
- Belkessa .R., 2005.** Les ports algériens : ensablement, pollution et dragage des sédiments. *Thèse de doctorat. Université de Constantine,* 412p.
- Ben Aissa N ; Chibane H ; Messa K ; 2006.** Etude bathymétrique et sédimentologique du port d'Alger. *Mémoire d'ingénieur. ISMAL. Option Aménagement.* 50P.
- Benzohra .M., 1993.** Les structures hydrodynamiques le long des côtes Algériennes. *Workshop sur la circulation des eaux et pollution des côtes méditerranéennes du Maghreb, 9-11 novembre 1992, INOC : 33-44.*
- Bonnefille .R., 1976.** Cours d'hydraulique maritime. *Ed. MASSON (Paris).* 161 p
- Boutiba M., 1996.** Etude en vraie grandeur du mode de fonctionnement des ouvrages de protection de la plage Est de Sidi Fredj (Ouest d'Alger). *thèse de magister, aménagement du littoral.* ISMAL :123p.
- Brisou J.F., Denis F., 1978.** Hygiène de l'environnement maritime. *Edit. Masson.* 248p.

Brisou J.F., Denis F., 1980. Techniques de surveillance de l'environnement maritime. *Edit. Masson.* 206p.

Caulet .J., 1972. Les sédiments organogènes du précontinent algérien. *Mém. Mus. Hist. Nat., Nlle série, 25, 289p.*

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

Charlou .J.L, Joanny .M., 1983. Dosage du Mercure et d'autres Métaux (Pb, Zn, Cu, Cd, Co, Ni, Cr, Mn) dans les Sédiments Marins par Absorption Atomique (285-297) Manuel des Analyses Chimiques en Milieu Marin. (*Ed) Centre National pour l'Exploitation des Océans, Paris. 395 P.*

Dagorne A., 1973. Sédimentologie et bionomie benthiques en Baie de Bou-Ismaïl. *Pelagos.*

Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec., (2005.a). Recherche et des dénombrements des coliformes fécaux (thermotolérant) et confirmation à l'espèce *Escherichia coli* : méthode par filtration sur membrane. MA. 700 Fec. Ec 1.0, Rév. 2, *Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des parcs du Québec, 20p*

Djema F., 1997. Etude morphosédimentaire et perspective d'aménagement de la plage Ouest de Mazafran (Colonel Abbes). *Mémoire d'ingénieur ISMAL. Option aménagement. 65P.*

Djeraf .S, Lardjane .S et Yahi .M ., 2005. Travaux de dragage du port de Bou- Haroun. *Mémoire d'ingénieur. I.S.M.A.L., 53 p.*

Figarella J., Leyral G., Terret M., 2001. Microbiologie générale et appliquée. *Edit. Jacques Lanore. 285p.*

Folk .R.L., Ward .W.C., 1957. Brazos river bar: a study of significant of grain size parameters. *J. Sediment. Petrol. 27 : 3-26*

Gaujous .D., 1995. La pollution des milieux aquatiques *.Aide-mémoire (Tec & Doc, 2ème Eds.), 220p*

Gaujous D., 1995. La pollution des milieux aquatiques. *Edit. Lavoisier Techniques et documentation .Paris. 217p.*

Gauthier M, 1989. L'adaptation physiologique des bactéries entérique dans l'eau de mer. Microorganismes dans les écosystèmes océaniques. *Edit. Masson. 447p.*

Gauthier M., Pietri C., 1989. Devenir des bactéries et virus entériques en mer. Microorganismes dans les écosystèmes océaniques. *Edit. Masson.*447p.

Grimes. S., 2003. Plan d'action national pour protection des sites sensibles naturels marins du secteur Cap Djinet au Mont Chenoua. *Contrat PNUE/PAM/CASP/MATE, Alger, 64 p.*

Heniche A; Reffaf M., 1999. Isolement et identification des vibrions dans la presqu'île de Sidi Fredj. *Mémoire d'ingénieur. ISMAL. Option microbiologie.*

Hocini .N., 1991. Méthode d'analyse des hydrocarbures dans l'eau et le sédiment superficiel : Résultats préliminaires à l'embouchure de l'Oued Mazafran (Baie de BouIsmaïl) et le lac El-Mellah (El- kala) ; *Mémoire de T.S en sciences de la mer. ISMAL.*48p.

Joffin C et Joffin J.N., 1999. Microbiologie alimentaire. 5eme éd. *CRDP d'Aquitaine.* 214p

Joffin J.N & Leyral G., 2001. Microbiologie technique tome I, *dictionnaire des techniques,* 312p.

Joly B., Reynaud A., 2003. Entérobactéries : systématiques et méthodes d'analyses. *Edit. Techniques et Documentation.*Paris.356p

Journal officiel de la république Algérienne, N° 46, Juillet., 1993.

Kezzoli K; Taibi A., 2005. Sidi Fredj, situation du littoral, diagnostic, causes d'érosion et solution d'aménagement. *Mémoire d'ingénieur ISMAL. Option aménagement du littoral.*50P.

Lacomb .H., 1965.Cours d'océanographie physique : Théorie de la circulation générale, houles et vagues. *Gautier- Villard-Paris.*

Larpen J.P., Larpen-Gourgaud M., 1997. Mémento de microbiologie. *Edit .Techniques et Documentation.*1023p

Lazhar DJ., 1998. Symbiose bimestriel de l'environnement N°3 sep- oct.1998.

Leclaire .L., 1972. La sédimentologie holocène sur le versant méridional du bassin Algéro – Balear (Précontinent algérien). *Mémoire du muséum national d'histoires naturelles, nouvelle série. Tome XXIV. Ed. Du muséum : 319 p.*

Leclerc H., Gaillard J.L., Simonet M., 1995. Microbiologie générale : la bactérie et le monde bactérien. *Edit. Doin.*535p.

Leclerc H., Meyer A., Deiana J., 1994. Cours de microbiologie générale. *Edit. Doin.*365p

L.E.M., 1998: Laboratoire d'études maritimes.

L.C.H.F., 1973. Port de Sidi Fredj et plage de Moretti : ensablement du port et contrôle de la plage. *Compagne d'observation en nature. Rapport général. 15P.*

Millot, C. 1987. The circulation of the lavantine intermediate water in the Algerian basin. *Journal of geophysical research, 92(C8): 8265-8276.*

Millot, C. 1993. La circulation générale en Méditerranée occidentale. *Workshop sur la circulation des eaux et pollution des côtes Méditerranéennes du Maghreb. 9-11 novembre 1992, INOC. 29-30.*

O.N.M., 2004. Office National de la Météorologie. Relève météorologique 1993- 2004.

Oukazi Hamida., 1993. Le port de plaisance e Sidi Fredj, approche critique à travers son fonctionnement et impact immédiat sur l'environnement. *Mémoire d'ingénieur ISMAL. Option aménagement. 231P.*

Paolo A .P ., 1997. Les littoraux. *Ed MANATHAN. 191P.*

Paskoff R., 1998. Côtes en danger. *Ed Masson et Cie. Paris.*

Pelmont J., (1993). Bactéries et environnement : adaptations physiologiques *Collections Grenoble Sciences .899p*

PNUE / OMS., 1977. Recommandation pour la surveillance sanitaire des zones côtières à usage récréatif et des zones conchylicoles. *Bureau régional de l'OMS pour l'Europe, Copenhague : 168p.*

Pommeppy M., 1987. Capacité d'acceptation du milieu marin. Bactériologie de la rade de Brest. *Edit. IFREMER, Brest, France.60p.*

Rivière .A., 1977. Méthode granulométrique, technique et interprétation. Techniques et méthodes de sédimentologie. *Édi MASSON (Paris). 170p.*

Rodier J., 1992. L'analyse de l'eau (eaux naturelles, eaux résiduelles et eau de mer). *7ème Ed. DUNOD (Paris).*

Rodier J ; Beiffe H ; Bournaud M ; Broutin J.P ; Geoffay C.H ; Kovacsik G ; Laporte J ;

Patee E ; Plissier M ; Rodi L ; Vial J., 1984. L'analyse de l'eau mer (eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer) *7ème Ed DUNOD (Pari). 1367 p.*

SANTÉ ET BIEN-ÊTRE SOCIAL CANADA (SBESC), 1992. Recommandations au sujet de la qualité des eaux utilisées à des fins récréatives au Canada, *ministère des Approvisionnements et Services Canada, Ottawa*, 110 p

Taklit Nadjjet ; Hadj Said nassima., 2006. Contribution à l'étude de la qualité bactériologiques des eaux de baignades de « palme Beach » dans les côtes Algérienne. *Mémoire d'ingéniorat. ISMAL. Option environnement.*

U.S.Naval Weather Service Command (SSMO). , 1963 - 1970.

Zemenzer., 2004. Ensablement du port par transport sédimentaire : simulation et application du model de GAO et Colins (1994) au port de Sidi Fredj. *Mémoire d'ingéniorat, option aménagement. ISMAL. 50P.*

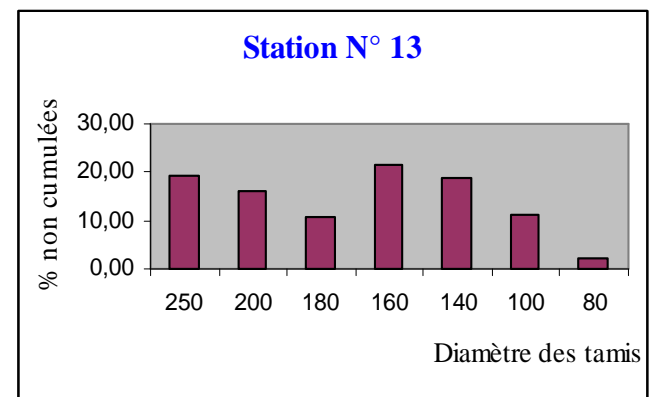
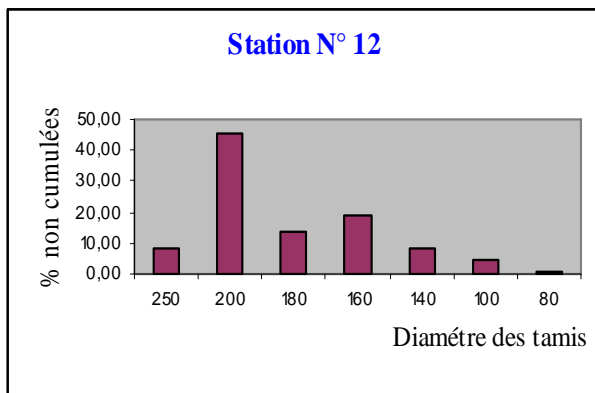
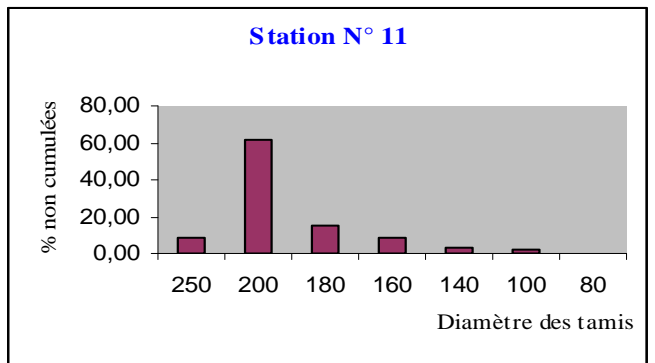
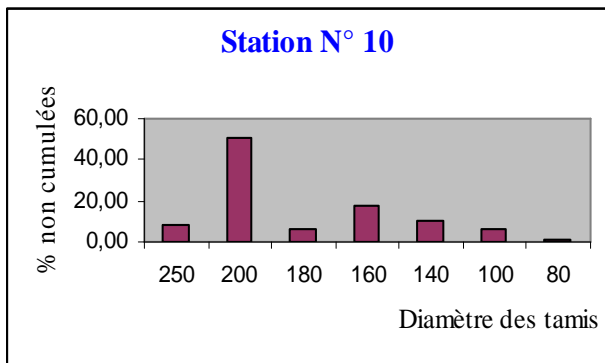
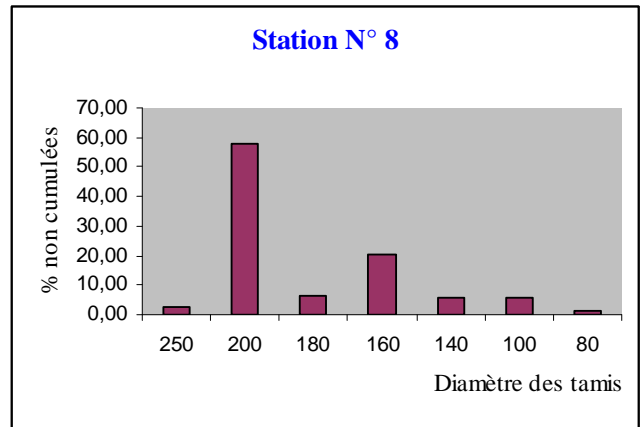
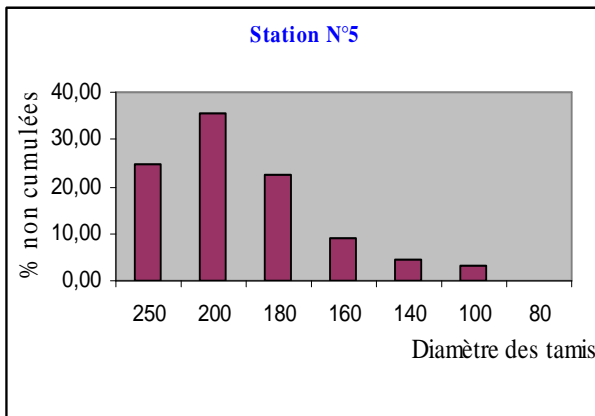
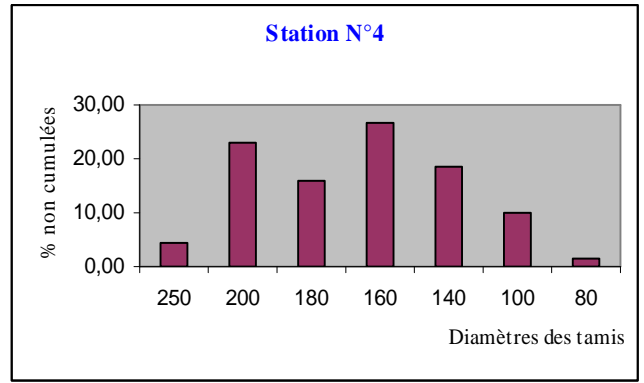
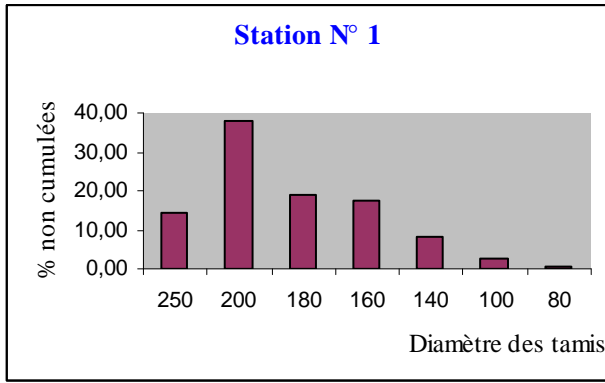
Annexes

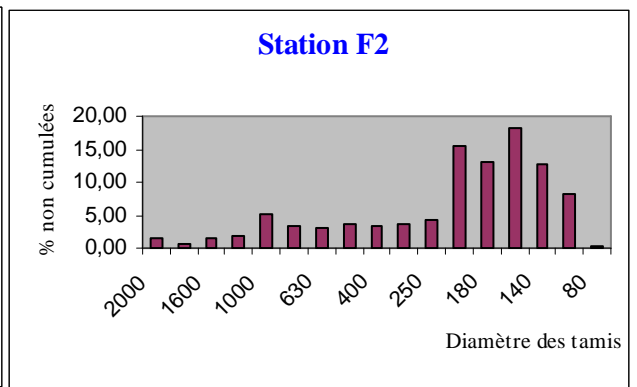
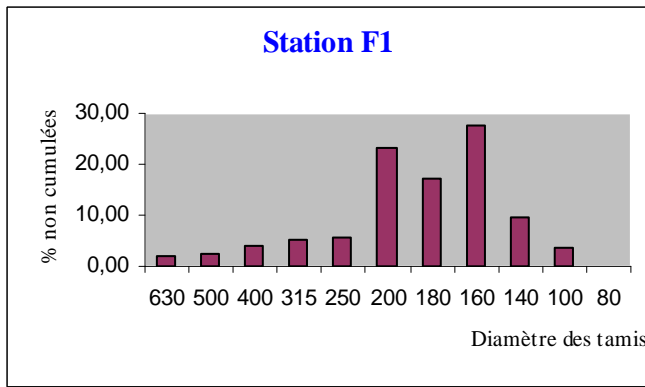
Annexe I :**Fiches granulométriques**

Station : 1		Poids initial : 100g		Station : 4		Poids initial : 100g	
		Poids final : 98.52g				Poids final : 96,53g	
Tamis Φ (μm)	Poids des refus partiels(g)	% des refus non cumulés	% des refus cumulés	Tamis (μm)	Poids des refus partiels(g)	% des refus non cumulés	% des refus cumulés
250	14.28	14.39	100	250	4.16	4.31	100
200	37.18	37.74	85.51	200	22.32	23.12	95.69
180	18.93	19.21	47.77	180	15.23	15.78	72.57
160	17.13	17.39	28.55	160	25.79	26.72	56.79
140	8.24	8.36	11.17	140	17.88	18.52	30.07
100	2.37	2.41	2.80	100	9.78	10.13	11.55
80	0.39	0.40	0.40	80	1.37	1.42	1.42
Station : 5		Poids initial : 100g		Station : 8		Poids initial : 100g	
		Poids final : 96,81g				Poids final : 86,53g	
Tamis Φ (μm)	Poids des refus partiels(g)	% des refus non cumulés	% des refus cumulés	Tamis (μm)	Poids des refus partiels(g)	% des refus non cumulés	% des refus cumulés
250	24.11	24.90	100	250	2.44	2.82	100
200	34.51	35.65	75.10	200	50.36	58.20	97.18
180	21.63	22.34	39.45	180	5.51	6.37	38.98
160	8.91	9.20	17.11	160	17.39	20.10	32.61
140	4.28	4.42	7.90	140	4.91	5.67	12.52
100	3.17	3.27	3.48	100	4.8	5.55	6.4
80	0.2	0.21	0.21	80	1.12	1.29	1.29
Station : 10		Poids initial : 100g		Station : 11		Poids initial : 100g	
		Poids final : 95,2g				Poids final : 98,16g	
Tamis Φ (μm)	Poids des refus partiels(g)	% des refus non cumulés	% des refus cumulés	Tamis (μm)	Poids des refus partiels(g)	% des refus non cumulés	% des refus cumulés

250	8.13	8.54	100	250	8,76	8.92	100
200	48.09	50.51	91.46	200	60,48	61.61	91.08
180	6.06	6.37	40.95	180	14,48	14.75	29.46
160	17.22	18.09	34.58	160	8,85	9.02	14.71
140	9.37	9.84	16.49	140	3,21	3.27	5.69
100	5.81	6.10	6.65	100	2,13	2.17	2.41
80	0.52	0.55	0.55	80	0,25	0.25	0.25
Station : 12		Poids initial : 100g		Station : 13		Poids initial : 100g	
		Poids final : 95,75 g				Poids final : 76,46g	
Tamis Φ (µm)	Poids des refus partiels(g)	% des refus non cumulés	% des refus cumulés	Tamis (µm)	Poids des refus partiels(g)	% des refus non cumulés	% des refus cumulés
250	8.03	8.39	100	250	14.63	19.13	100
200	43.67	45.61	91.61	200	12.4	16.22	80.87
180	13.09	13.67	46.61	180	8.3	10.86	64.65
160	17.84	18.63	32.33	160	16.44	21.50	53.79
140	8.24	8.61	13.70	140	14.3	18.70	32.29
100	4.3	4.49	5.10	100	8.64	11.30	13.59
80	0.58	0.61	0.61	80	1.75	2.29	2.29
Station : F1		Poids initial : 100g		Station : F2		Poids initial : 100g	
		Poids final : 99,59g				Poids final : 99,17g	
Tamis (µm)	Poids des refus partiels(g)	% des refus non cumulés	% des refus cumulés	Tamis (µm)	Poids des refus partiels(g)	% des refus non cumulés	% des refus cumulés
630	1.85	1.86	100	2000	1.41	1.42	100
500	2.24	2.25	98.14	1800	0.52	0.52	98.58
400	3.88	3.90	95.89	1600	1.42	1.41	98.05
315	4.99	5.01	92	1400	1.67	1.67	96.63
250	5.58	5.60	86.99	1000	5.29	5.29	94.96

200	23.29	23.39	81.38	800	3.46	3.46	89.66
180	17.01	17.08	58	630	3.06	3.09	86.21
160	27.44	27.55	40.92	500	3.7	3.73	83.12
140	9.44	9.48	13.36	400	3.4	3.43	79.39
100	3.78	3.80	3.89	315	3.67	3.70	75.96
80	0.09	0.09	0.09	250	4.08	4.11	72.26
-	-	-	-	200	15.47	15.60	68.15
-	-	-	-	180	12.86	12.97	52.55
-	-	-	-	160	18.16	18.31	39.58
-	-	-	-	140	12.53	12.69	21.27
-	-	-	-	100	8.16	8.23	8.63
-	-	-	-	80	0.4	0.403	0.40





Histogrammes représentant les modes de chaque station de prélèvement.

Annexe II : Qualité des eaux de baignades

La qualité des eaux de baignades est principalement mesurée par la teneur de contamination fécale (coliformes, streptocoque) qui accompagne fréquemment des germes pathogènes, porteurs de maladies, dont la détection est plus difficile.

Normes de la directive européenne 76/160/CEE du 8 décembre 1975, transcrite en droit français par le décret 81-324 du 7 avril 1981, modifié par le décret 91-980 du 20 septembre 1991, fixe les normes d'hygiène et de sécurité applicables aux piscines et aux eaux de baignades.(*tableau1*)

Tableau1: les normes françaises pour les eaux de baignades .Directives communautaire76/160/CEE du 08 Décembre (1975).

Paramètres microbiologique (/100ml)	Valeurs guides	Valeurs à ne pas dépasser
Coliformes totaux	500	10000
Coliformes fécaux	100	2000
Streptocoques fécaux	100	-

Tableau 2 : Normes européennes de la qualité microbiologique des eaux de baignade (CEAEQ, 2005c).

Bactérie	Norme guide	Norme impérative
<i>Escherichia coli</i>	250/100 ml	500/100ml
Entérocoques intestinaux	100/100ml	200/100ml

Tableau 3 : Classification microbiologique de l'eau selon les normes AFNOR. :

Classes de qualité microbiologique					
Paramètres	Très bonne	Bonne	Moyenne	Suspecte	Dangerouse
Coliformes totaux/ 100ml	50	500	5000	10000	>
Coliformes thermotolérants assimilables à <i>E.coli</i> / 100ml	< 50	50 - 200	200 - 1000	1000 - 2000	> 2000
Streptocoques fécaux	< 5	5 - 20	20 - 100	100 - 200	> 200

La pollution microbiologique

La pollution microbiologique est une forme de pollution organique, en particulier, les excréments contiennent des germes pathogènes (virus, bactéries ou parasites) véhiculés par l'eau. Ces germes peuvent provoquer des maladies aussi graves que le choléra, la typhoïde, la dysenterie...Etc. La contamination a lieu par contact direct avec des eaux polluées (baignades) et par consommation des produits de la mer infectés. Le contact avec l'eau polluée produit des infections cutano-muqueuses diverses (rhino-pharyngites, oculaires, otites, dermatoses). Les micro-organismes essentiellement utilisés pour la surveillance de l'environnement maritime sont dans le *tableau2*.

Tableau4: Micro-organismes essentiellement utilisés pour la surveillance de l'environnement maritime. (Brisou, 1980)

microorganisme	Recherche classique	Recherche occasionnelle
		Témoin de contamination fécale
Bactéries	Escherichia coli Streptocoques fécaux	Staphylocoques Clostridium Sulfito-réducteurs Bifidobactrium
Virus bactériophage	Poliovirus	Virus, Reovirus, Adénovirus
	Virus de l'hépatite A	Rotavirus, Virus de l'hépatite B
	Bactériophage d'Escheichia coli <i>et de</i> Salmonella	-
Parasites	-	Candida Protistes Œufs d'Helminthes

Tableau 3 : Récapitulatif de méthode de filtration sur membrane pour la recherche des coliformes et streptocoques fécaux.




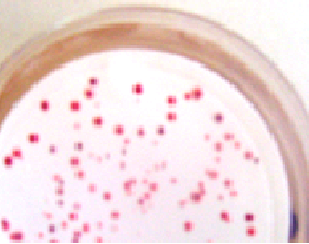
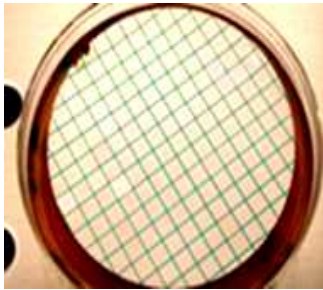

Germe recherché	Sélectivité du milieu d'ensemencement	Mode opératoire	Aspect du milieu avant utilisation	Aspect du milieu après
Les Coliformes	Le Tergitol est un agent tensioactif inhibiteur de nombreux Gram+	- Filtration de 100ml de l'échantillon. A travers une membrane stérile de 0.45µm.		<p>-Colonie rose rouge : réduction du TTC.</p> <p>-Colonie jaune : absence de réduction du TTC.</p> <p>Halo bleu-vert : lactose. Halo jaune : lactose+</p> <p><i>E. coli</i> et <i>Enterobacter aérogènes</i> donnent des</p> 
Les Streptocoques fécaux	Le milieu de Slanetz et Bartley : milieu gélosé, qui sélectionne les Streptocoques Il contient du TTC et l'Azide de sodium un inhibiteur des gram -.Le TTC qui lors de sa réduction donne une coloration des bactéries en rouge	-Filtration de 100ml de l'échantillon. A travers une membrane stérile de 0.45µm.		<p>Les Entérocoques donnent des colonies de taille moyenne, roses ou rouges.</p> <p>Les <i>Bacillus</i> peuvent pousser et donner le même aspect de colonies, mais de taille plus importante.</p> 

Tableau 4 : Récapitulatif de la méthode de filtration sur membrane pour la recherche des staphylocoques.

Germe recherché	Sélectivité du milieu d'ensemencement	Mode opératoire	Aspect du milieu avant utilisation	Aspect colonies Aspect du
Les staphylocoques	Baird Parker milieu Sélectif de <i>Saphylococcus aureus</i> . Il contient 2 inhibiteurs de Gram - - le chlorure de lithium - le tellurite de potassium	Filtration de 100ml de l'échantillon à travers une membrane stérile de 0.45µm.		-colonies noires 

(Source : Ministère des Approvisionnements et Services Canada, 1992)

➤ Code d'identification biochimique de quelques bactéries recherchées

api 20 €

REF : 514 45 62
 Origine / Source / Herkunft / Origen / Provenza

+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4
ONPG	ADH	LDC	ODC	LCITI	H ₂ S	URE	TDA	IND	LVP	IGEL	GLU	MAN	IND	SOR	RHA	SAC	MEL	AMY	ARA	OX
5			1			4			4			5			5			2		

Autres tests / Other tests / Weitere Tests / Altri tests / Otros tests

Escherichia.coli

api BIO MÉRISUX SA / 69280 Marcy-l'Étoile / France

3105573

CE 07223 B

api 20 E

REF : _____
 Origine / Source / Herkunft / Origen / Προέλευση / Ursprung / Oproindelse / Pochodzenie :

BIO MÉRISUX

+	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+									
1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4
ONPG	ADH	LDC	ODC	LCITI	H ₂ S	URE	TDA	IND	LVP	IGEL	GLU	MAN	IND	SOR	RHA	SAC	MEL	AMY	ARA	OX	NO ₂	N ₂	MOB	M=C	OF-D	OF-F			
3			1			0			5			5			7			3											

Autres tests / Other tests / Andere Tests / Otras pruebas / Altri test / Outros testes / Άλλες εξετάσεις / Andra tester / Andre tests / Inne testy :

Enterobacter cloacae

Printed in France / Printed in France

AnnexeIII :

Matériels utilisés.



Conductimètre



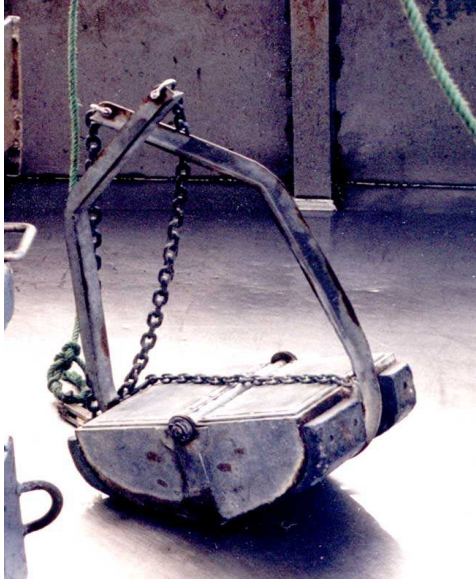
pH mètre



Oxymètre



Etuve



La benne Van Ween



Le théodolite



GPS

