

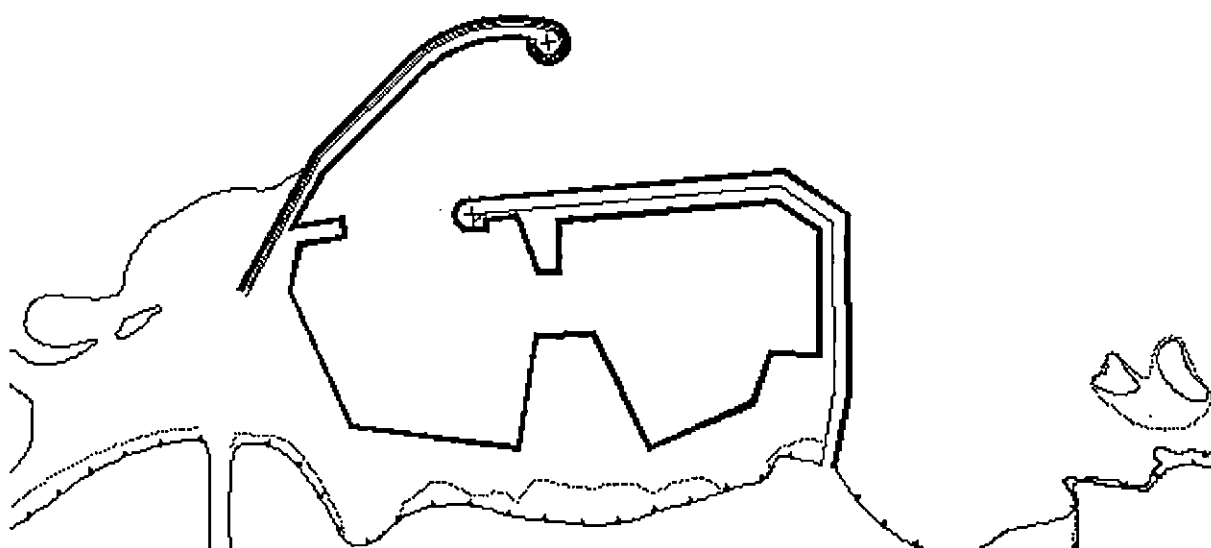
République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique

Institut des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du
Littoral
[I.S.M.A.L.]

Mémoire de fin d'études présenté en vue de l'obtention du diplôme
D'Ingénieur d'état en Aménagement et Protection de l'Environnement
(Option : Aménagement du Littoral)

-- THEME --

**AMENAGEMENT DU PORT DE BOU-HAROUN :
CONTRIBUTION A L'ETUDE D'ENVASEMENT
ET DE DRAGAGE**



Membres du jury :

-M^r BENTELLIS A. :Président
-M^r BELKESSA R. :Promoteur
-M^r BOULAHIDJ M. :Examineur
-M^r LARID M. :Examineur

Présenté par :

-M^{lle} MOKRANI Dorra

Sommaire

INTRODUCTION.....	01
-------------------	----

CHAPITRE I: Généralités sur le port de Bou-Haroun

1- Historique	02
2-Localisation.....	02
3-Présentation du port	06
3.1- Caractéristiques techniques du port	06
3.2-La pêche	08
3.2.1 La flottille de pêche	08
3.2.2- La population des pêcheurs	09
3.2.3- La production halieutique	09
4- Recensement des problèmes existants au port de Bou-Haroun	10

CHAPITRE II : Cadre physique de la région de Bou-Haroun

1 Cadre géologique	13
1.1- Géologie régionale	13
1.2 Géologie locale	13
2 Morphologie de la région	13
2.1- Relief de la région de Bou-Haroun	13
2.2- Aspect du plateau continental dans la baie de Bou-Ismaïl	14

CHAPITRE III: Données climatiques

1- Les vents	16
2 Pluviométrie	16
3- les houles	17
4 Les courants	17
4.1- Les courants généraux	17
4.2- Les courants côtiers	17
4.2.1- Les courants liés au vents	17

CHAPITRE IV : Sédimentologie

1 Matériel utilisé	19
2- Technique d'étude	19
3- Choix de la carte	19
4- Positionnement des stations de prélèvement	21
5- Méthode d'étude	21
6- Répartition des pélites	25
7- Distribution générale de la fraction grossière	28
7.1- Représentation graphique	28
7.2- Analyse modale	28
7.2.1- Répartition du mode 100	32
7.2.2- Répartition du mode 125	32
7.2.3- Répartition du mode 160	32
7.2.4- Conclusion sur les modes	32
7.3- Etude des médianes	32
7.4- Répartition du décile inférieur	37
7.5- Répartition du décile supérieur	37
7.6- Répartition des teneurs en carbonates	37

CHAPITRE V : Pollution

1- Présence de la matière organique dans le sédiment	42
1.1- Méthodologie	42
1.2- Résultats et discussions	44
2- Les métaux lourds	44
2.1- Quelques effets des métaux lourds chez les êtres vivants	46
2.2- Concentration des métaux lourds dans le sédiment portuaire	46
3.2- Sources de pollution dans le port	51

CHAPITRE VI : Bathymétrie

1- Bathymétrie a l'intérieur du port	52
1.1- Reconstitution chronologique de l'évolution bathymétrique dan le port	52
1.2- Evolution diachronique des stations ponctuelles	56
1.2.1- Etablissement d'une carte bathymetrique de 1997	56
1.2.1.1- Méthodologie	56
1.2.2- Choix des stations	58
1.3- Estimation de la vitesse d'envasement du port	60
2- Bathymétrie a l'extérieur du port	61
2.1- Méthodologie	61
2.2-Commentaire de la carte	65

CHAPITRE VII : Dragage du port

1- Définition du dragage	66
2- Nature du dragage à effectuer	66
3 Type de dragage	66
3.1 Principe	66
4- Estimation du volume des déblais	67
4.1- Les cotes d'origine	67
4.2- Méthode de calcul	67
5- Proposition des sites de dépôt	69

CONCLUSION.....	71
-----------------	----

BIBLIOGRAPHIE.....	73
--------------------	----

INDEX

- Index des figures.....	76
- Index des tableaux.....	79

ANNEXE.....	80
-------------	----

DEDICACE

A maman

et à tous ceux que j'aime.

Dorra.

Remerciements

Toute ma gratitude et ma reconnaissance à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste mémoire, je remercie en particulier :

- M^r BACHIRBEY Y. , M^{lle} DALIALI H., M^r et M^{me} BENTELLIS , M^{lle} KHOUCHENE A. , M^{me} MOKHTARI F. , M^r TAZIBTE , M^r Maz, Mr SELMI , M^r HOCINET , M^{me} HALFAOUI , M^{me} HABLEL , M^{lle} KARA M^{me} SAID.
- M^r BELKESSA , M^r LARID , M^r BOULAHIDID ,le personnel de l'I.S.M.A.L à Sidi-Fredj notamment Hamid, Hamida, et Sami du laboratoire d'Aménagement ; Naima, Samia, Feriza et Nabila du laboratoire de chimie ;Hayet du laboratoire de phytoplancton ; Youssef du laboratoire d'écologie.
- M^r LAHCEN ,M^r KHORCHI , M^r FETAH , Mlle KARI et le personnel de la D.T.P de la wilaya de Tipaza , Mr MOKRAN de la D.T.P de Kolea.
- M^r ZINAI de l'U.G.P.A.P.
- M^r ABED , M^r IDRISBEY et M^r MEDJYAH du L.E.M.
- M^{me} MAAMRI de SONATRAM.
- Tous les membres de ma famille qui m'ont soutenu jusqu'à la fin.

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Le port de Bou-Haroun connaît une grande convoitise notamment par les pêcheurs grâce à la situation stratégique qu'il occupe au bord de la baie de Bou-Ismail .Il n'a connu son extension définitive que depuis la fin des années soixante-dix, or depuis cette date la population des pêcheurs a largement augmenter sans que les structures du port soient changées ou que les problèmes existants soient réglés.

Parmi les nombreux problèmes que connaît le port nous avons été attiré par les problèmes d'envasement signalés d'une part par les autorités locales (E.G.P.A.P) et d'autre ,par les pêcheurs de Bou-haroun.

Notre modeste étude consiste sur la manière d'entretenir le fond du port qui subis un envasement assez important, assez inquiétant. Pour parfaire notre étude et à fin de cerner la problématique nous avons adopter la démarche suivante:

- Etude sédimentologique: Elle consiste à déterminer la nature du sédiment portuaire afin de déceler son origine et d'adopter le matériel adéquat au dragage .

- Etude de pollution: Elle permettra de déterminer le degrés de pollution du sédiment portuaire .

- Etude bathymétrique : Elle servira à déterminer d'une part le taux d'envasement actuel en vue d'une opération de dragage et d'autre part à estimer la vitesse approximative d'envasement dans le port.

- Etude de dragage: Elle permettra d'estimer le volume du sédiment à excaver du port.

Nécessairement à notre étude il serait judicieux de trouver un site de dépôt en prenant en considération le paramètre environnemental.

Chapitre I

**GENERALITES
SUR LE PORT
DE BOU-HAROUN**

1- HISTORIQUE:

Il n'existe pas de documents relatant l'historique du port de BOU-HAROUN , néanmoins on sait que ce port existait déjà pendant la période coloniale comme abri aux petites embarcations de pêche , aux lamparos sardiniers et petits chalutiers . 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 (fig.1) .A l'approche du mauvais temps le plan d'eau devenait inutilisable à cause de sa faible profondeur et sa forte agitation par la houle ; ce qui incitait les pêcheurs de haler à terre leurs chalutiers (Ponts et chaussées , 1951)

D'après les informations du L.C.H.F(1972) le port a été reconstruit en 1947 , les travaux se sont poursuivis par l'aménagement du terre plein (0.6 ha environ) en 1960 à l'Ouest du port (fig. 2) , protégé par des enrochements qui ont été consolidés après la tempête de 1967 . En 1976 sur initiative du ministère des transports, sachant que la pêche est la principale ressource de BOU-HAROUN , pour répondre aux besoins des marchés de consommation à l'échelle nationale et vue l'augmentation rapide du trafic maritime et les dangers rencontrés par les navigateurs locaux , un agrandissement du port a été jugé impératif. Ainsi l'ancien port de BOU-HAROUN présentait une infrastructure portuaire insuffisante et ancienne ne répondant pas aux caractéristiques de la flottille moderne nationale . D'après la note de synthèse de (S.O.N.A.T.R.A.M,1977) : ces travaux d'agrandissement ont permis essentiellement de :

- renforcer et prolonger la jetée principale (Jetée Ouest) ;
- construire un nouveau bassin à l'Est du bassin existant;
- construire à l'intérieure de ces bassins 780 ml de quais.

2- LOCALISATION:

Le port de BOU-HAROUN est situé à 40 km à l'Ouest d'Alger (fig.4), au centre d'une bande côtière d'une dizaine de kilomètres , orientée nord-est sud-ouest et ne possédant aucun abri naturel.

Les coordonnées géographiques de ce port sont les suivantes:

- longitude Est:2° .39' .50''
- latitude Nord:36° .37'

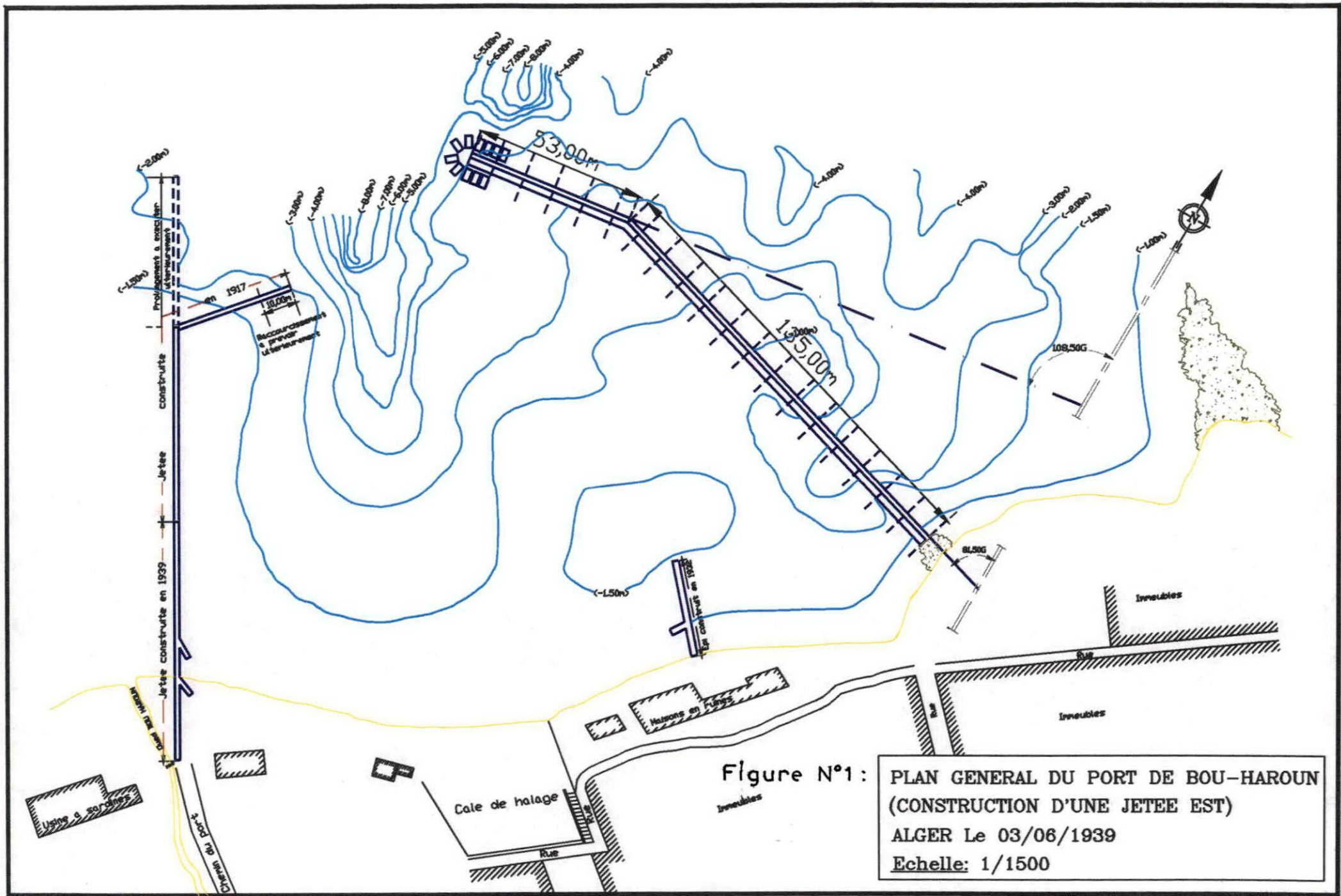


Figure N°1: PLAN GENERAL DU PORT DE BOU-HAROUN
(CONSTRUCTION D'UNE JETEE EST)
ALGER Le 03/06/1939
Echelle: 1/1500

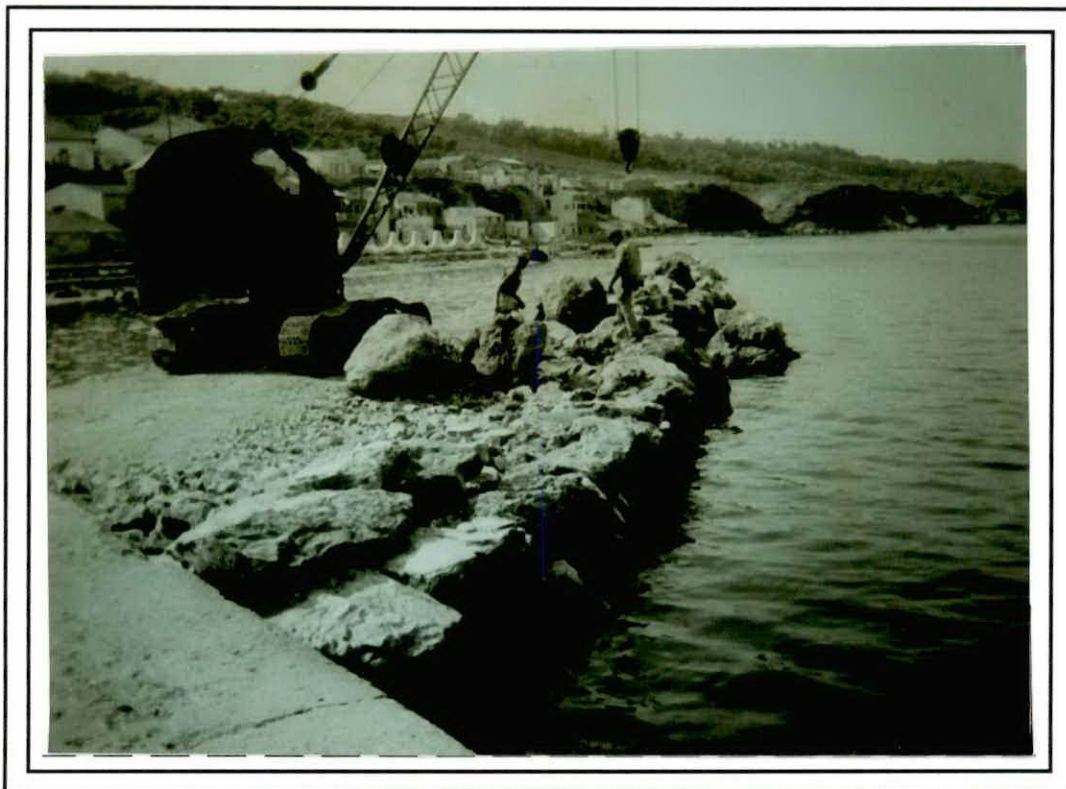


Figure N°2: Bou-Haroun , construction d'un terre plein Ouest (Septembre 1960).

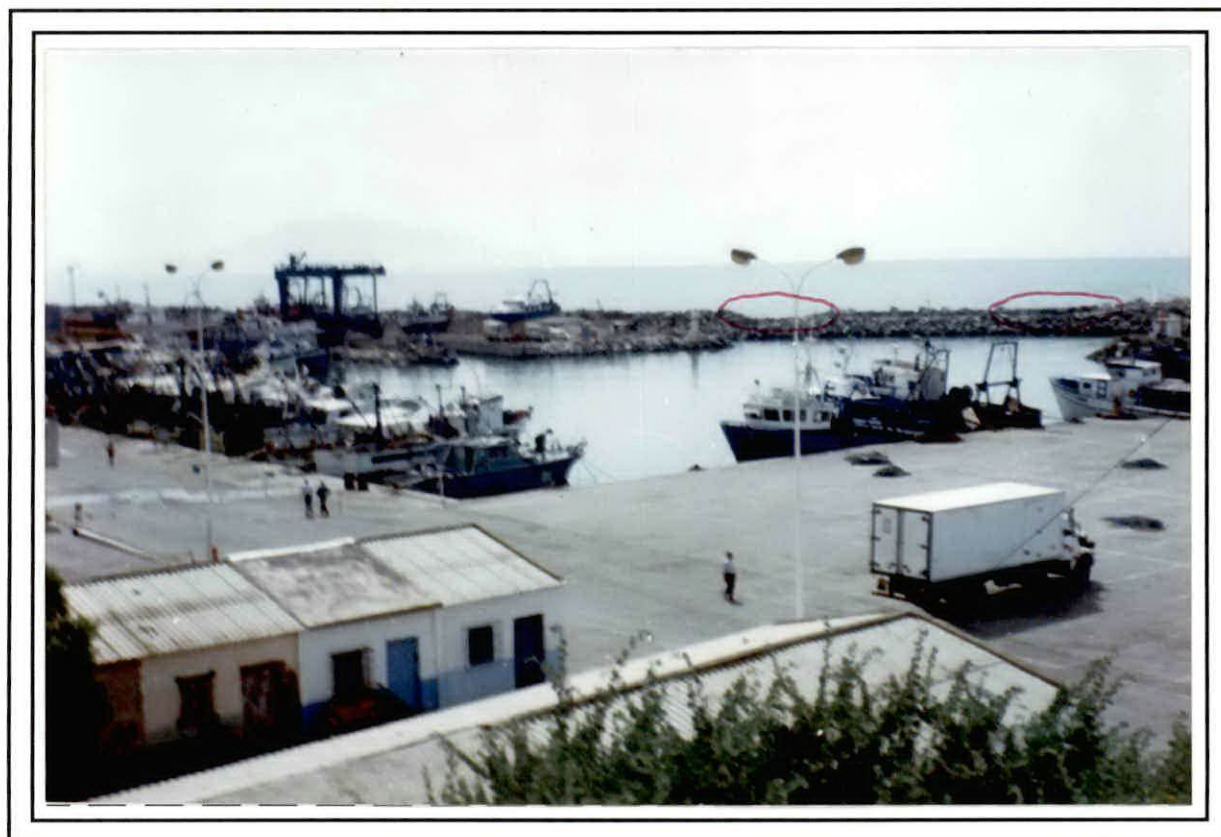


Figure N°3: Indication des deux endroits d'affaissement sur la jetée Ouest (entourés en rouge). (1997)

3- PRESENTATION DU PORT:

Le port de BOU-HAROUN est un port spécialisé dans la pêche , à l'échelle nationale il est classé deuxième après celui de BENI-SAF et ceci grâce à sa capacité d'accueil et à sa production halieutique qui est importante.

Selon Mr ZINAI (officier du port de BOU-HAROUN) la servitude du port en produits de pêche va au delà de la région algéroise, en effet à l'Est elle s'étend jusqu'à la Kabylie (Bejaia), et au Sud jusqu'à Djelfa et Berouaguia.

Vue la grande convoitise de ce port par une importante clientèle d'acheteurs certains pêcheurs de Ténès vont jusqu'à se déplacer au port de BOU-HAROUN pour vendre leur marchandise de pêche.

3.1- Caractéristiques techniques du port:

Le port de BOU-HAROUN est constitué de deux bassins d'une superficie totale de 29 830 m² (fig. 5), le premier bassin (bassin A) d'une superficie de 14 280 m² est destiné uniquement aux chalutiers et le deuxième (bassin B) de 15 550 m² est destiné aux sardiniers et petits métiers .Ces deux bassins sont limités par deux jetées : une jetée Ouest de 260 ml (dite jetée principale) et une jetée Est de 385 ml. A la partie (C) du port (fig.5) la passe d'entrée est large de 70 ml.

La superficie du terre plein est de 26 115 m² dont 22 375 m² occupé par un chantier naval (E.C.O.R.E.P).Le port bénéficie d'une longueur de quais de l'ordre de 661 ml répartie en quatorze quais d'accostage. Enfin il est intéressant d'ajouter que les bateaux à BOU-HAROUN amarrent perpendiculairement aux quais .

Concernant les superstructures existantes au niveau du port , aucune documentation n'a été disponible au niveau de l'entreprise de gestion du port (l'E.G.P.A.P) ni au niveau d'aucun organisme administratif consulté .Ceci m'a conduit à compléter d'autres informations (IRATEN et REBHI, 1996) avec celles relevées sur terrain me permettant ainsi de compléter la carte (fig.5) fournie par le cadastre (Koléa,1998).

- (B) - La marine nationale .
- (C) - L'administration des pêches et ses annexes comme les grandes chambres froides (E.N.O.C.E.P).
- (D) - La poissonnerie et la fabrique de glace gérée par l'E.N.O.C.E.P.
- (E) - Une station NAFTAL.
- (F) - Deux réservoirs de capacité 10 000 litres et 15 000 litres reliés à la station NAFTAL.
- (G) - Un bureau annexe de l'office nationale de la météorologie (O.N.M).
- (H) - Un atelier de construction et de réparation navale (E.C.O.R.E.P)
- (I) - Un agent agréé de vente de matériels de pêche
- (J) - Des locaux de pêche pour les marins (cases de pêcheurs).
- (K) - Des installations annexes: (cafétéria , restaurant ...)

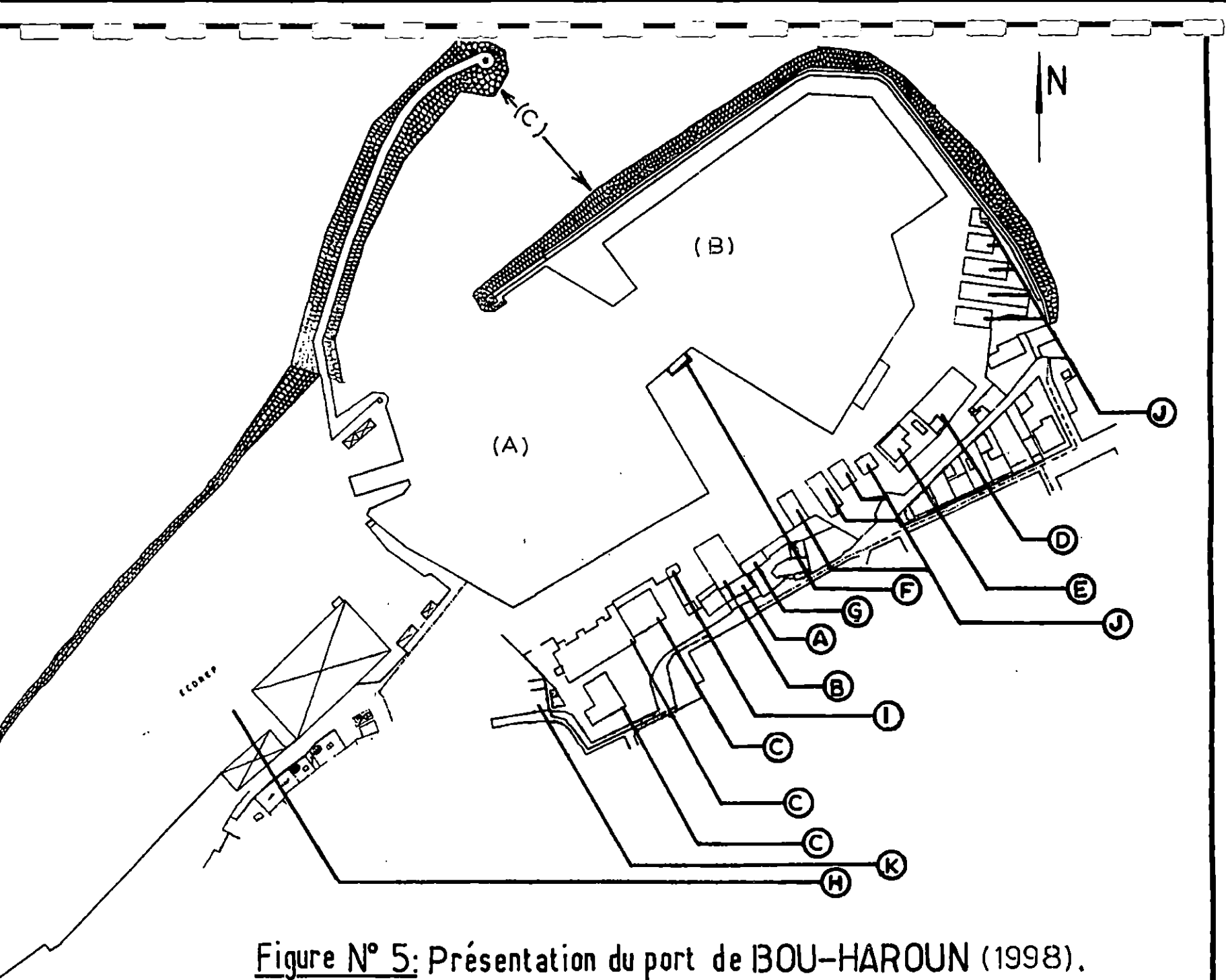


Figure N° 5: Présentation du port de BOU-HAROUN (1998).

Echelle: 1/2 500

3.2- La pêche:

3.2.1- La flottille de pêche :

Au cours de ces sept dernières décennies le port de BOU- HAROUN a vu augmenter sa flottille de façon considérable . Ceci a été constaté à partir des évolutions qui ont été illustrées de 1929 à 1989 (Arab,1990),de 1980 à 1990 (Boucenna et Yala,1991) et celles illustrés de 1993 à 1997 dans le (tab.1) . Selon (Belkessam et Issolah,1991) l'attractivité du port est dû au fait qu'il est implanté au devant d'une zone qui offre un espace chalutable beaucoup plus important que les zones mitoyennes.

Tableau 1: Evolution de la flottille de 1993 à 1997.

Années	Nombre de bateaux			Total
	Chalutiers	Sardiniers	Petits métiers	
1993	21	42	85	148
1994	20	45	93	158
1995	19	48	92	159
1996	19	45	58	122
1997	22	44	63	129

On pourrait croire à une baisse d'effectif à partir de 1996, mais en fait ceci n'est dû qu'à une opération d'assainissement qui a consisté à déclasser les navires non productifs depuis cinq années au moins .

Selon le directeur de la délégation des pêches de Tipaza, jusqu'en 1980 seulement 10 % de la flottille a fait l'objet d'une importation , mais entre 1980 et 1985 ce chiffre est passer à 60 %. Actuellement c'est l'E.C.O.R.E.P qui fournit le port en bateaux .

Les bateaux les plus importants de par leurs captures diversifiées sont les chalutiers dont certains peuvent atteindre une superficie de 124 m² (20 m de long et 6.20 m de large) et un tonnage de 73 tonnes (tab.2).

Tableau 2:Caractéristiques techniques de la flottille de pêche à BOU- HAROUN.

	Superficie (m ²)	Tirant d'eau (m)	Tonnage (T)	Capacité du moteur (chevaux)
Chalutiers	63.33 à 124	2 à3	19.64 à 73.68	180 à 660
Sardiniers	33.00 à 156	1.5 à 2	11.00 à 65.03	200 à 600
Petits métiers	4 à 18	0.40 à 0.95	0.91 à 5.81	9.9 à 130

3.2.2- La population des pêcheurs:

D'après les données fournies par la délégation des pêches de Tipaza 1847 marins pêcheurs ont été recensés en 1997 , la grande majorité de cette population est originaire de la région de BOU-HAROUN .Parmi eux on a compté 909 pêcheurs qui ont moins de 30 ans , 753 pêcheurs ont entre 30 et 50 ans et 185 ont plus de 50 ans .

Une minorité est diplômée , environ 234 dont 173 patrons pêcheurs et 61 mécaniciens.

3.2.3- La production halieutique:

Le taux de la production halieutique joue non seulement un rôle dans le développement économique de la commune de BOU-HAROUN (P.D.A.U,1995) mais aussi fait la renommée du port . Le (tab.3) qui représente les espèces cardinales prises en compte en statistique de 1993 à 1997 , nous permet d'avoir une idée sur l'évolution de cette production .

Tableau (3): Bilan annuel de la production halieutique à BOU-HAROUN de 1993 à 1997.

Années	Poisson blanc (t)	Poisson bleu (t)	Crustacée (t)	Squale espadon(t)	Total (t)
1993	456	5 319	123	115	6 013
1994	673	10 539	172	91	11 475
1995	810	9 286	200	194	10 490
1996	481	3 737	202	154	4574
1997	367	4 166	291	82	4 906

(Unité en tonnes)

NB : Jusqu'à 1996, la pêche s'effectuait à la dynamite ce qui explique les valeurs importantes en production halieutique avant cette date.

4-RECENSEMENT DES PROBLEMES EXISTANTS AU PORT DE BOU-HAROUN:

Pour compléter la description du port , il est indispensable de mentionner les problèmes qui y existent surtout que certains de ces derniers en s'aggravant peuvent porter préjudice voir perturber considérablement le bon fonctionnement du port .

La liste établie ci-après a été obtenue grâce à une enquête menée sur terrain complétée par des informations obtenues des pêcheurs et de quelque directions (la direction des travaux publics de la wilaya de Tipaza , la D.T.P de Koléa , la délégation des pêches de Tipaza , la commune de BOU-HAROUN, l'U.G.P.A.P).

- Liste des problèmes existants au niveau du port de BOU-HAROUN:

1- Diminution de la profondeur du plan d'eau des deux bassins ceci risque de créer des difficultés de circulation et d'accostage notamment pour les bateaux à tirant d'eau important .

2- Surdensité d'occupation du port par la flottille de pêche (en 1995 le taux de saturation du port a été estimé à 259 %)ce qui empêche tout accueil éventuel de bateaux supplémentaires.

3- Affaissement apparent dans deux endroits de la jetée Ouest qui serait dû à un affouillement (fig.3),mais ceci reste à vérifier.

4- Absence du cercle d'évitage dans le deuxième bassin ,dû à l'occupation de cet espace par quelques bateaux faute de postes à quais .

5- Pollution des deux bassins qui se manifeste par une odeur âcre et désagréable notamment en saison estivale ; par la quasi opacité de l'eau et sa couleur qui est souvent verdâtre ainsi que par quelques déchets flottants à la surface de l'eau.

6- L'impraticabilité de la passe d'entrée par mauvais temps (un grand nombre de pêcheurs à BOU-HAROUN se plaignent de ce problème car il leur est même arrivé de rester coincés à l'extérieur du port en pleine tempête attendant pendant des heures que la mer se calme pour pouvoir pénétrer par la passe sans risque), qui serait dû à sa mauvaise orientation. Il semblerait que les houles dominantes en période hivernale (houles du Nord-Ouest) attaquent perpendiculairement la jetée Est. Il se forme alors une série clapotis au déferlement qui se trouvent par la suite piégés entre les deux jetées, augmentant dangereusement l'agitation au niveau de la passe.

7- L'insécurité des accostages et des transactions quand ils s'effectuent pendant la nuit, dû à l'absence d'éclairage le long des terre-pleins malgré la présence d'installations électriques (depuis la réception du port en 1982, les installations électriques n'ont jamais été fonctionnelles, mis à part les deux phares).

8- L'absence d'eau potable qui n'est plus en fait un réel problème pour les pêcheurs puisqu'ils ont pu s'en accommoder mais pas sur le plan sanitaire de la marchandise.

D'après (ARAB, 1990) ceci augmente le risque d'une contamination bactérienne, étant donné que le poisson grand pélagique est nettoyé à l'eau de mer.

9- L'éclatement régulier d'une conduite sanitaire, qui récolte en même temps les eaux usées et les eaux pluviales en provenance de l'oued BOU-HAROUN. Les eaux de la conduite s'écoulent alors à ciel ouvert en suivant une légère pente et se déversent directement dans le premier bassin.

On retrouvera plus en détail ce problème dans le chapitre 5 avec d'autres problèmes existants qui sont des sources de pollution.

10- L'insuffisance des moyens financiers à l'E.G.P.A.P, expliquerait le fait que de nombreux travaux d'entretien au port n'ont pas été effectués, comme par exemple :

- La réparation des buses endommagées au niveau de la jetée Est.
- Le financement de l'éclairage.

11- D'importants franchissements se déroulent sur la jetée Est (partie exposée au Nord-Ouest) quand la mer est fortement agitée . Les embarcations sont mises à sec dans cet endroit. Désormais par mesure de précaution , lors des tempêtes les pêcheurs amarrent leurs bateaux plus vers le centre du bassin (il s'agit du deuxième bassin qui est sérieusement touché par ce problème).

12- L'absence des reniflards au niveau du deuxième bassin, empêche le renouvellement de l'eau .

Chapitre II

CADRE PHYSIQUE DE LA REGION DE BOU-HAROUN

1-CADRE GEOLOGIQUE :

1-1- Géologie régionale :

Au niveau régional le cadre structural est déterminé par quatre grands ensembles parmi lesquels : le Sahel d'Alger où se localise sur son versant nord notre zone d'étude. Il se divise en trois ensembles superposés déterminés successivement de bas en haut par :

- Le pliocène marin .
- Le pliocène continental .
- Le quaternaire .(HADJ AMMAR,1993).

Ces trois ensembles forment un complexe pliocène au sens large constitue de marnes bleues ou grises imparfaitement recouvertes de couches gréseuses ou sableuse , déformées en un anticlinal orienté d'Est en Ouest parallèlement à la cote . Le flanc Nord de cet anticlinal est complètement rongé par les érosions (LEM , 1993).

1-2- Géologie locale :

Notre zone d'étude se localise dans le massif situé d'âge plio-pleistocene . Le substratum est formé par des marnes plaisanciennes rencontrées à 16 m. et a 20 m de profondeur. Ces marnes sont surmontées par des formations appelées tufs de nature calcaires ou limoneuses [AYME,1954].

2 - MORPHOLOGIE DE LA REGION :

2.1 – Relief de la région de Bou-Haroun (P.D.A.U. , 1995):

De part sa nature typiquement sahélienne , nous rencontrons deux types de relief bien distincts.

- En premier lieu nous avons la zone côtière qui est formée soit de falaises très irrégulières , mais de faible amplitudes , soit de quelque replats au niveau de l'eau .

- Au sud immédiat, une mince couche de terrain plat sépare la zone citée ci dessus du premier bourrelet sahélien . Ce dernier s'étend sur une grande longueur (de l'est vers l'ouest) mais il se distingue surtout par sa largeur qui est très étroite (1,5 à 2 km.) .

- Le plateau sahélien occupe les 80% de la surface communale de Bou – Haroun . Ce dernier est sillonné du Sud au Nord par une multitude de réseaux hydrographiques .

2.2 – Aspect du plateau continental dans la baie de Bou – Ismail :

Les quelques données sur le plateau continental vont nous permettre dans un chapitre prochain de choisir l'une des variantes pour le rejet des produits de dragage.

Le plateau continental de la baie de Bou – Ismail présente des particularités (plateau plus large et fond moins accidentés) inexistantes dans l'Algérois et rares sur le reste du pays en dehors des confins. (mission océanographique 1960) ⁽¹⁾. D'après la description faite par L.Leclaire 1972 :

- Au droit de Chenoua , le rebord prend figure de falaise de plus de 100 mètres (fig. 6) de haut qui surplombe un large méplat . L'isobathe 400 est ainsi rejetée à 14 km. du rivage . Dans le Nord Est du massif du Chenoua , un glacis se développe amplement . La première ligne d'inflexion qui limite le plateau continental suit le tracé du rivage et dessine une ride sous marine (la ride du Chenoua) . Le plateau entre Tipaza et Bou-Haroun se prolonge sensiblement vers les fonds de 1000 mètres après une rupture de pente vers 120 mètres .

- Devant l'embouchure du Mazafran , le plateau continental retrouve son individualité et prend une extension maximum pour cette région (11km.).

-Des l'abord du massif de la Bouzareah , les isobathes se resserrent très étroitement et à l'aplomb de la Pointe Pescade on passe pratiquement sans discontinuité du sommet du massif aux fonds de 2000 mètres . Par ailleurs le plateau continental forme en baie de Bou-Ismaïl , un vaste feston qui s'arc-boute sur les massifs du Chenoua et de la Bouzareah .

Ainsi le plateau avec ses 509 km², ses fonds peu accidentés offrent 70% de surface chalutable (KORICHI ,1988).

(1)Mission océanographique effectuée du 26 Novembre 1959 au 28 Février 1960 par le bâtiment « Président Théodore Tessier » de l'institut scientifique et technique des pêches maritimes , dans le but d'étudier la pêche dans les eaux Algériennes et limitrophes de l'Algérie .

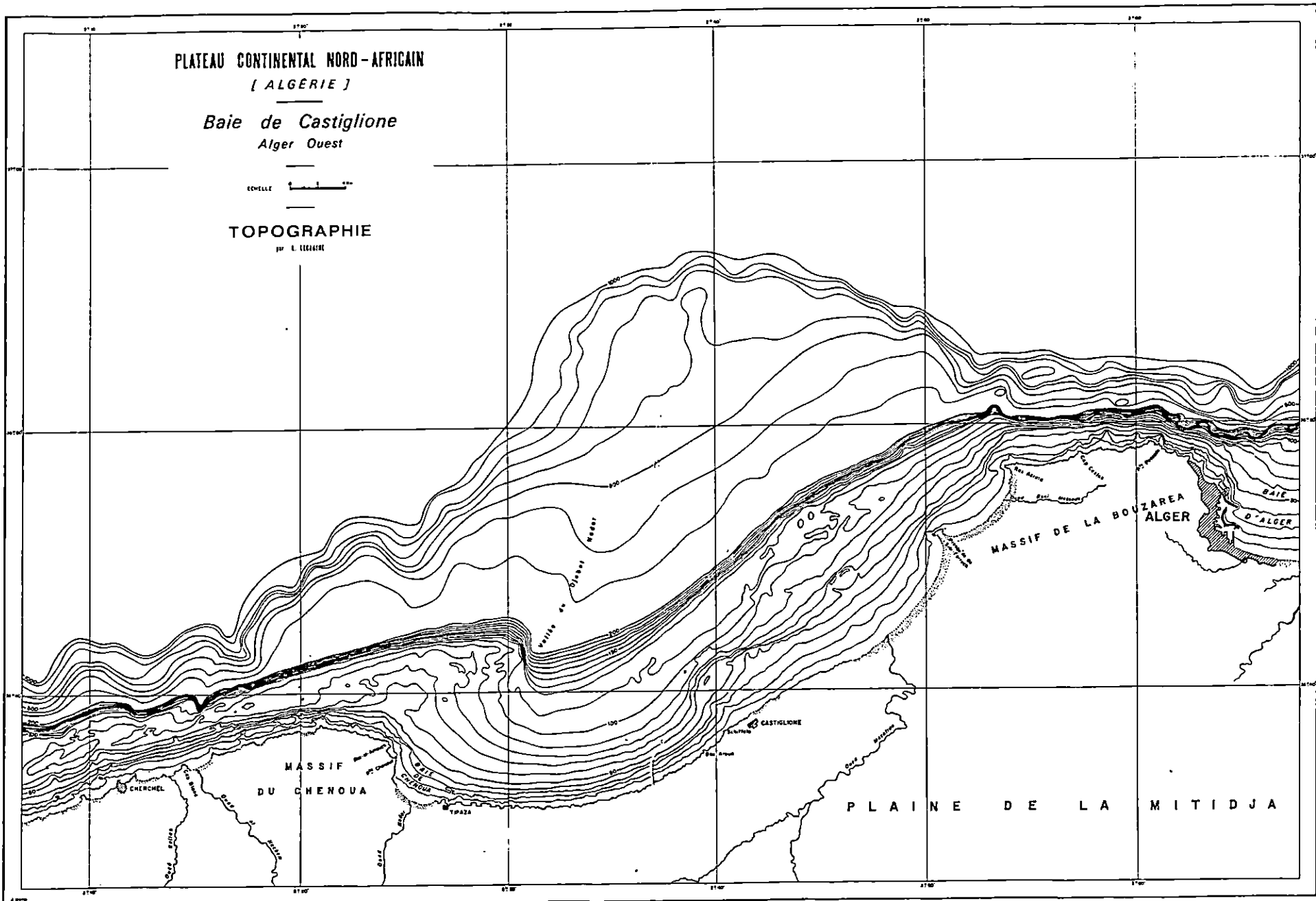


Figure N°6: TOPOGRAPHIE DE LA BAIE DE BOU-ISMAIL selon (LECLAIRE L., 1972).

Chapitre III

DONNEES

CLIMATIQUES

1- LES VENTS:

Le vent est un facteur climatique important , influant sur les masses d'eau de mer en produisant des mouvements en surface et en profondeur.

Ainsi les effets qui en résultent (les courants) induisent une influence certaine sur la dispersion des produits de dragage dans les zones de déversement.

La synthèse des données fournies par :

- La station de BOU-ISMAIL 1956-1960 ;
- La station cap Caxine 1974-1984 ;
- L'U.S. Naval weather service 1944-1970.

montre une prédominance des vents des secteurs N-NW et NE.

- Les vents d'Ouest prépondérants pendant l'hiver s'inscrivent dans la plage de vitesses allant de 6 à 10 nœuds.

- Les vitesses maximales, avec des valeurs de 36 nœuds ont été mesurées dans la direction Ouest au cours du premier trimestre .

- En été (Avril à Septembre) les vents du secteur NE sont nettement dominants, leurs vitesses maximales instantanées demeurent pratiquement équivalentes à celles mesurées durant l'hiver .

- La fréquence maximale s'inscrit également dans la plage de vitesses de 6 à 10 nœuds .

- Les vents du NE deviennent permanents durant le troisième trimestre .

- Les vitesses les plus élevées , de l'ordre de 32 nœuds , sont assez fréquentes surtout au mois de Juin.

- Les vents d'Est et NE dominant au cours de l'été , mais la majorité de ceux-ci ont des vitesses inférieures à 16 nœuds .

En conclusion : sur le site de BOU-ISMAIL:

Les vents de NE et Est se distinguent beaucoup plus par leurs vitesses que par leurs fréquences.

Les vents du secteur NW et NNW sont appréciables par leurs forces mais non par leur fréquence .

2- PLUVIOMETRIE:

Le rythme pluviométrique méditerranéen se caractérise par son irrégularité. La région de BOU-HAROUN reçoit en moyenne 400 à 600 mm d'eau par an

dont 75% des précipitations tombent pendant la période allant de Juillet à Août (11mm moyenne mensuelle), les pluies de printemps sont peu importantes (P.D.A.U,1995).

3- LES HOULES:

Au voisinage de la côte lorsque la profondeur devient faible (inférieure à la demi-longueur d'onde) , la houle subit un certain nombre de modifications importantes dont certaines affectent le transport des sédiments (Ottman,1965).

En hiver les houles les plus importantes viennent de l'Ouest et Nord-Ouest avec des amplitudes de 2 à 2.5 mètres ,les houles maximales peuvent atteindre les 4 à 6 mètres . Dans ces conditions la profondeur de déferlement par gros temps d'hiver est à 9 mètres environ .

En période estivale les directions sont Est à nord-est avec des amplitudes généralement plus faibles de 0.5 à 1 mètre (BAKIR , 1987).

4- LES COURANTS:

4.1- Les courants généraux:

Le courant algérien provenant de l'Océan atlantique par le détroit de Gibraltar est orienté d'Ouest à Est , d'épaisseur moyenne de 200 mètres (Milot,1985).

Ce courant longe la côte algérienne et s'en approche sous l'effet de la force de Coriolis .Il se caractérise par des tourbillons cycloniques et anticycloniques de 100 Km de diamètre associés à des remontés d'eau de fond importantes (upwelling) (MILLOT , 1987).

Le courant algérien fait une incursion dans la baie de BOU-ISMAIL et induit des contre courants dans la baie . Ces derniers tournent alors dans le sens des aiguilles d'une montre avec des vitesses très faibles que les vents de sens identique peuvent augmenter leur vitesse (CAULET , 1972).

4.2- Les courants côtiers:

4.2.1- Les courants liés au vent:

Cette étude a été effectuée par la société d'étude et réalisation hydrauliques et maritimes dans le but de faire une expertise du littoral de BOU-ISMAIL .

Afin de préciser la connaissance de ce paramètre sur le site , des campagnes courantométriques par suivi de flotteurs ont été réalisées. Les lâchés ont été effectués au-delà de -3.5 mètres .Les mesures ont été généralement effectuées par mer calme (vitesse du vent :2.5 à 5 m/s)ou peu agitée (vitesse du vent jusqu'à 12 m/s).

Le (tab.4) , regroupe les valeurs mesurées des courants de surface liés aux vents.

Tableau n° 4 : Courantologie de surface mesurée dans la région de BOU-ISMAIL. (source: S.E.R.H.M, 1996)

Dates	W(m/s) (O.N.M)	V(m/s) mesurée	Direction de W(O.N.M)	Direction de dérive observée
06.11.1982	-	0.06	-	NNE-SSW
14.11.1982	03.00	0.06	N à NE	NNE-SSW
24.11.1982	14.00	0.25	S à SE	E-W
04.05.1983	03.00	0.04	NE	E-W
05.05.1983 Matin	07.00	0.11	NE	E-W
Après-midi	11.00	0.19	NE	NE-SW
12.05.1983	04.00	0.06	SW	NE-SW

(W: vitesse du vent - V: vitesse du courant de dérive).

NB : Le S.E.R.H.M. a établi un rapport sur la courantologie en 1996 sur la base de données obtenues par des mesures effectuées en 1982-1983.

Chapitre IV

SEDIMENTOLOGIE

Cette étude permet de reconstituer 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 .

1-MATERIEL UTILISE :

- Deux théodolites pour le positionnement des stations de prélèvement.
- Une ligne de mire pour calculer les distances entre les théodolites.
- Une embarcation « Mordjan » de 10 mètres de long : pour réaliser l'échantillonnage à l'intérieur du port .
- Un petit bateau « Ibtacim » pour les échantillonnages à l'extérieur du port .

2-TECHNIQUE D'ETUDE :

L'échantillonnage des sédiments s'est fait à l'aide d'une benne preneuse manuelle de type « Van Veen » , qui permet de prélever la couche superficielle du sédiment (environ 10 cm).

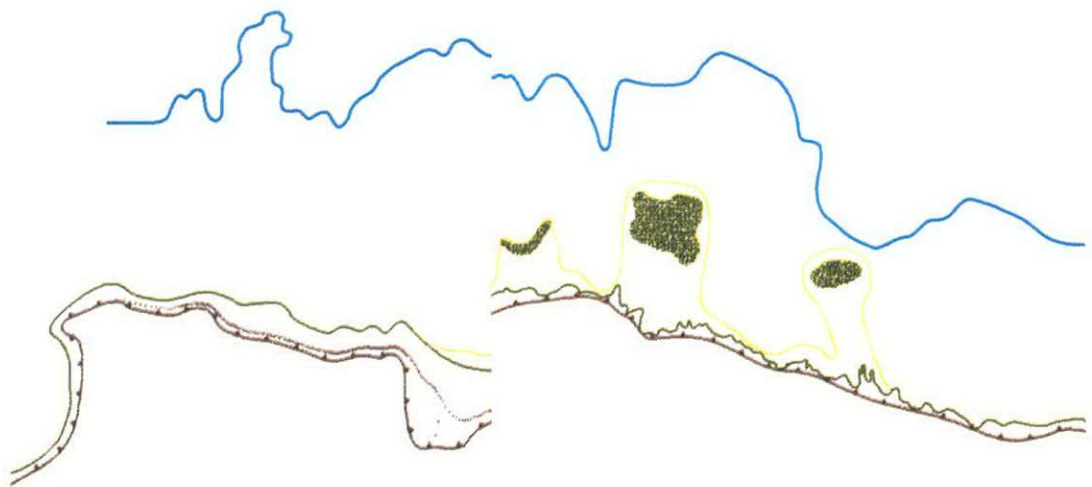
Les échantillons ainsi prélevés ont fait l'objet d'une analyse granulométrique.

3-CHOIX DE LA CARTE :

Il a été difficile de trouver une carte pour positionner les stations de prélèvements . Parmi toutes les cartes réalisées à partir de 1982 par S.O.N.A.T.R.A.M. aucune d'elles ne répondait aux dimensions réelles .

Une vérification a été effectuée sur terrain (mesure des dimensions du terre-plein) celles ci ne correspondait pas aux différentes cartes .Faute de cartes correctes , plusieurs stations de prélèvement ressortait sur le terre-plein (il faut noter que la carte fournie par le cadastre (fig.5) n'était pas encore disponible).

Pour résoudre ce problème , la photo interprétation (au 1/10 000 ème) a été faite à l'aide d'un stéréoscope agrandie de 25 % (au 1/7 500 ème) (fig.7).Ainsi toutes les autres cartes réalisées dans ce mémoire ont été faites à partir de la (fig.7) .



Formes anthropiques:



Port de Bou-Haroun



Terre-plein



Limite suposee



Phare



Enrochements en B.C.R

4- POSITIONNEMENT DES STATIONS DE PRELEVEMENT:

N'ayant pas pu établir un échantillonnage à l'intérieur du port selon des radiales , à cause de la difficulté de manœuvre , le positionnement et le nombre de stations ont été choisis de manière à recouvrir la plus grande partie des deux bassins , soit 54 stations (fig.8) .

Il est de même pour les prélèvements à l'extérieur du port , qui ont été effectués de manière à recouvrir les parties Ouest , Est et au devant de ce dernier (fig.9) .

5-METHODE D'ETUDE :

L'étude granulométrique d'un sédiment comporte généralement deux phases :

- Une phase technique expérimentale conduisant à l'évaluation en pourcentage de chaque dimension de particules à la masse totale du sédiment.
- Une phase d'interprétation des résultats obtenus par la granulométrie

Les travaux de sédimentologie ont été effectués au laboratoire d'aménagement à l'I.S.M.A.L , les échantillons ont été traités selon le protocole suivant :

Chapitre IV

Séchage à l'étuve de l'échantillon brut à 105° pendant 24 heures



Pesée d'une quantité de 150 g (poids initial)



Séparation à 63µm par voie humide des deux fractions de l'échantillon



Fraction grossière > 63µm



Séchage à l'étuve à 105°C pendant 24 h



Pesée (poids final)



Tamisage à sec (pendant 10 mn) sur

Un vibreur



Pesée



Evaluation en pourcentage pour chaque

dimension



Représentation graphique en courbes cumulatives

Semilogarithmiques et histogramme de fréquence



Exploitation des résultats



Fraction fine < 63 µm



Différence des deux poids
(poids initial - poids final)



Poids des pélites

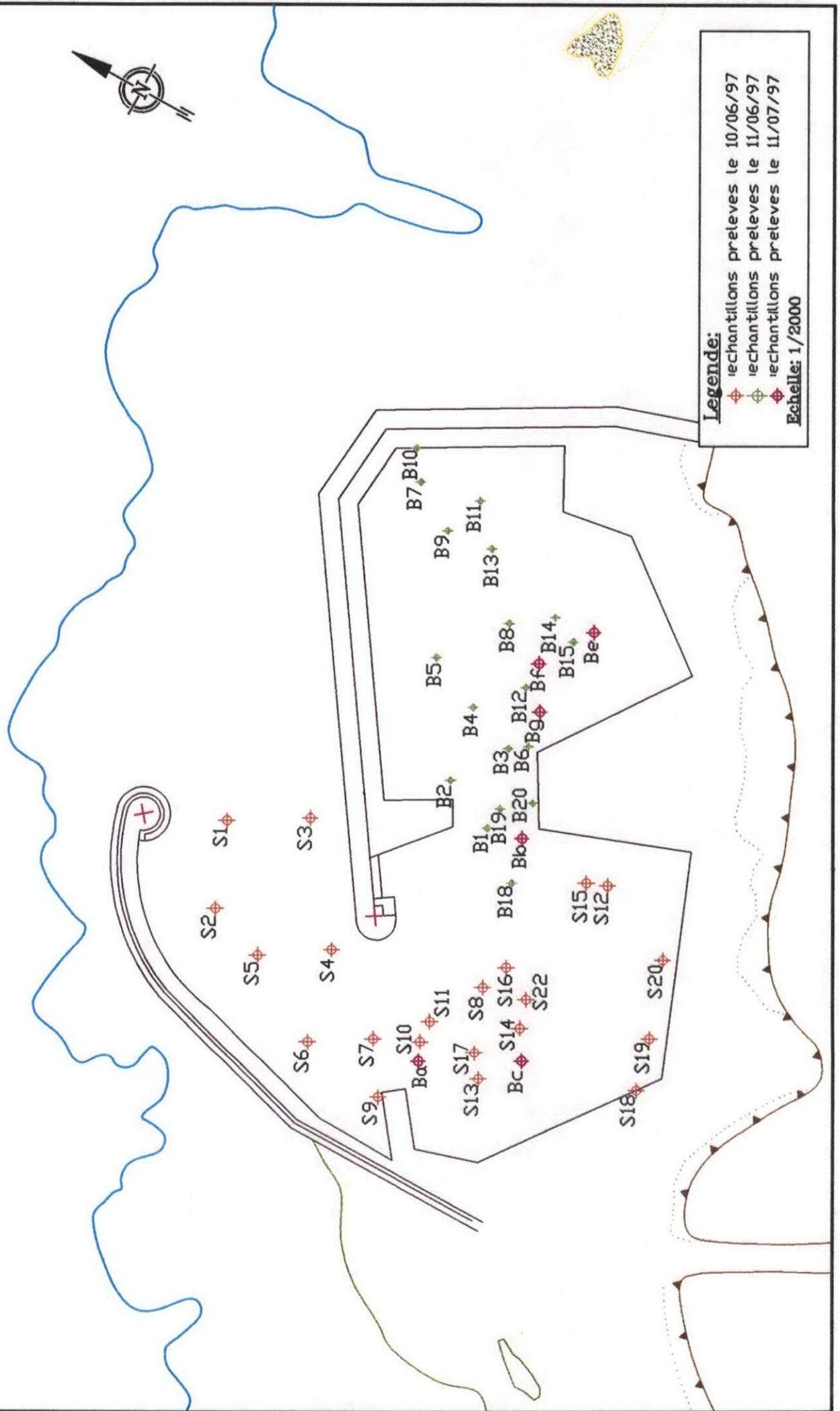


Evaluation en pourcentages



Carte des pélites

**Figure N° 8 : POSITIONNEMENT DES STATIONS DE PRELEVEMENT
A L'INTERIEUR DU PORT DE BOU-HAROUN**



**Figure N° 9 : POSITIONNEMENT DES STATIONS DE PRELEVEMENT A L'EXTERIEUR
DU PORT DE BOU-HAROUN**

E17.

E16.

E14.

E10.



E11.

E2.

E3.

E7.

E20.

E18.

E8.

E9.

E5.

E6.

E1.

E4.

E12.



6-REPARTITION DES PELITES :(Etude de la fraction fine <63µm)

L'évaluation de la fraction fine, dans chaque prélèvement sédimentologique, m'a conduit à établir un plan de répartition des pélites (fig.10).

La répartition en surface des pélites montre des teneurs très élevées qui dépassent les 75 % , ce qui selon la classification de Larsonneur (1977, In saadi-Cherif, Tchenderli, 1995) voir (tab.5) indique la présence de vase .

Tableau n°5 :Classification granulometrique des sédiments :

Type de dépôt	Taux lutites
Sédiment vaseux	< 5%
Sable vaseux	5 à 25 %
Vase sableuse	25 à 75 %
Vase	>75 %

Selon la (fig.10) la fraction pelitique supérieure à 82 % s'étend à partir du premier bassin pour recouvrir presque en totalité le deuxième bassin , ceci traduirait la faible agitation du plan d'eau voir son absence au niveau du deuxième bassin.

Face aux très fortes teneurs en fraction pélitique , du sédiment prélevé , retrouvées exclusivement à l'intérieur du port , on est amené à supposer que la vase qui se trouve dans le port serait d'origine autochtone pour les raisons suivantes :

- Le très grand pourcentage en fraction pélitique à l'intérieur du port n'a été rencontré nul part ailleurs dans les environs immédiats de ce dernier.
- Le gradient de concentration en fraction pélitique décroît à la passe d'entrée pour devenir très faible à l'extérieur du port .

Ces vases proviendraient :

- Des rejets journaliers d'eaux usées , de déchets de toute sorte et surtout de poissons morts, rejetés par les pêcheurs , qui se décomposent au fond.
- Des apports terrigènes qui se déversent fréquemment lors des crues (éclatement d'un émissaire qui récolte en même temps les eaux usées de BOU-HAROUN et les eaux pluviales) et qui forment à cette occasion un panache turbide à partir du premier bassin (fig.11).

Figure N°10 : PLAN DE REPARTITION DES PELITES AU NIVEAU DU PORT DE BOU-HAROUN

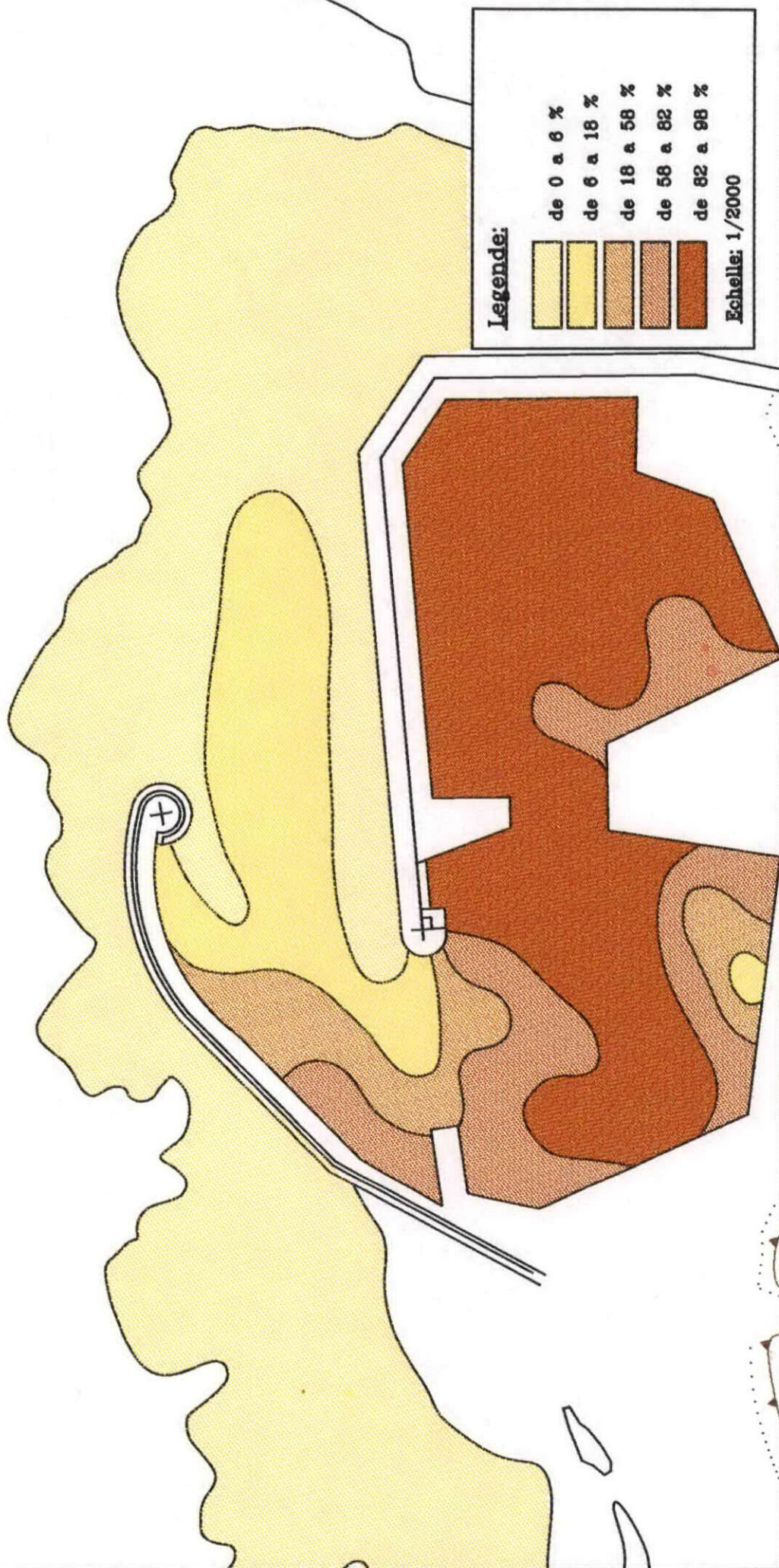
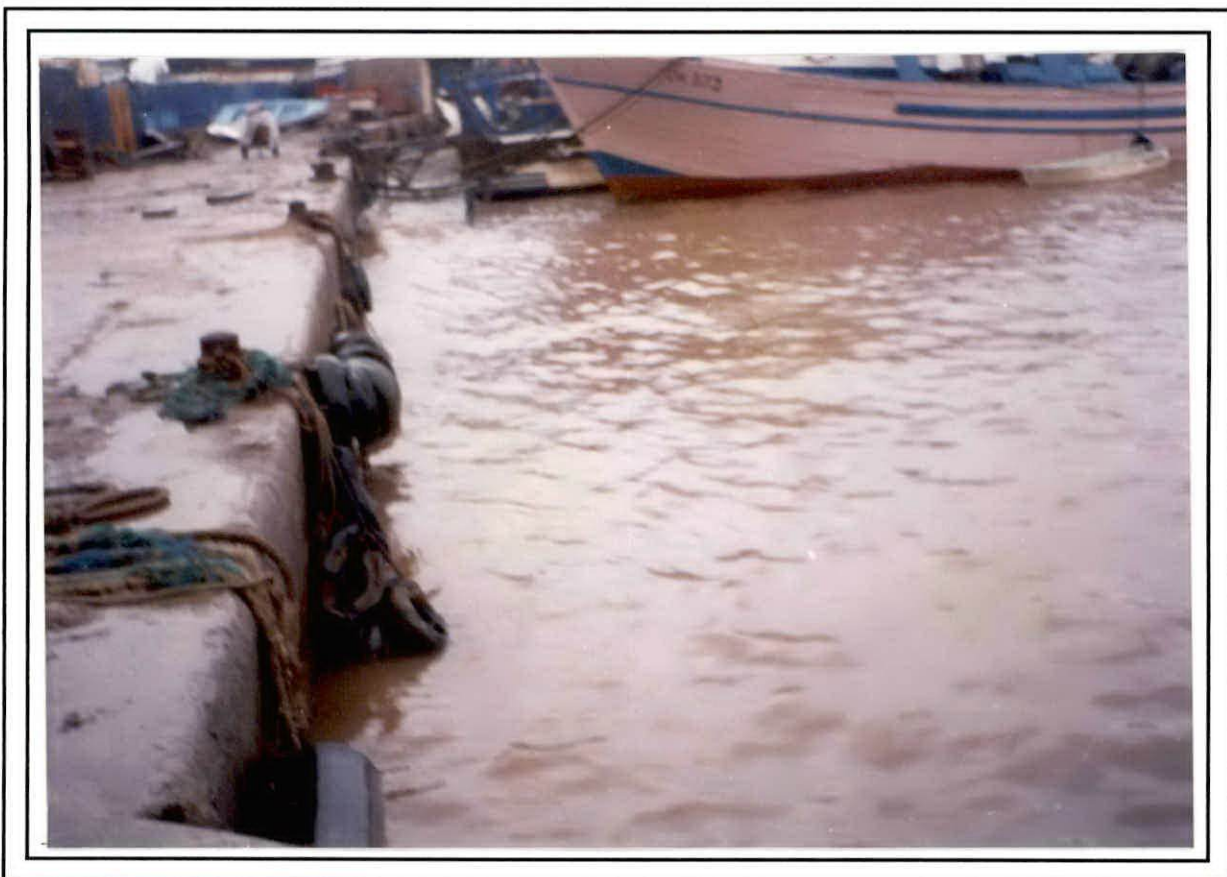


Figure N°11: Comparaison de la couleur de l'eau dans les bassins du port de Bou-Haroun



A: Sans apports terrigenes



B: Avec apports terrigenes

7- DESTRIIBUTION GENERALE DE LA FRACTION GROSSIERE :

7.1- Représentation graphique:

Le traitement statistique des différentes tailles de grains a été représenté sous deux formes graphiques :

- Courbes cumulatives semilogarithmiques :

Elles sont tracées à partir des pourcentages cumulés depuis les particules du refus ($> 63 \mu\text{m}$), en reportant sur le graphique semilogarithmique les éléments suivants :

- En ordonnée (échelle arithmétique) les pourcentages des refus cumulés.
- En abscisses (échelle logarithmique) les mailles successives des tamis du type AFNOR.

Les courbes cumulatives qui représentent les sédiments de la zone d'étude sont exclusivement des courbes unimodales (fig.12 et 13), traduisant la présence d'un seul stock sédimentaire. D'après RIVIERRE (1977) ce type de courbes est dû à l'immobilisation en masse des sédiments par diminution de la capacité de transport.

- **Histogrammes de fréquence :** Ils ont été regroupés sur les courbes cumulatives pour mieux comparer les données granulométriques.

7-2- Analyse modale :

Le mode correspond à la dimension la plus représentée des grains d'un sédiment. La carte des modes est établie à la suite de la construction d'un histogramme de fréquence de leurs répartitions dimensionnelles (fig.14). L'analyse statistique des modes a permis de différencier trois modes :

- Mode $100 \mu\text{m}$.
- Mode $125 \mu\text{m}$.
- Mode $160 \mu\text{m}$.

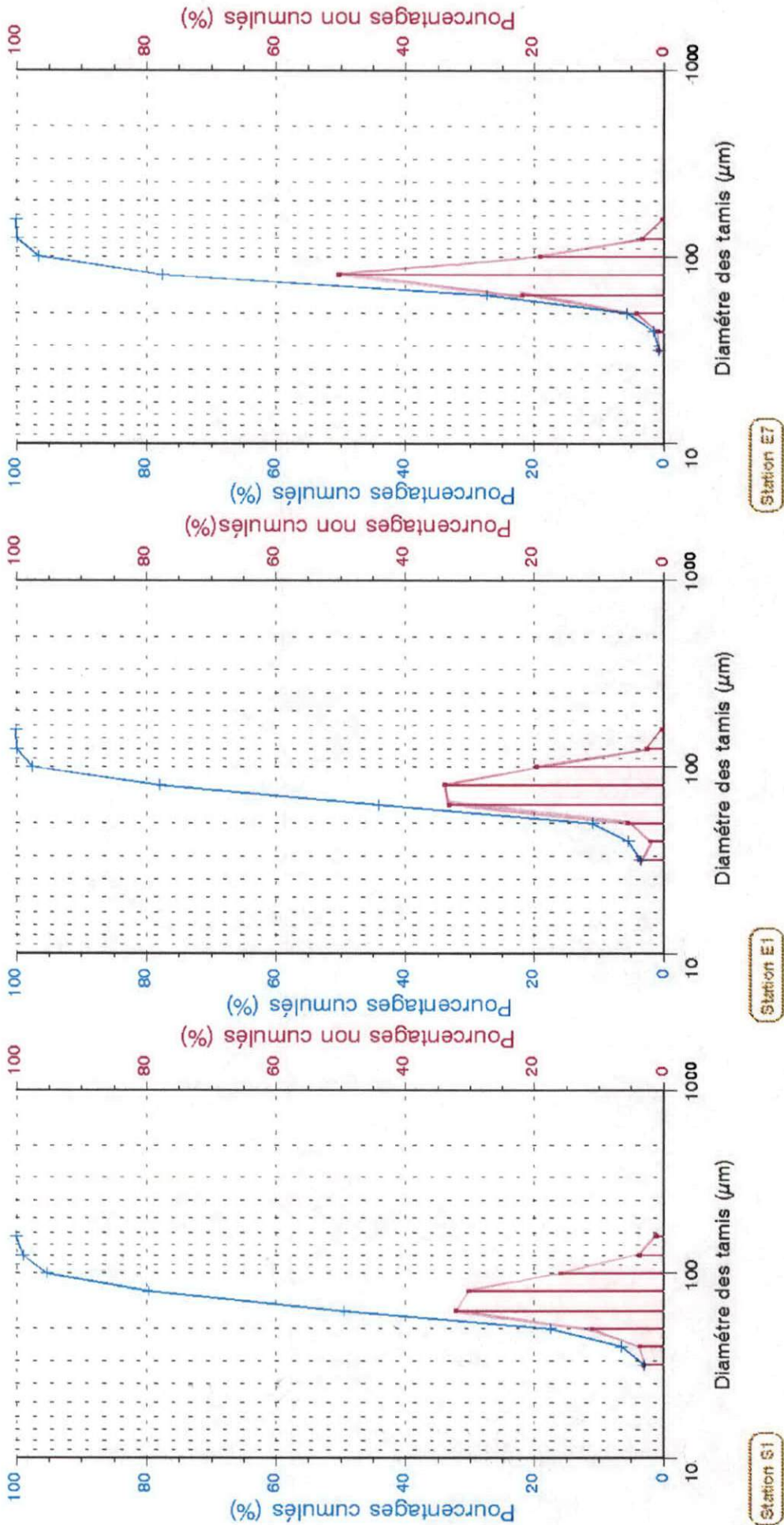


Figure n°12 : Représentation graphique des courbes cumulatives semilogarithmiques et des histogrammes de fréquence correspondants (pour les stations S1,E1,E7).

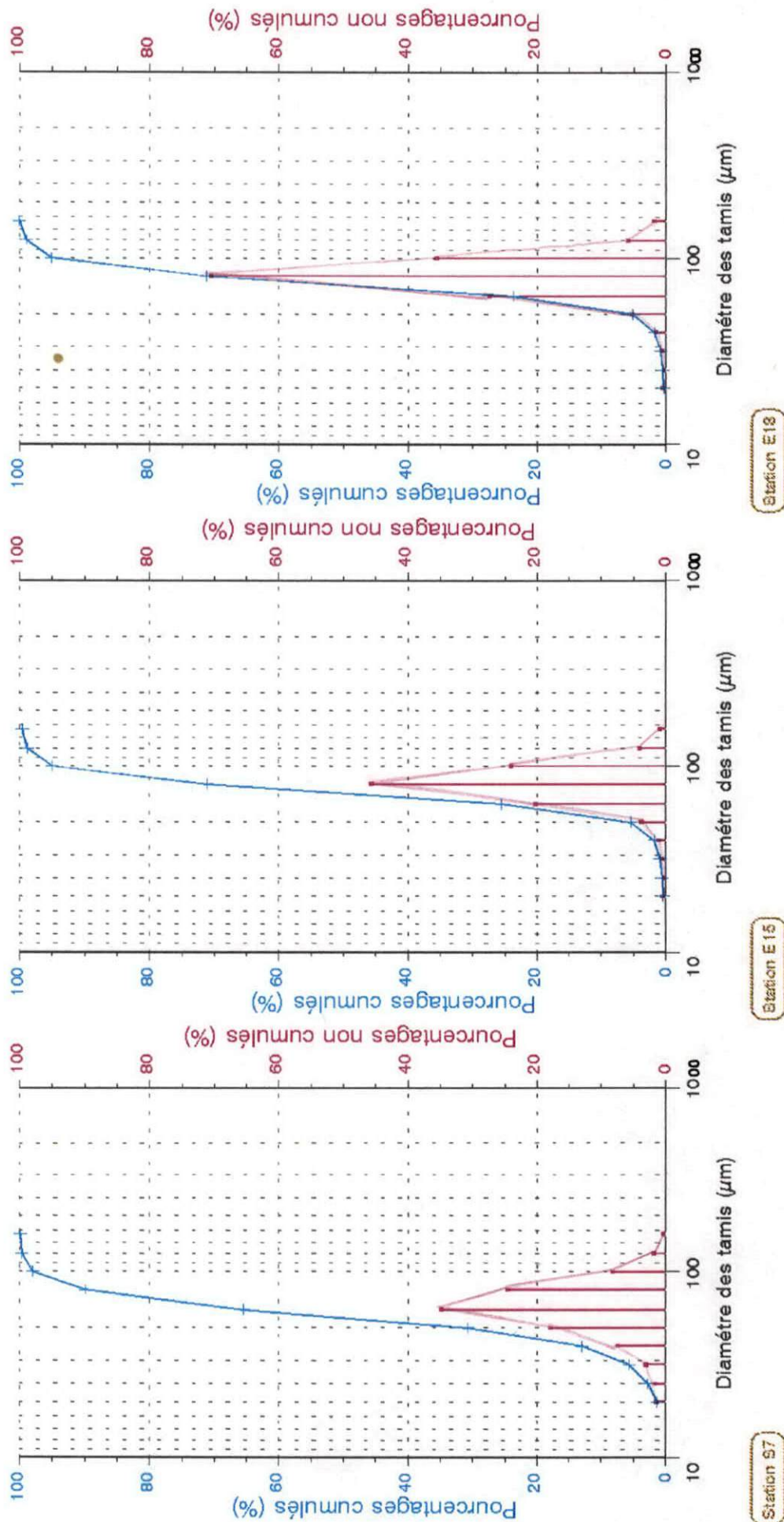
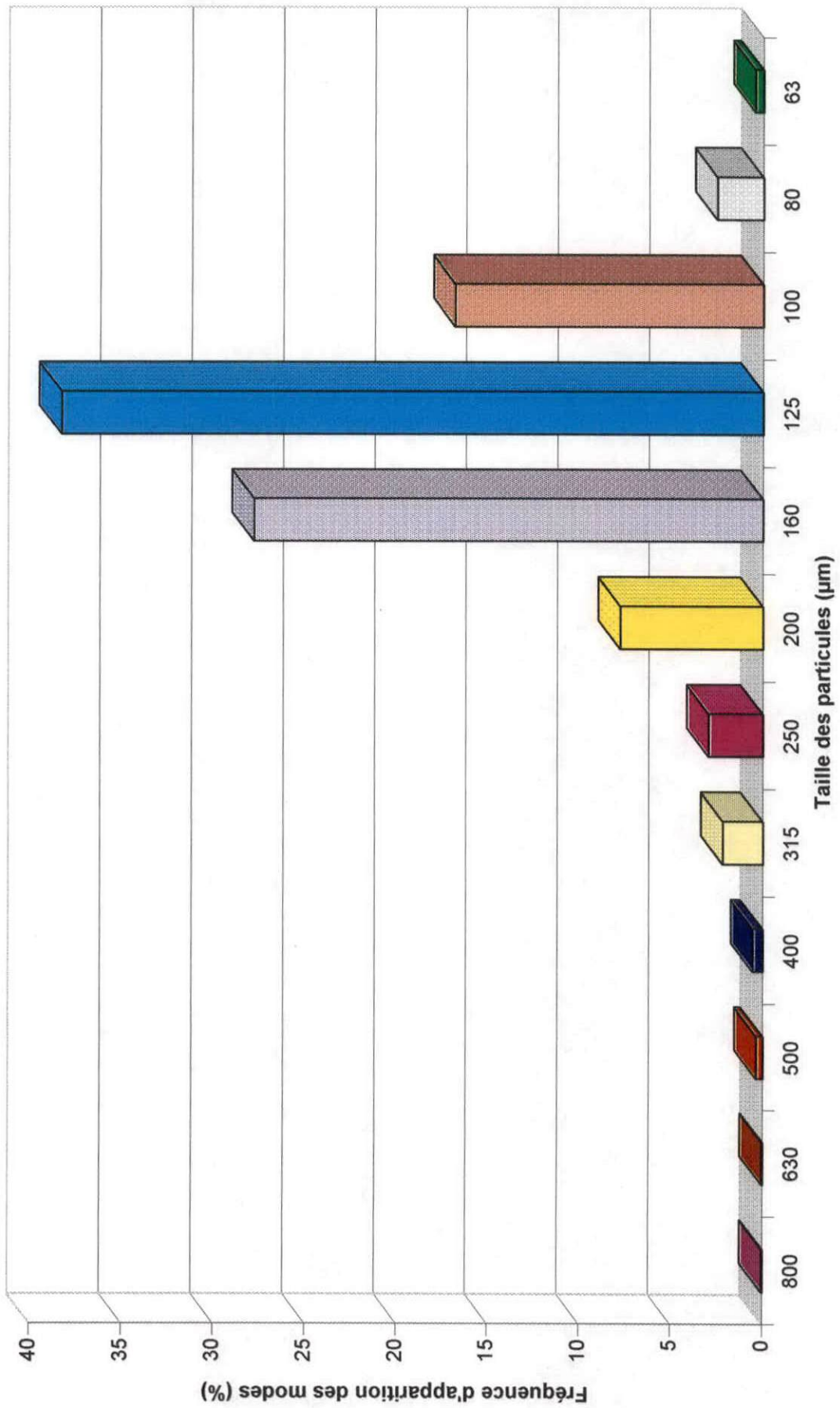


Figure n°13 : Représentation graphique des courbes cumulatives semilogarithmiques et des histogrammes de fréquence correspondants (pour les stations S7,E15,E18).

Figure n°14: Histogramme de fréquence de modes les plus représentatifs.



7-2-1- Répartition du mode 100: (fig.15)

On note une très grande dispersion de ce mode le long de la zone d'étude. Au niveau de la passe d'entrée le pourcentage demeure faible (<10%), sa concentration augmente au fur et à mesure qu'on s'éloigne du port. Sa configuration dénote une entrée des sédiments à partir de l'Est (qui serait dû à la configuration de la passe elle même).

7-2-2- Répartition de mode 125 : (fig.16)

La répartition de ce mode suit un gradient croissant de la passe d'entrée vers le large avec une prédominance de ce mode à l'Ouest du port (40 à 50%). La répartition suit le même trajet que le mode 100. La passe est obstruée par des apports sédimentaires.

7-2-3- Répartition du mode 160 : (fig.17)

Le sens du gradient s'inverse, il va en décroissant de la passe d'entrée vers le large contrairement aux deux modes précédents. Néanmoins la répartition de ce mode à l'entrée de la passe dénote encore une fois l'arrivée des sédiments vers le port .

7-2-4- Conclusion des modes :

L'interprétation des cartes des modes nous amène à déduire d'une part nous sommes en présence de sédiments très fins avec une répartition homogène et que d'autre part les sédiments quelque soit leur nature arrivent au niveau de la passe d'entrée du port.

7-3- Etudes des médianes :

Elle indique la dimension des éléments correspondant à 50 % de la répartition granulométrique. La cartographie de la médiane (fig.18) nous permet d'identifier six classes , allant de 135 μ m à 210 μ m. Nous sommes en présence d'un sédiment fin. La séparation de ces sédiments en classes (6) va nous permettre de mieux visualiser le transit du sédiment à l'approche du port.

- Les sédiments les plus grossiers se trouvent coincés au niveau de la passe du port.
- Les sédiments suivent un gradient décroissant au fur et à mesure que l'on s'éloigne du port.
- Notant que cette répartition suit le même chemin que les autres paramètres sédimentologiques.

Figure N°15 : PLAN DE REPARTITION DU MODE 100

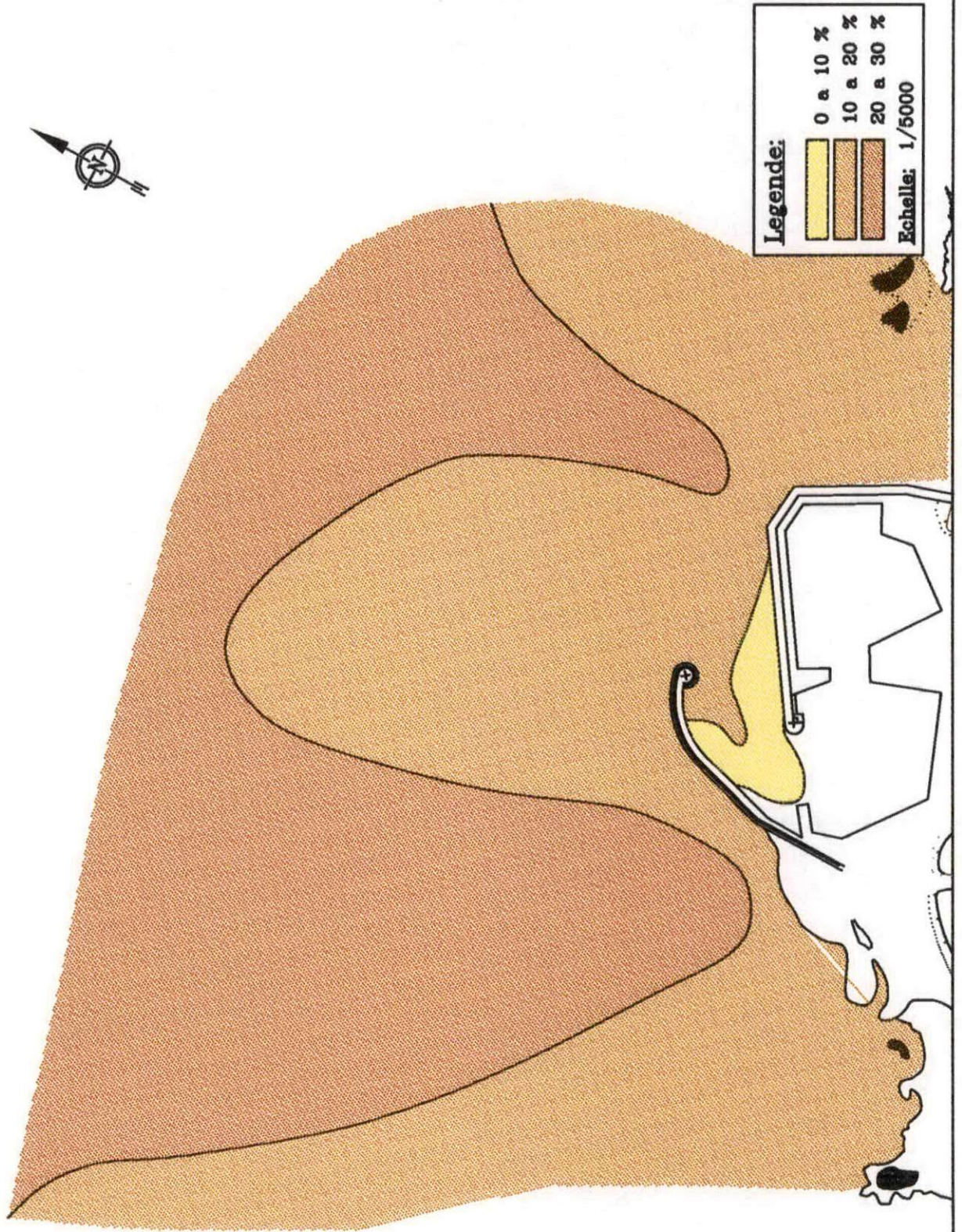


Figure N°16 :PLAN DE REPATITION DU MODE 125



Legende:

[Lightest yellow swatch]	16 a 20 %
[Light yellow swatch]	20 a 30 %
[Yellow swatch]	30 a 40 %
[Orange swatch]	40 a 50 %

Echelle: 1/5000

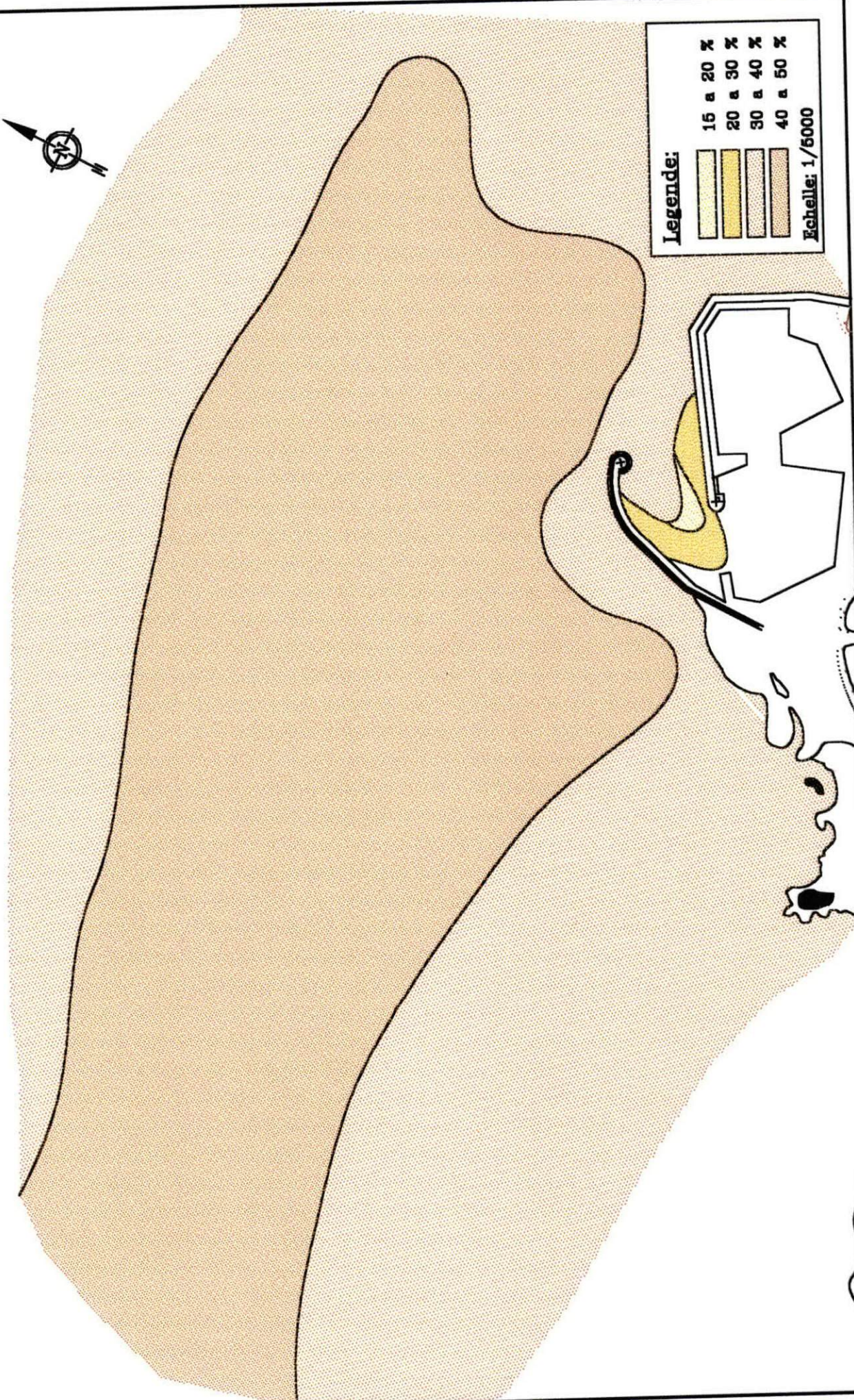


Figure N° 17 : PLAN DE REPARTITION DU MODE 160

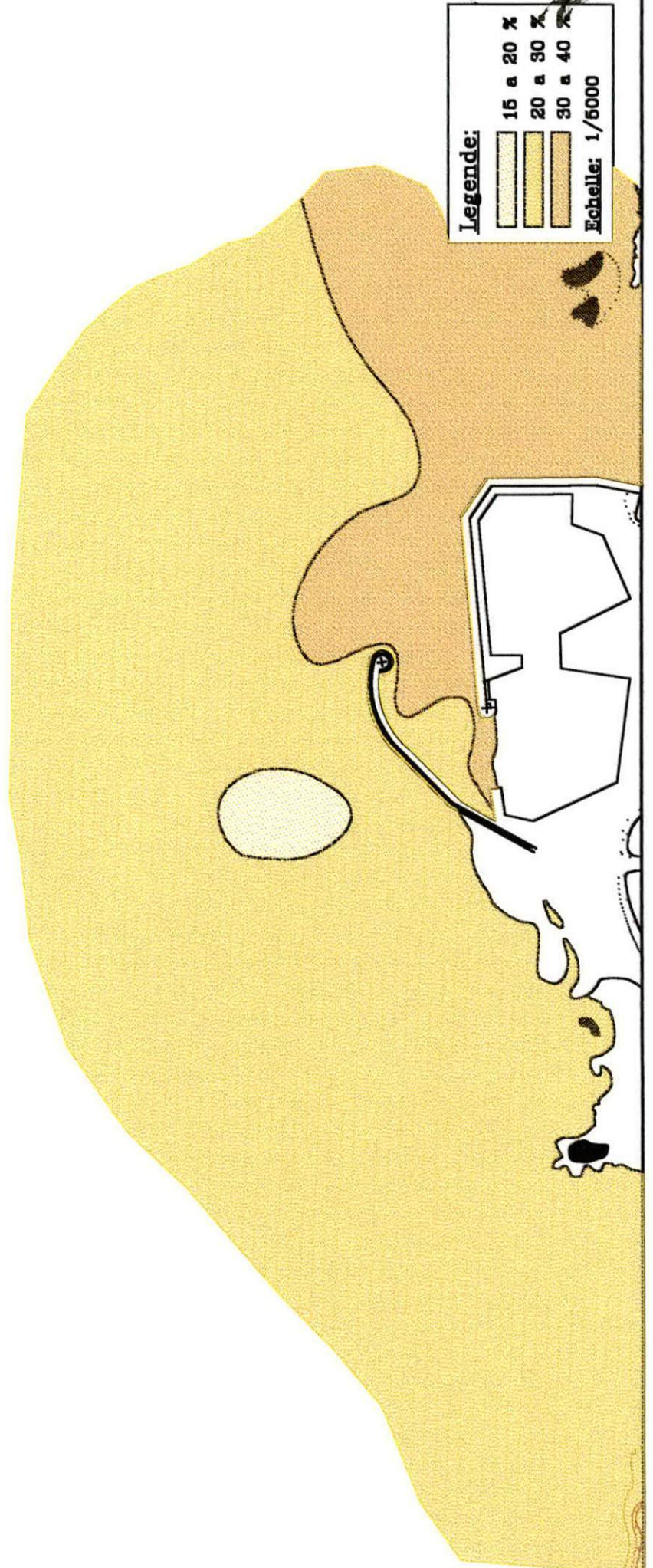
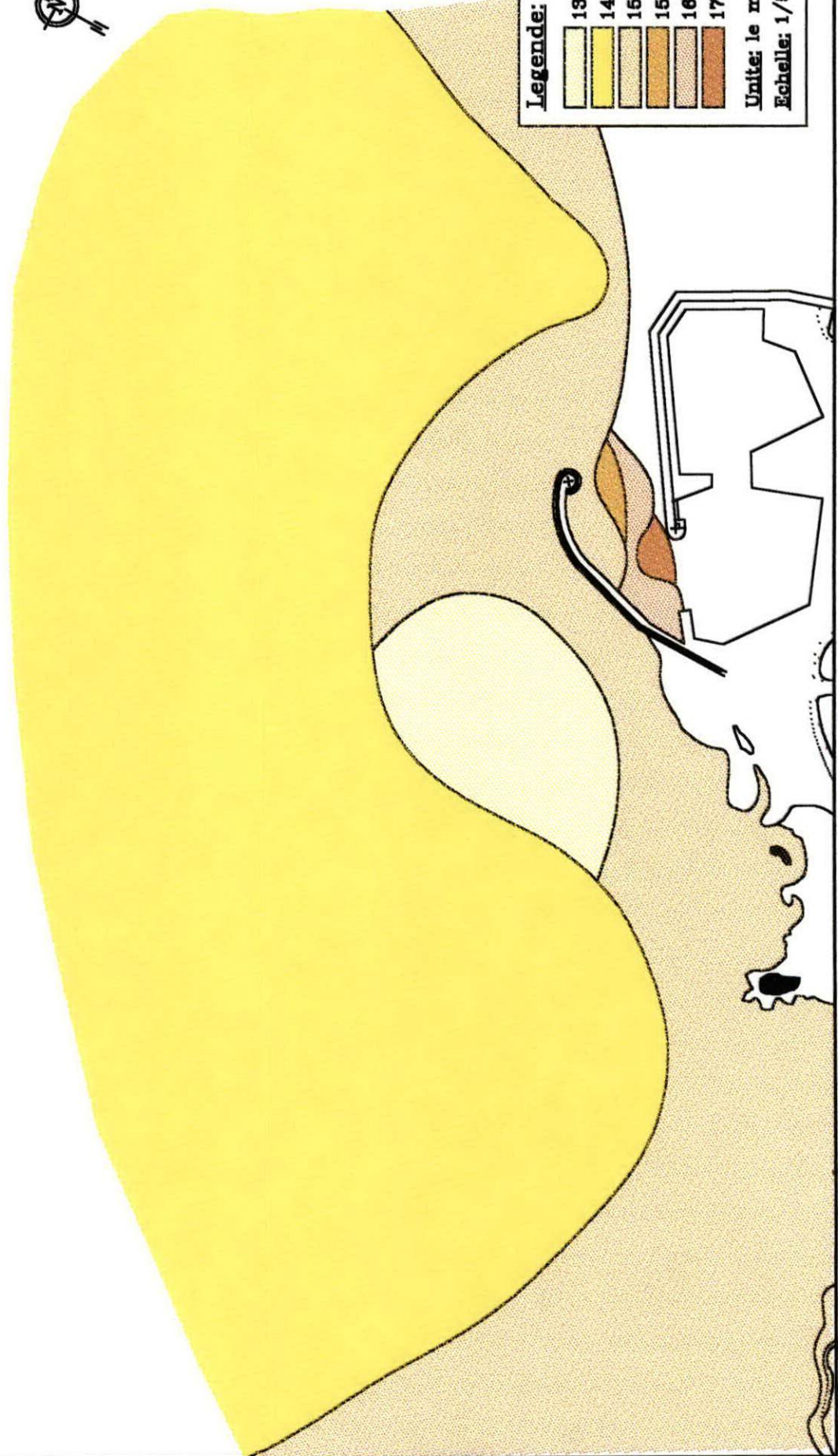
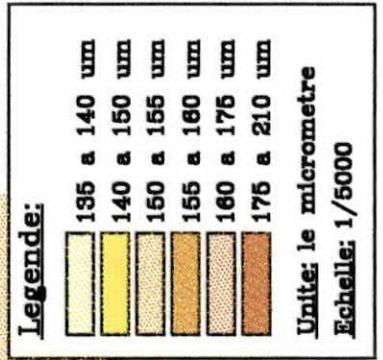


Figure N°18 :PLAN DE REPARTITION DE LA MEDIANE (Q50)



7-4- Répartition du décile inférieur: (fig.19)

Le décile inférieur correspond à l'abscisse dont l'ordonnée est de 10%. Sa répartition s'étale sur six classes, elle va de 90 μ m jusqu'à 130 μ m. On remarque la pénétration des deux classes supérieures de ce décile [(115 à 125 μ m) et (123 à 130 μ m) vers la passe d'entrée. Ce qui montre encore une fois que les sédiments arrivent au niveau de la passe d'entrée du port.

7-5- Répartition du décile supérieur: (fig.20)

Il correspond à l'abscisse dont l'ordonnée est de 90%. Sa répartition s'étale sur six classes de 175 à 400 μ m . On remarque un gradient croissant de l'extérieur du port vers l'intérieur mais qui s'arrête à l'entrée du premier bassin. La concentration des éléments les plus grossiers de ce décile se localise au niveau de la passe d'entrée.

7-6- Répartition des teneurs en carbonates :

la détermination des teneurs en carbonates dans les échantillons a été effectuée comme suit :

- Les échantillons ont subi à sec une attaque à l'acide chlorhydrique (Hcl) (diluée à 30%), afin d'éliminer les carbonates .
- Après réaction le sédiment a été lavé pour éliminer « les impuretés » puis séché. La différence du poids avant et après attaque, donne automatiquement le poids des carbonates existant dans le sédiment.

La (fig.21) fait apparaître trois zones :

- Des teneurs minimales (37 à 42%) qui prédominent à l'extérieur du port et sont rares à l'intérieur du port .
- Des teneurs intermédiaires (42 à 48%) qui prédominent également à l'extérieur du port , mais qui sont plus présentes que les précédentes à l'intérieur du port.
- Des teneurs maximales (48 à 63%) n'existent qu'au niveau du port.

On peut déduire à cet effet que le calcaire occupe une grande partie dans le sédiment du port. Le calcaire à l'intérieur du port serait d'origine mixte :

- L'un proviendrait de l'extérieur du port (42 à 48%), autrement dit d'origine marine .
- L'autre serait d'origine continentale (48 à 63%) , qui est prédominant dans le port.

Figure N°19 : PLAN DE REPARTITION DU DECILE INFERIEUR (P10)

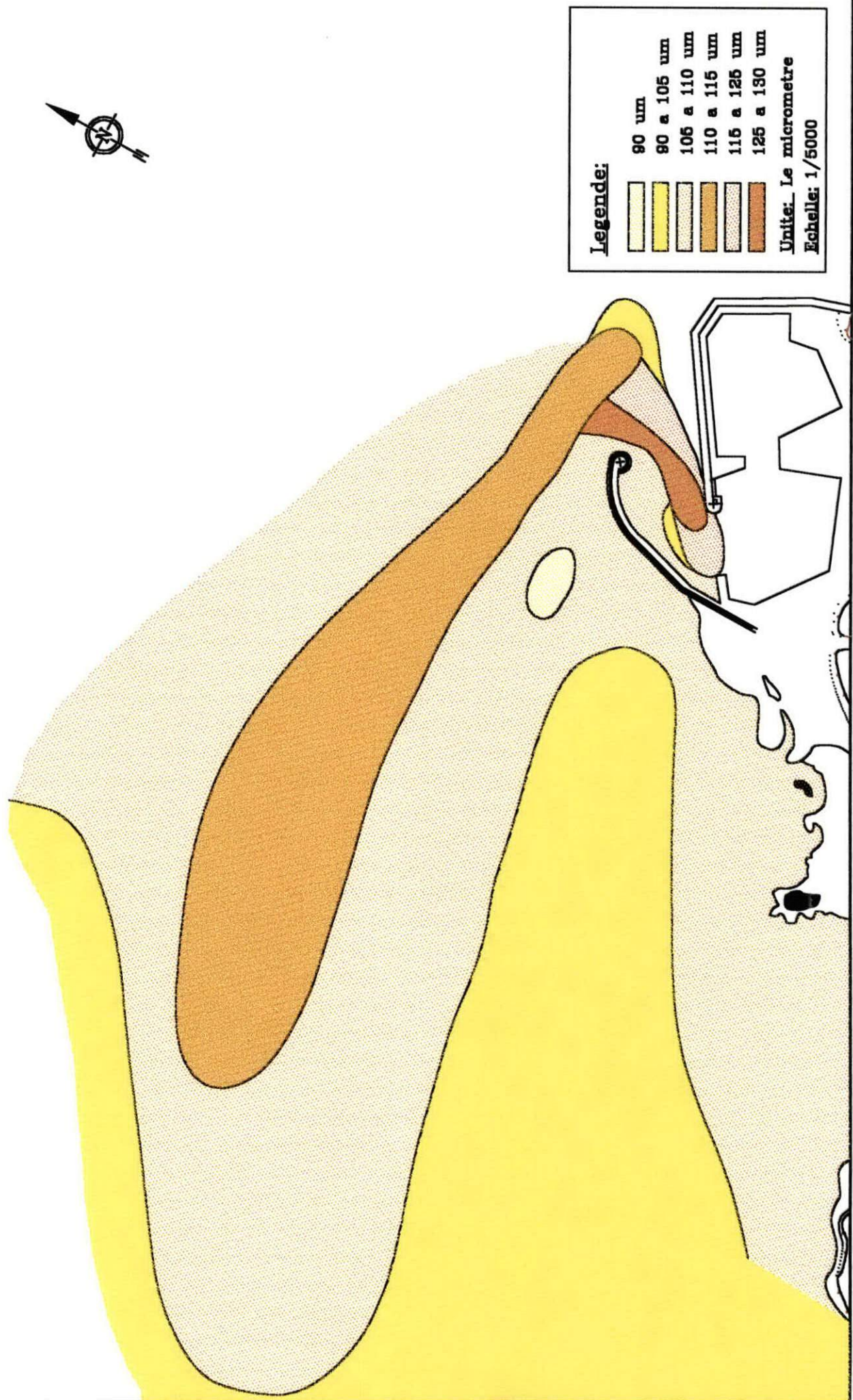


Figure N°20: PLAN DE REPARTITION DU DECILE SUPERIEUR (P90)

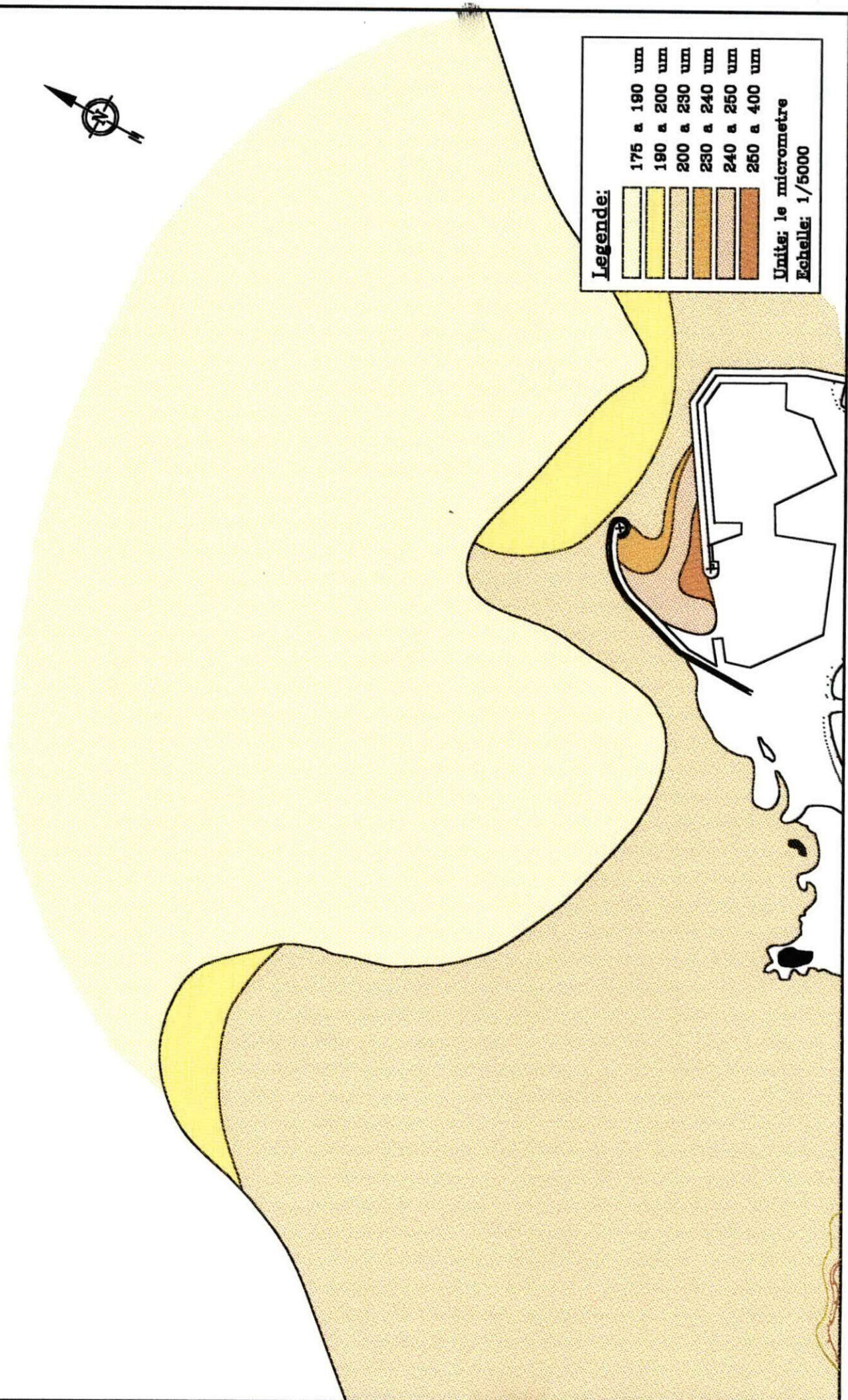
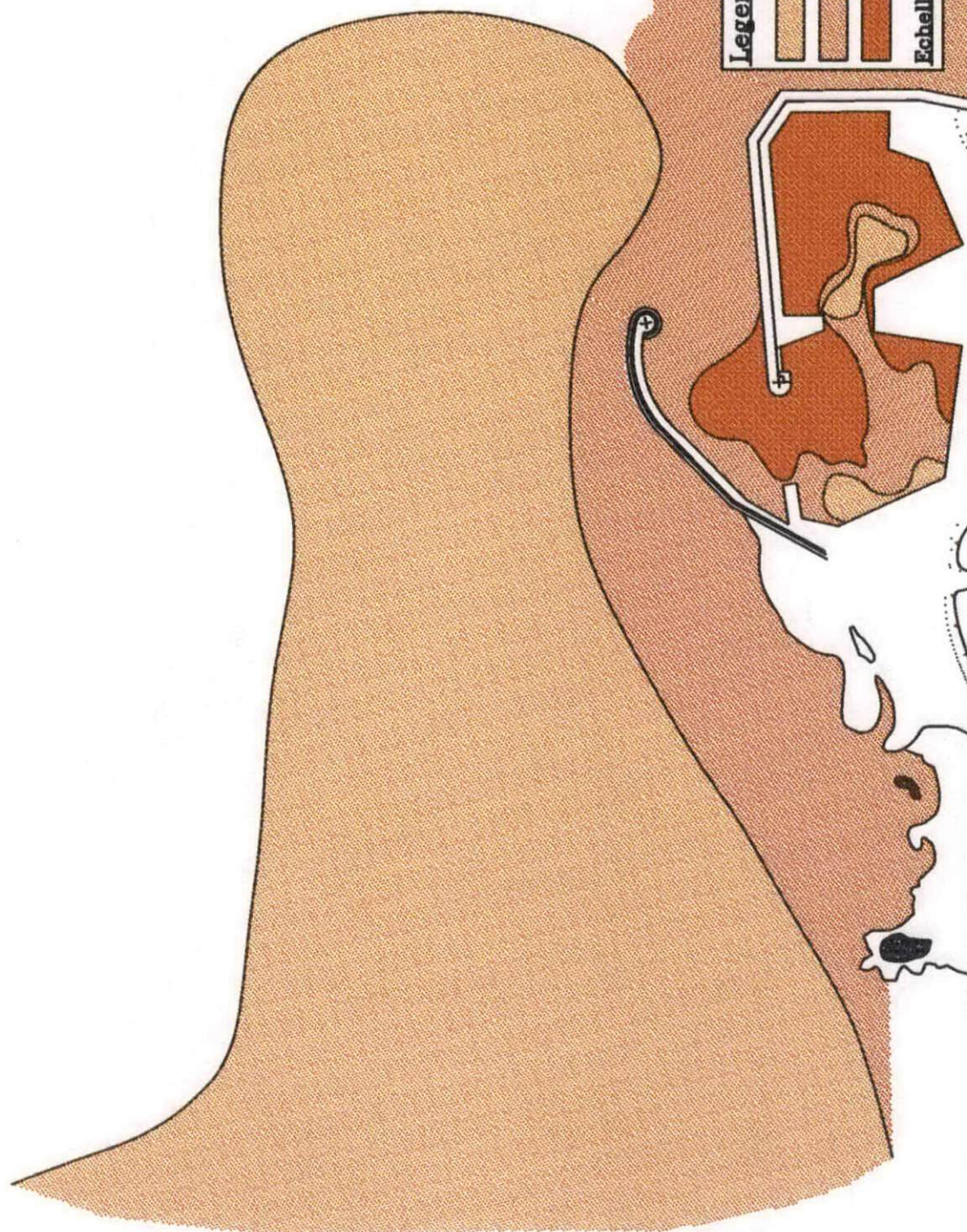


Figure N° 21 : PLAN DE REPARTITION DES CARBONATES



Conclusion :

Vue la répartition morphologique des modes, médiane ,déciles inférieurs et supérieurs , une partie des sédiments proviendrait de l'extérieur du port par la passe d'entrée.

L'autre partie (la plus importante) formée de la grande masse des vases déposée dans le port , proviendrait des apports terrigènes des eaux pluviales déversées dans ce dernier.

Chapitre V

POLLUTION

Il est indispensable d'accompagner une étude de dragage par étude de pollution des produits dragués (avant leur rejet). Ceci permettrait de trancher quant à la zone de rejet évitant de polluer les zones de dépôt afin de préserver le milieu naturel .

1- PRESENCE DE LA MATIERE ORGANIQUE DANS LE SEDIMENT :

La présence de la matière organique particulière dans un milieu naturel en quantités anormalement importantes pourrait indiquer une pollution.

1-1- Méthodologie:

L'analyse de la matière organique a été effectuée sur la majorité des échantillons prélevés à l'intérieur du port (les deux bassins et la passe d'entrée) et sur quelques échantillons prélevés à l'extérieur du port , considérés comme stations de référence. Pour déterminer le taux de la matière organique nous avons suivi la méthode suivante :

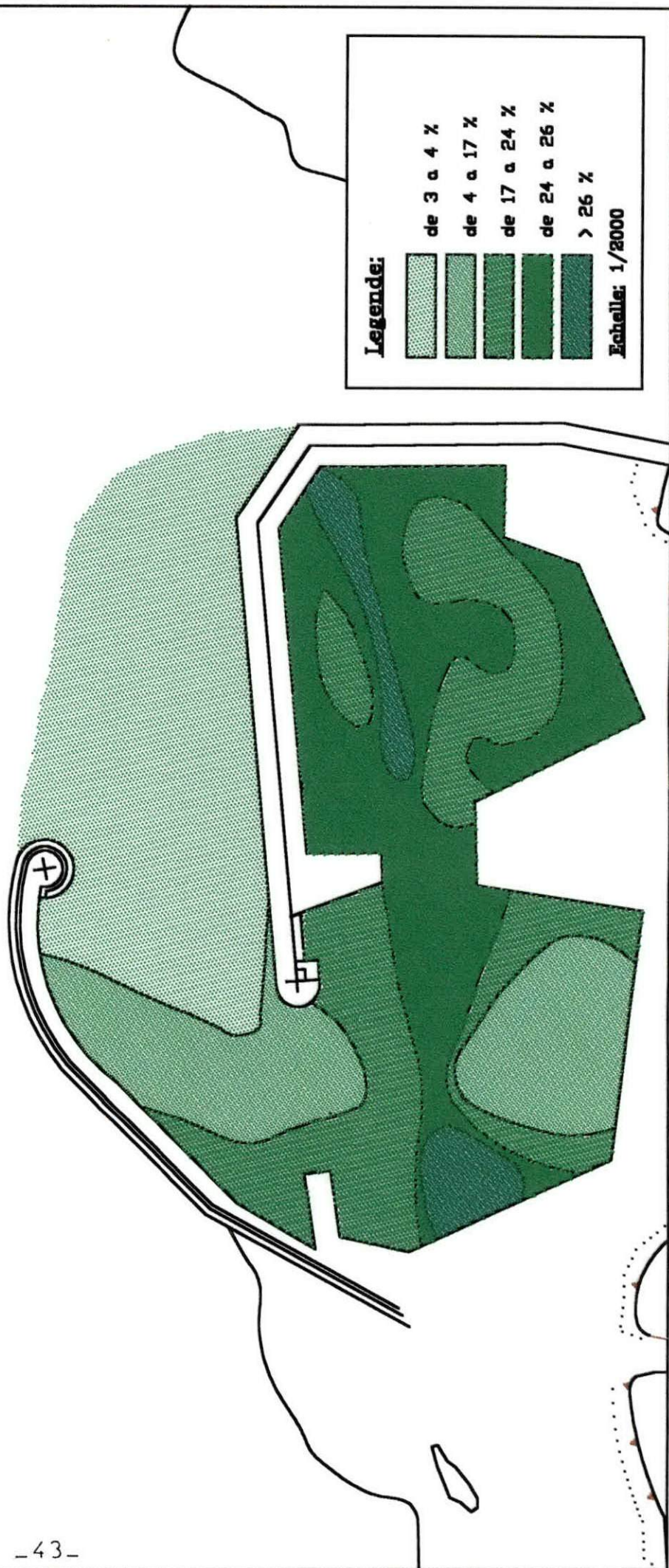
- Sécher complètement l'échantillon dans une étuve à 105°C pendant 24heures pour éliminer l'eau .
- Remplir les creusets en porcelaine numérotés , le poids du sédiment (P1) étant obtenu par la différence du poids du creuset plein ôté du poids du creuset vide.
- Peser les creusets remplis avec une balance de précision.
- Mettre les creusets au four à moufle pendant 2 heures à une température de 550°C .
- Peser le creuset rempli pour en déduire le poids du sédiment calciné (P2).
- Le pourcentage de la matière organique (M.O) est alors calculé comme suit :

$$\text{M.O \%} = \frac{\text{P1} - \text{P2}}{\text{P1}} * 100.$$

P1

A partir des résultats obtenus on a pu établir la carte de répartition de la matière organique (fig.22).

**Figure N°22 : PLAN DE REPARTITION DE LA MATIERE ORGANIQUE AU NIVEAU
DU PORT DE BOU-HAROUN**



1-2- Résultats et discussions:

Les pourcentages obtenus de la matière organique, varient de 3.65 % en partant de l'extérieur du port [station E12 (fig.9)] jusqu'à 56.67 % à l'intérieur du port [station Bc (fig.8)]. La (fig.22) nous montre clairement un gradient croissant en matière organique à partir de la passe d'entrée pour atteindre des taux très élevés notamment dans le deuxième bassin. Ceci s'expliquerait par le fait que dans ce dernier l'eau se renouvelle peu (faible circulation).

2- LES METAUX LOURDS :

Les métaux lourds sont rencontrés naturellement en quantités très faibles , à plus fortes concentrations ils deviennent toxiques et leur toxicité peut jouer un rôle écologique. Quand cela devient le cas pour les sédiments portuaires l'immersion des déblais devient alors délicate voir interdite.

2-1-Quelques effets des métaux lourds chez les êtres vivants :

Les effets que peuvent avoir certains métaux lourds (pour ceux qui ont été dosés au niveau du port de BOU-HAROUN) sont d'après (GAUJOUS , 1995) comme suit :

Le Fer (Fe) : En milieu alcalin il y a formation d'hydroxyde ferrique colloïdale qui peut se fixer sur les branchies des poissons .

Le Manganèse (Mn) : Les sels manganoux (Mn^{2+}) sont toxiques chez le poisson à dose élevée . Les permanganates(MnO_4^-) ont un effet bactéricide .

Le Mercure (Hg) : Chez l'homme : c'est un poison cumulatif (intoxication chronique) provoquant l'hydrargyrisme : atteinte rénale, troubles neurologiques et caractériels, gingivite et stomatites . Les organomercurels ($CH_3 Hg^+$) passent la barrière placentaire (effet tératogènes et foetotoxiques .

Le cas plus grave a été observée à MINAMATA(intoxication de la population côtière due à la consommation de poissons pollués). Sous forme de monométhyl

mercure , il est incorporé aux chaînes alimentaires (phytoplancton , zooplancton poisson)et est également toxique chez les organismes supérieurs tels que les oiseaux et les mammifères marins).

Le Cuivre (Cu): Il est toxique sur les végétaux, les animaux et les micro-organismes à des doses inférieures au mg/l :

- diminue l'activité photosynthétique .
- provoque une altération des branchies des poissons .
- retarde la ponte des poissons.

Le zinc (Zn) : Il a le même mode d'action que le cuivre , il est concentré par les organismes à partir de l'eau , il présente un risque de toxicité aiguë sur la plupart des organismes aquatiques à partir de quelques mg/l.

Le plomb (Pb) :

Effets sur l'homme : Poison cumulatif responsable du saturnisme : atteinte neurophysiologique (fatigue, irritabilité, retard intellectuel chez les enfants) troubles rénaux cardio-vasculaires, hématopoïétiques (formation des globules du sang).

Effet écologique : Toxicité aiguë sur les organismes à partir de 0.1 mg/l ; il se concentre de plus en plus le long de la chaîne alimentaire.

Le cadmium (Cd) :

Effet sur l'homme : très toxique, poison cumulatif (cycle biologique 10-30 ans). Atteinte rénales (néphrite), troubles digestifs, hypertension artérielle. Altération osseuse (déformation du squelette) .

Effets écologiques : toxicité aiguë sur les organismes supérieurs et des algues à partir de 0.1 mg/l ; les bactéries y sont moins sensibles. Le cadmium se concentre comme le mercure dans la chaîne trophique.

2-2- Concentration des métaux lourds dans le port:

Plusieurs métaux ont été étudiés au niveau du port de BOU-HAROUN , le (Mercure, Zinc, Plomb, Cuivre et Cadmium) (ALILOUCHE ,1994) et le (Mercure, Manganèse, Cuivre, Fer, Zinc) (ARAB et ROUANE, 1998). A partir des tableaux (7 et 8) on remarque les points suivants :

- La concentration des métaux en 1994 dépassaient déjà les concentrations normales(tab.6).

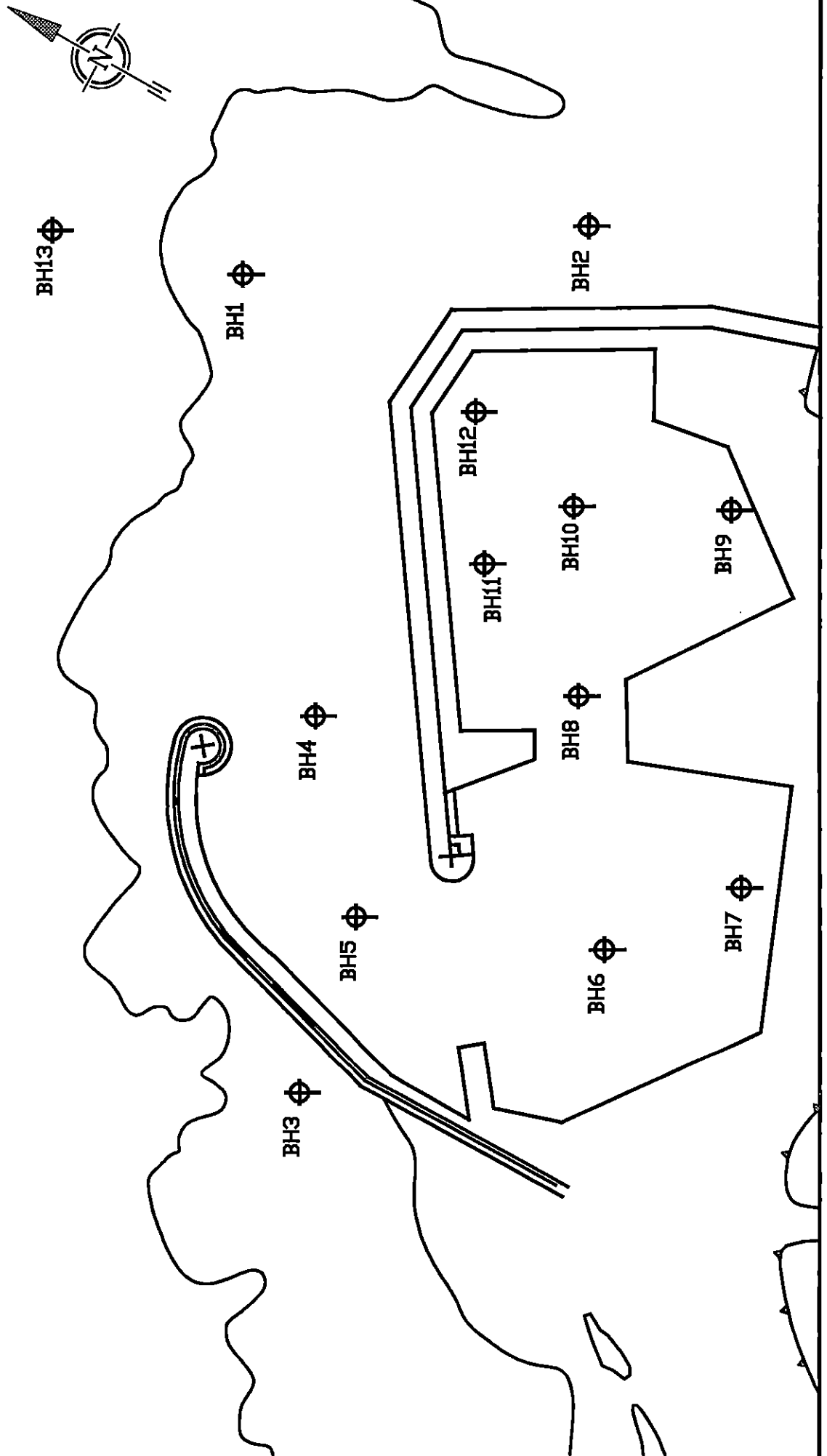
Tableau n°6 : Concentrations normales(Cn) des polluants dans le sédiment d'après (France union européenne ,1980 in AZZEGGAG ,1995) :

	Zn	Cu	Pb	Mn	Cd	Hg	Fe
(Cn) en µg/g	88	26	22	400	0.6	0.2	2 000

- Une importante augmentation de la concentration du (Hg, Mn, Cu, Fe, Zn) entre 1994 et 1997 qui mène a constater que les apports en produits polluants dans le port n'ont pas cessé (aucune mesure n'a été entreprise contre la minimisation des facteurs polluants).
- Les concentrations des métaux suivent un gradient croissant en partant de l'extérieur du port pour atteindre des concentrations maximales dans le deuxième bassin (il existe une certaine corrélation avec le gradient de concentration des métaux avec celui la matière organique et des pelites dans le port).

Figure N°23: CARTE DE SITUATION DES STATIONS DE PRELEVEMENT
POUR L'ANALYSE DES METAUX LOURDS

Ech: 1/2000



A partir des concentrations obtenues pour chaque métal, dans le sédiment superficiel on a calculé l'indice de contamination (Ic) 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.

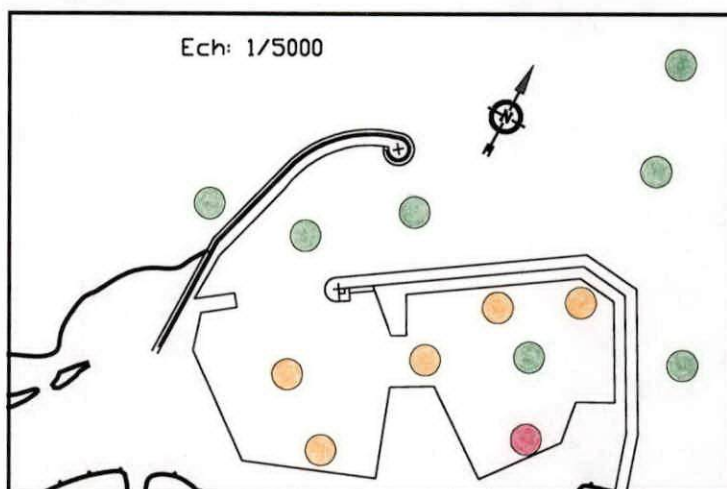
$$Ic = \frac{\text{Valeur observée}_{(1998)}}{\text{Valeur normale}}$$

Les résultats obtenus nous ont permis d'établir la figure 23A , résumant l'évolution de l'indice de contamination dans le port pour les métaux qui présentent un (Ic) à risque ; cette évolution suit un gradient croissant de l'extérieur vers l'intérieur atteignant des valeurs maximales au niveaux du deuxième bassin (zone à faible turbulence).

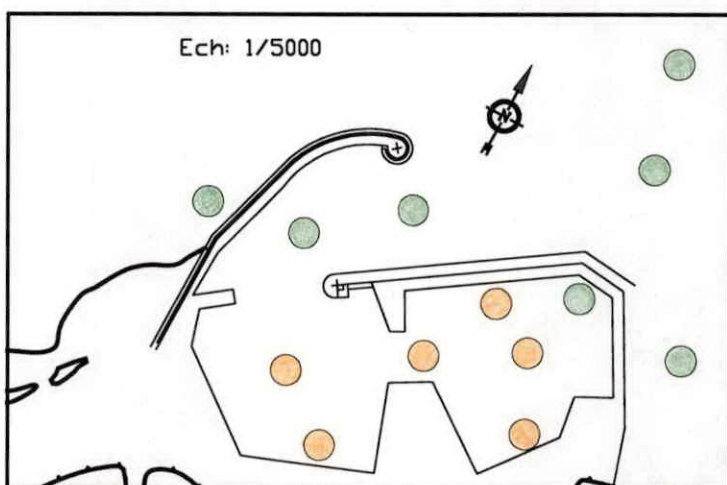
Vu les valeurs importantes en (Ic) pour le Mercure , Cuivre et Zinc dans le port il est préférable de ne pas rejeter en mer les produits de dragage .

Il est à noter que si l'on a utilisé les normes algérienne pour le calcul de l'indice de contamination des métaux lourds , les valeurs de ces derniers seraient tolérables et donc les déblais seraient immersibles en mer.

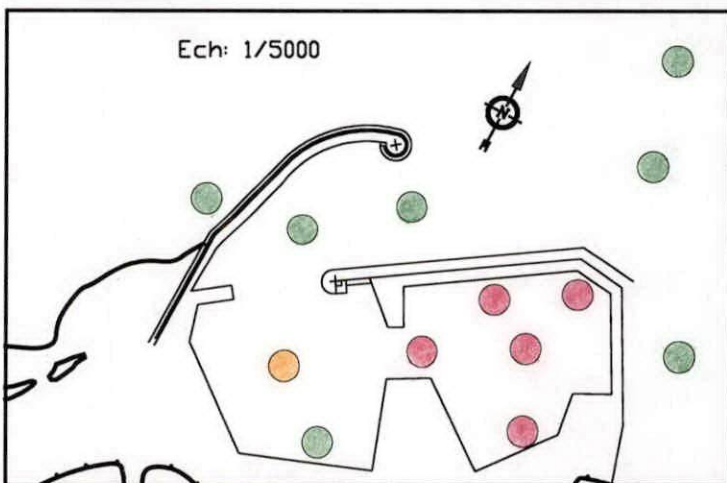
Figure N° 23 A: INDICE DE CONTAMINATION DU SEDIMENT SUPERFICIEL DANS LE PORT DE BOU-HAROUN



① Indice de contamination par le Mercure



② Indice de contamination par le Cuivre



③ Indice de contamination par le Zinc

Legende

- $I_c < 3$ immersion autorisée
- $3 < I_c < 10$ immersion contrôlée
- $I_c > 10$ immersion interdite

2-3- Sources de pollution dans le port:

Plusieurs facteurs polluants interviennent dans la contamination du sédiment portuaire voici les plus importants :

- Le déversement directe d'eaux usées dans le deuxième bassin en provenance d'une dizaine d'habitations qui ne sont pas reliés 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.
- Rejets industriels en provenance de l'unité ECOREP.

Chapitre VI

BATHYMETRIE

1- BATHYMETRIE A L'INTERIEUR DU PORT :

1.1- Reconstitution chronologique de l'évolution bathymetrique dans le port :

Elle a été faite à partir de l'observation générale du changement de la morphologie sous marine du port sur des plans de masses de différentes années. A partir des figures 24 , 25 et 26 on remarque les points suivants:

1939: Le plan d'eau du port présente des profondeurs qui vont de -1.5 m jusqu'à -8 m au niveau de la passe d'entrée , formant des courbes incurvées de direction NW.

1956: La poche de 8 mètres c'est comblé , la profondeur au niveau de la passe d'entrée est passée à -4 m , qui serait dû à un apport sédimentaire.

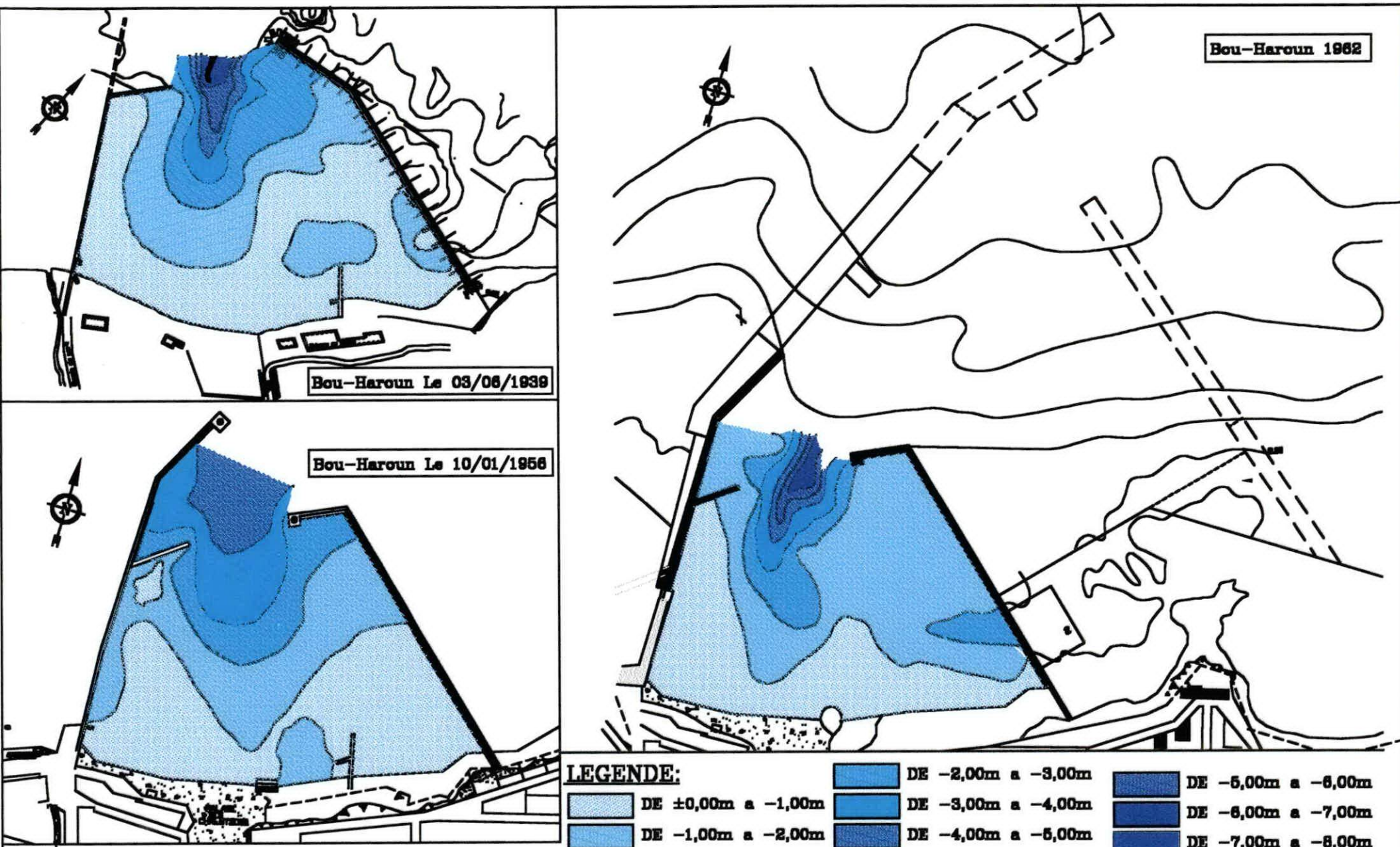
1962: La topographie sous marine du port ne change pas beaucoup , les profondeurs minimales restent pratiquement invariables (un mètre de profondeur) par contre s'observe une légère augmentation du fond qui passe à - 6.0 m au niveau de la passe d'entrée .

1968: On observe la formation d'un amas de sédiments qui obstrue pratiquement la passe d'entrée à 2 m de profondeur .

1969: Les fonds augmentent sensiblement et l'amas de sédiment a disparu complètement .

1982: Réception du port après son réaménagement .

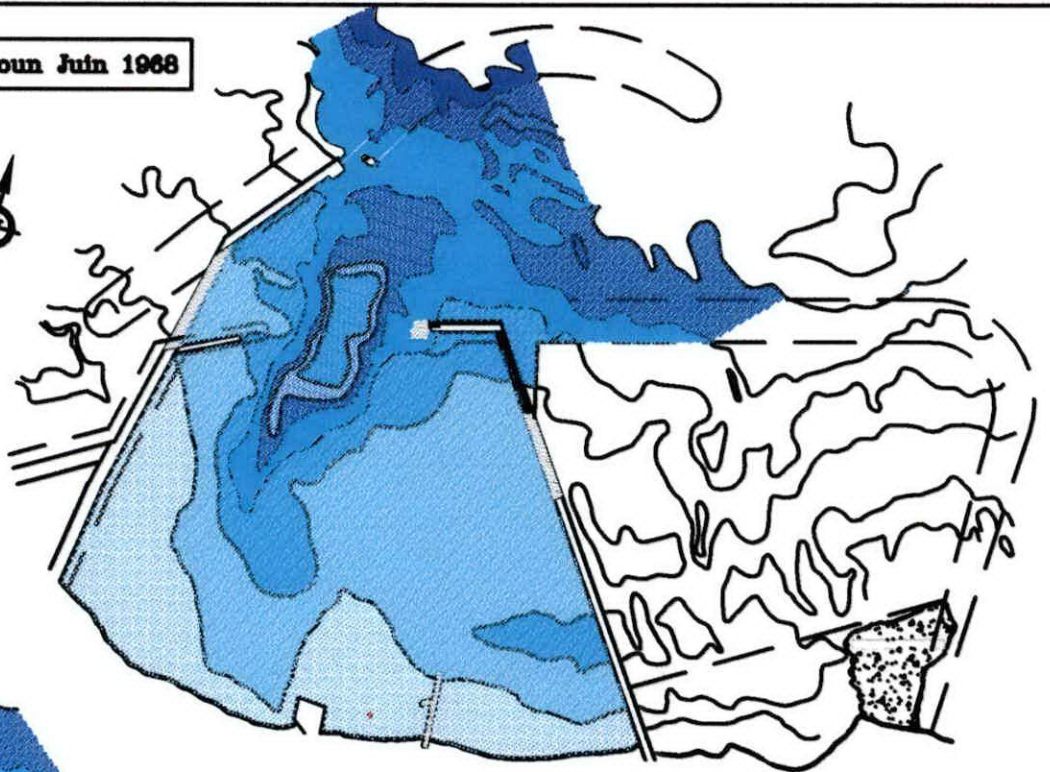
1984: La profondeur moyenne du premier bassin est de l'ordre de -4 m , elle varie entre deux et trois mètres au deuxième bassin .



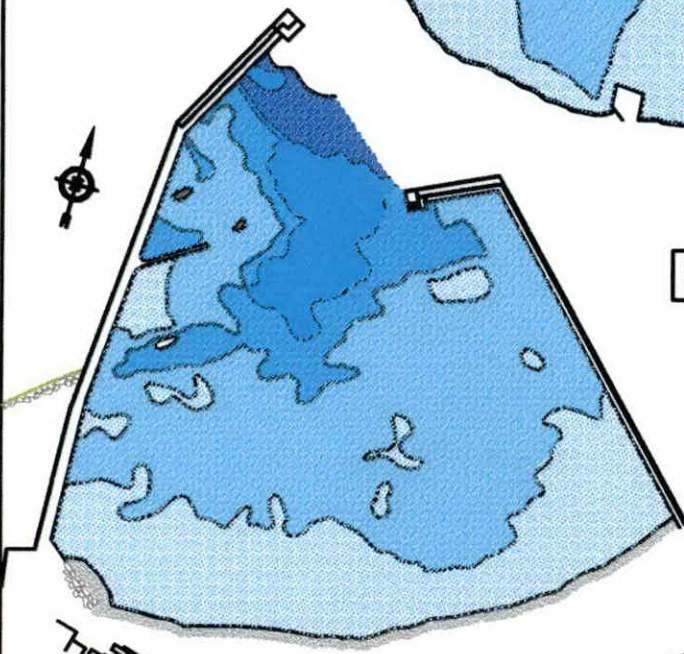
**Figure N° 24 : COMPARAISON DES DIFFERENTS LEVEES BATHYMETRIQUES
DANS LE PORT DE BOU-HAROUN (1939,1956,1962)**

Echelle: 1/3000

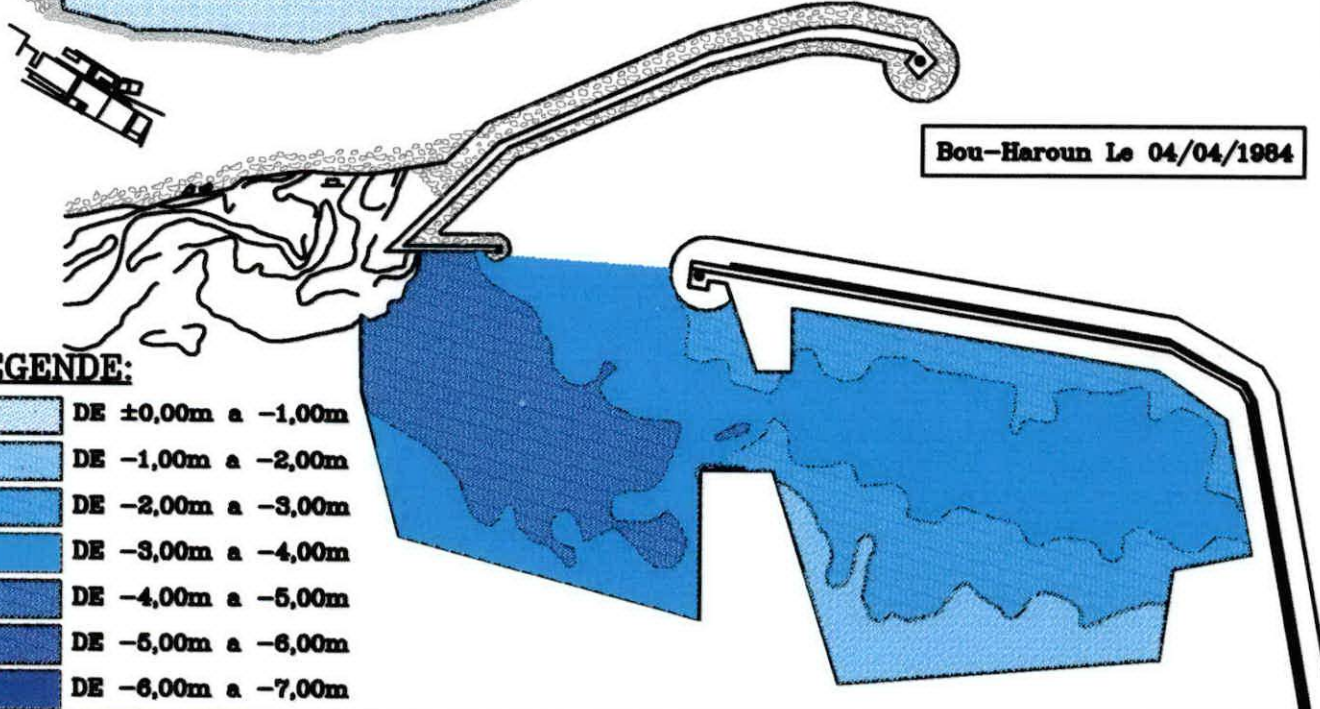
Bou-Haroun Juin 1968



Bou-Haroun Janvier 1969



Bou-Haroun Le 04/04/1984



LEGENDE:


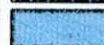





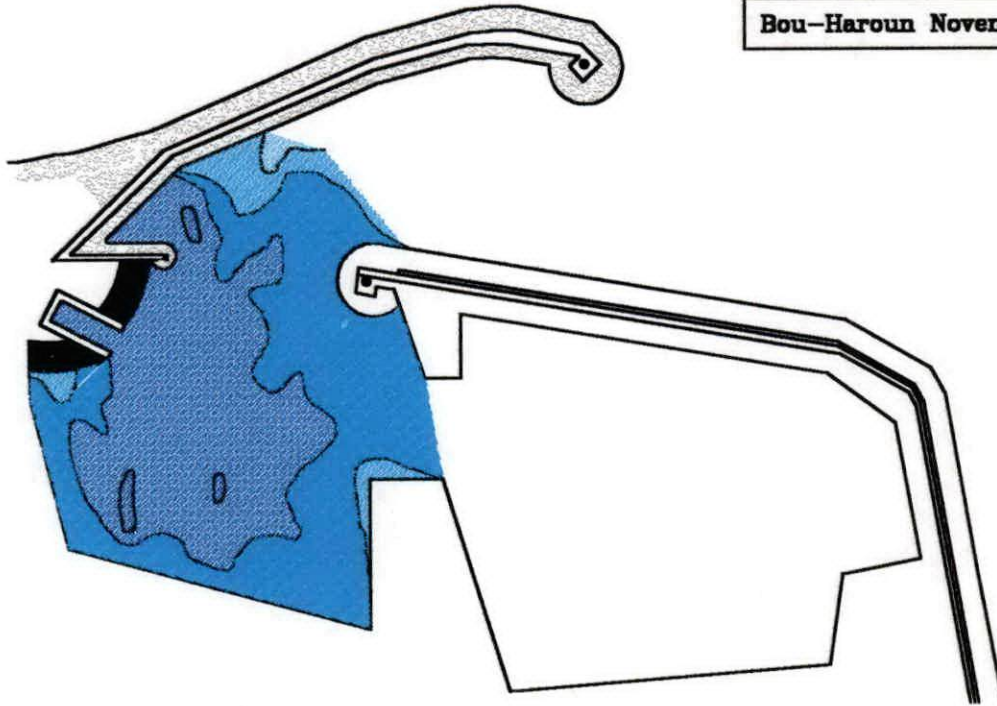
-  DE $\pm 0,00\text{m}$ a $-1,00\text{m}$
-  DE $-1,00\text{m}$ a $-2,00\text{m}$
-  DE $-2,00\text{m}$ a $-3,00\text{m}$
-  DE $-3,00\text{m}$ a $-4,00\text{m}$
-  DE $-4,00\text{m}$ a $-5,00\text{m}$
-  DE $-5,00\text{m}$ a $-6,00\text{m}$
-  DE $-6,00\text{m}$ a $-7,00\text{m}$

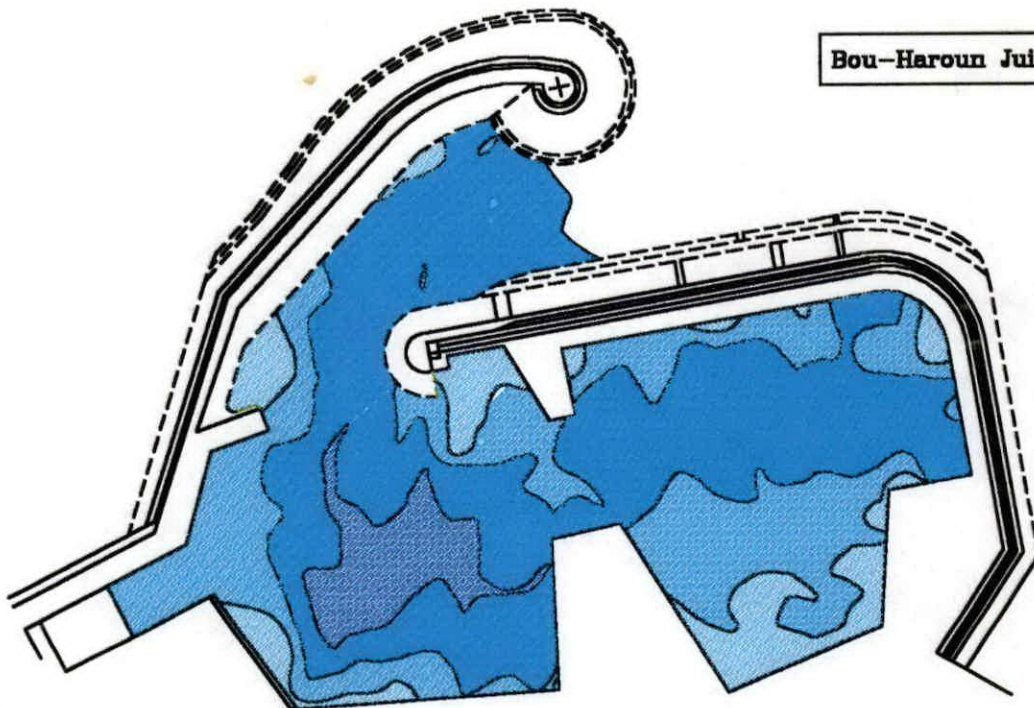
Figure N° 25 : COMPARAISON DES DIFFERENTS LEVEES BATHYMETRIQUES DANS LE PORT DE BOU-HAROUN (1968,1969,1984)

Echelle: 1/3000

Bou-Haroun Novembre 1989



Bou-Haroun Juillet 1995



LEGENDE:




	DE ±0,00m a -1,00m
	DE -1,00m a -2,00m
	DE -2,00m a -3,00m
	DE -3,00m a -4,00m
	DE -4,00m a -5,00m
	DE -5,00m a -6,00m
	DE -6,00m a -7,00m

Figure N°26: COMPARAISON DES DIFFERENTS LEVEES BATHYMETRIQUES DANS LE PORT DE BOU-HAROUN (1989,1995)

Echelle: 1/3000

1989: Malgré l'absence de données concernant le deuxième bassin , il semblerait que le port commençait dès lors à subir une diminution de la profondeur , qui s'expliquerait par une nouvelle arrivée de sédiments d'où l'éloignement de l'isobathe (-4 m) des rebords du port .De même pour la petite tranche de l'isobathe (-3 m) apparente au niveau du môle de débarquement (entre les deux terres pleins) .

1995: L'isobathe (-4 m) se resserre sur lui même ce qui traduirait la diminution du fond .Il est noté l'apparition des petites profondeurs (-2 m) non visibles auparavant .

* Il est à remarquer qu'avant sons réaménagement en 1982, le port subissait par périodes des départs sédimentaires et par d'autres périodes des apports plus importants . Ces modifications permanentes serait dûes au fait que le plan d'eau du bassin n'était pas suffisamment protégé par sa jetée principale d'où une mobilité permanente du sédiment au sein de la passe d'entrée.

* Après le réaménagement du port , ce dernier a subit des apports sédimentaires évidents par la diminution visible du fond (d'environ 1 m) .

1.2- Evolution diachronique par stations ponctuelles :

1.2.1- Etablissement d'une carte bathymetrique de 1997 :

1.2.1.1- Méthodologie :

Lors des échantillonnages sur terrain , des sondages de profondeur ont été effectués au fil à plomb (corde graduée lestée) . Chaque station de prélèvement correspond à une profondeur donnée (fig.27).

Cette carte est utile pour avoir les valeurs actuelles de la profondeur qui permettrait de:

- Comparer l'évolution bathymetrique avec les années précédentes .
- Avoir une profondeur actuelle pour l'estimation du volume de dragage.

1.2.2- Choix des stations :

Pour comparer l'évolution de la profondeur dans le temps , on a choisis des points fixes dans le port (fig. 28) , dans des zones qui seraient susceptibles d'être touchées par l'ensablement. Ces points ont été reportés sur chaque carte à compter de 1939 . La profondeur moyenne lue à chaque station pour chaque année a été reportée dans le (tab.9).

Ces données illustrent l'évolution de la bathymétrie (fig.29).

Tableau n°9: Evolution de la profondeur dans chaque station (fig.28).

Stations	Profondeurs en mètres									
	1939	1942	1956	1962	1968	1969	1984	1989	1995	1997
1	-	-	-	5.50	5.30	-	-	-	4.00	4.00
2	5.50	5.50	4.00	5.50	6.00	4.00	4.00	4.10	3.50	3.00
3	2.00	2.00	2.50	2.70	2.50	2.00	3.00	3.20	2.00	1.70
4	3.00	5.00	2.70	4.00	2.50	2.50	4.00	5.00	4.00	4.54
5	1.50	1.50	0.30	1.00	1.50	1.00	2.00	5.00	3.50	4.00
6	1.50	3.50	1.70	2.00	2.00	1.00	3.00	-	3.10	4.10
7	3.50	-	-	-	-	-	3.00	-	2.50	3.00

On remarque que l'allure des courbes est sensiblement identique au niveau de toutes les stations (fig.29) avec :

- Un exhaussement du fond vers les années 1956 .
- Un sur creusement vers les années 1968 .
- Une arrivée des sédiments vers les années 1969 .
- Une érosion au niveau de l'année 1989.

On remarque aussi que :

- La station 3 : est la station la plus stable sauf pour l'année 1989 où le fond a diminué de 1 m environ .
- La station 5 : a connue une grande perturbation où la profondeur est passée de (-1 m) en 1969 à (-5 m) en 1989.

Figure N°28: CARTE DE SITUATION DES STATIONS CHOISIES

Ech: 1/2000

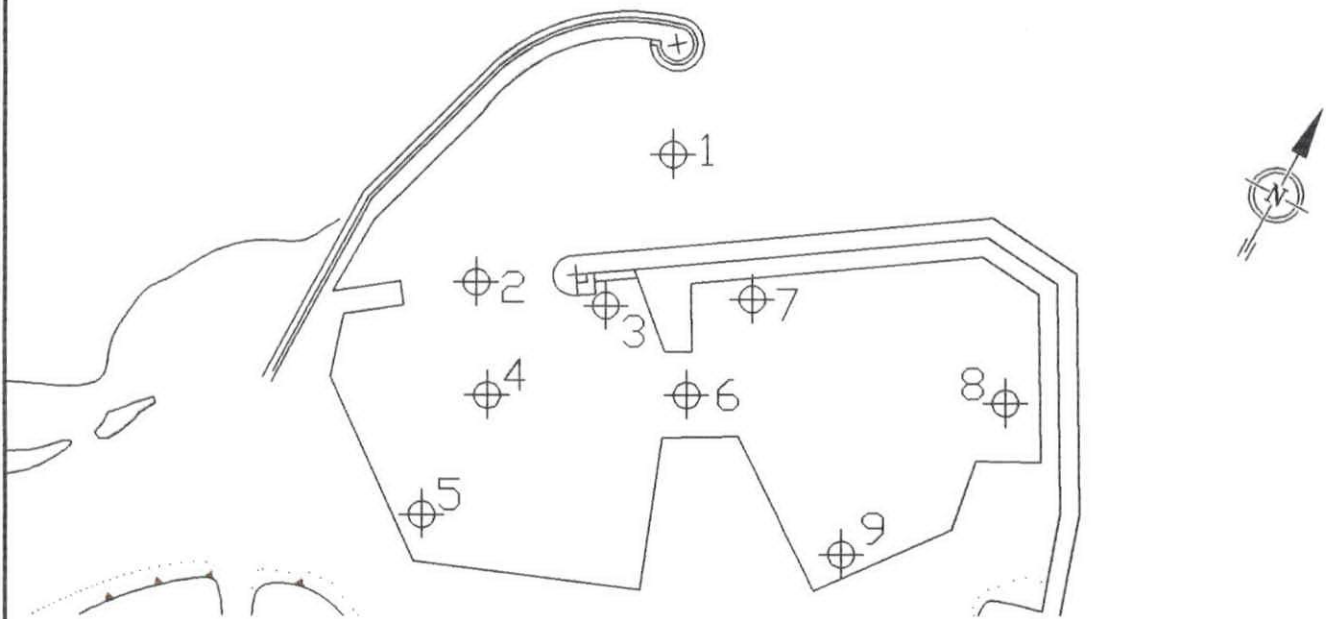
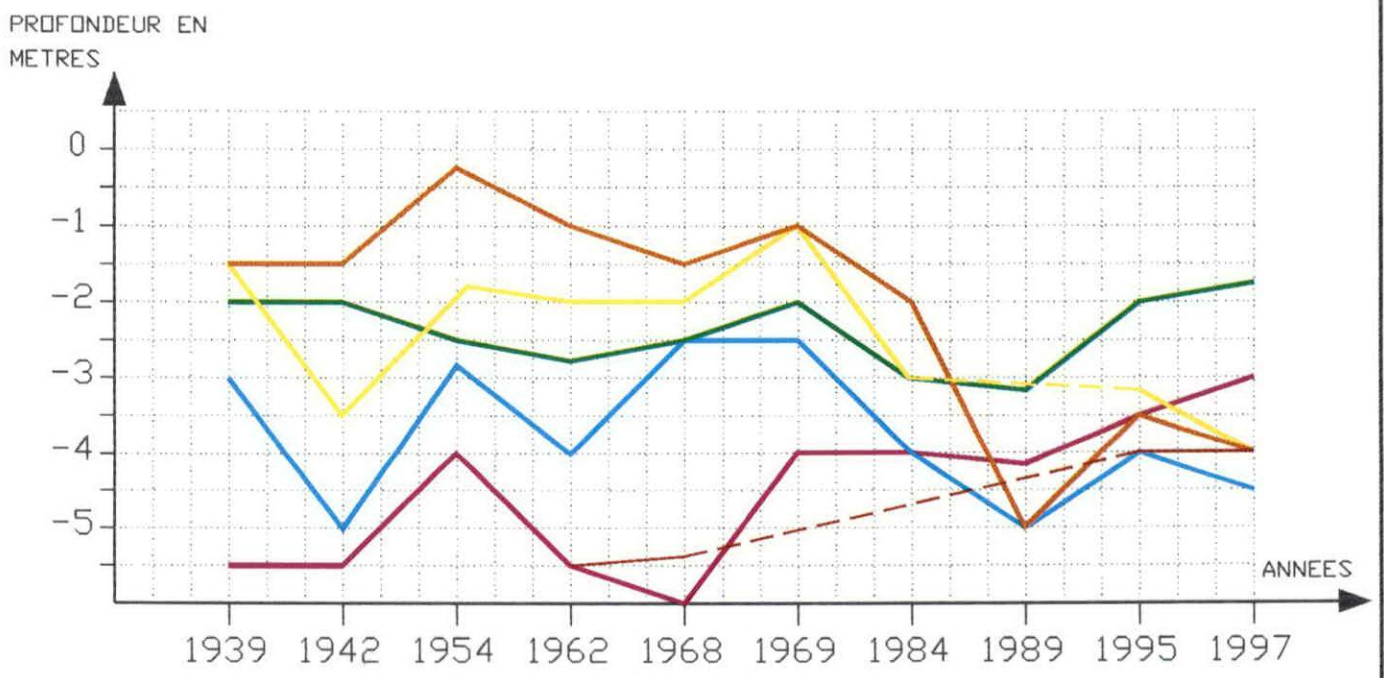


Figure N°29: EVOLUTION DIACHRONIQUE DE LA BATHYMETRIE



LEGENDE :

- | | | |
|------------|------------|------------|
| STATION 1: | STATION 3: | STATION 5: |
| STATION 2: | STATION 4: | STATION 6: |

1.3- Estimation de la vitesse d'envasement du port :

On a vu précédemment que le sens de l'évolution de la profondeur n'a plus changé à partir de son réaménagement (1982) , par ailleurs on est plus intéressé par le problème qui a touché le port après sa réception . Autrement dit l'estimation de la vitesse d'envasement sera faite sur les cartes suivantes : 1984 1989 , 1995 et 1997 , à partir du différentiel entre chaque année (tab.10).

Tableau n°10 : Valeurs obtenues des différentiels entre les années 1984,1989,1995 et 1997.

Stations	Différentiels		
	1984 à 1989	1989 à 1995	1995 à 1997
1	-	-	0.00
2	- 0.10	+ 0.60	+ 0.50
3	- 0.20	+ 1.20	+ 0.30
4	- 1.00	+ 1.00	- 0.54
5	- 3.00	+ 1.50	- 0.50
6	-	-	- 1.00
7	-	-	- 0.50
8	-	-	- 0.40

(+) = apports sédimentaires , (-) = départs sédimentaires .

Entre 1984 et 1989 : Le premier bassin a subit une augmentation de la profondeur (station 2,3,4 et 5). Ceci serait dû au fait qu'en 1985 le port a subit un dragage durant toute cette année avec un total de 13 661,5 m³ de sédiments dragués (tab.10).

Entre 1989 et 1995 : Un exhaussement du fond est remarqué dans les stations (2,3,4 et 5) à raison de 0.6m /6 ans pour la station deux (2) et un maximum de 1.50m/6 ans dans la station cinq (5), avec une moyenne de 1.10 m/6 ans.

Entre 1995 et 1997 : Les stations 2 et 3 ont connu un exhaussement de 0.5 et 0.3m (points de passage des embarcations).

- La différence bathymétrique entre les années 1984 et 1995 a montré que la vitesse d'envasement varie de 0.6 à 1.5m/6 ans (soit 10 à 25 cm/ an) avec une vitesse moyenne annuelle de 18 cm/an.

Tableau n°11: Périodes de dragage du port de BOU-HAROUN (D.T.P Koléa).

Années	Dragage(m ³)
1979	126 073
1980	60 000
1985	13 661

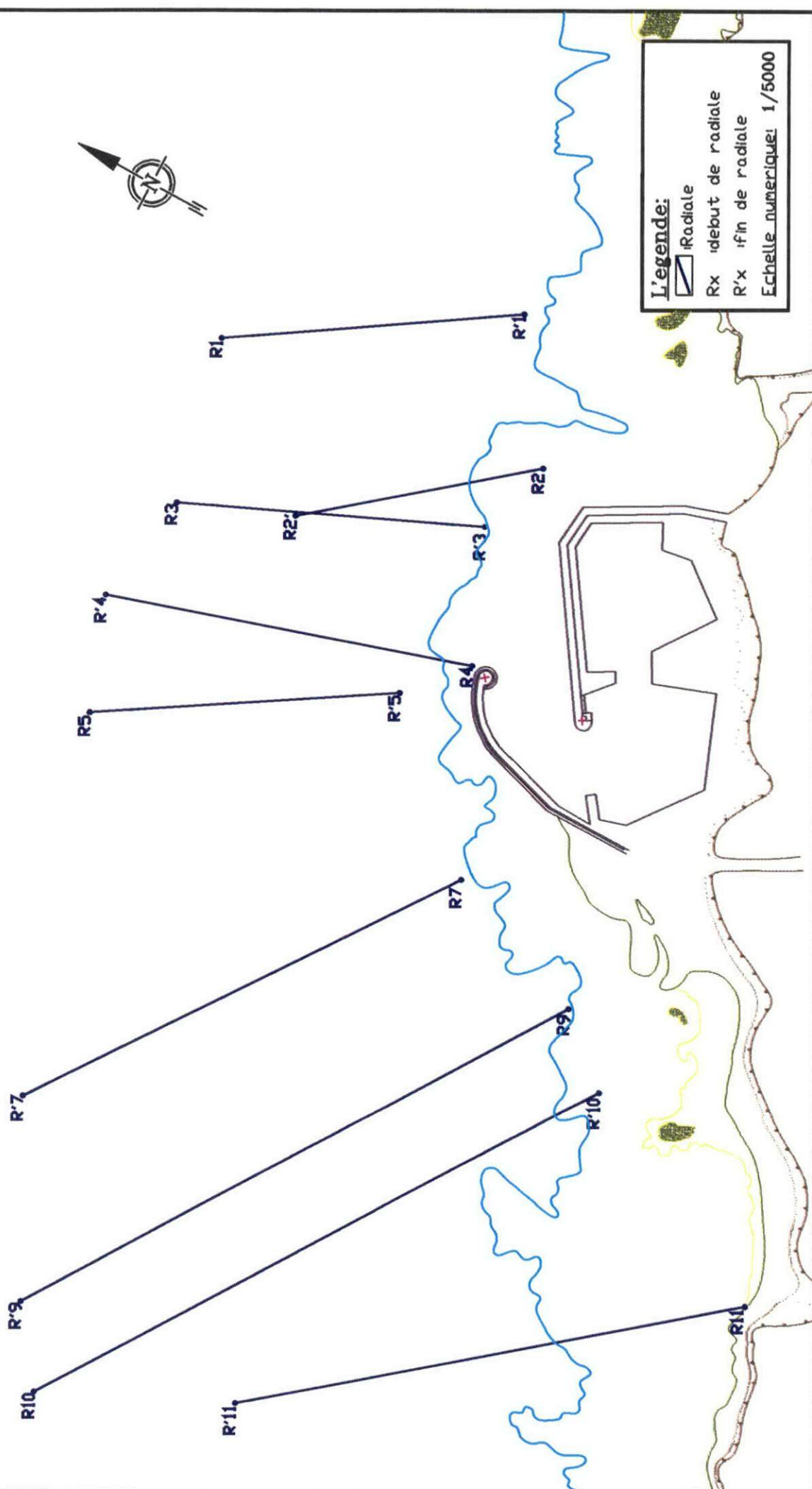
2- BATHYMETRIE A L'EXTERIEUR DU PORT :

Les cartes bathymétriques à l'extérieur du port constituent un document fondamental pour reconnaître et interpréter la morphologie sous marine .

2-1- Méthodologie :

Le levé bathymétrique a été réalisé à l'aide d'un echosondeur suivant des radiales (fig.30) positionnées à l'aide de deux théodolites , les enregistrements effectués sont reportés sur la carte (fig.31). Les points d'égale profondeur ont été reliés en passant par chaque radiale pour aboutir à une carte bathymétrique (fig.32).

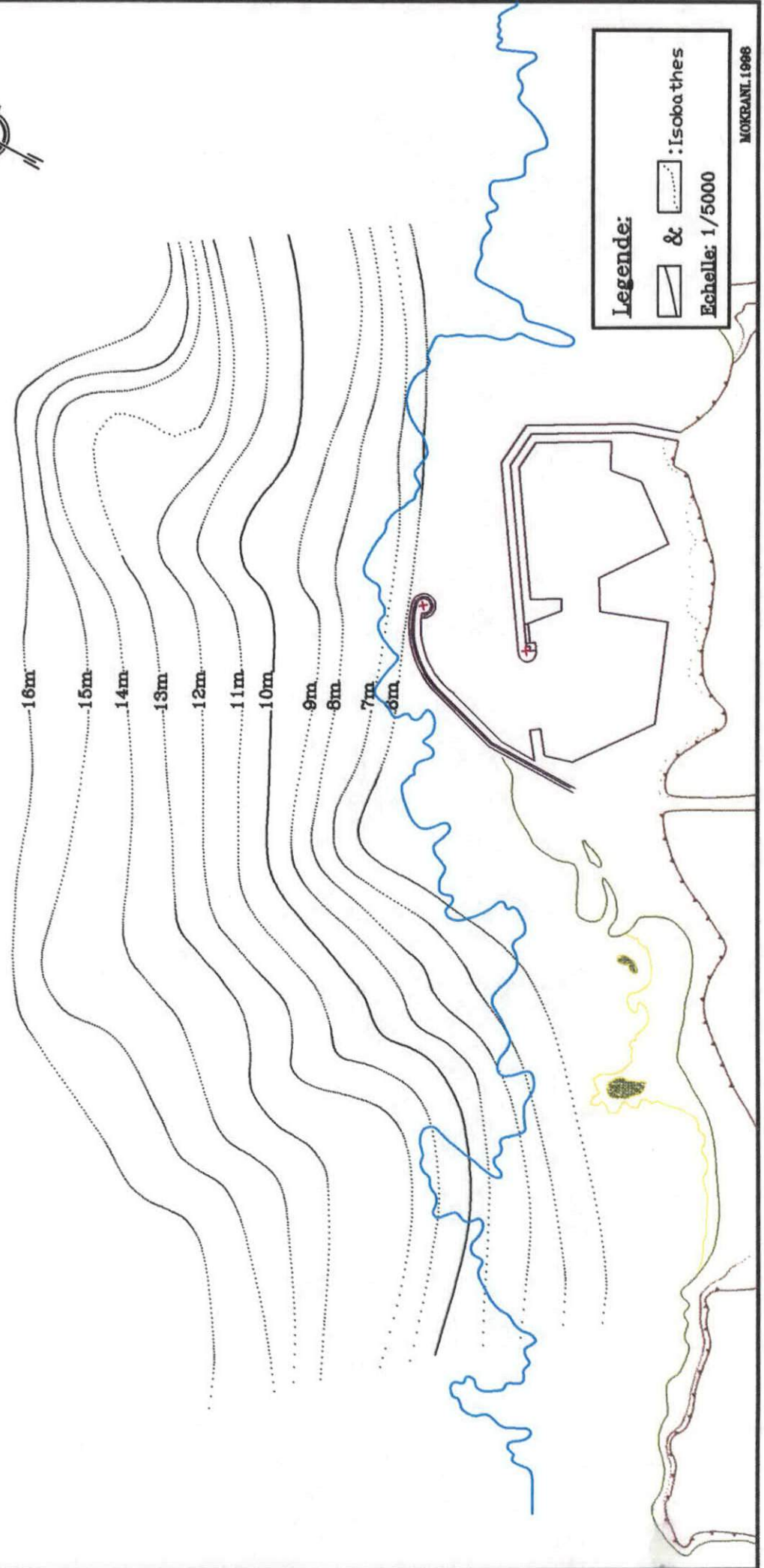
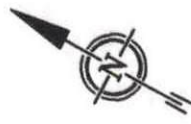
Figure N° 30: POSITIONNEMENT DES RADIALES A L'EXTERIEUR
DU PORT DE BOU-HAROUN



**Figure N° 31 : POINTS DE SONDÉS A L'EXTERIEUR
DU PORT DE BOU-HAROUN**



Figure N° 32 : PLAN BATHYMETRIQUE A L'EXTERIEUR
DU PORT DE BOU-HAROUN



Legende:

- : &
- : Isobathes

Echelle: 1/5000

MOYERANT.1998

2.2- Commentaire de la carte :

On remarque entre -6 et -16 m que les courbes bathymétriques sont presque parallèles au droit de la digue principale . Au large de la passe d'entrée en allant vers le nord , débute un chenal à environ 15m de profondeur. A l'ouest du port la morphologie sous marine montre deux séries de chenaux peu accentués (entre -9 et -16m)espacés de légères levées , larges de 50m environ .

Chapitre VII

**DRAGAGE DU
PORT**

1- DEFINITION DU DRAGAGE:

Les dragages sont des terrassements exécutés sous l'eau au moyen d'engins flottants. Ils comprennent trois phases:

- Extraction du déblai.
- Transport.
- Mise en dépôt.

Ces différentes phases peuvent être assurées par le même engin ou par des engins différents selon la mise en dépôt (Chapon, 1975).

2- NATURE DU DRAGAGE A EFFECTUER:

Dans le cas du port de BOU-HAROUN , il s'agit d'un dragage d'entretien destiné à enlever les envasements qui se sont produits dans le port, (depuis le dragage précédent) afin de retrouver les côtes initiales dans les deux bassins et la passe d'entrée. Il est important dans cette opération de ne pas dépasser les côtes d'origine pour ne pas déstabiliser les infrastructures portuaires.

3-TYPE DE DRAGAGE :

La nature du sédiment (vase) portuaire est telle qu'il est nécessaire d'effectuer un dragage par aspiration, dans le cas échéant on peut faire aussi un dragage mécanique à l'aide d'une drague à benne preneuse vu le volume relativement faible de l'envasement(30 000 m³).

3-1- Principe:

Il s'agit à aspirer le terrain par succion. Les matériaux à draguer sont soumis en suspension dans un fort courant d'eau dont la vitesse est due à une dépression formée au niveau du terrain et provoquée grâce au vide créé par une pompe centrifuge de débit élevé.

Le mélange eau-sédiments est aspiré dans l'élinde . Il traverse la pompe centrifuge qui le met en pression et le refoule dans les puits de la drague , ou dans une conduite flottante qui le transfère directement à terre.

4- ESTIMATION DU VOLUME DES DEBLAIS:

4-1- Les côtes d'origine:

Elles ont été fournies par l'U.G.P.A.P et se répartissent comme suit:

- (- 5.5 m) au niveau de la passe d'entrée .
- (- 5.0 m) au niveau du premier bassin.
- (- 4.0 m) au niveau du deuxième bassin.

4-2- Méthode de calcul:

Notre méthode de calcul est basée sur le découpage du plan d'eau en petits compartiments afin de calculer leur surface plus facilement. On a ensuite déterminé une profondeur moyenne dans chaque compartiment (fig.33) (il s'agit des profondeurs actuelles (fig.27)) qui sera soustraite à la côte d'origine de la zone concernée, on obtient alors l'épaisseur moyenne de la couche à draguer. Etant donné qu'on est en face d'un dragage d'entretien, le volume est calculé de la manière suivante:

Volume (m³) = [(côte d'origine (1982)-profondeur moyenne (1997)] . surface

Les résultats obtenus sont illustrés dans le (tab.12).

Figure N°33 : SCHEMA DE DECOUPAGE DE LA SUPERFICIE DU PLAN D'EAU
DANS LE PORT DE BOU-HAROUN

Ech: 1/2000

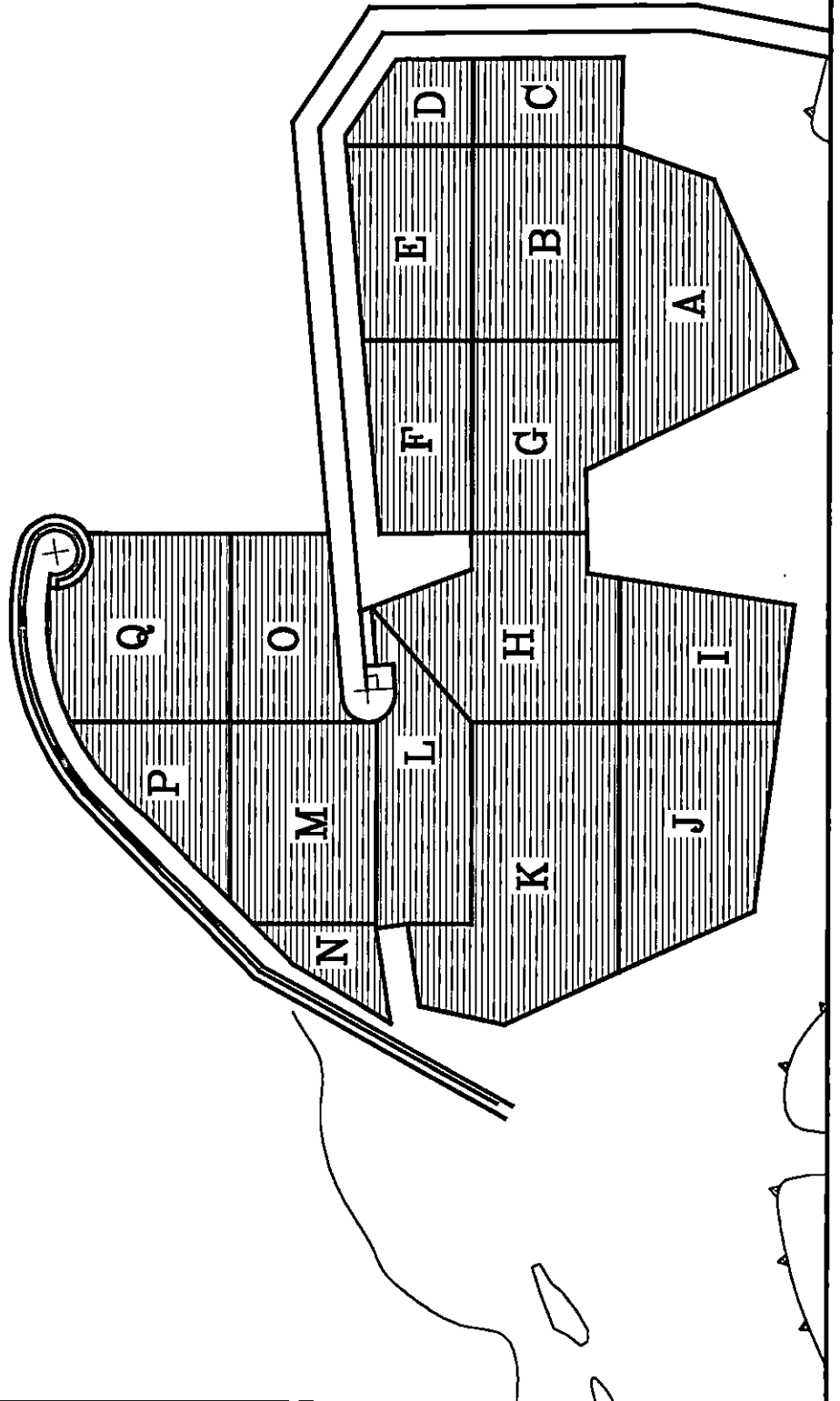
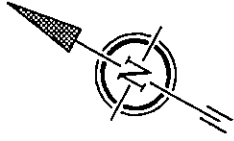


Tableau n°12: Port de BOU-HAROUN: quantité et qualité des sédiments à draguer.

Compar- timents	Surface (m2)	Profondeur moyenne (m)	Épaisseur moyenne du déblai (m3)	Volume (m3)	Nature du déblai
A	2 879	3.30	0.70	2 015.3	vase
B	2 447	3.50	0.50	1 223.5	vase
C	1 103	3.80	0.20	220.6	vase
D	765	3.30	0.70	535.5	vase
E	1 955	3.60	0.40	782.0	vase
F	1 650	3.30	0.70	1 155.0	vase
G	2 222	3.23	0.77	1 710.94	vase
H	2 905	3.88	1.12	3 253.6	vase
I	1 840	4.60	0.40	736.0	vase sableuse + vase
J	2 680	4.40	0.60	1 608.0	vase sableuse + vase
K	3 931	4.59	0.41	1 611.7	vase
L	2 025	4.35	0.65	1 316.25	vase
M	2 504	3.57	1.93	4 832.72	vase sableuse
N	573	3.00	2.50	1 432.5	vase sableuse
O	1 712	4.30	1.20	2 054.4	vase sableuse
P	1 300	4.20	1.30	1 690.0	vase sableuse
Q	2 647	4.00	1.50	3 970.5	sed.vaseux

Total = 30 148.51 m3

5-PROPOSITION DES SITES DE DEPOT:

Les déblais du port poseront un problème quant à leur devenir compte tenu leur taux trop élevé en polluants et de leur nature vaseuse, de plus ils ne sont

utilisables que dans des domaines très limités (utilisés en remblais) à cause de leur nature leur consolidation est lente et nécessite forcément un drainage. Leur nettoyage demanderait des investissements énormes pour n'avoir qu'un très faible rendement.

Notre zone d'étude est une zone à vocation touristique (complexe de Zeralda, Palmbeach, Moreti, Tipaza...), les zones intermédiaires entre ces complexes sont destinées dans le futur à agrandir le site touristique . Le dépôt des produits dragués sur la côte ne peut être retenu car il va à l'encontre du plan d'aménagement touristique de cette zone.

L'arrière pays de notre zone d'étude est le domaine du Sahel et de la Mitidja constituée essentiellement de terrains fertiles à vocation essentiellement agricole. A cet effet il n'existe pas d'assiette pouvant recevoir une quantité de 30 148.51 m³ de vase polluée. Cette variante ne semble pas une solution à la mise en dépôt dans ces régions.

Dans une partie de la Mitidja, le site d'Oued Semmar qui a été déjà retenu comme la décharge des déchets ménagés du gouvernement d'Alger peut constituer un site de dépôt des produits dragués pour les raisons suivantes:

- Terrains marécageux ,hydromorphes donc non cultivables.
- Zone éloignée du site urbain.

Le dépôt au niveau de la décharge peut avoir les avantages suivants:

- * Diminuer les odeurs nauséabondes des déchets brûlés.
- * Empêcher la prolifération des insectes (moustiques).
- * Compacter le dépôt d'ordures par le poids des vases déjà liquéfiées.

Parmi toutes les variantes citées nous proposons la dernière variante (Oued Semmar) pour le rejet des produits dragués.(il faut noter que le choix du site Oued Semmar nécessite une étude hydrogéologique) .

CONCLUSION

CONCLUSION

Tous les ports algériens ont tendance à s'envaser ou s'ensabler avec le temps, leurs structures favorisent le dépôt sédimentaire à l'intérieur de leurs bassins abrités.

Le port de Bou-Haroun connaît un envasement de 5200 m³/an, ce taux semble élevé pour un port si petit. La profondeur moyenne présente à cet effet un chiffre considérable. Les déversements des boues d'égout en plus des apports terrigènes seraient en grande partie à l'origine de l'envasement portuaire. Les apports sédimentaires en provenance de l'extérieur du port (coté mer) obstruent uniquement la passe d'entrée.

Les concentrations très élevées en métaux lourds des déblais représente une menace évidente sur le milieu naturel, leur rejet en mer serait une catastrophe écologique.

Il n'est pas évident de trouver un site de dépôt adéquat quand le sédiment est très contaminé. La décharge de Oued Semmar que nous avons proposé nous paraît le plus adéquat pour accueillir les déblais du port pour les raisons déjà cités.

L'entretien du port (dragage) revient trop cher aux autorités locales surtout que les risques de réapparition d'envasement (après dragage) à court terme sont très probables; le problème ne serait pas ainsi complètement réglé. Il est préférable en plus de l'entretien du port de prévenir contre l'envasement car les mesures préventives peuvent être nettement moins onéreuses et plus efficaces que les solutions techniques; pour cela il est nécessaire de traiter le problème en amont du port, en commençant par :

- régler le problème de la conduite qui éclate en moyenne 10 fois par an.
- contrôler tout déversement dans le port (déversements industriels et urbains) en essayant de les minimiser .
- Instruire et sensibiliser les utilisateurs (pêcheurs) à ne plus rejeter volontairement les déchets dans le port, afin de préserver et maintenir les bassins propre .

BIBLIOGRAPHIE

OUVRAGES :

- AYME L. , 1954 – Etude des terrains néogènes de la cluse de l'oued Mazafran .Bull. Carte géologique Algérienne Service N°1 , fasc. III , 129 p.

- 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 baie de Bou-Ismaïl. Mémoire d'ingénieur ,I.S.M.A.L. ,78p.

- ALILOUCHE N. , 1994 - Les métaux lourds dans les sédiments de certains ports et dans la matrice biologique. Mémoire de (D.E.U.A) ,I.S.M.A.L ,64p.

- BAKIR M. , 1987 – La dynamique sédimentaire dans le baie d'El Djamila (baie de Bou-Ismaïl) . Mémoire d'ingénieur,U.S.T.H.B. ,73p.

- BELKESSAM D. et ISSOLAH F. , 1991 – La pêche chalutière au port de Bou-Haroun , étude statistique de débarquement et aperçu sur quelques paramètres biologiques et dynamiques d'espèces cibles . Mémoire d'ingénieur ,I.S.M.A.L.,96p.

- BOUCENNA R. et YALA H. , 1991 –Etude organoléptique , microbiologique et biochimique de la sardine débarquée au port de Bou-Haroun . Mémoire de (D.E.U.A) ,I.S.M.A.L.,110p.

- CHAPON J. , 1967 -Travaux maritimes Tome II . Ed. EYROLLES 276p.

- CAULET S. , 1972 –Les sédiments organogènes du précontinent algérien . Mémoire du muséum National d'Histoire Naturelle. Paris – Série C ,Tome 25, 289p.

Bibliographie

- GAUJOUS D. , 1995 –La pollution des milieux aquatiques .
Aide – mémoire , 2^{eme} édition . 219p.

- HADJAMMAR S., 1993 –Niveaux en hydrocarbures polyaromatiques
des sédiments superficiels de la baie de Bou-Ismaïl (Frange cotière).
Mémoire de (D.E.U.A),I.S.M.A.L ,106p.

- IRATEN L. et REBHI R. , 1996 –Contribution à l'étude de l'exploitation
du Saurel *Trachurus trachurus* par les modèles globaux dans la région de
Bou-Ismaïl . Mémoire d'ingeniorat ,I.S.M.A.L., 69p.

- KORICHI H.S. , 1988 –Contribution à l'étude biologique des deux espèces
de Saurels : *Trachurus trchurus* (Linne, 1758) et *Trachurus mediterraneus*
(Steindachner , 1868) et de la dynamique de la *Trachurus trchurus*
(Linne , 1758) en baie de Bou-Ismaïl .Mémoire de magister,I.S.M.A.L,260p .

- LECLAIRE L. , 1972 –La sédimentation holocène sur le versant
méridional du bassin Algero – balears (Précontinent Algérien) .
Mémoire du Muséum National d'Histoire naturelle .
Paris. Série C. 339p.

- MILLOT C. , 1985 –Some Features of the Algerian current .
Jour. Geophophys , Research , Vol 90 , n° C4 : 7169 - 7176 .

- MILLOT C. , 1987 –The circulation of the levantine intermediate water in the
Algerian bassin .Jour. Geophophys , Research , Vol. 92 , n° C8 : 8265 – 8276

- RIVIERE A. , 1977 –Méthode granulometrique . Technique et
interprétation . Ed. Masson .

- SAADI – CHERIF S. et TCHENDERLI B.S. ,1995 –Aménagement du
port de Dellys : Contribution à l'étude de dragage et impact
sur l'environnement . Mémoire d'ingeniorat,I.S.M.A.L.,59p .

INDEX

Index des figures

<u>(fig.1)</u> : Plan général du port de Bou-Hroun (03/06/1939).....	03
<u>(fig.2)</u> : Bou-Haroun, construction d'un terre plein ouest (Septembre 1960).....	04
<u>(fig.3)</u> : Indication des deux endroits d'affaissement sur la jetée ouest (entourés en rouge).....	04
<u>(fig.4)</u> : Carte de situation du port de Bou-Haroun.....	05
<u>(fig.5)</u> : Présentation du port de Bou-Haroun (1998).....	07
<u>(fig.6)</u> : Topographie de la baie de Bou-Ismaïl (Alger ouest) selon (Leclair,1972).....	15
<u>(fig.7)</u> : Plan de masse du port de Bou-Haroun, réalisé à partir de photographies aériennes (1980).....	20
<u>(fig.8)</u> : Positionnement des stations de prélèvement à l'intérieur du port de Bou-Haroun.....	23
<u>(fig.9)</u> : Positionnement des stations de prélèvement à l'extérieur du port de Bou-Haroun.....	24
<u>(fig.10)</u> : Plan de répartition des pelites au niveau du port de Bou-Haroun.....	26
<u>(fig.11)</u> : Comparaison de la couleur de l'eau dans les bassins du port de Bou-Haroun	27
<u>(fig.12)</u> : Représentation graphique des courbes cumulatives semilogarithmiques et des histogrammes de fréquence correspondants (pour les stations S1,E1,E7).....	29
<u>(fig.13)</u> : Représentation graphique des courbes cumulatives semilogarithmiques et des histogrammes de fréquence correspondants (pour les stations S7,E15,E18).....	30
<u>fig.14)</u> : Histogramme de fréquence des modes les plus représentatifs	31
<u>(fig.15)</u> : Plan de répartition du mode 100.....	33
<u>(fig.16)</u> : Plan de répartition du mode 125.....	34
<u>(fig.17)</u> : Plan de répartition du mode 160.....	35
<u>(fig.18)</u> : Plan de répartition de la médiane (Q50).....	36
<u>(fig.19)</u> : Plan de répartition du décile inférieur (P10).....	38
<u>(fig.20)</u> : Plan de répartition du décile supérieur (P90).....	39
<u>(fig.21)</u> : Plan de répartition des carbonates.....	40
<u>(fig.22)</u> : Plan de répartition de la matière organique au niveau du port de Bou-Haroun.....	43

Index des figures

(fig.23): Carte de situation des stations de prélèvement pour l'analyse des métaux lourds.....	48
(fig.23A): Indice de contamination du sediment superficiel dans le port de BOU-HAROUN	50
(fig.24): Comparaison des différents levées bathymétriques dans le port de Bou-Haroun (1939,1956,1962).....	53
(fig.25): Comparaison des différents levées bathymétriques dans le port de Bou-Haroun (1968,1969,1984).....	54
(fig.26): Comparaison des différents levées bathymétriques dans le port de Bou-Haroun (1989,1995).....	55
(fig.27): Points de sondes à l'intérieur du port de Bou-Haroun.....	57
(fig.28): Carte de situation des stations choisies.....	59
(fig.29): Evolution diachronique de la bathymétrie.....	59
(fig.30): Positionnement des radiales à l'extérieur du port de Bou-Haroun.....	62
(fig.31): Points de sondes à l'extérieur du port de Bou-Haroun.....	63
(fig.32): Plan bathymétrique à l'extérieur du port de Bou-Haroun.....	64
(fig.33): Schéma de découpage de la superficie du plan d'eau dans le port de Bou-Haroun.....	68

EN ANNEXE

(fig.34): Représentation graphique des courbes cumulatives semilogarithmiques et des histogrammes de fréquence correspondants (pour les stations S2,S3,S4)	
(fig.35): Représentation graphique des courbes cumulatives semilogarithmiques et des histogrammes de fréquence correspondants (pour les stations S5,E2,E3)	
(fig.36): Représentation graphique des courbes cumulatives semilogarithmiques et des histogrammes de fréquence correspondants (pour les stations E5,E6,E8)	
(fig.37): Représentation graphique des courbes cumulatives semilogarithmiques et des histogrammes de fréquence correspondants (pour les stations E9,E10,E11)	
(fig.38): Représentation graphique des courbes cumulatives semilogarithmiques et des histogrammes de fréquence correspondants (pour les stations E12,E14,E17)	

Index des figures

- (fig.39): Représentation graphique des courbes cumulatives semilogarithmiques et des histogrammes de fréquence correspondants (pour la station E20)
- (fig.40): Port de Bou-Haroun . Renforcement de la jetée ouest et déroctage du bassin . Le 04/02/1942
- (fig.41): Port - abri de pêche de Bou-Haroun . Organisation de la pêche en Algérie . Travaux de la commission d'études.
Le 26 Août 1956
- (fig.42): Etude de la pêche dans le département d'Alger : cite de Bou-Haroun 1962
- (fig.43): Port de Bou-Haroun . Ouvrages existants . Carte des fonds .
Juin 1968
- (fig.44): Port de Bou-Haroun . Sondages : Janvier 1969.
- (fig.45): Port de Bou-Haroun . Levé topographique . Le 04/04/84
- (fig.46): Port de Bou-Haroun . Levé bathymétrique . Nov. 1989
- (fig.47): Port de Bou-Haroun . Levé bathymétrique . Juillet 1995

Index des tableaux

<u>(tab.1)</u> : Evolution de la flottille de 1993 à 1997.....	08
<u>(tab.2)</u> : Caractéristiques techniques de la flottille de pêche à Bou-Haroun	09
<u>(tab.3)</u> : Bilan annuel de la production halieutique à Bou-Haroun 1993 à 1997.....	10
<u>(tab.4)</u> : Courantologie de surface mesurée dans la région de Bou-Ismaïl.....	18
<u>(tab.5)</u> : Classification granulométrique des sédiments.....	25
<u>(tab.6)</u> : Concentration normal des polluants dans le sédiment.....	46
<u>(tab.7)</u> : Concentration en métaux lourds dans le sédiment superficiel du port de Bou-Haroun exprimées en $\mu\text{g/g}$ (ALILOUCHE , 1994).....	47
<u>(tab.8)</u> : Concentration en métaux lourds dans le sédiment superficiel du port de Bou-Haroun exprimées en $\mu\text{g/g}$ (ARAB et ROUANE , 1998).....	47
<u>(tab.9)</u> : Evolution de la profondeur dans chaque station.....	58
<u>(tab.10)</u> : Valeurs obtenues des différentiels entre les années 1984 , 1989 , 1995 et 1997.....	60
<u>(tab.11)</u> : Périodes de dragage du port de Bou-Haroun.....	61
<u>(tab.12)</u> : Port de Bou-Haroun : quantité et qualité des sédiments à draguer.....	69

ANNEXE

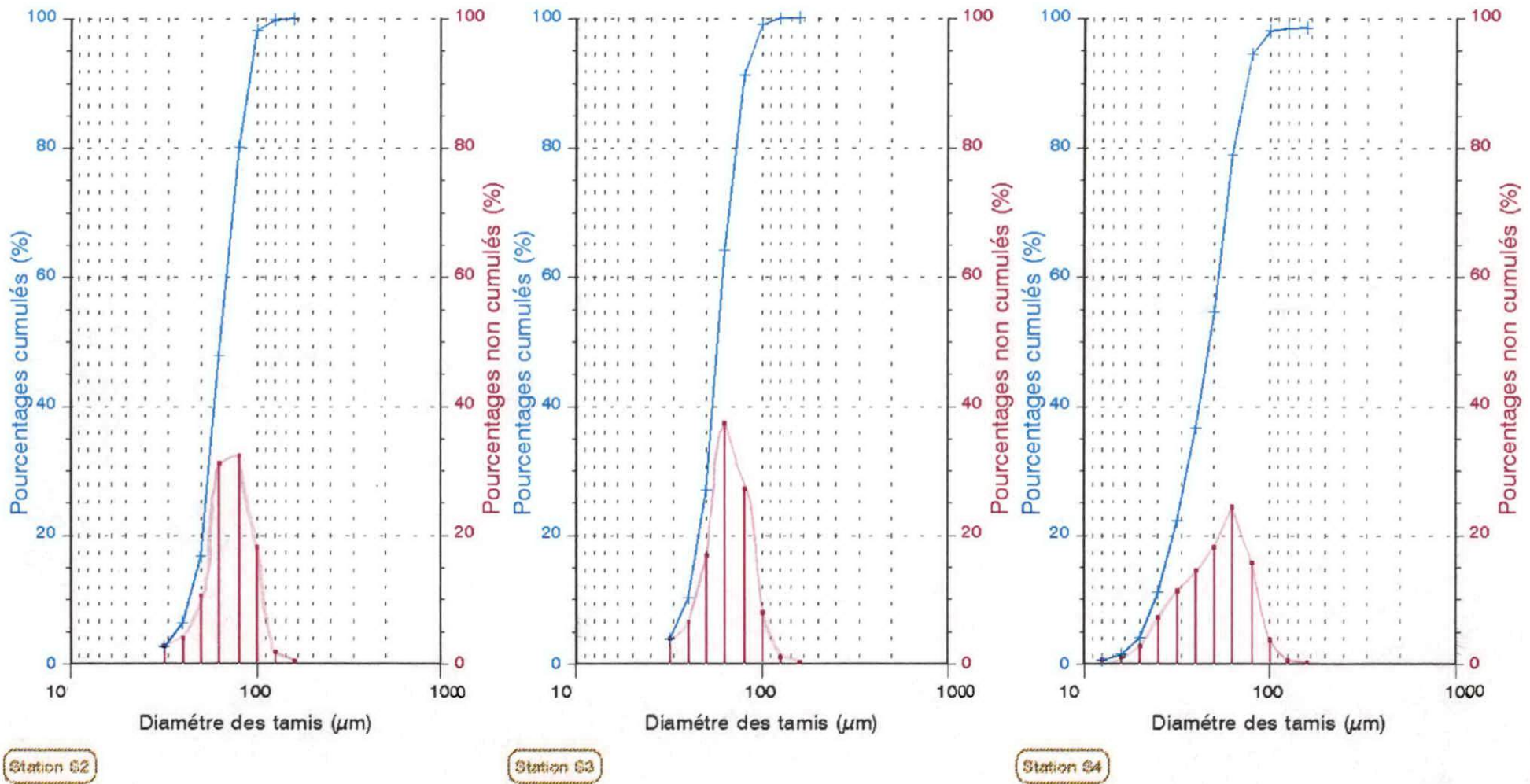


Figure n°3 4: Représentation graphique des courbes cumulatives semilogarithmiques et des histogrammes de fréquence correspondants (pour les stations S2,S3,S4).

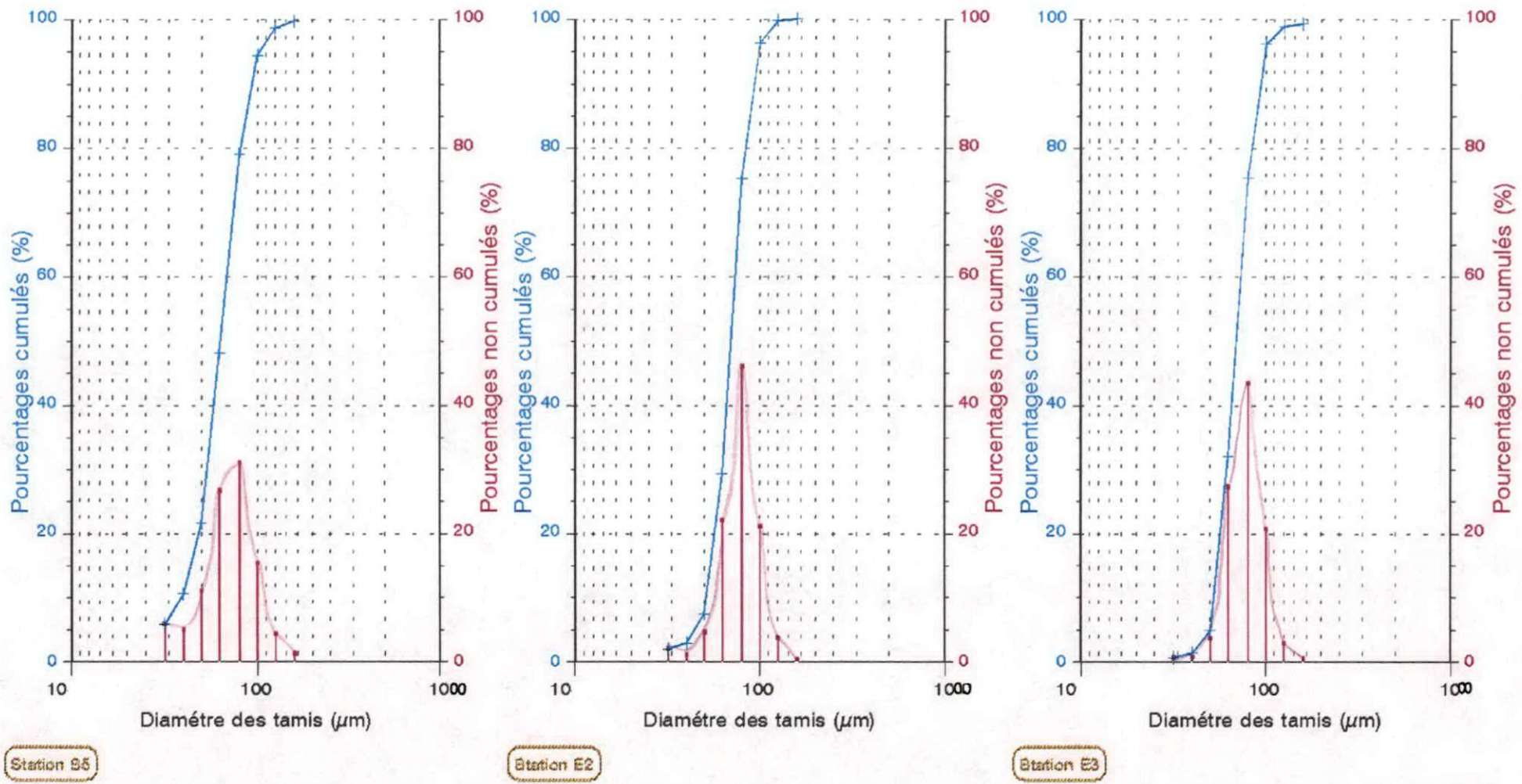


Figure n°35: Représentation graphique des courbes cumulatives semilogarithmiques et des histogrammes de fréquence correspondants (pour les stations S5,E2,E3).

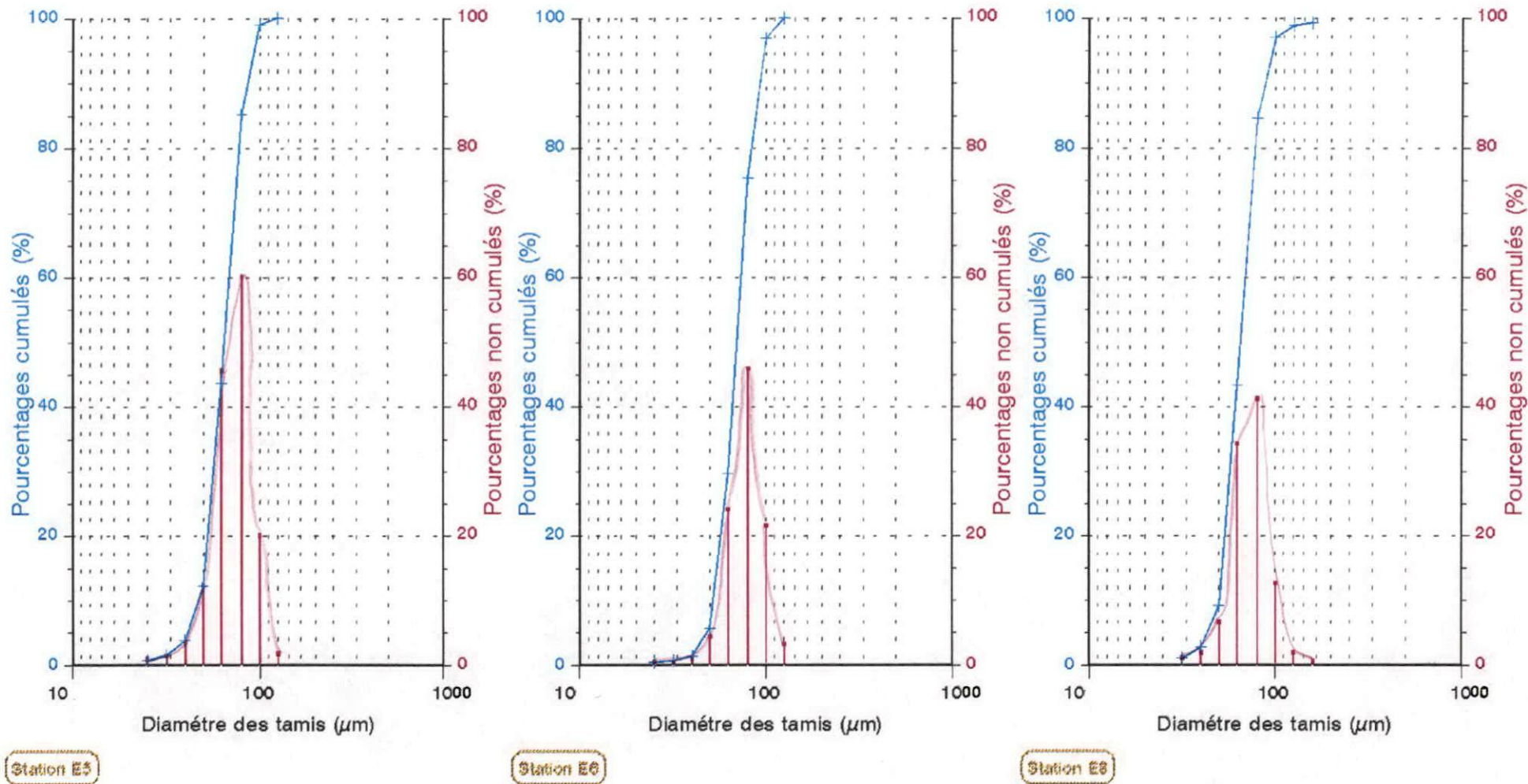


Figure n°36: Représentation graphique des courbes cumulatives semilogarithmiques et des histogrammes de fréquence correspondants (pour les stations E5,E6,E8).

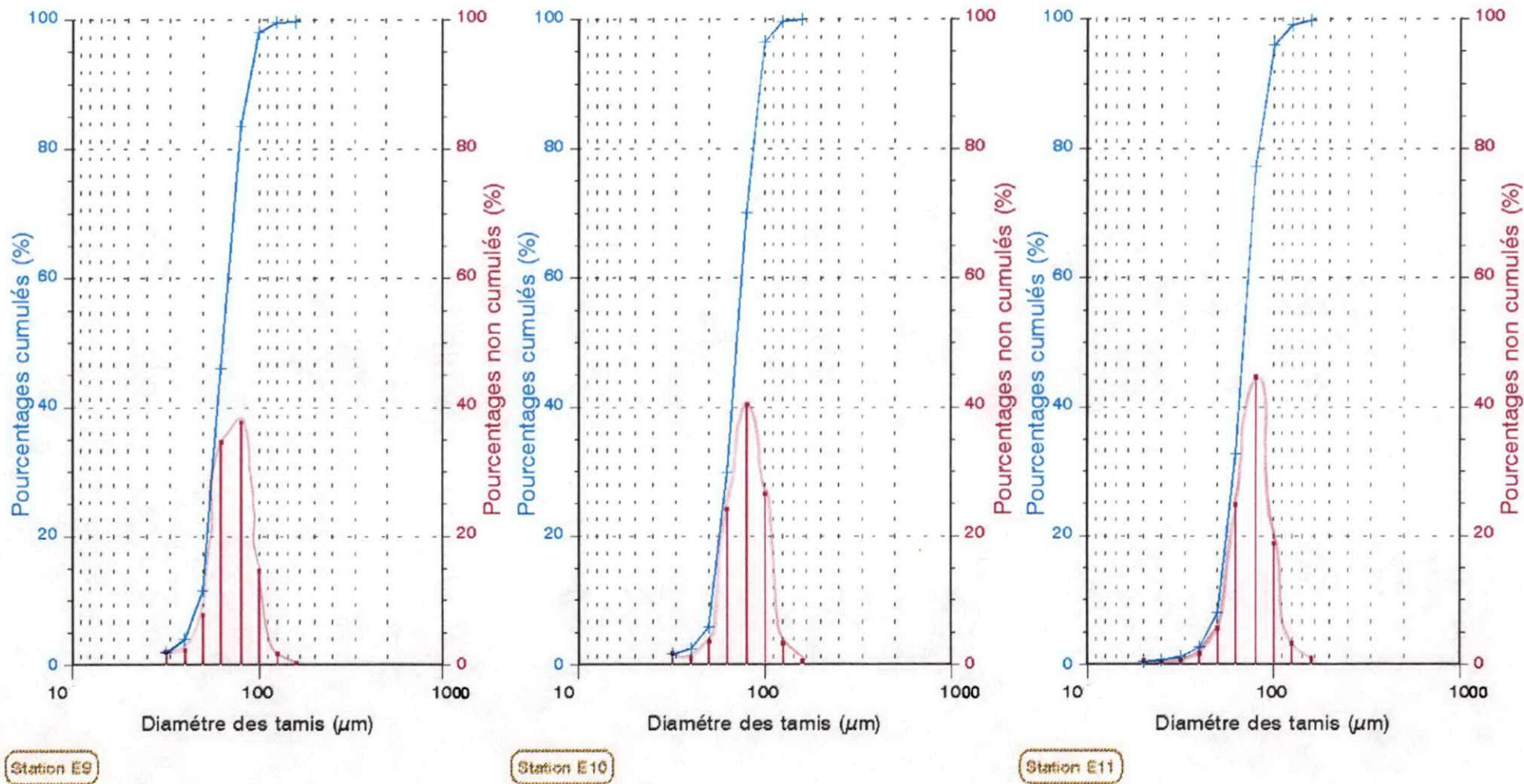


Figure n°37: Représentation graphique des courbes cumulatives semilogarithmiques et des histogrammes de fréquence correspondants (pour les stations E9,E10,E11).

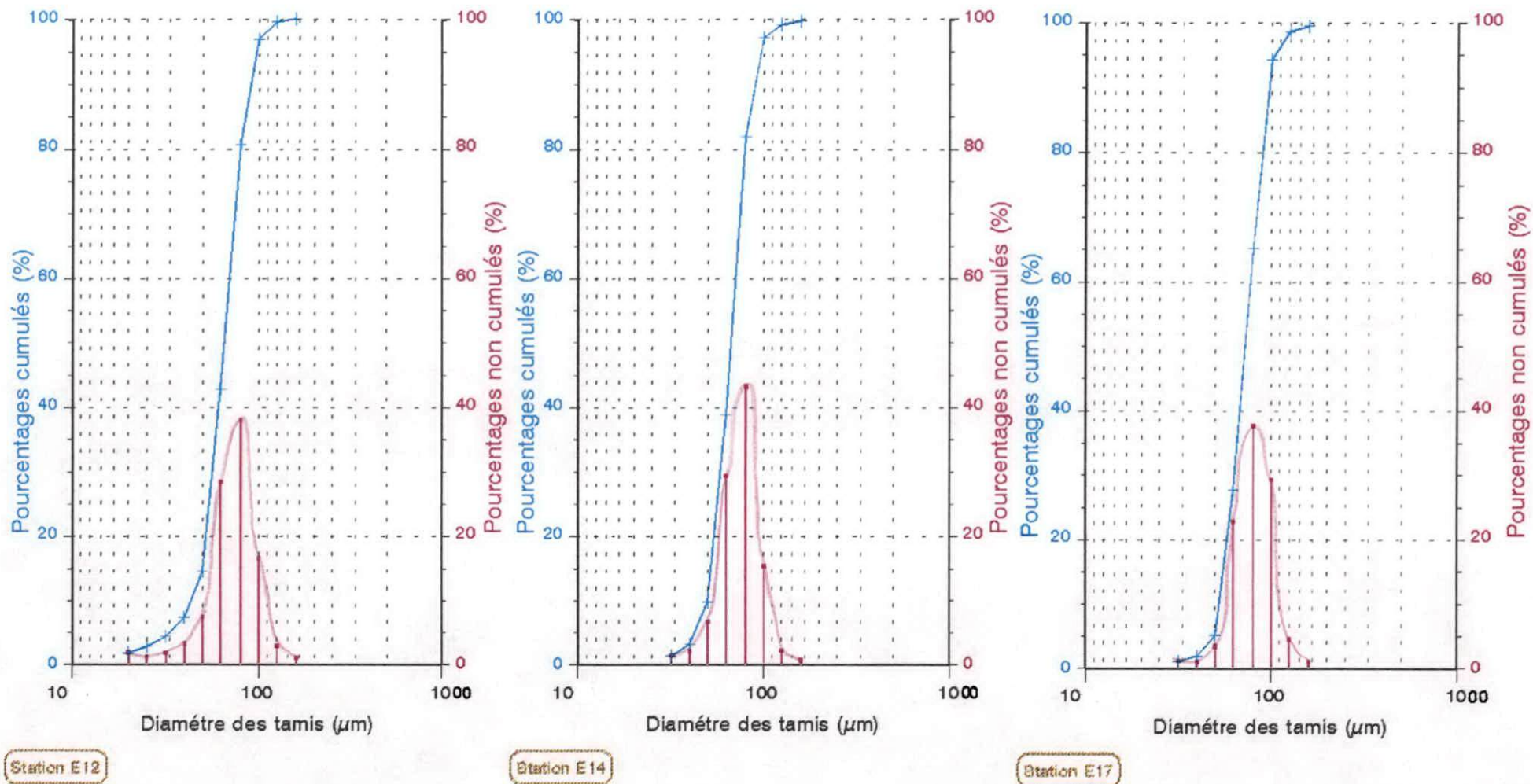


Figure n°38: Représentation graphique des courbes cumulatives semilogarithmiques et des histogrammes de fréquence correspondants (pour les stations E12, E14, E17).

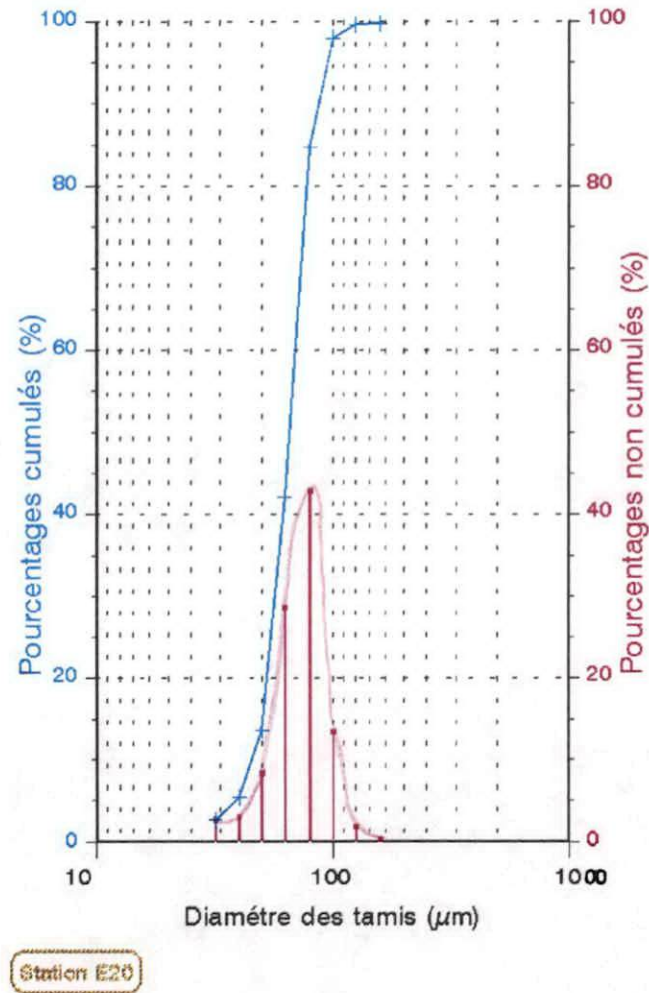
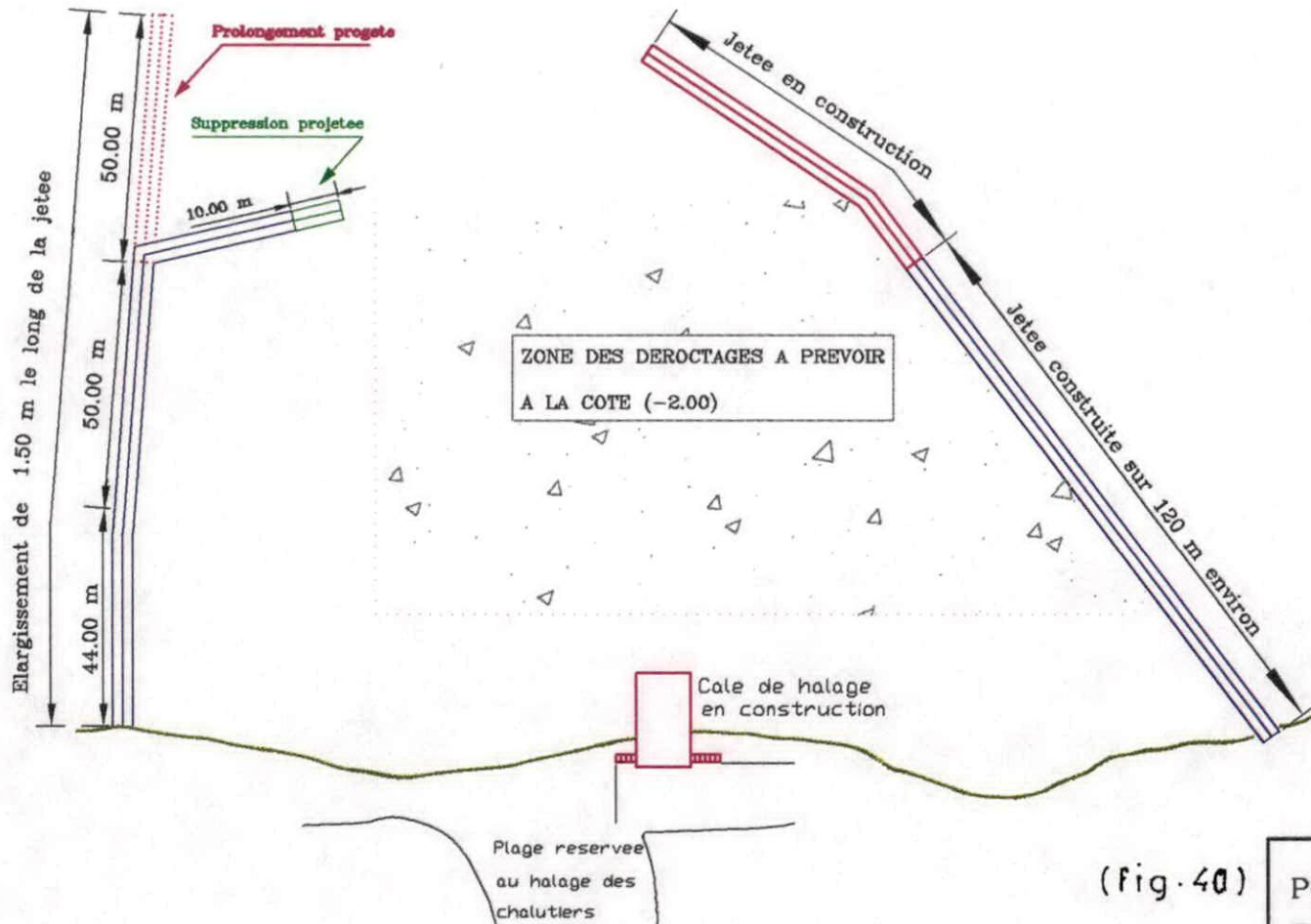
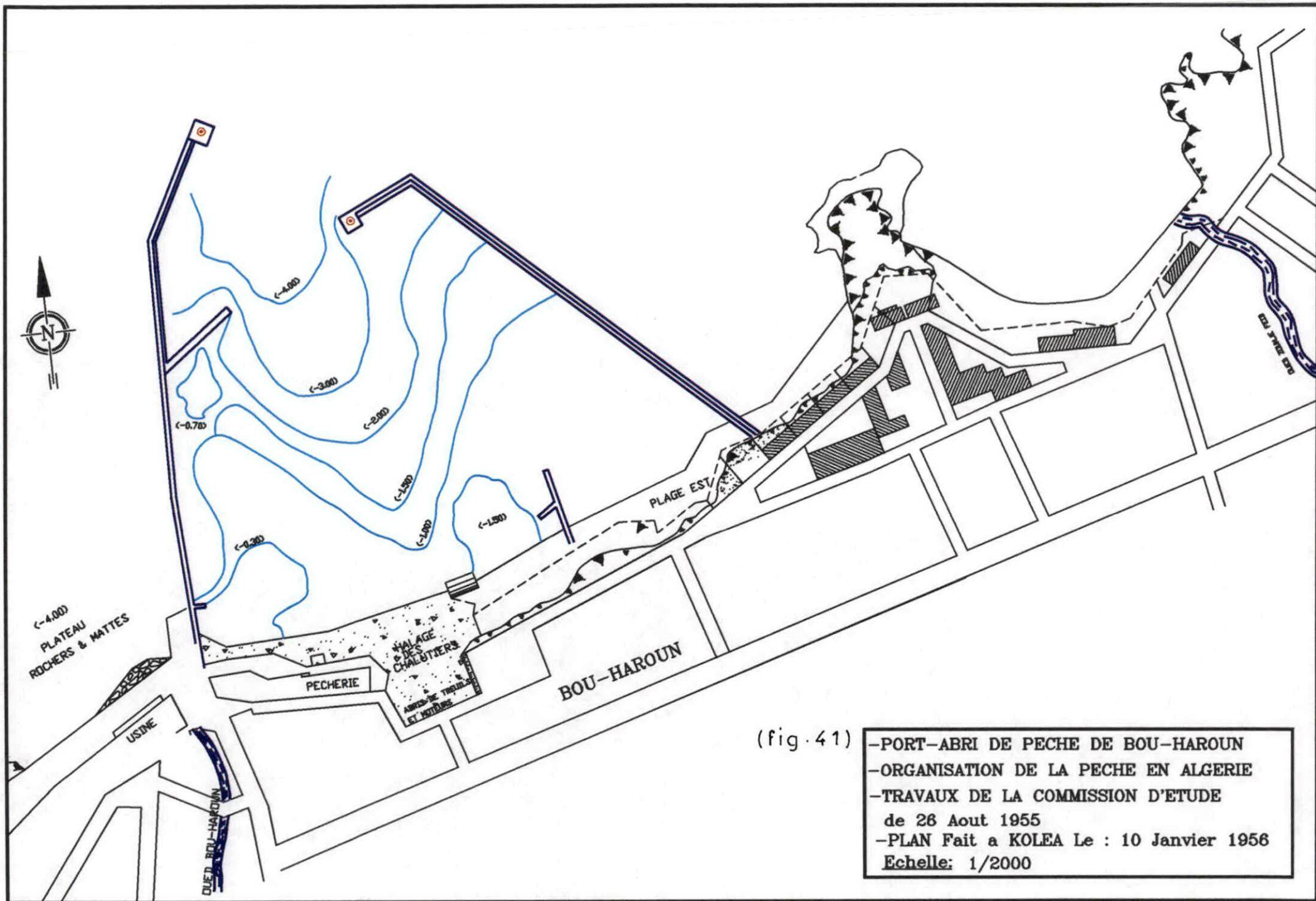


Figure n°39: Représentation graphique de la courbe cumulative semilogarithmique et de l'histogramme de fréquence correspondant (pour la station E20).



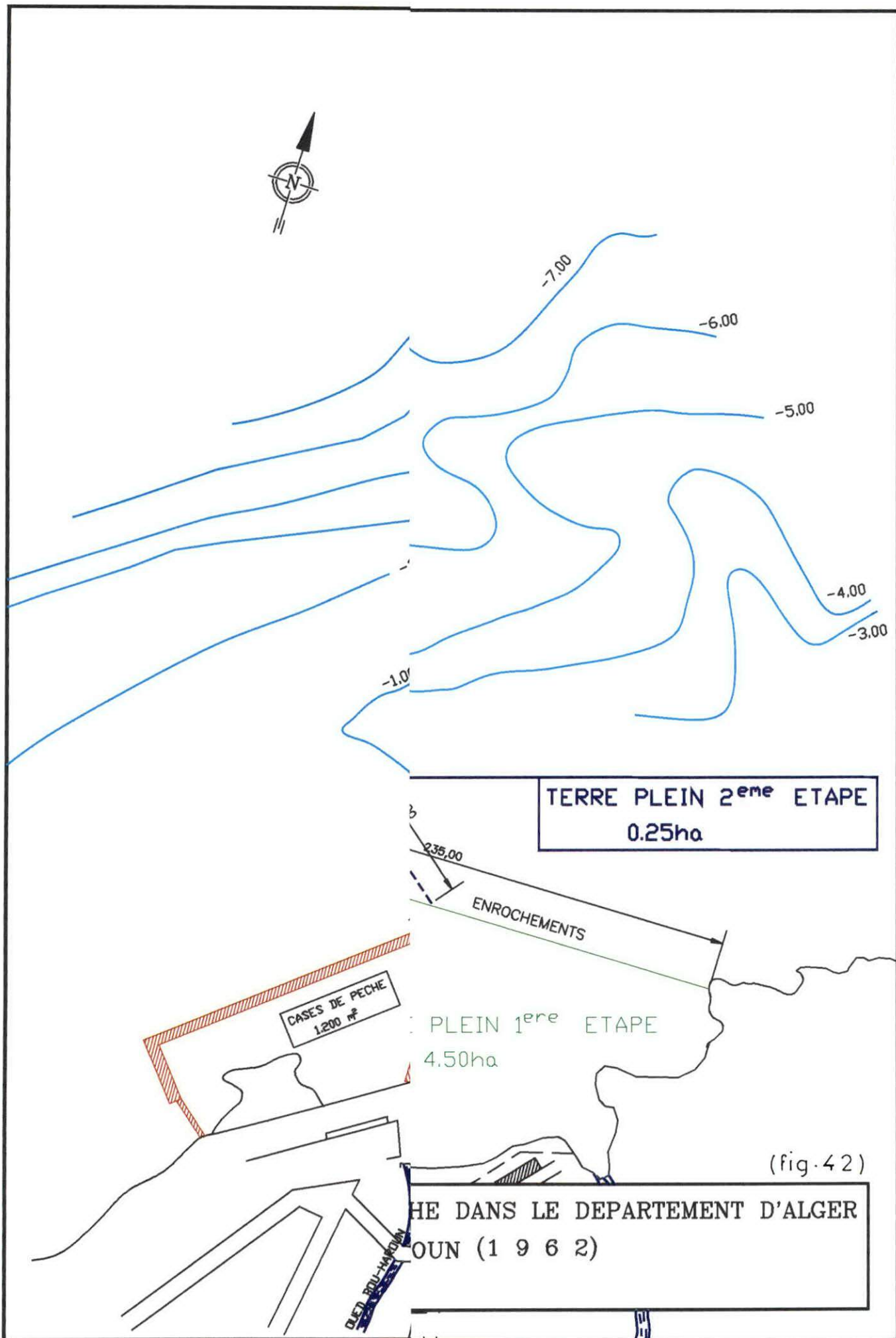
(fig. 40)

PORT DE BOU-HAROUN
 RENFORCEMENT DE LA JETEE OUEST
 ET DEROCTAGE DU BASSIN
 ALGER LE 04/02/1942
 Echelle: 1/1500

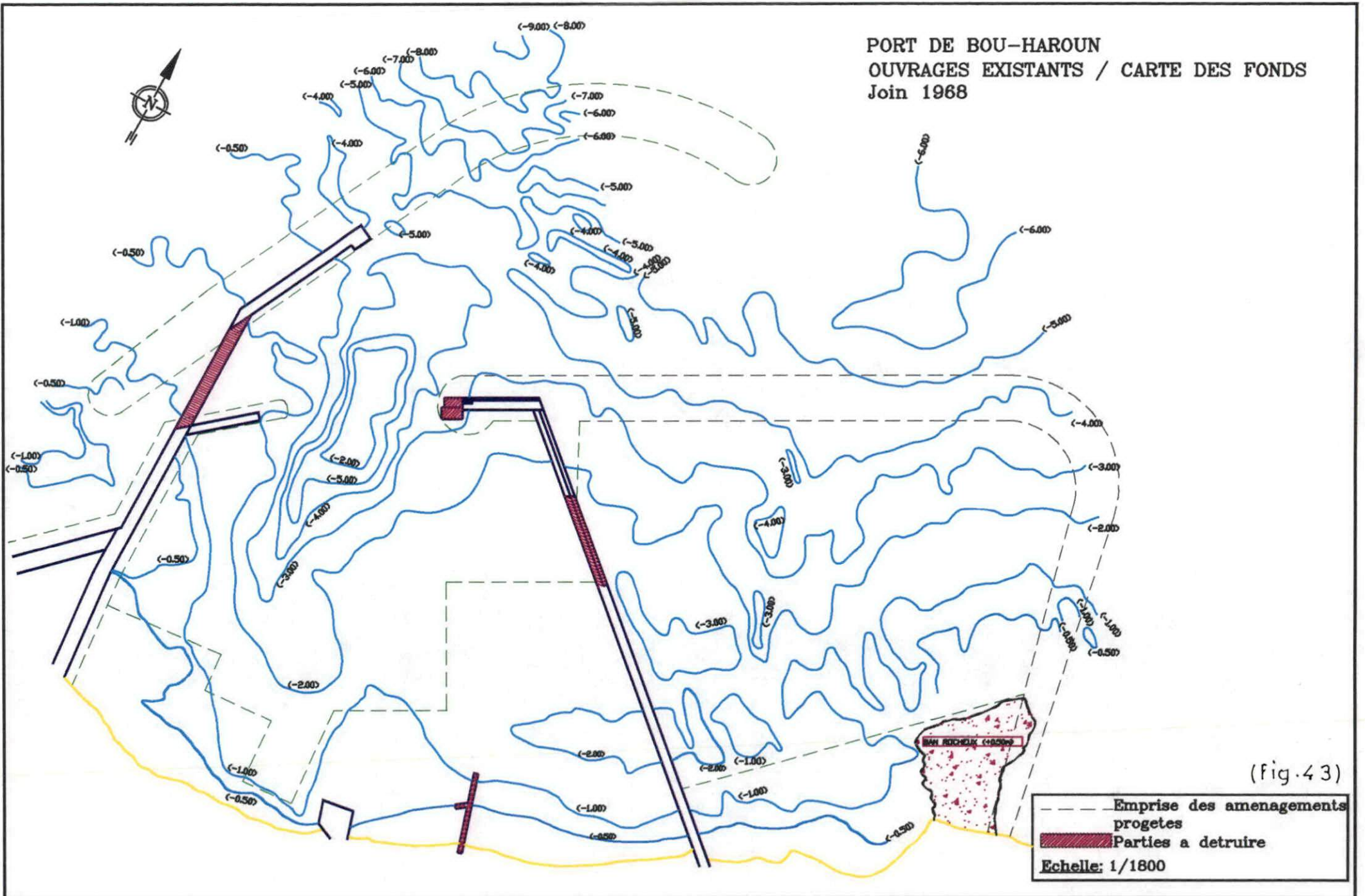


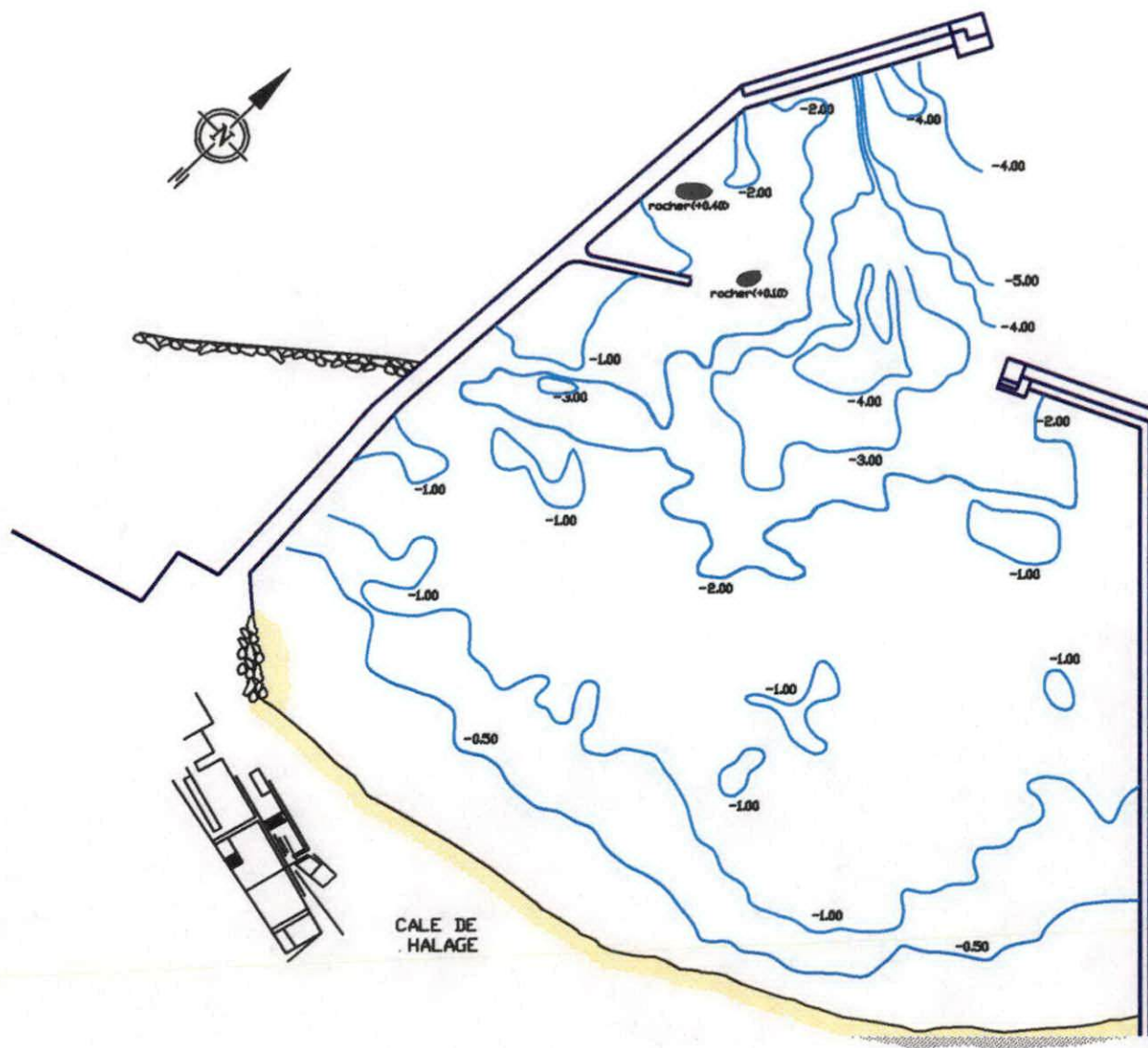
(fig. 41)

-PORT-ABRI DE PECHE DE BOU-HAROUN
 -ORGANISATION DE LA PECHE EN ALGERIE
 -TRAVAUX DE LA COMMISSION D'ETUDE
 de 28 Aout 1955
 -PLAN Fait a KOLEA Le : 10 Janvier 1956
 Echelle: 1/2000



PORT DE BOU-HAROUN
OUVRAGES EXISTANTS / CARTE DES FONDS
Join 1968





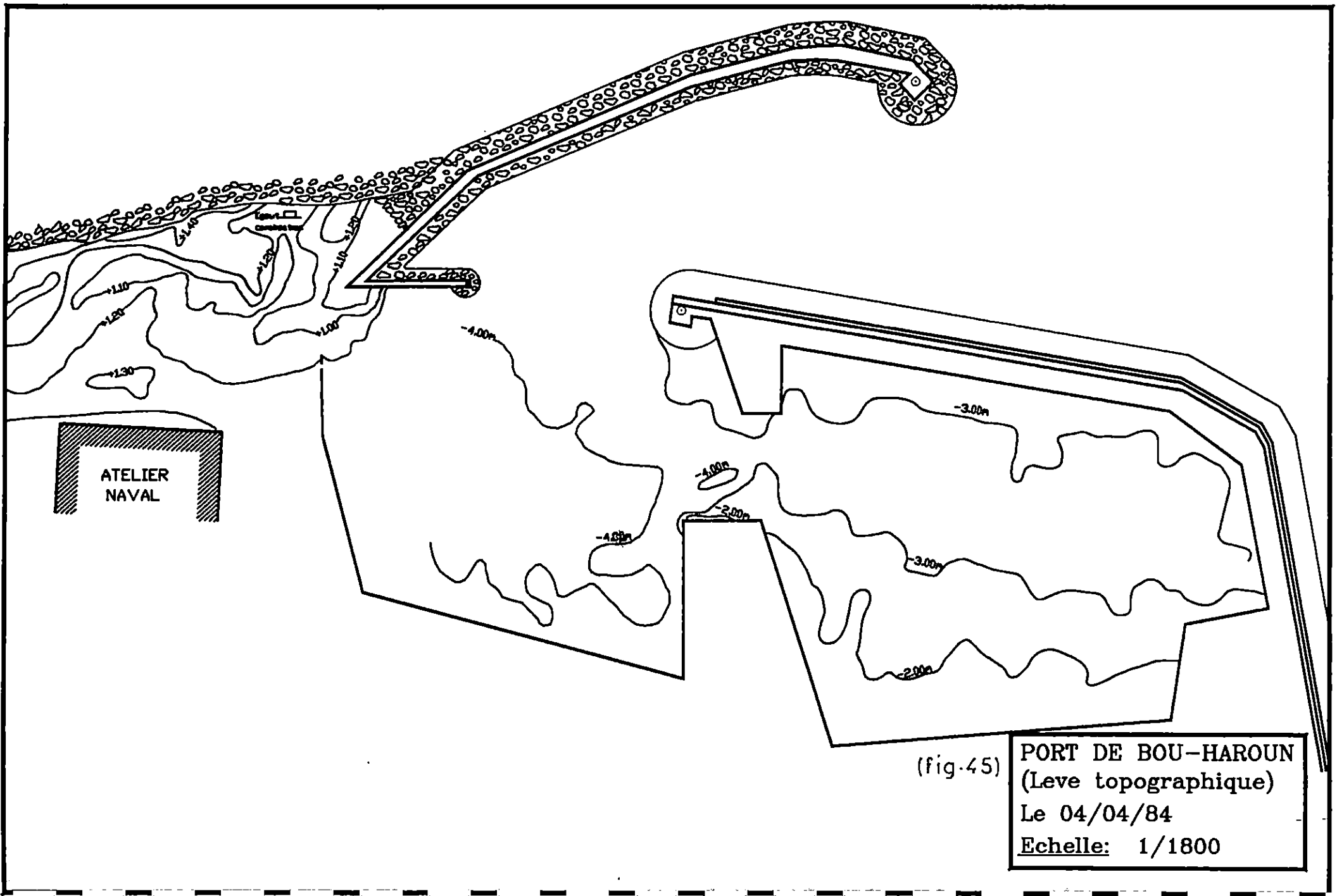
(fig.44)

PORT DE BOU-HAROUN

SONDAGES: JANVIER 1969

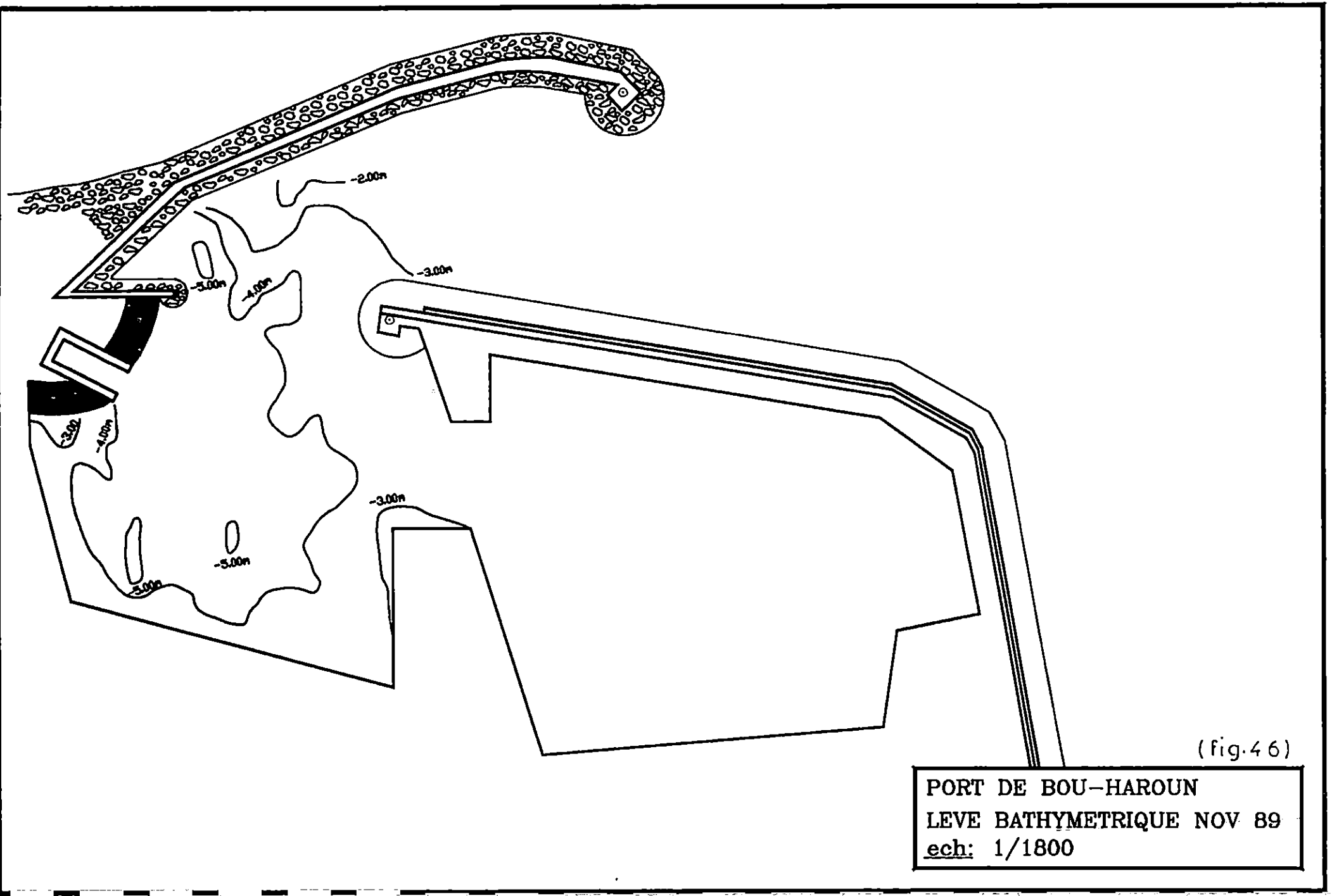
Echelle: 1/1500

NB: Toutes les cotes indiquees sont
rattachees au zero hydrographique



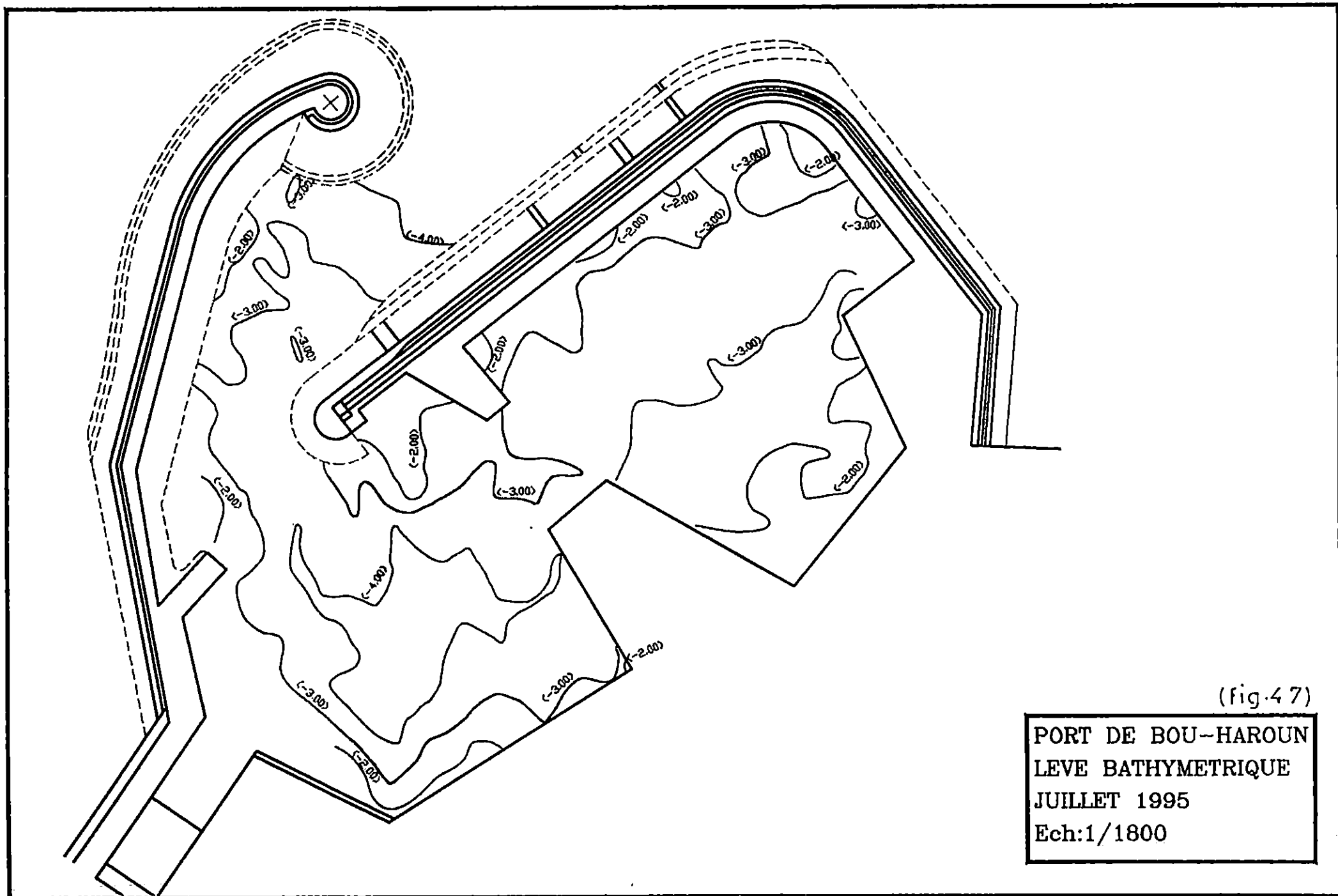
(fig-45)

PORT DE BOU-HAROUN
(Leve topographique)
Le 04/04/84
Echelle: 1/1800



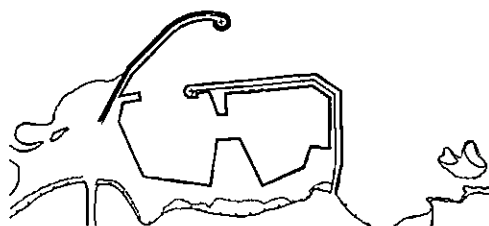
(fig.46)

PORT DE BOU-HAROUN
LEVE BATHYMETRIQUE NOV 89
ech: 1/1800



(fig.47)

PORT DE BOU-HAROUN
LEVE BATHYMETRIQUE
JUILLET 1995
Ech:1/1800



PORT DE BOU-HAROUN

I. S. M. A. L.

- 1998 -