

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

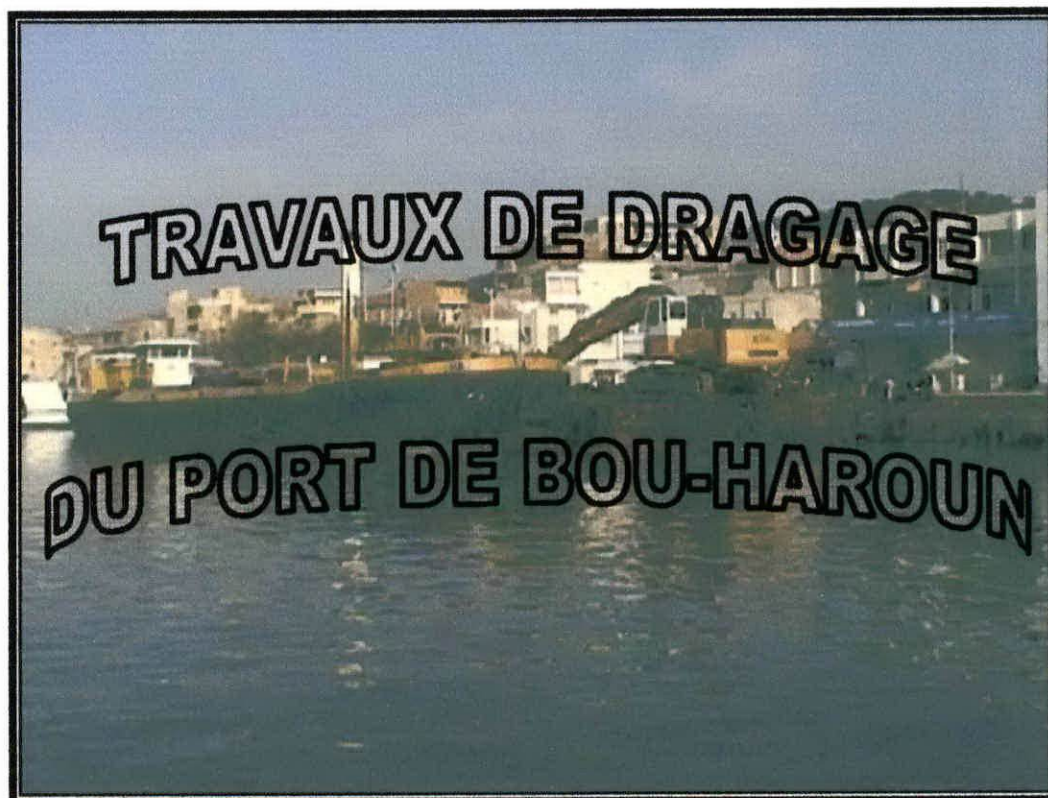
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE
LA RECHERCHE SCINTIFIQUE

INSTITUT DES SCIENCES DE LA MER ET DE
L'AMENAGEMENT DU LITTORAL



Mémoire de fin d'études présenté en vue de l'obtention du diplôme
D'ingénieur d'état en Aménagement du Littoral

THEME



Membres du jury :

- M^r BOULAHDID M. : Président
- M^{me} MAOUEL D. : Examinatrice
- M^r DRICHE M. : Examineur
- M^r AMARI M. : Promoteur

Présenté par :

M^{me} Djeraf Salima
M^{elle} Yahi Mehdi
M^{elle} Lardjane Selma

Sommaire

| | |
|---|-----------|
| Introduction | 1 |
| <u>1^{ère} partie : données générale sur le port de Bou-Haroun</u> | |
| 1.1. Généralités sur le port de Bou-Haroun | 2 |
| 1.1.1. Historique | 2 |
| 1.1.2. Situation géographique et description du port de Bou-Haroun | 5 |
| 1.2. La pêche à Bou-Haroun | 8 |
| 1.2.1. Introduction | 8 |
| 1.2.2. La flottille de pêche | 8 |
| 1.2.3. La population de pêcheurs | 9 |
| 1.2.4. La production halieutique | 10 |
| 1.3. Données naturelles du port de Bou-Haroun | 11 |
| 1.3.1. Introduction | 11 |
| 1.3.2. Cadre géologique | 11 |
| 1.3.3. Cadre hydrologique | 13 |
| 1.3.4. Cadre Météorologique | 14 |
| 1.3.5. Cadre hydrodynamique | 16 |
| 1.3.6. Cadre sédimentologiques | 19 |
| 1.3.7. Cadre bathymétrique | 20 |
| <u>2^{ème} Partie : étude de pollution</u> | |
| 2.1. Rappel sur l'étude du LEM (pollution) | 25 |
| 2.1.1. Introduction | 25 |
| 2.1.2. Les résultats des analyses | 25 |
| 2.2. Calcul de l'indice de contamination | 34 |
| 2.2.1. Introduction | 34 |
| 2.2.2. Calcul de l'indice de contamination (I_c) | 34 |
| 2.2.3. Calcul de l'indice de contamination (Q_{PECi}) | 35 |
| 2.2.4. Sources de pollution dans le port | 36 |

3^{ème} Partie :les travaux de dragage du port de Bou-Hroun

| | |
|---|-----------|
| 3.1. Le marché des travaux | 37 |
| 3.1.1. Introduction | 37 |
| 3.1.2. Procédure de Passation de Marché | 37 |
| 3.1.3. Description des travaux | 38 |
| 3.2. Organisation du chantier | 32 |
| 3.2.1. Amenée et repli des matériels (installation du chantier) | 32 |
| 3.2.2. Aménagement et organisation du chantier | 33 |
| 2.2.3. Matériels existant sur le chantier | 35 |
| 3.3. Suivi et méthodologie des travaux | 36 |
| 3.3.1. Introduction | 36 |
| 3.3.2. Suivi et méthodologie des travaux | 36 |

4^{ème} Partie :étude d'impact sur l'environnement

| | |
|--|-----------|
| 4.1. Etude d'impact sur l'environnement | 44 |
| 4.1.1. Introduction | |
| 4.1.2. Etude d'impact sur l'environnement | 45 |
| 4.1.3. Conclusion et solutions | 46 |
| 4.2. Les problèmes du port de Bou-Haroun | 50 |
| 4.2.1. Les problèmes au niveau du port de Bou-Haroun | |
| 4.2.2. Solutions | 51 |
| Conclusion | 52 |
| Bibliographie | |
| Annexe | |

Introduction

INTRODUCTION

Les opérations de dragage constituent un élément vital pour le fonctionnement de l'économie portuaire. Tous les ports dont les chenaux d'accès ou les bassins sont soumis à des phénomènes d'envasement sont contraints de procéder à des dragages et d'évacuer les déblais qui en résultent.

Le fond actuel du port de Bou-Haroun entrave énormément la circulation de certains bateaux de pêche d'où le caractère urgent de la réalisation du dragage du port.

Le projet actuel prévoit le dragage des différents bassins du port afin de permettre une exploitation optimale des différents postes à quai.

Sur la base du levé bathymétrique réalisé par le Laboratoire d'Etudes Maritimes (LEM) à la fin de l'année 1997, le calcul du volume à draguer est de 40 000 m³ au niveau des deux bassins et du chenal d'accès.

Nous avons essayé dans ce mémoire de fin d'études, de donner un aperçu sur les travaux de dragage d'un port de pêche et de son impact sur l'environnement. Il s'agit du port de Bou-Haroun situé à 40 Km à l'Ouest d'Alger.

Ce présent mémoire est présenté en quatre parties :

- la première partie consiste à présenter le port de Bou-Haroun et les données naturelles du site (géographie, géologie, hydrologie, météorologie et bathymétrie...).
- La deuxième partie donne un rappel de l'étude effectuée par le LEM sur la pollution, illustrée et accompagnée d'un calcul de l'indice de contamination
- La troisième partie comporte l'essentiel de notre travail qui consiste en une présentation globale des travaux sur le terrain, la description et le planning prévisionnel des travaux, l'installation du chantier, les moyens utilisés humains et matériels et une analyse sur l'avancement des travaux.
- La quatrième partie comporte une étude d'impact sur l'environnement en sachant que tous les travaux de dragage nécessitent une étude d'impact et les différents problèmes que rencontre le port avec des propositions, que nous avons jugé pratiques.

Plusieurs visites ont été effectuées sur le site qui nous ont permis de suivre le déroulement des travaux.

Enfin le mémoire est illustré par des plans et schémas du dragage prévu et appuyé par des photos.

1ère Partie

**1-1-Généralités sur le
port de Bou-Haroun**

1.1. Généralités sur le port de Bou-Haroun

1.1.1. Historique :

Le port de pêche de Bou-Haroun existait bien avant la période coloniale comme abri aux petites embarcations de pêche, aux sardiniers et petits chalutiers.

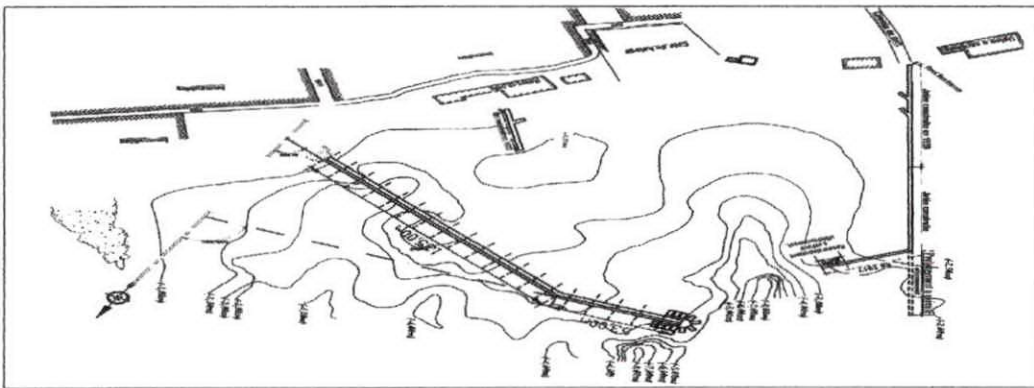
En 1939 ce port était constitué d'un plan d'eau d'environ 2,8 Ha , limité par deux jetées convergentes et bordé à sa partie Sud par une plage sableuse (*Plan N°1*), puis de solides jetées ont été construites .

Les travaux se sont poursuivis par l'aménagement, en 1960, du terre-plein à l'ouest du port (*Plan N°2*), protégé par des enrochements qui ont été consolidés après la tempête de 1967.

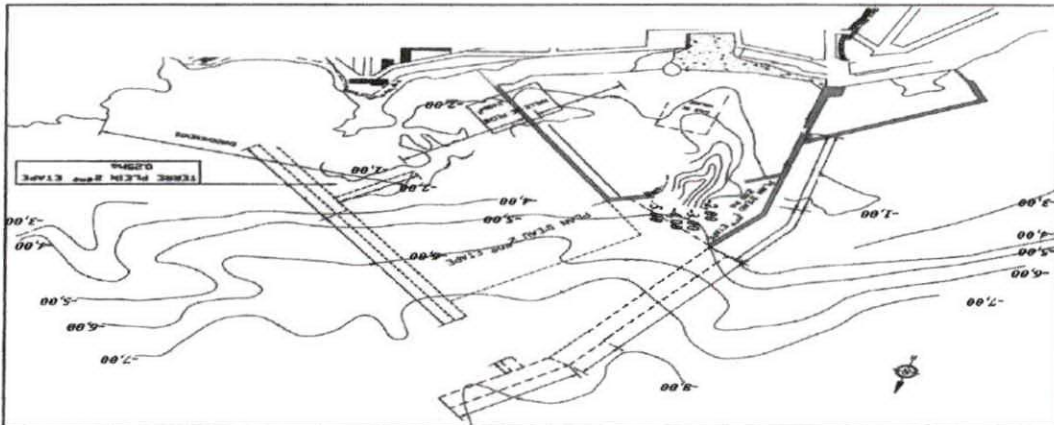
Ce port a été construit dans le but de servir de base et d'abri à des chalutiers et sardiniers susceptibles notamment d'alimenter les conserveries locales.

En 1976 le port a connu une extension par un allongement de la jetée ouest, infléchi vers le Nord Est dans le but d'assurer un abri suffisant des plans d'eau pour éviter une action directe des houles sur les fonds du port, ainsi que la création d'un deuxième bassin à l'Est.

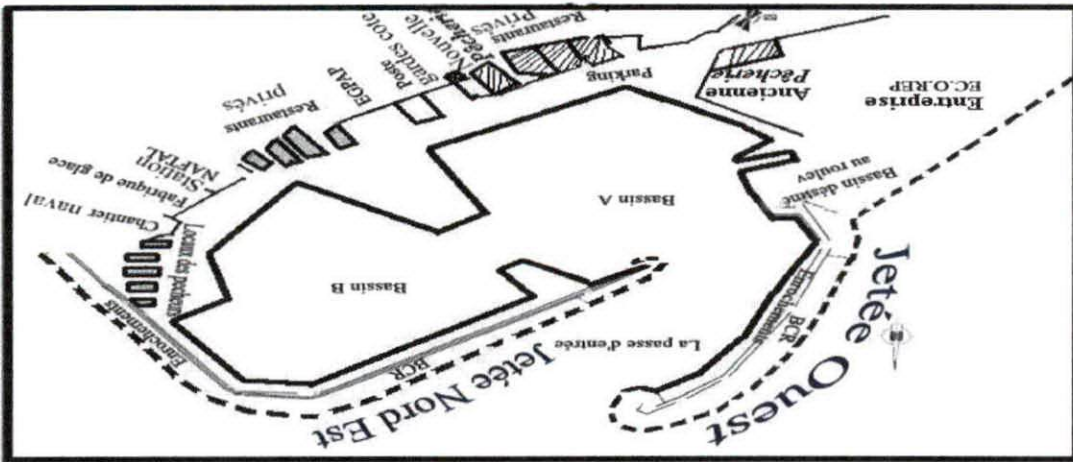
C'est en 1981 que la SO.NA.TRA.M (**SO**ciété **N**ationale des **TR**avaux **M**aritimes) a achevé la construction du port de Bou-Haroun en le dotant des infrastructures qui lui manquaient auparavant, comme la station NAFTAL et L'E.CO.REP(**E**ntreprise de **C**onstruction et **R**eparation navale).



Plan N°1 : Plan général du port de Bou-Haroun (Construction d'une jetée Est en 1939)
Echelle : 1/1500



Plan N°2 : Plan général du port de Bou-Haroun (1962)
Echelle : 1/1500



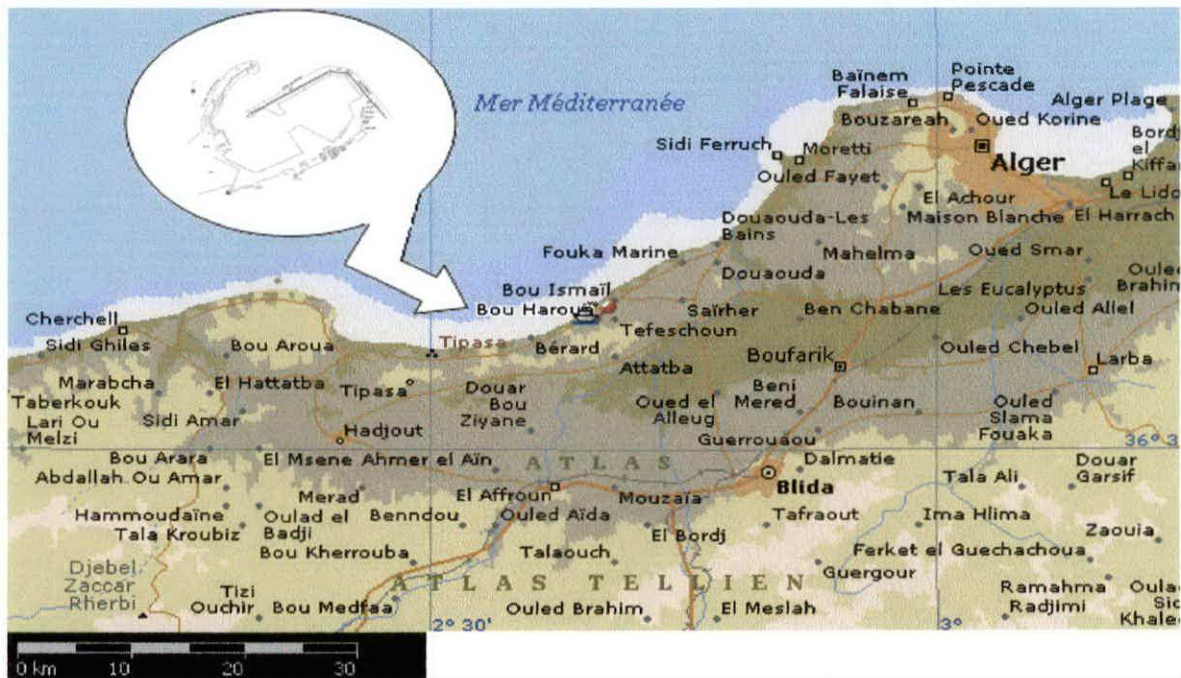
Plan N°3 : Caractéristiques techniques du port de Bou-Haroun (2005)
Echelle : 1/1500

1.1.2. Situation géographique et description du port de Bou-Haroun :**A- Localisation du site:**

Le port de Bou-Haroun est situé à 40km à l'ouest d'Alger (*Carte n°1*), au centre d'une bande côtière d'une dizaine de kilomètres, orientée Nord-Est Sud-Ouest. Il est classé comme le premier port de pêche dans la région centre.

Les coordonnées géographiques de ce port sont les suivantes :

- ☒ **Longitude Est :** 2° 39' 35".
- ☒ **Latitude Nord :** 36° 37' 55".



Source : Encyclopédie Encarta

Carte n°1 : Carte de situation géographique de Bou-Haroun sur la cote Algérienne

B- Caractéristiques techniques du port :

Le port de Bou-Haroun est constitué de deux bassins d'une superficie totale de 29 830m² soit environ 3 HA .

D'après (l'E.G.P.A.P) La superficie du terre plein est de 50 715 m² (5 ha).

Tableau N°1 : Caractéristiques techniques du port de Bou-Haroun.

| OUVRAGES | |
|--|-----------------------|
| 1- Plan d'eau : | |
| Surface du bassin A | 14 281 m ² |
| Surface du bassin B | 15 550 m ² |
| Largeur de la passe d'entrée | 70 m |
| 2- Terre plein : | |
| Surface occupée par l' E.CO.REP | 22 375 m ² |
| Surface occupée par les quais pêcheurs | 3 740 m ² |
| 3- Ouvrages de protection : | |
| Longueur de la jetée Ouest | 270 m |
| Longueur de la jetée Nord Est | 375 m |
| 4- Quais : | |
| longueur de quais | 670 m |
| Nombre de quais d'accostage | 14 |
| Nombre de poste à quai | 78 |
| Capacité du port | 151 |

Source : EGPAP

Concernant les locaux actuels existants au niveau du port, aucune documentation n'a été disponible au niveau de l'entreprise de gestion du port (EGPAP) ni au niveau d'aucun organisme administratif consulté.

Ceci nous a conduit à compléter d'autres informations avec celles relevées par nous sur terrain afin de compléter le Plan fourni par la cadastre (Tipaza, 05/11/2002).

Il en résulte la disposition des différents locaux administratifs dans le port de Bou-Haroun que nous avons pu actualisée après enquête sur terrain et qui sont représentées sur le *plan N° 3*.

**1-2-La pêche à
Bou-Haroun**

1.2. La pêche a Bou-Haroun :

1.2.1. Introduction :

La pêche à Bou-Haroun est une source de vie des pêcheurs complétée dans certains cas par d'autres activités comme l'agriculture et le commerce.

Cette activité s'applique au niveau du plateau continental et dans les zones très côtières. Sa durée en mer n'est pas prolongée, elle se limite à quelques heures pour atteindre les zones de pêche.

Le port de pêche de Bou-Haroun est appelé à jouer un très grand rôle sur le plan régional et même national, car il présente beaucoup d'avantages parmi lesquels :

- La facilite de commercialisation sur Alger.
- La composante locale de la population parmi laquelle on compte plusieurs familles de pêcheurs depuis des générations.
- La présence des services de réparation (E.CO.REP).
- Son bon emplacement par rapport aux zones de pêches côtières algériennes.

1.2.2. La flottille de pêche :

L'attraction du port est due au fait qu'il est implanté au devant d'une zone qui offre un espace chalutable beaucoup plus important que les zones mitoyennes.

Voici ci-dessous un tableau illustrant l'évolution de la flottille de pêche sur une période allant de 1997 à 2005 (CNDPA).

Tableau N°2 : Evolution de la flottille de pêche à Bou-Haroun de 1997 à 2005.

| Année | Nombre de bateaux | | | Total |
|---------------------------|-------------------|------------|----------------|------------|
| | Chalutiers | Sardiniers | Petits métiers | |
| 1997 | 22 | 44 | 63 | 129 |
| 1998 | 24 | 40 | 70 | 134 |
| 1999 | 25 | 44 | 101 | 170 |
| 2000 | 28 | 45 | 105 | 178 |
| 2001 | 31 | 45 | 111 | 187 |
| 2002 | 30 | 50 | 110 | 190 |
| 2003 | 27 | 53 | 116 | 196 |
| 2004 | 25 | 53 | 125 | 203 |
| 2005 | 25 | 54 | 127 | 203 |
| Capacité d'accueil | 21 | 42 | 85 | 151 |

Source : CNDPA

A travers les données illustrées dans le tableau ci-dessus nous remarquons que le port de Bou-Haroun abrite un nombre supérieur de flottille par rapport a sa capacité d'accueil.

Le quai d'accostage à une longueur de 670 m avec une capacité théorique d'accueil de 151 embarcations. Cela nous permet de dire que ce port joue un rôle primordial dans l'économie de la région, et qu'il absorbe une main d'oeuvre considérable et alimente le marché régional (restaurants, revendeurs...) en produit de la mer.

Les capacités d'accueil ont connu un accroissement significatif à partir de 1999 pour atteindre le nombre de 203 actuellement.

Or, selon L'enquête que nous avons pu réaliser dans ce cadre il s'est révélé qu'actuellement le port de Bou-Haroun n'abrite que 12 chalutiers, 32 sardiniers et 60 embarcations de petits métiers (soit 104 embarcations).

Il est possible que certains pêcheurs ont quittée momentanément ce port à cause des travaux de dragage en cours, pour s'abriter dans d'autres ports tel que (Khemisti, Djamilia et Cherchell).

Ces statistiques illustrent que cet important port de pêche est sous-exploité. Il est quasiment certain que la capacité d'accueil de ce port sera augmentée après l'achèvement des travaux de dragage, néanmoins la nécessité de la révision du schéma d'accostage s'impose dès à présent.

Cependant, l'envasement du port de Bou-Haroun a rendu les manœuvres des embarcations très difficiles, jusqu'à causer des dégâts matériels très coûteux.

Les bateaux les plus importants de par leurs captures diversifiées sont les chalutiers, dont certains peuvent atteindre une longueur de 20m, une largeur de 6,2m et un tonnage de 73 tonnes (Voir Tableau N°3).

Tableau N°3 : Caractéristique technique de la flottille de pêche à Bou-Haroun.

| | Tirant d'eau (m) | Tonnage (t) | Capacité du moteur (CV) |
|----------------|------------------|--------------|-------------------------|
| Chalutiers | 2 à 3 | 19,64 à 73,8 | 60 à 180 |
| Sardiniers | 1,5 à 2 | 11 à 65,03 | 200 à 600 |
| Petits métiers | 0,40 à 0,95 | 0,91 à 5,81 | 9,9 à 130 |

Source : CNDPA

1.2.3. La population de pêcheurs : (2005)

Généralement la population de pêcheurs est constitué en grande partie de jeunes marins ayant acquis le métier auprès de leurs parents marins pêcheurs. Les vieux marins en retraites se sont reconvertis en ramendeurs de filets.

Tableau N°4 : effectifs des marins dans le port de Bou-Haroun (2005)

| Qualification | Patrons- pêcheurs | Mécaniciens | Marins |
|---------------|-------------------|-------------|--------|
| Nombre | 381 | 158 | 1912 |

1.2.4. La production halieutique :

Source : CNDPA

La pêche maritime à Bou-Haroun est répartie en trois types de métiers à savoir, les chalutiers, les sardiniers et les petits métiers.

Le tableau ci-dessous représente la production halieutique en tonne prises en compte en statistique de 1997 à 2005.

Tableau N°5 : Bilan annuel de la production halieutique de 1997 à 2005 dans le port de Bou-Haroun :

Nous remarquons d'après les données de ce tableau que la production halieutique est en régression à partir de l'année 2003. Nous avons interrogés les pêcheurs du port de Bou-Haroun qui ont dit que c'est à cause des problèmes d'envasement rencontrés au niveau du port, essentiellement au niveau de la passe d'entrée qui présente des risques de collision avec l'une des jetée en période de tempête que beaucoup de pêcheurs ont quitté le port.

Cette régression continue jusqu'en 2005 ce qui a été accentué d'autre part par les travaux dans le port menés depuis 2004 et qui durent encore.

| Année | Tonne |
|-------|----------|
| 1997 | 4906 |
| 1998 | 6714 |
| 1999 | 7243 |
| 2000 | 7656 |
| 2001 | 8304,5 |
| 2002 | 9790,4 |
| 2003 | 5050,8 |
| 2004 | 3643,787 |
| 2005 | 2728 |

Concernant les différents problèmes que rencontrent les pêcheurs dans le port nous citerons à la fin de notre ouvrage tout en proposant des solutions que nous espérons vont changer leurs conditions de travail actuelles.

**1-3-Données naturelles
de Bou-Haroun**

1.3. Données naturelles du port de Bou-Haroun :

1.3.1. Introduction :

La connaissance parfaite des différents paramètres naturels est indispensable pour l'étude du dragage du port de Bou-Haroun.

1.3.2. Cadre géologique :

Le port de Bou-Haroun fait partie de la wilaya de Tipaza qui est limitée au Sud par le bombement du Sahel, à l'Ouest par le massif mésozoïque du Chenoua, à l'Est par l'extrémité Ouest du massif paléozoïque d'Alger et au Nord par la méditerranée (*Carte N°2*).

Morphologie sous marine de la région :

La marge continentale de la zone d'étude à une déclivité régulière. Du rivage vers les plaines abyssales nous avons :

Le plateau continental :

Dans la baie de Bou-Ismaïl, le plateau continental présente une extension maximale de 11 Km au droit de l'embouchure de l'oued Mazafran, la pente est douce est perturbée par quelques épaulements rocheux localisés au large de Mazafran et de Bou-Ismaïl.

Les formes du plateau continental :

Dans la baie de Bou-Ismaïl, le platier rocheux sous marin semble continu et longe toute la côte entre Douaouda et l'embouchure de l'oued Mazafran et dans la baie de Chenoua, il s'agit de grès quaternaires tyrrhéniens sur lequel se développent des formations calcaires biologiques entre Tipaza et Douaouda marine. Le reste du fond marin est constitué de sédiments meubles avec parfois un développement de flore.

Le talus continental :

Son début est marqué par une ligne d'inflexion à 400m de profondeur et une distance de 35Km du rivage (*figure N° 1*) avec une pente nettement plus forte pouvant atteindre 10°.

A 50Km du rivage, les profondeurs sont de l'ordre de 2500m, constituant les plaines abyssales.

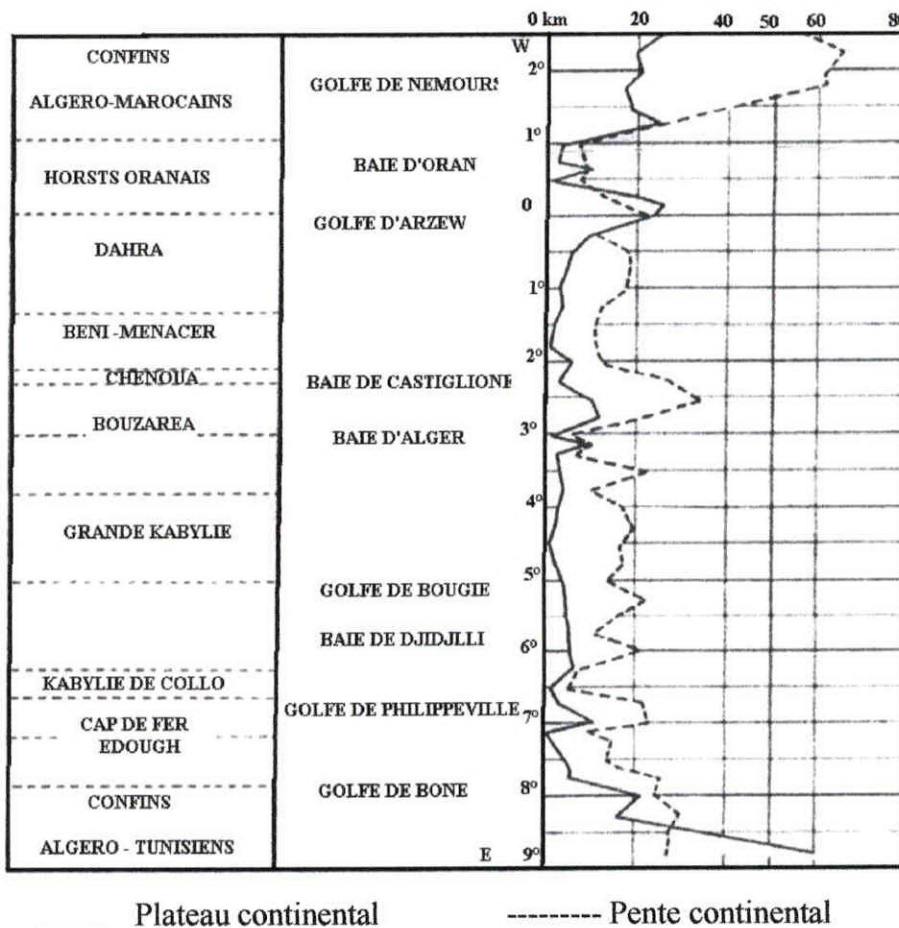
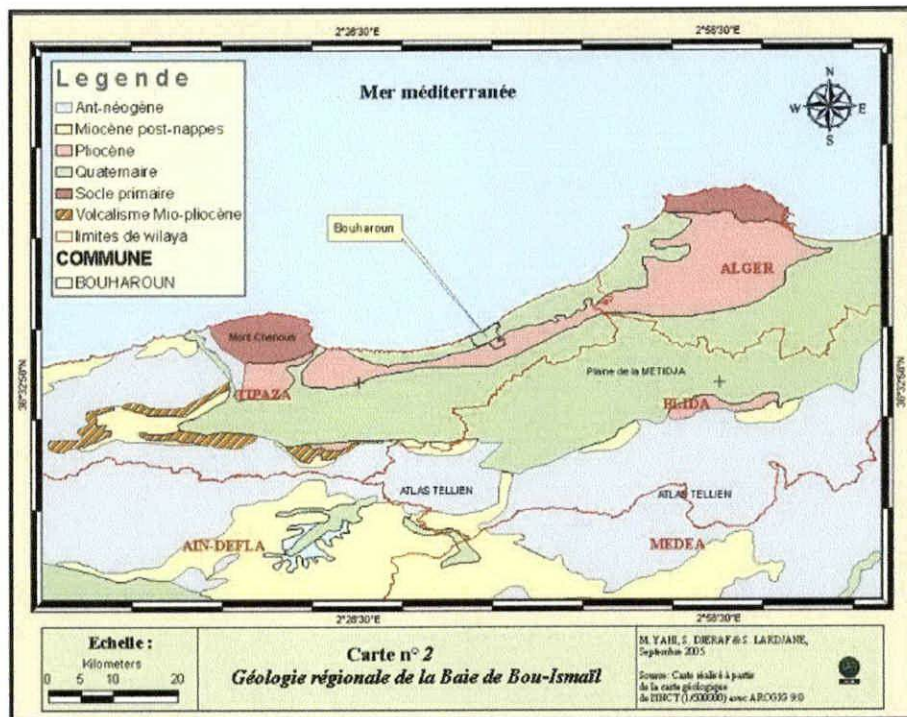


Figure N°1 : Cadre géomorphologique de la côte algérienne (Leclaire, 1972)

1.3.3. Cadre hydrologique :

Dans la région étudiée, les deux oueds principaux issus de l'Atlas Blidéen ou des monts de Miliana, l'oued Mazafran et l'oued Nador traversent la plaine de la Mitidja, et la franchissent perpendiculairement en faveur des cluses de Sahel. (voir carte N°3).

A. Oued Mazafran :

Il constitue le cours d'eau le plus important de la région, il résulte de la confluence de trois oueds secondaires ; l'oued Djer, l'oued Bouroumi et l'oued Chiffa.

Le bassin versant de l'oued Mazafran assez vaste couvre près de 224 Km² de surface, la plus grande superficie est occupée par des surfaces érodables (marnes, schistes...)

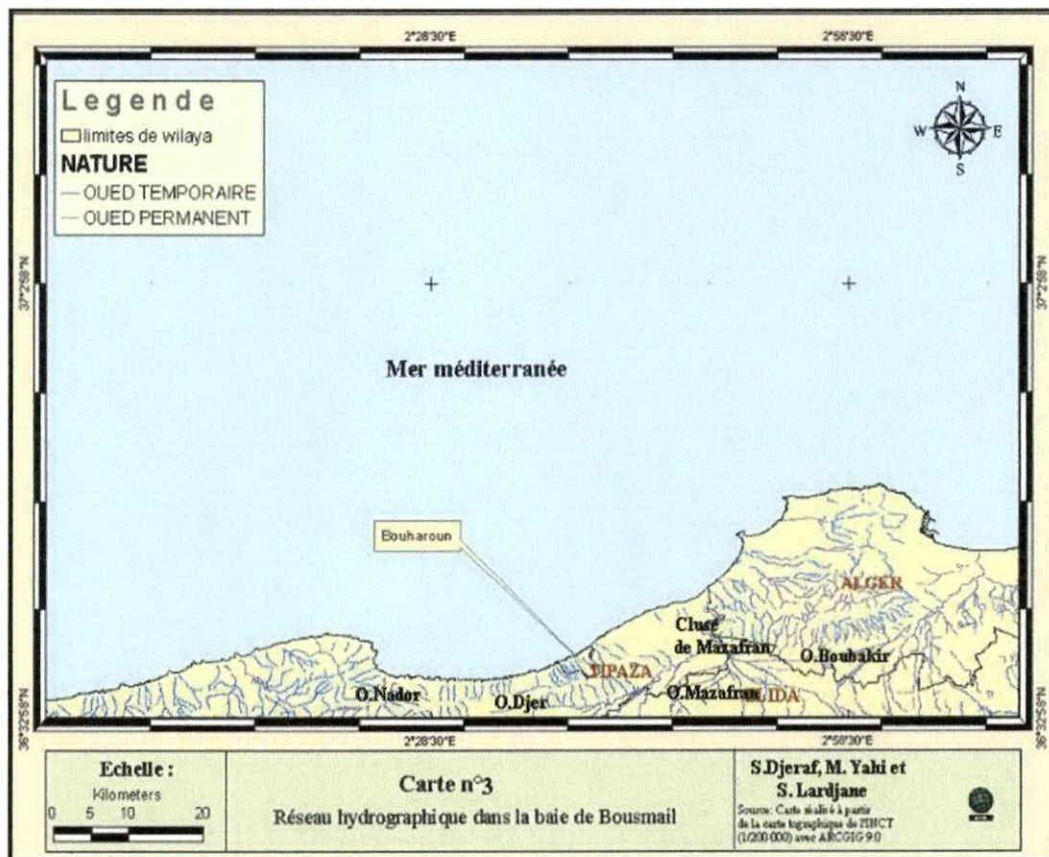
Le bilan des écoulements moyens annuels pour une période de 22 années d'observation (1972-1994) de cet oued est de 6,37 m³/s soit 322,87 hm³/an.

B. Oued Nador :

Situé sur la partie occidentale, ne prend sa source que de la cluse de Tipaza, il s'écoule entre le massif abrupt de Chenoua, les reliefs les plus plats du sahel, il suit grossièrement l'axe du sillon synclinal de la vallée avant de déboucher dans la baie de Chenoua.

Le bassin versant est drainé par un réseau d'affluents : l'oued Boufersen, l'oued Bouardoun, l'oued Meurad et l'oued Bourkika. Il couvre près de 171 Km².

L'écoulement moyen annuel a été évalué à 36hm³/an.



1.3.4. Cadre Météorologique :

En l'absence d'observations directes sur le site, les données présentées ci-dessous sont fournies par différentes sources :

Station météorologique de Bou-Ismaïl : observation des vents sur une période de 5 années (1956-1960).

Station météorologique de « Cap Caxine » : observation des vents sur une période de 10 ans (1974-1984)

U.S. Naval océanographique office : Observation des vents au large.

A. Les vents :

Les vents sont une donnée anémométrique importante pour une étude hydrodynamique, car c'est un générateur de houle et courants superficiel (Guilcher 1972) qui par leurs fréquences et leurs intensités sont à l'origine d'importantes quantités de sables mobilisées, déplacées sur la cote. Leur impact croît avec leur vitesse (Moulin ;1978).

Le port de Bou-Haroun se trouve à l'intérieur de la baie de Bou-Ismaïl, de part sa position, ce segment de cote orienté 60°N, est très exposé vis à vis de la majorité des régimes météorologiques.

D'après la station météorologique de Bou-Ismaïl l'analyse globale des observations de 05 années (1956-1960) est donnée dans le *tableau N°6* qui montre une prédominance sur le site des vents de secteurs Nord Nord Ouest et Nord Est à Est, il est représentée sous la forme d'une rose récapitulative annuelle de la direction des vents (*voir figure N° 2*).

Tableau N°6 : fréquence des vents sur le site de Bou-Haroun en pourcentage selon les directions majeures.

| Directions | Périodicité Annuelle |
|-----------------|----------------------|
| Nord Est à Est | 17,80% |
| Nord Nord Ouest | 23,30% |
| Ouest | 8,40% |
| Sud Sud Est | 7,50% |
| Vents nuls | 11,60% |

Source : LEM

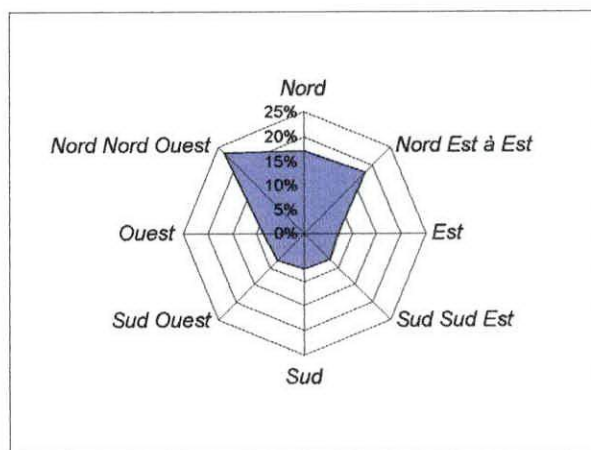


Figure N°2: Rose annuelle de la direction des vents à Bou-Haroun

D'après la station météorologique de « Cap Caxine » l'exploitation statistique des données de vents sur 10 ans (1974-1984) montre une prédominance des vents de secteurs Nord Est à Nord Nord Est et Ouest.

Les résultats des observations des vents effectuées au large des côtes algériennes données par l'u.s. naval weather service command. Montre, que pendant l'hiver (Octobre à Mars) les vents de secteurs Ouest et Nord Ouest sont dominants.

Les vents de secteurs Est et Nord Est dominant au cours de l'été.

Conclusion :

Sur le site de Bou-Haroun qui est proche de celui de Bou-Ismaïl, les fréquences des vents de secteurs Nord Nord Ouest et Nord Est à Est sont dominantes.

1.3.5. Cadre hydrodynamique :**A. Les courants :**

Le courant dominant au large de la région étudiée est d'origine atlantique. Le flux en provenance du détroit de GIBRALTAR coule le long de la côte Algérienne de l'Ouest vers l'Est, avec une largeur d'environ 50Km et devient instable formant des tourbillons cycloniques (100 et 150 Km de diamètre) et anticycloniques qui se développent et dérivent vers l'Est le long des côtes, seuls les tourbillons anticycloniques évoluent pour atteindre des diamètres de l'ordre de 100Km et plus en se dirigeant vers le centre du bassin pour s'éteindre. (MILLOT 1987) Voir figure N° 3.

La vitesse est comprise entre 0,25 et 0,5 m/sec pendant 15% du temps. Le courant acquiert une vitesse supérieure à 1m/Sec pendant 1% du temps.

Les courants induits par la houle au large ou à la côte, sont à peu près les seuls à agir de façon active sur la sédimentation actuelle (J. CAULET, 1972).
Ils ont une vitesse qui varie entre 0.4 et 0.6m/sec, elle est décroissante en arrivant vers la côte.

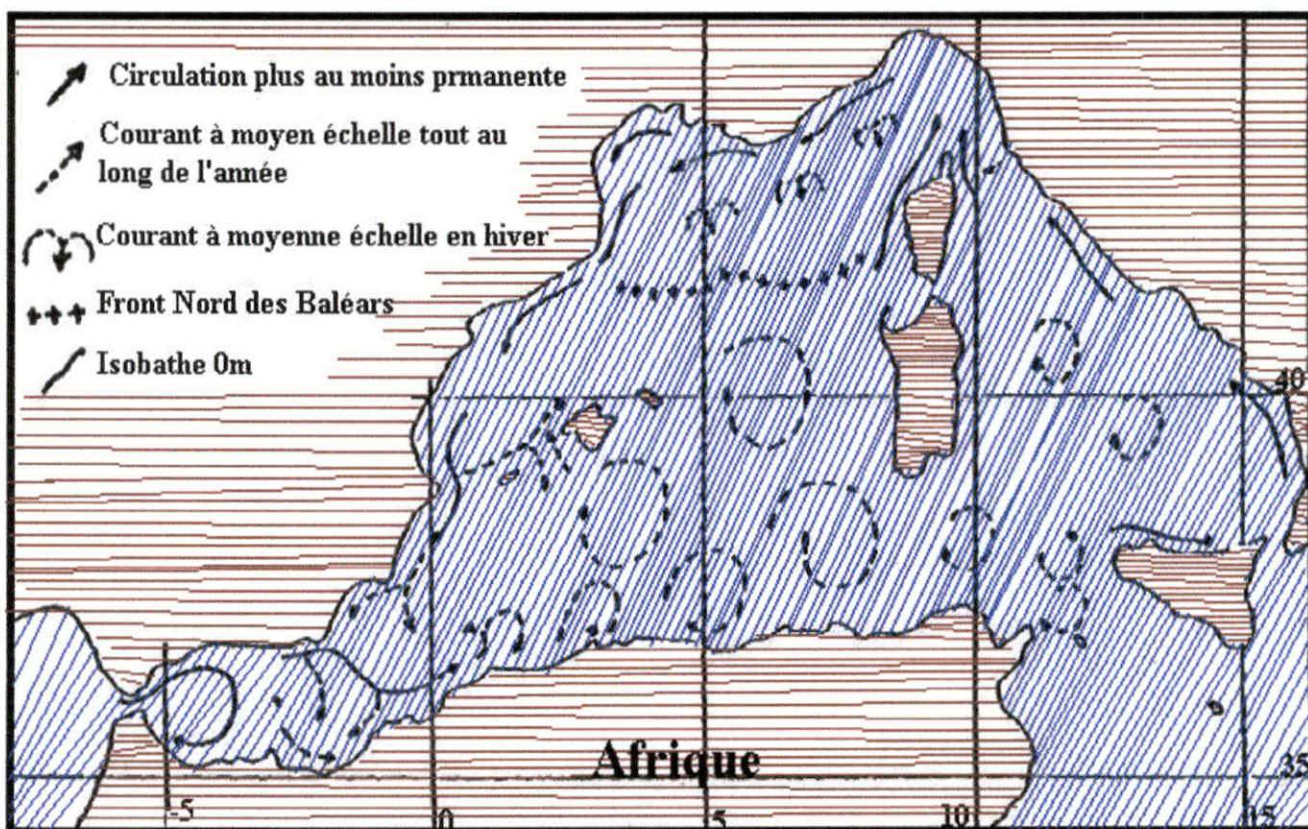


Figure N°3: Circulation de l'eau d'origine atlantique (MILLOT, 1987)
En méditerranée.

B. Les houles :

Les données de houle au large ont été prises du document de l'us naval weather service command intitulé « summary of synoptic météorological observations » S.S.M.O.

Les données présentées ci après couvrent le secteur qui se situe en longitude Est de 2° à 5° et en latitude Nord de 36° à 38° et s'étalent sur la période de 1963 à 1970.

Le port de Bou-Haroun est située entre les longitudes Est 2° 39 et 2°40 et entre les latitudes Nord 36° 37 et 36° 38 et appartient donc au secteur de houle présenté par S.S.M.O.

■ **La direction de la houle :**

L'exploitation des données de la S.S.M.O. sur une période 8 ans (1963-1970) représentées dans le *tableau N°7* nous a permis de définir les secteurs de la houle prédominante.

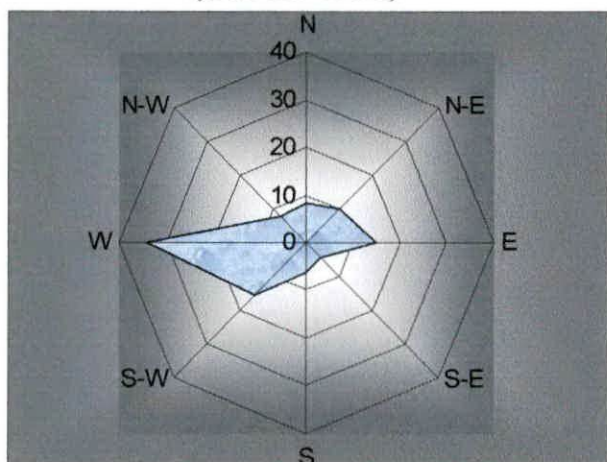
La synthèse de ces données montre une nette répartition saisonnière des directions de la houle au large correspondant en grande partie à celles des vents au moins pour les secteurs Ouest, Nord Ouest et Nord Est (*voir Figure N°4*).

Tableau n°7 : Fréquence mensuelle (1 mois=100%) par direction de houle, au large de Bou-Haroun .

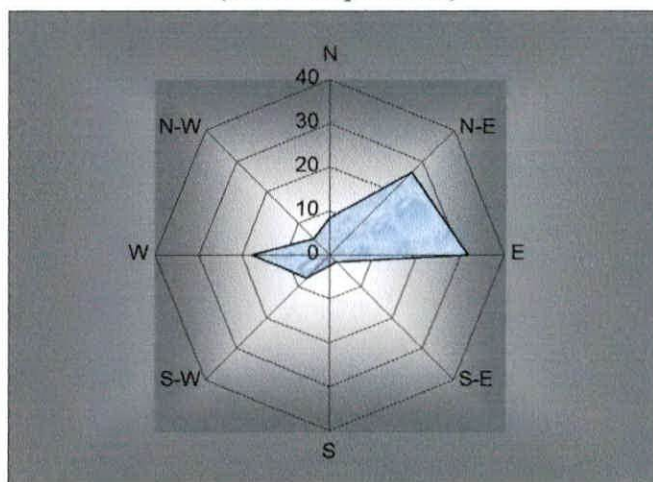
| Mois | N | N-E | E | S-E | S | S-W | W | N-W |
|----------------|------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|
| Janvier | 8,1 | 12,9 | 18,2 | 5 | 6,5 | 13,2 | 28,8 | 7,3 |
| Février | 8,8 | 10,3 | 16,6 | 4 | 6,1 | 16,9 | 35,6 | 5,8 |
| 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 : LEM

HIVER
(Octobre- Mars)



ETE
(Avril- Septembre)



ANNUELLE

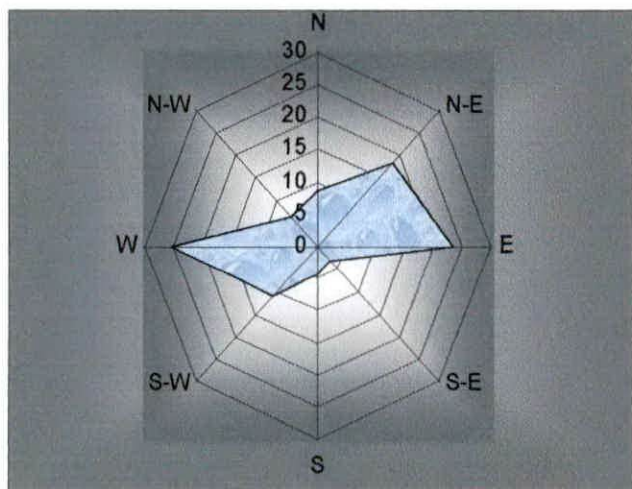


Figure n°4 : Roses de la houle au large de Bou-Haroun
(Données de la S.S.M.O. 1963-1970)

1.3.6. Cadre sédimentologique :

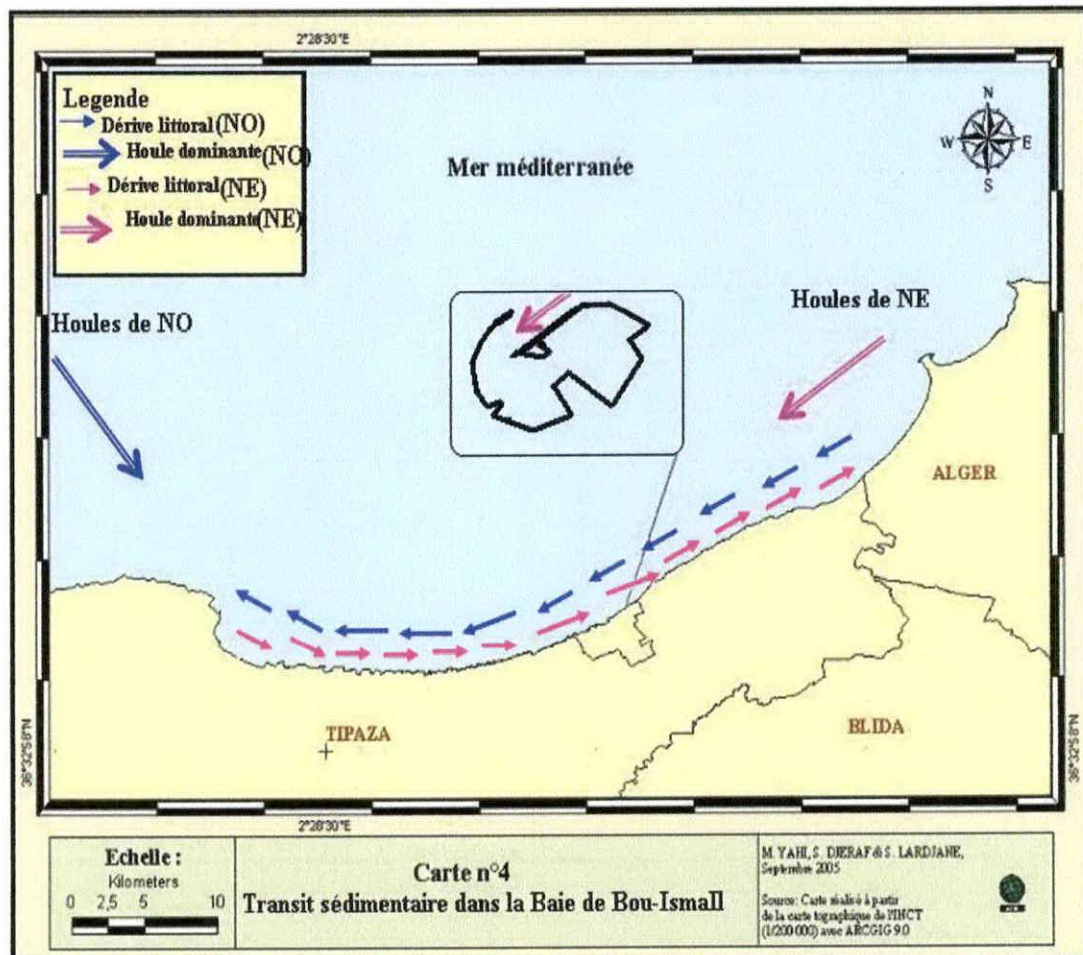
Cette partie permet de connaître la répartition des sédiments superficiels à l'extérieur et à l'intérieur du port de Bou-Haroun, afin de déterminer leur provenance, mais aussi leur nature, en vue d'une opération de dragage.

En effet les techniques de dragage sont étroitement liées aux caractéristiques granulométriques des matériaux.

L'étude sédimentologique de l'ingénieur (**Mokrani.D 1998**) nous a révélé que la majorité des sédiments sont de nature vaseuse. Leurs provenances est essentiellement terrigène (oueds, eaux usées). En ce qui concerne le reste les apports maritimes sont de nature grossière et pénètrent par la passe d'entrée du port.

La dynamique sédimentaire dans la baie de Bou-Ismaïl (*Carte N°4*) est régie essentiellement par :

- ⊙ La dérive littorale due aux houles du Nord Ouest ;
- ⊙ La dérive littorale dus aux houles du Nord Est ;
- ⊙ Les houles du Nord Est engendrent des courants qui vont reprendre les sédiments au large pour les déposer a proximité et à l'intérieur du port par la passe d'entrée orientée Nord Est.



1.3.7. Cadre bathymétrique :

A. Introduction :

La bathymétrie est un apport non négligeable pour connaître la dynamique sédimentaire dans la région Elle nous permet dans notre travail de déterminer la profondeur des fonds sous-marins qui nous aide à évaluer les quantités des matériaux à draguer dans le port constituée de deux bassins et la passe d'entrée.

Un levé bathymétrique fait par le LEM en 1998 est indiqué sur le *Plan N°4*.

B. Interprétation du plan bathymétrique :

D'après le plan bathymétrique obtenu de notre site d'étude, on remarque qu'au niveau des abords intérieurs de la jetée principale et la jetée secondaire, existe une variation de profondeurs entre -1,00 et -2,50 m.

Cette variation est légèrement différente au niveau du reste des abords intérieurs du port (-2,00 à -3,50 m). Au niveau des deux bassins, on note une profondeur moyenne de -2,50 à -3,50m.

Nous n'avons pas pu disposer d'un levé bathymétrique récent qui a été fait semble-t-il en 2005 par MEDITRAM.

C. Evaluation du volume à draguer :

Suite à l'élaboration du plan bathymétrique (*plan N°4*) le bureau d'études a ensuite pris en considération la profondeur d'eau nécessaire aux différentes catégories d'embarcations (chalutiers, sardiniers, petits métiers) à l'intérieur du port, et ce, afin d'élaborer le plan de dragage ainsi que l'estimation du volume de sédiments à draguer.

Le calcul de l'envasement par rapport aux cotes nominales a été fait numériquement à l'aide d'un logiciel. « AutoCad » Ce logiciel permet le tracé des courbes bathymétriques après un calcul d'interpolation. Le volume global à draguer au niveau du port et le chenal d'accès a été estimé à environ 40 000 m³. (en 1998).

Dans le marché de travaux il est indiqué un volume de 35.000m³

D. Evolution diachronique des fonds par station ponctuelle :

A long terme, les cartes bathymétriques offrent des perspectives intéressantes de comparaison.

Dans notre cas, nous avons choisi le levé bathymétrique de 1995 (*voir Plan N°5*) pour cerner une tendance d'évolution par rapport au lève bathymétrique 1998 (*voir Plan N°4*).

⊕ choix des stations :

Pour comparer l'évolution de la profondeur dans le temps, on a choisi des points fixes dans le port (*Plan N°6*), dans des zones qui seraient susceptibles d'être touchées par l'ensablement.

⊕ différentielle et estimation de la vitesse d'envasement du port :

Les résultats de la bathymétrie différentielle sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau n°8: Les résultats de la bathymétrie différentielle (1995-1998)

| | Les stations | Profondeur (m) | | Différence |
|----------------|--------------|----------------|------|------------|
| | | 1995 | 1998 | |
| Passe d'entrée | 1 | -4 | -3,3 | +0,7 |
| | 2 | -3,2 | -3 | +0,20 |
| Bassin N°1 | 3 | -2 | -1,5 | +0,5 |
| | 4 | -4 | -3,8 | +0,2 |
| | 5 | -3,3 | -2,5 | +0,8 |
| | 6 | -3 | -2,2 | +0,8 |
| Bassin N°2 | 7 | -2,5 | -1,5 | +1 |
| | 8 | -4 | -3,5 | +0,5 |
| | 9 | -2 | -1,8 | +0,2 |

(+) apport sédimentaire

(-) départ sédimentaire

Afin d'apprécier le résultat différentielle, la *figure n°5* montre bien l'évolution du fond de chaque point en une période de (3ans)

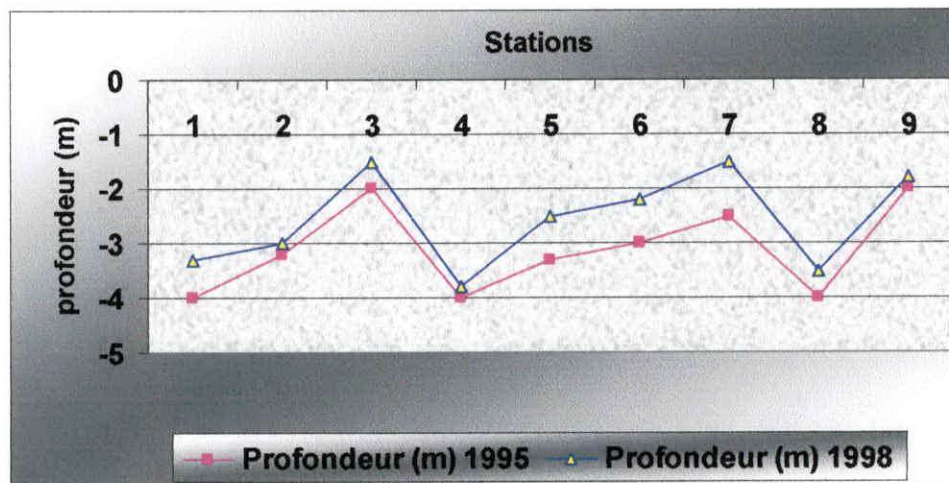


Figure N°5: évolution des points de comparaison bathymétrique dans le port de Bou-Haroun.

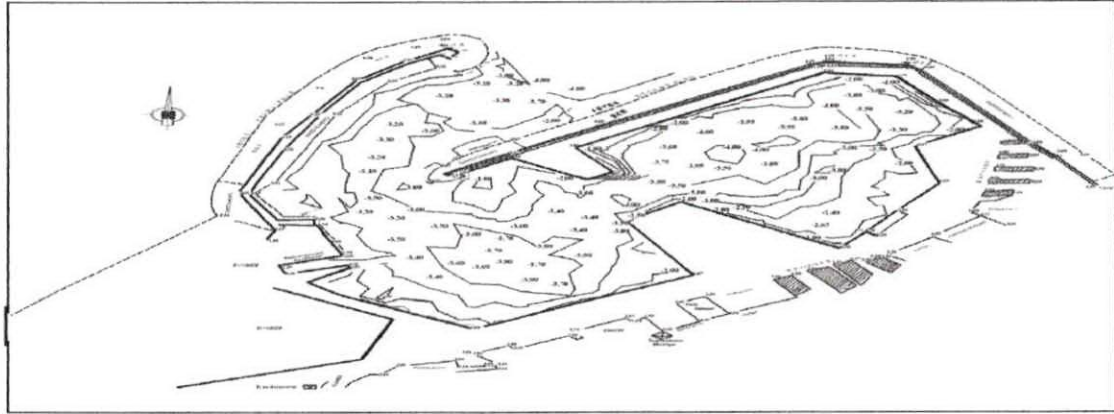
On observe un exhaussement sédimentaire nettement considérable pour chaque point.

La différence bathymétrique entre 1995 et 1998 a montré que la vitesse d'envasement est en moyenne de 0,5 m/3ans soit 16 m/an.

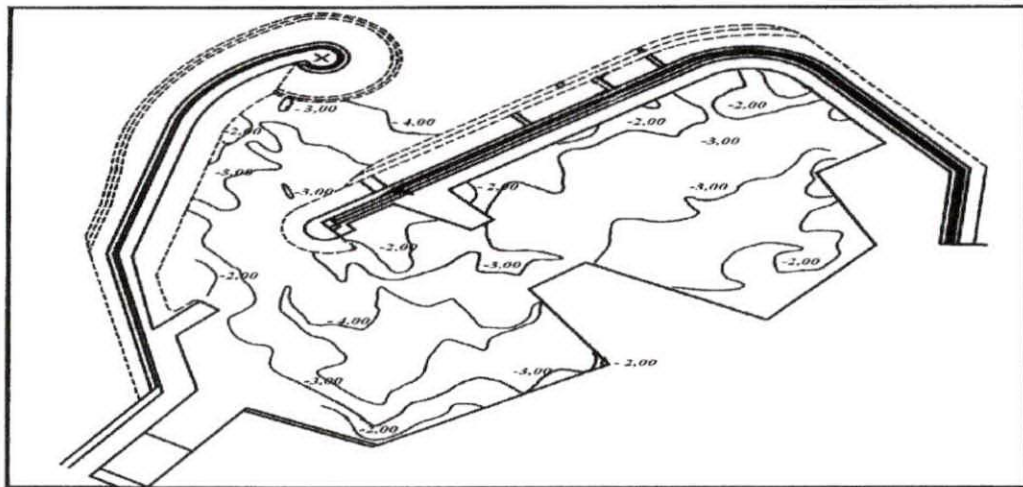
Nous avons constaté qu'actuellement au niveau des quais du bassin 2 que les profondeurs varient entre (-0.5m et -1m) ce qui nous permet de dire qu'il y a eu un changement depuis 1998 l'année où l'étude a été faite.

L'envasement du port s'est accentué de 1998 à 2005.

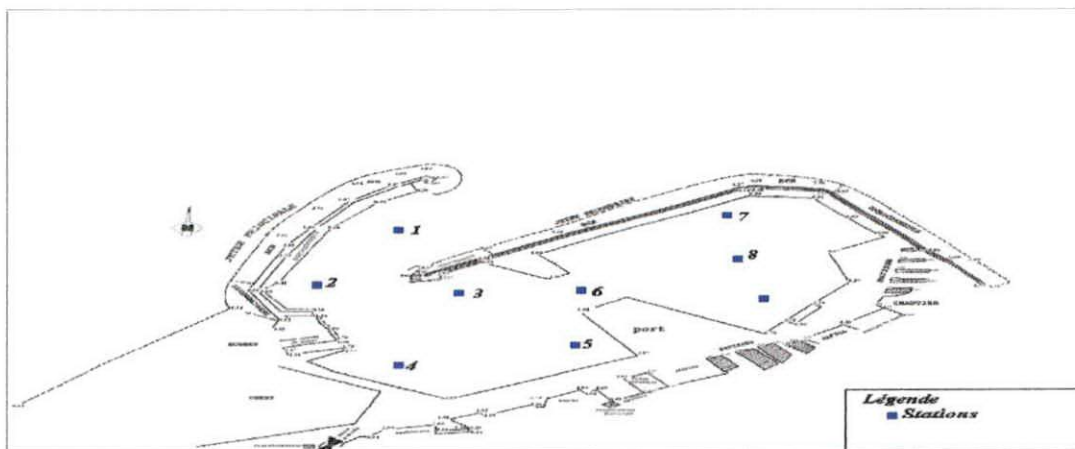
Il serait bon d'avoir un dernier levé bathymétrique pour mieux apprécier les quantités réellement à draguer.



Plan N°5 : Plan bathymétrique 1998



Plan N°6 : Plan bathymétrique 1995



Plan N°7 : Plan des stations

2ème Partie

2.1. Rappel sur l'étude du LEM

2.1. Rappel sur l'étude du LEM (pollution) novembre 1997

2.1.1. Introduction :

Nous rappelons et résumons dans ce chapitre l'étude de pollution entreprise par le LEM.

L'analyse chimique qui regroupe les métaux lourds, la fraction fine, les hydrocarbures totaux, la matière sèche et la matière organique a été effectuée en sous-traitance, par le centre de recherche et développement de la SONATRACH (Boumerdès).

2.1.2. Les résultats des analyses :

A. Propriétés chimiques des sédiments :

L'échantillonnage de sédiment à différents niveaux de la zone d'étude son illustrés sur la (fig. N°6 et 7).

Afin de connaître l'épaisseur superficielle des sols vaseux et sableux, le bureau d'études a eu recours à la méthode « sondage à la lance ».

Au niveau de la colonne d'eau, des analyses physico-chimiques ont été effectuées.

Le nombre total des échantillons prélevés au niveau de la zone d'immersion est de cinq (05) échantillons.

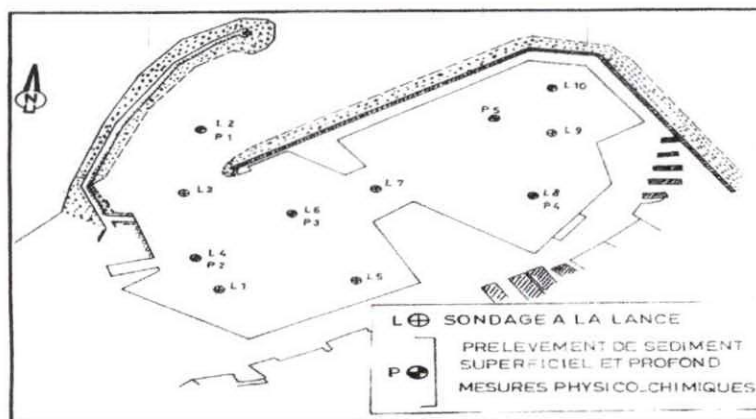


Figure n° 6:
Représentation des
différents points
d'échantillonnages et de
sondage dans le port de
Bou-Haroun.
E= 1/ 4.500

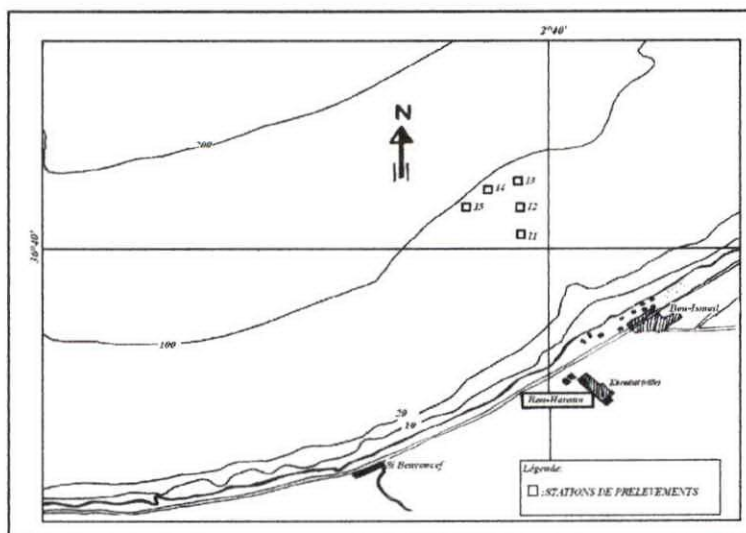


Figure n°7
Site d'immersion
(positionnement des
différents points
d'échantillonnages.)
E= 1/ 125.000

Les tableaux N°10 et 11 indiquent le nombre d'échantillons sédimentologiques et d'eau de mer ainsi que leur modes de prélèvement.

Tableau N°10 : Mode de prélèvement au niveau du sédiment marin (Port de Bou-Haroun)

| | Zone d'immersion | Zone portuaire | |
|-----------------------|----------------------------|-------------------------------------|--|
| | Sédiment superficiel | Sédiment superficiel | Sédiment profond (-50cm) |
| Nombre d'échantillons | 5 | 5 | 3 |
| Remarque | - | - | Aux stations P2 et P3, il n'y a pas eu de prélèvement au carottier (présence d'un dépôt de posidonies) |
| Mode de prélèvement | Benne de type « Van Veen » | Benne en acier de type « Van-veen » | Carottier manipulé par un plongeur |

Tableau N°11 : Mode de prélèvement au niveau de la colonne d'eau. (Port de Bou-Haroun)

| | Mesures physico-chimiques | |
|----------------------|---------------------------|---|
| | Au niveau du port | Au niveau du site d'immersion |
| Nombre d'échantillon | 5 | 10 |
| Remarque | - | Mesures faites à -50cm (5éch.) et d'autres en surface (5éch.) |

Tableau N°12 : Résultat de la composition des sédiments (Port de Bou-Haroun)

| Paramètres Echantillons | Teneur en eau % | Teneur en matière organique % | Teneur en matière <63µm % | Teneur en hydrocarbures g /kg |
|-------------------------|-----------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| P1 Profond | 28 | 1,8 | 1,3 | 0,18 |
| P4 Profond | 59 | 6,2 | 87,9 | 20,45 |
| P5 Profond | 65 | 6,6 | 77,6 | 33,49 |
| P1 Superficiel | 27 | 1,7 | 1,95 | 0,09 |
| P2 Superficiel | 52 | 5 | 35,2 | 17,56 |
| P3 Superficiel | 49 | 6 | 93 | 0,46 |
| P4 Superficiel | 74 | 6 | 88,3 | 27,73 |
| P5 Superficiel | 35 | 23 | 71,6 | 6,24 |
| I1 | 36 | 5,3 | 89,3 | 0,15 |
| I2 | 39 | 5,2 | 99,6 | 0,12 |
| I3 | 44 | 5,7 | 100 | 0,10 |
| I4 | 39 | 6,1 | 99,2 | 0,07 |
| I5 | 37 | 5,7 | 99,3 | 0,05 |

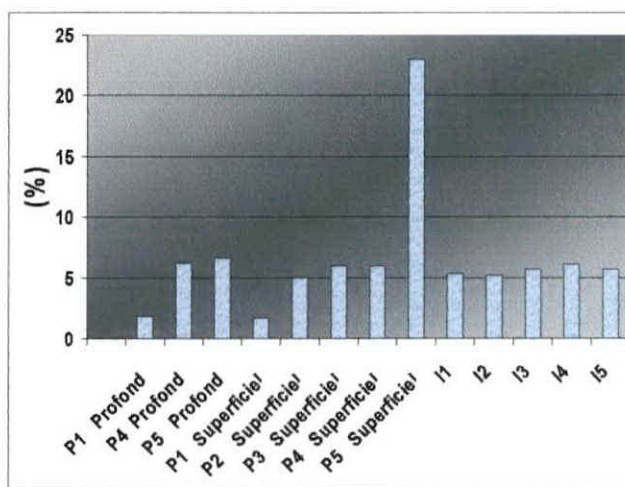
1. Teneur en Matières organiques :

Le diagramme N°1 montre au niveau du port de Bou-Haroun un taux variable en matières organiques qui provient de la décomposition du phytoplancton, des débris végétaux, des rejets non épurés de la zone urbaine (rejets domestiques et industriels) sans oublier les rejets provenant des embarcations qui séjournent dans le port (nettoyage des casiers).

La station P5 se trouve comme centre de dépôt de toute matière organique d'autant plus que cet endroit est le plus fermé du port.

Au niveau de la zone d'immersion on remarque un taux plus au moins stable variant entre 5.2% et 6.1%

Diagramme N°1 : Teneur en matières organiques (port de Bou-Haroun).



2. Teneur en fraction fine « <63µm » :

L'analyse pour la détermination du taux de la fraction fine contenue dans le sédiment prélevé dans le port de Bou-Haroun montre que ces derniers contiennent entre 1.3 et 93%.

Le taux de fraction fine présentant un pourcentage très faible se localise au niveau de la station P1, ceci peut s'expliquer par la position de cette dernière qui se trouve pas loin de la passe d'entrée, ce qui induit une mobilité au niveau du

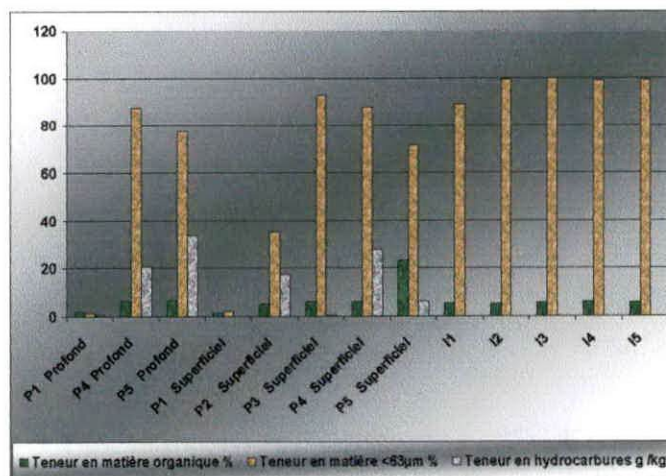
Diagramme N°1 : Teneur en matières organiques (port de Bou-Haroun).

fond donc pénétration des sédiments provenant du large. Le taux le plus élevé se trouvant au niveau de tous les autres stations en raison de la stabilité au niveau des deux bassins.

Les sédiments de la zone d'immersion sont très riches en fraction fine avec des taux variant entre 89.3 et 100%.

Le diagramme N°2 montre un rapport étroit entre la teneur en matière fine <63µm et d'autres compositions du sédiment (matière organique et hydrocarbures).

Diagramme N°2 : comparaison entre teneurs en matière <63µm, teneurs en matière organique et teneurs en hydrocarbures (Port de Bou-Haroun).



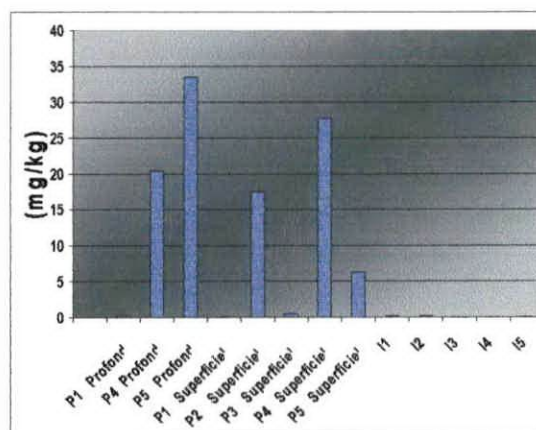
3. Teneur en hydrocarbures :

L'analyse en hydrocarbures nous permet d'estimer la possibilité d'une contamination au niveau du port et du site d'immersion

Au niveau du port (voir diagramme n°3) les concentrations en hydrocarbures totaux sont élevées par rapport au seuil de pollution. cela est en rapport avec les rejets d'origine urbaine, et particulièrement les rejets accidentels de carburant par les bateaux de pêche.

Au niveau du site d'immersion, le taux en hydrocarbures est nettement inférieur à celui du port en raison de l'éloignement de la cote ainsi que la position de ce site en mer ouverte.

Diagramme N°3 : Teneur en hydrocarbures (Port de Bou-Haroun).



4. Teneur en métaux lourds :

Les métaux lourds sont des éléments très dangereux pour l'organisme vivant, les résultats d'analyse (tableau N°13) montre que leur teneur au niveau du site

d'immersion sont faibles par rapport aux normes nationales. On considère donc cette partie indemne de pollution majeure en raison de son éloignement de la cote.

Au niveau du port certaines teneurs sont élevées (surtout en Cuivre et en Zinc). On peut expliquer la présence de ces derniers par l'introduction de ces éléments dans les eaux portuaires, soit directement à partir des bateaux à quai, soit indirectement à partir du lessivage des carènes en acier et parties métalliques immergées (Hélice, gouvernail) contre la corrosion par l'eau de mer. Les peintures à base de Zinc peuvent diffuser vers le milieu aqueux qu'une très faible partie de leur charge. Il n'en est pas de même des anodes sacrificielles, constituées par des masses de Zinc de haute pureté (99.99%) qui se dissolvent par voies électrolytiques, assurent la protection des parties métalliques jouant le rôle d'une cathode.

Pour le Mercure et le Plomb, la teneur moyenne est faible sauf au niveau de la station P5 pour le premier et P4 pour le second, qui présente des teneurs dépassant les normes nationales.

Cette contamination ne peut provenir que de certains rejets (ex : rejet de batteries) cependant on remarque que le taux de mercure au niveau de la station P5 est de 4.42mg/kg, ce qui est supérieur à la nationale (1.5mg/kg).

On peut expliquer le résultat par un éventuel accident ayant produit un déversement en masse (accidentel ou intentionnel) de cette substance au niveau de ce point.

Tableau N°13 : Résultats d'analyse des métaux lourds au port de Bou-Haroun.

| Paramètre Echantillons | Mercure mg/kg | Cuivre mg/kg | Plomb mg/kg | Zinc mg/kg | Cadmium mg/kg |
|--------------------------|---------------|--------------|-------------|------------|---------------|
| P1 Profond | 0,42 | 11 | 27 | 72 | 00 |
| P4 Profond | 0,65 | 256 | 185 | 1003 | 00 |
| P5 Profond | 0,49 | 293 | 204 | 1162 | 00 |
| P1 Superficiel | 0,30 | 13 | 29 | 47 | 00 |
| P2 Superficiel | 0,38 | 200 | 232 | 302 | 00 |
| P3 Superficiel | 0,28 | 104 | 59 | 140 | 00 |
| P4 Superficiel | 0,68 | 334 | 269 | 1369 | 00 |
| P5 Superficiel | 4,42 | 158 | 94 | 279 | 00 |
| I1 | 0,43 | 19 | 31 | 73 | 00 |
| I2 | 0,46 | 20 | 40 | 96 | 00 |
| I3 | 0,45 | 23 | 29 | 80 | 00 |
| I4 | 0,32 | 20 | 36 | 98 | 00 |
| I5 | 0,5 | 22 | 38 | 92 | 00 |
| Normes Nationales | 1,5 | 150 | 250 | 500 | 3 |

Source :LEM

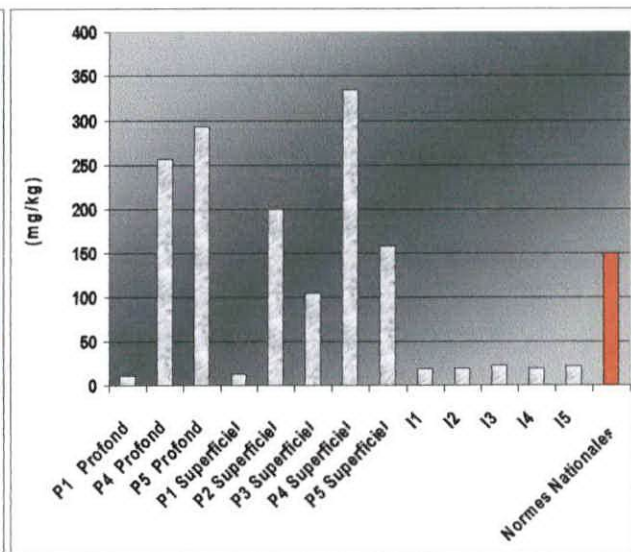
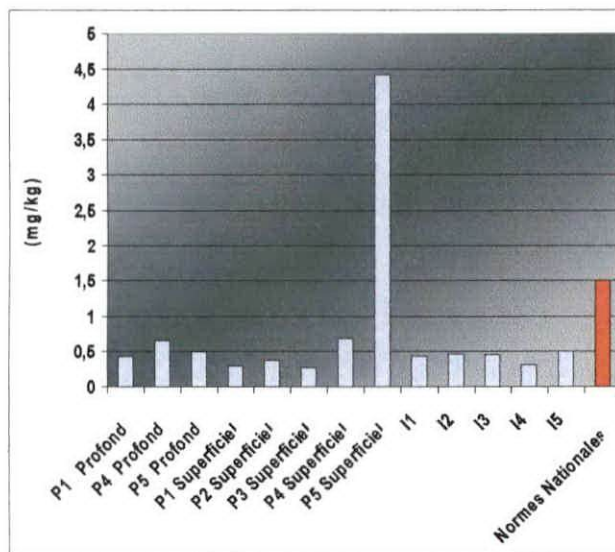


Diagramme N°4 : Teneur en Mercure.

Diagramme N°5 : Teneur en Cuivre

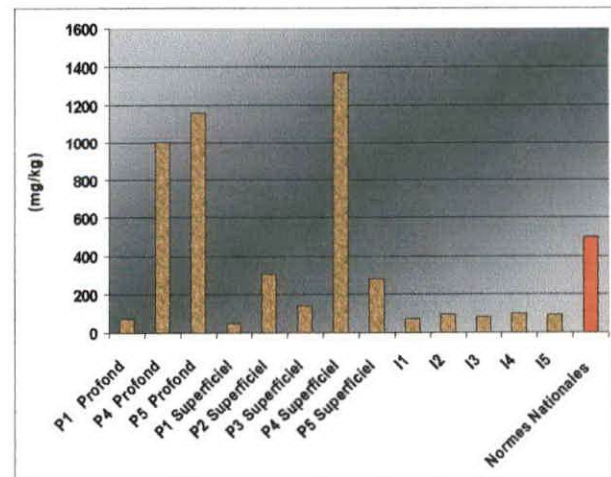
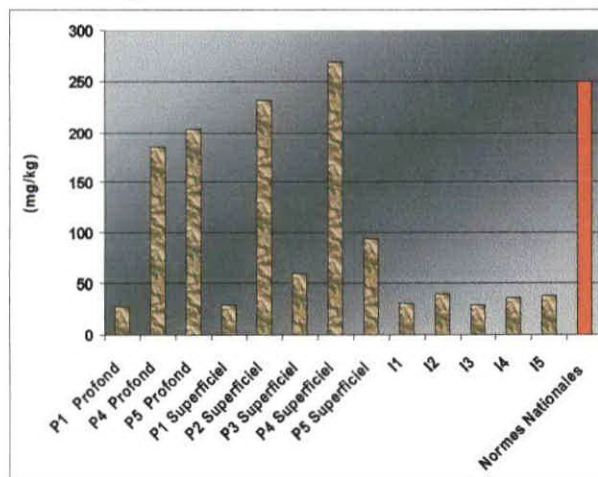


Diagramme N°7 : Teneur en Zinc

Diagramme N°6 : Teneur en Plomb

B. Propriétés physico-chimiques de l'eau :

Des mesures de température, de PH, de conductivité, de salinité, et d'oxygène dissous ont été effectuées au niveau du port.

Au niveau de la zone d'immersion (en surface et à -50cm), des mesures de salinité, de température et de PH ont été également effectuées.

Tableau n°14 : résultat des mesures physico-chimiques au niveau du port de Bou-Haroun.

| Station | Salinité (‰) | Conductivité (ms) | Température (°C) | PH | O ₂ (mg/l) |
|---------|--------------|-------------------|------------------|------|-----------------------|
| P1 | 35,00 | 48,00 | 16,00 | 7,72 | 4,20 |
| P2 | 35,00 | 47,90 | 15,70 | 7,68 | 3,61 |
| P3 | 35,00 | 48,00 | 15,70 | 7,56 | 3,51 |
| P4 | 35,00 | 47,80 | 15,30 | 7,46 | 2,48 |
| P5 | 35,00 | 47,80 | 15,30 | 7,46 | 2,68 |

Tableau n°15 : Résultat des mesures physico-chimiques au niveau de la zone d'immersion.

| Station | Salinité (‰) | Température (°C) | PH |
|-----------------|--------------|------------------|-----|
| I1 (à-50cm) | 36,5 | 16,0 | 6,5 |
| I2 (à-50cm) | 36,4 | 16,0 | 6,7 |
| I3 (à-50cm) | 36,5 | 16,0 | 5,5 |
| I4 (à-50cm) | 36,5 | 16,2 | 5,5 |
| I5 (à-50cm) | 36,4 | 15,5 | 6,5 |
| I1 (en surface) | 36,4 | 16,5 | 6,5 |
| I2 (en surface) | 36,4 | 16,5 | 6,7 |
| I3 (en surface) | 36,4 | 16,5 | 5,5 |
| I4 (en surface) | 36,4 | 17,2 | 5,5 |
| I5 (en surface) | 36,4 | 16,5 | 6,5 |

Tableau n°16: résultat des sondages à la lance : (Port de Bou-Haroun)

| Station | L1 | L2 | L3 | L4 | L5 | L6 | L7 | L8 | L9 | L10 |
|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|-----|
| Profondeur de pénétration (cm) | 240 | 140 | 100 | 104 | 135 | 140 | 60 | 70 | 55 | 110 |

1. La température :

On remarque une stabilité de la température au niveau du port entre 15.3 et 16.0 C°ce sont des températures saisonnières normales. Même cas de figure au niveau de la zone d'immersion, ou on retrouve des valeurs relativement normales.

2. La salinité :

La salinité est de 35‰ ce qui est tout à fait normale pour une eau se trouvant au niveau d'un port (rejets urbains et précipitation des eau de pluie). La zone d'immersion présente des taux relativement normaux.

3-La conductivité :

La conductivité électrique exprimée en microsiemens est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1cm² de surface, l'une séparés de l'autre de 1cm. La conductivité augmente avec la teneur en sels électrolysables dissous, elle augmente encore avec la mobilité des ions, donc avec la température.

La conductivité mesurée à l'intérieure du port est relativement stable avec une variation entre 47.8 et 48.0, ce qui se traduit par une présence considérable se sels dissous.

3. Le PH :

Au niveau du port on a un PH moyen de 7.57 (légèrement alcalin). au niveau de la zone d'immersion le PH affiche des valeurs très faibles, qui sont comprises entre 5,5 et 6,7 pour une moyenne de $6,14 \pm 0,35$; tandis que le PH de l'eau de mer dans des conditions normales est de 8,2.

Cette chute importante du PH peut expliquer la dégradation des peuplements benthiques du site d'immersion étudié, car la majorité des organismes marins ne peuvent supporter un PH acide ; mais la source de cette chute du PH au large du port de Bou-Haroun n'a pas pu être identifiée.

4. L'oxygène dissous :

La moyenne d'oxygène dissous enregistrée au niveau du port est de l'ordre de 3.3mg/ce qui témoigne d'un milieu pauvre en oxygène.

Le taux d'oxygène dans l'eau de mer de surface dépend des facteurs physiques (température, agitation, échange interface mer air), des facteurs chimiques (oxydation) et biologique (photosynthèse et respiration).

C. Analyse benthique de la zone d'immersion :

Vingt et un espèces ont été recensées dans l'aire de prélèvement du site du projet. La comparaison de cette richesse spécifique recensée dans la présente étude avec les données de la littérature montre une chute considérable de la richesse spécifique. En août 1988, Oulmi (1991) met en évidence une richesse spécifique moyenne sur le même site d'étude de 47 espèces, cette différence est expliquée par la dégradation des fonds actuellement après 17 ans.

2.2. Calcul de l'indice de contamination

En ce qui concerne le reste des stations les valeurs sont supérieures à 0,5 et il est préconisé de procéder à l'évaluation détaillée décrite ci-après.

Il est à noter que si on a calculé l'indice de contamination à partir de cette nouvelle formule c'est pour mieux faire constater la négligence de l'homme envers l'environnement ; Nous verrons par la suite l'impact de ces produits sur l'environnement marin dans le détail .

B. Evaluation détaillée des risques écologiques :

La démarche d'évaluation détaillée décrite ici s'appuie sur deux scénarios correspondant à des modalités assez répandues de gestion de ces produits, à savoir le dépôt dans une gravière en eau, et le dépôt non confiné sur sol. En cas de besoin, d'autres scénarios pourraient être étudiés ultérieurement. Pour une application concrète, on choisira les scénarios adaptés d'après les modalités de gestion envisagées par le maître d'ouvrage.

2.2.4. Sources de pollution dans le port :

D'après les informations recueillies par l'E.G.P.A.P, plusieurs facteurs polluants interviennent dans la contamination du sédiment portuaire dont voici les plus importants :

- ➔ le déversement direct d'eaux usées dans le deuxième bassin en provenance d'une dizaine d'habitations qui ne sont pas reliées à une conduite sanitaire.
- ➔ Le déversement dans le premier bassin d'eaux usées et pluviales lors de l'éclatement de la conduite sanitaire de la commune (qui se trouve à une trentaine de mètres du premier bassin) due aux raisons suivantes :
 - + Déviation de la conduite de 90° par rapport à son tracé initial. Ceci provoque des éclatements répétés.
 - + La pente de la conduite n'est pas assez importante à compter de la déviation.
 - + diminution de la section de la buse qui ne peut contenir le débit assez important des eaux usées et pluviales.
- ➔ le rejet du mazout qui a servi au lavage des pièces mécaniques.
- ➔ Le rejet dans les bassins de toute sorte de déchets.
- ➔ L'absence d'un lieu destiné à l'accueil des déchets au niveau du port.
- ➔ Les rejets industriels en provenance de l'unité ECOREP.

L'aperçue général de ce tableau montre une prédominance de la couleur verte ce qui autorise l'immersion.

A partir de ces résultats il est clair que les produits de dragage ne renferment aucun risque.

Ce qui nous a incité à approfondir nos recherche pour aboutir à une autre méthode avec la quelle on pourrait évaluer l'écotoxicologie des matériaux de dragage à partir d'une synthèse du rapport d'étude effectuée par le centre d'étude technique maritimes et fluviales (Avril 2001) de France.

L'application de cette démarche aux matériaux de dragage est proposée sous la forme de deux étapes successives : la première consiste en une analyse simplifiée du risque, à partir de laquelle on peut décider d'enclencher une deuxième étape d'évaluation détaillée.

2.2.3. Calcul de l'indice de contamination (Q_{PECm}) :

A. Evaluation simplifiée des risques écologiques :

Pour l'évaluation simplifiée, on calcule un indice de contamination, à partir des concentrations en contaminants et de seuils de qualité.

$$Q_{PECm} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{PEC_i}}{n}$$

Avec :

C_i : concentration du polluant i dans le sédiment ;

PEC_i : concentration seuil d'effet probable du polluant i ;

n : nombre de polluants mesurés.

Tableau N° 18 : Indice de contamination du sédiment dans le port de Bou-Haroun (Q_{PECi}).

| Echantillons | Q_{PECm} |
|----------------|------------|
| P1 Profond | 0,27 |
| P4 Profond | 3,54 |
| P5 Profond | 4 |
| P1 Superficiel | 0,26 |
| P2 Superficiel | 2,67 |
| P3 Superficiel | 1,3 |
| P4 Superficiel | 4,66 |
| P5 Superficiel | 2,81 |

Pour des valeurs de l'indice inférieures à 0,1, il est proposé de considérer que les matériaux présentent un risque négligeable ; les matériaux de dragage pourraient alors être gérés sans contrainte particulière.

Pour des valeurs de l'indice supérieur à 0,5, il est préconisé de procéder à l'évaluation détaillée décrite ci-après.

Pour des valeurs d'indices comprises entre 0,1 et 0,5, des essais de toxicité sur sédiment brut sont conseillés, en fonction desquels on pourra décider de procéder ou non à l'évaluation détaillée.

| | |
|--|-------------------|
| | $I_c < 0,1$ |
| | $0,1 < I_c < 0,5$ |
| | $I_c > 0,5$ |

Constatations :

D'après les résultats du *tableau N° 18* toutes les valeurs sont supérieures à 0,1 ce qui veut dire que les matériaux présentent un risque non négligeable et présentent des contraintes.

On constate aussi qu'au niveau de la station P1 les valeurs de l'indice de contamination sont les plus faibles en raison de sa position qui est au niveau de la passe d'entrée, ce qui ne garantie pas l'absence de risque de contamination puisque ses valeurs sont comprises entre 0,1 et 0,5, ce qui veut dire que des essais de toxicité sur sédiment brut sont conseillés, en fonction desquels on pourra décider de procéder ou non à l'évaluation détaillée.

2.2. Calcul de l'indice de contamination

2.2.1. Introduction:

Les produits de dragage peuvent induire à une contamination minime ou grave tout dépend de leur degré de contamination.

A partir du calcul de l'indice de contamination on peut déterminer si le sédiment peut être rejeté sans risque dans le milieu marin.

2.2.2. Calcul de l'indice de contamination (Ic) :

A partir des concentrations obtenues pour chaque métal, dans le sédiment on a calculé l'indice (Ic) (*Tableau N°13*) qui permet de déterminer si le sédiment peut être rejeté sans risque dans le milieu marin.

L'indice de contamination (Ic) est le rapport entre la valeur considérée comme normale dans le sédiment (Cn) et celle observée dans le sédiment.

$$Ic = \frac{\text{Valeur observée}}{\text{Valeur normale}}$$

Le *Tableau N°17* illustre ces valeurs Ic calculées pour les métaux lourds dosés en 1998 par le LEM.

Tableau N° 17 : Indice de contamination du sédiment Dosés en 1998 (ARAB et ROUANE) dans le port de Bou-Haroun et dans la zone d'immersion (Ic).

| Stations | Mercure | Cuivre | Plomb | Zinc | Cadmium |
|----------------|---------|--------|-------|-------|---------|
| P1 Profond | 2,1 | 0,42 | 1,22 | 0,81 | 0 |
| P4 Profond | 3,25 | 9,84 | 8,4 | 11,39 | 0 |
| P5 Profond | 2,45 | 11,26 | 9,27 | 13,2 | 0 |
| P1 Superficiel | 1,5 | 0,5 | 1,31 | 0,53 | 0 |
| P2 Superficiel | 1,9 | 7,69 | 10,54 | 3,43 | 0 |
| P3 Superficiel | 1,4 | 4 | 2,68 | 1,59 | 0 |
| P4 Superficiel | 3,4 | 12,84 | 12,22 | 15,55 | 0 |
| P5 Superficiel | 22,1 | 6,07 | 4,27 | 3,17 | 0 |
| I1 | 2,15 | 0,73 | 1,4 | 0,82 | 0 |
| I2 | 2,3 | 0,76 | 1,81 | 1,09 | 0 |
| I3 | 2,25 | 0,88 | 1,31 | 0,9 | 0 |
| I4 | 1,6 | 0,76 | 1,63 | 1,11 | 0 |
| I5 | 2,5 | 0,84 | 1,72 | 1,04 | 0 |

| | | |
|--|-------------|---------------------|
| | Ic < 3 | Immersion autorisée |
| | 3 < Ic < 10 | Immersion contrôlée |
| | Ic > 10 | Immersion interdite |

3ème Partie

3.1. Le marché des travaux

3.1. Le marché des travaux

3.1.1. Introduction :

Le marché des travaux a pour objet le dragage du port de Bou-Haroun du à l'envasement. Il a été attribué à l'entreprise MEDITRAM par la Direction des Travaux Publics (DTP), de la wilaya de Tipaza, après un appel d'offres national.

L'étude du projet a fait l'objet d'un contrat passé entre la Direction des Travaux Publics (D.T.P) de la wilaya de Tipaza et le Laboratoire d'Etudes Maritimes (L.E.M.) en 1998.

3.1.2. Procédure de Passation de Marché :

Dans le cadre de la convention n°16/97 du 09 septembre 1997 conclue, la Direction des Travaux Publics (D.T.P) de la wilaya de Tipaza, a sollicité le laboratoire d'Etudes Maritimes pour une étude de dragage du port se Bou-Haroun.

Cette dernière a été entreprise dans le respect de la législation national, notamment les décrets ayant trait aux études d'impact :

Décret n°88-228 du 5/11/88 définissant les conditions de procédures et modalités d'immersion des déchets susceptibles de polluer la mer, effectuée par les navires et aéronefs.

Décret n°90-78 du 27/02/1990 relatif aux études d'impact sur l'environnement.

Le projet prévoit le dragage d'un volume de matériau estimé à 40.000m³ au niveau du bassin portuaire et le chenal d'accès.

Le marché est passé après appel d'offres national et international en vertu des descriptions du décret n°02-250 du 24 juillet 2002 portant réglementation des marchés publics.

***Objet du Marché des travaux :**

Le marché a pour objet les travaux relatifs :

- au dragage de la passe d'entrée et des bassins du port de pêche de Bou-Haroun et l'immersion des matériaux dragués a un endroit bien précis par la suite.
- L'extraction, le transport et la mise en place du sable de recouvrement des produits de dragage.
- L'enlèvement éventuel et la mise en stock des épaves ou d'obstacles de toute nature.

*** Ordre de service de commencer les travaux (O.D.S) :**

L'ordre de service de commencer les travaux a été délivré le 13 juin 2004 à l'entreprise.

• Montant du marché :

Le montant du marché s'élève à la somme de soixante millions et sept cents vingt trois mille dinars algériens. (60.723.000,00 DA TTC).

*** Délai d'exécution : 4 mois**

Le délai d'exécution des travaux est à compter à partir de la date du début des travaux soit le 13 juin 2004.

Après moult rencontres des parties impliquées, en l'occurrence Meditram, les services des gardes-côtes, la DTP, la direction de la pêche, l'Egepap, l'Ecorep, la daïra de Bou-Ismaïl, les représentants des armateurs, le délai contractuel fixé initialement à quatre mois a été compressé après consensus de l'ensemble des opérateurs, pour être revu à la baisse et de nouveau fixé à 45 jours, à compter du 27 Novembre 2004. Hélas ; quatorze jours après cette date, cette opération de dragage du port n'avait pas l'air de commencer sérieusement. La **Direction des Travaux Publics (D.T.P)** de la wilaya de Tipaza ne dissimule plus son mécontentement à l'égard de MEDITRAM qui, selon nos ressources, est un opérateur qui n'a jamais respecté les délais de travaux entrepris au niveau des ports de la wilaya de Tipaza.

Les travaux n'ont réellement démarré que le 13 mars 2005 et n'ont toujours pas été achevés à ce jour

3.1.3. Description des travaux :

Les travaux consistent en :

- Le dragage des bassins et du chenal d'accès aux cotes indiquées sur le *plan N° 7*.
- Le transport et le rejet des produits dragués.
- Le recouvrement des produits dragués par du sable propre.

La quantité des produits à draguer est d'environ 35 000 m³.

La zone de rejet des matériaux est indiquée sur le *plan n°8*.

La nature du sédiment à draguer est essentiellement de la vase dont les particules fines < 63µm sont de l'ordre de 75% en moyenne.

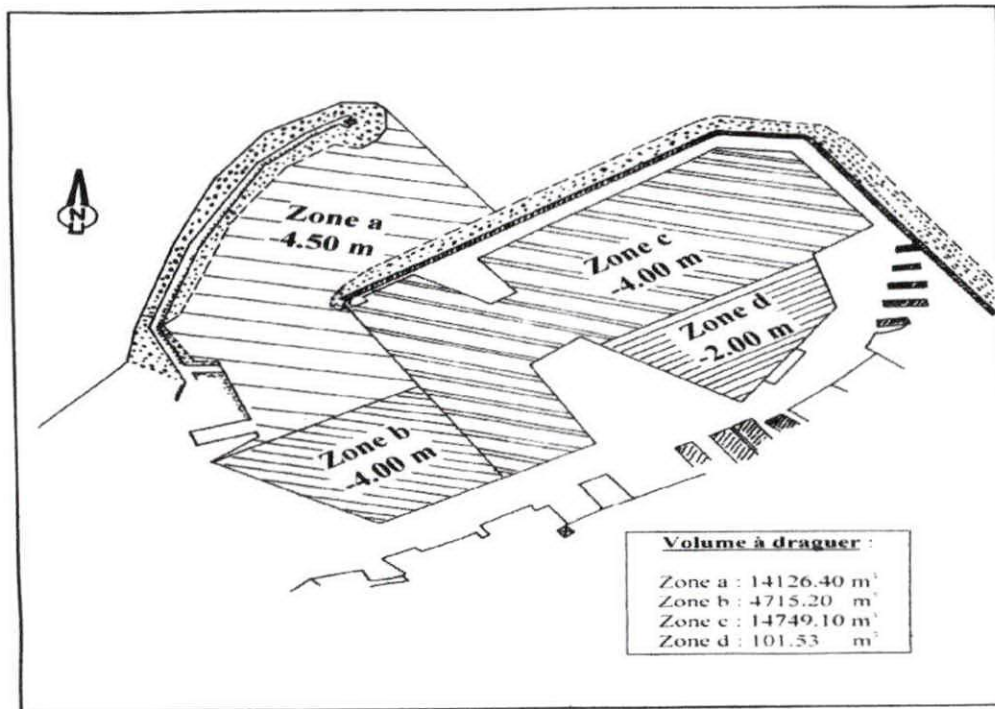
- Les coordonnées géographiques de la zone d'immersion des produits de dragage sont :

02° 39' et 02° 40' longitude Est.
36° 40' et 36° 41' latitude Nord.

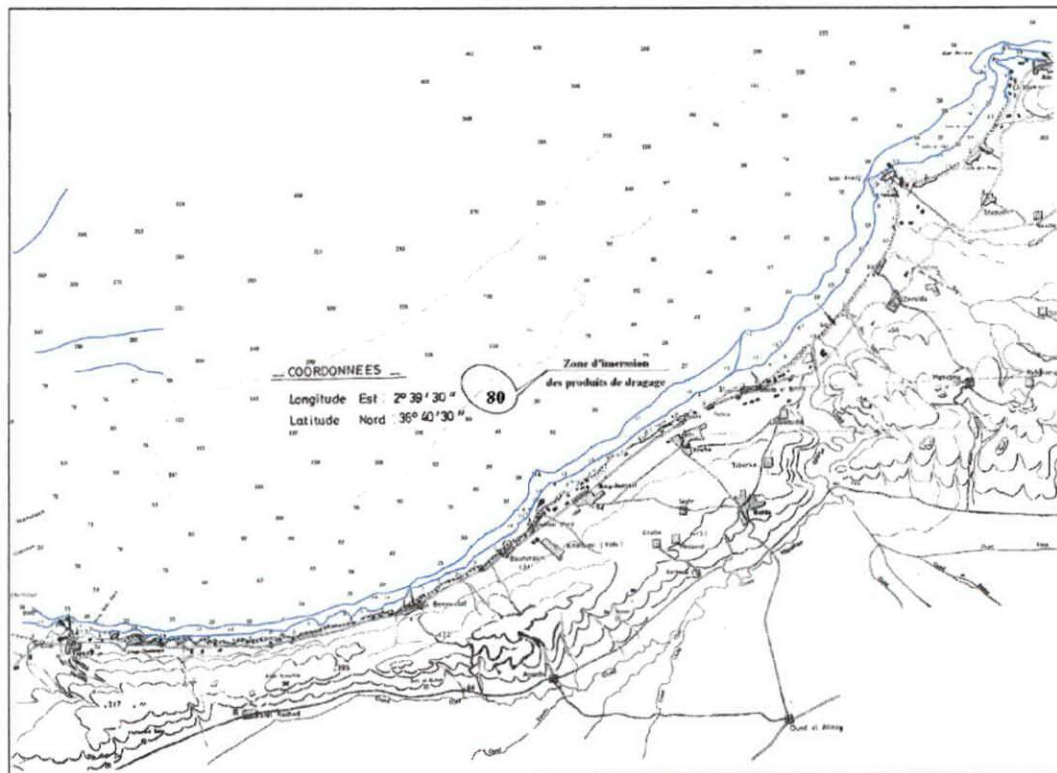
- Les coordonnées géographiques de la zone d'extraction du sable pour le recouvrement sont :

02°48'00'' longitude Est.
36°42'20'' latitude Nord

La quantité de ce sable propre pour le recouvrement est estimée à 32 000m³.



Plan N° 7: les cotes de dragage des bassins et du chenal d'accès.
Echelle : 1/1500



Plan N° 8: La zone de rejet des matériaux et la zone d'extraction du sable de recouvrement.
Echelle : 1/120.000

3.2. Organisation du chantier

3.2. Organisation du chantier

3.2.1. Amenée et repli des matériels (installation du chantier) :

Au démarrage des travaux (le 27 Novembre 2004) la DTP a mis à la disposition de l'entreprise MEDITRAM un local et lui a réservé sur site un poste à quai pour les besoins de ces travaux.

Elle comprend outre l'amenée et le repli du matériel de dragage le matériel nécessaire pour le contrôle des travaux, une embarcation et un véhicule de liaison.

3.2.2. Aménagement et organisation du chantier :

Le chantier du port de Bou-Haroun comprend :

■ Une base de vie comprenant

- Un bloc administratif ;
- Aménagement des bureaux pour l'administration et le suivi de chantier (Directeur des travaux, contrôle technique...).
- Un dortoir pour le personnel.

■ **Planning Prévisionnel des Travaux :** voir figure N°8

Tout type de projet nécessite un délai d'exécution pour pouvoir fixer la durée exacte que peut prendre la réalisation d'un projet.

Le planning a pour objet la répartition chronologique des différentes étapes des travaux et leurs durée suivant un rendement déterminé des engins utilisés.

Il se présente comme suit :

■ **Levé bathymétrique avant dragage :**

Comme nous l'a expliqué le directeur des travaux avant chaque projet l'entreprise qui effectue les travaux fait toujours ces propres analyses et levé sur le terrain pour que les données soit vérifiées et qu'il n'y ai pas de conflits entre l'entreprise et la wilaya qui l'a engagé.

■ **Traitement des données et élaboration des plans et calculs au bureau :**

Après l'élaboration du plan bathymétrique ; le bureau d'études a pris en considération les profondeurs d'origine, afin d'estimer le volume de sédiments à draguer.

Le calcul de l'envasement par rapport aux cotes nominales a été fait numériquement à l'aide d'un logiciel « AutoCad ». Ce logiciel permet le tracé des courbes bathymétriques après un calcul d'interpolation. Le volume global à draguer au niveau du port et le chenal d'accès a été estimé à environ 40 000 m³.

■ **Dragage des abords de quai pour accostage :**

La distance de dragage aux abords des quais a été estimée à 5 m afin de ne pas toucher la structure des quais.

■ **Dragage des zones A, B, C et D.**

■ Levé bathymétrique après dragage et calcul des volumes dragués :

Après avoir effectué le dragage du port il est nécessaire d'effectuer un levé à la fin des travaux afin de savoir si les limites voulues ont été atteintes ou non.

■ mise en place du remblai de sable :

Il consiste à amener le sable propre de Mazafran nécessaire au recouvrement de la zone de rejet.

Remarque :

La *figure N°9* montre le nouveau planning prévisionnel qu'on a effectué par nous même représente la durée exacte des travaux d'après notre suivi sur le chantier. On remarque clairement le retard qu'a eu l'entreprise pour faire son travail ce qui est dû essentiellement au mauvais temps ainsi que le mauvais état des engins de dragage.

3.2.3. Matériels existant sur le chantier :

Cette partie comporte la liste du matériel nécessaire pour les travaux en général :

a) liste du matériel : (voir Annexe)

- un chaland (claper) KADI MILAINI d'une capacité de 450 m³ en théorie mais en pratique il est estimé à 300 m³ ;
- Une pelle hydraulique sur ponton KHERRALA d'une capacité de 1,50 m³ ;
- Un remorqueur.

b) Liste du personnel :

- 01 Chef de projet ;
- 01 Conducteur de travaux ;
- 01 Chef ponton ;
- 02 Patrons ;
- 01 Mécanicien.

| MOIS | Octobre- Novembre 2004 | | | | Décembre 2004 | | | | Janvier 2005 | | | | | Février 2005 | | | |
|--|---------------------------|----|----|----|------------------|----|----|----|--------------|---|----|----|----|-----------------|----|----|---|
| | 15 | 29 | 13 | 27 | 4 | 11 | 18 | 25 | 1 | 8 | 15 | 22 | 29 | 5 | 12 | 19 | 2 |
| Levé bathymétrique avant dragage | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Traitement des données et élaboration des plans et calculs au bureau | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | |
| Dragage des abords de quai pour accostage | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | |
| Dragage de la zone « A » | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | |
| Dragage de la zone « B » | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | |
| Dragage de la zone « C » | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | |
| Dragage de la zone « D » | | | | | | | | | | | | | | | ■ | | |
| Levé bathymétrique après dragage et calcul des volumes dragués | | | | | | | | | | | | | | | ■ | | |

Source : MEDITRAM

NB : - Les vendredis sont des journées de repos ;
- Ce planning est établi sous réserve des conditions climatiques (état de la mer).

Figure N° 8 : PLANNING ACTUEL DES TRAVAUX DE DRAGAGE DU PORT DE BOU-HAROUN

| MOIS | Février- Mars 2005 | | | | Avril 2005 | | | | Mai 2005 | | | | Juin 2005 | | | | |
|--|--------------------|----|----|----|------------|---|----|----|----------|---|----|----|-----------|---|----|----|----|
| DESIGNATION DES TRAVAUX | 12 | 26 | 12 | 26 | 2 | 9 | 16 | 23 | 30 | 7 | 14 | 21 | 28 | 4 | 11 | 18 | 25 |
| Levé bathymétrique avant dragage | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Traitement des données et élaboration des plans et calculs au bureau | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dragage des abords de quai pour accostage | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | |
| Dragage de la zone « B » | | | | | ■ | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | |
| Dragage de la zone « C » | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | |
| Dragage de la zone « D » | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | |
| Dragage de la zone « A » | | | | | | | | | | | | | | ■ | | | |
| Levé bathymétrique après dragage et calcul des volumes dragués | | | | | | | ■ | | | | | | | | ■ | ■ | |
| Mise en place du remblai de sable | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | |

Source notre enquête

NB : - Les jeudis et vendredis sont des journées de repos ;

■ : Les opérations qui n'ont pas eus lieu.

Figure N°9 : PLANNING ACTUEL DES TRAVAUX DE DRAGAGE DU PORT DE BOU-HAROUN

3.3. Suivie et méthodologie des travaux

3.3. Suivie et méthodologie des travaux

3.3.1. Introduction :

Dans ce chapitre nous allons décrire les travaux de dragage dans le port de Bou-Haroun.

Le dragage se fait à l'aide de différentes dragues selon le lieu à draguer, les conditions météorologiques (et notamment la houle qui influe beaucoup sur l'efficacité et la vitesse d'une opération de dragage) et la nature de matériaux à draguer.

Ces opérations répétitives visent à extraire les sédiments qui se sont déposés et qui gênent la navigation (C.Alzieu ,1999).

Le modèle de base qui a été proposé initialement pour effectuer le dragage au niveau du port de Bou-Haroun était la drague suceuse simple.

C'est devant la réalité du terrain que l'on s'est rendu compte que le matériel ramené par la MEDITRAM n'est pas en mesure de réaliser les travaux dans les deux bassins du port. Le ponton suceur et le chaland à clapet, selon les techniciens de la Direction des Travaux Publics de la wilaya de Tipaza ne sont pas adaptés aux besoins de l'opération à cause de la présence d'un grand nombre de déchets volumineux tels que : pneus, tôles, ferrailles ; barils ; barre de fer... etc. Par conséquent le recours à un autre type d'équipement est impératif, il a été donc décidé d'utiliser la drague mécanique plus précisément la drague à benne preneuse qui consiste à ramasser le maximum de déchets et de le déposer sur la barge creuse pour le transporter dans la zone destinée à l'immersion.

3.3.2. Suivi sur chantier :

Le suivi se fait chaque jour, tous les travaux effectués par jour sont mentionnés dans le cahier de chantier (spécialement réservé au contrôle).

Durant les trois mois et plus qu'on a passé au chantier, on a remarqué l'énorme retard dans la réalisation du dragage alors qu'il aurait dû être terminé depuis longtemps.

L'entreprise explique cela par les conditions climatiques défavorables au dragage et au mauvais état des engins.

A. Méthodologie de l'exécution des travaux :

La réalisation des différentes étapes de dragage comporte quatre étapes essentielles :

- 1^{ère} étape : L'extraction des produits sédimentés ;
- 2^{ème} étape : le rejet au large des déblais de dragage ;
- 3^{ème} étape : le levé de profils bathymétrique de la zone draguée ;
- 4^{ème} étape : le recouvrement de la zone d'immersion d'une couche de sable propre.

Les étapes exécutées ont été accompagnées de photos prises pendant les travaux.

1^{ère} étape : L'extraction des sédiments :

Les travaux de cette première étape ont été exécutés en plusieurs phases de la manière suivante :

1- Evacuation des bateaux et dépose des amarrages en place ;

Le dragage nécessite impérativement l'évacuation des bateaux occupant les places concernées par l'envasement.

Pour les bateaux du port de Bou-Haroun la plus part des pêcheurs ont décidé d'accoster dans des ports avoisinants tels que les ports d'Alger, Cherchell et Ténès.

Afin de pouvoir procéder au dragage des matériaux, l'ensemble des chaînes d'amarrage sont déposées sur le quai afin de libérer le site pour le passage des machines d'extraction.

Ce sera l'occasion d'effectuer le remplacement des chaînes devenues trop usées.

2- Prélèvement des matériaux par dragage à benne preneuse ;

Les matériaux sont extraits par une pelle hydraulique sur ponton « KHERRATA » d'une capacité de 1,50 m³ puis déposés dans un chaland à clapet « KADI MILIANI » d'une capacité de 450 m³, voir les photos ci-dessous.

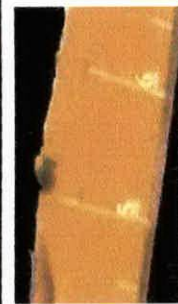


Photo N° 1 : Une pelle hydraulique sur ponton KHERRATA d'une capacité de 1,50 m³ du godet.

La graduation du bras de la pelle nous permet de déterminer la profondeur à laquelle le dragage doit s'effectuer. En ce qui concerne cette photo elle a été prise lors du dragage du premier bassin où la profondeur doit atteindre - 4 mètres.



Photo N°2 : L'extraction des matériaux dragués.

Les matériaux sont extraits par la pelle et déposés dans un chaland à clapets KADI MILIANI d'une capacité de 450 m³.



Photo N°3 : Le chaland à clapets KADI MILIANI rempli.

Lorsque le chaland est rempli, commence alors le transport vers le large.

Il faut noter que ce chaland d'une capacité de 450 m³ théorique n'est en réalité rempli qu'au environ de 300m³.

2^{ème} étape : le rejet au large des déblais de dragage :

Photo N° 5: vue de Bou-Haroun à partir de la zone d'immersion.

Arrivé à 5 Km au large de Bou-Haroun le raïs donne alors l'ordre d'arrêter les moteurs.

On voit bien que cette zone n'est pas située très loin du rivage, elle est choisie arbitrairement par l'équipage qui d'après nous ne dépasse pas les 3km.

La zone de rejet n'est pas balisée et, l'accompagnement des gardes cote n'a pas eu lieu comme prévu au marché.



Photo N° 6: début d'ouverture des clapets du chaland.

Dés l'ouverture du clapet, une agitation autour du chaland se crée.



Photo N°7 : Ouverture totale du clapet et déversement des produits dragués.

L'ouverture du clapet provoque un tourbillon qui aspire le chaland et le remorqueur vers le bas dû au largage instantané des produits sédimentés.



Photo N°8 : vue sur la zone d'immersion. .

Le largage des matériaux provoque la formation d'un panache turbide qui rend l'eau moins transparente.

3^{ème} étape : levé de profils bathymétrique :

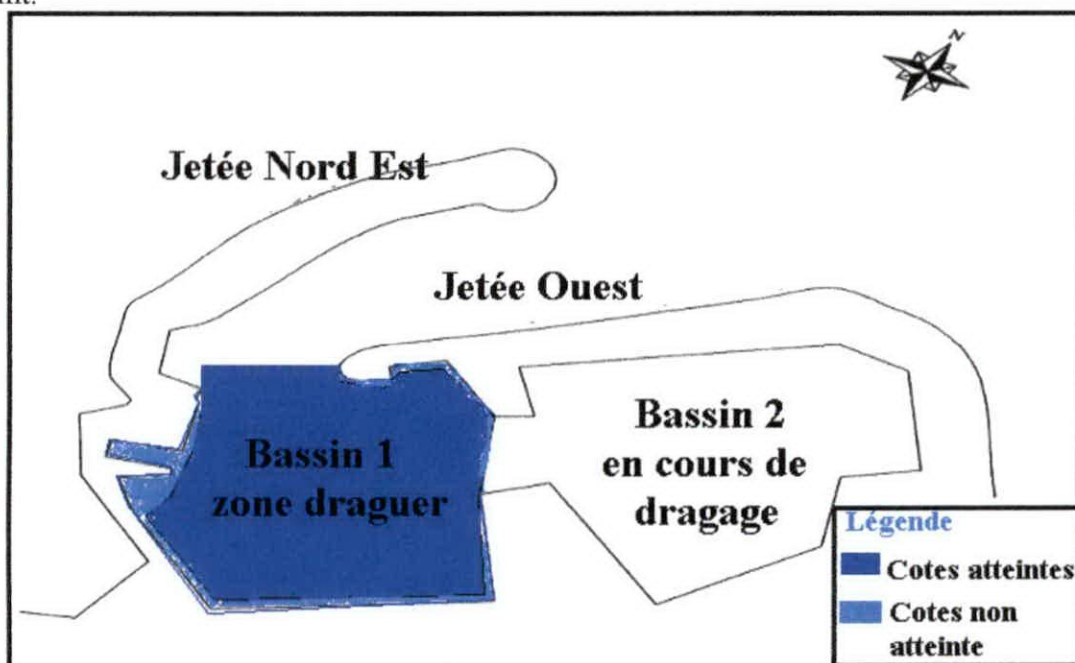
Après l'achèvement du dragage dans le premier bassin, un levé bathymétrique s'impose pour pouvoir déterminer si les cotes ont été respectées ou non.

L'établissement du plan bathymétrique nous a pris 2 jours de travail à partir du 27.04.2005 jusqu'au 28.05.2005, ces journées témoignaient d'une mer calme et un ciel dégagé.

A partir d'une embarcation louée et un matériel prêté (01 théodolite, une règle graduée, fil à plomb) on a pu effectuer les levées bathymétriques à l'intérieur de la partie draguée (premier bassin). (Voir plan N°9)

1- méthode de travail :

A l'aide d'une corde de 100 m tracé sous forme de radiale et des flotteurs distancés entre eux de 1m et un théodolite placé sur le quai on a obtenu la position des différents points, et à l'aide du fil à plomb et un décimètre on a pu sonder la profondeur de chaque point.



Plan N°9 : Levé bathymétrique du bassin n°1 après dragage 2005.

2- interprétation de la carte bathymétrique :

D'après le plan bathymétrique obtenu de notre zone draguée, on remarque que les profondeurs voulues ont été atteintes.

Remarque :

On n'a pas pu faire la bathymétrie du deuxième bassin à cause d'une part du retard accumulé pour la réalisation du dragage au niveau du premier bassin et d'autre part l'abondance du projet par faute de financement. La DTP de la wilaya de Tipaza nous a refusé le deuxième emprunt du matériel nécessaire pour la réalisation du levé bathymétrique du 2^{ème} bassin..

4^{ème} étape : le recouvrement de la zone d'immersion d'une couche de sable propre :

Les matériaux de dragage sont rejetés arbitrairement, et n'ont pas été recouverts d'une couche de sable prévu prélevée à Mazafran puisque les travaux n'ont pas été achevés.

En application des dispositions du site d'immersion établie par L'Ex.Secrétariat d'Etat auprès du Ministère de l'Intérieur des Collectivités Locales et de l'Environnement il a été prévu ce qui suit :

- 1) -la zone d'immersion est le centre d'un cercle de deux cent (200) mètres de rayon constituant la tolérance au-delà de laquelle l'engin prévu pour l'immersion des produits de dragage ne pourra pas refouler les produits de dragage.
- 2) -Cette zone doit être balisée, à défaut la drague doit être équipée d'un matériel de navigation adéquat qui permet de garantir que l'immersion se fasse à l'emplacement autorisé.
- 3) -L'immersion doit s'opérer dans le strict respect de la législation et règlement en vigueur en matière de protection de l'environnement.
- 4) -Les opérations d'immersion doivent être réalisées dans les conditions météorologiques et océanographiques inférieure au degré 2 de l'état de mer.
- 5) - L'évaluation de l'état de la mer se fera sur la base d'observations visuelles.
- 6) - Le suivi des opérations d'immersion sera assuré par le représentant des services de l'environnement, des transports et des gardes cotes.

Constatations :

D'après nos constatations et notre suivi des travaux, l'application des dispositions du site d'immersion établie par L'Ex. Secrétariat d'Etat auprès du Ministère de l'Intérieur des Collectivités Locales et de l'Environnement n'a pas été respectée.

On avoue ne pas comprendre l'énorme décalage entre la réglementation et la réalité.

B. Avancement des travaux :

L'avancement des travaux concerne les quantités draguées durant les mois de l'exécution du projet de dragage.

Le tableau suivant illustre les quantités et le montant des opérations de dragage durant chaque mois.

Tableau N°19 : quantité draguée et son montant .

| Mois | Quantité (m ³) | PU (DA) | Montant (DA) |
|-------|----------------------------|---------|---------------|
| Avril | 13.925 | 700 | 9.747.500,00 |
| Mai | 8.550 | 700 | 5.985.000,00 |
| Juin | 5.325 | 700 | 3.727.500,00 |
| Total | 27.800 | 700 | 19.460.000,00 |

Source : LEM

Observations :

Le volume de l'extraction des matériaux s'élève à 27.800 m³ sur un total de 35.000 m³ prévu pour ce projet, soit un taux d'avancement de 79,42% pour un montant global réalisé de dix neuf millions quatre cents soixante mille dinars.

C. Résumé sur l'avancement des travaux :

D'après nos observations et notre suivi sur le chantier pendant ces 65 jours on a constaté :

- Le cumul de retard dans les travaux ;
- Le dragage au niveau du deuxième bassin a été partiellement exécuté ;
- En ce qui concerne le chenal d'accès les travaux n'ont jamais eu lieu ;
- L'absence de balise dans la zone d'immersion ;
- Il n'y a pas eu d'accompagnement des gardes cote ;
- La quantité de déblai prévu initialement n'est pas respectée ;
- Au début de Juin le godet d'une capacité de 1,50 m³ a été remplacé par un autre de 3 m³.
- Les chaînes d'amarrage n'ont pas seulement été changées mais elles n'ont pas été remises à leur place.
- Le recouvrement de la zone d'immersion d'une couche de 32.000m³ de sable n'a pas été effectuée.
- Au total 27.800 m³ de matériaux ont été dragués sur un total de 35.000 m³ prévu au marché (soit 79%).
- L'entreprise MEDITRAM a connu tout au long de la réalisation des travaux des problèmes avec les pêcheurs qui ne libéraient pas les zones où le dragage devait s'effectuer.
- L'ingénieur du LEM était présent tout au long des travaux mais il n'a jamais assisté au largage des déblais dans la zone de rejet.

Les problèmes de financement de la campagne de dragage du port de Bou-Haroun ont entraîné un arrêt de l'opération à compter du 02 Juin 2005.

4ème Partie

4.1. Etude d'impact sur l'environnement

4.1. Etude d'impact sur l'environnement

4.1.1. Introduction :

Dans cette partie nous souhaitons mettre en lumière les principales conséquences néfastes pour le milieu marin lié à l'opération de dragage d'entretien du port de Bou-Haroun.

Pour cela nous nous sommes inspirées des études d'impact faites sur différents ports.

D'après ces études nous avons pu cerner les différents impacts susceptibles d'être rencontrés lors de la réalisation des travaux de dragage.

4.1.2. Etude d'impact sur l'environnement :

L'étude d'impact sur l'environnement comprend principalement 3 phases :

- une analyse de l'état initial du site ;
- une étude et évaluation des impacts ;
- une série de mesures compensatoires.

1^{ère} phase : Analyse de l'état initial du site et de son environnement :

L'analyse de l'état initial est une phase indispensable et déterminante pour la qualité et l'utilité de l'étude d'impact.

Elle consiste en une reconnaissance du site et de son environnement en général, avec l'exécution ou la réalisation de l'opération retenue.

C'est en d'autres termes la détermination de l'état zéro qui est recherché, à travers l'ensemble des paramètres liées au milieu physique naturel et humain (approche méthodologique pour les études d'impact sur l'environnement « cours Aménagement 5^{ème} année 2003, M^r: M. Larid »).

L'analyse de l'état initial en zone marine s'appuie sur les points suivants :

1-1-Données météorologique et océanographiques :

Ces données ont été synthétisées en vue d'une maîtrise de la dynamique côtière et de son impact sur l'environnement du site. Ces données concernent :

-Les houles et les vents :

Sur le site de Bou-Haroun les fréquences des vents des secteurs Nord Nord Ouest et Nord Est à Est sont dominantes. (Voir cadre météorologique).

-La nature du fond et la bathymétrie :

Le fond du port de pêche de Bou-Haroun est caractérisé par un fond généralement vaseux (voir cadre bathymétrique).

1-2-Les données sédimentologiques :

La dynamique sédimentaire dans la région de Bou-Haroun est régie essentiellement par, la dérive littorale due aux houles de l'ouest et de l'Est. (Voir cadre sédimentologiques).

1-3- la qualité de l'eau :

L'étude physico chimique de l'eau indique qu'au niveau du port on a un PH moyen de 7.57 (légèrement alcalin).

En ce qui concerne la zone de rejet il existe une perturbation du PH qui est légèrement acide par rapport au PH normal de l'eau de mer qui est de 8,2 .

2^{ème} phase : Etude et évaluation des impacts

2.1. La description du projet :

Le projet concerne le dragage du port de pêche de Bou-Hroun, il porte sur l'extraction de 35.000m³ de déblais et leur dépôt au large et leur recouvrement par le sable propre provenant du oued Mazafran d'une quantité de 32.000m³.

2.2. Analyse des effets du dragage sur l'environnement :

A. Impact sur le milieu humain :

● Incidences du bruit et des mauvaises odeurs

Depuis l'arrivée des engins et le commencement des travaux, le port de Bou-Haroun a connu une période très bruyante. A partir de 8h00 du matin les opérations d'extraction de déblais commencent puis s'arrêtent lorsque la barge se remplit et prend le large pour déverser les produits de dragage dans la zone d'immersion, ensuite rentre et tous recommencent deux à trois fois par jour.

En ce qui concerne les mauvaises odeurs nauséabondes elles étaient présentes tout au long des opérations de dragage jusqu'au point de faire désertir le port. Ces odeurs sont dues essentiellement aux émanations du H₂S contenu dans la vase récoltée au fond des bassins.

● Incidences sur les usagers du plan d'eau (pêcheurs)

L'arrivée du ponton et du chaland a contraint l'évacuation des bateaux occupant les places concernées par l'envasement occasionnant des gênes pour les différents utilisateurs du milieu marin côtier (pêcheurs).

● Incidences sur les activités économiques

La période des travaux a provoqué des perturbations sur les activités de pêche due au déplacement de certains bateaux ce qui résulte une diminution des produits halieutiques.

La présence d'impacts visuels temporaires et olfactifs négatifs ont agité sur la fréquentation des restaurants qui a connue une période de perte financière considérable (peu de clients).

B. Impacts sur le milieu physique :

● Impacte sur linéaire côtier

En raison du choix de l'immersion à 5 Km au large comme solution d'évacuation des matériaux de dragage, l'impact du projet sur le linéaire côtier est très fortement réduit, en raison de la faible quantité de déblais rejetés au large.

☛ Impact sur la nature du fond

Les matériaux dragués présentent des caractères sédimentologiques presque identiques à ceux existants dans les zones de dépôt qui sont constitués de vase, les modifications sont donc peu significatives.

Si les déversements de vase s'effectuent dans des fonds sableux ou graveleux, il y a élimination d'un faciès et remplacement par un autre de type nouveau.

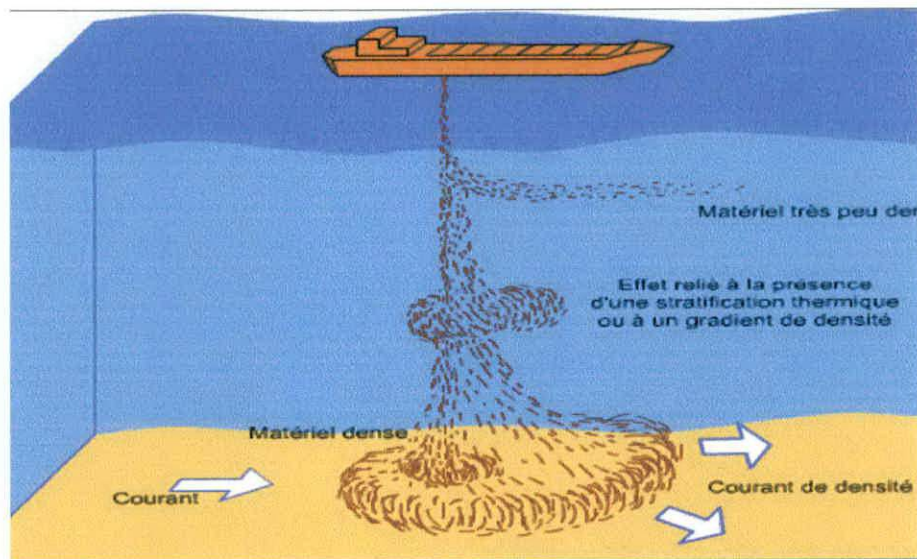
La granulométrie se trouve ainsi complètement changée et la composition sédimentaire modifiée, ce qui constitue un bouleversement de l'écosystème (aussi fort que les déversement sont importants).

☛ Dynamique de la dispersion et de la sédimentation d'un rejet en mer

La répartition graphique de la dispersion et de la sédimentation d'un rejet de particules montre bien les états d'équilibre des particules en fonction de leur dimension.

On distingue trois types de comportement :

- Accumulation des particules fines en surface (panache turbide) ;
- Dispersion en profondeur de la fraction moyenne ;
- Chute sur le fond des particules grossières.



La figure n°10 : comportement des sédiments au cours d'un rejet de dragage.

Elle représente le processus de sédimentation et de dispersion des produits de dragage.

Les éléments les plus fins dérivent en surface (0 à 5m) accompagnés des corps flottants issus des dragages. Les éléments de taille intermédiaire (sable fin et silt) chutent jusqu'à atteindre la profondeur d'équilibre. Une fois cette profondeur atteinte, le panache tend à se stabiliser et diffuse passivement à mesure qu'il s'enfonce.

Les éléments de taille supérieure (sable et gravier) chutent rapidement pour atteindre le fond.

Sur l'ensemble des sédiments prélevés au niveau du port de Bou-Hroun, on note une moyenne de 57% de particules $< 63\mu\text{m}$, ce sont donc des particules fines dont la vitesse de sédimentation est très faible.

C. Impact du projet sur le milieu biologique :

☛ Impact sur la faune et flore Benthique

Après dragage, les surfaces exploitées sont considérées comme abiotiques. Pendant un délai plus au moins long, on assiste à une disparition de toutes forme de vie dans la pellicule au niveau de la couche où se sont déroulées les opérations de dragage.

On assiste aussi a une élimination temporaire des peuplements benthiques sur le site et principalement les organismes et microorganismes peu ou pas mobiles.

☛ Effet toxique résultant de la décomposition des organismes enfouis

Les organismes qui n'ont pas pu échappés à l'enfouissement vont se décomposer et larguer dans le milieu des composants toxiques issus de cette décomposition. Ces derniers pourront le cas échéant empêcher pendant plusieurs mois la colonisation du nouveau substrat.

☛ Impact sur les frayères et les nurseries

L'altération des substrats entraîne la dégradation ou tout au moins la perturbation des zones de ponte et de celles où s'alimentent les populations juvéniles.

La turbidité des eaux de surverse a entraîné des effets nocifs sur les peuplements au cours de leurs premiers stades de vies puisque les travaux ont eu lieu pendant la saison de ponte.

☛ Impact de la turbidité des eaux sur la production primaire et les poissons pélagiques

Au niveau de la colonne d'eau, le rejet des eaux provoque la formation du panache turbide qui rend l'eau moins transparente.

Il arrive que des particules colloïdales, difficilement décantables, maintiennent plusieurs jours (voir quelques mois) des masses d'eau troubles dans la zone d'immersion.

Le manque de transparence engendre la perturbation de la photosynthèse et affecte la production primaire.

Il engendre également l'élimination ou la perturbation de certains organismes planctoniques qui ne tolèrent pas les eaux trouble .Il est à noter que pour certaines espèces mobiles dont la migration est compromise, ce manque de transparence peut être considéré comme facteur limitant.

☛ Impact sur le Zooplancton

Tout changement dans la composition qualitative ou quantitative du phytoplancton peut avoir un effet sur le Zooplancton herbivore. L'accroissement de la turbidité entraîne des problèmes au niveau :

- Des organes de filtration de la nourriture
- Du contrôle de la nage
- De la capacité à se nourrir.

L'oxydation du matériau rejeté entraîne une baisse de la teneur en oxygène dissous qui affecte non seulement le Zooplancton mais aussi le Benthos et le necton.

● Impact sur la nature du fond

Dans la zone de dragage, la nature des fonds connaît des modifications plus ou moins importantes, la macrofaune benthique du site de rejet subissait déjà une perturbation d'ordre hydrologique (eaux à faible PH), qui a provoqué une dégradation de la structure des peuplements benthiques.

L'arrivée sur fonds des déblais va favoriser le développement, l'extension d'espèces endobenthiques dépositivores et la constitution d'un nouveau substrat, ce qui induit l'élimination des peuplements traditionnels au profit d'une recolonisation du milieu par de nouvelles espèces.

Avec, comme solution l'évacuation des matériaux de dragage, il faut savoir qu'on n'exclut pas la présence d'effets négatifs sur l'environnement physique, biologique et terrestre.

C'est pourquoi, des mesures d'accompagnement permettant d'améliorer le devenir de l'environnement sont à proposer.

4^{ème} Phase : Une série de mesure compensatoire.

A partir des impacts que peut provoquer un projet d'aménagement « exemple le port de Bou-Haroun », nous allons essayer de déterminer les solutions et les dispositifs pour une gestion durable et meilleure pour l'environnement et son équilibre, sans négliger d'harmoniser entre les motivations économiques que peut apporter le projet. Pour cela nous avons pu déterminé les différentes mesures et qui sont :

- Un seul point de rejet doit être respecté. Ce point étant le centre d'un cercle de 200m de diamètre préalablement choisi et autorisé.
- La zone doit être, balisée avant d'entamer les travaux d'immersion.
- les opérations d'immersion doivent être réalisées dans des conditions météorologiques et océanographiques de mer très calme pour éviter une dispersion importante des matériaux dragués.
- Il est impératif de procéder au confinement des produits de dragage par une couche de matériaux meubles et propres sur une épaisseur de un (01) mètre. Cette action constitue la principale condition quant à l'adoption de la solution d'immersion en mer des produits de dragage.
- Sachant que l'opération de dragage suscite une modification des composants physiques, chimique et biologiques de l'environnement, elle doit faire l'objet d'un contrôle et de mesures administratives d'accompagnement comme :
 - l'interdiction de la pêche aux abords du port.
 - en raison de la gêne occasionnée par les mouvements de l'engin de dragage, on doit interdire le chalutage sur le site d'immersion pendant l'exécution des opérations de dragage.

- l'administration doit interdire temporairement toute forme de pêche dans la zone d'immersion et élaborer une information continue à l'adresse des pêcheurs expliquant le caractère passager de ces perturbations.
- La période de largage des déblais, ne doit pas être entre le début d'Avril et la fin du mois d'Août, car c'est la période de reproduction de la majorité des espèces benthique et démersales d'intérêt commercial.
- L'entreprise doit travailler en conformité avec la réglementation sur l'environnement. Il est donc nécessaire de prendre en compte la faisabilité de toutes les méthodes d'extraction de stockage et de valorisation envisageable, avec comme critères :
 - la meilleure pratique environnementale,
 - la meilleure technique disponible,
 - le coût économique acceptable,
 - la conformité réglementaire.

4.1.3. Conclusion et solutions:

L'étude d'impact sur l'environnement nous a permis, de recenser les différents problèmes qui peuvent surgir lors des travaux de chantier et pendant la période de fonctionnement.

Nous devons prendre toutes les mesures nécessaires et indispensables qui permettent d'éliminer ou de réduire l'impact sur notre site comme indiqué ci dessus.

Autres Solutions :

Bien que très largement pratiquée, l'immersion n'est pas obligatoirement la destination finale de tous les matériaux dragués d'autres solutions sont envisageables.

■ **Les mises en dépôts**

Les sédiments peuvent techniquement être mis en dépôt à terre sous l'eau ou sur des îles. Toutefois, les dispositions liées à la protection de l'environnement marin contre les risques écologiques potentiels des immersions tendent à privilégier les dépôts terrestres.

■ **La mise en dépôt confiné**

Cette solution consiste à stocker les sédiments sur un site étanche et imperméable (couverture argileuse et géomembrane₁ avec un système de drainage pour récupérer les lixiviats pollués).

Après exploitation, les sites doivent être réaménagés (travaux paysagers) et soumis à contrôle.

■ **Dragage à l' "américaine"**

Les sédiments sont remis en suspension à l'aide d'une hélice à air comprimé, dans les cours d'eau ou les chenaux à fort courant. Ils sont repris dans le flux et se redéposent en aval.

■ **La mise en confinement dans des géotubes :**

Les produits dragués peuvent être refoulés ou déposés dans des géo tubes et ensuite les produits asséchés conservés comme protection ou pouvant servir à gagner des terres-pleins sur la mer.

4.2. Les problèmes du port de Bou-Haroun

4.2. Les problèmes du port de Bou-Haroun

4.2.1. Les problèmes au niveau du port de Bou-Haroun :

Les pêcheurs pensent que leur port est bien abrité, mais focalisent leur propos sur deux problèmes essentiels qu'ils y vivent quotidiennement.

- L'absence de bouches de vidange des huiles usées des bateaux ;
- Le danger qu'ils rencontrent dans la passe d'entrée par mauvais temps.

Un pêcheur dit : « le port ne respire pas, il n'y a pas de buses de sortie ». Nous avons remarqué en effet, la stagnation sur le terre plein des eaux usées provenant des vidanges des bateaux qui sont rejetés dans le port, sans oublier la contribution des restaurateurs à ajouter tous leur déchets et eaux usées dans le port, cette situation conduit à une asphyxie du port, vu que les échanges entre les plans d'eau du port et la mer sont réduits, ce qui résulte d'une odeur nauséabonde à l'entrée du port.

En ce qui concerne la passe d'entrée un marin dit : « la passe d'entrée est très étroite, en forme de coude, les jours de tempête, le bateau risque d'être projeté vers les roches ce qui est déjà arrivé alors nous sommes contraints de rester en mer ou d'aller vers les ports avoisinant en cas de tempête ».



Photo n°9 : Résultat des vidanges des bateaux, une eau mazoutée.

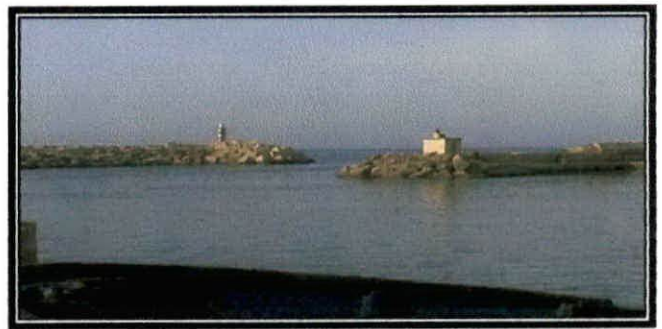


photo n°10 : vue l'étroitesse de la passe d'entrée de loin.

Avant tout reproche et remarques nous avons été déçues dès notre arrivée dans le port de Bou-Haroun par l'état et l'aspect général des lieux, l'absence total d'organisation, une construction anarchique des cabanes, de restaurants et l'état délabré de la route et du terre plein.

Les eaux de ruissellement et l'éclatement répété des égouts ont rangé la structure en béton.

Le sentiment que nous avons eu est que depuis 1981 dates des derniers travaux, rien na été entretenu ni réparé dans le port.

L'absence d'eau potable a conduit les pêcheurs à rincer leurs production de poisson par les eaux polluées des bassins, d'après (ARAB, 1990) Ceci augmente le risque d'une contamination bactérienne.

Malgré la présence des poteaux électriques et les lampes d'éclairage, le port n'ai pas éclairé la nuit.

Le port est doté d'une pêcherie non fonctionnelle à l'entrée du port car les revendeurs disent qu'ils sont à l'étroit et qu'elles est très mal aérée. Franchement ils ont raison.



Photo n°11 et 12 : Situation lamentable des vendeurs du port de Bou-Haroun.

4.2.2. Solutions:

L'aménagement à l'intérieur du port doit satisfaire à un certain nombre de conditions (chapon, 1984) en considération des rôles qu'ils doivent jouer.

Grâce à notre contact direct avec les pêcheurs, nous avons tiré des renseignements pouvant nous aider à mieux prévoir les solutions possibles aux problèmes du port.

Le port de pêche, par différentes fonctions qu'il assure (embarquement, déplacement, accostage) joue un rôle primordial dans le bon déroulement de l'activité de la pêche .Il est de ce fait indispensable qu'il soit aménagé de manière à jouer pleinement son rôle.

Les aménagements des ports sont de deux types :

Aménagement directement liées au bateaux, ceux-ci comprennent le plan d'eau (protection, bassins), l'accostages (quais, appontements.....) les service à terre (terre-pleins, éclairage, électricité, eau....) la réparation (atelier de réparation ;.....)et la mise a sec (slipways, plan incliné,..).

Aménagement des installations directement liées aux pêcheurs et au produits. Ils comprennent les locaux pêcheurs, mareyeurs... etc.L'avitaillement (pièces détachées, matériel de pêche, fourniture de glace), conservation et commercialisation (halle, tunnel congélation, chambre froides....), transformation et distribution (véhicules, conserveries).

- Pour le premier type d'aménagement, il est nécessaire pour le port de Bou-Haroun
 - D'allonger la jetée Ouest du port de 100 m environ afin de créer un couloir qui protégera les embarcations lorsqu'ils entreront dans le port en période de forte houle.

- De le doter d'eau, d'électricité et d'éclairage.

- Construire deux réservoirs pour recueillir les eaux usées et les huiles de vidanges.

- Pour le deuxième type d'aménagement, il est urgent de doter le port de Bou-Haroun de :

- Améliorer les locaux à pêcheurs ;

- Aménager la une halle actuelle pour la rendre attractive ;

- Camions réfrigérants mieux adapter au transport du poisson frais.

Il est du ressort de l'état d'encourager les pêcheurs à une meilleure production par une réelle prise en charge de leurs problèmes. Il faut mettre à leur disposition le matériel nécessaire et solutionner les problèmes qu'ils rencontrent au port.

Enfin nous pouvons dire que les pêcheurs enquêtés dans le port de Bou-Hroun ont des connaissances appréciables de leur ressource et de leur milieu d'activité. Ils ont montré certaines inquiétudes quant à la situation actuelle de leur activité. Ces inquiétudes sont quelque fois justifiées, exagérées dans d'autres. Ces pêcheurs se mettent souvent dans une position de faiblesse et ne s'organisent pas pour améliorer leur quotidien.

Il faut noter qu'ils n'ont pas de représentant pour défendre leur intérêt dans un cadre légal.

Conclusion

CONCLUSION

Le port de pêche de Bou-Haroun, présente une source d'exploitation importante pour l'économie du pays et même vitale pour la société.

Malgré son importance, ce port souffre de plusieurs problèmes, dont le plus important est le phénomène d'envasement qui ne cesse d'accroître dans le temps.

L'objectif du dragage est d'améliorer la navigation et l'accostage des bateaux au niveau du port de Bou-Hroun.

D'après notre suivi sur le site nous avons constatés ce qui suit :

- Le volume de matériaux dragués s'élève à 27.800m³ sur un total de 35.000m³ prévu, soit un taux d'avancement de 79%. Cela paraît satisfaisant, mais ce n'est pas le cas, car c'est la passe d'entrée qui cause des problèmes par sa faible profondeur et c'est cette partie qui n'a pas été dragué (environ 7000m³).
- La zone de rejet n'a pas été balisée ni surveillée par les gardes cotes, ce qui a conduit à un largage arbitraire des produits de dragage, ce qui peut provoquer des conséquences néfastes pour l'écosystème marin,

L'immersion des produits dragués en mer a été choisie pour les raisons suivantes :

- Les teneurs en micropolluants métalliques des sédiments de Bou-Haroun les plus dangereux sont en général en deçà des normes nationales, malgré une contamination en Zinc et Cuivre ainsi qu'en hydrocarbure totaux.
- L'impact de cette opération est minime en raison des faibles déblais immergés .
- Les peuplements benthiques subissent déjà une perturbation dans cette zone de rejet.
- Le site d'immersion est en rapport avec l'éloignement des côtes et la profondeur du lieu afin d'éviter le retour des sédiments rejetés à la côte.

En raison de la contamination de notre sédiment par certains éléments toxiques, un recouvrement des produits rejetés s'impose au niveau de la zone d'immersion par une couche de sédiment propre d'un mètre d'épaisseur et ce, afin d'éviter toute possibilité de diffusion des polluants. Cette couche de sédiment propre devait provenir d'une zone située au droit de l'embouchure de l'oued Mazafran.

Le volume nécessaire est estimé à 32.000 m³ pour un rayon de 100m et une épaisseur d'un mètre.

Le choix du rejet en mer est choisi principalement pour son intérêt économique qu'écologique, sachant qu'on ne peut jamais maîtriser les atteintes portées à l'environnement marin. Il aurait été souhaitable de confiner ces matériaux dans des géotubes, solution plus écologique et non coûteuse.

Cette étude nous donne l'occasion d'exprimer notre plus vive opposition à cette atteinte caractérisée. Nous refusons le principe de l'immersion de déblais de dragage pollués dans le milieu marin, à fortiori au large des cotes de Bou-Haroun, au mépris de la cohérence, de la gestion de l'environnement marin et de l'activité professionnelle de la mer.

L'état lamentable du port nous a incité à consacrer tout un chapitre aux différents problèmes qu'il rencontre actuellement tel que :

- le danger rencontré au niveau de la passe d'entrée non protégée en cas de tempête.
- l'absence d'éclairage et de bouches de vidanges dans le port.

Pour cela nous avons proposées des solutions que nous avons jugées pratiques telles que :

- l'allongement de la jetée Ouest de 100m environ afin d'assurer une meilleure protection au niveau de la passe d'entrée du port.
- la construction de deux réservoirs pour recueillir les eaux usées et les huiles de vidange et leurs traitements.
- l'animation et la sensibilisation des pêcheurs en leur organisant des formations spécifiques pour une meilleure gestion des déchets du port.

Nous recommandons de combiner entre le développement durable et le développement non durable, afin d'établir une nouvelle stratégie de travail basée sur la collaboration entre les différents secteurs concernés (planification, réalisation et bureaux d'études) dont l'aménageur devra constituer un maillon important.

Bibliographie

- ALZIEU C. ,1999- *Dragage et environnement marin « état des connaissances »* Edition Ifremer.
- ARAB O., 1990- *Evaluation des mises à terre des palangriers au port de Bou-Haroun et première approche de la biologie de Xiphias gladius (Linne 1758) en bai de Bou-Ismaïl. Mémoire d'ingénieur.*
- CAULET J., 1972-*Lessediments organogènes du précontinent Algérien. Mémoire du muséum National d'Histoire Naturelle.*
- LARID M., 2003 - *Cours d'Aménagement du littoral « 5^{ème} année ».*
- LARRAS J., 1961 - *cours d'hydrologie maritime et travaux maritimes. Edison : Eyrolles.*
- LECLAIRE L., 1972 - *la sédimentation holocène sur le versant méridional du bassin Algéro-Baleares (precontinent Algérien) Mémoire muséum histoire naturelle. Paris Série C, Tome 24,391p.*
- MOULIN J et CLAUSSE R ,1978.-*Météo-Vents-Nuage-Tempetes, Edition maritimes, d'autre mer.*
- MILLOT C.,1987- *the circulation of the levantine intermediate water in thr Algerian bassin.*
Jour Geophophys, Research, Vol.92,n°C8:8265-8276
- GUILCHER A. ,1972. *Précis d'hydrologie marine et continent. Edition MASSON.344p.*
- CHAPON J., 1984- *Travaux maritimes, le milieu marin, le navire, la navigation, les côtes, les ouvrages extérieurs des ports maritimes .Édition EYROLLES, paris, 365p.*
- MOKRANI D. 1998 , *Aménagement du port de Bou-Haroun : Contribution a l'étude d'envasement etde dragage. Mémoire d'ingénieur en Aménagement du littoral, IS.M.A.L.*

Rapports :

- Etude de dragage du port de Bou-Haroun , Septembre 1998, LEM
- *Aménagement du port de Bou-Haroun Avril 1980. opération n°5.524.1.018.00.01, SONATRAM, 37p.*
- *Etude de protection du rivage de la wilaya de Tipaza (site de Cherchell), Octobre 1986. avant projet sommaire, LEM*

Index des cartes

- Carte n°1 : Carte de situation géographique de Bou-Haroun sur la cote Algérienne*
Carte n°2 : géologie régionale de la bai- de Bou-Ismaïl.
Carte n°3 : Réseau hydrographique dans la baie de Bou-Ismaïl
Carte n°4 : Transit sédimentaire dans la baie de Bou-Ismaïl

Index des plans

- Plan n°1 : plan générale du port de Bou-Hroun (construction d'une jetée Est en 1939)*
Plan n°2 : plan général du port de Bou-Haroun (1962)
Plan n°3 : caractéristiques technique du port de Bou-Hroun (2005)
Plan n°4 : Levé bathymétrique du port de Bou-Hroun 1998
Plan n°5 : Levé bathymétrique du port de Bou-Hroun Juillet 1995
Plan n°6 : Plan de situation des stations choisies
Plan N° 7: les cotes de dragage des bassins et du chenal d'accès.
Plan N°8 : La zone de rejet des matériaux et la zone d'extraction du sable de recouvrement.
Plan N°9 : Levé bathymétrique du bassin n°1 après dragage 2005.

Index des figures

- Figure N°1 : Cadre géomorphologique de la côte algérienne (Leclair, 1972)*
Figure N°2: Rose annuelle de la direction des vents à Bou-Haroun
Figure N°3: Circulation de l'eau d'origine atlantique (MILLOT, 1987) En méditerranée.
Figure n°4 : Roses de la houle au large de Bou-Haroun (Données de la S.S.M.O. 1963-1970)
Figure N°5: évolution des points de comparaison bathymétrique dans le port de Bou-Haroun.
Figure N° 6: Représentation des différents points d'échantillonnages et de sondage dans le port de Bou-Haroun.
Figure N°7: Site d'immersion (positionnement des différents points d'échantillonnages .)
Figure N°8 : Planning prévisionnel des travaux de dragage du port de Bou-Haroun source-MEDITRAM
Figure N°9: Planning prévisionnel des travaux de dragage du port de Bou-Haroun (d'après nos informations sur site).
La figure n°10 : comportement des sédiments au cours d'un rejet de dragage.

Index des tableaux

- Tableau N°1 : Caractéristiques techniques du port de Bou-Haroun.
- Tableau N°2 : Evolution de la flottille de pêche à Bou-Haroun de 1997 à 2005.
- Tableau N°3 : Caractéristique technique de la flottille de pêche à Bou-Haroun.
- Tableau N°4 : Effectifs des marins dans le port de Bou-Haroun (2005)
- Tableau N°5 : Bilan annuel de la production halieutique de 1997 à 2005 dans le port de Bou-Haroun :
- Tableau N°6 : fréquence des vents sur le site de Bou-Haroun en pourcentage selon les directions majeures.
- Tableau N°7 : Données mensuelles sur les températures minimums et maximums dans la région de Bou-Ismaïl (1986).
- Tableau N°8 : Fréquence mensuelle (1 mois=100%) par direction de houle, au large de Bou-Haroun .
- Tableau N°9 : Les résultats de la bathymétrie différentielle (1995-1998)
- Tableau N°10 : Mode de prélèvement au niveau du sédiment marin (Port de Bou-Haroun)
- Tableau N°11 : Mode de prélèvement au niveau de la colonne d'eau. (Port de Bou-Haroun)
- Tableau N°12 : Résultat de la composition des sédiments (Port de Bou-Haroun)
- Tableau N°13 : Résultats d'analyse des métaux lourds au port de Bou-Haroun.
- Tableau n°14 : Résultat des mesures physico-chimiques au niveau du port de Bou-Haroun.
- Tableau n°15 : Résultat des mesures physico-chimiques au niveau de la zone d'immersion.
- Tableau n°16 : Résultat des sondages à la lance : (Port de Bou-Haroun)
- Tableau N° 17 : Indice de contamination du sédiment dans le port de Bou-Haroun et dans la zone d'immersion (Ic).
- Tableau N° 18 : Indice de contamination du sédiment dans le port de Bou-Haroun (QPECi).
- Tableau N°19 : Quantité draguée et son montant.

Index des diagrammes

- Diagramme N°1 : Teneur en matières organiques (port de Bou-Haroun).
- Diagramme N°2 : Rapport entre teneurs en matière <math>< 63 \mu\text{m}</math>, teneurs en matière organique et teneurs en hydrocarbures (Port de Bou-Haroun).
- Diagramme N°3 : Teneur en hydrocarbures (Port de Bou-Haroun).
- Diagramme N°4 : Teneur en Mercure.
- Diagramme N°5 : Teneur en Cuivre
- Diagramme N° 6 : Teneur en Plomb
- Diagramme N°7: Teneur en Zinc

Index des photos

Photo N° 1 : Une pelle hydraulique sur ponton KHERATA d'une capacité de 1,50 m³ du godet.

Photo N°2 : L'extraction des matériaux dragués

Photo N°3 : Le chaland à clapets KADI MILIANI rempli.

Photo N° 5: vue de Bou-Haroun à partir de la zone d'immersion.

Photo N° 6: début d'ouverture des clapets du chaland.

Photo N°7 : Ouverture totale du clapet et déversement des produits dragués.

Photo N°8 : vue sur la zone d'immersion. .

Photo n°9 : Résultat des vidanges des bateaux, une eau mazoutée

Photo n°10 : vue l'étroitesse de la passe d'entrée de loin.

Photo n°11 et12 : Situation lamentable des vendeurs du port de Bou-Haroun.

Annexe

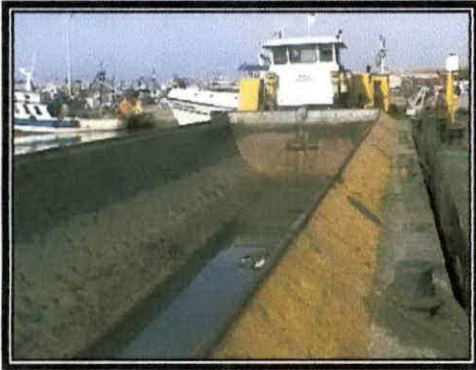
**Tableau N°20 : Concentration normales (Cn) des polluants dans le sédiment d'après
« France union européenne, 1980 in AZZEGGAG, 1995)**

| | | | | | |
|--------------|----|----|----|-----|-----|
| | Zn | Cu | Pb | Hg | Cd |
| (Cn) en µm/g | 88 | 26 | 22 | 0,2 | 0,6 |

**Tableau N°21 : Valeurs des PEC pour les polluants analysée dans le port
pour le calcul du QPEC;**

| Substance (mg/kg) | PEC |
|-------------------|------|
| Cd | 4,98 |
| Cu | 19 |
| Pb | 128 |
| Hg | 1,0 |
| Zn | 459 |

Album photos



■ un chaland à claper KADI MILAINI d'une capacité de 450 m³ en théorie mais en pratique il est estimé à 300 m³ ;



■ Une pelle hydraulique sur ponton KHERRALA d'une capacité de 1,50 m³ ;



■ Un remorqueur (Saïda).