

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

INSTITUT DES SCIENCES DE LA MER
ET D'AMENAGEMENT DU LITTORAL
(I.S.M.A.L)

Port D'Annaba

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR D'ETAT
EN AMENAGEMENT DU LITTORAL
ET PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

**THEME : RECONNAISSANCE DU PORT D'ANNABA
ET QUELQUES ASPECTS
DE SON IMPACT
SUR L'ENVIRONNEMENT CÔTIER**

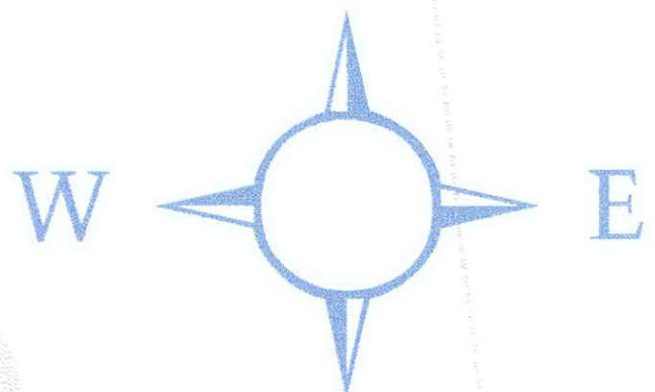
MEMBRES DU JURY:

Président : MR SEFIANE.O

Examineur : MR BELKESSA.R

Examineur : MR BENTELIS.H

Promoteur: MR LARID.M



**Présenté Par : S
DERGALI MOHAMED AMINE**

Session Juin 1997

SOMMAIRE

SOMMAIRE

1

INTRODUCTION

4

01 QUELQUES DONNÉES GLOBALES

6

1.1 -HISTORIQUE:

1.2 -SITUATION GEOGRAPHIQUE:

1.3 -ACTIVITEES PRINCIPALES DU PORT:

-Marchandises

-Voyageurs

1.4 -ENVIRONNEMENT SOCIO ECONOMIQUE:

8

- Les Unités industrielles en relation Avec Le Port

9

- La présentation Du Port

11

02 LES DONNEES CLIMATIQUES REGIONALES:

16

2.1 - Les Pluies

2.2 -Les Vents

<u>03 LE MILIEU PHYSIQUE ET NATUREL:</u>	21
TOPOGRAPHIE ET GEOMORPHOLOGIE	
3.1 - La géologie (les grandes formations)	22
3.2 - Le réseau Hydrographique	30
-Bassins Versants , Débits Solides Et Liquides	
<u>04 LES DONNEES HYDRODYNAMIQUES :</u>	39
4.1 - Les Régimes Des Houles	
4.2 - Les Plans De Vagues Théoriques	44
4.3 - Les Courants , Seiches et marées	50
<u>05 L'APPROCHE BATHYMETRIQUE ET SEDIMENTAIRE</u>	56
5.1 - Bathymétrie De La Zone Potuaire	
5.2 - Bathymetrie à L'intérieur Du Port	
5.3 - Topographie Du Plateau Continental	
5.4 - Les Données Sédimentaires	58
- à l'intérieur du port	
- à l'extérieur du port (caractères et répartition)	
- les transits littoraux (estimation ,consequences sur	68
l'envasement et dragage)	
<u>06 APPROCHE DES CONSEQUENCES DU PORT SUR</u>	76
<u>L'EQUILIBRE LITTORAL:</u>	
6.1 - SITUATION DU PORT PAR RAPPORT AUX FLUX	
SEDIMENTAIRES:	
6.2 - EVOLUTION DU TRAIT DE COTE ADJACENT	

<u>07 LE PROJET D'EXTENSION DU PORT :</u>	79
7.1 - DESCRIPTION	81
7.2 - EFFETS HYDROSEDIMENTAIRES PROBABLES	86
7.3 - PERSPECTIVES ET MESURES DE PROTECTIONS	88
<u>08 CONCLUSION GENERALE:</u>	90
<u>09 ANNEXES:</u>	91
<u>10 BIBLIOGRAPHIE :</u>	100

INTRODUCTION :

D'une manière générale Les zones portuaires sont exposées au phénomènes de pollution. Elles ne manquent pas aussi de perturber les transits littoraux. Pour tout cela elles modifient et perturbent l'équilibre naturel de leur environnement.

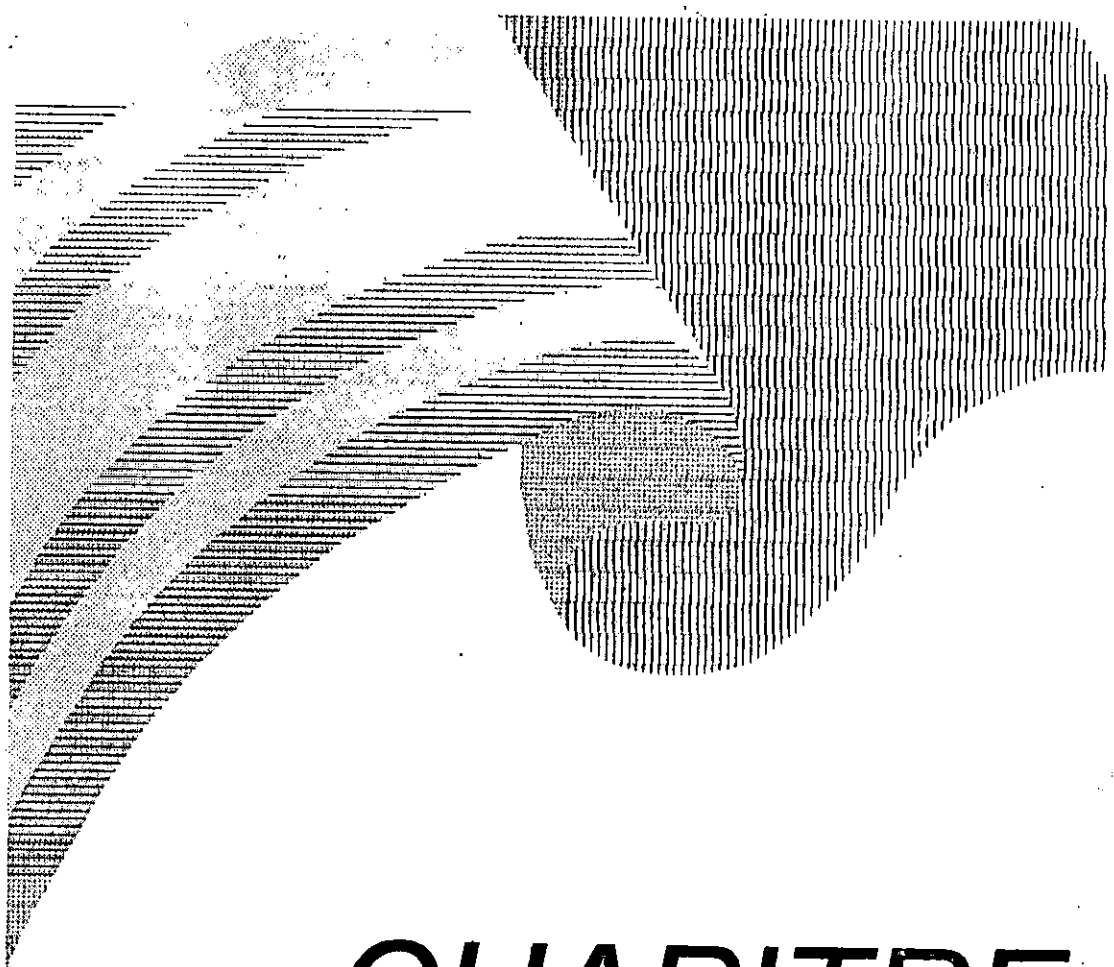
les ports sont des ouvrages artificiels qui se différencient en deux types : des ports encastrés dans la cote (port naturel) comme le cas du port de ANNABA et des ports implantés à l'aval de la cote (c'est le type de ports qui a les conséquences les plus désastreuses sur l'équilibre naturel de l'écosystème marin) .

Dans le cas du port de ANNABA (port encastré) , on peut dire que les impacts sur l'environnement sont peu dommageables, en plus il se situe dans une baie abritée des phénomènes hydrodynamiques susceptibles de propager la pollution interne vers son environnement proche .

Dans ce travail, on va essayer de faire une reconnaissance la plus détaillée possible de ce port et étudier quelques aspects de son impact sur l'environnement adjacent . Cette étude est structurée selon le plan suivant :

- 1- L'étude de quelques données globales. (L'aspect historique, géographique et socio-economique du port de Annaba.)
- 2- L'étude des données climatiques régionales. (Apperçu sur les pluies, les vents et les températures de la région.)
- 3- L'étude du milieu physique et naturel. (Les grandes formations géologiques et le réseaux hydrographique de la région d'Annaba.)
- 4- l'étude des données hydrodynamiques. (Le régime et les plans de houles, les courants, les seiches et les marées.)
- 5- L'approche bathymétrique et sédimentaire. (Bathymetrie de la zone portuaire, topographie du plateau continental et les données sédimentaires.)
- 6- L'approche des conséquences du port sur l'équilibre littoral. (La situation du port par rapport au flux sédimentaire et l'évolution du trait de côte adjacent.)
- 7- Description de son projet d'extension et ses impacts sur l'environnement. (Effets hydrosédimentaires probales, perspectives et mesures de protections.)

En rassemblant toutes ces données et informations et informations sur la zone portuaire de ANNABA nous pensons pouvoir contribuer à une meilleure connaissance de son environnement. Ce travail voudrait aussi faire des suggestions, ou avancer des éléments pour prévenir les problèmes que risque de poser le port de ANNABA à son environnement.



CHAPITRE 01

01- QUELQUE DONNEES GLOBALES

1.1 - HISTORIQUE:

Le port de ANNABA est à double caractère (commercial et industriel) ;il a une histoire qui remonte à 1875 .

A l'époque française (entre 1937 et 1962) 11 bâtiments et entrepôts ont été exécutés de façon compatible avec l'augmentation de la capacité des murs de quai .

Après l'indépendance ,le gouvernement algérien a modernisé les installations portuaires à l'époque ou il y'a eu un grand développement de l'industrie pour que le port est son aspect actuel .

1.2 - SITUATION GÉOGRAPHIQUE : (fig: 1)

Le port de ANNABA est situé au SUD -OUEST du golf d'ANNABA près de l'embouchure de l'oued Seybouse entre 36° 54'11" latitude NORD et 7° 47'9" longitude EST (fig n°1).

La baie d'ANNABA est situe dans la partie orientale des cotes algériennes limitée a l'EST par le CAPROSA et a l'OUEST par le cap de garde .

1.3-ACTIVITEES PRINCIPALES DU PORT :

1.3.1- MARCHANDISE

En 1990 ,le nombre des navires faisant escale dans le port d'ANNABA été de 827 parmi lesquels 420 étaient des navires de cargaison générale (nourriture ,céréale

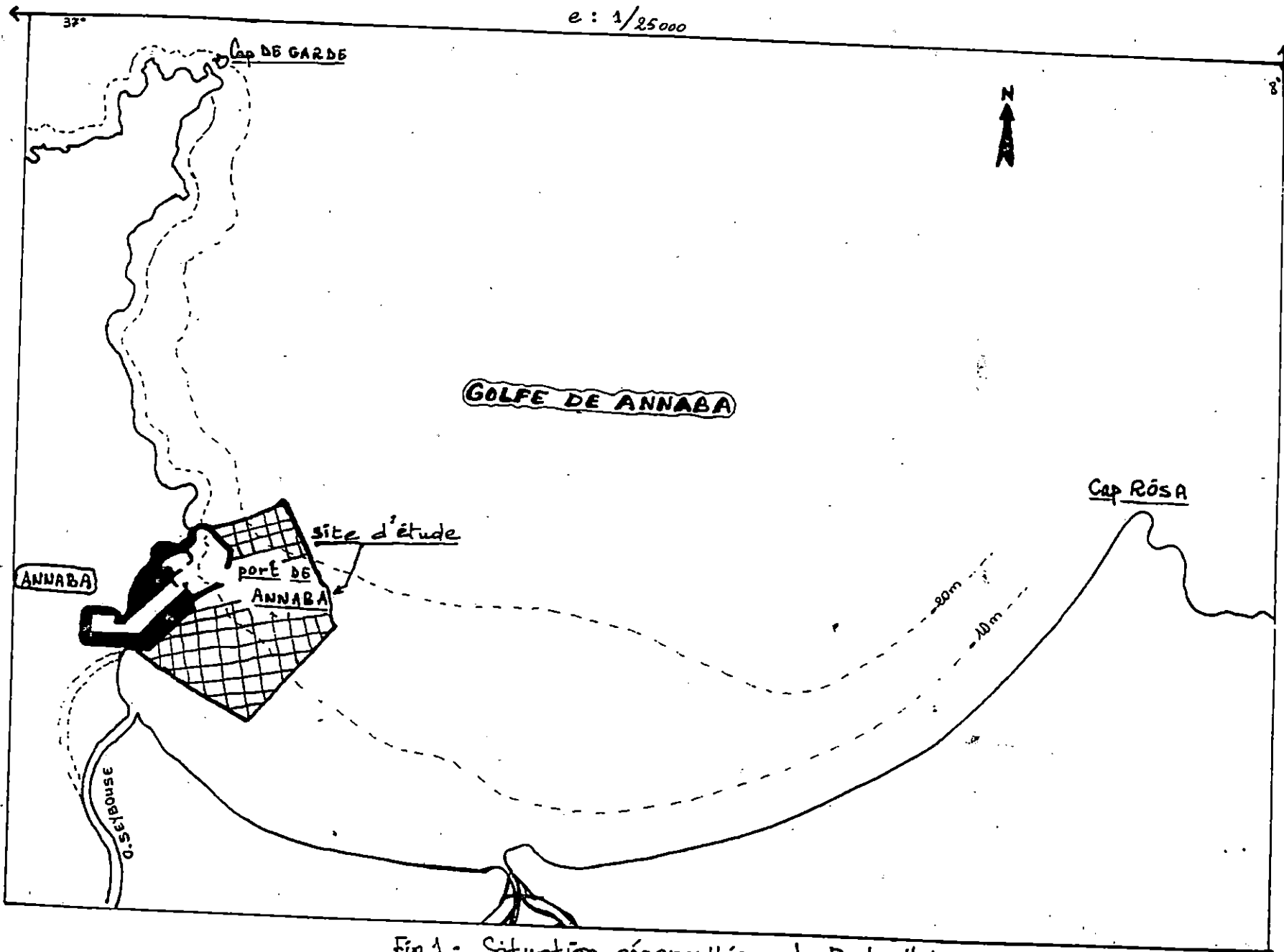


Fig 1: Situation géographique du Port d'ANNABA

,sucre ,....etc) ,106 transporteur de minerais , 108 pétroliers ,70 navires roll-off ,30 ferry-boats ,8 navires à conteneurs ,les 48 autres étant des navires de marchandises divers .

Le tonnage des navires de cargaison générale faisant escale dans le port d'ANNABA est compris dans une plage allant de 1000 à 60.000 tonnes en lourds .

<u>Transporteurs de céréales</u>	1000 a 60.000 T
<u>Les pétroliers</u>	1000 a 7000 T
<u>navire roll-on/roll-off</u>	1000 a 50.000 T
<u>Les ferry-boats</u>	4000 a 12.000 T

1.3.2-TRAFIC DE VOYAGEURS:

Le trafic des voyageurs a connu des fluctuations avant 1987 mais depuis 1988 ,il a recommence à augmenter et a atteint la pointe 51.001 en 1989 ,puis décroît en 1990 à 24.144 . après 1992 ,ce trafic a encore augmenté et on note que la majeure partie de ce trafic se localise à la période estivale.

1.4-L'ENVIRONNEMENT SOCIO-ÉCONOMIQUE:

Introduction:

Situé sur la cote EST ,le port d'ANNABA est l'un des premiers ports de commerce extérieur de l'ALGÉRIE . C'est un port commercial mais aussi et surtout un port industriel avec des industries métallurgiques et d'engrais implantées a l'intérieur même et tout autour du port .

La zone portuaire à un plan d'eau de 95 ha et 70 ha de terre-pleins . Les bassins portuaires sont abrités par deux jetées , le tirant d'eau du port a une profondeur minimale de 4 mètres et une profondeur maximale de 12,5 mètres .

Il y'a 22 postes à quais d'une longueur totale de 3738 mètres et un poste spécialisé situé à la jetée du lion (poste n° 26) poste pour le produits pétroliers (carburants ,gas-oil) . Un chenal permet l'accé au port .

Les ouvrages de protection sont constitués par la jetée NORD et SUD ayant respectivement 980 m et 400m de longueur .

Les installations d'accostages sont divisées en deux catégories :

- Les installations à usage spécialisé .
- Les installations à usage communs ou multiple .

Les installations à usage spécialisé représentent les postes concédé mis à la disposition de certaines entreprises et sont au nombre de 08 .

Le tableau suivant reprend la liste des entreprises utilisatrices et les marchandises qui y sont manutentionnées :

poste N°13	charbon	SIDER
poste N°14-15	produits métallurgiques	SIDER
poste N°16	minerai de fer	FERPHOS
poste N°17	produits miniers	FERPHOS
poste N°18	ammoniac, fuel ,goudron	ASMIDAL ,SIDER ,NAFTAL
poste N°19	phosphate	FERPHOS
poste N°20	soufre ,potassium	ASMIDAL
poste N°26	produits pétroliers	NAFTAL

1.4.1- Les Unités Industrielles En Relation Avec Le Port

Les unités industrielles en relation avec la zone portuaire peuvent se décomposer en deux pricipaux types :

-Les unités localisés à l'intérieur du port :

- La centrale électrique de la SONELGAZ derrière le poste 20.
- L'usine de fertilisant d'ASMIDAL sur la partie Sud à 2 Km du port.

-Les unités situées à l'extérieur de la zone portuaire :

- Les industries minières (FERPHOS)

-Mine de fer: Ouenza Boukhadra (3,5 million de tonne/an) presque la totalité du minerai de fer consomme par la fonderie d'EL HADJAR .

-Mine de phosphate Djbel Onk, kuif (1,3 million de tonnes/ an) le volume d'import -export de ferphos en 1990 était de 765000 tonne.

- les industries sidérurgique (SIDER) :

La capacité de production d'EL HADJAR (fonderie) est de deux million de tonne/an. le volume d'IMPORT - EXPORT en 1990 était de 1349000 tonne .

-Industrie des engrais chimiques(ASMIDAL):

La capacité de production de l'usine de ANNABA est de:

-Les engrais 500000 t/an

-L'ammoniac 500000 t/an

Le volume d'IMPORT - EXPORT en 1990 était de 299000 tonne

-LES ACCES A L'INTERIEUR DU PORT:

La route reliée au deux routes nationales principales n°16 et 44 pénètre la zone portuaire par trois accès .la route nationale n°44 Maine a CONSTANTINE et la 16 a Djebel ONK par TEBESSA .

La longueur du réseau ferroviaire appartenant à l'entreprise portuaire d'ANNABA est de 6200m; elle est reliée au silos à grains, sucre (poste n°1 et 3) le réseau est relié au réseau national qui mène à Djebel ONK et CONSTANTINE.

1.4.2-La Présentation Du Port:(fig:2)

Le port de Annaba d'après le recensement des activités portuaires que nous avons pu effectuer est un port à dominante commerciale .

Ce port s'étend sur une surface de 65 ha constituant trois parties :

- La petite darse (10 ha) .
- La grande darse (10 ha) .
- L'avant port (45 ha) .

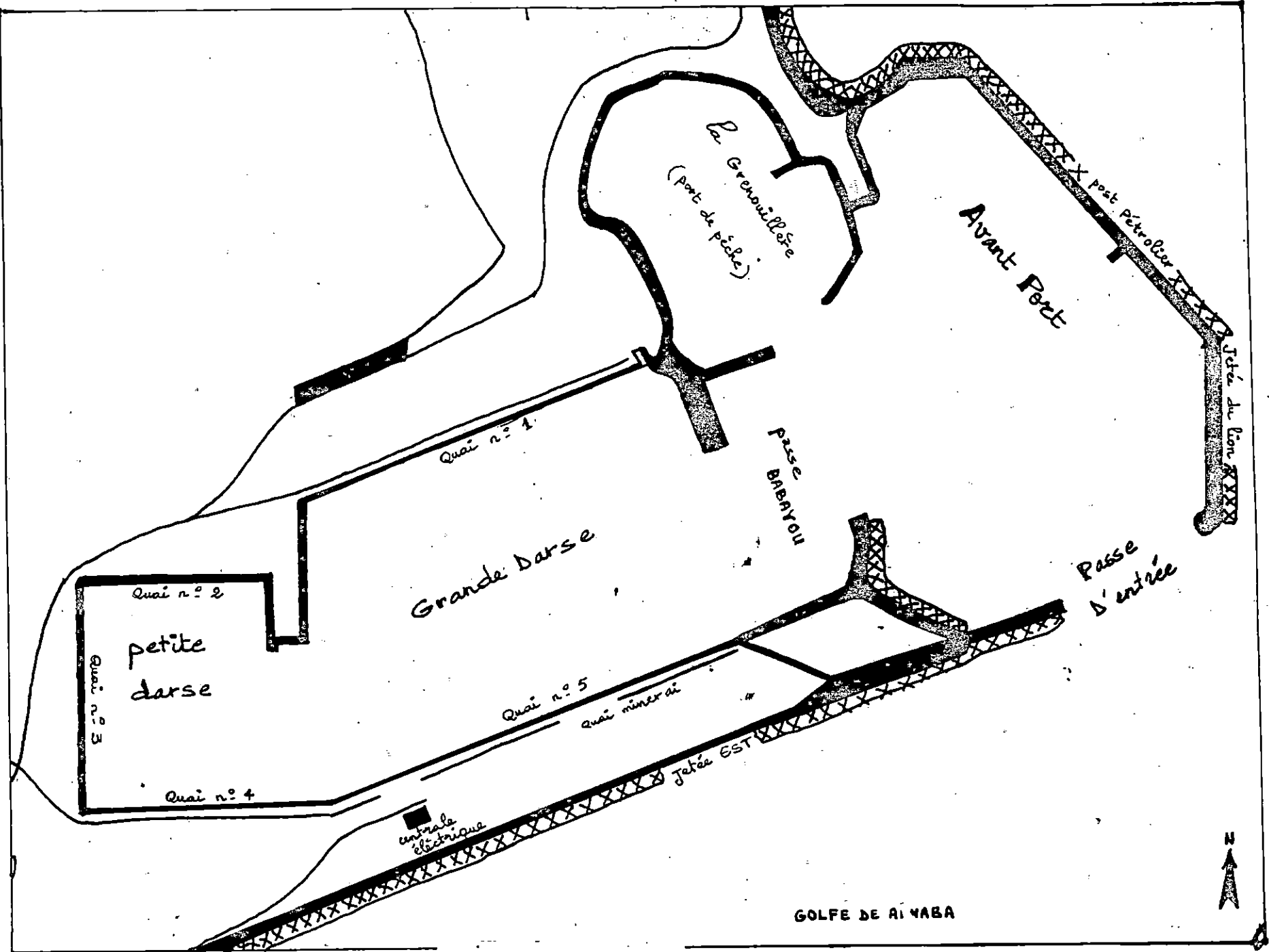
Le port de ANNABA couvre le flux d'importation et d'exportation de marchandises et de produits industriels préfigurant un interland qui couvre une bonne partie de l'Est Algérien .

Cependant à cette fonction commerciale de la zone portuaire s'ajoute le rôle joué par le petit port de pêche « Le grenouillère qui prend en charge une partie importante des activités Halieutiques de la région » .

*** Disposition des quais (La structure portuaire) :**

Le port dispose en tout de 05 quais d'une longueur totale de 3785 m .

- Quai N° 01 : Prévu pour les céréales , le sucre , l'huile et les marchandises générales
- Quai N° 02 : Prévu pour le transport des passagers et des marchandises générales .
- Quai N° 03 : Constitue un terminal à containers .
- Quai N° 04 : Destiné pour l'exportation du bitume , l'ammoniac , le soufre , la potasse et les phosphates .
- Quai N° 05 : Prévu pour les hydrocarbures , les produits sidérurgiques , le minerais de fer et de charbon .



croquis

Fig 2

DU PORT DE ANNABA -

-48-

*** L'avant port est réservé aux produits pétroliers**

Le port de ANNABA présente une grande activité économique nationale et internationale . Il dessert aussi les régions de l'Est et certaines willaya du Sud du pays .

- En ce qui concerne la structure du port après avoir interrogé quelques marins et quelques navigateurs à bord des bateaux remorqueurs , on a conclu qu'il n'existe pas d'anomalies (grottes , haut-fonds ...) au niveau de l'avant port et la grande darse .

- En ce qui concerne , la petite darse , elle subit un grand envasement due aux nombreux émissaires urbains et industrielles :ce qui en fait une zone à pollution maximum .

Après transformation du quai N° 03 , devenue un terminal à containers (inaugurable le premier juin 1997), les émissaires ont été réduit à une seule embouchure qui les réunis à l'extrémité droite pour réduire la surface d'envasement . Aux cours des travaux et après la réalisation du quai , la petite darse a été dragué deux fois .

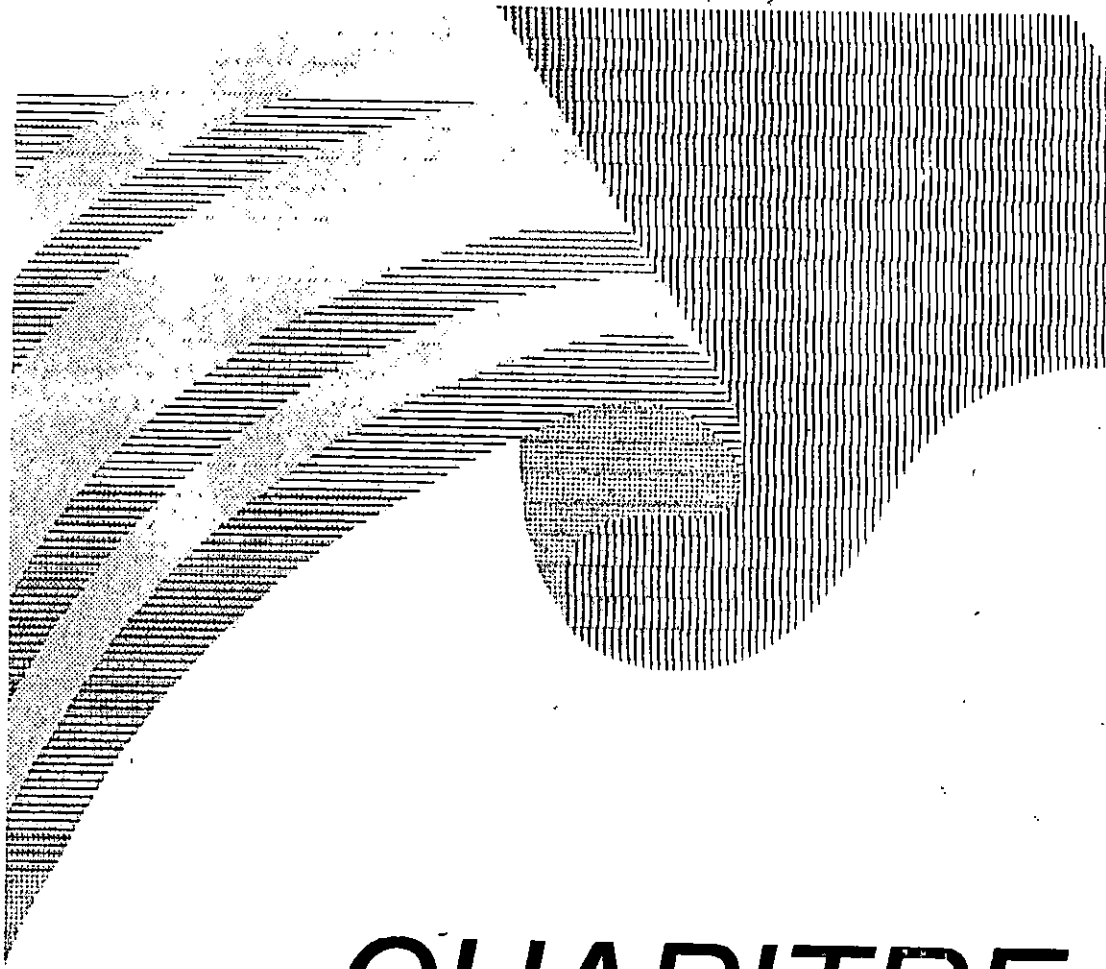
*** Le produit du dragage été de la vase très noire et très polluée .**

TABLEAU N° 01 :

poste N°	quai N°	bassin	longueur (m)	prof.(m)
1	3	petite darse	130,0	4,00
2		petite darse	110,0	4,00
3	2	petite darse	180,0	7,00
4		petite darse	220,0	9,80
5	mole cigogne	grande darse	100,0	5,00
6		grande darse	160,0	6,20
7	1	grande darse	165,0	9,80
8		//	145,0	9,80
9		//	145,0	9,80
10		//	145,0	9,80
11		//	145,0	11,0
12		//	145,0	11,0
13	5	grande darse	320,0	12,50
14		//	380,0	9,75
15		//	250,0	9,75
16		//	155,0	12,50
17		//	130,0	12,50
18		//	125,0	12,50
19	4	grde darse	220,0	9,50
20		petite darse	135,0	8,00
21		//	130,0	7,50
22		//	140,0	7,00
26	jetée nord	avant port		12,80

disposition des quais du port de ANNABA





CHAPITRE 02

02-LES DONNNEES CLIMATIQUES REGIONALES

Le climat des régions littorales de l'ALGERIE est un climat méditerranéen ,où alterne d'une façon très marquée une saison sèche et saison humide .D'une manière général , les pluies y sont peu abondantes, et le climat y est très supportable .(le tableau n° 02 qui s'ensuit récapitule les données climatiques de la région d'ANNABA)

MOIS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DONNEES METEO												
TEMPERATURE MAX	16.2	16.7	18.2	19.8	23.0	26.8	30.4	30.1	28.4	24.7	20.0	17.5
TEMPERATURE MIN	6.9	7.1	7.6	9.3	12.3	15.8	18.3	19.2	17.4	13.9	10.3	7.7
TEMPERATURE MOY	11.0	11.4	12.5	14.3	17.6	21.4	14.4	24.6	22.6	18.9	14.6	12.1
HUMIDITE MOY(%)	76.5	77.8	76.8	75.6	75.0	72.1	68.9	72.4	72.6	74.1	77.5	76.6
PRECIPITATION (MM)	87	77	71	64	34	17	3	10	31	90	113	91
NBRE DE JOURS DE PLUIES (5MM/J)	10	9	8	6	4	2	-	1	3	9	12	10
VITESSE MOY DU VENT (M/S)	3.5	3.2	3.2	3.2	3.0	3.3	3.3	3.5	3.2	2.9	3.1	3.4

Données Globales Du Climat De La Région De ANNABA

Donc : Sur la base de ces observations on peut remarquer que ces conditions météorologique dégagent une coupure saisonnière classique (4 saisons). ce qui ne manque pas d'influer sur le climat et les cours d'eaux.

2.1- Précipitation :

La pluviosité observée dans la région d'Annaba provoque des précipitations annuelles moyennes d'environ 680 mm .

Les précipitations mensuelles moyennes au cours de la saison humide (Octobre à Mars) sont d'environ 90 mm , le point culminant étant atteint au mois de Novembre =110 mm .

La pluviosité au cours de la saison sèche (Juin à Septembre) est extrêmement faible , les précipitations mensuelles moyennes y sont < 10 mm .

- Intensité des pluies :

Les calculs effectués des probabilités des pluies à partir des précipitations annuelles maximum par heure tirées des documents d'observations météorologique de la région d'Annaba au cours des 05 années comprises entre 1986 et 1990 sont résumés dans le tableau suivant :

* Ces intensités annuelles max. des pluies qui plus ou moins importantes et spécialement pendant la saison humide augmentent de façon non négligeable le facteur érosif et les apports solides de l'Oued Seybouse \implies ce facteurs de pluies rejoint le facteur vent et augmente la probabilité d'envasement du port d'Annaba .

Années	Intensité mm/h
1986	6.9
1987	3.8
1988	6.7
1989	6.4
1990	4.1

TABEAU N°03: INTENSITE ANNUELLE MAX DES PLUIES (ANNABA)



2.2 - Les vents :

Les résultats de l'analyse des enregistrements effectués par les observations météo dans la région d'Annaba sont présentés dans le schéma (Fig. 3 et Fig. 4) (8 observations / jours).

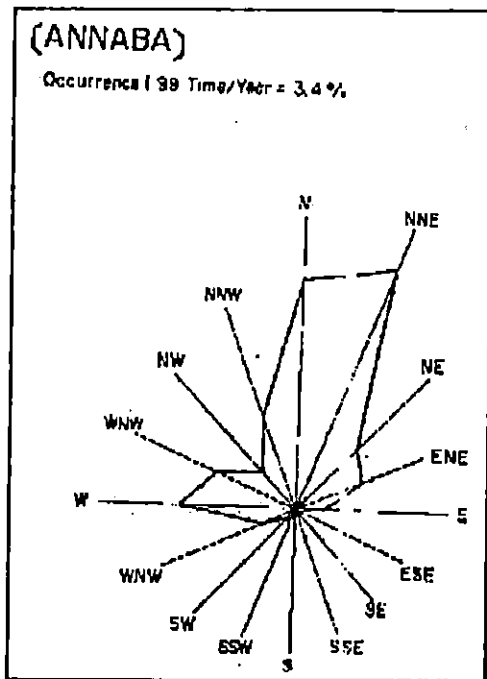
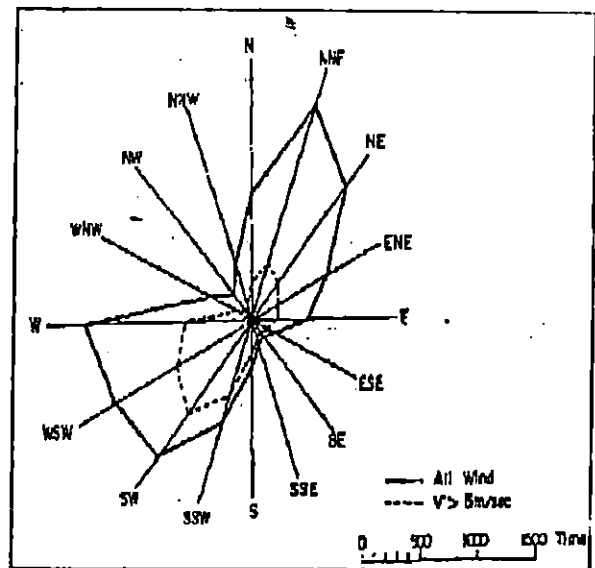


Fig4 : Fréquence De La Direction Des Vents



Note; 1986 ~ 1990 8 Time / day Observed

Fig3 : Fréquence Des Vents Violents (Plus De 10 m/s)

- Fréquence de la direction des vents :

Cette fréquence est en fonction de la saison (sèche ou humide) caractéristique du climat de type méditerranéen et de la configuration des terrains .

En général , pendant la saison humide , ces vents dominants soufflent principalement dans la direction W.S.W , alors que pendant la saison sèche ce sont les vents de direction N qui sont plus fréquents .

Dans la région d'Annaba l'apparition des vents est de l'ordre de 74.4%.

* Pendant la saison humide , les vents dominants sont les vents de N à NE les plus fréquents soufflent NNE et représentent 11,5% du pourcentage des vents

Nous savons que les vents sont des critères primordiaux générateurs des houles , donc ces vents doivent être répartis selon un critère de vitesse et de la manière suivante :

- 32,9 % des vents dans la région d'Annaba soufflent à une vitesse $< 4\text{m/s}$.
- 32,8 % soufflent à une vitesse de 5 à 9 m/s .
- 4,5 % soufflent à une vitesse de 10 à 14 m/s .
- 0,3 % soufflent à une vitesse $> 15\text{m/s}$.

Les vents les plus violents sont les vents de direction NNE et W .

- Fréquence des vents violents :

On appelle vents violents des vents soufflant à plus de 10m/s susceptibles d'empêcher un navire de quitter un port ou constituant un obstacle aux activités portuaires (chargement ou déchargement des navires) .

Remarque : Les résultats des observations sur les vents violents (vitesse $> 10\text{m/s}$) des observatoires météo de la région d'Annaba sont présentés dans la (Fig. 3) .

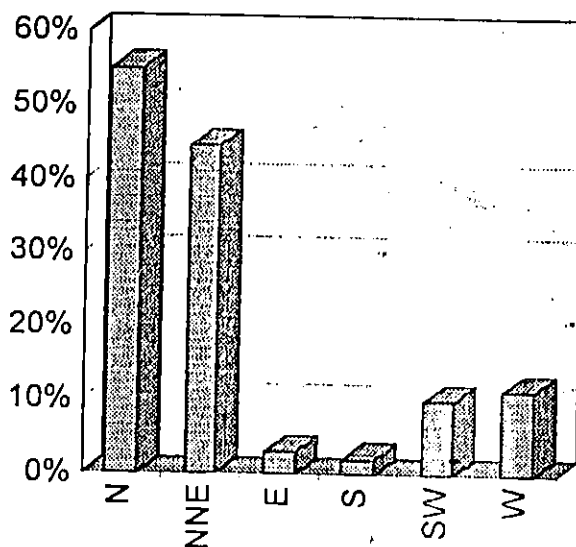
Ces vents violent ont été observés plus de 495 fois en 5 ans (1986 - 1990) .

N à NNE représentent 44,6 %

W représentent 11,3 %

du pourcentage global des vents violents.

% age des vents violents.



Histogramme de pourcentage des vents violents :

- Situations météorologiques exceptionnelles :

Dans la région Méditerranéenne , le passage de basses pressions et l'extension de hautes pressions provoquent des vents violents accompagnés de pluies soufflent pendant de longues périodes (Exp : des vents de direction W soufflent plus de 12h d'affilée pendant 7 jours vitesse = 33m/s avec une intensité de pluies de 5mm/h).

Observation : de tels vents ont un effet érosif très important .





CHAPITRE 03

03- LE MILIEU PHYSIQUE ET NATUREL

Le port se situe à l'Ouest d'une baie large de 40 km entre le « Cap de Garde » et le « Cap rôsa » à l'Est .

- La topographie entre le « Cap de Garde » et la ville d'Annaba est montagneuse , le sommet le plus haut (Abd el Salem 328m .) ce trouve dans les environs proches de la ville . La chaîne montagneuse continue vers l'Ouest , le long de la côte .

- L'Altitude augmente rapidement jusqu'à 845 m (Séraïdi) à 18 km Ouest Annaba .

- Une plaine alluviale de 20 km de large s'étend à l'Est le long de la baie . Cette plaine est orientée (NE - SW) entre les montagnes de Séraïdi au NW et celle de Medjerda au SE .

Le port est situé au SE de la ville , il est délimité par un brise-lames (d'environ 3 km de long) au SE et par « La jetée du lion » au NE .

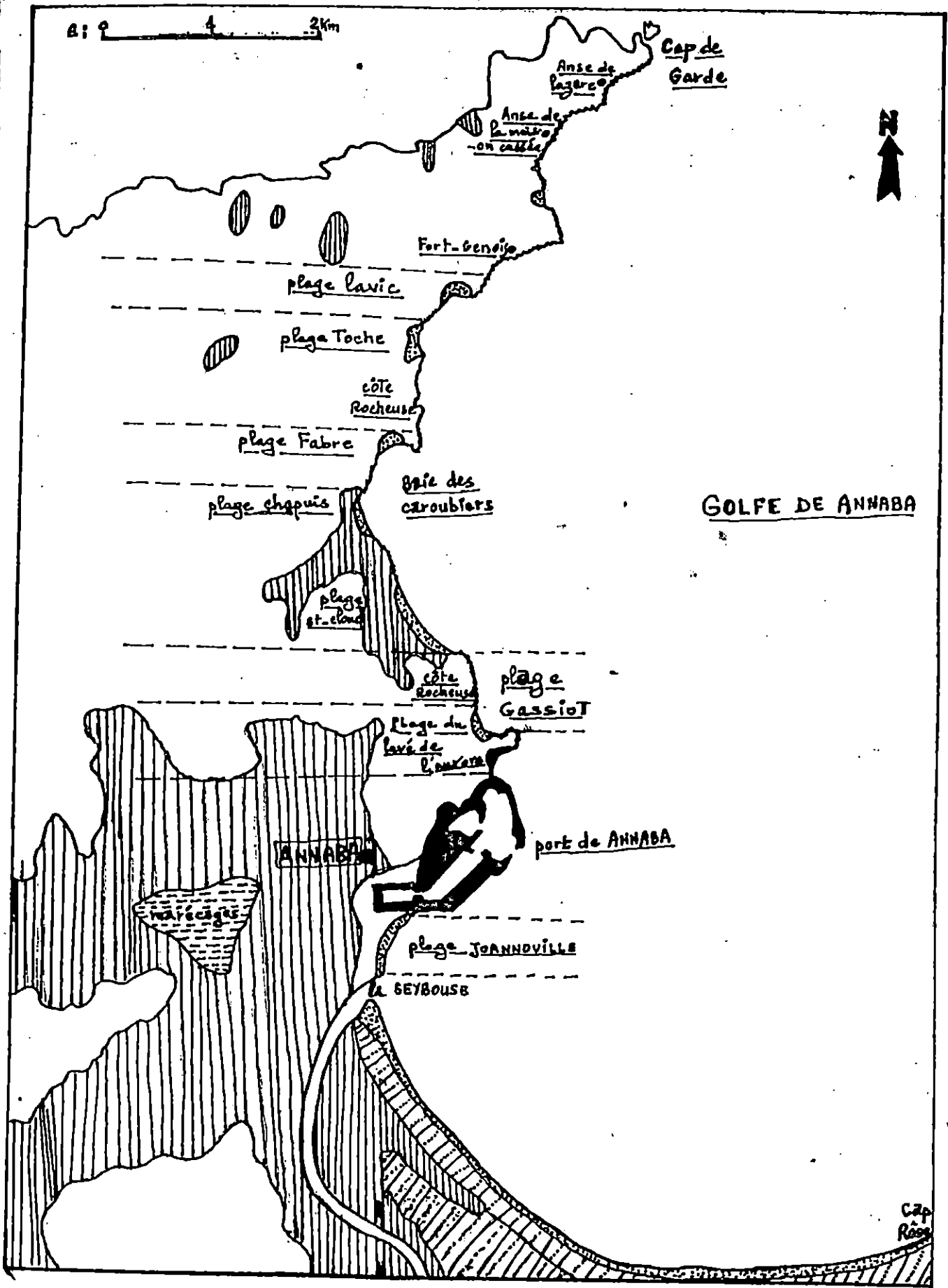
Dans la zone du port et vers l'Est , le fond marin de la baie est légèrement incliné de 0.4 degrés vers le large . A partir de la jetée vers le Nord du côté Ouest de la baie , le fond marin est plus incliné ayant un pendage de 2.3 degrés .

La profondeur de l'eau au niveau de la jetée est de 14 m et de 20 m à 400 m au Nord de la jetée .

Description Géomorphologique:

A l'échelle régionale, trois ensembles géomorphologiques peuvent être distingués:

- Le massif de l'Edough
- Le Système dunaire
- Les plaines de Annaba.



GOLFE DE ANNABA

côtes Rocheuses [stippled] plages actuelles [diagonal lines] Dunes Récentes [horizontal lines] Sables et Argiles (plaines de Annaba)

14 : Description du site d'étude

Le Massif de L'EDOUGH:

IL constitue le témoin cristallin le plus orientale de l'Afrique du Nord; culminant à 1008 m. Il surplombe la ville de Annaba et sa vaste plaine.

Le Système dunaire:

Il occupe tout le littoral depuis Annaba jusqu'au Cap Rosa. Son extension diminue d'Est en Ouest, Formant un cordon dunaire dans la partie Ouest de la Baie, qui se développe dans la partie Est en un massif dunaire "le Bouteldja " (A.C.Toubal 1983).

Les Plaines de Annaba:

Elles se situent au Sud-Ouest du système dunaire. Elles se composent d'une série d'unités géographiques: la petite plaine et la grande plaine, cette dernière renferme de grandes étendues marécageuses (A.C TOUBAL 1983).



3.1- La Géologie :

La ville et le port d'Annaba sont à la limite des plaines d'Annaba et des derniers contreforts des massifs de l'EDOUGH .

Ce massif, qui culmine à 1008 m, s'allonge sur 20 km environ, en direction SW-NE, depuis les abords du lac FETZARA jusqu'au Cap de Garde .

Le bas-pays est constitué de la « petite plaine » d'Annaba au pied des massifs de l'Edough, du BOUHAMRA et de la « Grande Plaine » limitée au Nord par le littoral et au Sud par les monts de la CHEFIA et de PENTHIEVRE .

La grande plaine jadis marécageuse a été assainie de sa partie occidentale . Elle est traversée par deux grands Oueds : La SEYBOUSE et le BOU NAMOUSSA .

Ce dernier après son confluent avec le KEBIR de l'Est à quelques Kilomètres de la mer forme l'Oued MAFRAGH .

Les roches métamorphiques et sédimentaires affleurent autour de Annaba selon un répartition en accord avec le cadre géographique :

La chaîne de montagnes du « Cap de Garde » à « Séraïdi » se compose des roches du paléozoïque (gneiss , schiste et marbre) . Toutes ces roches sont fortement déformées , surtout les schistes sont plissés plusieurs fois et foliés .

La matière provenant de l'érosion et l'altération du massif schisteux a été resédimentée dans la mer sous forme de sable ou limon riche en mica .

Sous la plaine alluviale qui longe la baie d'Annaba se trouvent les sédiments calcaires du pliocène .

Le massif de l'Edough constitue un ensemble cristallin . Il est formé par des unités tectonométamorphiques dont l'âge de mise en place est discuté par de nombreux auteurs (fig6) (L.JOLEAUD & J.HILLY) .

Il est constitué d'un socle métamorphique , d'une couverture sédimentaire et de roches magmatiques .

3.1.1 - Le socle métamorphique :

Le socle cristallophyllien de l'Edough dont une partie ressort sur la carte de L.JOLEAUD 1936 (fig 7) comprend 04 séries fondamentales dont le description est due essentiellement à J.HILLY (1957) .

- Les schistes satinés et mica schistes (Quartz , biotite et muscovite) , Les Gneiss, Les calcaires métamorphiques, Les roches basiques (plagioclase acide ou basique , biotite verte , amphibole ...) .

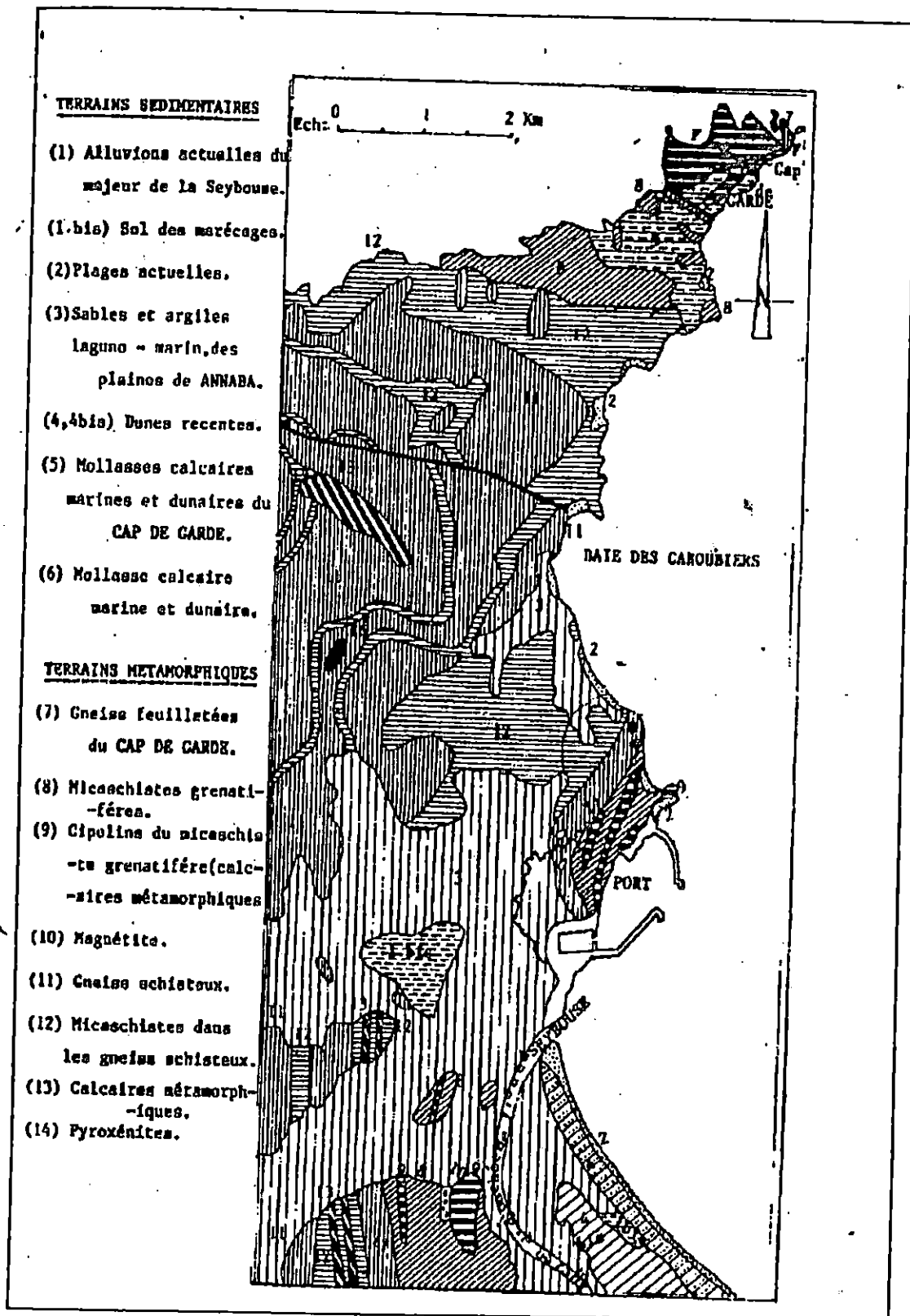


fig: 7:- Carte Géologique des environs de Annaba (L.Joleaud 1936) -

3.1.2- Les terrains Sédimentaires :

Ils affleurent d'une part dans l'Édough et d'autre part tout le long du littoral ainsi que dans les plaines .

- Crétacé supérieur: Il se présente sous deux faciès; l'un schisteux comprenant principalement du sénonien inférieur et l'autre marneux représentant le maestrichtien et le danien.
- Numinulitique supérieur et néogène basal: Il affleure très largement dans la région du Cap De Fer et du Chaïba, on en retrouve quelques lambeaux isolés sur le massif de L'EDOUGH, ainsi que dans les monts de la Chéffia. ces terrains contiennent des argiles, des grès et des calcaires (J.Flandrin in J.Hilly 1957).
- Les formations Post - Numidiennes: Ces formations appartiennent au miopliocène et essentiellement au quaternaire.

A la fin du pliocène s'est produit un affaissement de grande amplitude de la région littoral d'Annaba ayant pour conséquence un Mouvement positif de la mer . Ce bassin d'effondrement est comblé par des sédiments plio-pleistocènes . Les forages font apparaître le socle cristallin dans toute la région d'Annaba à une profondeur d'environ 900 m .

Dans les coteaux et les plaines constitués par du paléogène (conglomérats , argile et grès de l'OLOCENE supérieur et de l'OLIGOCENE inférieur) et du néogène pour le III^{aire} , des terrains alluvionnaires pour le IV^{aire} ancien et moyen , des dépôts lagunaires et des dunes pour III^{aire} récent .

Ces dépôts se constituent lentement par les apports des rivières , ainsi disparut faute d'entretien le port romain d'HIPPONE qui ,situé à l'emplacement de l'ancien

débouché de la rivière (LA SYBOUSSE) accueille des navires calant 3m (CF.L.JOLEAUD) .

Selon L.JOLEAUD , deux phases tectoniques se manifestent dans les environs immédiat d'Annaba .

1. Une phase d'âge huranien-saharien avec reprise hercyniennes (bandes shisto-calcaires des coteaux de BOUNAMOUSA) .
2. Une phase consécutive à des poussées pyrénéo-alpines (forme en dôme de l'EDOUGH , pendage Sud-Est de son pourtour oriental , fractures perpendiculaires à son axe dans le Cap

- Les formations Quaternaire :

D'après J.HILLY (1962) . Les formations IV^{aire} sont représentées par des éboulis anciens , récents et actuels , très fréquents dans les massifs de l'Edough, d'alluvions occupant les plaines d'Annaba et de Senhadja, de dunes d'âges divers et des formations de plages associées à des grès dûnaires .

- Les formations dûnaires :

- **Grès dûnaires du pléistocène** : Des grès à ciment calcaire fibreux de texture fine et lithifiés visible le long de la côte jusqu'au « Cap Rôsa » .
- **Sables rouge** : initialement considérés d'âge holocène , situé en dessous et au dessus des grès dûnaires pléistocènes .
- **Sables blanc** : Représentés par des dunes distribuées sur le littoral de la baie de Annaba qui se développent à partir des plages actuelles .

- **Les alluvions** : Des dépôts limoneux à sablo-limoneux mis en place lors des débordements des Oueds .
- **Les éboulis** : Des blocs hétérométriques de grès nummulitique de faciès numidien et de grès numidien souvent contenus dans une matrice sablo-argileuse .

3.1.3 - Les roches magmatiques :

Les roches magmatiques sont localisées à la bordure Nord - occidentale du Massif de l'Edough d'après leurs faciès , quatre grands groupes de R. peuvent être déterminés d'après J.HILLY (1957) .

- Groupe Micro granitique .
- Groupe rhyolitique .
- Groupe Diaritique .
- Groupe Andésitique .

Une campagne géotechnique (1985) effectuée par l'entreprise SONATRAM, (le forage a été effectué par une foreuse hydraulique rotative de type "Wirth") a donné les résultats illustrés dans la (fig 8) .

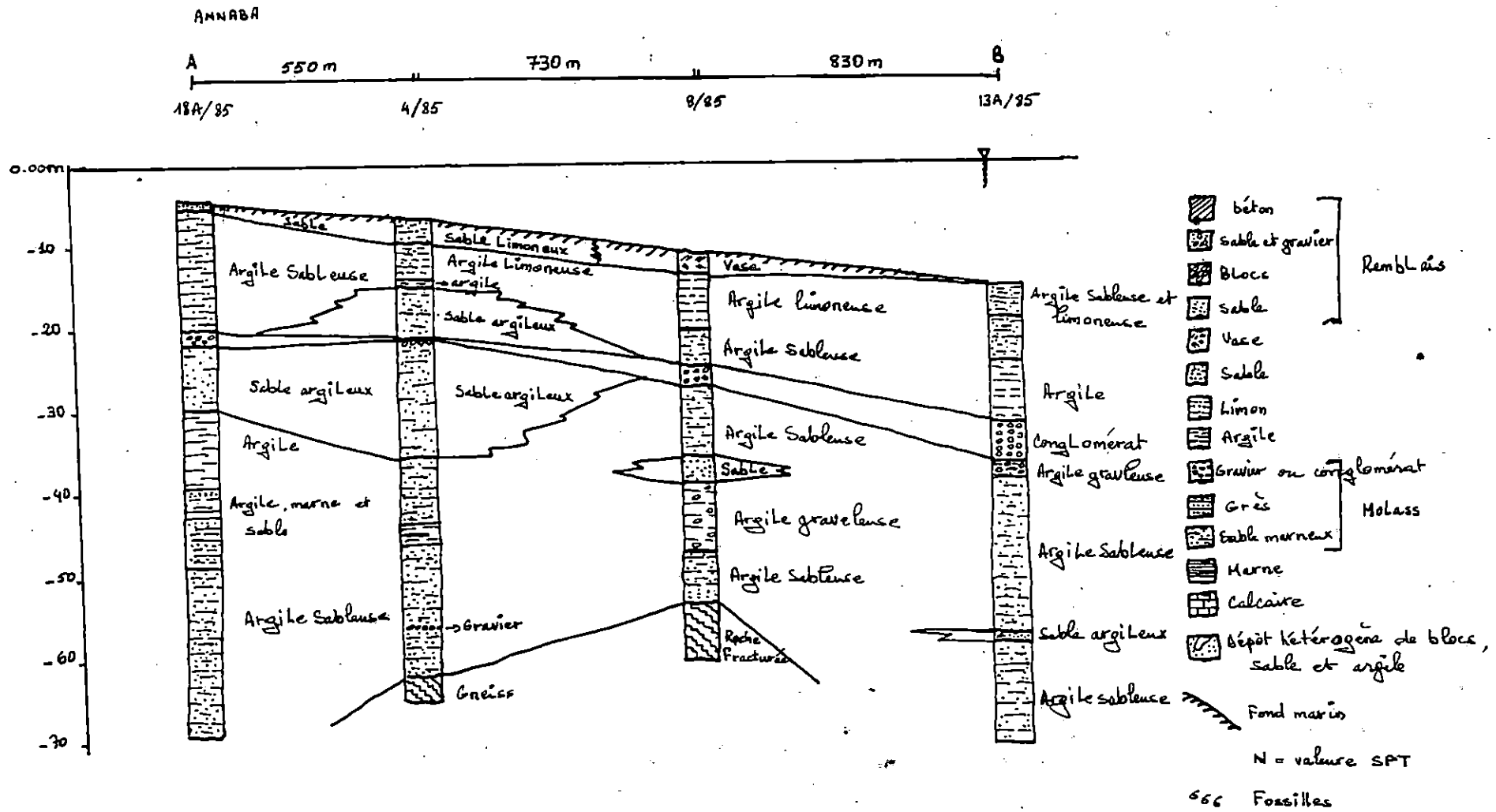


Fig 8 - Coupe Géologique dans le Port d'ANNABA - (SONATRAM 1985)

3.2 - Le Réseau Hydrographique :

Au niveau du Golfe d'Annaba, deux débouchés d'Oueds nous apparaissent importants du point de vue influence sur la sédimentation (fig: 9).

- Oued Seybouse
- Oued Mefragh

L'Oued SEYBOUSE, prend naissance dans les monts de Guelma son bassin versant est d'une superficie de 5 488 Km².

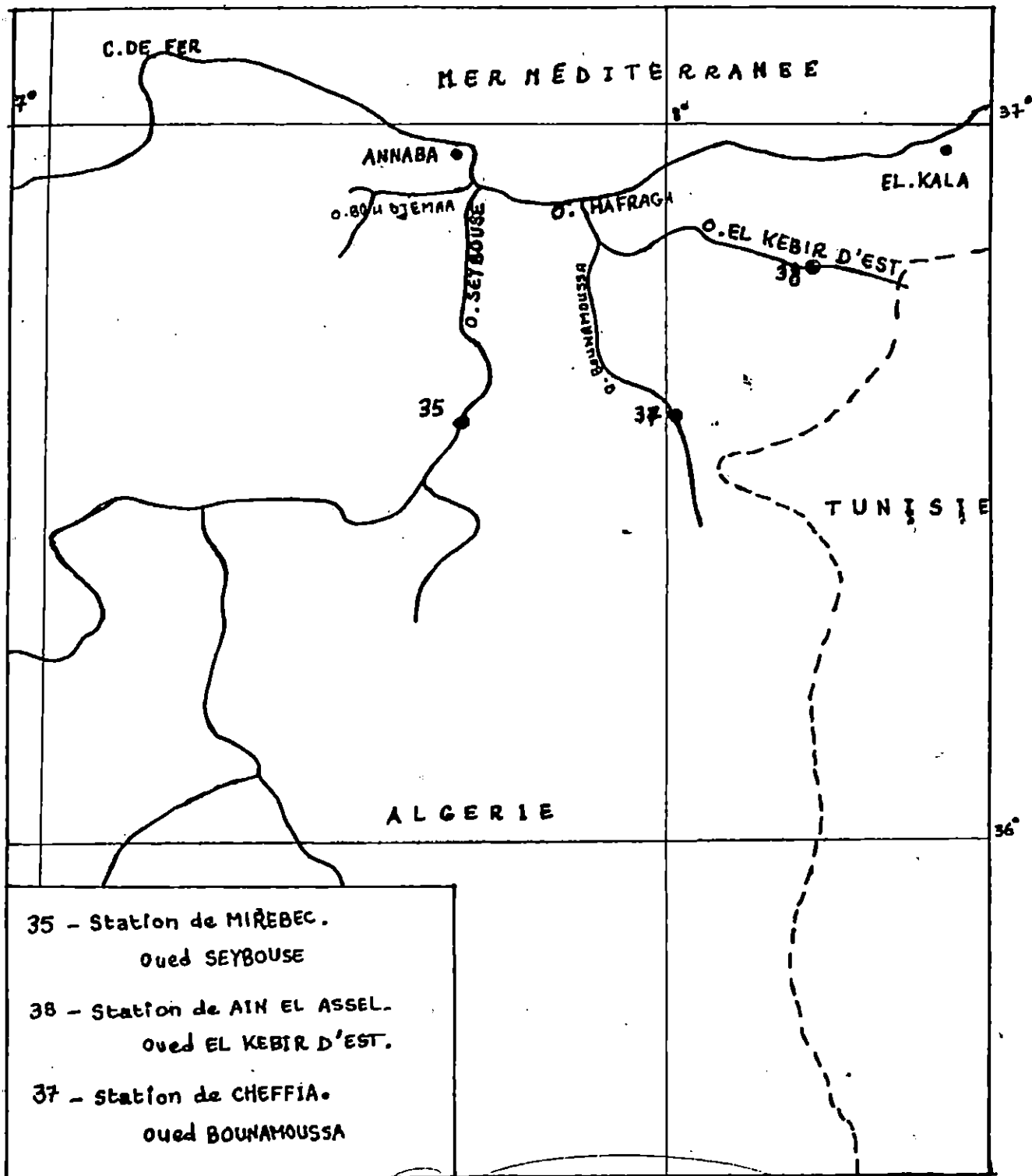
L'Oued Mefragh résulte de la fusion de deux grands oueds à 1,7 km de la mer.

- Oued El-Kebir avec un bassin versant égale à 665 km².
- Oued Bounamoussa avec un bassin versant égale à 575 km²

Entre le port et oued Seybouse, se déverse en mer un oued secondaire appelé (oued Boudjmaa) qui est un important canal de drainage pour la ville de Annaba.

Oued Seybouse et oued Mefragh ont fait l'objet d'observations poursuivies pendant plusieurs années (entre 1948 et 1973) dont nous possédons les relevés publiés dans l'annuaire hydrologique de l'Algérie (région de Annaba).

Ces deux Oueds se situent à l'Est de la baie d'Annaba à environ 2,5 km et 18 km respectivement (Oued SEYBOUSE et MEFRAGH).



- 35 - Station de MIREBEC.
Oued SEYBOUSE
- 38 - Station de AIN EL ASSEL.
Oued EL KEBIR D'EST.
- 37 - Station de CHEFFIA.
Oued BOUNAMOUSA

Fig 9 : Carte Du Réseau Hydrographique (DTP ANNABA)

3.2.1- Débits liquides:

Le débit liquide d'un oued est un facteur physique essentiel qui peut influencer les caractéristiques du milieu fluvio-marin (H.PAUC 1970).

- Oued SEYBOUSE :

Les valeurs des débits annuels Q_a (en Hm^3) et des modules q_m (en m^3/s) de l'oued Seybouse d'après (J.ICA 1993) sont les suivantes : **Tableau n° 04**

Années	SEYBOUSE
1948-	$Q_a = 455$
1955	$q_m = 14,45$
1955-	$Q_a = 583$
1956	$q_m = 18,5$
1956-	$Q_a = 195,2$
1957	$q_m = 6,21$
1969-	$Q_a = 538$
1970	$q_m = 17,1$
1972-	$Q_a = 562$
1974	$q_m = 17,84$

Pour les onze années d'observation la moyenne pour

l'Oued Seybouse est de tels :

$$Q_a = 460 \times 10^3 m^3$$

$$q_m = 14,6 m^3/s$$

Les débits liquides aux différentes stations sont données dans le tableau qui s'ensuit (L.C.II.F 1974) (Très important entre le mois de décembre et le mois de mars en particulier pour l'oued Seybouse).

3.2.2- Les Débits Solides:

Le tableau qui s'ensuit comprend les résultats obtenus à la station BOUDAROUA et celle de MIREBEL sur la SEYBOUSE inférieure sont pour un bassin versant de 5500 km². (TABLEAU n° 05)

ANNEE	APPORT SOLIDES EN 10 ³ TONNES	Qa en H m ³	[c] en g /lit	Dégradation spécifique en T/km ²
1948-1949	1695,0	720,0	2,45	308
1949-1950	263,5	138,0	1,92	48
1950-1951	615,2	131,0	4,70	112
1951-1952	2827,0	532,0	5,33	515
1952-1953	1221,0	760,9	1,62	222
1953-1954	1990,0	681,5	2,92	362
1954-1955	369,5	221,5	1,67	67
1955-1956	1481,0	583,0	2,54	270
1956-1957	479,7	195,2	2,45	87
1948-1957	1215,7	440,3	[c]m = 2,71g/lit	231,22
1972-1973	840,0	562,5	1,50	152

A partir de ces valeurs moyennes de débit annuel et de concentration déduites d'une période d'observation d'une dizaine d'années, nous pouvons estimer les apports solides de la SEYBOUSE à :

$$Q_s = 0,00271 \times 460 \times 10^6$$

$$Q_s = 1250000 \text{ t}$$

Ce qui correspond à environ 700 000 m³ de sédiments déposés (cette charge en apports solides est évacuée en mer)

Les débits solides sont mesurés au niveau de trois stations (L.C.H.F 1974) et sont présentés dans le tableau qui s'ensuit.

La plus grande partie des apports solides se fait de novembre à mars et ils sont pratiquement inexistantes d'avril à septembre.

- Oued MAFRAGH :

Il est constitué par les Oueds BOUNAMOUSA et KEBIR de l'Est qui se rejoignent à 2 Km de la mer .

La moyenne des débits annuels et des modules pour l'ensemble des résultats de jaugeage est de :

$$\left. \begin{array}{l} Q_a = 171,35 \cdot 10^6 \text{ m}^3 \\ q_m = 5,43 \text{ m}^3/\text{s} \end{array} \right\} \text{BOU NAMOUSSA}$$

$$\left. \begin{array}{l} Q_a = 304,42 \cdot 10^6 \text{ m}^3 \\ q_m = 9,65 \text{ m}^3/\text{s} \end{array} \right\} \text{KEBIR DE L'EST .}$$

- Estimation des apports Solides du Bassin de l'Oued MAFRAGH :

a - Oued BOUNAMOUSA (bassin versant = 575 km²).

$$[c] \text{ moy} = 1,02 \text{ g/l}$$

$$Q_s = 0,00102 \times 171,35 \times 10^6 = 175\,000 \text{ t.}$$

Soit environ 1000 000 m³ de sédiment déposés

b - Oued KEBIR de l'Est (bassin versant = 665 km²).

$$[c] \text{ moy} = 2,24 \text{ g/l}$$

$$Q_s = 0,00224 \times 304,42 \times 10^6 = 685\,000 \text{ t.}$$

Soit environ 4000 000 m³ de sédiment déposés .

* En général , les apports de sédiments de l'Oued MAFRAGH peuvent être évalués à :

400 000 m³ (Oued KEBIR EST)

50000 m³ (Oued BOUNAMOUSA).

Soit en total : 450 000 m³ par année .

Remarque :

50 % des apports de la BOUNAMOUSA sont stopés par le barrage de la CHEFFIA et se déposent dans son réservoir .

Le débit liquide total des deux Oueds susceptible d'être évacué en mer en tenant compte des 50% arrêtés par le piégeage du barrage d'après la JICA est de $697,88 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Le débit solide total des deux Oueds susceptible d'être évacué en mer en tenant compte des 50% arrêtés par le piégeage du barrage d'après la JICA est de 1680×10^3 tonnes.

CONCLUSION:

Le L.C.H.F (1974) évalue les apports à la mer de l'oued Seybouse à plus de 90% de vase et à moins de 10% de sable.

La plus grande partie des apports a due se faire à la faveur des crues de l'oued Seybouse et une partie proviendrait très probablement du surcreusement du lit de l'oued due à l'ouverture de la déviation de ce dernier.

TABLEAU N° 06

Oued	Station	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Annuel
Seybouse	35	253	190	163	58	12.7	0.6	0.3	21	18.3	180	217	219	1300
MEFRAGH													968	
El kebir à l'Est	37	32.7	81.6	14.1	2.4	2.6	0	0	0	0	13.6	24.8	13.8	180
Bounamoussa	38	164.7	139.4	92.1	26	6	0.2	0	0.2	0	105	134.8	164.7	788

Débits Solides En 10^3 Tonnes (L.C.H.F. 1974)

(Observations entre 1947 et 1956)

TABLEAU REPRÉSENTANT LES DÉBITS SOLIDES
DE L'OUED SEYBOUSE ET MEFRAGH

Le Débit Solide Total Des Deux Oueds Susceptible D'être évacuée En Mer En Tenant Compte Des 50% Arrêtés par Le Piégeage Du Barrage Est De 1784×10^3 Tonnes .

TABLEAU N° 07

Oued	Station	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Annuel
Seybouse	35	90.8	94.1	81.0	41.5	23.6	7.8	3.9	4.4	10.9	22.1	13.1	47.4	440.7
MEFRAGH														453.1
El kebir à l'Est	37	37.1	27.8	26.1	14.7	4.3	0.5	0.1	0.1	0.1	12.0	2.1	23.9	149.0
Bouâmoussa	38	72.7	51.5	44.6	22.7	8.9	1.9	0.8	0.5	0.4	35.3	11.0	53.8	304.1

DÉBITS LIQUIDES EN 10^6 M^3 (L.C.H.F. 1974)

(OBSERVATIONS ENTRE 1947 ET 1957)

TABLEAU REPRÉSENTANT LES DÉBITS LIQUIDES

DE L'OUED SEYBOUSE ET MEFRAGH

Le Débit Liquide Total Des Deux Oueds Susceptible D'être évacuée En Mer En Tenant Compte Des 50% Arrêtés par Le Piégeage Du Barrage Est De $667.25 \times 10^6 \text{ m}^3$.



CHAPITRE 04

04- LES DONNEES HYDRODYNAMIQUES

Intro: Les données hydrodynamiques sont indispensables à une meilleure compréhension de la sédimentation et des transits sédimentaires.

4.1 - La houle :

- Caractéristiques des vagues en haute mer :

Une étude a été effectuée à environ 50 Km au large. Les résultats sont présentés dans le tableau qui s'ensuit. Ces documents ont été réalisés d'après les données de la marine Américaine (U.S.Navy Weather Service).

établis à partir du rapport d'observations visuelles effectuées depuis les navires navigants dans la Méditerranée au cours des années comprises entre 1963 et 1970.

Des vagues de plus de 0,5m de hauteur ont été observées dans 66,6% des cas (22,1% étaient des vagues de plus de 2m, la période étaient de 7s).

D'autre part, aucune corrélation entre la direction des vagues et la fréquence des vents violants n'a été établie (la zone maritime de Annaba étant très éloignée de la rive opposée, les vagues proviennent majoritairement de l'Ouest).

- Caractéristiques des vagues sur le littoral:

D'un point de vue topographique, les fonds marins au voisinage du port de Annaba présentent une forte déclivité. Un projet d'agrandissement de ce port nécessiterai d'investir largement la construction de brise-lames de manière à assurer un domaine maritime assez calme pour permettre le bon déroulement des activités portuaires.

Le prolongement de brise-lames adéquats implique donc la réalisation d'étude plus approfondie en ce qui concerne les caractéristiques des vagues.

En ce qui concerne les vagues déferlants à l'embouchure du port, les vagues en provenance de direction Nord à Est ainsi que leurs fréquences sont en effet particulièrement importantes pour l'étude du degré de calme des eaux à l'intérieur du port (résultat présenté dans la figure 10 et 11) (étude réalisée par l'U.S Navy Weather Service.)

L'évaluation de la fréquence des vagues a tenu compte des caractéristiques topographiques. (Calcul de la fréquence des vagues par direction à travers l'étude des conditions des vitesses des vents marins provoquant ces vagues).

Les caractéristiques des vagues déferlantes sur le port sont :

- Le pourcentage de vagues en provenance de direction N à E dans le port de Annaba est de 17,5%.
- Les pourcentages de haute vagues de plus de 1m est de 8,7%.

Bien que ces vagues arrivent majoritairement du NNE, on a pu observer de fortes vagues en provenance du N à ENE.

-Évaluation des vagues en pleine mer :

Cette évaluation est effectuée pour les situations météorologiques exceptionnelles, et c'est l'étude des plus hautes vagues en pleine mer qui affectent le port de Annaba dans l'optique de conception de brise-lames et de digues. La méthode de calcul utilisée est la suivante :

- 14 -

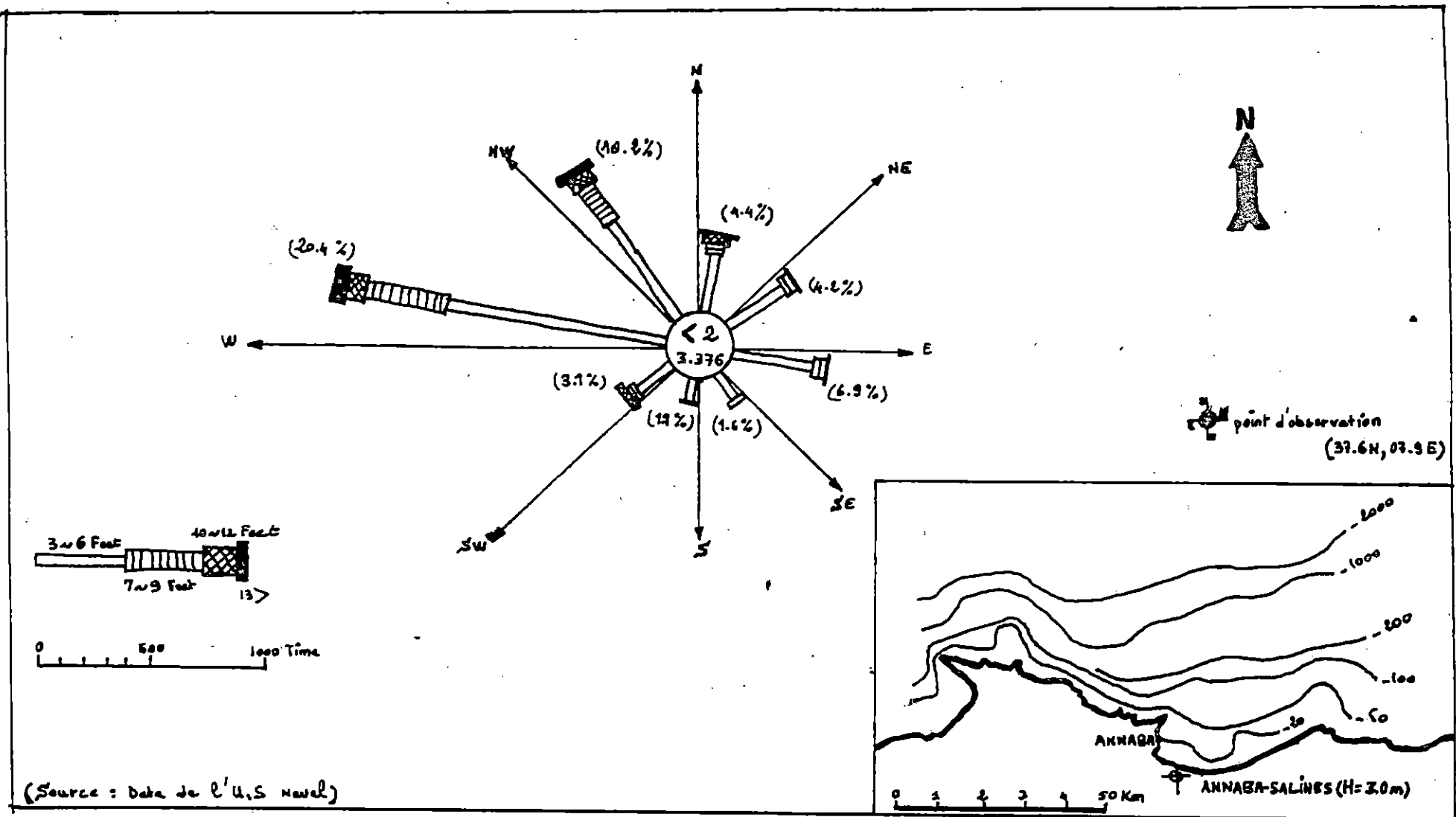


Fig 10: Direction des vagues dans la zone maritime d'ANNABA

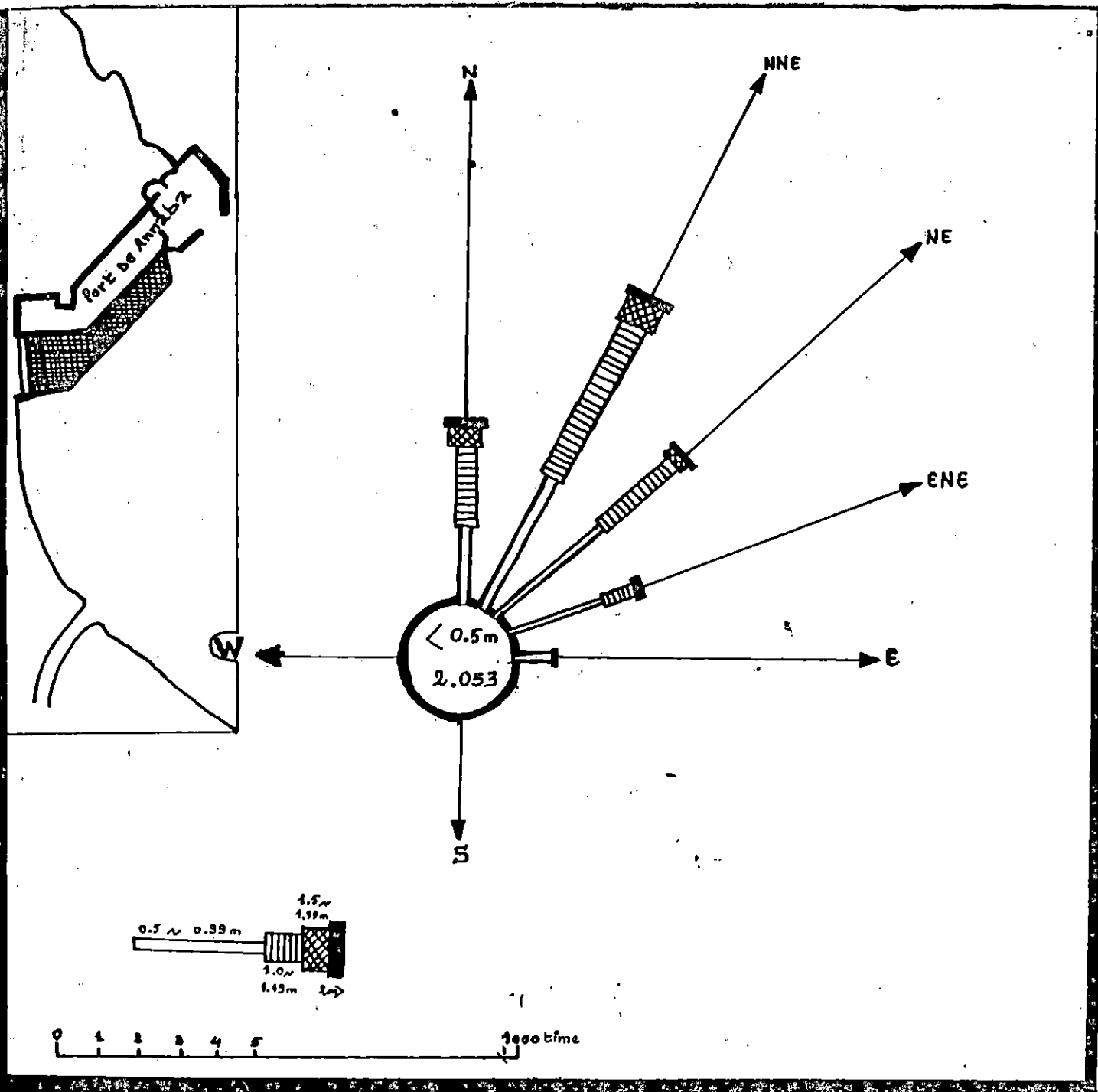
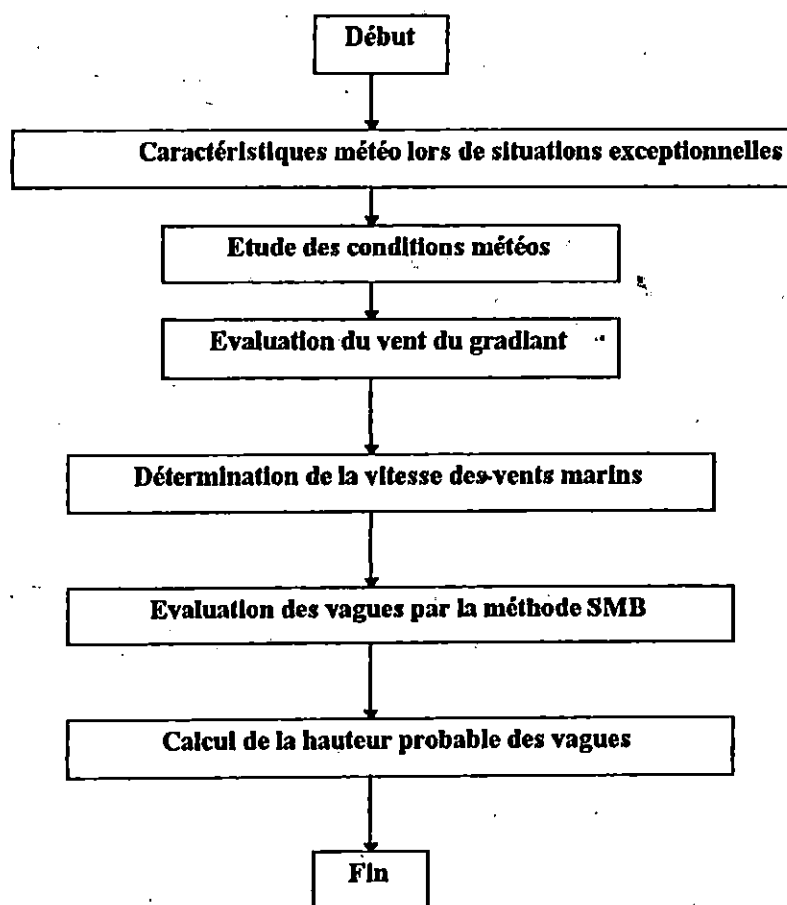


Fig 11: Fréquences des vagues en Provenance des Directions Nord à Est déferlant sur les Brises-lames à l'embouchure du Port d'ANNABA



Ce processus d'évaluation comporte deux facteurs importants :

- La détermination des conditions météorologiques :

Les conditions fondamentales d'évaluation des vagues (direction des vents marins et vitesses de déplacement des pressions atmosphériques lors des situations météorologiques exceptionnelles survenues au cours de 94 années (1898 à 1991)).

- La détermination des vents marins :

Prendre les périodes pendant lesquelles les vents soufflent continuellement ainsi à travers l'étude des vitesses des vents.

Exemple : - En 1990 des vagues en haute mer de direction NE $\left[\begin{array}{l} H = 8,9\text{m} \\ T = 11,6\text{s} \end{array} \right.$

- En 1991 des vagues en haute mer de direction NNW $\left[\begin{array}{l} H = 5,1\text{m} \\ T = 9,0\text{s} \end{array} \right.$



4.2 - Plans de vagues théoriques : fig 12, 13, 14 et 15):

Les plans de vagues qui s'ensuivent présentes les vagues de direction :

-NW ; T=8s et T=10s .

-N ; T=15s .

-NE ; T=10s .

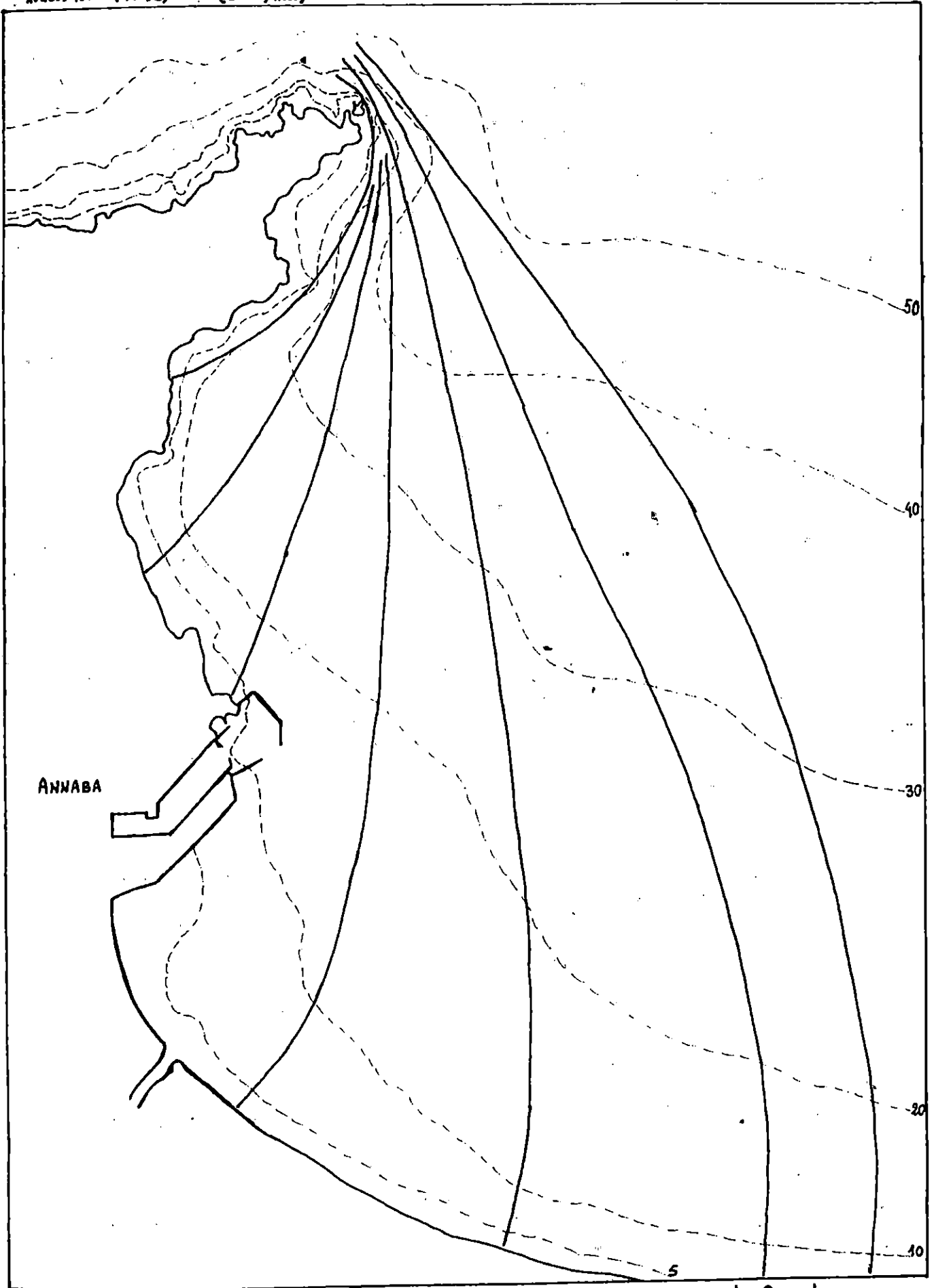


Fig 12 : Plan de vagues de Direction Nord-Ouest

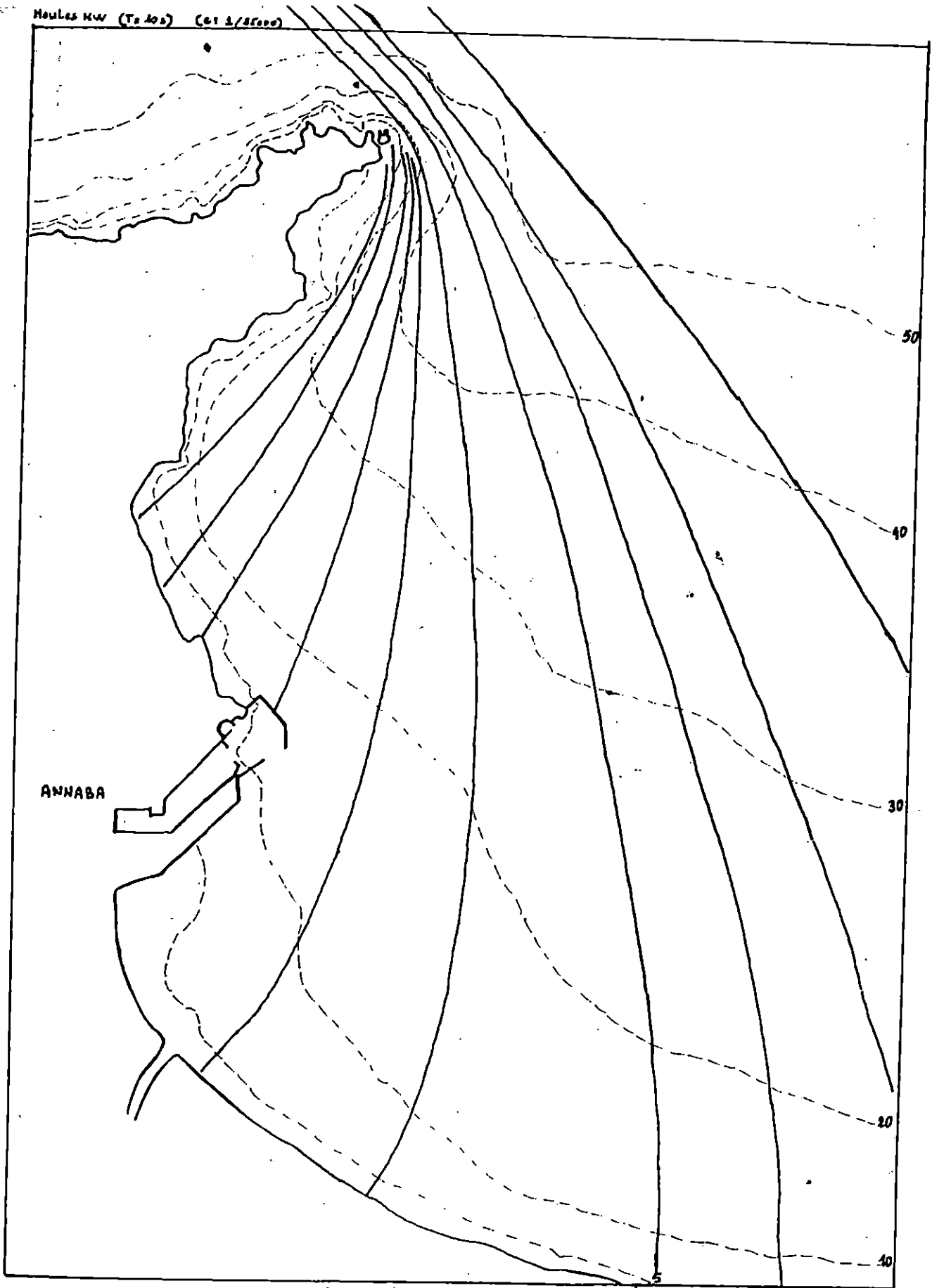


Fig 13 : Plan de vagues de direction Nord - Ouest

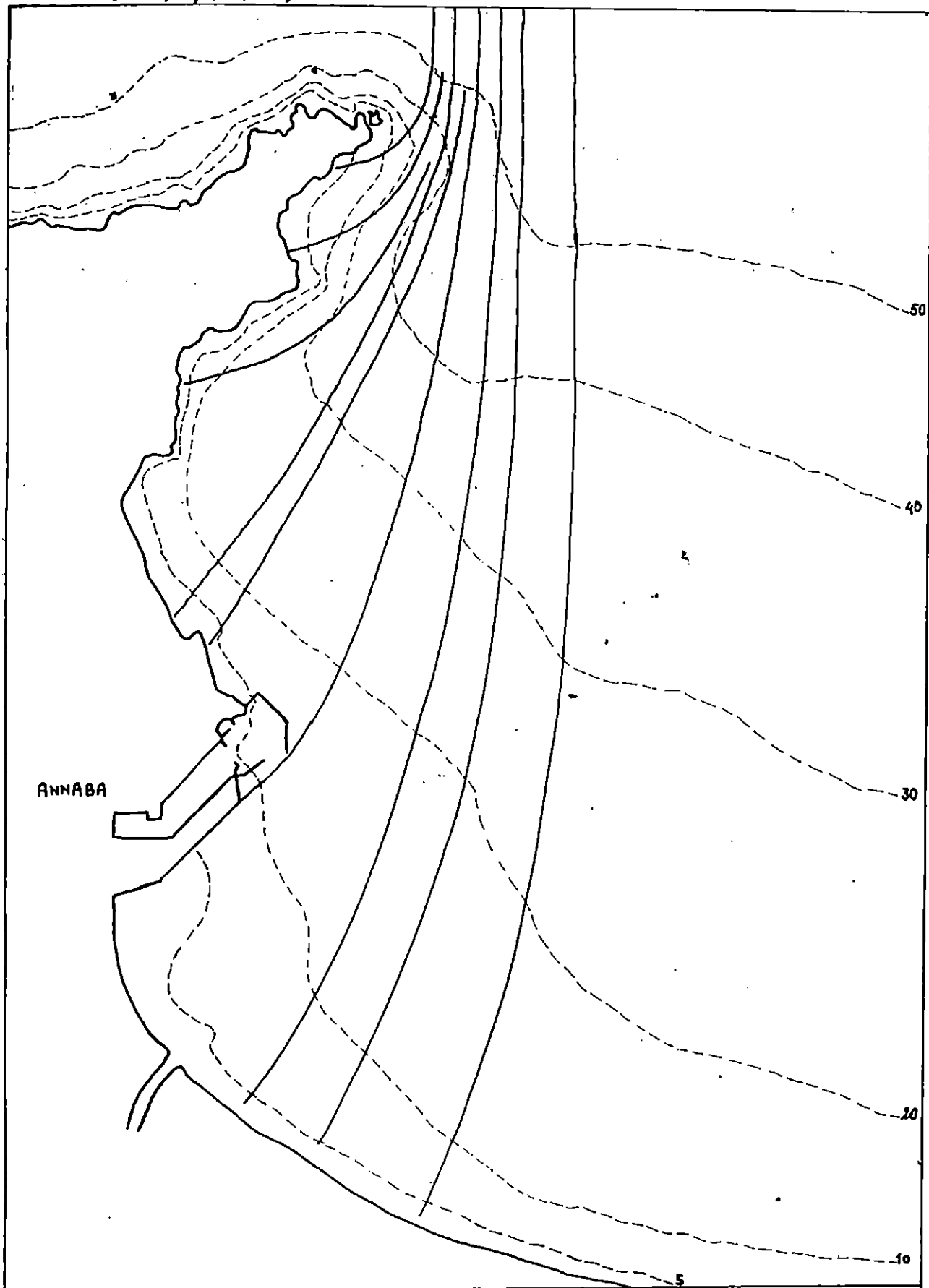
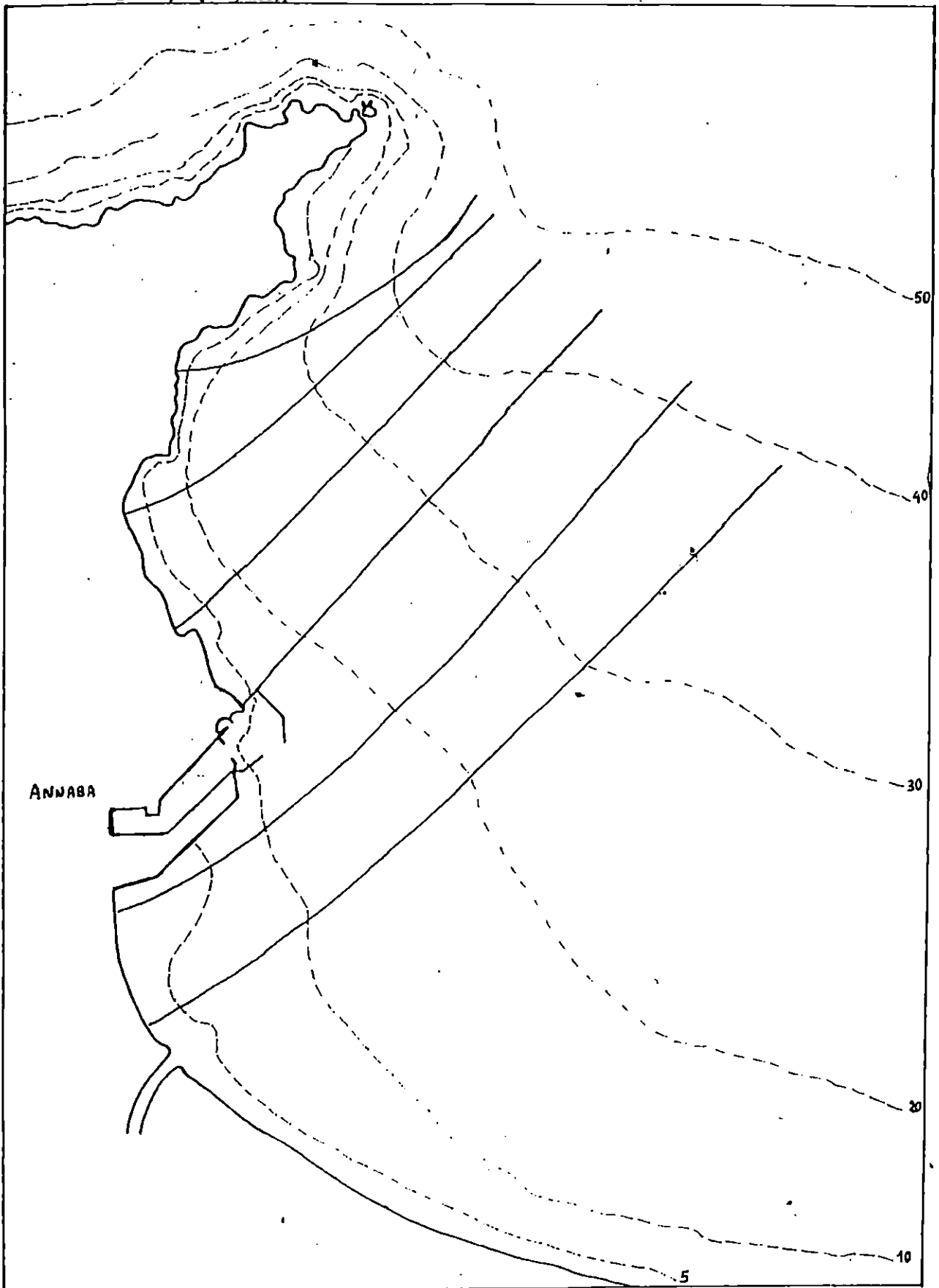


Fig 14 : Plan de vagues de direction Nord



- Fig 15 : Plan de vagues de direction Nord-Est

Tableaux n°08: Caractéristiques des vagues dans la zone maritime Annaba

H(pieds) T(sec)	<2	3~6	7~9	10~12	13~19	20~25	26<	Total
<6	25,1	23,6	3,0	0,4	0,3			52,4
6~7	1,7	12,7	5,7	1,2	0,3			21,7
8~9	0,2	2,6	3,9	1,4	0,6	0,1		8,9
10~11	0,1	0,6	1,1	0,7	0,8			3,4
12~13		0,2	0,3	0,3	0,1			1,2
>13			0,1					0,4
Indéterminé	11,8	0,1						2,0
	39,1	39,8	14,1	4,3	2,2	0,3	0,112	100

- Fréquences Annuelles Des Vagues-

total annuel	3655	3721	1320	398	202	32	1	9,340
janvier	275	270	156	57	35	8	7	802
février	258	261	134	55	35	7	2	757
mars	240	341	164	54	29	4		834
avril	236	385	136	41	16	3		817
mai	406	327	66	19	4			822
juin	373	285	77	13	2			750
juillet	357	348	69	4	2			750
août	385	326	69	9	2			791
septembre	386	325	62	10	3			786
octobre	295	338	102	27	19	1		82
novembre	243	298	136	38	29	2		746
décembre	201	247	149	61	33	7		709

- Nombre Mensuel D'observations-



4.3 - Les courants marins :

En général , les principaux courants marins de la zone maritime Algérienne sont des courants allant vers l'Est . Leurs vitesse est comprise en $\frac{1}{4}$ et $\frac{3}{4}$ de noeuds.

* Le courant général

Un courant général de l'Ouest vers l'Est entre en surface par le détroit de Gibraltar, il résulte d'un écoulement d'eau atlantique pouvant atteindre selon (MILLOT 1987) 0.5 à 0.7 m/s, passant à quelques milles au larges des cotes d'Annaba.

D'après OVCHINIKOF in MAOUCHe 1987, le courant général induit des contre-courants aux niveaux des baies et des golfes, à proximité du fond, la vitesse de ce courant devient pratiquement négligeable (fig: 17).

*Les courants côtiers:

Pour essayer de définir le régime des courants côtiers qui circulent dans le golf d'Annaba une mission du LCHF a effectué de nombreuses mesures en utilisant des moyens différents pour une période d'une année (décembre 1973 à décembre 1974).

Les résultats des mesures de courant sont présentées dans la figure 16.

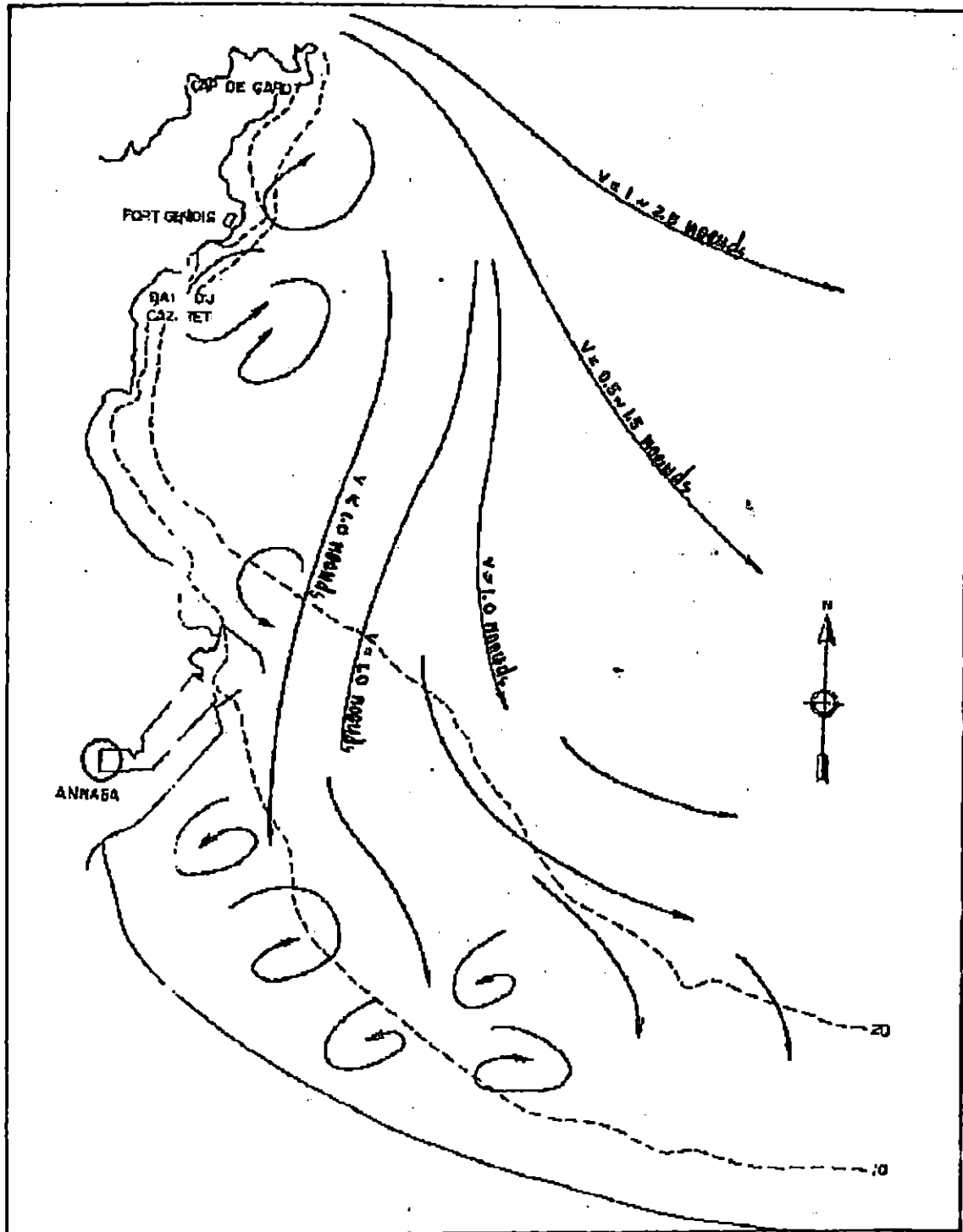
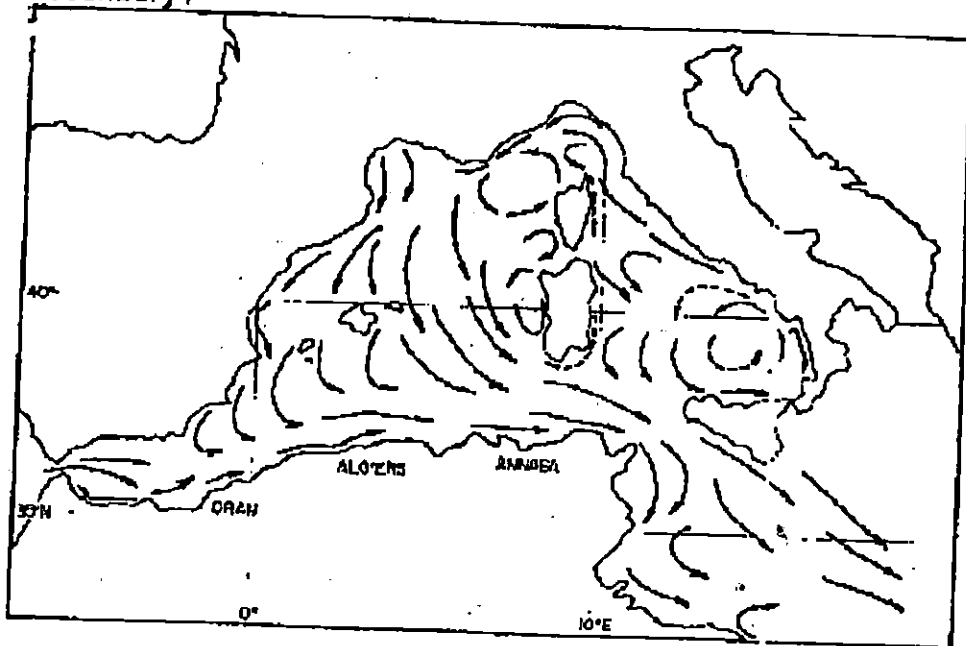
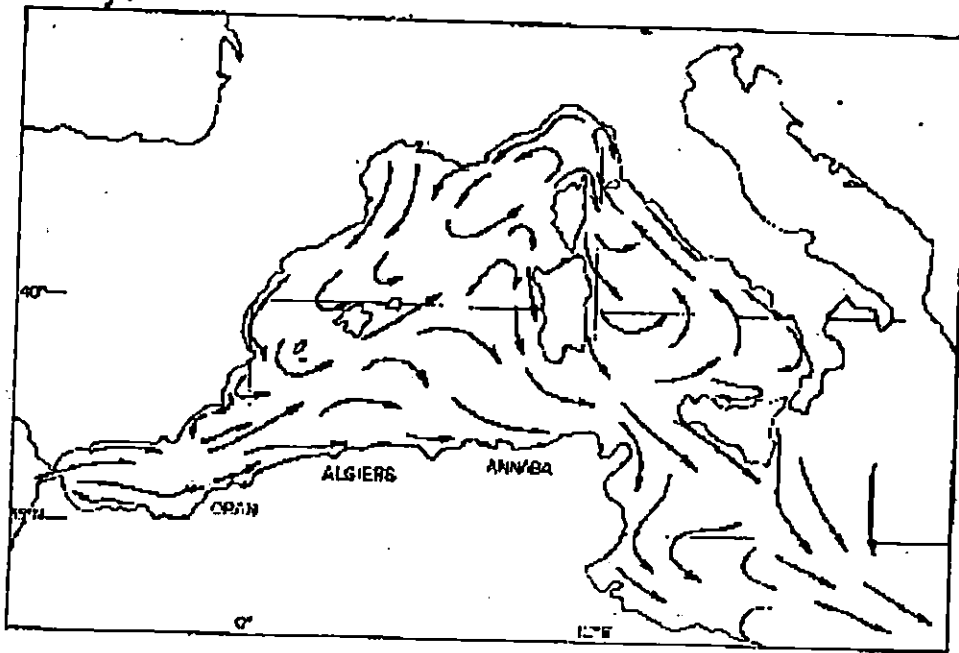


Fig16 : Courants Marins à Proximité Du Port d'Annaba (u.s navy)

(January)



(July)



Source : Mediterranen PILOT (1978)

Fig11 : Courants Marins Dans La Zone Sud-Ouest De La Mer Méditerranée

La vitesse des courants en haute mer dans la zone maritime du port Annaba (d'après le L.C.H.F Déc 1974) est de 1 à 2,5 noeuds , mais à proximité du port , on ne note que la présence de faible branches de courants (division des courants du large) . De faibles vitesses qui n'atteignent même pas 1/5 de celle des courants en haute mer , donc ; il est permis de dire que ces courants ne sont de nature à gêner les navires lors de l'entrée ou la sortie de port , (on note que ces courants au niveau de la côte n'engendrent pas un transit sédimentaire du littoral vers la passe d'entrée) , mais des courants locaux qui sont générés par la houle et par phénomènes de contournement du musoir dans le cas où il y'a accumulation sédimentaire tout le long de la jetée .

Conclusion:

La présence de plusieurs courants engendrés par différents facteurs, entraîne la complexité dans la définition d'une résultante d'une part, d'autre part les courants engendrés sont relativement faibles. (Ils n'engendrent pas des directions majeures, ils ne peuvent pas avoir d'incidences appréciables sur le régime des côtes).



4.4- La marée et les seiches :

a) - La marée :

En absence d'observations concernant le niveau de la mer effectuées sur une longue période, l'analyse des marées n'a pu être réalisée et le niveau de la mer est assez mal connu.

La différence générale entre marée haute et marée basse pour l'ensemble de la zone maritime algérienne est d'environ 0,30m (d'après MEDITERRANEAN PILOT 1978) ce qui nous autorise à dire que la variation du niveau de la mer est insignifiante et qu'on ne peut être confronté à un problème de sur-côte.

Observation : Le marnage dans le port de Annaba est d'environ 0,20m et la valeur maximum entre marée haute et marée basse enregistrée dans le bassin d'observation fut de 0,45m.

b) Les seiches :

Ce sont les mouvements de l'eau ou des ondulations de l'eau d'origine météorologique (provoqués par les variations de la pression atmosphérique dans la

Méditerranée), Ce phénomène a été observé à l'intérieur du port mais il n'est pas vraiment très conséquent parce que son influence sur les navires dépend de :

- La dimension des navires
- Le système d'amarrage
- La location du post d'amarrage etc...
- L'intérêt de l'étude des seiches est d'évaluer le degré d'agitation à l'intérieur du port

Le seul endroit où les seiches sont conséquentes c'est au centre du port où on trouve un noeud de Clapotis.

L'amplification des seiches à la période de 220s aura des conséquences seulement si les câbles d'amarrage ne sont pas du tout tendus ou en appliquant des câbles «Springs» en Nylon; on pourrait attendre une oscillation (Mouvement ondulatoire de la surface de l'eau de mer) qui gênerai les opérations au navire qui augmentera les forces dans les câbles d'amarrage. Dans la situation actuelle du port, il y a une grande amplification des seiches à la période de 300s.

Pour les seiches de période de 220s, toutes les limites (quais jetées) produisent une réflexion de 100%.

Il s'en suit qu'il n'y a pas de risque d'obtenir une oscillation d'un navire amarré en appliquant des câbles d'amarrage en direction longitudinale (Springs), d'acier ou de chauvre.

NB : Chaque bassin d'une forme arbitraire a une série de périodes propres d'oscillations, qui sont déterminées par la dimension du bassin et par la profondeur de l'eau.

Les périodes d'oscillations d'un bassin se trouvent souvent dans une période correspondant à celle des seiches.

Pour éviter les résonances dans les bassins, il est nécessaire que les périodes des seiches soient loin des périodes d'oscillation du bassin.



CHAPITRE 05

05- L'APPROCHE BATHYMETRIQUE ET SEDIMENTAIRE

Introduction :

Hormis un faible dépôt , dans les darses existantes , de particules fines apportées en suspension , le port d'Annaba dans sa situation actuelle ne pose aucun problème d'ordre sédimentologique . Il n'en serait pas forcément de même en cas d'extension notable du port en dehors , voire même à l'écart , de ses limites actuelles .

(parceque les houles dominantes NW et NE n'arrivent pas à entrener les sédiments à l'intérieur. La passe d'entrée est orientée vers l'Est).

Par ailleurs , la déviation vers 1969 de l'embouchure de la SEYBOUSE de près de 2,5 km vers le sud impliquait une modification de l'équilibre local qui ne semble pas encore achevée .

Nous résumons ci-après l'étude très complète menée à l'occasion de la mission de 1974 du L.C.H.F et l'analyse des échantillons prélevés en Octobre 1996 à l'occasion de ce mémoire de fin d'étude (Ingéniorat en Aménagement du littoral) et les résultats de l'analyse des échantillons de 1993 à l'extérieur du port (par: JICA).

La sédimentologie nous renseigne sur la nature des sédiments, leurs origines, le mécanisme de dépôt et le mode de transport, tout en tenant compte des données hydrodynamiques.

5.1- BATHYMETRIE DE LA ZONE PORTUAIRE:(fig: 18)

5.2- BATHYMETRIE A L'INTERIEUR DU PORT

La bathymétrie à l'intérieur du port varie de 8m au fond de la petite darse et croit tout en allant vers la sortie du port pour atteindre les 13.5m au niveau de la passe d'entrée .

5.3-Morphologie du plateau continental :

Le golfe d'Annaba s'ouvre largement sur un glacis continental en pente douce très étendue depuis la côte jusqu'à la pente continentale qui s'amorce vers 100 m .

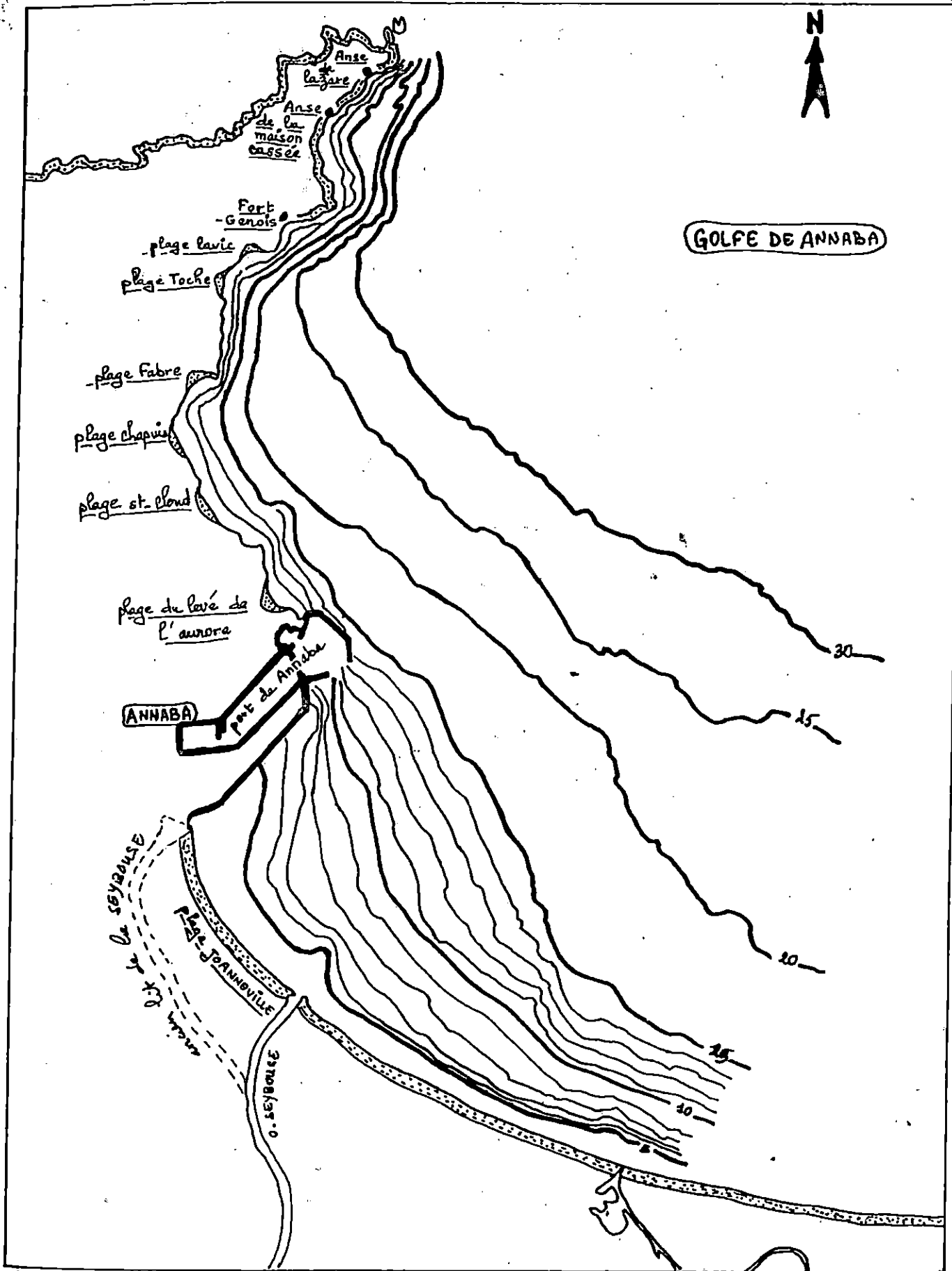


Fig 17 - Carte Bathymétrique de la zone d'Annaba - (JICA 1993)

Les fonds de la baie ne présentent pas d'accidents morphologiques majeurs .
Devant les falaises rocheuses du «Cap de Garde» , le profil de la marge continentale s'individualise en :

- Une bordure littorale étroite et accidentée .
- Une plate forme continentale plane prolongée en direction NE .
- Un glacés débutant par un rebord peu marqué .

5.4- LES DONNÉES SÉDIMENTAIRES:

5.4.1- à L'INTÉRIEUR DU PORT:(LES VASES PRÉDOMINES;FIGURE 19),(VOIR ANNEXE).

5.4.2- à L'EXTÉRIEUR DU PORT

Répartition Des Sédiments Superficiels :

Les sédiments tapissant les fonds , les plages et les dunes de la zone étudiée sont essentiellement constitués de sable (entre 40 et 200 μ m) et des vases lutites (< 40 μ m de ϕ) .




L'analyse des échantillons recueillis sur les plages et en mer a conduit à distinguer dans cette zone , une province Nord et une autre Sud dont le port d'Annaba marque la frontière .

Répartition Générale Des Sédiments Et Leurs Caractéristiques (LCHF 1974), (JICA 1993):

Pour cette étude, 233 échantillons ont été prélevés de la côte vers le large jusqu'à des profondeurs de -30 m. Les conclusions de cette étude sédimentologique, permettent de définir deux provinces distinctes, différenciées par leurs caractéristiques minéralogiques et morphoscopiques:

- Une province Nord (au nord du port).
- Une province Sud (au sud du port).

e: 3/10000

-  vase sablonneux
-  vase et gravier
-  vase pur

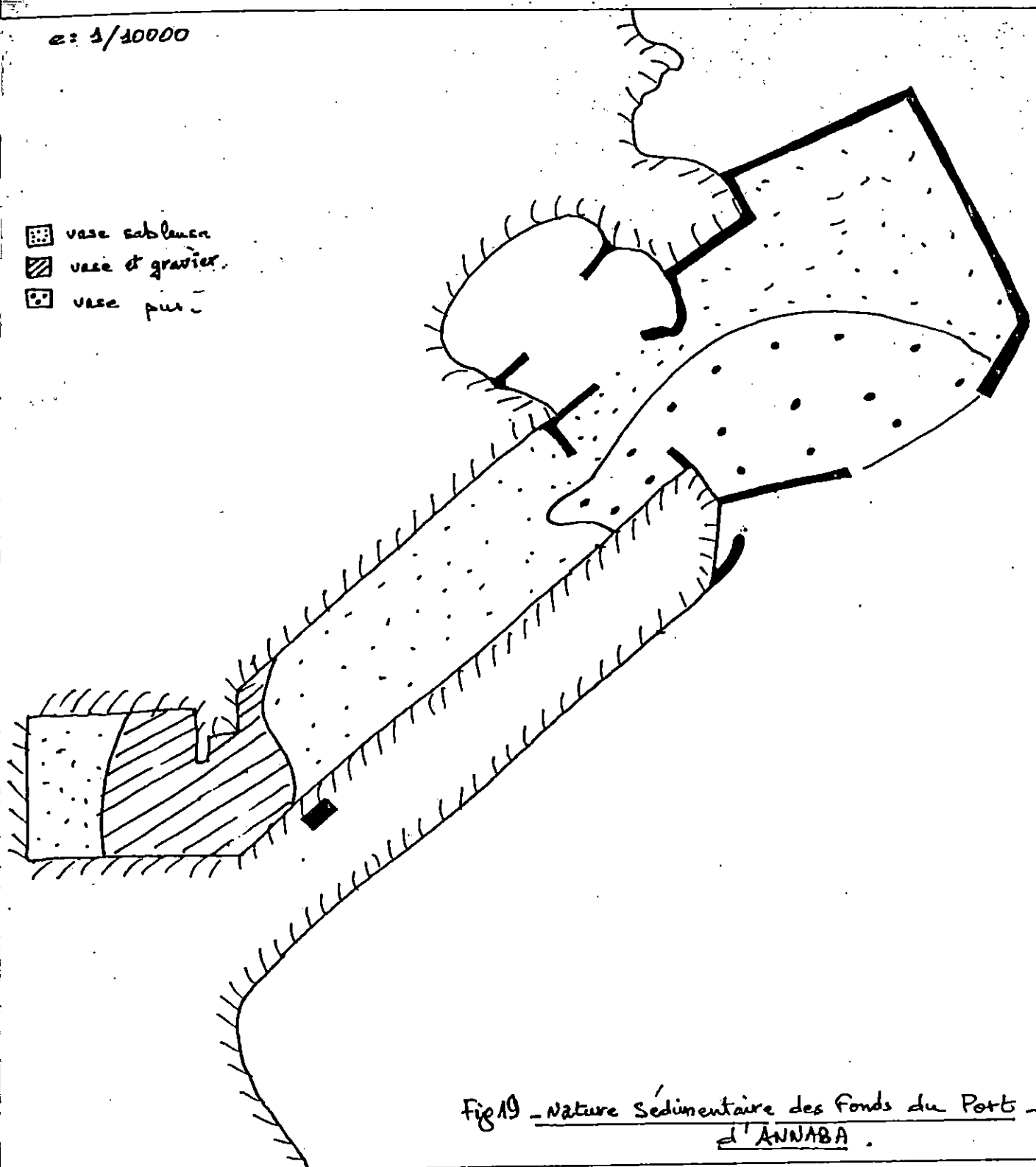


Fig 19 - Nature Sédimentaire des Fonds du Port -
d'ANNABA .

- Répartition des vases :

Au Nord : Les lutites (fraction $< 40\mu\text{m}$) se rencontrent en forte proportion ($> 75\%$) à des fonds > -30 m et sont totalement absentes entre la côte et les fonds de -13 m .

Au Sud : Les lutites sont beaucoup plus abondantes et plus proches du rivage $> 75\%$ en particulier en face de la Seybouse dans des fonds de -10 m.

Il y'a là, sans aucun doute une corrélation étroite entre les caractéristiques de sédimentation marine et les apports de la seybouse.

Plus à l'Est : à partir de Sidi Salem , la teneur en lutites diminue à nouveau , marquant ainsi l'éloignement de la source d'apport (LA SEYBOUSE) et la plus grande exposition à l'agitation (ce qui empêche le dépôt des vases) .

- Répartition des sables : (fig20)

a - Sables grossiers: Dans la province Nord , ils se trouvent sur les accumulations côtières des plages (Saint Cloud , CHAPUIS....) et s'étendent jusqu'aux fonds de 10 m .Ils recouvrent le fond devant la jetée du Lion jusqu'à la passe d'entrée .

Ceux trouvés au large sont des vestiges d'anciens dépôts de dragages . Ses sables ont un aspect anguleux , qui dénote des sables jeunes peu altérés par la houle et les courants .

Ces matériaux sont moins riches en calcaire que ceux de la province Sud (les quartz sont anguleux). Donc ils n'ont subis que des actions réduites des houles et des courants contrairement à la province Sud où ils sont ronds mâtes.

Dans la province Sud , ils ne forment qu'une mince bande littorale qui ne dépasse pas les fonds de 5 m . Ils ont un faciès dunaire et un aspect « Rond-mat ».

Les minéraux sont métamorphiques caractérisés par la présence de micaschistes, mica-blancs, suivit par un cortège minéralogique où le grenat, l'andalousite et la staurotide dominant.

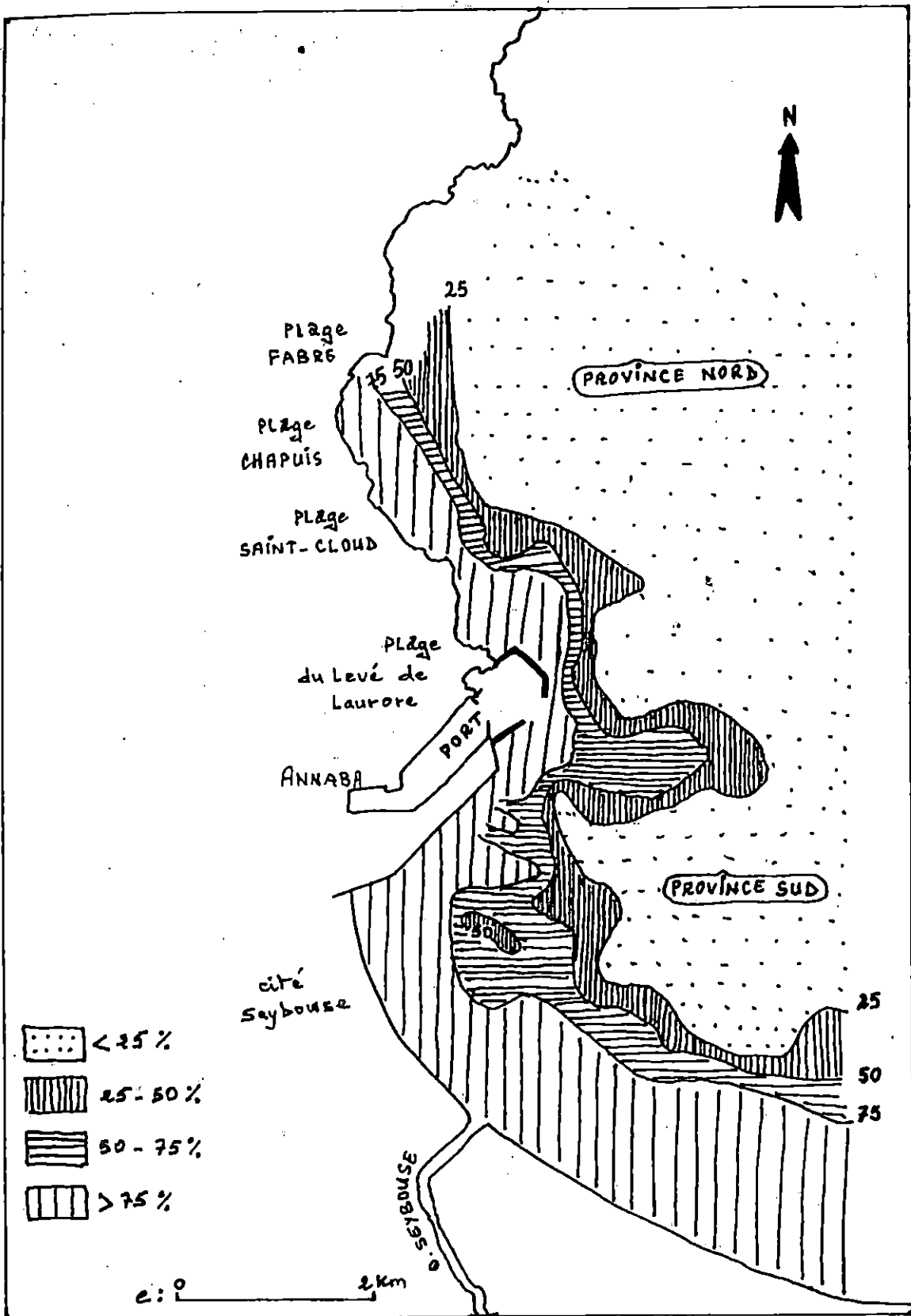


Fig. 10. CARTE DES TENEURS EN SABLE. (LCHF. 1974)-

S'opposant à celui des sables du Nord et traduisant des actions éoliennes importantes .

les minéraux sont opaques caractérisés par la présence de l'ilménite et la magnétite. L'influence des apports de l'oued Seybouse se traduit devant le débouché de celui-ci par un enrichissement très marqué en sédiments fins ($> 75\%$ d'éléments $< 40\mu\text{m}$).

Alors que dans la province Nord les sédiments sont essentiellement sableux.

Cependant la répartition de la fraction fine ne concorde pas avec les résultats des débits solides (données hydrologiques et géologiques de la régions).

Ceux-ci pourraient être due à l'absence de techniques de mesures appropriées pour la détermination des débits solides.

b - Sables moyens : Ils bordent vers le large les sables grossiers . Ils sont « propres » au nord (Sans vase) et atteignent les fonds de 15m , contre 5m seulement au Sud .

c - Sables fins et très fins : Ils apparaissent au Nord par fond de 10m à 15m et au sud par 4 à 5 m seulement . Ils sont très abondants devant l'ancienne embouchure de la Seybouse (5m de fond) .

Ces deux provinces sont presque totalement indépendantes l'une de l'autre. La frontière que constitue le port n'est pas totalement hermétique, puisqu'il semble que des sables peuvent migrer le long de la jetée du Lion et parvenir à la passe d'entrée.

- Méthodologie :

12 échantillons sédimentologiques ont été prélevés à l'aide d'une benne preneuse de type «van veen» en vue d'une analyse sédimentologique au niveau du port et de ces environs en Octobre 1996 (Carte 1/10000) .

En plus de ça, on aura dans la partie «Répartition des carbonates » une synthèse des résultats de l'analyse des échantillons de 1993 faite par la JICA.

- Répartition des CaCo_3 : (voire annexe)

Avant tout , il faut séchés les échantillons à l'étuve .

Fraction < 40µm

Séchage à l'étuve à 60° C pendant 24 h

Pesé 1g

Attaque au HCL 30%

Evaluation en pourcentage de CaCo3
par la formule : $CaCo3 = (0,3 \times v2 / v2 \times p) \times 100$

v2 = Volume déplacé

v1 = v2 - 5

P= Pesé 1g

Carte des carbonates

TABLERAU N° 03 :

<i>échantillon</i>	<i>CaCo3%</i>
N° 3	60%
N° 4	78%
N° 5	84%
N° 6	81%
N° 7	54%
N° 8	72%
N° 9	66%
N° 10	57%
N° 11	58%
N° 12	88%

Calcul des taux de CaCo3 dans chaque échantillon (Octobre 1996)

- D'après les résultats de l'évaluation du taux de carbonate à l'intérieur du port , et en général La teneur en calcaire croit de la petite darse vers la passe BABAYOU puis décroît en s'approchant de la passe d'entrée du port .
- d'après l'évaluation du taux de carbonates à l'extérieur du port , la fraction calcaire trouvée dans les sables est faite en général d'éléments coquilliers détritiques aux quels peuvent s'ajouter des foraminifères (sables fins et très fins de la province sud) et des débris coralliens (rejets de dragage) .

La carte des teneurs en calcaires souligne l'opposition entre la partie du Nord et la partie du Sud du port : les taux sont en moyenne dans le rapport de 1 à 10 , au bénéfice de la province Sud (JOANNONVILLE et SIDI SALEM) .

En général , la teneur en calcaire croit de la côte vers le large . En outre , comme il n'y a pas discontinuité entre les valeurs de ce paramètre autour de la jetée du lion frontière des deux «Province » considérées , on peut penser que des sédiments migrent du Nord vers le Sud .

On peut confirmé cette migration par l'étude de deux traceurs naturels :

- Les taux de calcaire de ces, sables apparentés à ceux du Nord .
- Les débris charbonneux qu'ils renferment souvent .

Ces deux critères font apparaître une prédominance de la dispersion vers le secteur S à SE, caractérisant l'action dominante des houles . Quelques faibles entraînements vers le NW (courants ? houles NE ?) paraissent possibles .

Classification granulométrique des sédiments :

Les sédiments analysés sont caractérisés selon la classification de LARSONNEUR (1977) basée essentiellement sur le pourcentage en lutites.

TABLEAU N°10 :

Types de dépôts	Caractéristiques
Sédiments vaseux	+ de 5% de lutites
Sables Vaseux	5 à 25% de lutites
Vase sableuse	25 à 75% de lutites
Vase	+ de 75% de lutites

D'après la carte des lutites (voire annexe) le pourcentage dans la majeure partie du port est supérieur à 70% donc les sédiments qui tapissent le fond sont de la vase.

Au niveau de la passe d'entrée jusqu'à la passe babayou c'est de la vase pure.

Au niveau du quai numéro cinq c'est de la vase sableuse.

Dans le reste du port c'est de la vase peut sableuse.

- positionnement : *(voire annexe)*

Le plan de positionnement des échantillons à l'intérieur du port de ANNABA se situe au niveau de la petite darse ,la grande darse et l'avant port .

12 stations ont été choisies *(voire annexe)* .

- la petite darse: elle comprend trois stations :

station 10 : sa profondeur est de 8 à 9m .

station 9 : se situe au fond de la petite darse (prof. 8m) .

station 8 : se situe à la sortie de la petite darse (prof. 10m) .

Ces trois stations sont dans une zone à pollution extrême où le sédiment est très envasé . elles sont sous l'influence des rejets industriels des unités de : FERPHOS ,SONELGAZ ,ASMIDAL ,NAFTAL et la CENTRALE ELECTRIQUE .

Comme ces unités produisent du bitume ,du soufre , de l'ammoniac , de la potasse et du phosphate ; la pollution au niveau de cette zone sera essentiellement chimique additionnée à une pollution organique résultant des rejets urbains . (la petite darse compte le plus d'émissaires urbain avec un envasement important)

-la grande darse : elle comprend cinq stations :

station 7 : située au fond de la grande darse (prof. 11m).

station 6 : sa profondeur est de 11 à 12m .

station 11 : sa profondeur est de 11 à 12m .

station 12 : sa profondeur est de 11 à 12m .

station 5 : située au niveau de la passe BABAYOU (prof. 11m) .

Ces cinq stations sont sous l'influence des rejets des eaux chaudes et chlorées de la centrale électrique située à proximité du quai minéral. elles sont riches en débris de minéral de fer. (la grande darse compte trois émissaires urbains ,le plus important est celui de la SOGEDIA qui déverse des détergents et des huiles).

- l'avant port: il comprend deux stations :

station 4: sa profondeur est de 11 m

station 3: ce situe à la sortie du port (passe d'entrée) (prof. 11 m)

C'est la zone de transition entre le port et le golfe de ANNABA. (il existe deux émissaires au niveau de la grenouillère et l'avant port qui ont été ouvert suite au colmatage de l'évacuation de la SOGEDIA par les déchets huileux).

- l'extérieur du port : comprend deux stations :

station 1: au niveau de la jetée EST (prof.8m)

station 2: au niveau de la jetée NORD (prof.12m).

5.4.3 - TRANSIT SÉDIMENTAIRE (SABLE CHARRIÉ) : (fig: 21 et 22)

il n'y a pas eu d'observation approfondie concernant le sable charrié, il n'ya eu qu'une analyse qualitative réalisée à l'embouchure du port d'Annaba .

Ce phénomène s'explique généralement par la topographie, caractéristique du fond marin, les estuaires de cours d'eaux; les courants marins, le déferlement des vagues ,...etc. En ce qui concernent de notre zone d'étude (la circulation et la provenance des sédiments sont surtout marquées par l'orientation du site portuaire ainsi que l'encastrement du port à l'intérieur du trait de côte. Selon les données morphologiques côtières et les informations que fournis l'étude du LCHF, de 1974, nous pouvons retenir que) :

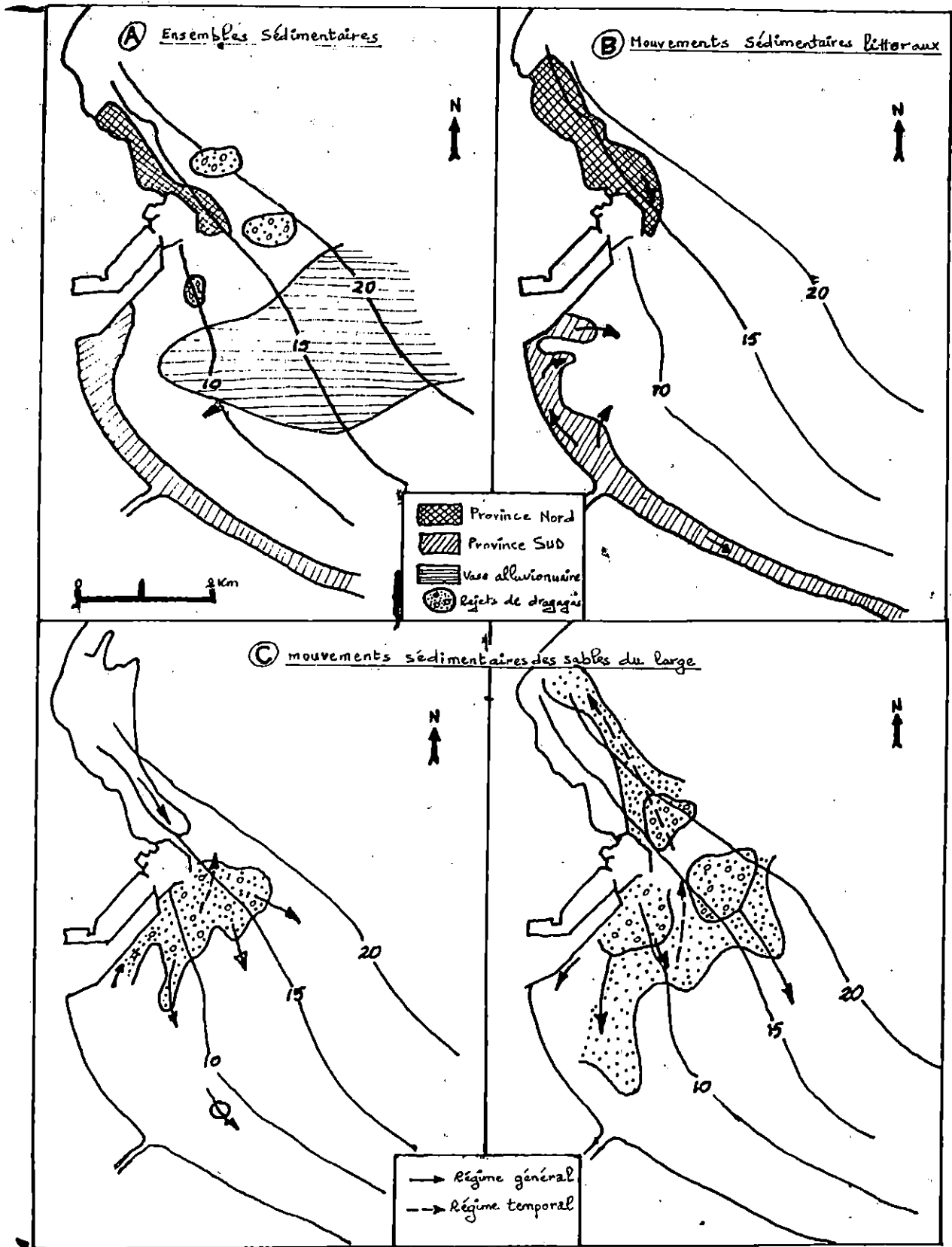
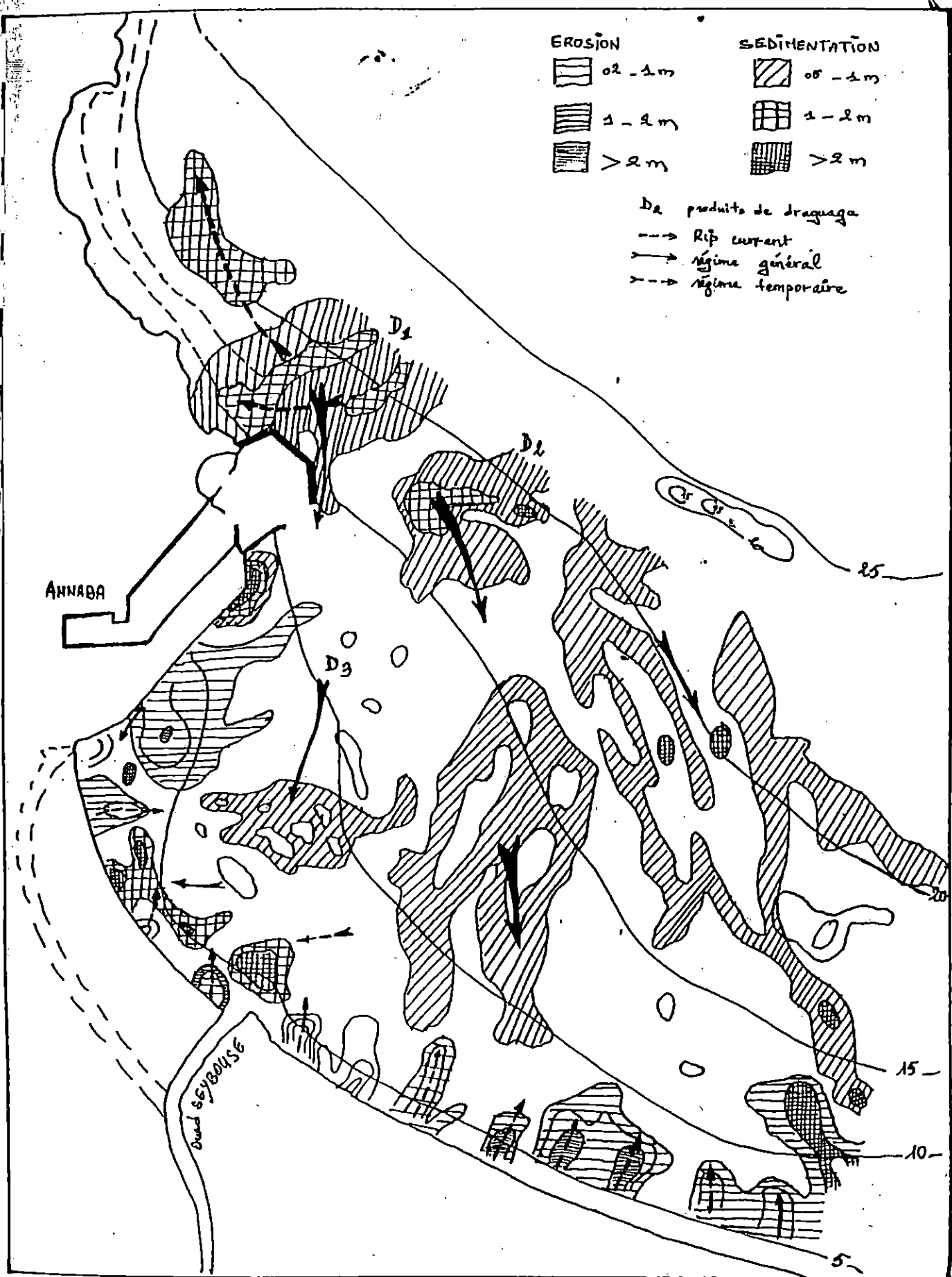


Fig 21: Sable charrié du Port d'ANNABA (L.C.H.F 1974)



- Fig 22 : Dynamique Sédimentaire d'après
L'évolution de (1924 à 1974) (L.C.H.F)
fonds

-La province Nord, adossée au littoral escarpé du massif de l'Edough est constituée de sable, provenant de la désagrégation des roches métamorphiques qui affleurent à la cote. Cette province est l'objet d'une alimentation réduite de la part du bassin hydrographique, ce qui impliquerait un transit réduit.

-La province Sud est la terminaison marine du bassin de la Seybouse, cette province est tapissée d'une fraction sableuse. Les particules sableuses sont le plus souvent arrondies, elles gardent les effets d'une éolisation récente.

Toujours selon le LCHF 1974, le transit sédimentaire se fait:

-Dans les fonds > -10 m du NW vers le SE, sur le littoral où les fonds sont < -10 m le transit se fait de l'Ouest vers l'Est dans la partie Est, et de l'Est vers l'Ouest dans la partie Ouest.

N.B: L'inversion des sens du transit est lié à labrit qu'a créé le port pour la partie Ouest contre les houles de NW et à l'existence d'un courant d'expansion latérale de la houle.

Aucun des différents facteurs cités au paravent n'a été relevé à l'embouchure du port de Annaba mis à part la présence d'un peu de sable charrié sur une partie de la plage qui s'étend en arc de cercle en direction SE .

En général , il est permis de dire que la zone entourant le port d'Annaba choisie pour le projet est extrêmement stable interprété par un très faible transit sédimentaire .

LE TRANSIT SEDIMENTAIRE

A partir des diverses données obtenues (Sédimentologiques, Hydrologiques, Hydrographiques, Océanographiques), On peut définir un schéma de la dynamique sédimentaire dans la région de Annaba (figure 23).

Le port de Annaba sépare deux provinces sédimentologiques (province Nord et province Sud) ayant chacune des caractéristiques spécifiques, ce qui indique donc de faibles communications entre elles.

- Dans la province Nord, les sables tapissent les fonds jusqu'à 20 m de profondeur, ils sont caractérisés par la présence de minéraux métamorphiques et des teneurs en calcaire inférieures à 20%.

- Dans la province Sud où l'Oued Seybouse et Mefragh apportent à la mer des matériaux vaseux (2 000 000 tonnes/an), les vagues apparaissent dans des fonds beaucoup plus faibles (prédominantes à partir de -10m) et des teneurs en calcaire de 25 à 45%.

Ces deux provinces sont presque totalement indépendantes l'une de l'autre, seule une certaine fraction sableuse peut cheminer le long de la jetée du Lion sous l'influence des houles NW et parvenir à l'avant port (ces sables constituent qu'une très faible partie des sédiments de l'avant port qui sont surtout vaseux.

- ◆ La province Nord peut être considérée du point de vue sédimentologique comme stable (ainsi que le montre la stabilité des plages de Saint Cloud et Chapuis).
- ◆ La province Sud, par contre présente des évolutions du littoral et des fonds beaucoup plus importantes, qui sont liées aux apports de la Seybouse et aux modifications apportées à son cours et à celle apportées à la propagation des houles par les ouvrages portuaires.

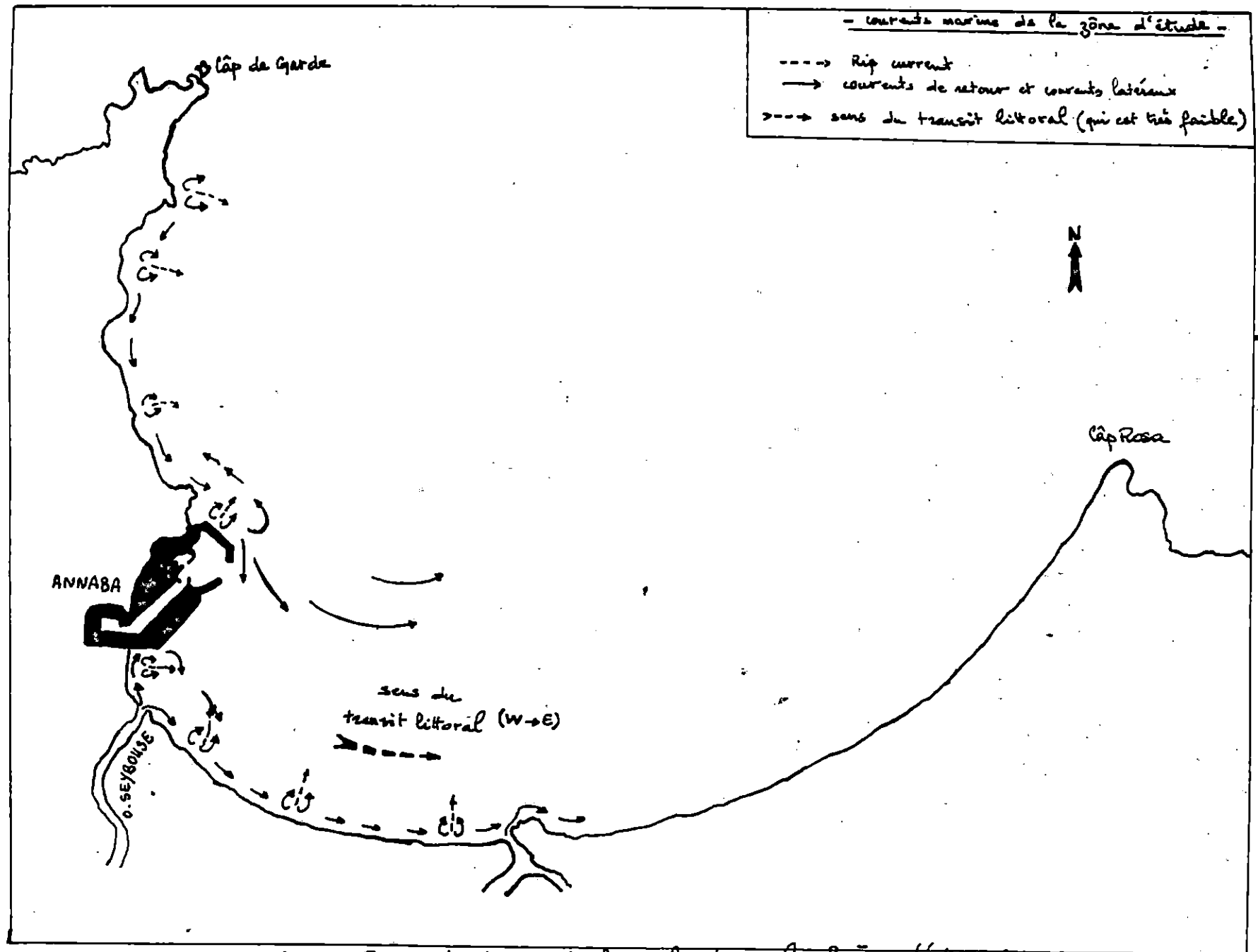


Fig 23 : Sens du transit littoral dans la Baie d'ANNABA

29

En générale , le littoral dans la zone étudiée et en érosion (D'après la JICA) sauf la plage de JOANNOVILLE qui s'est développée au Sud-Est du port par des apports de matériaux sous l'action des houles de NE et du courant d'expansion latérale des houles du NW se produisant à labrit du port. (le LEM a mis en place un système d'épis pour le piégeage du sable et qui c'est avéré efficace).

Les fonds vers environ -8 et -10m sont aussi en érosion en particulier devant l'ancien débouché de la Seybouse parait indiqué que les houles sont insuffisante à déblayer les apports de l'Oued et même au NW de celui-ci les fonds jusqu'à -4 à -5m sont en sédimentation.

Au delà des fonds de -10m, ces fonds sont vaseux et doivent être considérés comme stables depuis 1924.

Les mouvements des matériaux dépendents essentiellement de l'action des houles car les courants sont faibles (souvent $< 0,20\text{m/s}$). Au large, la direction dominante est NW ces houles pivotent autour du Cap de Garde et autour du port. Elles forment un courant d'expansion latérale qui provoque au NW de la Seybouse un transport de matériaux vers la digue et au Sud-Est de la Seybouse les mouvements se font vers le Sud-Est.

Les houles de Nord-Est entraînent les matériaux vers le Nord-Ouest. Les sédiments qui sont apportés alors dans la zone de JOANNOVILLE ne peuvent être repris par les houles de NW du fait de labrit du port et enrichissant le stock de cette zone eu détriment de celui situé plus au Sud.

Il semble que les mouvements sédimentaires les plus importants se produisent dans le profil car, ces 1 plages de JOANNOVILLE a engraisé, l'évolution n'apparaît pas quantitativement importante.

Conclusion:

Le port d'Annaba sépare deux provinces sédimentologiques, (province Nord et Sud) ayant chacune des caractéristiques spécifiques ce qui indique donc de faibles communications entre elles.

- La province Nord peut être considérée du point de vue sédimentologique comme stable ainsi que le montre la stabilité des plages Saint-Cloud et Chapuis.

- la province sud par contre , présente des évolutions du littoral et des fonds beaucoup plus importants qui sont liées aux apports de L'Oued Seybouse, aux modifications apportées à son cours et à celles apportées à la propagation des houles par les ouvrages portuaires .



CHAPITRE 06

06- APPROCHE DES CONSEQUENCES DU PORT SUR L'EQUILIBRE LITTORAL

6.1-Situation Du Port Par Rapport Aux Flux Sédimentaires:

Le port d'Annaba sépare deux provinces sédimentologiques ,il joue le rôle de frontière entre elles. Le port de Annaba étant un port naturel (incrusté dans la côte) n'a pas une grande influence sur le flux sédimentaire.

Les ouvrages portuaires protègent la province sud des houles en provenance du NW .

Celles du NE n'ont pas d'influence considérable sur le transit sédimentaire (les houles NE arrivent à la côte avec une énergie très faible).

Les houles de NW affaiblissent par le Cap de Gard (voire annexe: forme schématique d'une baie) n'arrivent pas à déblayer les sédiments de la province Nord ni même de la province Sud.

6.2- Évolution Du Trait De Côte Adjacent:(Fig: 24)

Cette évolution date de 1953 (avant la modification du cours de la Seybouse); elle ne concerne que la partie SE de la baie de Annaba (derrière le port d'Annaba).

D'après les photos aériennes de 1953, 1959, 1986, le trait de côte adjacent au port D'Annaba paraît ne pas avoir un grand changement, on peut dire que le trait de côte ou l'évolution du littoral est insignifiante.

On note qu'après avoir déporter le cours de la Seybouse à 2.5 km à l'Est de son ancien lit, la plage de JAONNOVILLE a subit un déséquilibre qui a fait que toute les canalisations d'évacuations d'ASMIDAL ont été démunie de leur couverture sableuse.

e: 1/25000

ANNABA

comparaison des Traits
de côtes.

1953 (d'après photos aériennes)
1959
1986

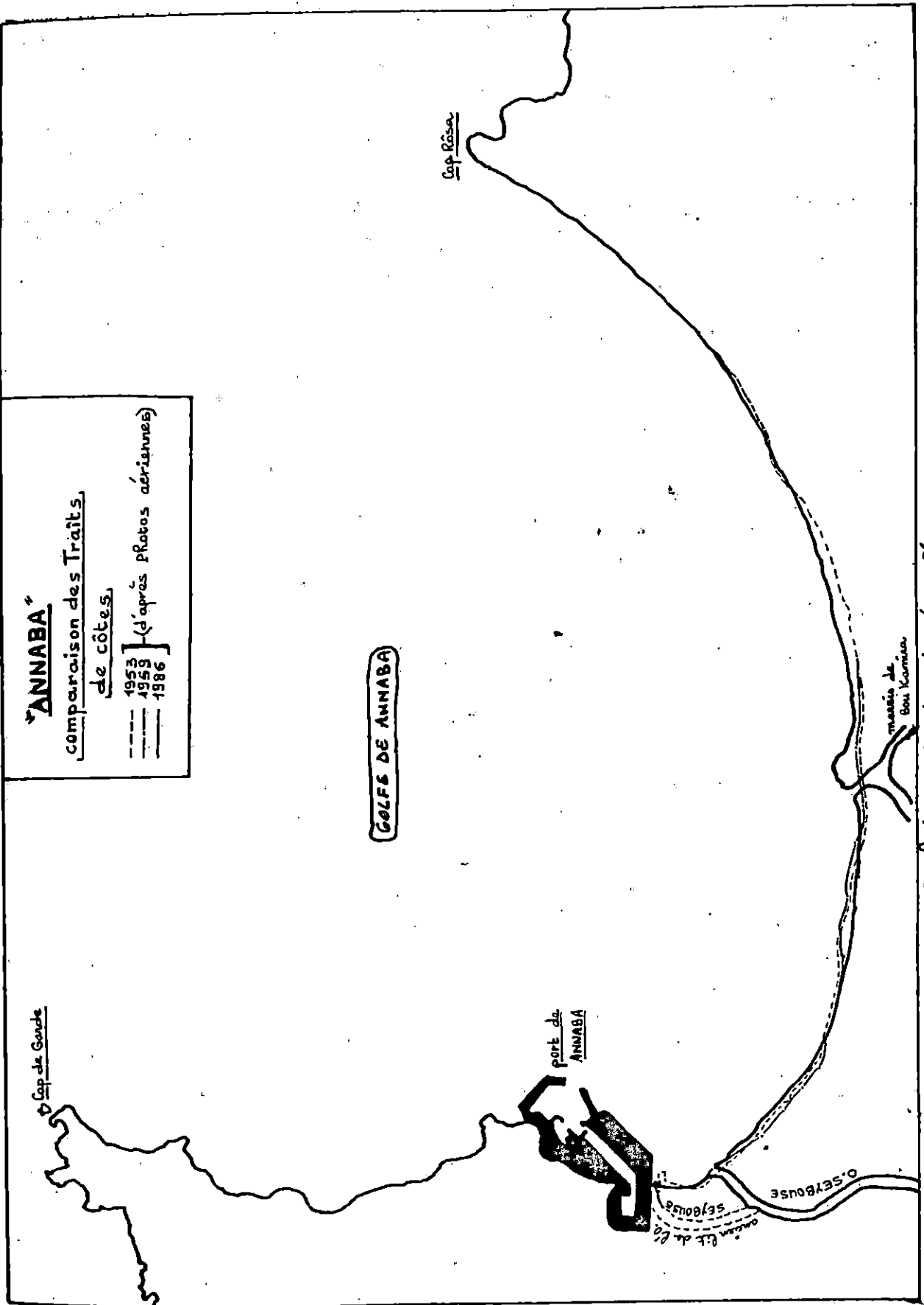


Fig 44 : Evolution du trait de côte

Vue ce problème, le LEM de la willaya d'Annaba a proposé un système d'épis perpendiculaire à la côte comme système de piégeage des sédiments de la plage.
(Un système de quatre épis espacés les uns des autres de 100 à 150 m).

Par la suite, la réalisation de ce système s'est avérée très efficace le trait de côte entre l'Oued Seybouse et la jetée sud du port a retrouvé sa stabilité (similaire à 1959 = avant la déviation du cours d'eau de l'Oued Seybouse).



CHAPITRE 07

07- LE PROJET **D'EXTENSION DU PORT**

Intro: Le But De L'extension D'un Port :

Le but de l'extension d'un port est l'augmentation de ses capacités d'import-export de toute forme de marchandises (l'extension de son trafic maritime), ce qui fait l'enrichissement économique de son arrière-pays .

*** capacité actuelle du port de ANNABA (en terme de tonnage de marchandise)**

le taux d'occupation des postes à quais du port de ANNABA est de l'ordre de 73 %.

EX: en 1990

marchandises ordinaires	668.000 T
céréales	547.000 T
pétrole	350.000 T
TOTAL	1.565.000 T

- la capacité du port varie en fonction du type de marchandise ,de la taille des lots ,des dimensions des postes à quais ,de la méthode de chargement et de déchargement,etc

Le tableau suivant définit la capacité du port de ANNABA en l'an 2010 (la taille du trafic maritime).

TABLERAU N° 11 :

commodités	volume (tonnes) (l'an 2010)		
	import	export	total
marchandises de nourritures	1.654.000		1.654.000
marchandises ordinaires	430.000	4.000	434.000
marchandises liées à l'industrie plus le pétrole	4.897.000	2.692.000	7.589.000
terminal à conteneurs	423.000	217.000	640.000
TOTAL	7.404.000	2.913.000	10.317.000

Franchissements :

En ce qui concerne les franchissements, le port de Annaba ne subit pas de problèmes ce qui fait que c'est un port assez stable (la hauteur de la jetée et les BCR sont de taille et de poids adéquats pour la protection de l'ouvrage portuaire en cas de tempête tout en tenant compte des situations météorologiques exceptionnelles)

Dragage :

Chaque port doit être draguer au moins une fois chaque dix ans. A la dernière tentative de dragage générale pour tout l'ensemble du port, on a remarqué que le plan d'eau été le même (pas d'évolution du fond, les profondeurs sont pratiquement les mêmes depuis 1985 > à 10 m dans toutes les zones du port). Un seul dragage a été effectué en 1978 pour l'augmentation de la profondeur de l'avant port à 13.50 m.

- Pour le site de dépôt, d'après les cartes des courants marins et la stabilité des sédiments à l'extérieur du port, des produits de dragage sont rejetés au niveau de la jetée du lion (Profondeur > 14 m).

7.1- Description Du Projet D'extension:

Les plans d'ensembles les plus adéquats sont appelés A et B et sont indiqués dans (la figure 25 et 26). Des considérations spéciales ont été prises lors de la préparation de chaque plan .

Plan A :

A fin que la construction des postes céréaliers et a conteneurs ainsi que l'entrée en service commence le plus rapidement possible, le volume des travaux et le montant des investissements initial ont été maintenues au niveau le plus bas possible.

Ce plan est élaboré en vue de modeler la zone de développement en veillant à minimisé la longueur de la jetée « brise-lames » pour la possibilité d'une autre extension accrue du port de Annaba après 2010.

- la longueur de la jetée Nord du nouveau bassin qui constitue la continuité de la jetée du lion est de 950 m
- la longueur de la jetée Sud du nouveau bassin perpendiculaire à la jetée Sud du port de Annaba est de 1 225 m.
- L'espace prévu pour une future extension est d'une longueur de 1 300 m.
- Le tirant d'eau est de 14 m à l'entrée ce qui nécessite un dragage, et de 10 m au fond du bassin
- le coût de construction est de l'ordre de 9 853 800 000,00 Da .

Plan B:

Ce plan est similaire au plan A du point de vue construction à brève échéance du terminal céréalier et de l'entrée en service rapide des installations portuaires. Mais la phase initiale commencera à l'intérieur de la zone portuaire.

- La jetée Nord est de 950 m
- La jetée Sud est de 800 m
- L'espace pour une future extension est d'une longueur est de 2 100 m .
- Le tirant d'eau est de 10 m au fond du bassin et de 14 m à l'entrée ce qui nécessite un dragage .
- le coût de construction est de l'ordre de 11 126 000 000,00 Da .

7.1.1- Evaluation des plans d'extensions :

Cette évaluation est faite selon les critères suivants :

1) Commodité :

- **La manoeuvrabilité des navires** (facilité de l'entrée et de la sortie,, amarrage et désamarrage).
- **Utilisation des terrains** (facilité du stockage et transport des marchandises, et la configuration des terrains remblayés et l'arrangement des installations et les routes).

2) Sécurité :

- **Les eaux calmes dans la zone portuaire** (largeur suffisante des eaux calmes protégés des vagues venant du large et contre l'effet des vagues sur les chenaux existants)
- **Mesures d'urgences** (efficacité et adaptabilité des mesures pour faire face aux accidents survenant à l'intérieur du port).

3) Economie :

- **Le coût total de construction** (minimisation du coût total des constructions en prenant en considération la topographie, les conditions des sols, l'équilibre entre le dragage et le remblayage et dragage d'entretien).

- **Investissement graduel** (minimisation de l'investissement tout en se conformant aux conditions requises pour une construction a brève échéance et une entrée au service rapide).

4) Flexibilité du plan :

- **Adaptabilité aux conditions changeantes** (possibilité ou pas d'adopter le plan en fonction du changement des circonstances).

- **Le potentiel pour assurer un développement futur** (espace disponible destiné à une extension futur après 2010).

5) Protection de l'environnement :

- **Impact sur l'environnement social** (les effets négatifs sur les conditions de vie des habitants (bruit, vibrations dues aux activités portuaires) et sur le paysage).

- **Impact sur l'environnement naturel** (effets de pollution sur la faune et la flore marine).

évaluation du plan A et B : TABLEAU N° 12

CRITERES D'EVALUATION		EVALUATION	
		Plan A	Plan B
COMMODITE	Manoeuvrabilité des navires	■	□
	Utilisation des terrains	□	■
SECURITE	Eaux calme dans la zone portuaire	■	■
	Mesures d'urgence	■	□
ECONOMIE	Coût total de construction	□	□
	Investissement graduel	□	□
FLEXIBILITE	Adaptabilité aux conditions changeantes	□	■
	Développement futur	■	■
PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT	Impact sur l'environnement social	■	■
	Impact sur la nature	□	□

■ Excellent

□ Ordinaire

TABLEAU D'EVALUATION DES PLANS A ET B

7.2- Considération Des Aspects Concernant L'environnement:

- Impacts sur l'environnement provoqués par le développement portuaire:

Les principaux éléments de l'environnement qui seront affectés par le développement portuaire sont les suivants:

La pollution atmosphérique: il s'agit là d'un facteur qui est fortement lié avec l'utilisation de véhicules automobiles.

Les gaz d'échappement des navires et des automobiles constitue la première source de pollution atmosphérique mais c'est peu comparable avec les autres installations industrielles .

qualité de l'eau: la construction d'une jetée brise-lames pour protéger les installations portuaires des houles produira une zone aquatique fermée où les échanges d'eau avec le large seront réduits et rendus plus difficiles. (dès au cours des travaux, dragage, remblayage, ect, il faut prendre les contre-mesures adéquates généralement mises en place).

- Mesures futures:

Système de surveillance: afin de minimiser la pollution des eaux produite par le port; un système de contrôle et de surveillance devra être mis en place au préalable pour les eaux évacuées.

- Il est aussi nécessaire de fournir des installations capables de recevoir des déchets comme le ballast (lest) le fond de cale,ect, Provenant des navires faisant escale dans le port. La construction d'installations destinées à la réception du ballast et du fond de cale provenant des navires est proposée à la base du mole de Babayou:

- Estimation du coût:

Les principales conditions se rapportant à l'estimation des coûts de construction sont :

- Les coûts de construction ont été estimés en utilisant principalement les prix et taux obtenus au mois d'octobre 1991.

- le facteur d'inflation a été exclu de l'estimation .

- les taux de change sont: 1\$ U.S = 21,899 Da = 131,25 Yen

7.3-PERSPECTIVES D'AMENAGEMENT :

- Un plan de construction avec une date d'achèvement fixée pour l'an 2010 doit naturellement être exécutée par phases graduelles (deux étapes).

Première étape : Rénovation et modernisation des installations existantes (exp: reconstruction des terminaux à conteneurs) pour que le port actuel de Annaba marche à 100% de ces capacités .

Deuxième étape : Construction des ouvrages de protection pour crée un plan d'eau assez calme .

Construction du nouveau bassin avec tous les quais (pétrole, sucre, céréales, ... etc).

Troisième étape : Dragage du nouveau bassin pour avoir un tiran d'eau d'une prof. minimum de 10m et une prof. maximum de 14m.

Conclusion :

pour en conclure l'étude approfondie des deux plans A et B, on déduit les aspects de comparaisons suivant:

- L'utilisation du plan A c'est avérée plus efficace que le plan B.
 - Le plan A détient un espace de manoeuvrabilité adéquat pour l'attraction des navires lors de leurs entrées et sorties du port de plus un plan d'eau très calme.

 - Il offre aussi des espaces vastes et organisés pour les mesures d'urgences en cas d'accidents à l'intérieur du port.

 - En plus, le plan A réserve un espace assez vaste pour une future extension qui pourrait être assez importante du point de vue grandeur et aussi pour une modernisation des installations portuaires.

 - Le plus important et le plus intéressant, c'est que le plan A réserve derrière la structure portuaire un assez vaste plan d'eau assez calme et peut profond qui pourra être plus tard un lieu de dépôt des produits de dragages ou un petit port de plaisance ou un club nautique (cette zone est très abritée).

 - Ce nouveau port jouera le rôle d'abris contre les facteurs éoliens et les conditions d'hydrodynamisme côtier pour les installations industrielles et les voies de transports établies au niveau du rivage (JOANNOVILLE) (canalisation d'évacuation des rejets d'ASMIDAL).

 - le plan de rechange A est avantageux du point de vue économique (coûts de construction moins importants).
-



CONCLUSION
GENERALE

CONCLUSIONS GENERALES:

La baie de ANNABA peut se subdiviser en deux provinces distinctes .
Au Nord , une province rocheuse au relief accidenté , qui s'étend du CAP DE GARDE jusqu'au port de ANNABA . Cette province est caractérisée par la présence de petites plages et de criques.

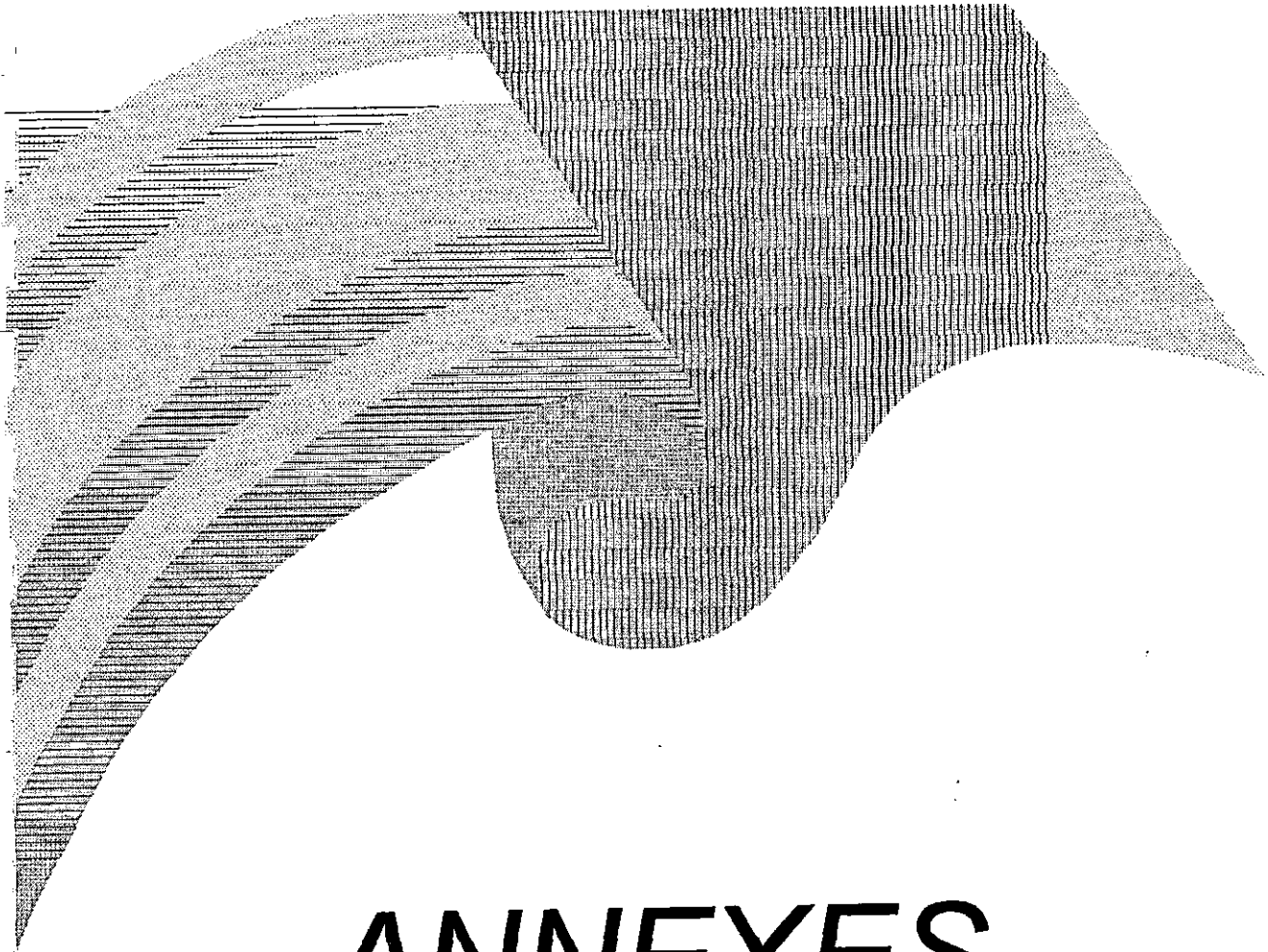
L'infime échange entre les eaux internes du port et les eaux externes, fait que l'impact de ce dernier sur son environnement est négligeable. (Cela est dû à l'orientation de la passe d'entrée par rapport aux mouvements hydrodynamiques dominants.)

Au Sud , une cote basse sableuse bordée de dunes . Cette province serait considérée comme une zone interdite à la baignade en raison de la pollution par les hydrocarbures et les rejets des usines en mer .

Pour cela , l'extension du port de ANNABA au niveau de la cote sableuse du site de JOANNOVILLE nous semble plus raisonnable .

Cependant le projet d'extension du port nous parait pour le moins inopportun, il conviendrait de reprendre avec plus de réflexion cette opération. En effet il serait préférable de se contenter du port actuel d'ANNABA tout en le dotant d'installations plus modernes et plus performantes , en plus , il faut réaménager l'ensemble de ses quais pour augmenter ces capacités et arriver à 100% de fonctionnement. (Cette option est avantageuse du point de vue pollution et artificialisation du site.)

Il faudra aussi être plus rigoureux en ce qui concerne les rejets des industries apparentées au port et cela, en prévoyant un contrôle très régulier du type de rejets , le mode du rejet et la distance de la côte qu'il faut respecter pour déverser les déchets .



ANNEXES

ANNEXE

Calcul Des Lutites :

La carte des lutites a été effectuée en tenant compte des résultats de l'analyse des échantillons de la JICA en 1993 (taux de lutites à l'intérieur du port d'ANNABA) et l'estimation du taux de lutites dans les échantillons d'octobre 1996 à l'occasion de ce mémoire .

Estimation du taux de lutites :

Avant tous , il faut séché les échantillons à 60°C pendant 24h à l'étuve , puis pesé .

04 échantillons représentatifs ont été traité (éch. n°3, 6 ,7 et n°8).Après la pesé , le sédiment est lavé à l'eau douce sur un tamis de 40µm afin d'enlever la fraction pélitique . Le refus est séché et pesé une deuxième fois , il constitue la fraction grossière .

Une des caractéristiques du sédiment est la médiane (c'est la valeur donnée par la projection sur l'axe des abscisses de l'intersection de la courbe avec l'horizontale qui correspond à 50% en poids du sédiment) .

Le tableau suivant nous donne le taux de lutites dans le port : **TABLEAU N° 13**

STATIONS	TAUX DE LUTITES
3	93.72
4	82.13
5	90.14
6	68.50
7	69.04
8	81.72
9	76.72
11	73.89
12	75.21

Carte des lutites :

La carte ci-contre nous donne la répartition des lutites à l'intérieur du port de ANNABA .

Cette carte , met en évidence 03 zones distinctes :




- La première présente le taux de lutites le plus élevé (>90%) . Elle occupe une partie de l'avant port et un prolongement dans la grande darse . Elle regroupe les stations 3 et 5 .

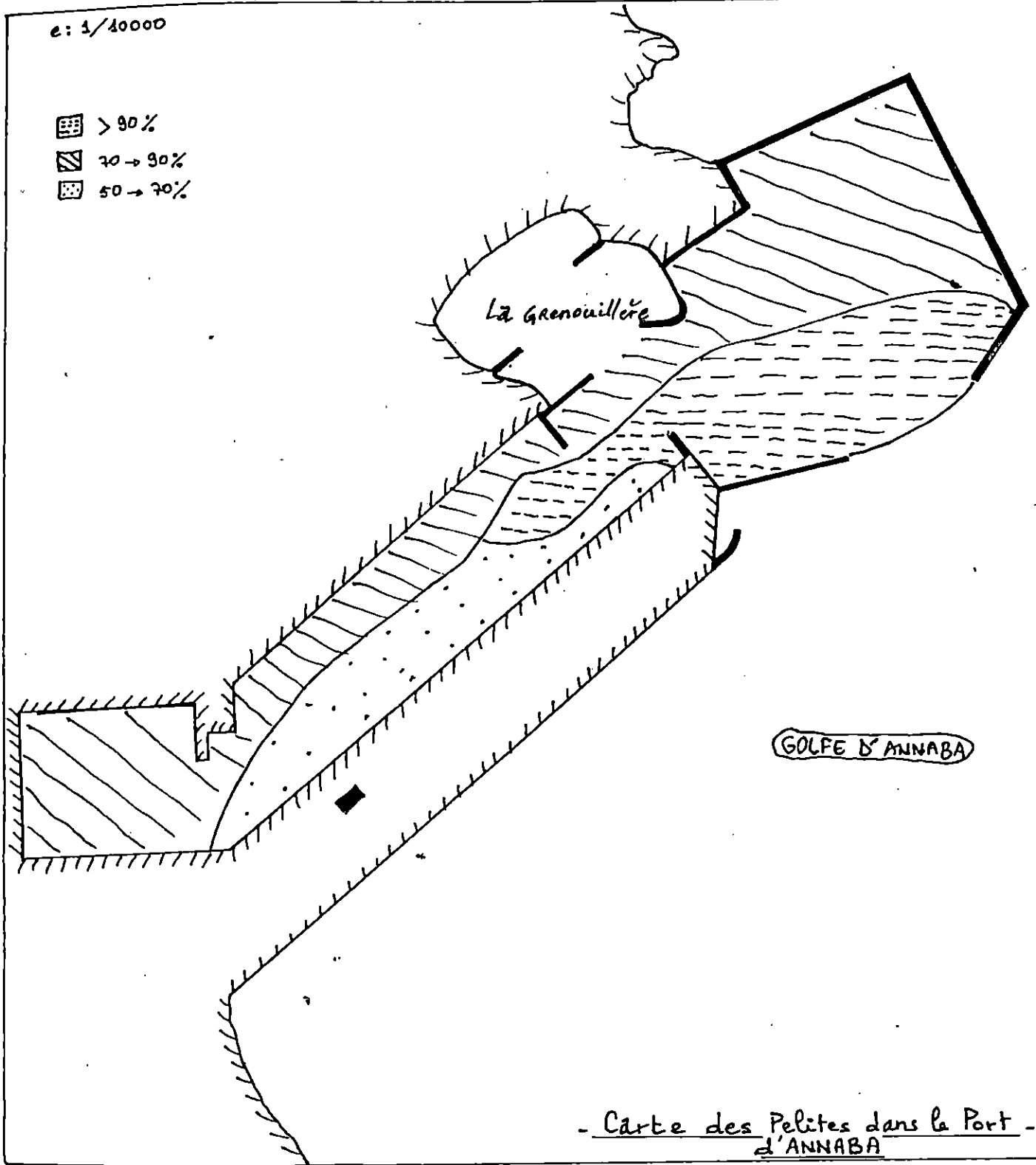
- La deuxième , le taux de de lutites est compris entre 70 et 90% , dont la profondeur est comprise entre 8 et 12m . Elle regroupe les stations 8 , 9 , 4 , 11 et 12 .

Cette zone s'étend dans toute la petite darse et occupe la moitié de la grande darse et l'avant port .

e: 1/40000



-  > 90%
-  70 → 90%
-  50 → 70%



- Carte des Pelites dans le Port -
d'ANNABA

- La troisième , (taux de lutites entre 50 et 70%) occupe l'autre moitié de la grande darse . Elle s'étend le long du quai à minerai et regroupe les stations 6 et 7 ; sur un fond compris entre 10 et 12m

Interprétation :

D'après les taux de lutites dans le port , la répartition est tout à fait normale ; le taux croît avec la profondeur sauf au niveau du quai à minerai où le taux est réduit ; ce doit être à cause du lessivage de ce quai .

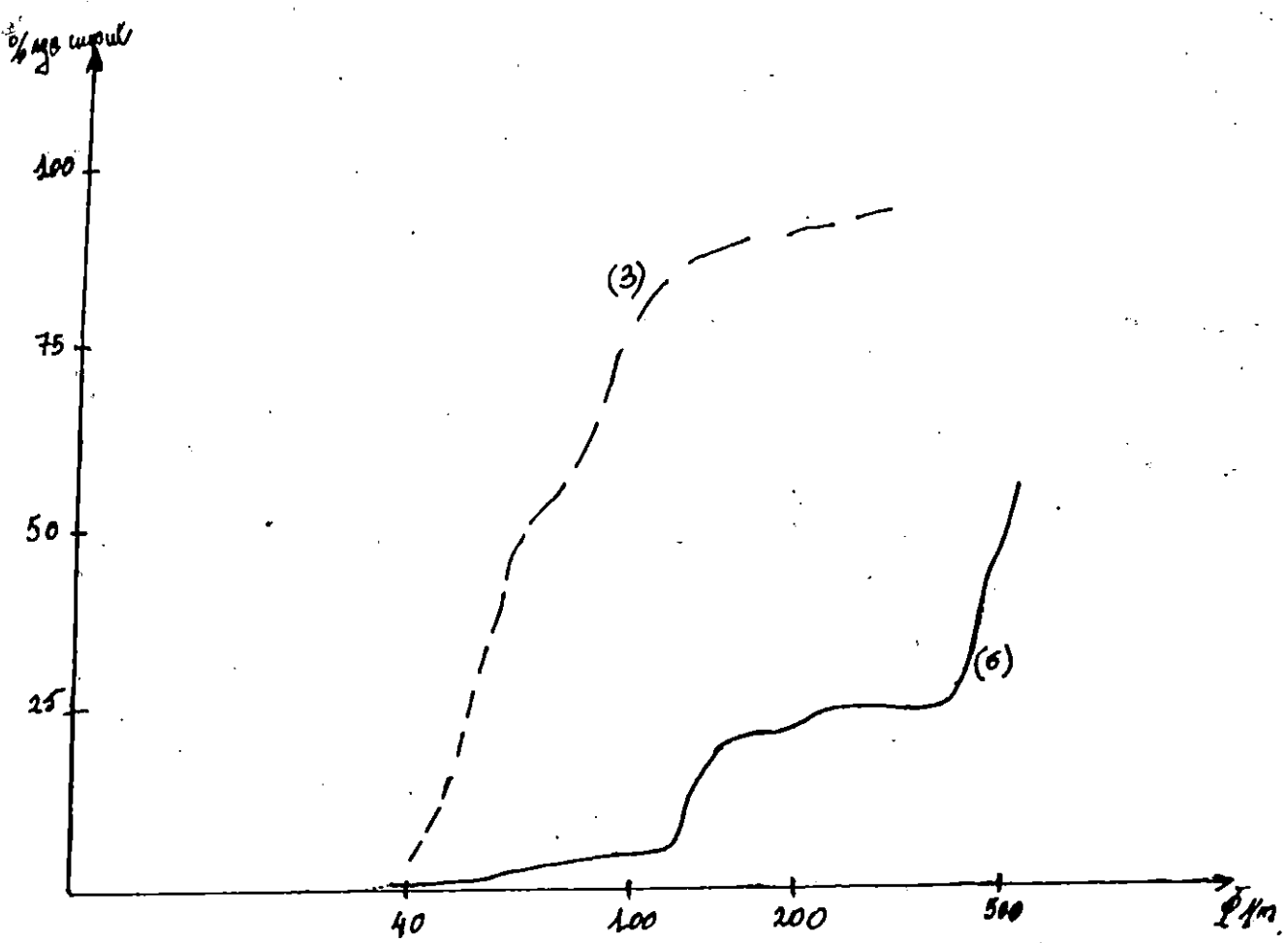
La fraction pélique du port est sûrement d'origine continentale très ancienne (à cause de l'ancien débouché de l'oued SEYBOUSE dans le port) .

-Les courbes granulométriques :

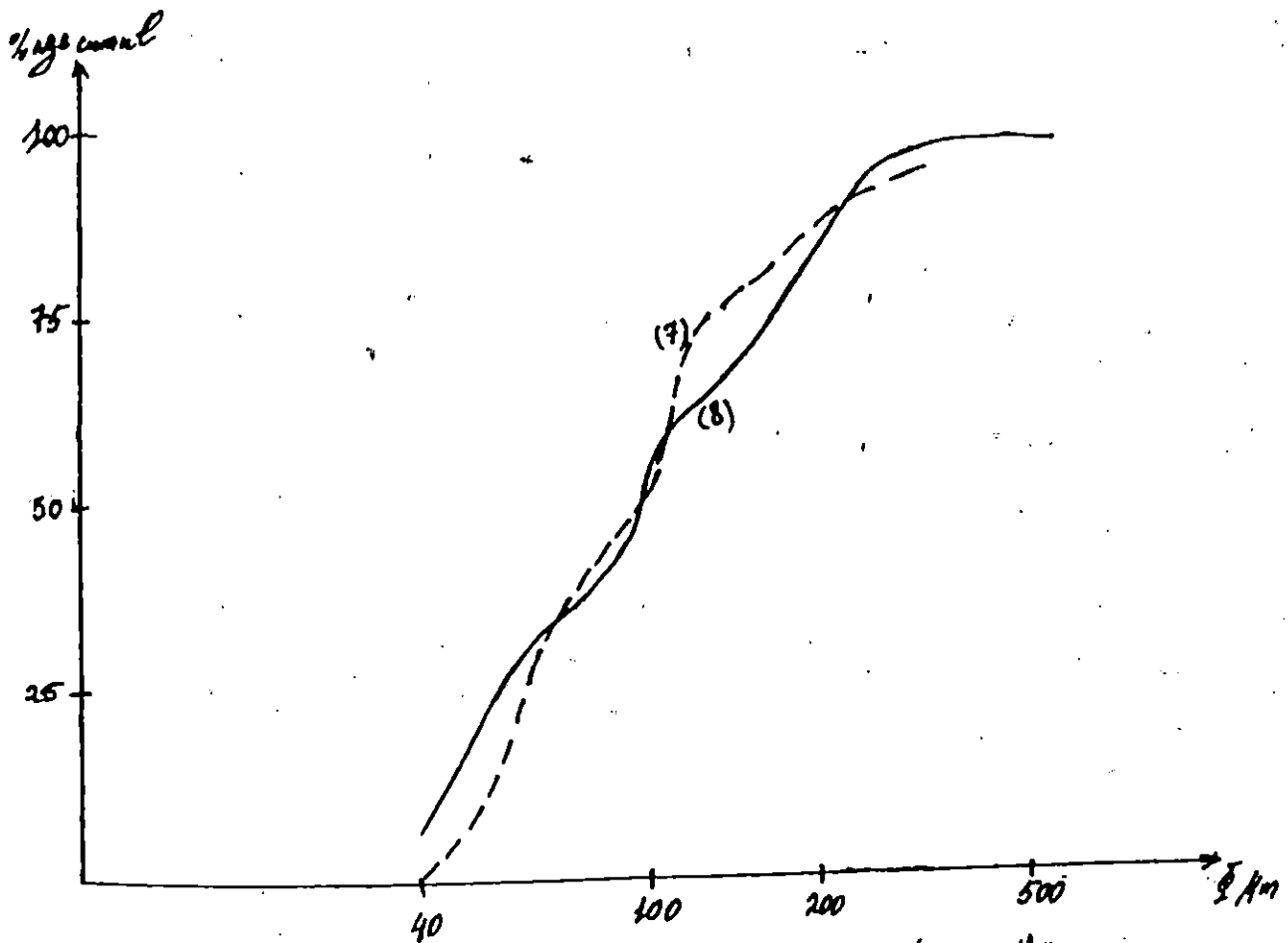
Les courbes granulométriques qui s'ensuivent représentent les échantillons n° 3, 6 , 7 et n° 8 .

A partir de ces courbes et le pourcentage de chaque tamis dans les échantillons , on peut déterminer les modes suivants :

- Courbes Unimodales « stations n° 6 et n° 8 » .
- Courbes Bimodales « stations n° 7 » .
- Courbes Trimodales « stations n° 3 » .



- Courbes granulométriques de l'échantillon n° 3 et n° 6 -



- Courbes granulométriques de l'échantillon n° 7 et n° 8 -

Indice d'asymétrie :(SK)

C'est la prédominance des particules fines et il est donné par la formule suivante :

$$SK = \sqrt{Q25 \cdot Q75 / Q50} .$$

Q25 : Diamètre de 25% des grains de l'échantillon .

Q75 : Diamètre de 75% des grains de l'échantillon .

Q50 : Correspond au diamètre médian des grains de l'échantillon .

- Si :
- SK > 1 donc il y'a étalement vers les sédiments fins .
 - SK = 1 donc symétrie de la courbe par rapport au grains moyens .
 - SK < 1 donc il y'a étalement vers les sédiments grossiers .

Pour tous les échantillons analysés , SK est supérieur à 1 donc , il y'a étalement vers les sédiments fins .

Indice de classement :(S0)

C'est le sorting de trast (1932) , il met en évidence le tri du sédiment .

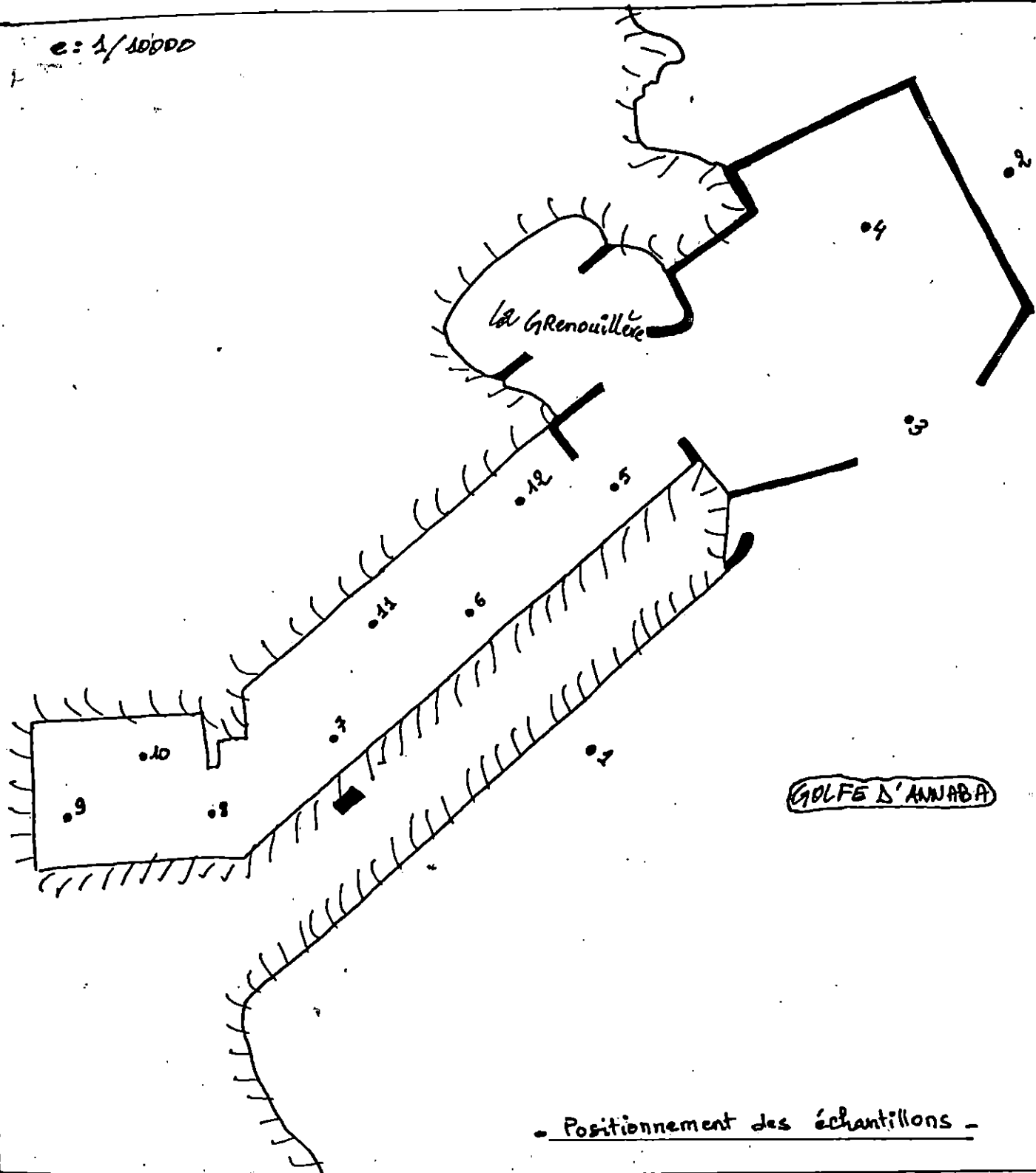
$$S0 = \sqrt{Q3 / Q1} .$$

Q1 : Le quartile inférieur , il correspond à l'abscise dont l'ordonnée est 25% .

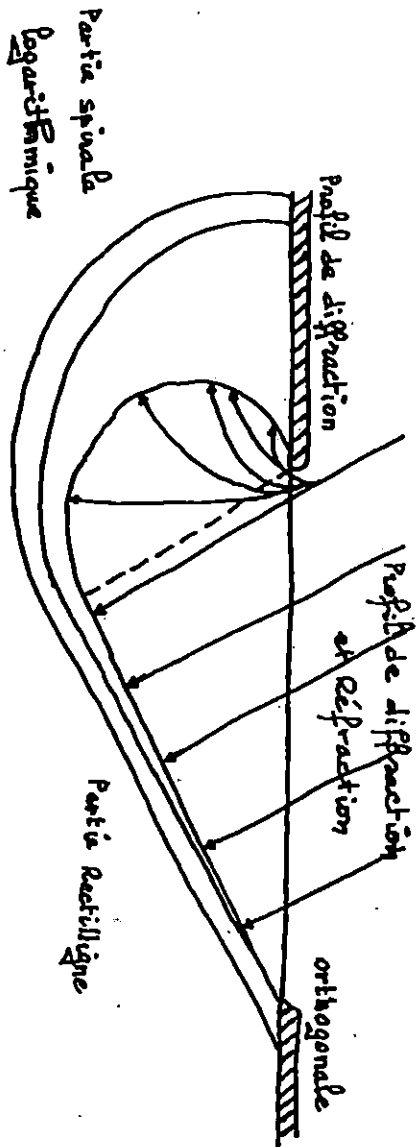
Q3 : Le quartile supérieur , il correspond à l'abscise dont l'ordonnée est 75% .

- Si :
- S0 < 2.5 donc les sédiments sont très bien classés .
 - S0 = 2.5 donc les sédiments sont moyennement classés .
 - S0 > 2.5 donc les sédiments sont très mal classés .

e: 1/10000






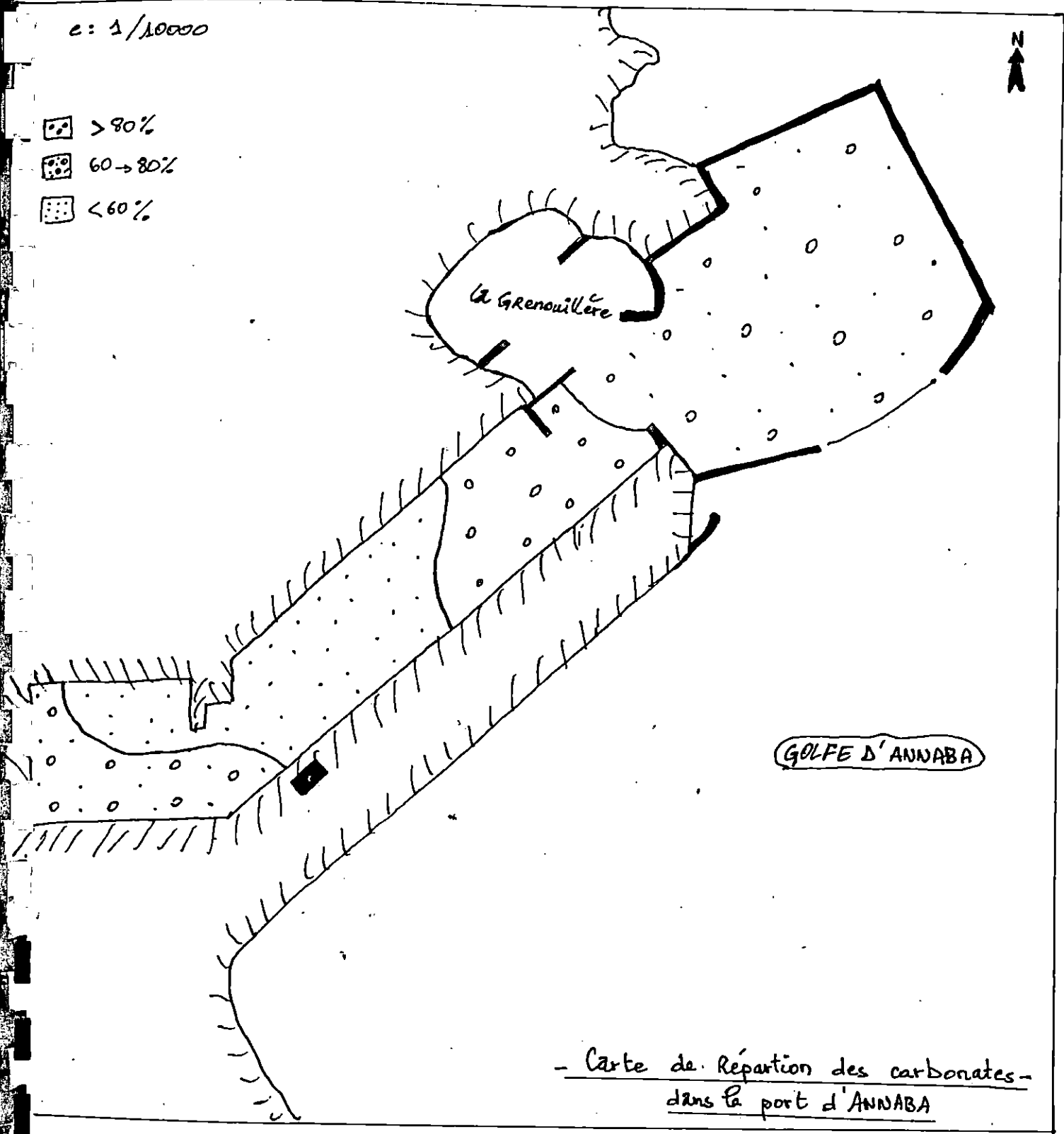
- Positionnement des échantillons -



FORME SCHEMATIQUE D'UNE BAYE
 (MARENGET - 1985)

e: 1/10000

-  > 80%
-  60 → 80%
-  < 60%



- Carte de Répartition des carbonates -
dans le port d'ANNABA



BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

- A.C Toubal 1983

Etude Hydro-Géologique Du Massif Dunaire Des Confins Algéro-Tunisiens.
Thèse D'état Science Universtaire Pierre Et Marie Curie, Paris, 3 Vol., Pp.1-663

- H.Paul et L.Bensalama 1987

Les Flux D'apports En Suspensions Par Les Oueds Cheliff, Mazafran Et
Soumam Sur La Marge Continentale Algérienne. Application Aux Programme
MEDPOL 87. Edition (*masson*).

- J.Hilly 1957

Etude de la Géologie Du Massif De L'Edough Et Du Cap De Fer (Est
Constantinois) Tome 1. Edition (*que sais-je?*).

- JICA 1992 (Japan International cooperation Agency)

Le projet de développement du port d'Annaba en Algérie

- L.Joleaud 1936

Etude Géologique De La Région De Bône Et De La Callé. Buletin Du Service
De Carte Géologique De L'Algérie. Deuxième Série.

- J.Larras 1979

Physique De La Houle Et Des Lames, Paris, Eyrolles.

- L.Leclaire 1972

La Sédimentation Holocène Sur Le Versant Méridional Du Bassin Algéro-Baléares (Précontinent Algérien). Mem. Mus. Vation Hist, Nat, Nouv, Série, Série C, Sciences De La Terre T.XXIV. Fasc. Unique, Paris.

- LCHF 1974

Extension Du Port d'Annaba. Tome 2. (Lieu du dépôt de l'étude DTP Annaba)

- Maouche.S 1987

Mécanismes Hydro-Sédimentaires, En Baie d'Alger (Algérie). Approche Sédimentologique, Géochimique Et Traitement Statistique
Thèse De Doctorat De 3^{ème} Cycle. Université De Perpignan.