

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

*Mémoire pour l'obtention du diplôme
d'INGENIEUR D'ETAT en Aménagement
et Protection de l'Environnement*

Option : AMENAGEMENT DU LITTORAL

THEME :

**AVANT-PROJET DU PORT D'EL-MARSA
W. BOUMERDES:
CONTRIBUTION A L'ETUDE D'IMPACT
GENERAL**

Présenté le : Juin 1993
Par : EL-MIR Lila
FADLI Souhila

Devant le jury composé de Messieurs:

R. SEMROUD : Président
R. BELKESSA : Rapporteur
H.R. BENYAGOUR : Rapporteur
M.LARID : Examinateur

Quel secret recèles-tu, ô mer ?
Est-ce là ta blancheur éclatante ?
Es-tu source de fraternité ?
Ou bien mènes-tu à l'hostilité ?
Est-ce toi qui engendres les guerres ?
Pourquoi es-tu devenue un champ de bataille ?
Le mal n'est pas en toi, ô mer,
Le mal vient de l'homme entêté et vaniteux .

Mohammed Lakhdar
ABDELKADER

Je dédie ce modeste travail à :

- Mon père, *ma mère*,
- Mes frères et soeurs,
- Mes neveux,
- Mes amis, en particulier Sabrina et sa petite fille Neïla.

~ Souhila ~

Je dédie ce mémoire à :

- Mes parents,
- Mon amie Souhila,
- Toutes les personnes qui m'ont aidée et encouragée dans les moments difficiles,
- Toute la promotion,
- Tous ceux que j'aime.

~ Lila ~

REMERCIEMENTS :

Il est de notre devoir, au terme de cette étude, d'exprimer ici notre gratitude et notre reconnaissance à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer nos remerciements les plus sincères à Monsieur BENYAGOUR du SERHYM, (Société d'Etudes et de Réalisations Hydrauliques et Maritimes), pour nous avoir confié ce sujet et pour avoir porté un vif intérêt à notre travail tout au long de son élaboration.

Nous lui sommes particulièrement reconnaissantes pour tout le temps qu'il nous a consacré, pour son suivi, ses critiques instructives et ses conseils. Pour tout son dévouement, merci.

C'est également avec une profonde gratitude que nous adressons nos remerciements les plus vifs à Monsieur BELKESSA, Directeur de la Scolarité et Chargé de cours à l'I.S.M.A.L, qui nous a toujours accueilli avec chaleur et mis à notre disposition une grande partie de son temps et de son savoir.

Nous lui exprimons toute notre gratitude et notre reconnaissance pour ses orientations, ses recommandations, son soutien et ses encouragements.

Nous ne saurons oublier notre Professeur Monsieur LARID, pour nous avoir éclairées et guidées par les nombreux entretiens qu'il nous a accordés dans la partie socio-économique. Nous ne trouverons certainement jamais assez de mots pour lui exprimer à quel point nous sommes touchées par l'enseignement qu'il nous a prodigué et la rigueur scientifique qu'il nous a inculquée durant notre formation.

Nous aimerions également présenter nos vifs remerciements à Monsieur SEMROUD du département de biologie marine (U.S.T.H.B) et présentement Directeur de l'I.S.M.A.L, pour nous avoir fourni une riche documentation sur les écosystèmes marins et pour avoir sollicité et encouragé notre travail.

C'est vraiment un grand honneur pour nous d'avoir eu recours à sa Thèse de Doctorat afin de puiser des informations de grande utilité, et ce, avant même qu'il ne la présente.

Nous sommes très sensibles à la gentillesse de Monsieur BOUTIBA, Enseignant à L'I.S.M.A.L, notamment à ses conseils et à ses orientations fructueuses.

Nous le prions de croire en notre profonde reconnaissance.

Nous remercions tout particulièrement Monsieur MATOUK, Chef de projet au L.E.M, pour tous les documents qu'il a mis à notre disposition et pour toutes ses explications qui nous ont permis d'avancer remarquablement dans notre étude.

Nous tenons à remercier très vivement les membres du Jury qui nous ont fait l'honneur d'examiner et de critiquer notre travail.

A l'issue de ce travail, nous aimerions avoir une pensée très chaleureuse envers Messieurs :

- BOULAHDIR, Chargé de cours, (I.S.MAL).
- DJEDDIAT, Assistant en géotechnique (I.S.T/U.S.T.H.B).
- MOULFI, Assistant en géologie marine, (I.S.T/U.S.T.H.B.).
- BADAOUI, Responsable en gestion et économie portuaire, (L.E.M).
- BOUDOUMA, Chef de département au L.E.M.
- ZERROUK, du Service de climatologie, (O.N.M/Dar-El-Beïda)
- YALA de l'Agence Nationale pour la Protection de l'environnement, (A.N.P.E/EL-Marsa).

Nous tenons à témoigner également notre grande reconnaissance à :

- Madame BELAHCENE, Responsable du Service des Statistiques, (D.P.A.T/Wilaya de Boumerdès).
- Monsieur le Colonel BENLAHMER et les Officiers du Service Central Hydro-Météo, pour leur gentillesse et leur coopération. (Ecole Supérieure des Forces Navales de Tamentfoust).
- MEHDI et NOUREDDINE nos amis les pêcheurs d'El-Marsa.

Nous remercions enfin le personnel de l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques, (A.N.R.H), et de l'A.P.C d'El-Marsa, pour leur contribution et leur aide.

Que tous ceux que nous avons omis de citer leurs noms, trouvent ici l'expression de nos sincères remerciements.

SOMMAIRE

	<u>Page</u>
CHAPITRE I : INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE II : GENERALITES	3
CHAPITRE III : CONTEXTE GEOLOGIQUE	8
CHAPITRE IV : DONNEES METEOROLOGIQUES ET HYDRODYNAMIQUES	18
CHAPITRE V : MORPHOLOGIE SOUS-MARINE	35
CHAPITRE VI : SEDIMENTOLOGIE	43
CHAPITRE VII : ECOSYSTEMES MARINS	60
CHAPITRE VIII : POLLUTION	67
CHAPITRE IX : ETUDE TECHNIQUE ET FINANCIERE ...	72
CHAPITRE X : ENQUETE SOCIO-ECONOMIQUE	85
CHAPITRE XI : ETUDE GENERALE D'IMPACT DU PROJET SUR LA REGION	93
<i>INDEX DES FIGURES , TABLEAUX ET PHOTOGRAPHIES</i>	<i>110</i>
<i>CARTES ET PLANS</i>	<i>111</i>
<i>ORGANISMES ET INSTITUTS CONSULTES.....</i>	<i>112</i>
<i>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</i>	<i>113</i>

CHAPITRE I
INTRODUCTION GENERALE

L'objet de notre étude est de faire une approche générale sur le caractère de faisabilité du projet d'aménagement du port d'El-Marsa et de prévoir les impacts possibles sur l'environnement et sur la vie socio-économique de la région.

L'étude d'avant-projet va porter essentiellement sur le recueil des données physiques, biologiques et humaines, destiné à alimenter les études techniques, économiques et d'environnement. C'est également une référence indiquant l'état de ces facteurs à l'époque de l'étude et leur évolution.

Dans l'étude d'avant-projet et d'impact général du port d'El-Marsa, nous avons choisi une certaine méthodologie de travail de façon à montrer la concordance et l'interdépendance entre les différents chapitres :

- * Dans les GENERALITES, nous donnons un petit historique sur l'abri de pêche d'El-Marsa, et une description générale de son état actuel.
- * La partie GEOLOGIE permet de connaître la nature des terrains susceptibles de porter les ouvrages portuaires ainsi que les risques sismiques de la région.
- * En METEOROLOGIE, nous étudions les conditions climatiques et les facteurs hydrodynamiques de la zone étudiée.
- * La MORPHOLOGIE SOUS-MARINE permet de connaître le relief du fond, de localiser et d'expliquer les zones de forte énergie (en relation avec les chapitres précédents).
- * L'étude SEDIMENTOLOGIQUE explique la dynamique sédimentaire actuelle dans le secteur et les risques d'ensablement du port.
- * La POLLUTION et les ECOSYSTEMES MARINS permettent d'évaluer le degré de pollution des eaux à El-Marsa et d'étudier certaines espèces marines susceptibles d'être affectées par l'aménagement projeté.
- * La partie TECHNICO-FINANCIERE analyse le côté technique et le coût du projet.
- * Alors que l'objectif de l'ENQUETE SOCIO-ECONOMIQUE est de donner des informations générales sur le facteur humain et les potentialités de la région et aussi d'estimer l'impact du projet sur l'emploi local.
- * Enfin, le dernier volet est consacré à une ETUDE d'IMPACT GENERAL du projet.

CHAPITRE II
GENERALITES

PLAN :

II-1 - HISTORIQUE ET DESCRIPTIF.

II-2 - SITUATION GEOGRAPHIQUE.

II-1 HISTORIQUE ET DESCRIPTIF :

HISTORIQUE :

Le port d'El-Marsa (ex : Jean-Bart) a été construit par les Français vers les années quarante, (d'après une enquête effectuée auprès des anciens habitants de la commune de Jean-Bart).

Il doit son nom au marin Français "Jean-Bart" qui naquit à DUNKERQUE en HOLLANDE au 17ème siècle (1650-1702). Celui-ci servit d'abord sous l'Amiral RUYTER en HOLLANDE, puis devint corsaire de la marine royale française.

Louis XIV l'anoblit en 1694 et le nomma chef d'escadre en 1697 (LAROUSSE, édition 1986).

DESCRIPTIF :

Le site d'El-Marsa (ex: Jean-Bart) est situé dans la wilaya de Boumerdès à environ une trentaine de kilomètres à l'Est d'Alger. Ce site est constitué par un abri naturel au pied d'une falaise. La jetée Nord d'environ 50m de longueur, s'appuie sur un affleurement de roches éruptives. (Photo.1).

A l'Ouest, cet abri est protégé par un épi de 20m de longueur alors que du côté Sud-Est, il est limité par quelques gros rochers (Avant Projet Sommaire d'El Marsa, 1989).

Ce site qui abrite de petites embarcations, n'est pas protégé des houles venant des secteurs Nord-Est et Est.

Il n'existe aucun appontement, les embarcations sont toutes hissées sur la plage au moyen de quatre treuils (Voir photo.2).

L'affleurement de bancs rocheux représente un risque pour la navigation. Le site est principalement utilisé pour la pêche de plaisance. L'accès à l'abri se fait par une route entaillant le talus en diagonale. (Voir photo.3).

II-2 SITUATION GEOGRAPHIQUE :

Le littoral de l'Algérie centrale est représenté par trois baies successives, nous distinguons de l'Ouest vers l'Est, (Fig 1).

- La baie de Bou-Ismaïl.
- La baie d'Alger.
- La baie de Zemmouri.

La zone concernée par notre étude est située à l'extrémité Ouest de la grande baie de Zemmouri, à environ une trentaine de kilomètres d'Alger.

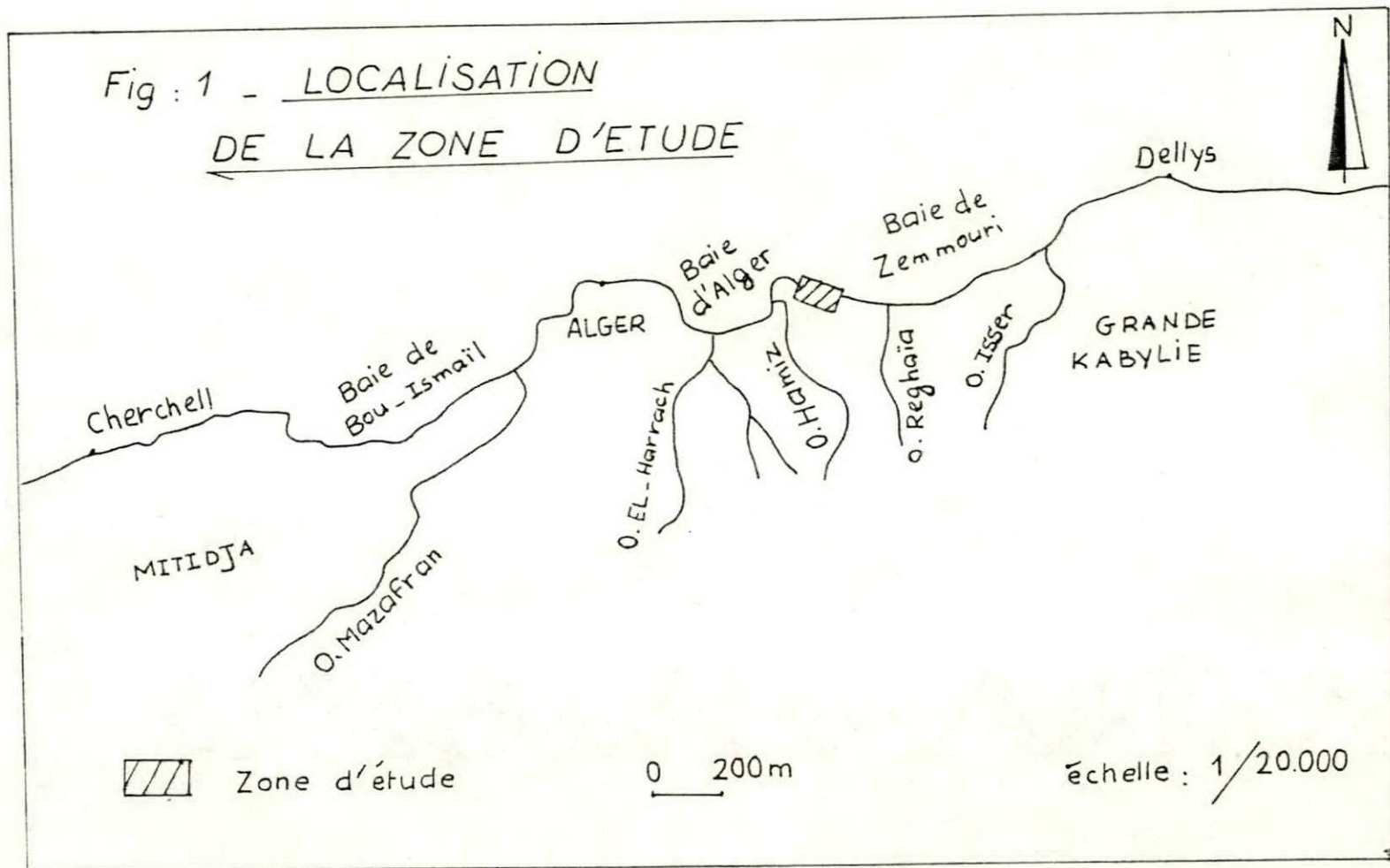
. Ses coordonnées géographiques sont : (Fig 2)

3°15' - 3°16' longitude Est.
36°48' - 36°49' Latitude Nord.

. Ses coordonnées U.T.M (Km) sont :

X = 524 à 523.
Y = 4074 à 4073.

Fig : 1 - LOCALISATION
DE LA ZONE D'ETUDE



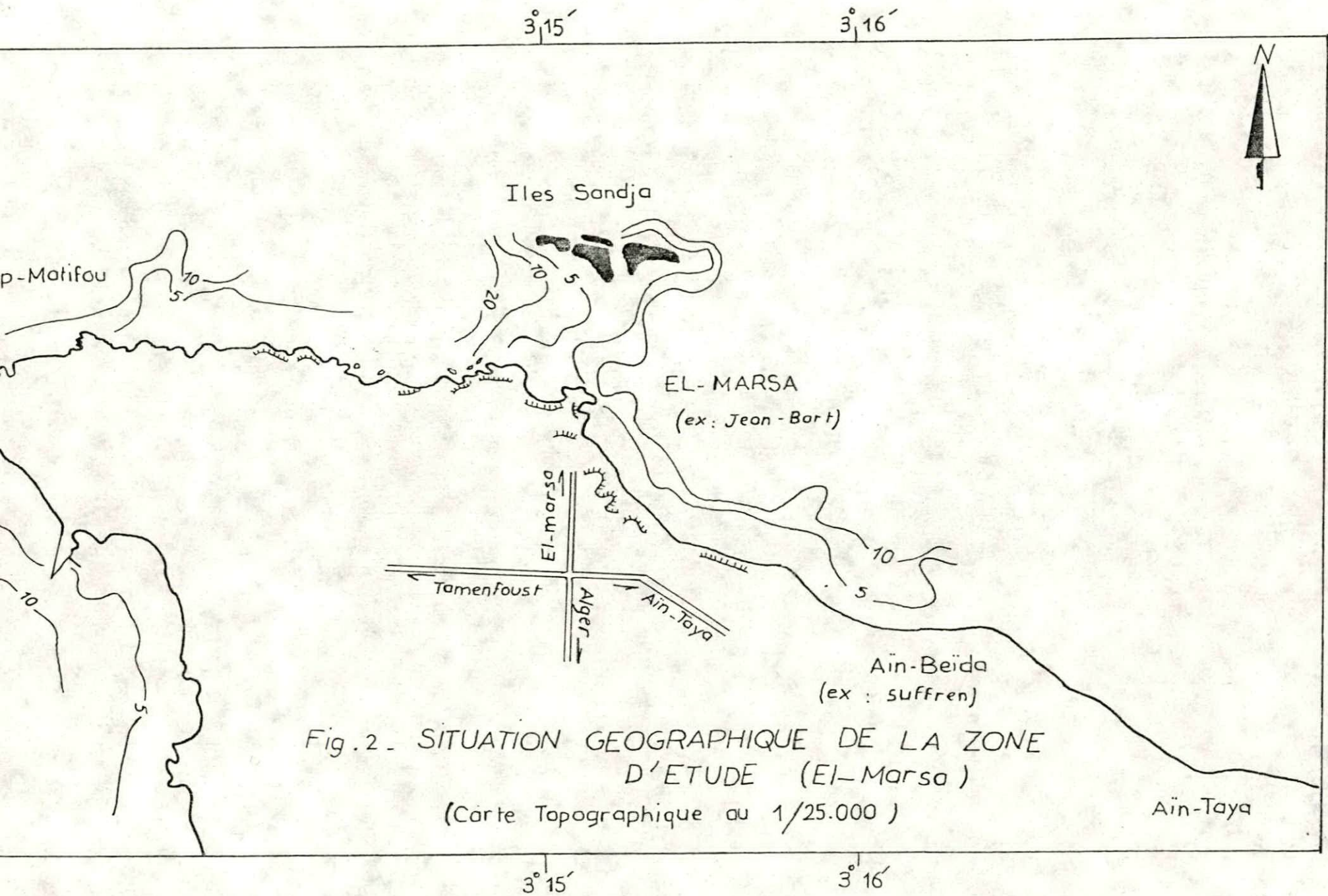


Fig. 2 - SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA ZONE D'ETUDE (EL-MARSA)

(Carte Topographique au 1/25.000)

CHAPITRE III

CONTEXTE
GEOLOGIQUE

PLAN :

- III-1 - LES GRANDS ENSEMBLES GEOMORPHOLOGIQUES DE LA PROVINCE D'ALGER.
- III-2 - CADRE MORPHO-STRUCTURAL.
- III-3 - RISQUE SISMIQUE DANS LA REGION D'ALGER.
- III-4 - GEOLOGIE REGIONALE.
- III-5 - LITHOLOGIE DE LA FRANGE CÔTIÈRE.

III-1 LES GRANDS ENSEMBLES GEOMORPHOLOGIQUES DE LA PROVINCE D'ALGER

Situé à l'Est de la baie d'Alger, le port d'El-Marsa présente les mêmes caractères géomorphologiques que la province d'Alger.

Cette dernière est sub-divisée en trois grands ensembles géomorphologiques : (Fig 3).

1 - Le massif d'Alger :

C'est un chaînon orienté Est-Ouest, sur 20Km de long et 6Km de large. Il culmine à 407m, c'est le point le plus haut dans la région d'Alger.

Le massif d'Alger est constitué de roches cristalloyelliennes (Essentiellement de gneiss et de micaschistes).

Des roches semblables réapparaissent à Sidi-Fredj et au Chenoua à l'Ouest, ainsi qu'au Cap Matifou à l'Est.

Ce massif présente une structure en écaille, il est découpé en unités tectoniques séparées par des contacts anormaux Est-Ouest (A. SAADALLAH, 1981).

2 - Le Sahel d'Alger :

Le Sahel d'Alger forme un anticlinal orienté d'Ouest en Est le long du littoral, depuis l'Oued Nador jusqu'à Cap Matifou.

Il est constitué d'un matériel plio-quadernaire, formé principalement de marnes et d'argiles (L. GLANGEAUD, 1952).

3 - La Plaine de la Mitidja :

La Mitidja est une zone d'affaissement permanent depuis le Miocène (A-AYME in GLANGEAUD, 1952).

Elle s'étire sur une centaine de kilomètres de long et 5 à 20Km de large, depuis l'Oued Boudouaou à l'Est jusqu'au Nador à l'Ouest.

Le bassin de la Mitidja est séparé du Sahel d'Alger par un système de flexures Nord-Sud.

Cette grande dépression Mitidjienne est comblée par des séries mio-plio-quadernaires.

III-2 CADRE MORPHO-STRUCTURAL :

La structure actuelle du littoral Algérois résulte de la superposition de deux phases de plissement :

- Les plissements d'âge EOCENE (Lutétien supérieur) :

C'est la phase majeure.

- Les plissements d'âge MIOCENE et POST-ASTIEN :

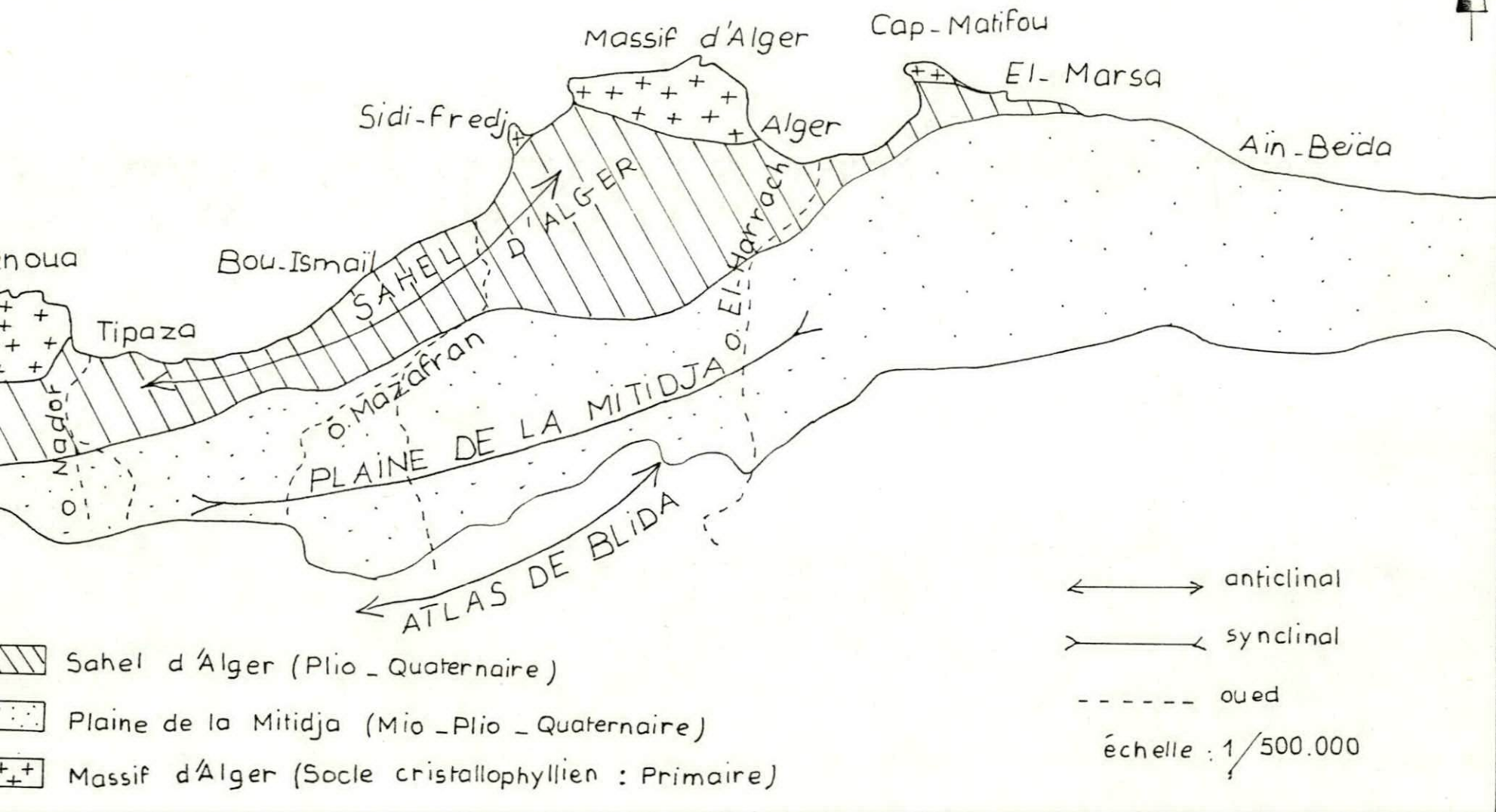
Parmi les déformations à grand rayon de courbure post-astiennes, les plus typiques sont l'Anticlinal du Sahel et le Synclinal de la Mitidja (GLANGEAUD, 1932, 1952).

Le littoral Algérois présente un profil accidenté dû à des mouvements tectoniques verticaux.

2°30'

3°

Fig : 3 - LES GRANDS ENSEMBLES GEOMORPHOLOGIQUES DE LA PROVINCE N D'ALGER (Tirés de la carte d'Algérie au 1/500.000)



REMARQUE:

Au Cap Matifou, il y a lieu de distinguer d'abord un Synclinal VINDOBONIEN dont la limite Nord est la ligne qui joint Tamentfoust (ex: La Pérouse) à El-Marsa (ex: Jean-Bart) et la limite Sud-Est une ligne d'affleurement de schistes anciens entre le village de Cap Matifou et la banlieue Sud-Ouest de Aïn-Taya. Cette dernière ligne est orientée Ouest-Sud-Ouest - Est-Nord-Est (GLANGEAUD, 1952).

III-3 - RISQUE SISMIQUE DANS LA REGION D'ALGER :

Le catalogue sismique de la région côtière d'Alger ainsi que la configuration structurale du Sahel (Voir géologie régionale), confirme le caractère sismotectonique de cette région qui est une partie intégrante de l'Atlas Tellien. Ce domaine soumis à un régime tectonique compressif, donne naissance à des plissements et des ruptures en failles inverses génératrices de séismes cachés de moyennes et fortes magnitudes.

L'évènement du 29/10/1989 avec une magnitude $M=6,1$ (par rapport à l'échelle de Richter qui en compte neuf) n'est que le résultat de la réactivation de l'extrémité Ouest du pli du Sahel qui mesure environ 80Km de long. Cette structure côtière préalablement identifiée (M. MEGHRAOUI, 1988) est capable de générer des séismes (en mer ou continentaux), plus violents si l'on se réfère à toute sa longueur (C'est-à-dire réactivation de l'extrémité Est du Sahel qui atteint Cap Matifou et EL-Marsa), d'où la notion du séisme caractéristique qui dans ce cas serait probablement de magnitude $M>7$.

Les enseignements tirés du séisme du Chlef en 1980 ($M=7,3$), lors de la réactivation d'une structure sismogénique identique (pli-faille) sur plus de 36Km, montrent l'intérêt d'une urgente et sérieuse évaluation du risque sismique dans la région côtière d'Alger, qui est d'après la sismicité historique, une zone potentielle en sources sismiques très violentes et donc à haut risque. (Source C.R.A.A.G "Centre de Recherche en Astronomie, Astrophysique et Géophysique").

III-4 - GEOLOGIE REGIONALE :

La région Est de la Baie d'Alger comprend deux grandes structures géologiques distinctes :

- Un môle métamorphique d'âge Primaire,
- Des assises sédimentaires Tertiaires et Quaternaires en bordure de ce môle.

1 - Le Primaire : (PALEOZOIQUE)

Composé essentiellement de gneiss et de micaschistes (A, SAADALLAH, 1981),

2 - Le Secondaire : (MESOZOIQUE)

Absent à l'Est de la Baie d'Alger. Aucune étude géologique ne mentionne sa présence dans cette région.

3 - Le Tertiaire : (CENOZOIQUE)

* Miocène inférieur : (Burdigalien)

Formé principalement de faciès argilo-gréseux (d'après la carte géologique détaillée d'Alger au 1/50.000). A. AYME et H. MOSSU, 1961, signalent des "grès grossiers grisâtres" localement marneux ou calcaires, attribués au Burdigalien.

* Pliocène inférieur : (Plaisancien)

Contient essentiellement des formations marneuses de couleur bleu verdâtre, communément appelées "les marnes bleues du Plaisancien". (GLANGEAUD, 1952). Ce faciès marneux constituerait l'affleurement du côté Est du port d'El-Marsa (d'après notre visite sur le site). (photo. 4).

4 - Le Quaternaire :

À l'Est d'Alger, le quaternaire marin se présente sous forme de terrasses littorales, faiblement inclinées vers le nord (c'est-à-dire vers le large).

III-5 - LITHOLOGIE DE LA FRANGE CÔTIÈRE :

Lors de notre visite au port d'El-Marsa, nous avons rencontré trois types de roches : éruptives, métamorphiques et sédimentaires. (Fig 4).

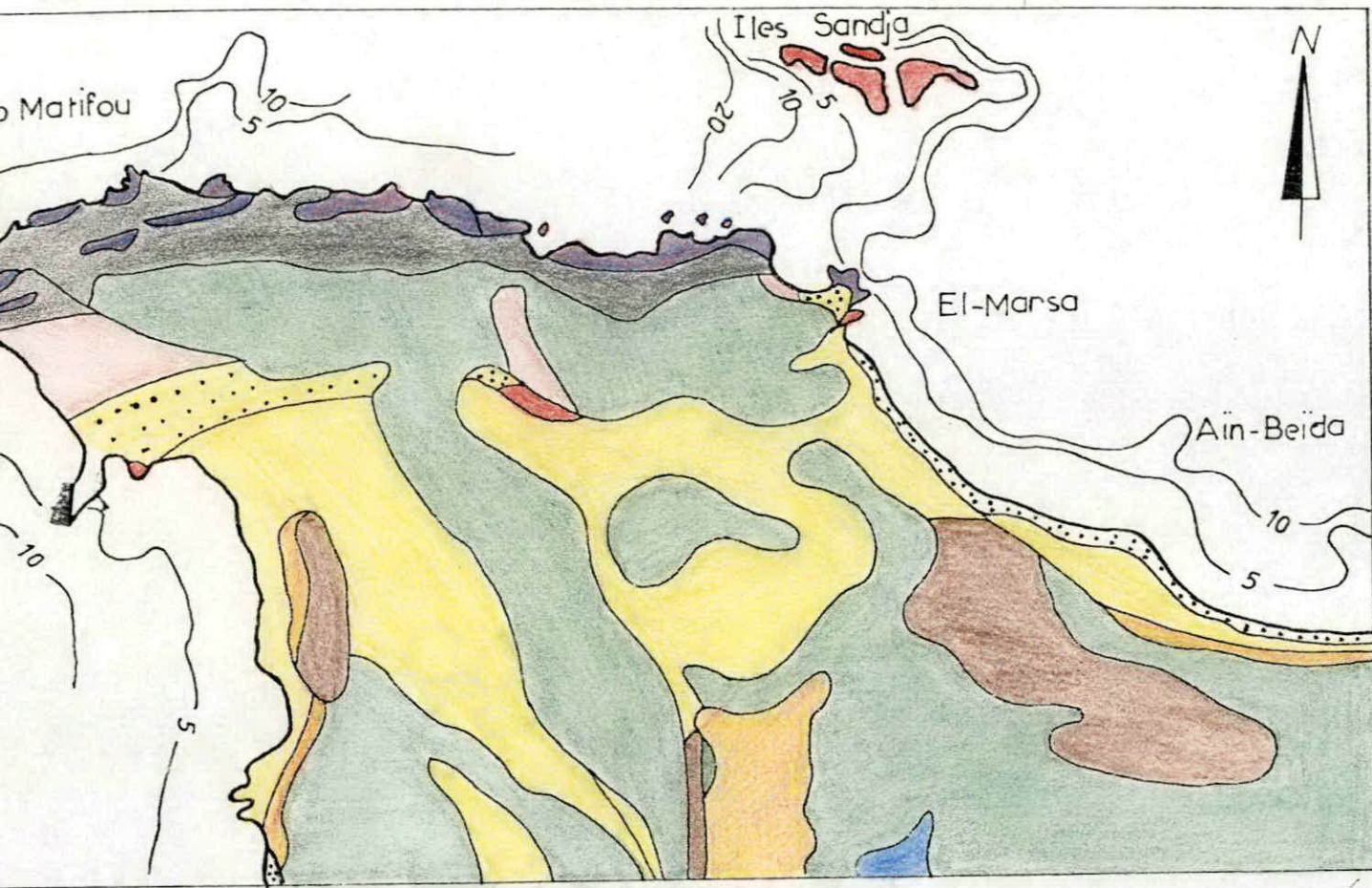
1 - Les roches éruptives :

Elles sont représentées par l'andésité du Burdigalien et par la pegmatite (d'après la carte géologique d'Alger). L'andésite affleure au niveau du port d'El-Marsa dans la partie Sud et constitue également les îles Sandja. La pegmatite affleure dans la partie nord du port.

* La coupe sondage (S.C1), effectuée au niveau du port d'El-Marsa, met en évidence ces émissions volcaniques. Cette andésite est altérée et fracturée entre 0,50m et 1,5m de profondeur, puis devient massive et saine jusqu'à -3,5m. (Fig 5).




2 - Les roches métamorphiques :

Ces roches métamorphiques affleurent à l'Ouest du port et sont principalement représentées par des schistes à micas. (photo. 5)





Légende :



Actuel.

-  Plage
-  Dépôt de marais
-  Sable ± argileux



Pléistocène (IV^e).

-  Dûnes consolidées
-  Dépôts marins



Miocène inférieur (III^e).

-  Faciès argileux
-  Faciès gréseux

Terrains métamorphiques

-  Schistes
-  Micaschistes à biotite

Roches éruptives

-  Pégmatites
-  Andésites

Echelle : 1/25000

Fig: 4 - CARTE GEOLOGIQUE DU SECTEUR
 Cap-Matifou - El-Marsa - Aïn-Beïda
 (agrandissement de la carte géologique d'Alger)
 au 1/50.000

Fig. 5 -- COUPES SONDAGES A EL-MARSA (SOGREAH, Mars 1983)

(m)	(m)		
19,0	0,50	Remblai de sable	R R
	1,50	Roche éruptive gris verdâtre altérée, fracturée	
	3,50	Roche éruptive saine, massive, très compacte. Fissures fermées. Texture bréchique en tête.	

Coupe sondage 1
(SC1-Port)

Côtes (m)	Prof- (m)	Description des Faciès	Coupe géologique
20,00	2,00	Argile limono-sableuse altérée, bariolée, avec quelques blocs anguleux. Texture schisteuse par endroits.	
	7,30	Schiste micacé sableux très altéré brun verdâtre, patine satinée. Texture schisteuse et amygdalaire à pendage sub vertical. Niveaux très fracturés par endroits.	
	9,00	Identique, mais moins altéré et fracturé. Couleur gris bleu.	
	11,80	Brèche très grossière éléments de schistes noirs allongés et peu épais emballés dans un ciment verdâtre.	
	14,00	Brèche monogénique à gros éléments schisteux noirs.	
	16,00	Brèche polygénique à éléments anguleux. Très compacte et massive.	

Coupe sondage 2
(SC2-Falaise)

* La coupe sondage (S.C2) réalisée dans la falaise qui domine le port atteint ces schistes micacés. Ces derniers sont très altérés aux 7 premiers mètres, puis le deviennent moins jusqu'à 9m. Entre 9m et 16m de profondeur, ces micaschistes laissent place à une texture bréchique. (Fig 5).

3 - Les roches sédimentaires :

Elles sont représentées par des faciès argilo-gréseux du Miocène inférieur (BURDIGALIEN), des dunes consolidées attribuées au Pleistocène (TYRRHENIEN) et des alluvions récentes à base de graviers. (D'après la carte géologique détaillée d'Alger au 1/50.000).

Ces terrasses sont constituées de formations quartzeuses noyées dans un sable rougeâtre.

La terrasse Tyrrhénienne, très développée, s'abaisse parfois jusqu'au niveau de la mer et même au dessous (A. AYME, in GLANGEAUD 1952).

L'épaisseur de ces terrasses littorales progresse en allant vers l'Est de Cap Matifou, elles atteignent jusqu'à 30m à Aïn Taya (A. AYME, 1948).

4 - Les formations actuelles :

D'origine continentale, elles sont représentées par des plages, des dépôts de marais, des sables argileux et des dunes consolidées (D'après la carte géologique détaillée d'Alger au 1/50.000).

REMARQUE :

L'absence du Secondaire et du Paléogène à l'Est d'Alger, peut supposer deux hypothèses :

- Soit, il n'y a pas eu de dépôt pendant le Secondaire et le Paléogène; on parlera alors de "lacune sédimentaire",

- Soit, il y a eu dépôt du Secondaire et du Paléogène suivi d'une érosion. Puis il y a eu dépôt du Tertiaire (Néogène).

On parlera alors de discordance dans les deux cas cités.

GEOLOGIQUES

(Bureau de recherches géologiques et minières)

ERE	PERIODE		ETAGE	M.a
TERTIAIRE (CENOZOÏQUE)	Holocène Pléistocène		Tyrrhénien.	1,65
	Néogène	Pliocène	Astié Ploisancien.	5,3
		Miocène	Vindobonien Burdigalien	23,5
	Paléogène	Oligocène	Lutétien	65
		Eocène		
		Paléocène		
	SECONDAIRE (MESOZOÏQUE)	Crétacé		245
		Jurassique		
		Trias		
	PRIMAIRE (PALEOZOÏQUE)	Permien		540
Carbonifère				
Dévonien				
Silurien				
Ordovicien				
Cambrien				

PRECAMBRIEN

M.a : Million d'années

CHAPITRE IV
DONNEES METEOROLOGIQUES
ET HYDRODYNAMIQUES

PLAN :

DONNEES METEOROLOGIQUES :

- 1 - LE CLIMAT.
- 2 - LES TEMPERATURES.
- 3 - LES PRECIPITATIONS.
- 4 - LES VENTS.

DONNEES HYDRODYNAMIQUES :

- 1 - LES HOULES.
- 2 - LES COURANTS.
 - 2-1 * LES COURANTS GENERAUX
 - 2-2 * LES COURANTS CÔTIERS
- a/ . COURANTS DE DERIVE LITTORALE
- b/ . COURANTS DE RETOUR
- c/ . COURANTS DE MAREE

IV-1 DONNEES METEOROLOGIQUES :

1 - LE CLIMAT :

Le littoral Algérien est régi par un climat méditerranéen, caractérisé par l'alternance de deux saisons :

- Une saison hivernale, pluvieuse, humide et froide.
- Une saison estivale, sèche et chaude.

2 - LES TEMPERATURES :

Les étés sont généralement chauds et les hivers doux. La température ne dépasse pas 40°C. et ne descend pratiquement jamais au dessous de 0°C. Le maximum est de l'ordre de 30°C. sur le littoral, et le minimum est de 7°C. pour le mois de Janvier.

3 - LES PRECIPITATIONS :

Les données concernant les précipitations depuis 1975 à 1984, ont été recueillies auprès de l'Office National de Météorologie (O.N.M) de Dar-El-Beïda. Leur exploitation permet de tracer un diagramme qui exprime les précipitations mensuelles moyennes (Fig 6). Deux saisons sont mises en évidence :

- La première, pluvieuse, qui s'étale du mois d'Octobre au mois d'Avril avec des précipitations relativement importantes au mois de Novembre (109,8mm) et au mois de Février (84,7mm).

- La seconde, sèche, allant de Juin à Septembre, avec une pluviométrie minimale au mois de Juillet (6mm).

4 - LES VENTS :

Les vents sont des générateurs de vagues et de courants superficiels; leur impact croît avec leur vitesse (MOULIN et AL, 1978).

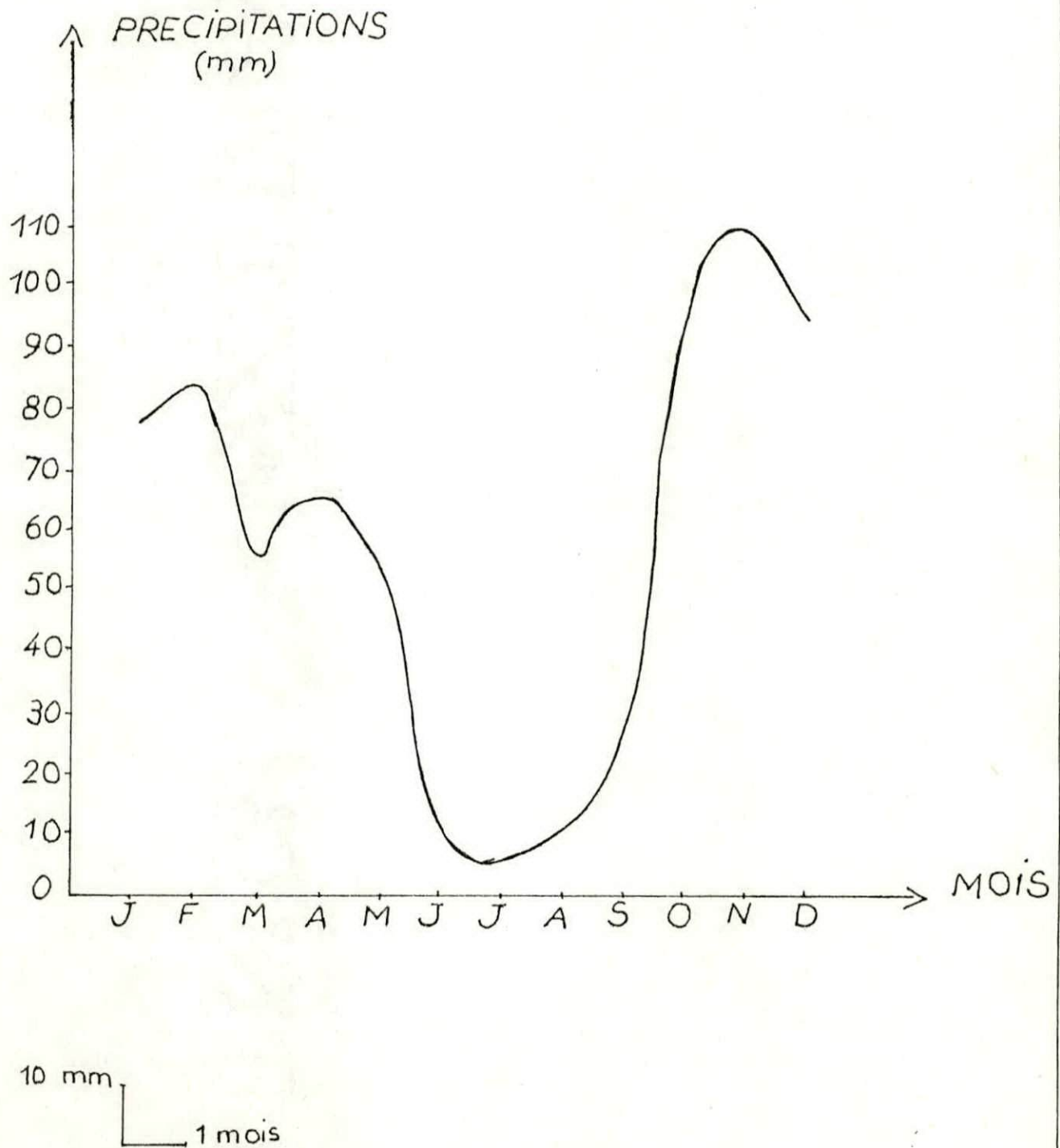
Dans les aménagements portuaires, la direction du chenal d'accès, ainsi que l'orientation de la passe d'entrée et des postes d'amarrage dépendent du vent (A. GRAILLOT).

Nous disposons de deux sources principales en ce qui concerne les données sur les vents :

* L'U.S NAVAL Weather Service Command (U.S.N.W.S.C) pour la période 1963-1970.

* L'Office National de Météorologie (O.N.M) de Dar-El-Beïda, pour la période de 1975-1984.

Fig: 6 — PRECIPITATIONS MENSUELLES
MOYENNES
(Dar -El - Beïda , 1975 - 1984)



* Données pour l'U.S Naval Weather Service Command :

L'analyse des observations du vent faites au large des côtes Algériennes, (30° et 40° latitude Nord et 0° et 5° longitude Est) est représentée sous forme de trois roses récapitulatives : hivernale (Fig 7), estivale (Fig 8), annuelle (Fig 9).

- En période Hivernale, les vents d'Ouest (27,1%) prédominent et leur vitesse peut dépasser les 48 noeuds
- En période Estivale, la prédominance revient aux vents d'Est (25,6%) et Nord-Est (24%); leur vitesse varie entre 34 et 47 noeuds.

-Les vents au large d'El-Marsa :

Les vents du Nord-Ouest et du Nord ont sensiblement la même fréquence pendant l'année. Toutefois, les vents des secteurs Est et Nord-Est sont prédominants; leur fréquence est très remarquable en période estivale (Fig 10).

-Les vents au niveau du site :

Le site d'El-Marsa, compte tenu de la morphologie de la côte, est protégé des vents des secteurs Nord-Ouest et Ouest, mais reste exposé aux vents du Nord, du Nord-Est et d'Est.

* Données de la station météorologique de Dar-El-Beïda :

La répartition des vents est représentée sous forme de roses récapitulatives de périodicités différentes : hivernale, estivale et annuelle (Fig 11) :

- La rose hivernale (Octobre-Mars) met en évidence la prédominance des vents d'Ouest (20,7%) et du Sud-Ouest (14%), leurs vitesses varient entre 11 et 15 m/s.

- La rose estivale (Avril-Septembre) montre que les vents du Nord (15,6%) et du Nord-Est (14,7%) sont les plus représentatifs. Les vents du Nord peuvent atteindre une vitesse de 6 à 10m/s; par contre les vents du Nord-Est, leurs vitesses varient entre 11 et 15 m/s.

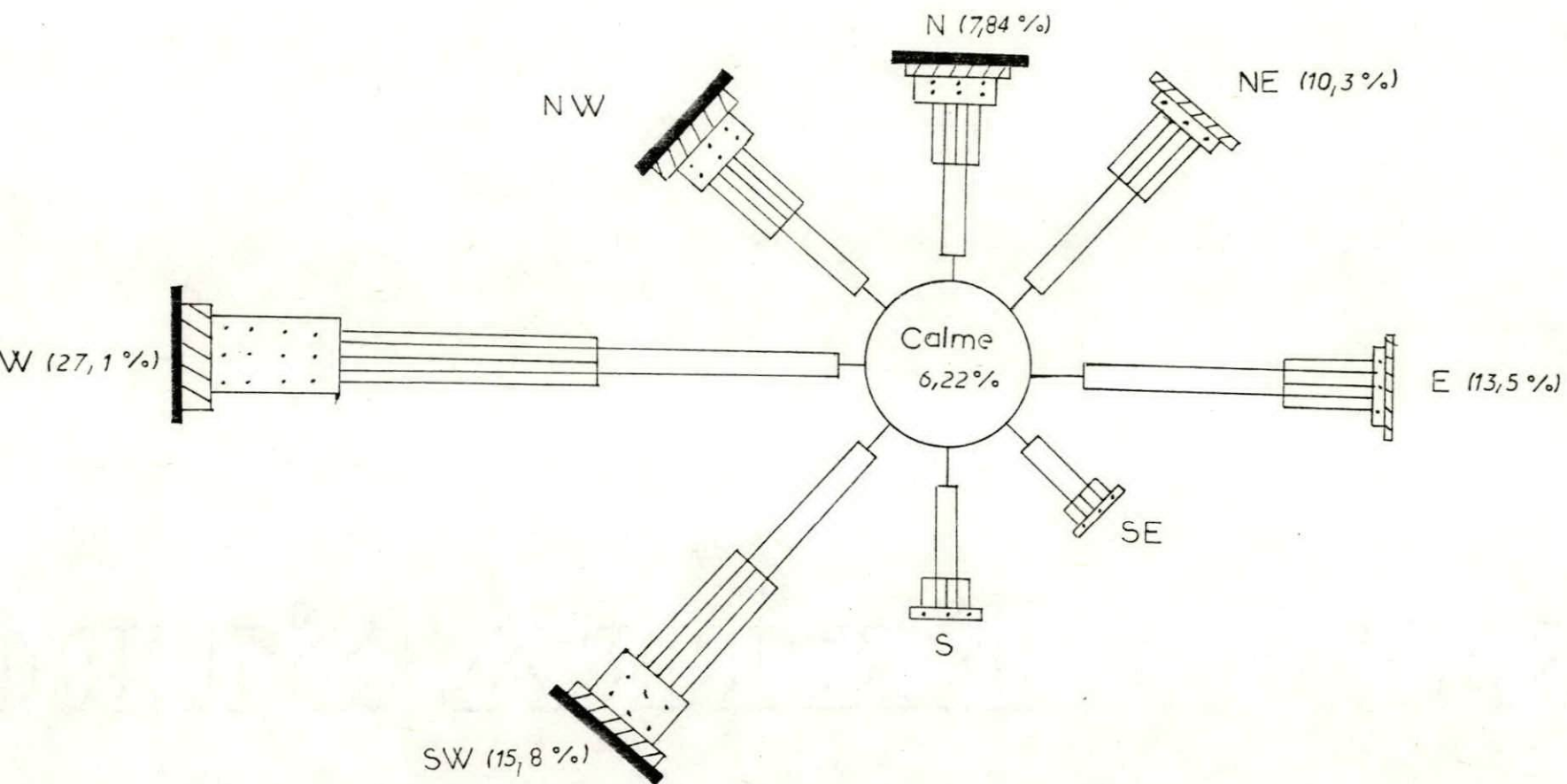


Fig. 7 - ROSE HIVERNALE DES VENTS
(U.S.N.W.C, 1963 - 1970)

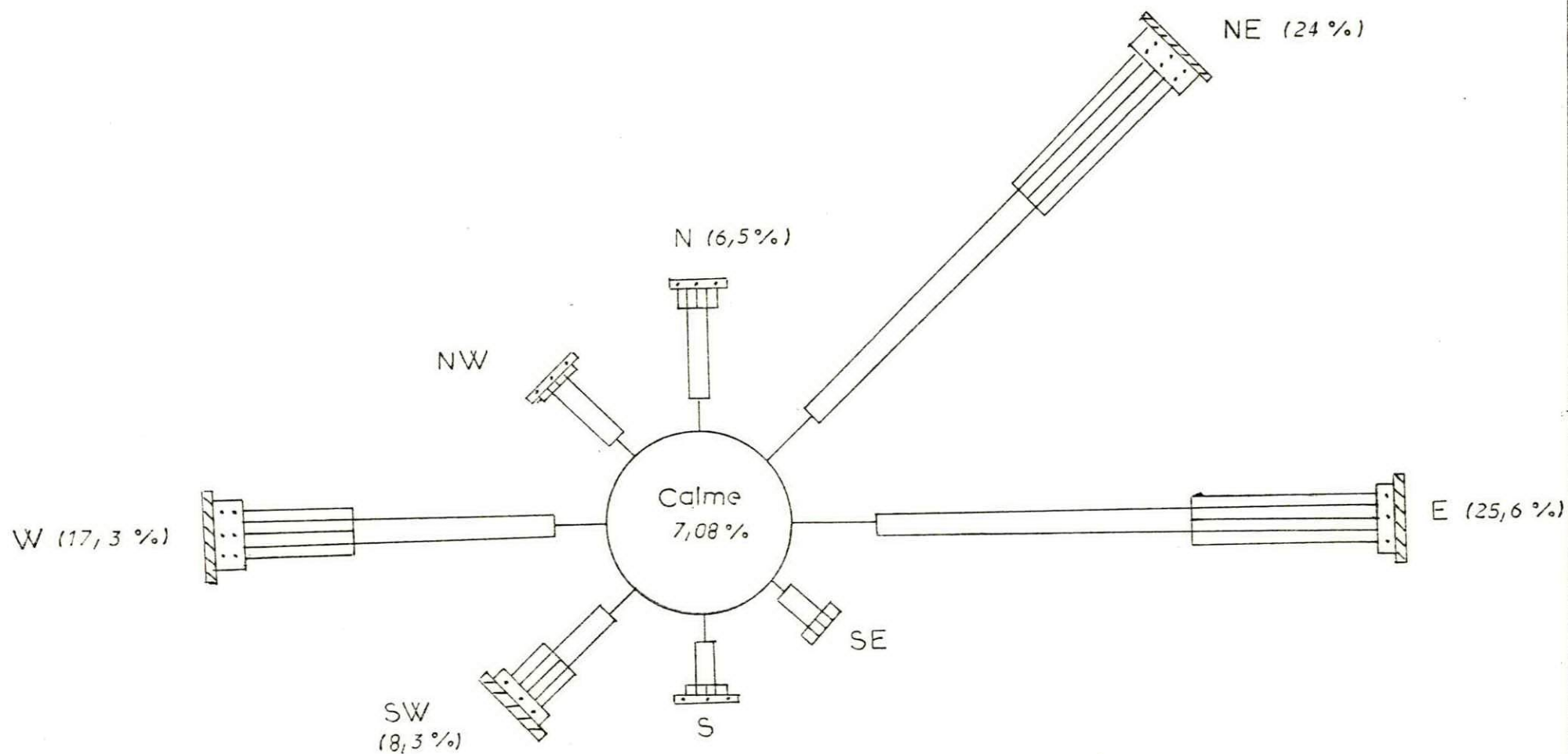
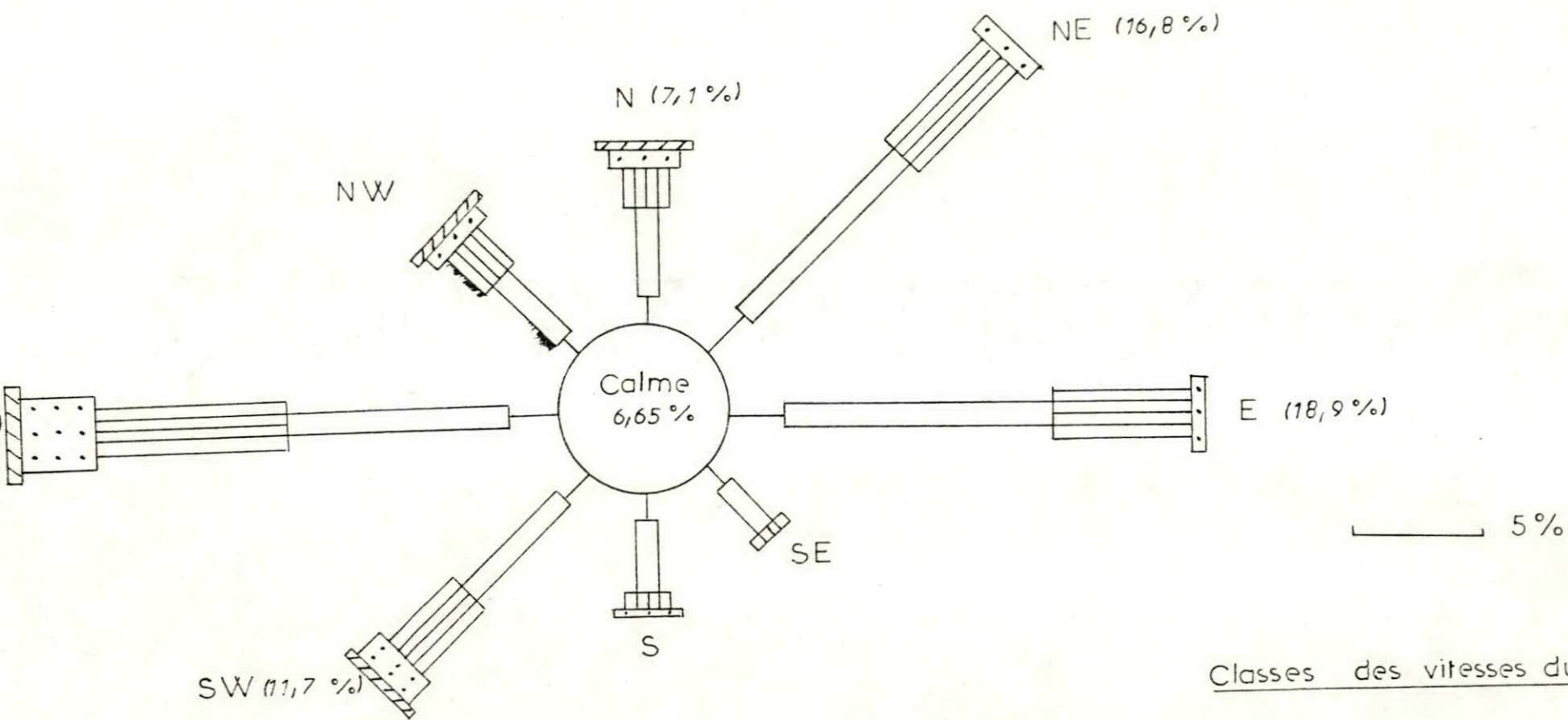
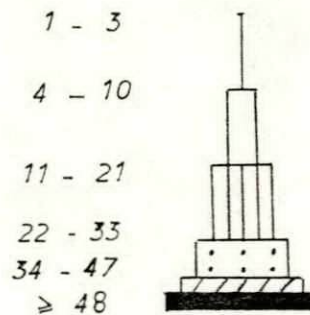


Fig. 8 - ROSE ESTIVALE DES VENTS
(U.S.N.W.C , 1963 -1970)



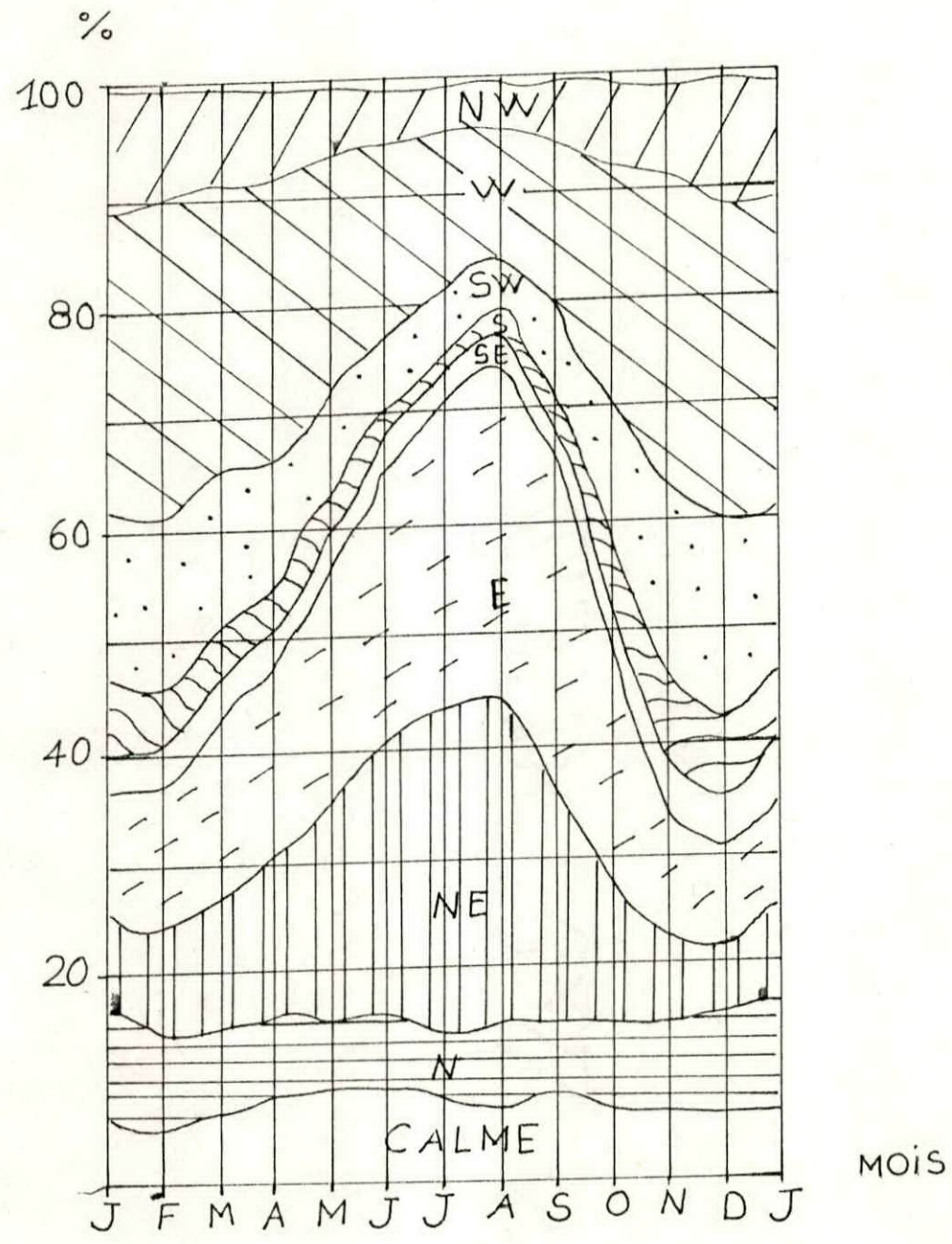
Classes des vitesses du vent (n)



ROSE ANNUELLE RECAPITULATIVE DES DIRECTIONS
DES VENTS

(U.S.N.W.C ; 1963-1970)

Fig : 10 - FREQUENCE CUMULEE DES VENTS
AU LARGE D'EL-MARSA
PAR DIRECTION ET PAR MOIS
 (L.E.M , 1989)



20%
 1 mois

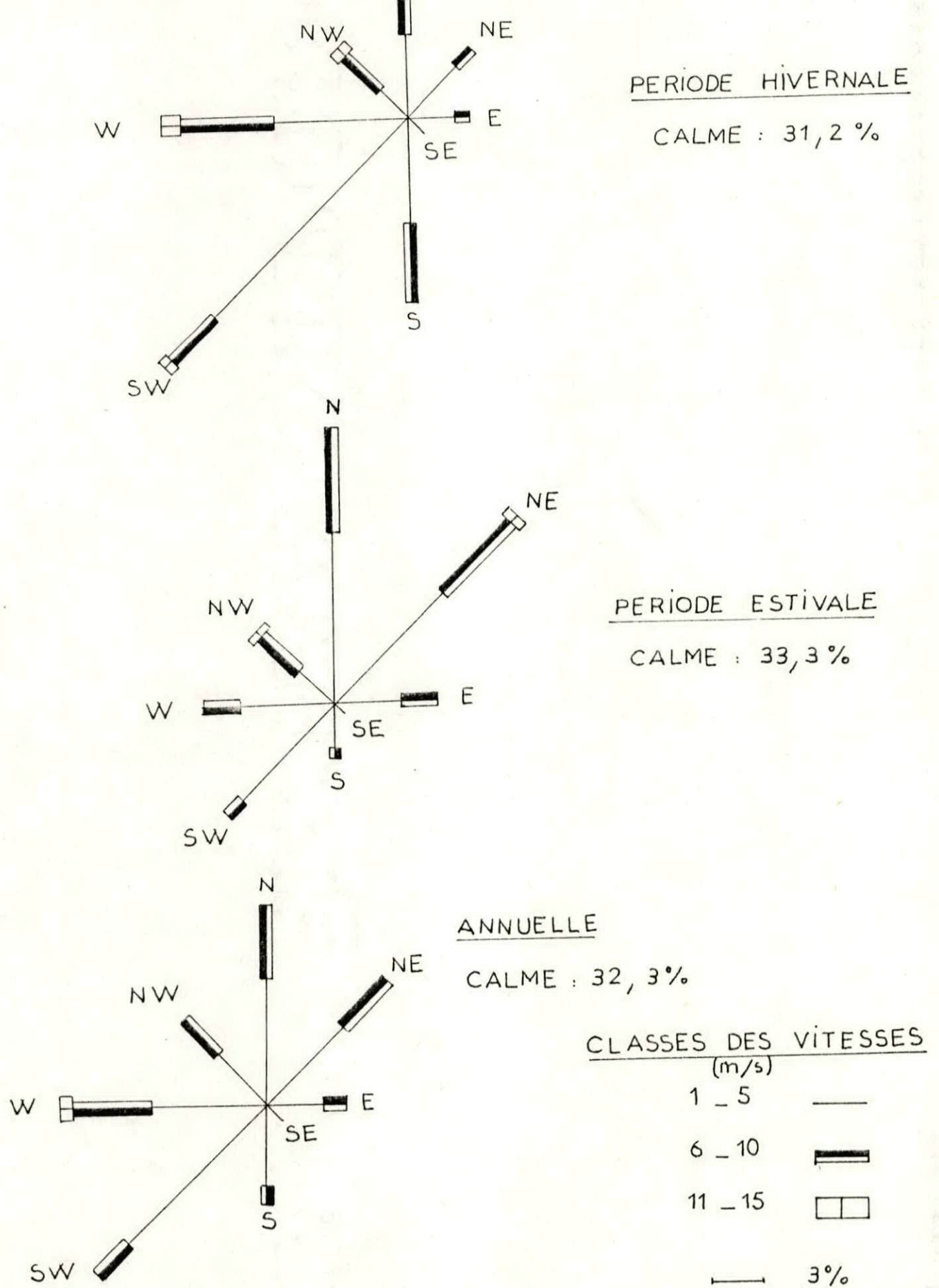


Fig:11 - ROSES RECAPITULATIVES DES DIRECTIONS DES VENTS
(Dar-El-Beïda , 1975 - 1984)

CONCLUSION :

Si nous comparons les données de Dar-El-Beïda à celles de l'U.S.NAVAL Weather Service Command, nous remarquerons que les directions prédominantes des vents enregistrés par la station de Dar-El-Beïda ne concordent pas avec celles de l'U.S.NAVAL Weather Service Command, à savoir les vents du Nord et du Sud-Ouest.

La prédominance des vents Sud-Ouest enregistrés par la station de Dar-El-Beïda semble correspondre aux vents d'Ouest enregistrés par l'U.S.N.W.S.C.

On peut expliquer cette correspondance par le fait que les vents enregistrés par l'U.S.N.W.S.C, sont situés au large et ceux enregistrés par l'O.N.M sont influencés par le relief.

IV-2 DONNEES HYDRODYNAMIQUES :

1- LES HOULES :

La houle est le mouvement ondulatoire que subit la surface de la mer sous l'influence du vent (F. OTTMANN, 1965). Par conséquent, la répartition annuelle des houles est généralement conforme avec celle des vents.

A l'approche du rivage ou des ouvrages artificiels, la propagation de la houle est modifiée par réfraction, diffraction, réflexion ou déferlement (J. LARRAS, 1961).

La houle est un facteur de base dans les aménagements portuaires. Elle intervient dans la conception générale du plan de masse, ainsi que dans le mode de construction des ouvrages. (A. GRAILLOT).

Les statistiques de la houle au large dont on dispose, proviennent de l'U.S.N.W.S.C, pour la période s'étalant de 1963 à 1970. Ces données concernent toute la partie centrale de la côte Algérienne. Trois roses, deux semestrielles (Fig 12 et 13) et une annuelle (Fig 14) récapitulent la fréquence de ces houles :

- Période hivernale, la prédominance des houles d'Ouest est très remarquable (30,5%). Ces houles sont violentes, elles atteignent des amplitudes supérieures ou égales (\geq) à 3,75m au mois de Janvier et Février, et souvent beaucoup plus en hiver (7m). (Fig 12).

- En période estivale, la prédominance revient aux houles de directions Est (27,2%) et Nord-Est (21,7%). Les houles d'Est peuvent atteindre des amplitudes de 2,75 à 3,75m, par contre celles du Nord-Est, leur amplitude dépasse les 3,75m. (Fig 13).

Fig: 12.. ROSE DES HOULES HIVERNALES

(U.S.N.W.C , 1963 - 1970)

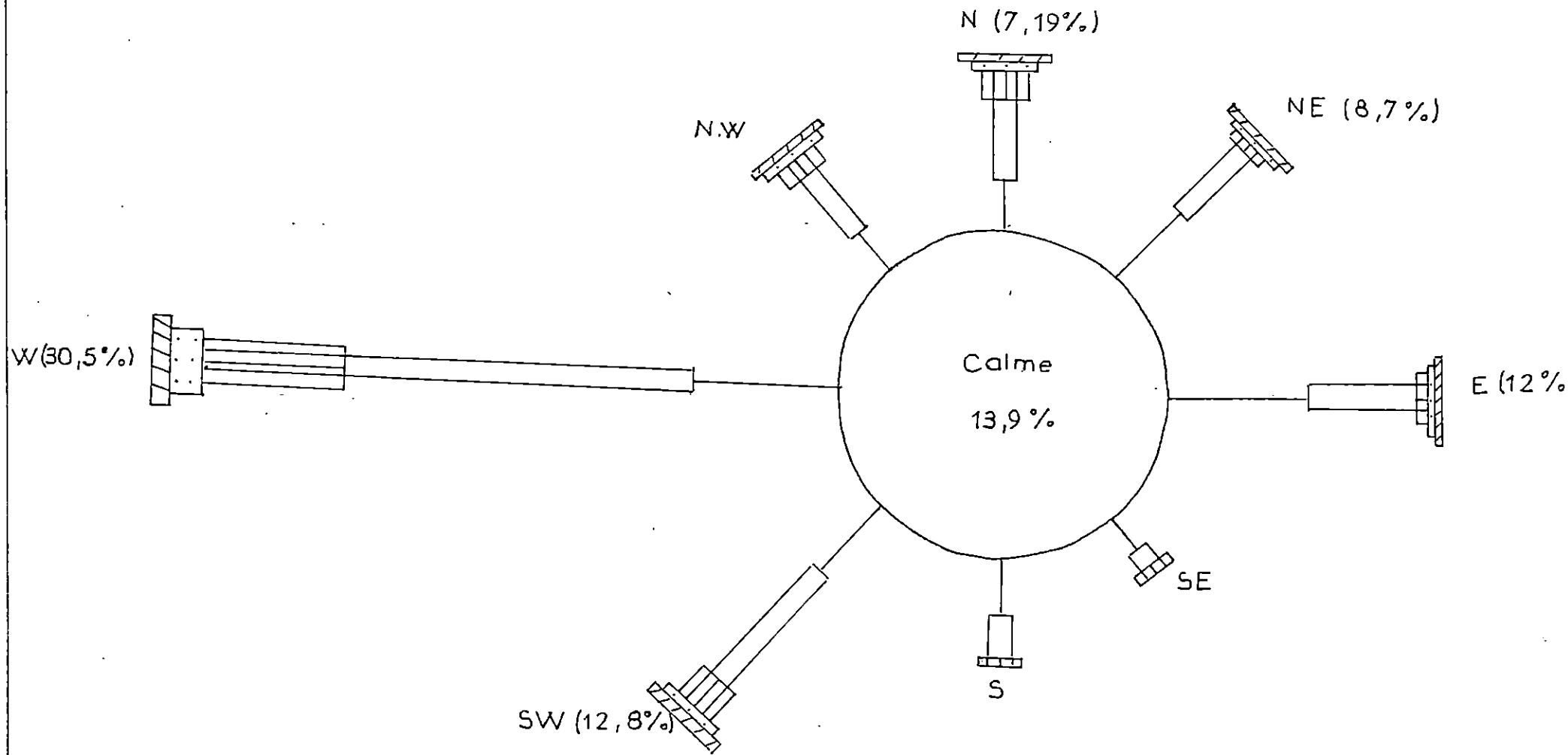


Fig 13 - ROSE DES HOULES ESTIVALES
(U.S.N.W.C , 1963 - 1970)

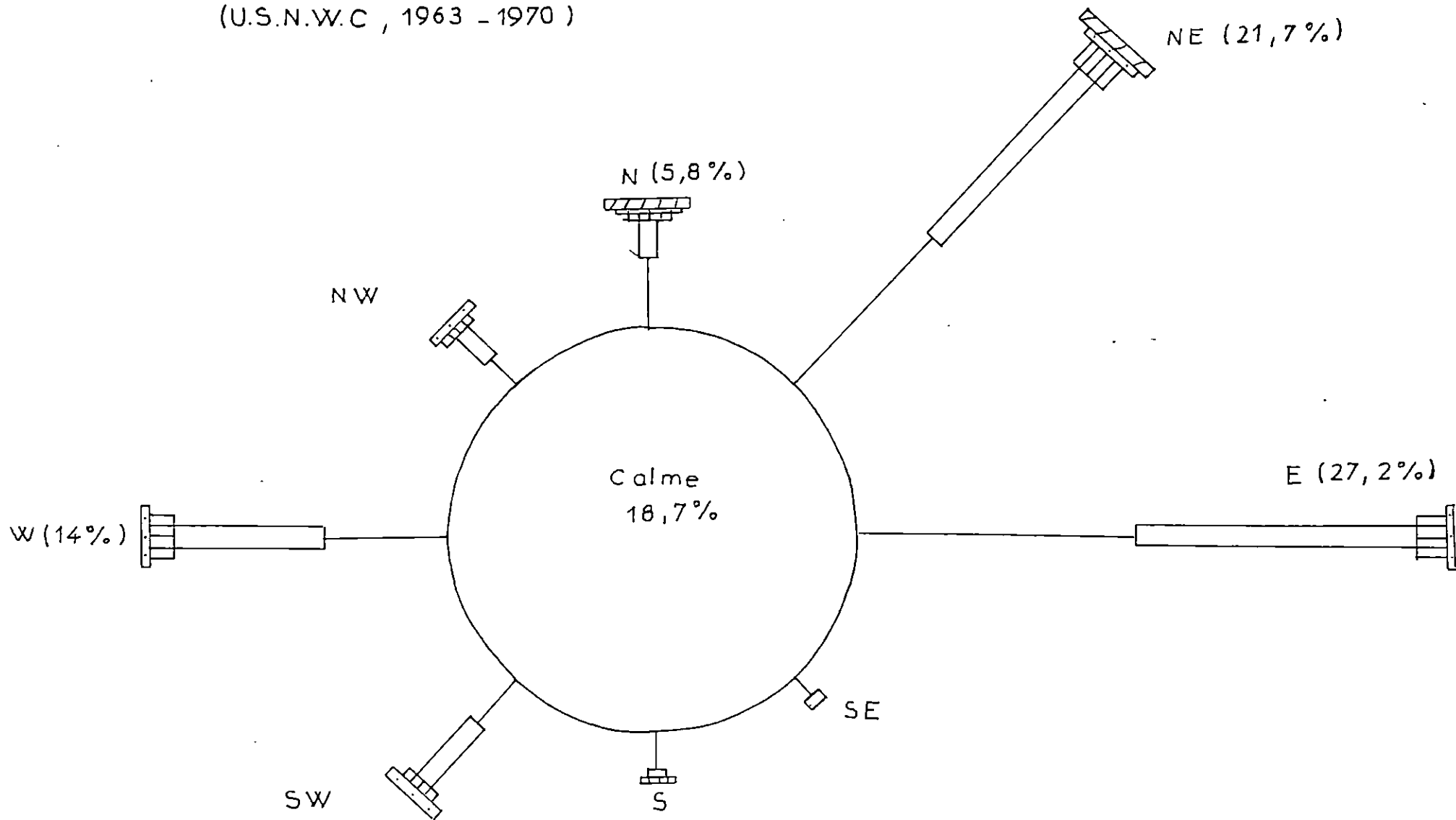
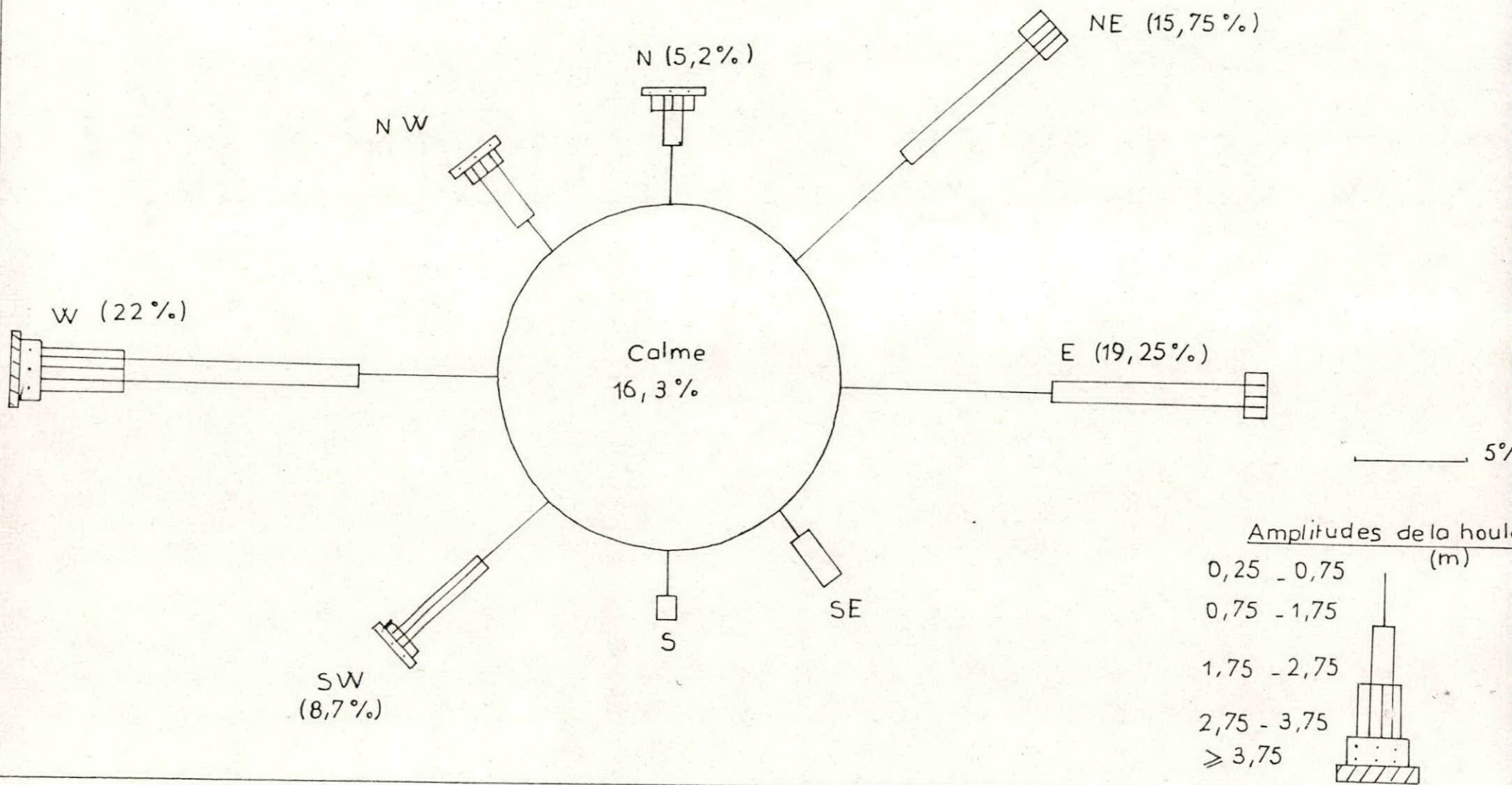


Fig: 14 - ROSE ANNUELLE RECAPITULATIVE DES FREQUENCES D'APPARITION
 DE LA HOULE AU LARGE EN FONCTION DE L'AMPLITUDE
 (U.S.N.W.C , 1963 - 1970)



Remarque :

Dans la direction Nord, la répartition des fréquences de la houle est assez régulière au cours de l'année (5,5%). Les houles fortes, supérieures à 3,75m, interviennent surtout en période hivernale (Décembre à Mars).

CONCLUSION :

L'analyse des données de l'U.S Naval Weather Service Command a permis de connaître le régime des houles. Il ressort de cette étude que :

- En période hivernale, les houles fortes, supérieures à 3,75m, parvenant au site, sont de direction Nord-Ouest.

- En période estivale, les houles dominantes sont issues des secteurs Est et Nord-Est.

Remarque :

Il existe une autre source de données sur la houle, toute aussi importante que l'U.S.N.W.S.C, c'est l'Institut Météorologique Royal Néerlandais (R.N.M.I).

Les données obtenues à partir du R.N.M.I sont sensiblement comparables à celles du U.S.N.W.S.C, malgré un certain écart. Cette différence serait liée au découpage des secteurs, adopté par chacune des deux sources.

2 - LES COURANTS :

Les courants agissent sur l'état dynamique des sédiments : érosion, transport et sédimentation, sont fonction des courants.

La connaissance des courants dus à la houle est nécessaire pour déterminer les différents mouvements du littoral (érosion et sédimentation).

En outre, les courants littoraux sont responsables de la transmission de la pollution en surface (A. GRAILLOT).

2-1 LES COURANTS GENERAUX :

"Un courant général" longe les côtes Algériennes d'Ouest en Est. Il résulte d'un écoulement Atlantique à travers le détroit de Gibraltar, car la Méditerranée est une mer déficitaire en eau.

Ce courant se déplace de l'Ouest vers l'Est en décrivant des tourbillons de l'ordre de 100Kms de diamètre et 200 m d'épaisseur dans la couche de surface (C. MILLOT, 1985).

Au niveau des baies et golfes, il induit un contre courant; sa vitesse serait de 0,2 m/s. Ce courant général circule à une vitesse moyenne qui devient faible en surface de l'ordre de 0,5 à 1m/s.

A proximité du fond, la vitesse de ce courant devient pratiquement négligeable (OVCHINNIKOV in S. MAUCHE, 1987).

Par conséquent, ce courant général ne peut avoir qu'une action très limitée sur le transport des sédiments (C. MIGNIOT in FILLIAT, 1979)

2-2 LES COURANTS CÔTIERS :

Ils résultent de l'action de la houle à proximité du rivage. On distingue :

a/ Les courants de dérive littorale :(ou transfert latéral)

Ces courants apparaissent lorsqu'il y a incidence oblique de la houle par rapport au rivage.

Les courants de dérive littorale sont parallèles à la côte (F. OTTMANN, 1965). Leur vitesse dépend des paramètres de la houle qui leur donne naissance, de l'obliquité de celle-ci et de la pente de la plage.

En période de grandes tempêtes, elle peut atteindre plusieurs noeuds (A. GUILCHER in BENYAGOUR, 1988).

La dérive littorale est l'un des plus importants facteurs de transport des sédiments sur la côte. L'évolution du littoral en est très dépendante (F. OTTMANN, 1965).

b/ Les courants de retour :

Ces courants sont induits par la houle d'incidence frontale par rapport au rivage. Ils sont perpendiculaires à la côte. Ils agissent sur la dissémination et le transport des sédiments fins mis en suspension par le déferlement vers le large.

Ils sont responsables d'une grande part de l'érosion côtière (A. RIVIERE in GUILCHER, 1965).

Ces courants de retour sont d'autre part un facteur d'équilibre puisqu'ils restitueraient aux fonds marins les sédiments "dragés" par la houle (A. RIVIERE in OTTMANN, 1965).

c/ Les courants de marée :

La Méditerranée étant une mer semi-fermée, les courants de marée sont relativement faibles, en particulier sur les côtes Algériennes. Ces courants sont liés à deux phénomènes distincts (MOULIN et AL, 1978) :

* La marée astronomique :

Elle est liée à l'action de la lune et du soleil sur la mer, son amplitude moyenne le long des côtes Algériennes est de l'ordre de 6 centimètres (LECLAIRE, 1972).

* La marée barométrique :

Elle est liée aux variations des conditions climatologiques (pression et vent). Quand les variations du plan d'eau sont soumises à l'effet du vent, on parlera de "Phénomène de Seiche".

Ces variations peuvent provoquer des oscillations du niveau marin d'environ 50cm (LECLAIRE, 1972).

CHAPITRE V
MORPHOLOGIE SOUS-MARINE

PLAN :

- V.1 BATHYMETRIE.
- V.2 PLANS DE VAGUES.
- V.3 CONCLUSION.

V.1 BATHYMETRIE :

La carte bathymétrique est un document fondamental et nécessaire pour reconnaître et interpréter la morphologie sous-marine.

Dans les aménagements portuaires, la carte bathymétrique permet de savoir à quel profondeur seront implantés les ouvrages, et comment sera tracé le chenal d'accès.

Pour le projet d'aménagement du port d'El-Marsa, nous avons repris une esquisse bathymétrique du secteur El-Marsa - Aïn Taya, réalisée en 1991 par l'Institut des Sciences de la Terre (I.S.T) de l'U.S.T.H.B (Fig. 15).

L'allure des isobathes (serrée ou espacée) révèle que la morphologie sous-marine entre El-Marsa et Aïn-Taya est irrégulière :

* Entre les stations 1 et 8, le fond est pratiquement plat jusqu'à 5 m de profondeur. Au delà de cette profondeur, on remarque une rupture de pente très prononcée. Cette transition brutale entre fond plat et fond incliné influe sur la propagation de la houle. Entre les isobathes 10 et 20, la pente s'adoucit, mettant ainsi en évidence la présence d'un platier rocheux assez large.

Au delà de l'isobathe 20, le fond marin souligne une seconde rupture de pente (Profil A).(Fig.16)

Au large d'EL-Marsa, à environ 600 m de la côte, apparaît un haut fond à 15 m de profondeur.

* Entre les stations 8 et 16, le platier rocheux couvre une grande étendue jusqu'à 10 m de profondeur.

Cependant, à l'extrémité Est, entre les isobathes 10 et 15, le fond présente un profil incliné.

Au delà de 15 m de profondeur, il y a réapparition du fond plat (Profil B).(Fig.16)

A environ 400 m de la côte de Aïn-Beïda, apparaît un haut fond à 5 m de profondeur.

V.2 PLANS DE VAGUES :

BUT : Le tracé des plans de vagues dans les directions des houles dominantes est d'une importance primordiale dans les aménagements portuaires. En effet, ils permettent d'estimer l'énergie de la houle, de localiser les zones de concentration ou de dissipation de cette énergie, et enfin de déduire la morphologie de la côte, c'est-à-dire les zones d'érosion ou d'accumulation.

Dans le cadre de l'aménagement du port d'El-Marsa, deux plans de vagues ont été réalisés par l'I.S.T, en 1991.

L'un dans la direction Nord-Est (Fig. 17a) et l'autre, dans la direction Nord-Ouest (Fig.17b).

Fig. 15 - ESQUISSE BATHYMETRIQUE

(ECHELLE : 1/10.000)

(I.S.T - U.S.T.H.B , 1991)

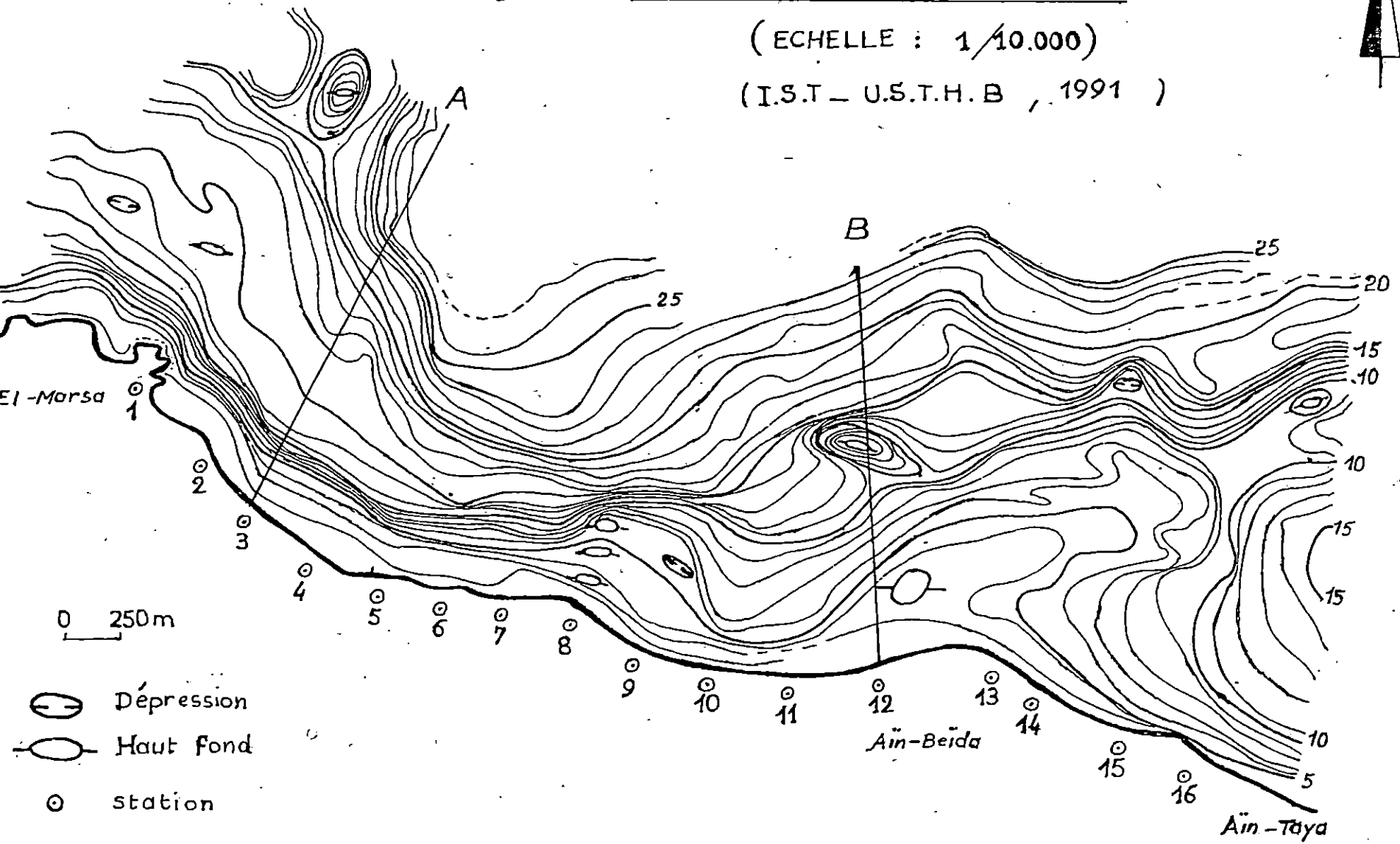
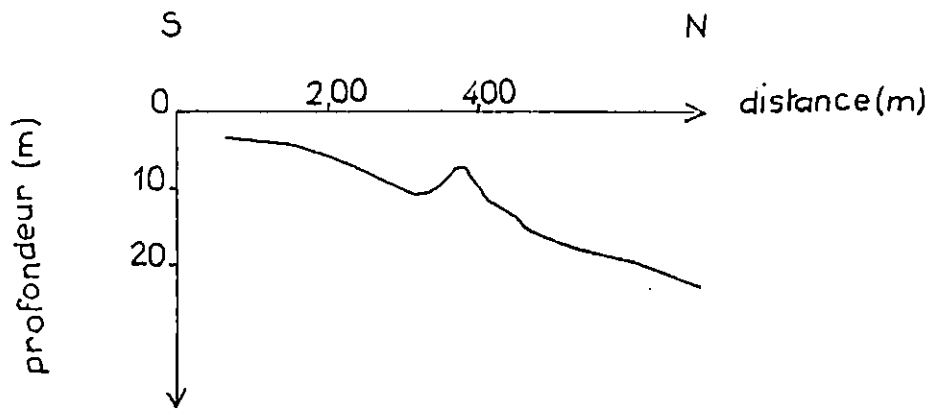
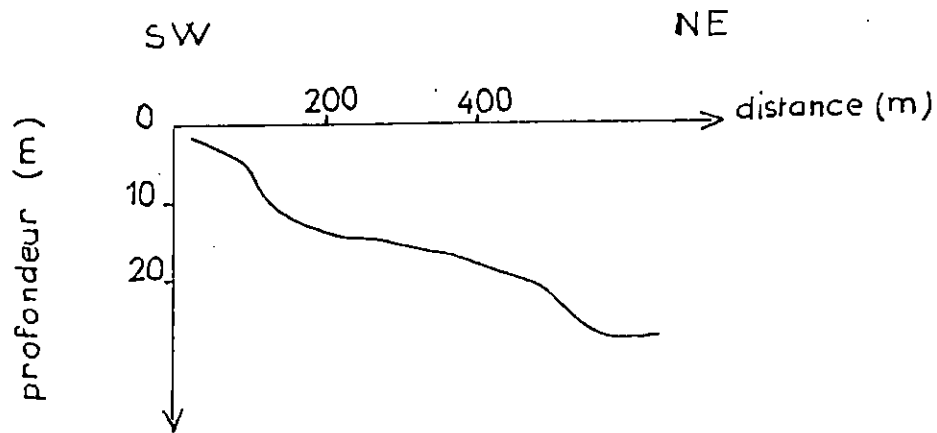


Fig:16 - PROFILS TRANSVERSAUX
DU FOND MARIN
(U.S.T.H.B , 1991)



10 m 200m

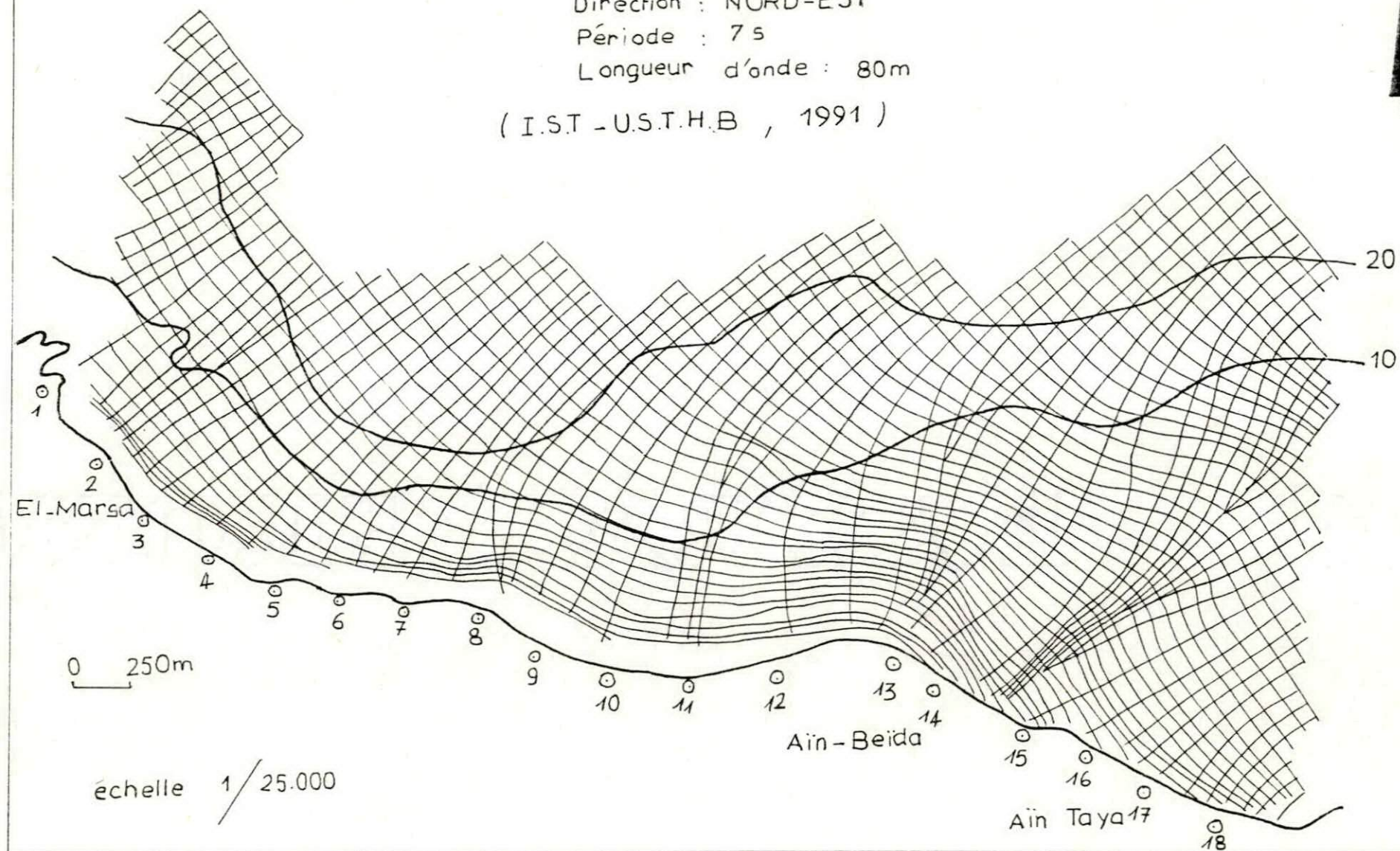
Fig:17.a - PLAN DE VAGUE

Diréction : NORD-EST

Période : 7 s

Longueur d'onde : 80m

(I.S.T - U.S.T.H.B , 1991)



0 250m

échelle 1/25.000

Fig:17 b - PLAN DE VAGUE

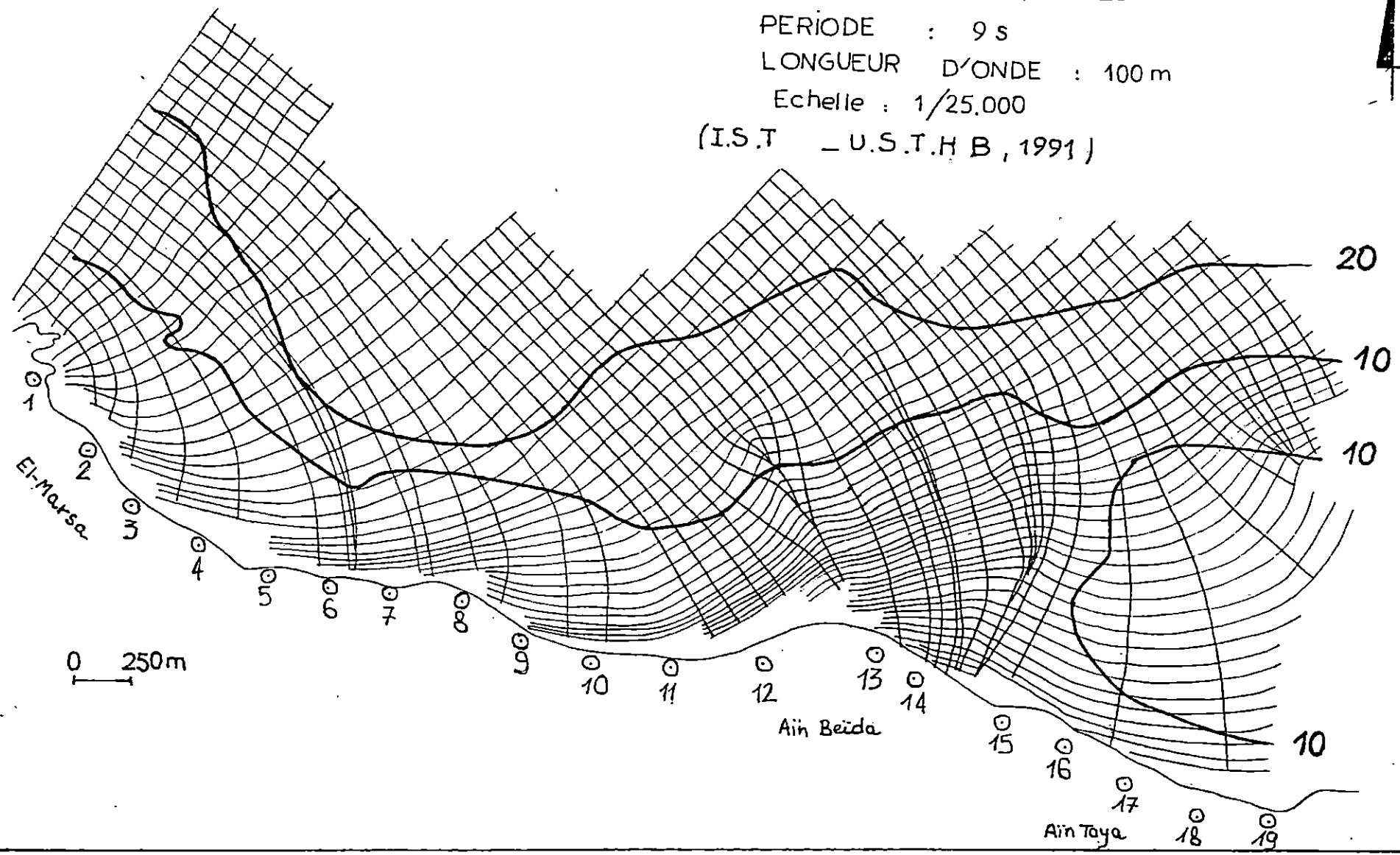
DIRECTION : NORD-OUEST

PERIODE : 9 s

LONGUEUR D'ONDE : 100 m

Echelle : 1/25.000

(I.S.T - U.S.T.H.B, 1991)



L'abri actuel d'El-Marsa étant protégé naturellement des houles du Nord-Ouest par la présence du Cap, la direction des houles la plus critique pour le port est celle du nord-Est (Voir chapitre météorologie).

Quand elle se rapproche de la côte, sur des fonds inférieurs à sa demi-longueur d'onde, la houle subit des modifications importantes, et l'énergie dissipée provoque un impact sur la côte.

En effet, la figure 16 montre qu'au niveau du Cap d'El-Marsa et des pointements rocheux de Aïn-Beïda (stations 12, 13, 14), les orthogonales convergent, par conséquent les incidences érosives sont importantes, car ce sont des zones de concentration d'énergie.

Dans ces zones de convergence, l'action violente de la houle tend à favoriser la mobilisation et le transfert des matériaux.

En revanche, dans les zones de divergence (station 3, 4, 5), l'énergie de la houle est moins importante et ses effets sont peu ressentis. Les conditions de dépôt sont favorables d'où alimentation des plages de Aïn-Taya, de Aïn-Beïda et d'El-Marsa.

V.3 CONCLUSION :

Le Cap d'El-Marsa peut être considéré comme une zone de forte énergie.

Le Cap étant constitué de terrains métamorphiques et éruptifs, le phénomène d'érosion est cependant peu important.

Les pointements rocheux de Aïn-Beïda et de Aïn-Taya sont par contre marqués par une érosion intense et permanente, car ce sont des côtes plus ou moins érodables, constituées de roches dégradables. Les produits d'érosion contribuent à l'alimentation des plages locales.

CHAPITRE VI
SEDIMENTOLOGIE

PLAN :

- VI-1 - INTRODUCTION.
- VI-2 - METHODOLOGIE
 - 1- * PLAN DE POSITIONNEMENT DES PRELEVEMENTS.
 - 2- * DELIMITATION DU SUBSTRATUM ROCHEUX.
 - 3- * ETUDE DE LA FRACTION FINE.
 - 4- * ETUDE DE LA FRACTION GROSSIERE.
- VI-3 - DYNAMIQUE ET MECANISME SEDIMENTAIRES.
- VI-4 - TRANSIT SEDIMENTAIRE.
- VI-5 - CONCLUSION.

VI-1 INTRODUCTION :

L'étude de la dynamique sédimentaire est fondamentale pour l'aménagement et la protection des côtes. Elle permet d'estimer le bilan sédimentaire sur le plan quantitatif et qualitatif, c'est-à-dire connaître la nature, l'origine et la destination des matériaux. Le but de cette étude dans les aménagements portuaires permet d'une part d'orienter les ouvrages et d'autre part, de prévoir les risques d'ensablement des ports.

El-Marsa étant une zone rocheuse, les mouvements sédimentaires proviennent surtout de la côte Est, caractérisée par une étendue de plages (Aïn-Beïda, Aïn-Taya et Aïn-Chrob). (Photo.6).

Pour cela, nous avons repris les données d'une étude sédimentologique faite par le Département de Géologie Marine (I.S.T; USTHB) en 1991, que nous avons par suite analysées et interprétées.

VI-2 METHODOLOGIE :

1- Plan de positionnement des prélèvements : (Fig.18)

La zone d'étude a été levée selon un réseau de radiales perpendiculaires à la côte. Le nombre d'échantillons prélevés est de 189.

2- Délimitation du substratum rocheux : (Fig.19)

L'analyse de la réponse acoustique sur l'échogramme, et la nature des échantillons sédimentaires ont permis de tracer avec une assez grande précision la limite des affleurements rocheux. Grâce à ces résultats, le substratum rocheux apparaît important au niveau de l'abri d'El-Marsa. Il se réduit à la côte entre les stations 4 et 12, puis réapparaît vers l'Est sur une plus grande étendue, allant jusqu'à 1500m de la côte.

Cet affleurement rocheux est recouvert par endroit par des herbiers à Posidonie, qui grâce à un réseau de rhizomes stabilisent les sédiments sur le fond.

Cette analyse, indique aussi l'existence d'une dépression centrale, délimitée de part et d'autre par le substratum rocheux.

3- Etude de la fraction fine : (Fig.20)

On appelle fraction fine ou "Lutites", les particules dont la taille est inférieure à 40 microns.

La répartition des lutites dans notre zone d'étude est relativement normale, leur teneur augmente vers le large.

Environ 65% des teneurs sont inférieures à 5%.

Le front d'envasement est situé au delà de la limite d'action de la houle sur le fond, c'est-à-dire dans des zones calmes se trouvant à environ 40 m de profondeur

Fig. 18 POSITIONNEMENT DES PRELEVEMENTS

SEDIMENTOLOGIQUES

(I.S.T - U.S.T.H.B , 1991)

Echelle 1/25.000

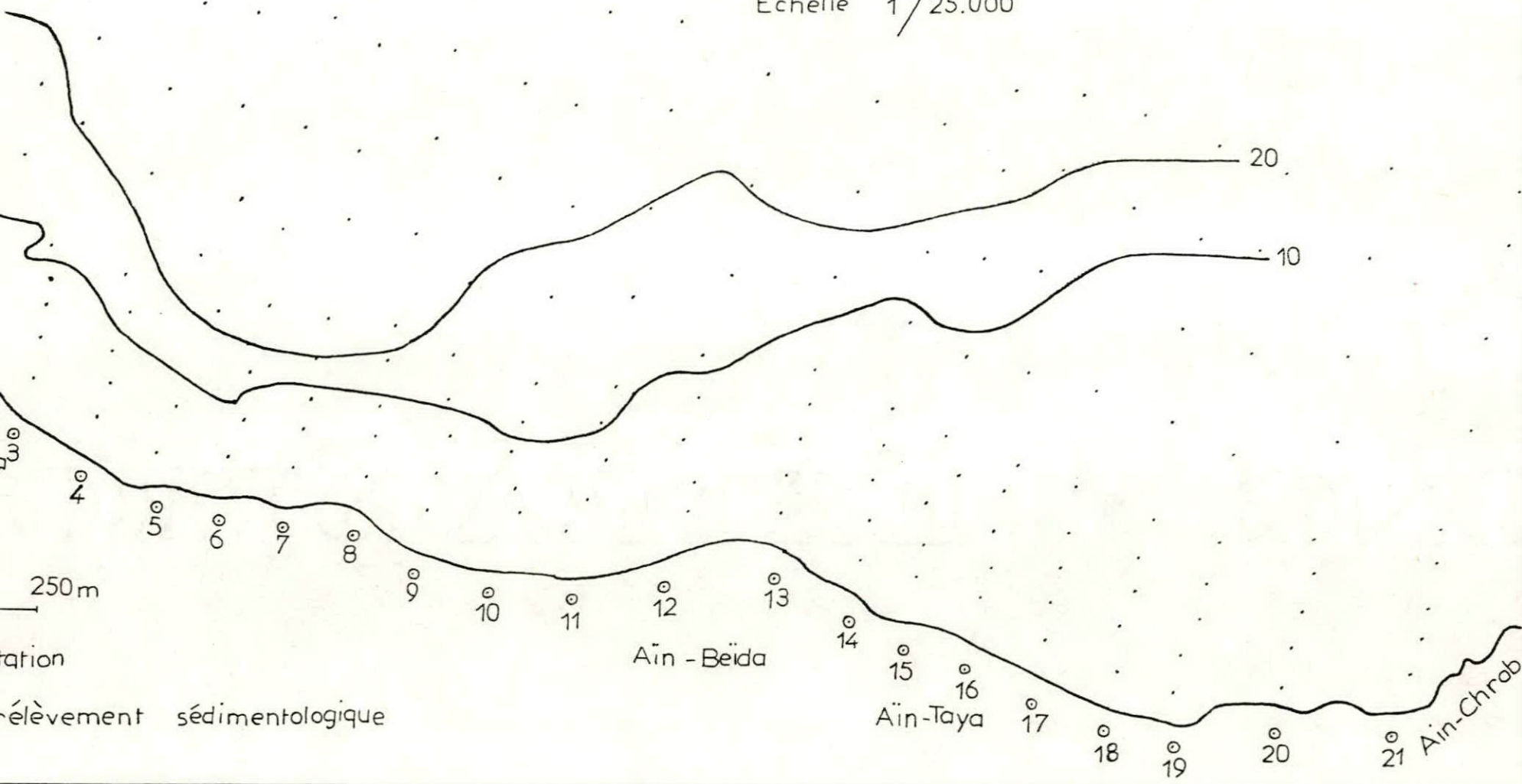


Fig.20 - CARTE DES LUTITES

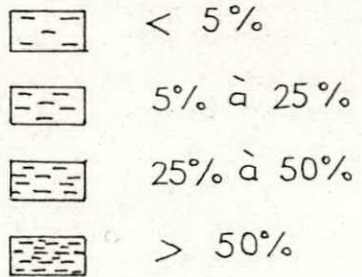
(I.S.T - U.S.T.H.B, 1991)

Echelle : 1 / 25.000



E I - Marsa

0 250m

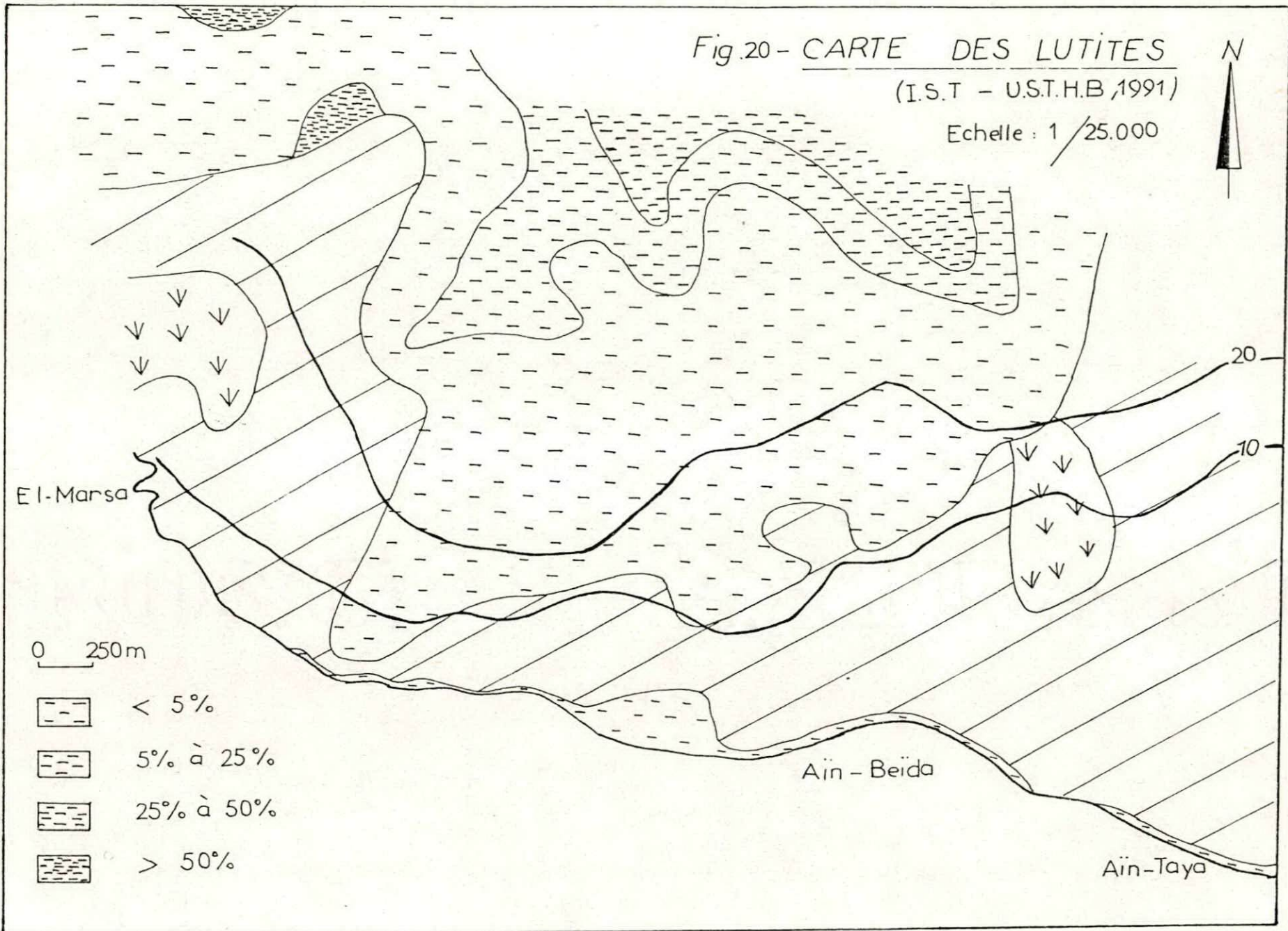
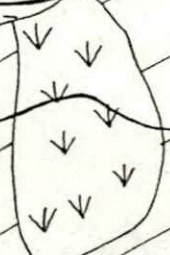
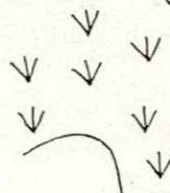


Ain - Beïda

Ain - Taya

20

10



4- Etude de la fraction grossière :

La fraction grossière est constituée de particules dont le diamètre est supérieur à 40 microns. L'histogramme de fréquence des modes a mis en évidence quatre classes modales :

- Classe modale A, 50 μ à 500 μ .
- Classe modale B, 500 μ à 1000 μ .
- Classe modale C, 1000 μ à 2000 μ .
- Classe modale D, supérieur à 2000 μ .

* Classe modale A :

Nature :

Elle est composée d'une proportion élevée en fraction détritique, constituée de grains de quartz oxydés, de micas et de grenat. Et d'une fraction organogène, représentée par des Foraminifères et des débris de Bryozoaires.

Répartition : (Fig 21)

L'essentiel des éléments de la classe modale A, est plaqué contre le substratum rocheux à l'Est de la dépression centrale. Cependant, au large d'El-Marsa, ces éléments sont faiblement représentés.

* Classe modale B :

Nature :

Cette classe est organo-détritique, elle est constituée de grains de quartz, de calcite et de Lamellibranches usés.

Répartition : (Fig 22)

Les teneurs supérieures à 50% se localisent à l'Est de la dépression centrale. Les teneurs moyennes comprises entre 25% et 50% se concentrent dans la partie centrale de la dépression. Les pourcentages faibles, inférieurs à 25% occupent l'extrémité occidentale, épousant la forme du substratum rocheux d'EL-Marsa.

* Classe modale C :

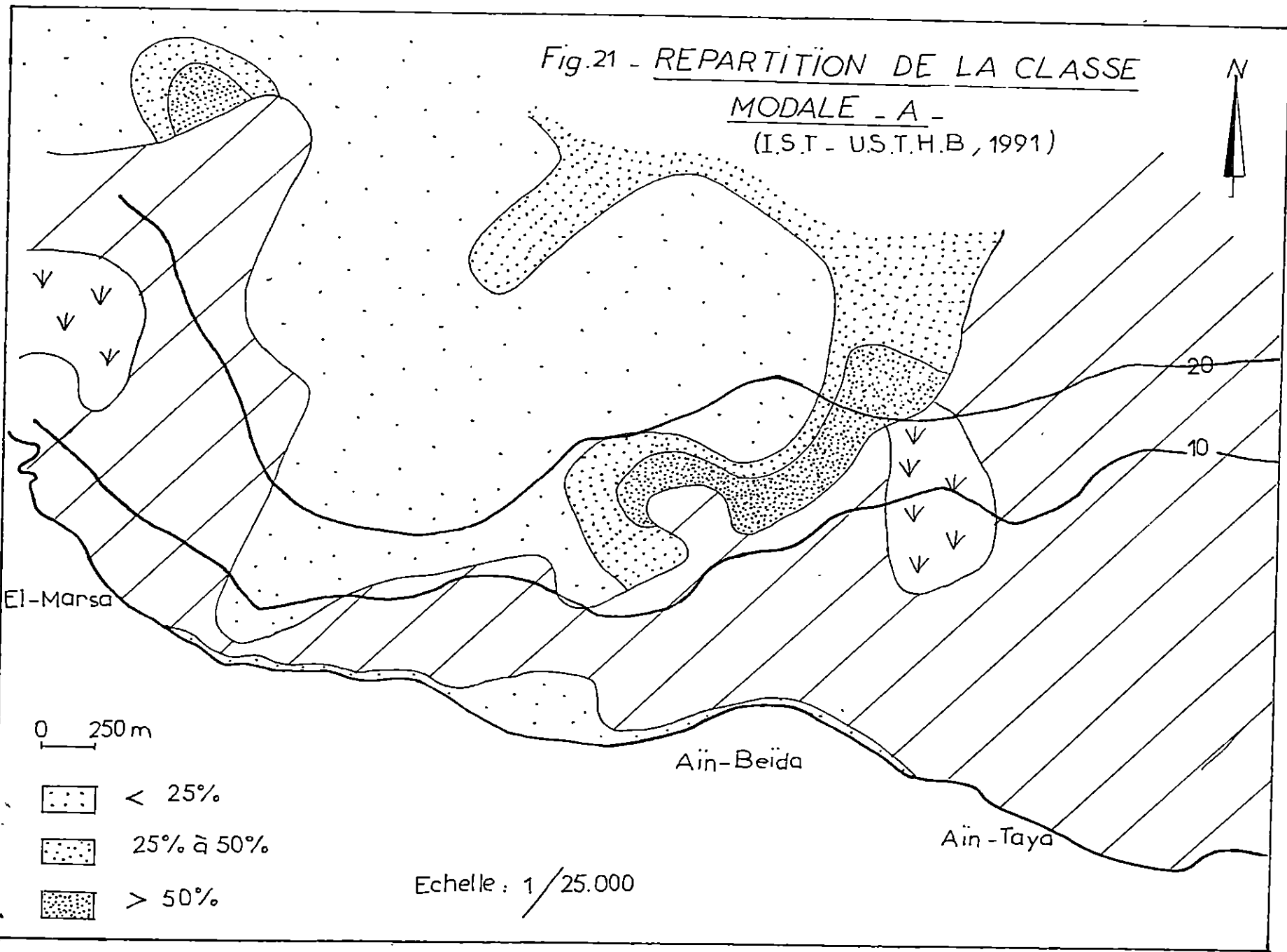
Nature :

Cette fraction grossière est essentiellement constituée d'éléments détritiques dont la teneur en grains de quartz dépasse les 60%.

Répartition : (Fig 23)

Les teneurs supérieures à 50% occupent l'Ouest de la dépression centrale. Les pourcentages compris entre 25% et 50% occupent le centre de cette dépression, alors que les teneurs inférieures à 25% sont situées dans la partie Est de la dépression centrale et au large d'El-Marsa

Fig.21 - REPARTITION DE LA CLASSE
MODALE - A -
(I.S.T - U.S.T.H.B , 1991)






El-Marsa

Aïn-Beïda

Aïn-Taya

0 250 m

-  < 25%
-  25% à 50%
-  > 50%

Echelle : 1 / 25.000

Fig.22 - REPARTITION DE LA CLASSE

MODALE - B -

(I.S.T - U.S.T.H.B , 1991)

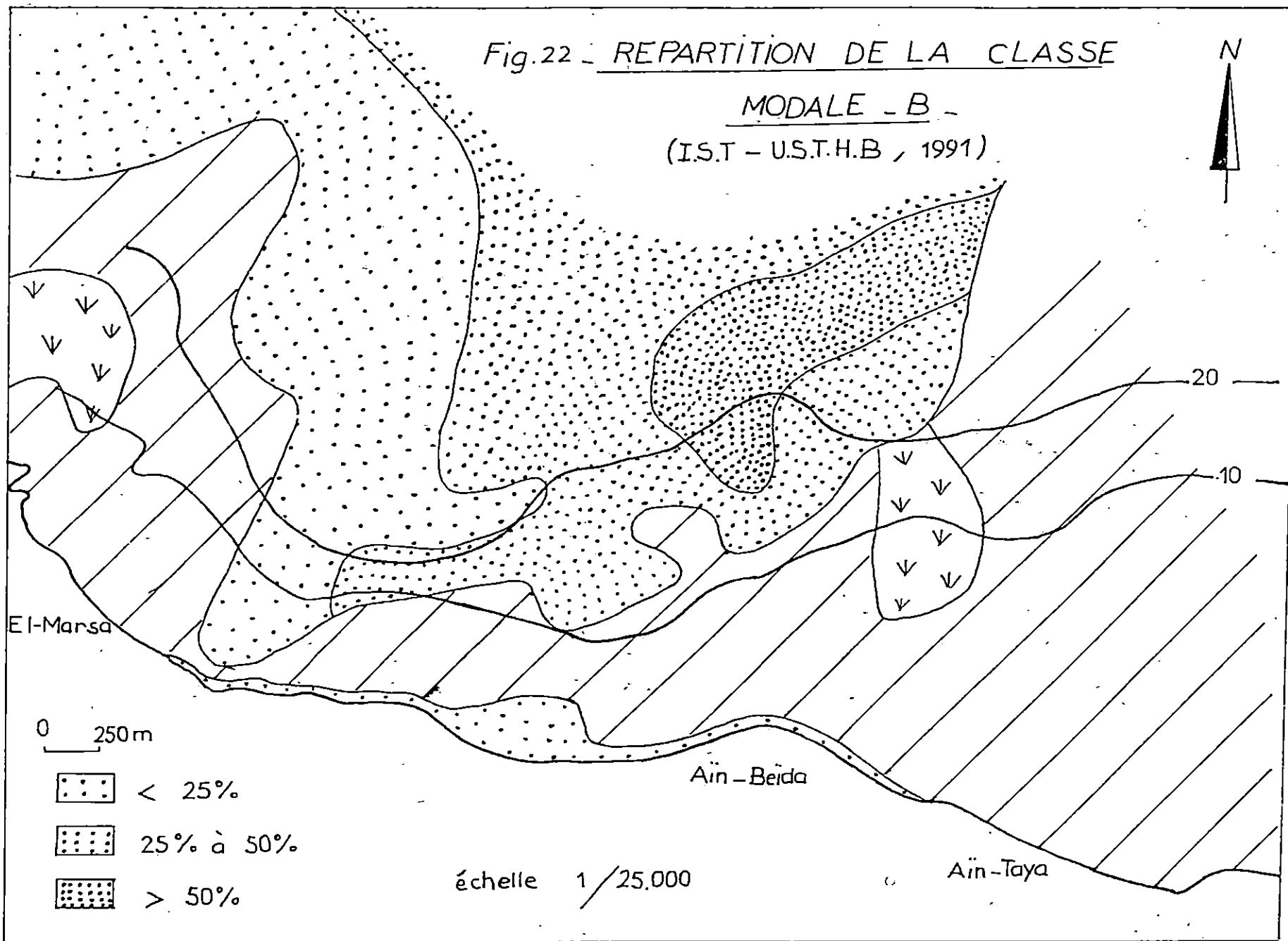
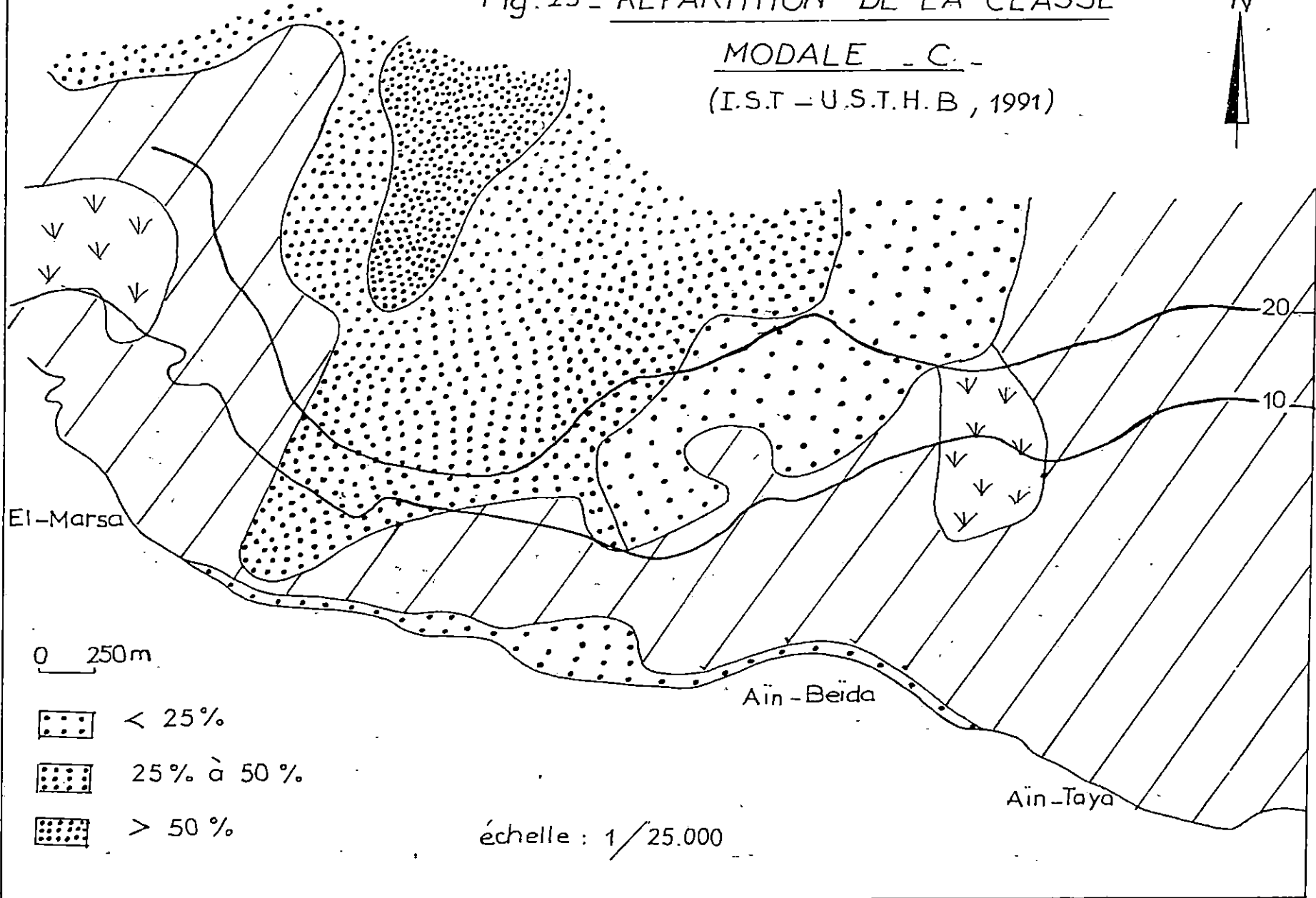


Fig. 23 - REPARTITION DE LA CLASSE

MODALE - C -
(I.S.T - U.S.T.H.B , 1991)



* Classe modale D :

Nature :

Elle est à majorité organogène, constituée de débris de coquilles et de Lamellibranches usés. La fraction détritique est très rare, elle est représentée par des graviers.

Répartition : (Fig 24)

Les pourcentages supérieurs à 50% sont localisés au large d'El-Marsa. Les teneurs moyennes comprises entre 25% et 50% occupent l'Ouest de la dépression centrale. Par contre, les teneurs faibles, inférieures à 25% occupent le reste de la dépression.

Origine des sédiments :

- Le matériel détritique puise son origine de l'érosion des falaises littorales, du démantèlement du Cap d'El-Marsa, des pointements rocheux de Aïn-Beïda et de Aïn-Taya ainsi que du substratum rocheux.

- Le matériel organogène provient quant à lui de biocénoses différentes. On distingue :

- . Un organogène ancien, situé au large ayant subi un faible transport.
- . Un organogène récent côtier, soumis à une forte dynamique côtière.

VI-3. DYNAMIQUE ET MECANISME SEDIMENTAIRES :

Le fond rocheux et la configuration du trait de côte entre El-Marsa et Aïn-Chrob induisent une dynamique sédimentaire assez complexe.

La figure 25 résume et schématise d'une manière générale, l'origine et la destination des sédiments.

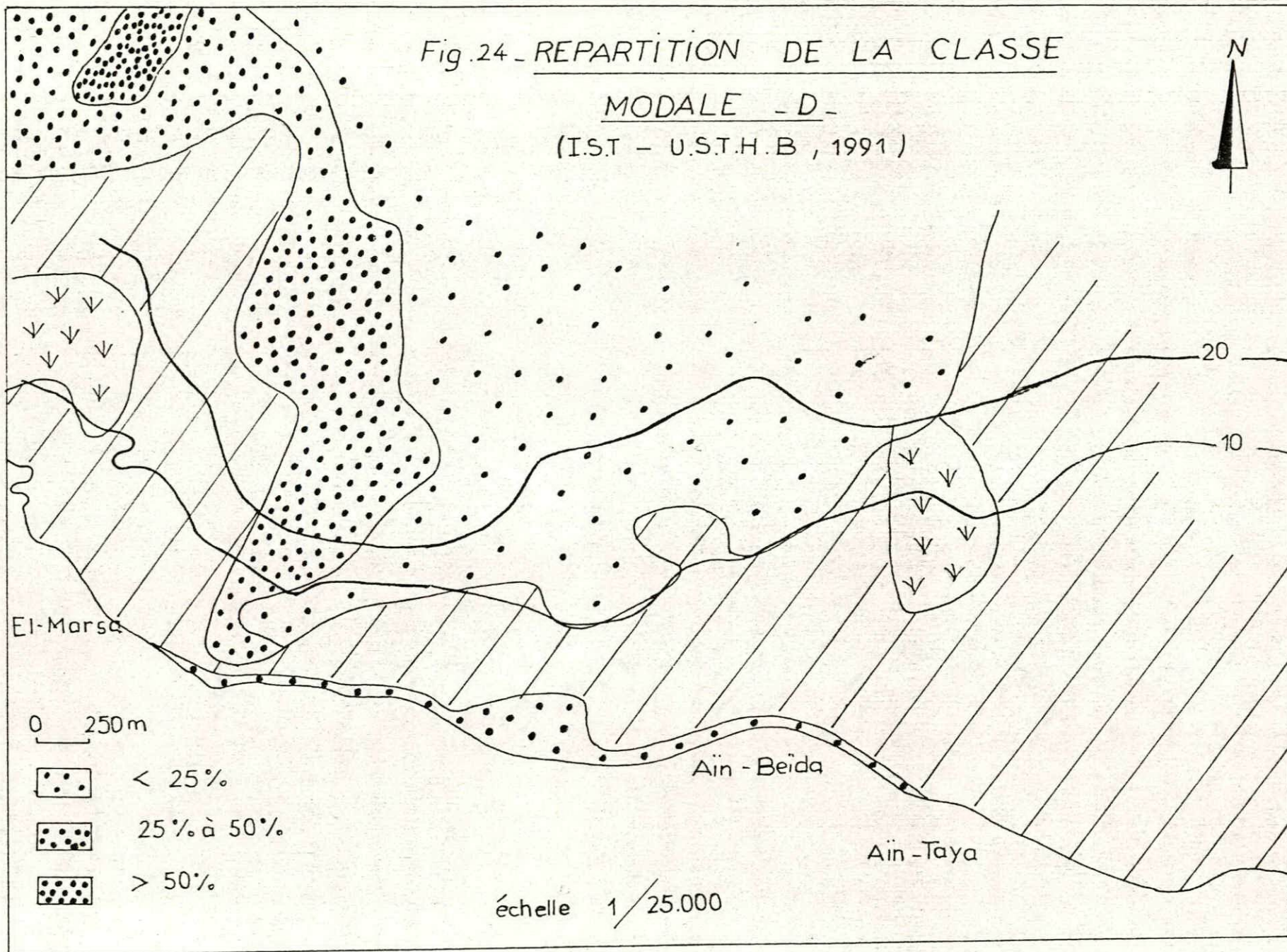
En ce qui concerne l'origine, les sédiments peuvent provenir :

- De l'érosion des falaises d'El-Marsa, de Aïn-Beïda et de Aïn-Taya (Flèche violet)
- Du démantèlement du Cap d'El-Marsa et des pointements rocheux de Aïn-Beïda et de Aïn-Chrob. (Flèche orange)
- Du démantèlement du substratum rocheux.
- Des apports de l'oued Réghaïa par les houles d'Est (Flèche verte).
- Des apports du large, par raclage du fond marin.

Fig.24 - REPARTITION DE LA CLASSE

MODALE - D -

(I.S.T - U.S.T.H.B , 1991)



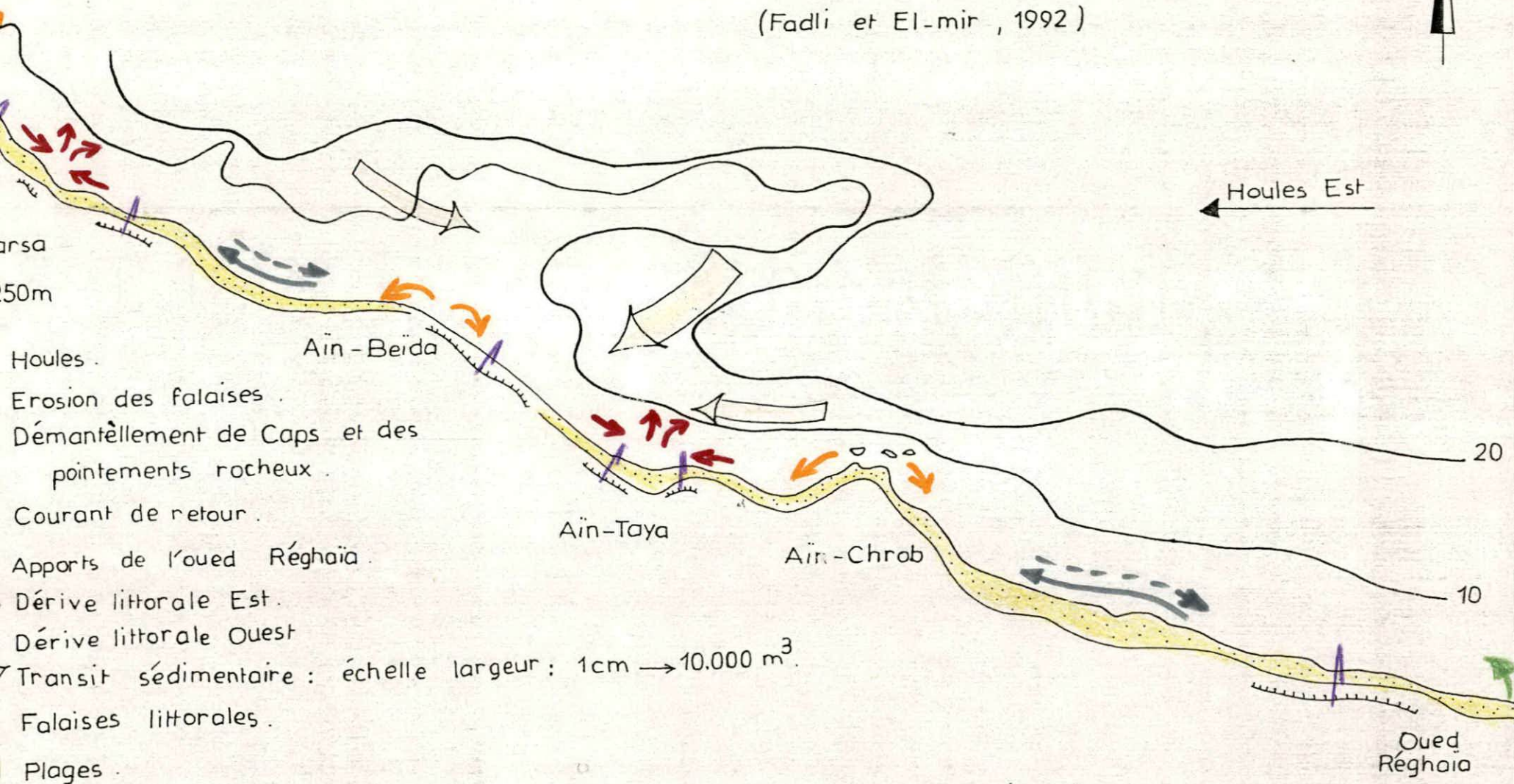
Houles Ouest

Fig: 25 - SCHEMA DE LA DYNAMIQUE SEDIMENTAIRE



entre El-Marsa et Aïn-Chrob

(Fadli et El-mir, 1992)



La destination des sédiments dépend du rôle approprié aux différents courants hydrodynamiques.

On distingue des zones d'érosion (Caps, pointements rocheux et falaises) et des zones d'accumulation représentées par des plages. Le Cap d'El-Marsa et les pointements de Aïn-Beïda et de Aïn-Chrob délimitent deux zones à faciès différents : L'une, située entre El-Marsa et Aïn-Beïda à éléments détritiques et organogènes. L'autre zone, localisée entre Aïn-Beïda et Aïn-Chrob est à majorité détritique.

Zone El-Marsa- Aïn-Beïda :

La nature métamorphique et éruptive du Cap d'El-Marsa fait que celui-ci est faiblement érodé et contribue très peu à l'alimentation de la plage locale.

El-Marsa étant abritée naturellement des houles d'Ouest par la présence du Cap, l'alimentation de la plage se fait surtout par l'érosion locale des falaises.

Le matériel détritique provenant du pointement rocheux de Aïn-Beïda transite de l'Est vers l'Ouest sous l'action des houles d'Est, provoquant ainsi un engraissement de la plage locale.

Un courant de dérive littorale vers l'Est engendré par les houles de Nord-Ouest, contribue à l'alimentation de la plage de Aïn-Beïda.

Le matériel organogène situé au large et à la côte est issu de biocénoses ancienne et récente.

Zone Aïn-Beïda - Aïn-Chrob :

Le matériel détritique est le produit d'érosion des falaises littorales de Aïn-Beïda et Aïn-Taya. Ces dernières sont soumises à l'action des eaux de ruissellement et d'infiltration ainsi qu'à l'action continue de la mer.

Les produits d'érosion des falaises locales sont transportés essentiellement par les dérives littorales Est et Ouest (Flèches grises).

Ces produits alimentent les plages de Aïn-Taya et de Aïn-Chrob.

Le Cap d'El-Marsa et les pointements rocheux de Aïn-Beïda et Aïn-Chrob constituent des zones de concentration de la houle (Voir plan de vague). A leur contact, l'énergie de la houle se dissipe de part et d'autre, un courant de retour prend naissance (Flèche rouge). Ce courant assure la dispersion du matériel vers le large et alimente en partie la dépression centrale.

VI-4 TRANSIT SEDIMENTAIRE :

Sous l'action de la houle, les sédiments sableux peuvent être soumis à différents mouvements se traduisant par des déplacements dans un profil perpendiculaire à la côte et par un transit littoral dont la direction et l'importance dépendront essentiellement des caractéristiques de la houle, des matériaux et du profil des fonds (C. ARISTAGHES, 1986).

Dans le cas d'un transit littoral, les sédiments subissent un déplacement parallèle à la côte sous l'action des houles obliques.

Estimation du transit :

L'estimation du transit sédimentaire à El-Marsa répondrait à deux objectifs principaux :

- D'une part, elle permet de mettre au point le projet portuaire vis-à-vis des risques sédimentologiques (ensablements). Pour cela, il faut éviter d'ouvrir la passe d'entrée face à un transport littoral important.

- D'autre part, elle prévoit l'impact du port sur la dynamique sédimentaire sur le littoral avoisinant et définit les éventuelles mesures compensatoires.

Il existe plusieurs formulations pour estimer le transit littoral par fonds de 10m à 15m, d'où la divergence dans les résultats calculés.

Dans notre étude, nous avons utilisé la formulation de SOGREAH, (Société Grenobloise des Etudes d'Aménagements Hydrauliques).

$$Q = \frac{K \cdot g}{C_s} \cdot H_s^2 \cdot T_s \cdot f(\alpha) \cdot t_s$$

- Q : débit solide (m³/an).
- H_s : hauteur significative de la houle (m)
- T_s : période de la houle significative (s)
- t : temps d'action de la houle significative (s)
- α : obliquité de la houle significative avec le rivage (en degré)

$$\left[\text{avec } f(\alpha) = \sin \frac{7\alpha}{4} \right]$$

K : coefficient de transport des sables. (Pour des sables grossiers K = 0,2.10⁻⁵)

g : accélération de la pesanteur (m/s²)

C_s : cambrure de la houle significative.

$$\text{avec } C_s = \frac{H_s}{L_s} \quad \left(\begin{array}{l} H_s : \text{Hauteur de la houle significative} \\ L_s : \text{Sa Longueur d'onde.} \end{array} \right)$$

Selon le L.H.C.F (Laboratoire Hydraulique Central de France), pour des courbures moyennes de 4%, la formule simplifiée pour des sables grossiers s'écrirait :

$$Q = \frac{0,2 \cdot 10^{-5} \times 10}{0,04} \times H_s^2 \times T_s \times f(\alpha) \times t_s$$

$$Q = 5 \cdot 10^{-4} \cdot H_s^2 \cdot T_s \cdot f(\alpha) \cdot t_s$$

A El-Marsa, les houles les plus fortes qui agissent sur le fond de 10 à 15m sont celles du secteur Est et Nord-Est (Voir chapitre météorologie).

Calcul du transit :

Hs en fonction de la période de retour considérée selon les directions Nord-Ouest, Nord-Est, Est (d'après le L.E.M) :

Directions	E	N.E	N.W
Hs. Biennale (m)	5	4,5	3,6

Pour une période de retour biennale, le transit sédimentaire annuel est estimé comme suit :

* Direction Est :

Hs.	T	t	α	f(α)
5m	9s	28382,4s	35°	0,88

$$Q_E \approx 3000 \text{ m}^3/\text{an}$$

* Direction Nord-Est :

Hs.	T	t	α	f(α)
4,5m	9s	81993,6s	48°	0,99

$$Q_{N.E} \approx 7000 \text{ m}^3/\text{an}$$

* Direction Nord-Ouest :

Hs.	T	t	α	f(α)
3,6m	9s	47304s	45°	0,98

$$Q_{N.W} \approx 3000 \text{ m}^3/\text{an}$$



- Le volume de sédiment déplacé vers l'Ouest par la dérive littorale Ouest est d'environ de $10.000\text{m}^3/\text{an}$ ($3000+7000$) m^3/an .
- Le volume déplacé vers l'Est par la dérive littorale Est est de l'ordre de $3000\text{m}^3/\text{an}$.
- Le volume résultant se déplace vers l'Ouest par la dérive littorale Ouest, il est de l'ordre de $7000\text{m}^3/\text{an}$.
($10.000 - 3000 = 7000\text{m}^3/\text{an}$)

VI-5 Conclusion :

D'après les résultats trouvés, on peut dire que notre zone d'étude est caractérisée par un transit sédimentaire assez faible ($7000\text{m}^3/\text{an}$), qui se fait de l'Est vers l'Ouest. Selon le laboratoire d'études maritimes, un transit sédimentaire est jugé faible, s'il est inférieur à $50.000\text{m}^3/\text{an}$. De ce fait, nous pourrions dire que les risques d'ensablement pour le port d'El-Marsa seraient très négligeables.

CHAPITRE VII
ECOSYSTEMES MARINS

PLAN

- VII-1 - INTRODUCTION
- VII-2 - DEFINITION D'UN ECOSYSTEME MARIN
- VII-3 - IMPORTANCE DE L'ECOSYSTEME A POSIDONIA OCEANICA
- VII-4 - ETUDE DE L'ECOSYSTEME A POSIDONIE DANS LA REGION D'ALGER (LA PEROUSE -EL-MARSA - SURCOUF)
- VII-5 - LE PETIT MONDE DE L'HERBIER
- VII-6 - CONCLUSION GENERALE .

VII-1 INTRODUCTION :

L'herbier à posidonie est un facteur important de l'oxygénation des eaux, fixateur des masses sédimentaires, régulateur des houles, protecteur des plages, frayère naturelle et réservoir immense des ressources vivantes, mériterait d'être mieux connu de tous (BOUDOURESQUE et MEINESZ, 1982).

Les herbiers sont fragiles, vulnérables. Leur unique domaine, le proche littoral, est justement la zone qui leur est âprement disputée par les hommes.

Presque tous les terre-pleins littoraux sont bâtis sur d'anciens herbiers; les ports conquis sur l'herbier, les terre-pleins gagnés sur la mer. Tous ces aménagements sont réalisés sur des petits fonds, c'est-à-dire dans la plupart des cas au dépens des herbiers à posidonie (A. J. de GRISSAC, 1979).

VII-2 DEFINITION D'UN ECOSYSTEME MARIN :

L'écosystème marin est défini comme étant l'ensemble intègre du milieu et des peuplements qui lui sont associés. C'est une unité fonctionnelle résultant de l'ensemble des relations, des interactions existant entre le milieu marin et ses peuplements.

Les éléments globaux de l'écosystème marin : l'eau, le substrat et l'édifice trophique sont fonctionnellement indissociables et toute modification de l'un d'eux se répercute sur l'ensemble du système (J. VERNAUX in P. PESSON, 1980).

VII-3 IMPORTANCE DE L'ECOSYSTEME A POSIDONIA OCEANICA :

En méditerranée, l'herbier à posidonie joue un rôle exceptionnellement important dans la biocénose marine.

La posidonie peut approcher de très près la surface de la mer. En profondeur, la limite atteinte par les posidonies dépend de la transparence de l'eau et donc de la quantité de lumière qui parvient jusqu'au fond. En l'absence de pollution importante, cette limite inférieure se situe entre 30 et 40 mètres de profondeur, c'est la zone infralittorale.

L'herbier à posidonie doit son importance à la richesse de sa flore et de sa faune, à son rôle d'habitat et de frayère pour de nombreuses espèces qui y trouvent nourriture et protection. Il présente la plus forte productivité primaire de tous les peuplements méditerranéens, qui est à la base de très nombreuses chaînes alimentaires et dont une grande partie est exportée vers d'autres écosystèmes. Il intervient aussi sur la qualité des eaux littorales par un dégagement considérable d'oxygène.

La structure des herbiers à posidonie influe profondément sur la sédimentation littorale et le maintien de l'équilibre des lignes de rivage par la fixation des sédiments meubles au niveau de ses rhizomes (BOUDOURESQUE et MEINESZ, 1982).

La préservation des herbiers est un élément majeur dans le maintien des équilibres littoraux tant biologiques que physiques. L'herbier peut accroître de 30 à 40% de l'amortissement des houles,

VII-4 ETUDE DE L'ECOSYSTEME A POSIDONIE DANS LA REGION D'ALGER : (La Pérouse, El-Marsa , Surcouf).

Les travaux effectués en Algérie sur l'herbier à posidonie constatent l'état très fragmentaire ou très ancien des données sur l'herbier.

C'est pour palier à ce manque de données, que Monsieur SEMROUD Rachid, Docteur en biologie marine à l'U.S.T.H.B (en collaboration avec des scientifiques Français) a entrepris d'étudier depuis Octobre 1985 l'écosystème à posidonie dans la région d'Alger.

Pour cela, deux zones, qui diffèrent par leurs conditions écologiques ont été choisies :

- L'une, située dans la baie d'Alger à Tamentfoust, qui est soumise à des facteurs anthropiques, tels que la pollution domestique, industrielle et la turbidité des eaux. Cette pollution est engendrée, en grande partie par le développement anarchique des agglomérations de plus de deux millions d'habitants qui ne possèdent pas à l'heure actuelle de station d'épuration pour le traitement de ses eaux usées.
- L'autre, par contre située dans la localité d'El-Marsa, façade Est du Cap-Matifou, où les conditions locales maintiennent des eaux relativement propres, du fait que la densité de population y est faible, l'activité industrielle étant pratiquement nulle sur la bordure côtière.

La station de AÏN-CHORB (ex-Surcouf) est une zone ouverte, soumise à des renouvellements d'eau. Au delà de 1 mètre de profondeur se trouve un herbier sur un substrat rocheux, en touffes peu denses, accompagné par un peuplement algal diversifié (R. SEMROUD, 1992).

La station d'El-Marsa, à l'Est du Cap Matifou, localisée à moins de 5Kms de Aïn-Chorb, présente dans l'ensemble, les mêmes caractéristiques hydrologiques et écologiques que Aïn-Chorb, c'est une zone assez agitée, exposée aux vents et aux courants du large.

Dans cette zone, l'herbier se développe sur substrat dur. Il est accompagné par une végétation algale dense.

Le fond rocheux s'enfonce très vite pour laisser place à un substrat meuble formé de sable grossier à moins 8 mètres de profondeur. L'herbier s'étend et pousse sur des monticules constitués par une matre.

Les rhizomes présentent un fort déchaussement. Les amplitudes des intermattes sont importantes, laissant parfois place à des chenaux intermattes. Cet aspect caractérise une forte activité sédimentaire liée à l'hydrodynamisme de la région (R. SEMROUD, 1992).

CONCLUSION :

La densité des faisceaux à *posidonia oceanica* diminue avec la profondeur (PERGENT, 1987).

La plus forte densité est à El-Marsa (moins 25 mètres de profondeur) avec 476 faisceaux par mètre carré; il s'agit d'un herbier dense.

Par contre à Tamentfoust, pour la même profondeur, on rencontre un herbier très clairsemé (275 faisceaux par mètre carré) (R. SEMROUD, 1992).

Cette différence de densité est conditionnée par un ensemble de facteurs, dont la nature du substrat. Ainsi, il apparait dans l'étude menée par Monsieur SEMROUD, que l'herbier sur substrat dur (El-Marsa) a une densité plus importante que celui sur substrat meuble (Tamentfoust), ce que confirme les observations de (GIRAUD 1977).

Le substrat rocheux constitue probablement un meilleur support pour la posidonie dont les rhizomes s'implantent dans les infractuosités de la roche où sable et matière organique sont déjà présents.

Le substrat ne constitue pas le seul facteur déterminant pour le maintien de l'herbier à posidonie (GIRAUD, 1977), comme le font remarquer BOUDOURESQUE et MEINESX(1982), la densité de l'herbier diminue également sous l'effet de la pollution.

La différence que nous observons entre la station d'El-Marsa et Tamentfoust, est certainement due aussi au phénomène de pollution et aux importants apports terrigènes par oued Hamiz et oued El-Harrach qui affectent cette dernière.

La dégradation de l'herbier à Tamentfoust est liée à la clarté des eaux, en effet dans cette région les eaux sont très turbides, car elles présentent une grande charge en polluants domestiques et industriels. Le renouvellement des eaux y est très limité, car c'est une zone abritée par le Cap-Matifou.

Par contre, à El-Marsa, le bon développement de la posidonie est favorisé par la qualité des eaux. En effet, les conditions locales (hydrodynamisme, exposition aux vents) maintiennent des eaux relativement propres.

VII-5. LE PETIT MONDE DE L'HERBIER :

L'herbier à posidonie est un habitat à haute densité, en effet, les feuilles de posidonie sont colonisées par des algues microscopiques, qui seront recouvertes par d'autres algues macroscopiques.

Ces espèces vivent en accéléré : en quelques semaines, elles naissent, vivent, se reproduisent et meurent, c'est ce qui explique l'importance de leur production primaire.

Les extrémités des feuilles de posidonie sont recouvertes d'un feutrage dense d'EPIPHYTES (Algue rouges et brunes), Bryozoaires, Foraminifères, Polychètes, Eponges ...

D'autres espèces se déplacent sur les feuilles à la recherche de leur nourriture, tels que les Gastéropodes, Crustacés, Crabes, Araignées de mer.

La SAUPE, dénommée la Daurade est un poisson herbivore qui trouve refuge et nourriture dans l'herbier.

Les Holothuries, nommées "Concombres de mer", sont des détritivores qui ingèrent les déjections des Oursins (VERLAQUE, IN BOUDOURESQUE ET MEINESZ, 1982), (Fig 26).

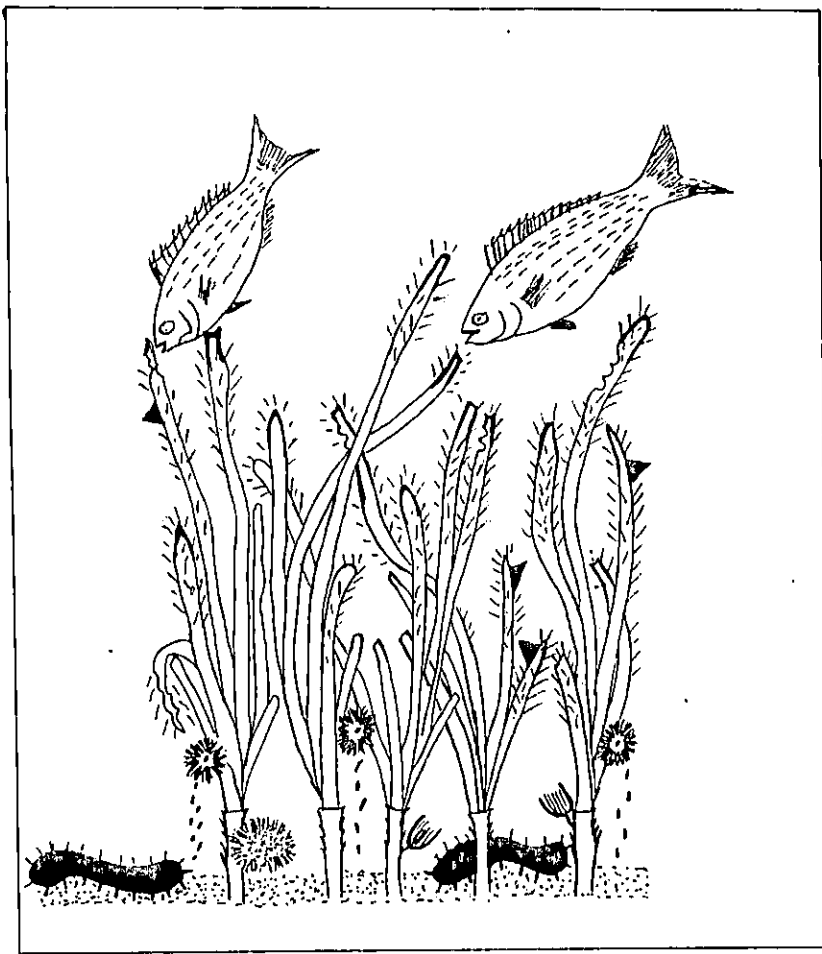
Par sa taille et sa voracité, l'oursin comestible : (le *Paracentrotus lividus*) est certainement le principal consommateur des posidonies.

L'écosystème à Posidonie d'El-Marsa est très dominé par ces échinodermes, l'oursin comestible représente environ 86% de la biomasse totale des échinodermes. En effet, les herbiers à posidonie superficiels d'El-Marsa constituent pour le *Paracentrotus lividus* un biotope favorable du point de vue trophique et un abri efficace contre la plupart de ses prédateurs (R. SEMROUD, 1992).

VII-6. CONCLUSION GENERALE :

El-Marsa est une zone particulièrement favorable au développement de l'herbier à posidonie. Elle présente un endroit propice à la vie, car le fond marin est bien éclairé et les eaux sont constamment renouvelées, vue son exposition aux vents et aux houles du large.

Cette région ne connaît pas une pollution importante, elle n'est caractérisée ni par des rejets d'eau industrielle, ni par des apports terrigènes (R. SEMROUD, 1992), la pollution est surtout d'origine domestique (Voir chapitre pollution).










- 
Feuille de posidonie avec Epiphytes
- 
Algue verte
- 
Gastéropode
- 
Oursin comestible
- 
Oursin violet
- 
Déjections d'oursins
- 
Holothurie

Fig: 26

LES PRINCIPAUX CONSOMMATEURS

DE LA POSIDONIE

(Découverte de l'herbier de posidonie)
 A . Boudouresque et Meinesz
 - 1982 -

CHAPITRE VIII

POLLUTION

PLAN :

VIII-1 - INTRODUCTION.

VIII-2 - SOURCES DE POLLUTION A EL-MARSA.

VIII-3 - CONCLUSION.

VIII-1-INTRODUCTION :

En Algérie, pays où la démographie est importante, le développement industriel est surtout concentré sur la façade maritime.

La priorité a été donnée au lancement de ces infrastructures, support du démarrage économique, sans que leurs incidences écologiques n'aient été, la plupart du temps, prises en considération. Ce n'est qu'à partir de 1975 que la surveillance du milieu marin a été entreprise, après l'adhésion de l'Algérie à la Convention de Barcelone relative aux différents projets "MED-POL" (Pollution en Méditerranée), du programme des Nations-Unies pour la protection de l'environnement (André ASSO, 1982).

VIII-2-SOURCES DE POLLUTION A EL-MARSA :

La densité de population dans la commune d'El-Marsa est faible, l'activité industrielle est quasiment inexistante sur la bordure côtière, la pollution est surtout de type domestique.

Lors de nos visites sur les lieux, nous avons constaté un égoût principal à ciel ouvert, situé au Sud-Est du port. Celui-ci débouche directement sur la plage de galets (Photo n° 7). Nous avons noté également la présence de trois autres égouts secondaires dont l'un d'entre eux déverse ses effluents domestiques immédiatement dans le port. (Photo n° 8).

Les eaux usées domestiques recueillies au niveau de "l'embouchure" de l'égoût principal dont le débit moyen serait de deux litres par seconde (2l/s) ont été analysées par l'Agence Nationale pour la Protection de l'Environnement (A.N.P.E), entre Mai et Juillet 1992.

Les résultats d'analyse ont montré une grande richesse en détergents, matières en suspension : matières organiques et sels nutritifs (sous forme de nitrates NO_3 , nitrites NO_2 et phosphates PO_4).

En ce qui concerne les métaux lourds, les eaux usées analysées contiennent de fortes teneurs en plomb (150 $\mu\text{g/l}$) et en cuivre (60 $\mu\text{g/l}$).

Ces polluants métalliques proviendraient probablement des conduites d'eaux qui alimentent l'agglomération d'El-Marsa, car il faut signaler qu'il n'existe aucune activité locale à base de ces métaux.

Les rejets ménagers véhiculent également une masse importante de bactéries et de virus pathogènes. Ceci entraînera à la longue une détérioration de la qualité des eaux de baignade. (Impact négatif sur le tourisme).

Il existe un autre type de pollution à El-Marsa, dite pollution chimique, mais elle est de moindre importance que la pollution domestique.

Cette pollution chimique résulte de l'entretien des embarcations. Elle est causée par les peintures antifouling à base d'organostanniques, les huiles et les graisses, ainsi que par les détergents utilisés pour le lavage et le nettoyage des embarcations.

Une pollution chimique peu considérable peut être un facteur limitant pour certaines espèces marines et un facteur non limitant pour d'autres (A. Chouikhi, 1980).

C'est le cas de certaines espèces appelées "indicatrices de pollution" parmi lesquelles l'oursin et la moule qui arrivent à se développer normalement dans les ports exposés au phénomène de pollution.

Parmi les différentes formes que peut prendre la pollution du milieu marin, il y a celle qui a pour origine les métaux lourds.

Pour l'estimation de la teneur globale de certains polluants métalliques (cadmium, zinc, plomb, manganèse, mercure et cuivre) dans la région d'El-Marsa, une étude a été menée par le Professeur André ASSO, au début des années quatre-vingt, sur la moule *Perna-Perna* (L), dans les îlots Sandja distants d'environ 300m du port. (photo.9).

REMARQUE :

Le choix a été porté sur la moule *Perna-Perna* (L) car, d'une part, c'est l'espèce la plus représentative dans les îlots Sandja, et d'autre part, par sa sédentarité, son mode de nutrition par filtration, son pouvoir accumulateur des polluants, elle est le relief amplifié mais fidèle, des conditions du milieu dans lequel elle vit. (A. ASSO, 1982).

Les résultats d'analyse ont révélé que les teneurs en zinc, mercure, manganèse, cuivre et plomb chez la moule *Perna-Perna* (L) sont normales.

Ceci nous permet de dire que les îlots Sandja ont tout l'aspect d'une zone non polluée par ces métaux. (A. ASSO, 1982).

Cependant, la situation semble préoccupante pour le cadmium.

En 1982, André ASSO avait trouvé une valeur minimale de 0,10 p.p.m (partie par million), alors que celle trouvée par A. Aïssi en 1980, était fixée à 0,05 p.p.m. On constate donc une nette augmentation du cadmium entre les deux périodes d'étude.

Le cadmium est très dangereux pour les organismes marins car il a une demi-vie biologique très longue (16 à 33 ans) qui se traduit par une accumulation de cet élément. Il se concentre essentiellement dans le foie, les reins mais aussi dans la chair des poissons. Ces derniers sont particulièrement sensibles à cet élément (Science et Vie, N°52, 1988).

Ceci pourrait affecter les ressources halieutiques et par conséquent la pêche.

Les sources de pollution par le cadmium étant inexistantes à El-Marsa, celui-ci ne pourrait émaner que de la baie d'Alger, point de rencontre de tous les rejets industriels et urbains de la région Algéroise et zone polluée, la plus proche d'El-Marsa dont les influences se font sentir à l'extérieur.

VIII-3 CONCLUSION :

Par comparaison à la baie d'Alger, El-Marsa peut être considérée comme une zone "légèrement polluée" pour le moment. Cette région ne connaît pas une pollution importante. Les rejets sont surtout d'origine domestique. (A. ASSO, 1982) et (R. SEMROUD, 1992), (Voir chapitre Ecosystèmes marins).

Cette zone est assez agitée, elle jouit d'un hydrodynamisme intense vue son exposition aux vents et courants du large. Par conséquent, les eaux sont constamment renouvelées, induisant ainsi une dilution des substances polluantes.

Le transfert important des eaux le long des côtes Algériennes présente un double effet : d'une part, il permet la dilution des divers polluants, ce qui explique les faibles teneurs de certains métaux lourds (cuivre, plomb, ...) trouvées au niveau des îlots Sandja, et d'autre part, ce courant rapide à certaines périodes de l'année (sa vitesse peut atteindre jusqu'à 6 noeuds, selon LECLAIRE) peut entraîner sur de longues distances, des polluants émis par une zone de forte pollution, contaminant au passage des zones ne recevant pas de pollution locale. Ça peut être le cas par exemple pour le cadmium des îlots Sandja qui seraient baignés par des eaux qui auraient séjourné dans la baie d'Alger avant d'être reprises par le courant.

En effet, d'après la récente étude sur le dosage des métaux lourds dans le sédiment superficiel de la baie d'Alger, menée par le laboratoire de chimie et pollution marine (I.S.M.A.L), la forte variation du cadmium (0,162 - 1,121µg/g) reflète l'existence de sources de pollution ponctuelles dans la baie. La frange littorale présente des concentrations élevées particulièrement aux embouchures des Oueds El-Harrach et El-Hamiz ainsi qu'à proximité du port d'Alger (D. BOUDJELLAL et B. SELLALI, 1992).

CHAPITRE IX
ETUDE TECHNIQUE
ET FINANCIERE

PLAN :

- IX-1 * AMENAGEMENT DU PORT :
 - 1 - INTRODUCTION.
 - 2 - DETERMINATION DES BESOINS.
 - 3 - SCHEMA D'AMENAGEMENT.
 - 4 - STRUCTURE DES OUVRAGES.
 - 5 - BESOINS ET SOURCES DE MATERIAUX.

- IX-2 * CALCUL DES COÛTS DU PROJET :
 - 1 - GENERALITES
 - 2 - DEVIS ESTIMATIF DU PROJET.
 - 3 - CONCLUSION.

- Linéaire de quai ou appontement nécessaire :

Le L.E.M a prévu un amarrage perpendiculaire.
 En considérant un espace de 0,50m à laisser entre embarcations, le linéaire nécessaire serait de :

$$\begin{array}{ccccc}
 50 & (3\text{m}) & + & 0,50\text{m}) & = & 175\text{m} \\
 \uparrow & \uparrow & & \uparrow & & \\
 \text{Nombre} & \text{Largeur max} & & \text{Espace à laisser} & & \\
 \text{d'embarcations} & \text{des embarcations} & & \text{entre embarcations} & &
 \end{array}$$

- Surfaces nécessaires :

* Surface pour le stockage des embarcations à terre :

Le L.E.M estime que la zone de stockage pourrait prendre une trentaine d'embarcations. Pour une surface de 40m² par embarcation, la surface de stockage nécessaire serait d'environ de :

$$\begin{array}{ccccc}
 1200\text{m}^2 & \approx & (30 & \times & 40\text{m}^2) \\
 & & \uparrow & & \uparrow \\
 & & \text{Nombre} & & \text{surface par} \\
 & & \text{d'embarcations} & & \text{embarcation} \\
 & & \text{à stocker} & &
 \end{array}$$

* Surface pour les cases de pêcheurs :

Le L.E.M estime un maximum d'une dizaine d'embarcations de pêche. Sur une base de 30m² par embarcation, l'aire nécessaire pour les cases de pêcheurs serait de l'ordre de :

$$\begin{array}{ccccc}
 300\text{m}^2 & = & (10 & \times & 30\text{m}^2) \\
 & & \uparrow & & \uparrow \\
 & & \text{Nombre} & & \text{surface par} \\
 & & \text{d'embarcations} & & \text{embarcation}
 \end{array}$$

Récapitulatif des surfaces nécessaires :

Stockage des embarcations	1200m ²
Cases de pêcheurs	300m ²
Total	1500m ²

3 - SCHEMA D'AMENAGEMENT :

Le tracé du plan de masse doit tenir compte des impératifs suivants :

* Pour la configuration générale :

- Orientation de la passe d'entrée en dehors du secteur des houles dominantes et au-delà de la zone de déferlement pour que les manoeuvres d'entrée et de sortie des embarcations puissent s'effectuer d'une façon commode. (A. GRAILLOT; Cours de Travaux Maritimes, Tome 4).

- Implantation de la passe d'entrée à des profondeurs suffisantes, afin de diminuer la période de récurrence des opérations de dragage, par conséquent les coûts d'entretien du port seront minimisés.

* Pour la configuration intérieure :

- Implantation des quais et appontements de manière à assurer une bonne accessibilité à partir des terre-pleins.

- Construction des installations de mise à sec des embarcations dans une zone calme et isolée. (A. GRAILLOT).

- Description de l'aménagement :

Dans le cadre de l'aménagement d'un port de pêche et de plaisance à El-Marsa, le L.E.M a esquissé quatre (04) variantes du plan de masse (1, A1, B1, C1).

. Essais d'agitation : (L.E.M, 1990)

Les critères d'agitation retenus sont les suivants :

- . Agitation admissible pour une houle annuelle : 30cm
- . Agitation admissible pour une houle décennale : 70cm

Des études hydrauliques en modèles réduits physiques à l'échelle 1/50 ont montré que l'agitation résiduelle dans le port reste en général dans des limites admissibles. En effet, les deux sondes placées à l'intérieur du port, l'une au quai de débarquement et l'autre entre les deux appontements donnent des agitations inférieures aux agitations critérielles retenues.

. Essais de stabilité : (L.E.M, 1990)

BUT : L'objet des essais de stabilité est l'optimisation d'une structure qui devrait répondre au critère de stabilité et être la plus économique possible.

Pour cela, les quatre variantes précitées ont été testées et modifiées. Les dommages observés à l'issue de ces essais diffèrent d'une variante à l'autre. Finalement le choix a été porté sur la variante 1C, car d'une part, cette variante présente le moins de dégâts, et d'autre part, elle permet d'accomoder le plus grand nombre d'embarcations (environ 54).

Résultats des essais :

Variante 1C :

Direction Nord 45° :

TAB.1

Test	H _s (m)	T _p (s)	Observations
1	1,80	7	Rien à signaler
2	2,60	8	Rien à signaler
3	3,00	9	Rien à signaler
4	3,90	10	Chute d'un bloc entre le musoir et la partie courante.
5	5,30	11	Légère desorganisation des enrochements, pas de chute de blocs.
6	6,50	12	Chute de 12 blocs de la partie courante de la jetée principale.
7	7,40	13	Chute de 7 blocs du musoir et de 8 blocs de la partie courante.

Cumul des dommages :

- Chute de 20 blocs de la partie courante entre le musoir et le coude, ce qui représente environ 2,5% des dégâts.
- Chute de 7 blocs du musoir, ce qui représente environ 2% de dégâts.

Conclusion :

Les dommages constatés pour la variante 1C sont acceptables. Il faudrait noter aussi que ces dégâts n'ont commencé à apparaître qu'à partir d'une houle de 6,50m, qui est une houle cinquantennale.

Après analyse de tous ces résultats, les recommandations du L.E.M pour l'aménagement et la protection du plan de masse à El-Marsa seraient les suivantes : (Fig 27).

* Une jetée principale :

Il s'agit d'une digue à talus infranchissable d'une longueur totale d'environ 155m. Elle est composée de deux tronçons dont la jonction est assurée par un coude faisant un angle d'ouverture de 127°.

Cette jetée principale n'est qu'un prolongement de la jetée existante. Elle est orientée parallèlement à la côte, et fondée à des profondeurs de -3,50m à -8m.

* La jetée principale est constituée par : (Fig 28)

- Un noyau de tout-venant de catégorie (0-500) Kg, arasé à +0,50m.
- Une sous-couche d'une épaisseur de 2,60m protège le noyau côté port et côté mer. Elle est composée d'enrochements naturels de catégorie (2-4) tonnes.
- Une carapace composée de blocs cubiques rainurés de 30 tonnes entre le coude et le musoir, sur une épaisseur de 5,10m; et de blocs de 16 tonnes entre le coude et l'enracinement, sur une épaisseur de 4,15m.
- Une super-structure en béton légèrement armé vient surmonter l'ensemble (noyau, sous-couche et super-structure).

Cette super-structure est composée d'un mur de garde arasé à la côte +5,00m, d'une épaisseur de 1,00m à 1,40m à la base; et d'une dalle de roulement large de 4,60m et arasée à la côte +1,90m.

* Une jetée secondaire :

Cette jetée a une longueur totale de 85m. Elle est perpendiculaire à la côte et s'étendant jusqu'à -1,5m à -3m de profondeur.

Elle présente une carapace à base d'enrochements naturels de catégorie (1-3) tonnes.

La jetée secondaire forme avec la jetée principale une passe d'entrée large de 40m environ, orientée vers le Sud-Est.

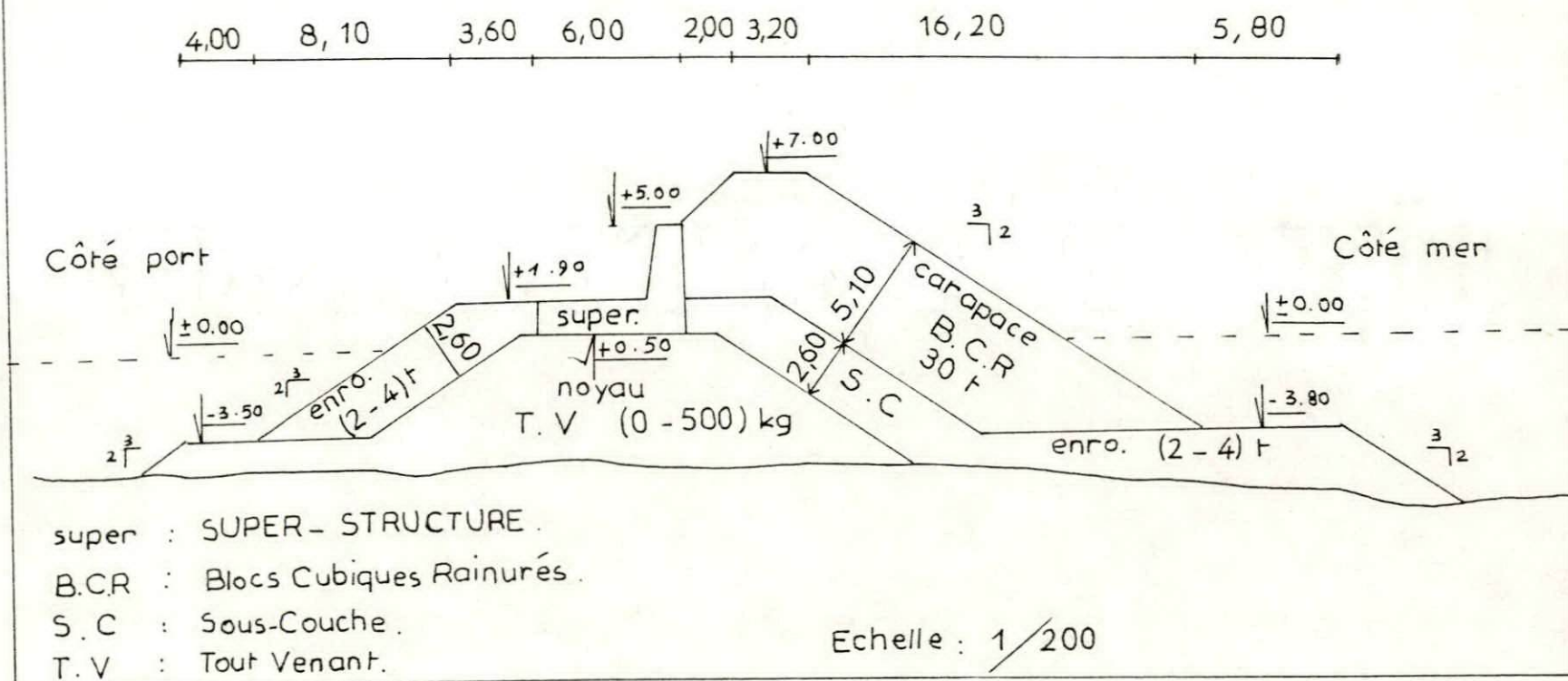
Les risques d'ensablement de la passe d'entrée sont très minimes car la région d'El-Marsa est caractérisée par un transit sédimentaire faible. (Voir chapitre sédimentologie).

La variante d'aménagement retenue par le L.E.M présente également :

- Un linéaire de quai de 75m, fondé à -2,50m.
- Un appontement large de 4,00m, fondé à -2,50m, et présente un linéaire de 72m.
- Une cale de Halage de 31m de long et de 7,50m de large.
- Une surface de terre-pleins d'environ 3000m².
- Une surface de plan d'eau d'environ 6000m².
- Une route d'accès de 45m.

Fig: 28 - COUPE TRANSVERSALE DE LA JETEE PRINCIPALE

(L.E.M , juillet 1990)



4- STRUCTURE DES OUVRAGES :

Reconnaissance géotechnique :

Dans le cadre de l'aménagement du port d'El-Marsa, une reconnaissance géotechnique des sols a été réalisée par la société Française SOGREAH (Société Grenobloise des Etudes d'Aménagements Hydrauliques) en Mars, 1983.

Deux sondages carottés ont été effectués, le premier au niveau de la falaise qui domine le port, le second au niveau du port même. Les résultats de chaque sondage carotté sont représentés sur un log synthétique. (Voir chapitre géologie).

Des essais au laboratoire pratiqués sur les échantillons prélevés, ont donné des valeurs à la résistance en compression simple, assez élevées.

Ces valeurs varient entre 92 et 113 Kg/cm². (Rapport SOGREAH, 1983).

CONCLUSION :

Les terrains capables de supporter les ouvrages portuaires sont de bonne qualité géotechnique. Il s'agit d'un substratum rocheux d'origine éruptive, représenté par l'andésite quartzique.

Compte tenu de la nature du sol, le L.E.M estime que les structures des ouvrages les mieux adaptées seraient les suivantes :

* Mur de quai :

Il a été retenu une structure en blocs de béton préfabriqué. Le mur de quai est composé de blocs préfabriqués posés sur une assise en enrochements.

Les évidements qui résultent de la disposition des blocs seront remplis de tout-venant. Un couronnement en béton armé sera coulé sur place, permettant la liaison de l'ensemble des blocs et la fixation des organes d'amarrage et de défense.

* Appontements :

La structure adaptée est de type appontement fixe. Elle est composée de piles rectangulaires posées sur une assise en enrochements et d'une super-structure en béton.

Après leur mise en place, les piles seront couronnées par "un tablier" en béton armé.

Outre le passage et l'accès aux différents postes, les appontements permettent la fixation des organes d'amarrage et de défense.

* Cale de Halage :

Pour le lancement et la mise à sec des embarcations, une cale de Halage de 7,50 x 31 a été prévue.
Les opérations de mise à sec et de lancement des embarcations se feront à l'aide de treuils.
Le noyau de tout-venant de cette cale est protégé sur la base par une assise surmontée d'une carapace en enrochements.

5- BESOINS ET SOURCES DE MATERIAUX :

Estimation des besoins :

Pour la réalisation des ouvrages de protection du plan de masse d'El-Marsa, le Laboratoire d'Etudes Maritimes (L.E.M) estime que les besoins en matériaux de construction seraient comme suit :

* Tout-venant	≈	300.000 tonnes.
* Enrochements	≈	250.000 tonnes.
* Béton	≈	60.000 mètres cubes.

Sources et réserves :

Les carrières qui sont actuellement exploitables et qui fournissent la plus grande quantité de matériaux pour la réalisation du projet sont les suivantes :

* Carrière de Cap Djinet :

Elle se situe près de la Route Nationale R.N 24, à 2Km au Sud-Ouest de Cap-Djinet à environ 60Km d'Alger.
Géologie : Elle est peu apte à produire de gros enrochements en quantité importante du fait de l'état fracturé des basaltes.

* Carrière de Béni-Amrane :

Elle se trouve au Sud du village de **BENI-AMRANE**, à 2Km en bordure de la Route Nationale reliant Thénia à Lakhdaria et environ à 30Km d'El-Marsa.
Géologie : Calcaire massif, peu fissuré, possibilité de fournir de gros enrochements jusqu'à 8 tonnes.

* Carrière de Thénia :

Elle est située à 54Km au Nord-Est de Thénia, à 2Km de la Route Nationale R.N 12 et à 54Km environ d'Alger.
Géologie : Rhyolite hyalo-porphyrrique. C'est une roche massive et homogène de bonne qualité. Possibilité de produire de gros enrochements.

* Carrière de Keddara :

Elle se trouve à proximité du village de Keddara, à environ 25Km d'El-Marsa.
Géologie : Massif calcaire dur, faiblement fissuré. Possibilité de produire de gros enrochements allant jusqu'à 8 tonnes.

* Gisement des sables :

La production de sable est assurée par la sablière de l'Oued ISSER, située à environ 30Km d'El-Marsa.

Géologie : alluvions, sables graveleux, graviers calcaire-gréseux.

Réserves : Elles sont importantes, l'épaisseur du gisement est de l'ordre de 2 mètres.

IX-2-CALCUL DES COÛTS DU PROJET :

1- GENERALITES :

La connaissance des coûts (coût d'investissement, coût d'entretien ...) est un élément de décision important, lorsque le maître d'ouvrage dégage de son étude préliminaire plusieurs variantes d'aménagement techniquement équivalentes.

D'autre part, l'augmentation très rapide du prix des ouvrages d'endiguement, l'importance des charges d'entretien, sont autant de facteurs que le maître du projet doit considérer attentivement car ils risquent de se répercuter dangereusement sur la combinaison financière à établir entre la construction et l'exploitation du port (M. ROGER VIAN, cours de travaux maritimes).

2- DEVIS ESTIMATIF DU PROJET : (L.E.M, 1992)

L'estimation des coûts de réalisation du port d'El-Marsa, est basée sur le prix unitaire.

Le nouveau bordereau des prix unitaires (Octobre 1992) fixé par la Société Nationale des Travaux Maritimes (SONATRAM), est donné dans le tableau suivant :

TAB : 2

Désignation	Unité	Prix Unitaire (DA)
Tout-venant (0 - 5) t	tonne	370
Enrochements (1 - 3) t et (0 - 4)t	"	720
Enrochements (50 - 200) Kg	"	720
Béton préfabriqué	"	2500
Béton pour blocs de quai	"	2800
Béton pour blocs cubiques rainurés	"	2700
Dragage et déroctage	mètre cube	750
Remblai	"	650
Revêtement	"	2740

Le devis estimatif du projet d'aménagement est détaillé ci-dessous :

TAB :3

Désignation	Prix Totaux (DA)
-Frais d'installation du chantier et accès	50.000.000
- Dragage et déroctage	7.000.000
- Terrassement et remblai	3.866.500
- Revêtement et protection des terre-pleins	800.000
- Ouvrages de protection (digues)	120.000.000
- Ouvrage d'accostage :	
* Quais	8.500.000
* Appontements	500.000
- Cale de Halage	900.000
Total	191.566.500

3-CONCLUSION :

Le coût du projet d'aménagement d'un port de pêche et de plaisance dans la commune d'El-Marsa est estimé à environ 191.566.500 Dinars Algériens soit l'équivalent de dix neuf milliard (19.000.000.000) de centimes.

CHAPITRE X
ENQUETE
SOCIO-ECONOMIQUE

PLAN :

- X-1 - INTRODUCTION.
- X-2 - SITUATION GEOGRAPHIQUE.
- x-3 - ASPECTS DEMOGRAPHIQUES.
 - 1 - DONNEES SUR L'EMPLOI.
 - 2 - ESTIMATION DES EMPLOIS ENGENDRES PAR LE PROJET.
- X-4 - RESSOURCES HYDRIQUES.
- X-5 - RESSOURCES HALIEUTIQUES.
 - 1 - DONNEES SUR LA FLOTTILE.
 - 2 - ESTIMATION POUR EL-MARSA.
- X-6 - RESSOURCES AGRICOLES.
- X-7 - RESSOURCES INDUSTRIELLES.
- X-8 - RESSOURCES TOURISTIQUES.
- X-9 - CONCLUSION.

X-1. INTRODUCTION :

Dans le cadre de l'aménagement d'un port de pêche et de plaisance dans la commune d'El-Marsa, nous avons effectué une enquête socio-économique, dans le but de donner des informations générales à titre indicatif pour que le lecteur s'imprègne de la réalité régionale.

Il serait donc souhaitable d'étudier certaines contraintes relatives au contexte humain et aux activités socio-économiques de la région, afin de revêtir, sous un certain angle, le caractère de faisabilité du projet et de définir les incidences des nouvelles installations sur la vie sociale et économique.

X-2. SITUATION GEOGRAPHIQUE :

El-Marsa est une commune littorale située à environ une trentaine de kilomètres d'Alger. Elle couvre une surface d'environ 4Km². Elle est limitée au Nord et à l'Ouest par la mer, à l'Est par la commune de Aïn-Taya et au Sud par la commune de Bordj-El-Bahri. Le dernier découpage administratif de 1985 a intégré la commune d'El-Marsa dans la Daïra de Rouiba, Wilaya de Boumerdès. (d'après le plan d'urbanisme provisoire d'El-Marsa, 1986).

X-3. ASPECTS DEMOGRAPHIQUES :

Toujours dans le contexte socio-économique relatif au projet d'aménagement du port de pêche et de plaisance à El-Marsa, nous avons fait une approche dans la région sur la croissance démographique et la répartition de la population.

Selon les dernières statistiques du R.G.P.H (Recensement Général de la Population Résidente) recueillies auprès de la wilaya de Boumerdès, la population résidente de la commune d'El-marsa, entre 1977 et 1987, serait passée de 5.145 à 6.669 habitants, soit un taux d'accroissement annuel d'environ 2,6%.

Cependant, les recensements datés du 31 Décembre 1991 affichent une légère augmentation de la population résidente dont le nombre est estimé à 7.592 et une densité de population de l'ordre de 1.718 par Km².

1-Données sur l'emploi :

Certaines communes de la wilaya de Boumerdès affichent des taux d'activité assez élevés. On distingue :

- Des pôles industriels déjà existants tels que Rouiba et Réghaïa.

- Des communes qui s'intègrent dans une aire d'influence. C'est le cas d'El-Marsa dont la majorité de la population active est concentrée dans les zones industrielles de Rouiba, Réghaïa et d'Alger.

D'après les derniers recensements du 31 Décembre 1991, effectués par la wilaya de Boumerdès, la population active d'El-Marsa est estimée à environ 2.042, la population sans travail à majorité jeune, serait de 215, soit un taux de chômage de 10,53%.

- Prévision de l'emploi à l'horizon 2000 :
(par la wilaya de Boumerdès, 1987)

Commune	Pop active (1987)	Pop sans travail (1987)	Pop active (1991)	Pop sans travail (1991)	Pop active (2010)	Emplois à créer en		
						1995	2000	2010
El-Marsa	1.804	191	2.042	215	3.959	1.921	2.374	3.540

2- Estimation des emplois engendrés par le projet :

Le projet d'aménagement du port de pêche et de plaisance à El-Marsa, peut contribuer au développement du profil économique de la région par la création de nouveaux emplois :

- * Des emplois temporaires pendant la phase de réalisation du port.
- * Des emplois permanents durant l'étape de fonctionnement et d'exploitation.

* Emplois temporaires :

D'après la SONATRAM (Société Nationale des Travaux Maritimes), le personnel nécessaire aux travaux de carrière et de chantier pour la réalisation de ce projet, est estimé à environ une cinquantaine de personnes, composées généralement de :

- Cadres qualifiés (en général, ils bénéficient d'un diplôme d'ingénieur).
- Techniciens (Topographe (s), dessinateur (s), soudeurs...)
- Chauffeurs et conducteurs d'engins.
- Main-d'oeuvre (maçons, manoeuvres, couleurs de béton...).

* Emplois permanents :

Pendant l'étape de fonctionnement du port, le nombre d'emplois créés dépendra d'une part, des infrastructures à terre, et d'autre part, de la flotte mobilisée.

** Pour les infrastructures à terre, nous proposons :

- Un centre d'accueil constitué par un service administratif de base représenté par un gérant du port, un caissier chargé des recettes de stationnement des embarcations, et par un agent de service météo.

- Un atelier pour l'entretien et la réparation des embarcations nécessite environ quatre (04) mécaniciens.

- Une pêcherie pour la livraison et la vente du poisson, aurait besoin de deux (02) livreurs et de deux (02) vendeurs.

- Deux locaux, l'un réservé pour le matériel de pêche, et l'autre pour le matériel de plaisance (afin d'éviter les conflits entre pêcheurs et plaisanciers), seront gardés par deux (02) personnes.

- Deux buvettes pour le rafraichissement des plaisanciers et des estivants, mettront au service environ six (06) personnes (entre serveurs et caissiers).

- Une petite station de ravitaillement en fuel pour les embarcations engagerait deux (02) individus.

** Pour ce qui est des emplois liés à la flottille, le Laboratoire d'Etudes Maritimes (L.E.M) a prévu une cinquantaine d'embarcations (deux (02) chalutiers et cinquante-deux (52) petit-métiers) (Voir chapitre aménagement).

Selon les informations données par l'Ecole Nationale pour le Développement de la Pêche (E.N.D.P) :

* Deux chalutiers avec une dizaine de personnes à bord (pêcheurs, matelots, mécanicien (s)) pourraient offrir jusqu'à 20 emplois (2x10).

* Cinquante-deux petit-métiers avec un équipage de (04) personnes par embarcation, pourraient attribuer jusqu'à 208 emplois (52x4).

Remarque :

En outre des emplois directs engendrés par le port, d'autres seront créés de façon indirecte par le biais des nouvelles installations qui vont apparaître ou se développer dans les régions voisines. Parmi lesquelles nous citerons les équipements à caractère touristique et culturel (hôtels, restaurants, centres d'animation, terrains de jeux...) et les petits commerces.

Conclusion sur l'emploi :

Le port d'El-Marsa pourrait constituer une véritable source d'absorption pour le chômage local. Il permettra la fixation d'une grande partie de la population sans travail, et empêchera ainsi sa migration vers les grandes villes.

X-4. RESSOURCES HYDRIQUES :

L'eau étant un élément vital et indispensable pour le développement des activités touristiques, la commune d'El-Marsa peut répondre aux besoins en eau liés à cet affect, car elle est située sur la plaine de la Mitidja qui dispose d'importantes ressources hydriques superficielles et souterraines :

- Les ressources superficielles sont représentées par les Oueds de la région (Isser, Keddara, El-Hamiz, Boudouaou et Corso).

- Les ressources souterraines sont localisées dans sept (07) nappes aquifères, évaluées en 1991 par l'A.N.R.H (Agence Nationale des Ressources Hydriques), à environ 200 HM³/an pour la Wilaya de Boumerdès.

X-5-RESSOURCES HALIEUTIQUES :

Il n'existe pas de statistiques fiables relatives aux ressources en poisson dans la région d'El-Marsa. D'après le service de pêche et des ressources marines de la Wilaya de Boumerdès, l'estimation de la production halieutique (poisson blanc et poisson bleu) pour toute la wilaya, suivant les trois ports de pêche : Zemmouri, Cap-Djinet et Dellys, sur données du "C.E.R.P" (Centre d'Etude des Recherches pour la Pêche), est donnée dans le tableau ci-dessous :

Années	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Production halieutique (Tonnes)	7536	4196	6755	5945	12000	5500	12143

Nous remarquons que la production halieutique pour l'ensemble de la Wilaya de Boumerdès est pratiquement constante, mis à part en 1987 où l'on note une chute de production. On pourrait attribuer cette baisse au manque de matériel de pêche qui influe négativement sur la production, parfois aux mauvaises conditions climatiques et au déplacement de certains pêcheurs vers d'autres ports notamment vers les ports d'Alger et Zemmouri.

Par contre en 1990 et 1992, on note une légère augmentation. Ces taux de production, pour une Wilaya aussi importante, ne couvrent pas les besoins de la population car la pêche n'est pas très développée, elle se pratique d'une manière très artisanale. Par conséquent, le projet d'aménagement du port d'El-Marsa, va développer la pêche et améliorer l'exploitation halieutique en augmentant l'effectif de la flottille.

1- Données sur la flottille :

La flottille dans la Wilaya de Boumerdès a connu une sensible évolution dans son effectif entre 1985 et 1988; le nombre d'embarcations est passé de 207 à 1961 entre les années 1985 et 1988.

Cependant en 1988, le nombre de navires immobilisés représentait environ 40% de la totalité des embarcations (Service de pêche, Wilaya de Boumerdès, 1992).

2- Estimation pour El-Marsa (Situation actuelle) :

Lors de nos visites au port d'El-Marsa, nous avons constaté environ une vingtaine d'embarcations. Selon un pêcheur rencontré sur les lieux, il y aurait une cinquantaine de petit - métiers (de 3 à 4m de long) et deux palangriers (de 5 à 6m de long).

X-6. RESSOURCES AGRICOLES :

L'analyse de l'état initial du site d'aménagement et de son environnement nécessite un périmètre d'étude suffisamment large pour permettre une analyse cohérente des facteurs environnementaux. Par exemple prévoir la destination des produits de dragage et localiser leur stockage. Si ce dernier a lieu sur des terres à caractère agricole (et dans le cas où les matériaux dragués seraient pollués), il va falloir estimer les dommages induits et les mesures à prendre.

Pour le site d'El-Marsa, ce problème ne peut se poser car d'une part, les terres réservées à l'agriculture sont situées loin de la zone d'aménagement, et d'autre part, les produits dragués sont de nature rocheuse et ne sont pas pollués (Voir chapitre pollution).

Néanmoins, les produits de dragage qui peuvent être utilisés comme remblais pour le projet lui-même, posent un problème au niveau de leur dépôt. Après notre entretien avec les responsables de l'A.P.C (Assemblée Populaire Communale) d'El-Marsa et de l'A.N.P.E (Agence Nationale pour la Protection de l'Environnement), nous proposons deux sites de dépôts :

- Le premier est situé à environ 200m du port, occupant une surface de 400m².
- Le second est localisé à environ 1 Km côté Est du port et couvre une surface de l'ordre de 500 m².

X-7. RESSOURCES INDUSTRIELLES :

L'activité industrielle est pratiquement inexistante dans la région d'El-Marsa. Ceci exclut tout rejet industriel en mer, les eaux sont relativement propres. L'absence d'industrie dans le site est un facteur favorable pour la qualité des services rendus par le port de pêche et de plaisance notamment pour l'aquaculture et la plongée sous-marine.

X-8. RESSOURCES TOURISTIQUES :

Renommée pour ses belles plages, la Wilaya de Boumerdès est sujette à un grand intérêt concernant les investissements en matière de tourisme et de loisirs. En effet, compte tenu de ses virtualités naturelles, historiques et patrimoniales et de la position géographique dont elle jouit, elle est concernée par des études de grande envergure. Ces dernières viennent palier aux grandes insuffisances de la couverture touristique que connaît la Wilaya.

Pour relancer le tourisme dans la Wilaya de Boumerdès, un projet d'aménagement du littoral a été lancé et confié à l'E.N.E.T (Entreprise Nationale des Etudes Touristiques) en 1985, mettant en valeur quatorze (14) zones d'expansion et de rénovation touristique (D'après le P.D.A.U "Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme" de la Wilaya de Boumerdès).

El-Marsa qui figure parmi ces zones, peut faire l'objet d'une grande dynamique de développement, basée sur des activités touristiques et balnéaires telles que la navigation de plaisance, la planche à voile et la plongée sous-marine à côté de la pêche et de l'aquaculture en particulier la conchyliculture.

L'exploitation de la bande littorale d'El-Marsa a prévu également certains équipements tels que :

- L'extension et la revalorisation du port et construction d'équipements annexes (base nautique, restaurants, buvettes, ...).
- L'installation de centres de vacances et des auberges pour jeunes, afin de développer le tourisme social.

* Parmi les actions de développement à moyen terme (5 à 6 ans) que connaît El-Marsa, il faut signaler la restauration des hôtels Raïs, Amiral et le site touristique "FORT - TURC"

* En ce qui concerne les infrastructures portuaires à El-Marsa, le projet d'aménagement du port de pêche et de plaisance peut avoir des retombées économiques assez importantes sur le plan du tourisme. En effet, vue sa proximité d'Alger, ce port va constituer un pôle d'attraction pour de nombreux plaisanciers notamment en période estivale où la demande sociale en matière de loisirs (navigation de plaisance, planche à voile, plongée sous-marine, ...) ne cesse d'augmenter.

Le port peut participer également au développement touristique de la région par l'apparition et la concentration de nouvelles installations tels que: hôtels, restaurants, et terrains de jeux.

X-9 CONCLUSION :

L'enquête socio-économique comporte cinq objectifs principaux :

* Elle permet de réunir les données de base sur les potentialités de la région (potentialités humaines, industrielles, halieutiques, touristiques, ...).

* Elle définit la compatibilité du projet avec les autres secteurs d'activité (activités aquacoles, activités de tourisme et de loisirs, ...).

* Elle fait ressortir les implications et les incidences sur le développement et le fonctionnement urbain : relations port-ville par la création de nouveaux centres d'activité et d'animation.

* Elle prévoit les retombées économiques et financières du projet tels que les emplois directs et indirects créés par le port et les activités qui lui sont liées.

* Elle est la base d'une étude de l'impact général du projet sur la région.

CHAPITRE XI

**ETUDE GENERALE
D'IMPACT DU PROJET
SUR LA REGION**

PLAN :

- XI.1 GENERALITES SUR L'ETUDE D'IMPACT
 - XI.1.1 INTRODUCTION
 - XI.1.2 LES OBJECTIFS D'UNE ETUDE D'IMPACT
 - XI.1.3 LES ETAPES D'UNE ETUDE D'IMPACT
- XI.2 ETUDES D'IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT DU PORT DE PECHE ET DE PLAISANCE D'EL-MARSA
 - XI.2.1 DESCRIPTION DU PROJET
 - XI.2.2 ANALYSE DE L'ETAT INITIAL DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT
 - A/ DONNEES METEOROLOGIQUES ET OCEANOGRAPHIQUES
 - B/ DONNEES SEDIMENTOLOGIQUES
 - C/ DONNEES BIOLOGIQUES
 - D/ ETAT DE LA POLLUTION
 - XI.2.3 IMPACTS POSSIBLES SUR L'ENVIRONNEMENT PENDANT LA PHASE DE CHANTIER
 - A/ LES EFFETS LIES AUX OPERATIONS DE DEROCTAGE ET DE DRAGAGE
 - B/ IMPACTS DES TECHNIQUES UTILISEES SUR LE CHANTIER
 - C/ MESURES REDUCTIRCES
 - XI.2.4 IMPACTS PREVISIBLES PENDANT LE FONCTIONNEMENT ET L'EXPLOITATION DU PORT :
 - A/ LE MILIEU PHYSIQUE
 - * IMPACTS
 - B/ LE MILIEU BIOLOGIQUE
 - * IMPACTS
 - * MESURES
 - C/ LA QUALITE DES EAUX
 - * IMPACTS
 - * MESURES DE REDUCTION ET DE SUPPRESSION
 - D/ LE SITE ET LE PAYSAGE
 - E/ LES INCIDENCES SOCIO-ECONOMIQUES
 - XI.2.5 CONCLUSION SUR L'ETUDE D'IMPACT.

XI.1 GENERALITES SUR L'ETUDE D'IMPACT :

XI.1.1. INTRODUCTION :

La réalisation d'un aménagement quel qu'il soit entraîne des modifications et des perturbations dans le milieu initial et les relations existantes entre ce milieu et les êtres vivants.

Toutes ces atteintes au système initial sont définies comme des impacts. Par impact, il faudrait entendre les implications directes et indirectes d'une action sur le milieu. Ces implications peuvent être perçues pendant l'action proprement dite (durant la phase de réalisation du projet), ou bien apparaître dans une période plus ou moins lointaine.

Elles peuvent aussi être circonscrites au site ou alors plus diffuses dans l'espace.

En milieu marin, les études préalables à la réalisation d'aménagements et d'ouvrages littoraux, qui par l'importance de leurs dimensions ou de leurs incidences sur le milieu naturel, peuvent porter atteinte à ce dernier, doivent comporter une étude d'impact permettant d'en apprécier les conséquences. (Guide de l'environnement pour les travaux maritimes, Texte I, 1979).

XI.1.2. LES OBJECTIFS D'UNE ETUDE D'IMPACT :

L'objectif fondamental d'une étude d'impact est d'intégrer les contraintes du milieu naturel et la qualité du cadre de vie dans la conception et la réalisation d'un projet.

C'est un instrument indispensable à l'orientation des projets qui intègrent le critère environnement. Dans cette optique, l'étude d'impact vise trois buts principaux :

* Aider le maître d'ouvrage à concevoir un projet plus respectueux de l'environnement.

Par les diverses solutions qu'elle propose, elle oriente son action en atténuant ou en supprimant les conséquences négatives du projet sur le milieu.

* Aider l'autorité publique à décider en connaissance de cause. Le projet est accepté ou refusé selon que l'étude d'impact est favorable ou non à sa réalisation.

* Informer le public pour faciliter sa participation à la décision d'adopter ou de rejeter le projet. Par le biais des associations écologiques et des mouvements associatifs, le public est informé des résultats de l'étude d'impact. Sur cette base, il peut défendre ou refuser un projet.

XI.1.3. LES ETAPES D'UNE ETUDE D'IMPACT :

Le contenu d'une étude d'impact doit être en relation avec l'importance des travaux, aménagements et ouvrages projetés et avec leurs incidences prévisibles sur l'environnement.

Il doit comprendre au minimum :

- Une description générale du projet.
- Une analyse de l'état initial du site et de son environnement portant.
- Une analyse des effets sur l'environnement et en particulier sur les sites et paysages, la flore, la faune, les milieux naturels et les équilibres biologiques, sur la commodité du voisinage (bruits, vibrations, odeurs, ...).
- Une série de mesures envisagées pour supprimer, réduire et si possible compenser les conséquences dommageables du projet sur son environnement, ainsi que l'estimation des dépenses correspondantes. (Article 5 du décret exécutif n° 90-78 du 27 Février 1990 relatif aux études d'impact sur l'environnement. Journal Officiel de la République Algérienne n° 10).

XI.2 ETUDES D'IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT DU PORT DE PÊCHE ET DE PLAISANCE D'EL-MARSA :

XI.2.1 DESCRIPTION DU PROJET :

Le projet d'aménagement a pour but l'extension de l'abri d'El-Marsa en un port de pêche et de plaisance. Il a été prévu un plan d'eau de 6000m², délimité par une jetée principale de 155m et une jetée secondaire de 85m, et un terre-plein d'environ 3000m² (Voir chapitre aménagement).

XI.2.2 ANALYSE DE L'ETAT INITIAL DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT :

Dans la réalisation d'une étude d'impact, la reconnaissance de l'état initial est une première étape importante. Elle rassemble toutes les données de base du site, de son environnement et de son évolution en l'absence d'aménagement; et doit faire clairement apparaître le niveau de sensibilité de chaque composante environnementale susceptible d'être affectée par l'aménagement projeté.

A/ DONNEES METEOROLOGIQUES ET OCEANOGRAPHIQUES :

*** HOULES ET VENTS :**

Actuellement, l'abri d'El-Marsa est protégé naturellement des houles et vents provenant des secteurs Nord et Nord-Ouest par la présence du Cap et des Ilots Sandja, mais reste cependant exposé aux houles (et vents) des secteurs Est et Nord-Est. Dans sa partie Sud, le site est abrité par quelques gros rochers. (Voir chapitre météorologie).

* NATURE DU FOND ET BATHYMETRIE :

Le bassin d'El-Marsa est caractérisé par un fond rocheux assez plat, (voir chapitre morphologie sous-marine). Sa profondeur moyenne est d'environ de 1,50m. (photo.1)

B/ DONNEES SEDIMENTOLOGIQUES :

La région d'El-Marsa est caractérisée par un matériel organo-détritique assez grossier. La zone connaît un transit sédimentaire très faible (environ 7000m³/an). Le déplacement des sédiments, qui se fait de l'Est vers l'Ouest n'est qu'un micro-phénomène qui s'identifie, en fait, au résultat de l'étalement des sédiments en période estivale (Voir chapitre sédimentologie).

C/ DONNEES BIOLOGIQUES :

El-Marsa est une zone particulièrement favorable au développement de l'herbier à posidonie, car les conditions hydrodynamiques locales maintiennent des eaux relativement propres et claires (voir chapitre écosystèmes marins).

D/ ETAT DE LA POLLUTION :

El-Marsa ne connaît pas une pollution importante, car il n'existe aucune activité industrielle sur sa bordure côtière. La densité de population y est très faible. La pollution est surtout d'origine domestique. En plus de ça, c'est une zone assez agitée vue son exposition aux vents et courants du large (Voir chapitre pollution).

XI.2.3 IMPACTS POSSIBLES SUR L'ENVIRONNEMENT PENDANT LA PHASE DE CHANTIER :

A/ LES EFFETS LIES AUX OPERATIONS DE DEROCTAGE ET DE DRAGAGE :

Le problème essentiel réside dans la modification des paramètres physico-chimiques de l'eau de mer (turbidité, salinité, température, demande biologique en oxygène, ...). Les opérations de déroctage et de dragage augmentent la turbidité des eaux littorales. Ces dernières deviennent troubles par la mise en suspension des particules et la lumière y pénètre faiblement. (Guide de l'environnement pour les travaux maritimes. Texte I-1979).

Dans notre zone d'étude, les risques de turbidité seront extrêmement faibles, car d'une part, le fond est de nature rocheuse et d'autre part, la fine couverture sédimentaire est constituée d'éléments assez grossiers. Par conséquent la flore et la faune marines photophiles seront très peu affectées.

Cependant, lors des travaux, les espèces les plus sensibles disparaissent ou se déplacent vers d'autres biotopes où les conditions sont plus favorables.

Les poissons, qui constituent dans certains cas le niveau le plus haut de la chaîne alimentaire marine, peuvent être affectés de façon directe ou indirecte par la modification physico-chimique de l'environnement.

Mais leur mobilité leur confère un certain avantage sur d'autres espèces, leur permet de fuir un milieu devenu dégradé ou néfaste (emploi d'explosifs pour le déroctage).

Donc, pendant les opérations de déroctage et de dragage, les eaux côtières d'El-Marsa s'appauvrissent en poissons et les activités de pêche sont réduites.

- Les impacts issus des opérations de déroctage et de dragage peuvent être très étendus :

- * Destruction de l'habitat des espèces benthiques:

Les espèces composant le benthos de la zone draguée seront prélevées et l'habitat sera détruit ou altéré.

- * Dégradation des plages voisines du port, diminue le taux de fréquentation des estivants.

- * Perturbation du cadre de vie dans le voisinage (nuisances sonores, poussières et vibrations, circulation d'engins ...).

B/ IMPACTS DES TECHNIQUES UTILISEES SUR LE CHANTIER :

Le tableau 4 récapitule les principaux impacts pendant la construction du port de pêche et de plaisance d'El-Marsa (tiré à partir du tableau établi par M. MICHEL, 1992).

C/ MESURES REDUCTRICES :

- Choix de la période de réalisation des travaux (en dehors des saisons estivales et des périodes de ponte ...).

- Contrôle de l'organisation du chantier évitant tout impact sur l'environnement.

- Choix des techniques adaptées pour réduire la pollution accidentelle (Exemple : utilisation d'une dérocteuse au lieu de la dynamite).

- Choix des sites de dépôt des matériaux de dragage à terre minimisant les nuisances sur le milieu naturel (Voir enquête socio-économique), ou en mer, par exemple au delà de la zone d'action de la houle sur le fond et en dehors des zones d'intérêt écologique et halieutique (éviter les zones de frayère et de nurserie).

- Respect des normes en matière de bruit des engins de chantier (par exemple faire le maximum des travaux le jour et non pas la nuit).

TABLEAU 4 : SCHEMA RECAPITULATIF DES PRINCIPAUX IMPACTS

IMPACT PRINCIPAL

IMPACT SECONDAIRE

OPERATIONS
DE
CHANTIER

PRINCIPAUX IMPACTS

		DRAGAGE HYDRAULIQUE	DEROCTAGE (EXPLOSIFS)	REMBLAÏEMENT ET TERRASSEMENT	TRANSPORT ET MISE EN PLACE D'ENROCHEMENTS	STOCKAGE A TERRE DES PRODUITS DE DRAGAGE	NETTOYAGE ET VIDANGE D'ENGINS DE CHANTIER	STOCKAGE DE MATERIAUX ET D'ENGINS	INSTALLATION PROVISoire DU CHANTIER	REJET EN MER DES PRODUITS DE DRAGAGE
QUALITE DES EAUX ET PEUPLEMENTS AQUATIQUES.	AUGMENTATION DE LA TURBIDITE.	○	○	●	○					○
	POLLUTION CHIMIQUE (RELARGAGE DES POLLUANTS).						●			
	POLLUTION ACCIDENTELLE.						●			
ACTIVITES LIEES AU MILIEU MARIN	PECHE ET PLAISANCE.	●	●	○	○		●		●	●
	STERILISATION DES ESPACES NATURELS ET DEGRADATION DE LA VEGETATION.									
	POLLUTION DE LA NAPPE PHREATIQUE.						●		●	
	PAYSAGES.					●		●	●	
	QUALITE DE L'AIR (POUSSIERE ET GAZ D'ECHAPPEMENT).	○	●	●	○	●			●	
	BRUIT.	○	●	●	●	●			●	
	VIBRATIONS.		●	○	●	○				
	GENES POUR LA CIRCULATION ET LE DEPLACEMENT.			●	●	○				○

XI.2.4 IMPACTS PREVISIBILES PENDANT LE FONCTIONNEMENT ET L'EXPLOITATION DU PORT :

A/ LE MILIEU PHYSIQUE :

* IMPACTS :

• Modification de l'agitation et des courants littoraux :
Les jetées principale et secondaire qui vont délimiter le plan d'eau, auront un impact positif envers la houle. Car elles constitueront un abri pour les embarcations en modifiant la propagation des houles dominantes d'Est et du Nord-Est auxquelles est exposé le site.

• Une légère modification de la dynamique sédimentaire :
Bien que le transit soit faible dans la région d'El-Marsa (7000m³/an), la jetée secondaire située au Sud-Est du port pourrait avoir un impact positif sur la plage voisine. Dans la partie amont de cette jetée, il y aurait une légère accumulation des sédiments. (Photo. 6).

• Suppression de la petite plage du port au profit des terre-pleins. (Photo. 3).

B/ MILIEU BIOLOGIQUE :

* IMPACTS :

Ils proviennent du fait de l'emprise du port sur le milieu naturel. Ce problème sera remarquable à El-Marsa, car l'aménagement du port nécessitera un gain des terre-pleins sur la mer.

Effets directs :

- Disparition de peuplements animaux et végétaux sur le site d'implantation du port et de ses aménagements annexes, par exemple les herbiers à posidonies. (A. J. de GRISSAC, 1979).

- Dégradation de certains biotopes par augmentation de la fréquentation humaine (surtout en période estivale).

- Les nouvelles structures fournissent des supports pour les organismes marins qui vivent fixés sur la partie immergée, c'est ce qu'on appelle "effet d'attraction" ou "effet récif" ou "Thigmotropisme". (Guide de l'environnement pour les travaux maritimes, Texte I, 1979).

- Les interstices, surtout au niveau des enrochements de ces structures délimitent des refuges et des frayères du fait de l'abondance de la nourriture (impact positif pour la pêche de plaisance autour des récifs).

- Cependant, ces ouvrages peuvent constituer un milieu défavorable pour les espèces adaptées à des milieux plus turbulents.

Effets indirects :

- Par modification des conditions hydrodynamiques locales et de la qualité des eaux par diffusion des polluants à l'extérieur du port, ces structures perturbent les peuplements marins (disparition ou déplacement des espèces).

- Par ailleurs, les enrochements du port peuvent constituer des récifs artificiels susceptibles d'attirer de nouvelles espèces.

* MESURES :

- Mesures de protection de la flore et de la faune par reconstitution ou réhabilitation de biotope d'égale importance écologique à celui qui aura été détruit, ou bien par des mesures de protection réglementaire.

- Campagne de suivi des principaux paramètres biologiques après la réalisation des travaux.

- Suivi de l'état et de la qualité des ressources halieutiques de la zone.

C/ QUALITE DES EAUX :

* IMPACTS :

En plus des rejets domestiques, l'enceinte du port reçoit des apports polluants dûs aux différentes activités. Cependant, d'autres apports polluants sont généralement moins bien maîtrisés, il s'agit de :

. Polluants d'origine organique ou bactérienne dûs au rejets des eaux usées des embarcations habitées.

. Polluants chimiques dûs à la navigation et à l'entretien des embarcations, tels que les hydrocarbures, huiles, graisses, peintures anti-salissures à base d'organo-stannique, détergents et les résidus des opérations de carénage (M. MICHEL, 1992).

. Macro déchets flottants.

* MESURES DE REDUCTION ET DE SUPPRESSION :

- Traitement préalable des eaux usées domestiques avant leur rejet en mer. Pour cela l'A.P.C a prévu l'installation d'un nouveau réseau d'assainissement pour la localité d'El-Marsa, qui sera raccordé à la nouvelle station d'épuration de Réghaïa.

- Contrôle des rejets d'hydrocarbures et ceux des résidus des opérations de carénage, par exemple obliger les pêcheurs et les plaisanciers de faire le vidange des embarcations au large, ou bien leur imposer des normes de rejet.

- Eviter toute pollution causée par l'exploitation du port, aussi bien à l'intérieur du port que sur les plages avoisinantes (contrôle de la qualité des eaux).

- Prévoir des installations sanitaires et des toilettes appropriées le long des quais et appontements.

- Prévoir des installations d'approvisionnement en fuel (mesure de sécurité et bouche d'incendie).

- Prévoir un stationnement alternatif des embarcations, notamment de plaisance pour permettre l'aération des eaux dans l'enceinte du port.

- Imposer des mesures légales, par introduction au cahier de charge d'exploitation du port des mesures de lutte contre la pollution à appliquer par le promoteur, ainsi que des sanctions en cas des rejets en mer d'éléments nocifs et polluants (PNUE, 1991).

- Interdire d'utiliser des peintures anti-salissure à base d'organo-stanniques.

- Informer et éduquer les usagés du port par le biais d'associations à caractère écologique (Association écologique de Boumerdès El-Bahri).

D/ LE SITE ET LE PAYSAGE :

A notre avis , l'intégration de nouveaux équipements dans le port d'El-Marsa ne changera pas beaucoup l'aspect esthétique de la région, car ce dernier se trouve au bas d'une falaise et ne constitue pas un ouvrage de grande envergure.

E/ INCIDENCES SOCIO-ECONOMIQUES :

L'impact socio-économique peut être considérable aussi bien durant la phase des travaux que durant la phase d'exploitation. Le projet aura des implications sur :

- Les emplois directs et indirects créés par le port et les activités qui lui sont directement liées (Voir enquête socio-économique).

- Le développement du tourisme et mise en valeur de la région (Installation d'hôtels, restaurants, centres d'animation culturelle ...) (Voir enquête socio-économique).

- L'évolution de l'urbanisation du site (Construction de résidences secondaires, apparition de petits commerces ...).

- L'exploitation halieutique et les activités de pêche de la région.

- Développement des activités de plaisance et de loisir (navigation de plaisance, planche à voile, ski nautique, plongée sous-marine). (Photo.10).

XI.2.5. CONCLUSION SUR L'ETUDE D'IMPACT :

Les effets néfastes du déséquilibre entre le développement et l'environnement compromettent notre avenir et notre avenir, pour cela, l'étude d'impact précitée serait un élément précieux pour l'intégration du projet d'aménagement du port de pêche et de plaisance d'El-Marsa dans son environnement.

PHOTOGRAPHIES

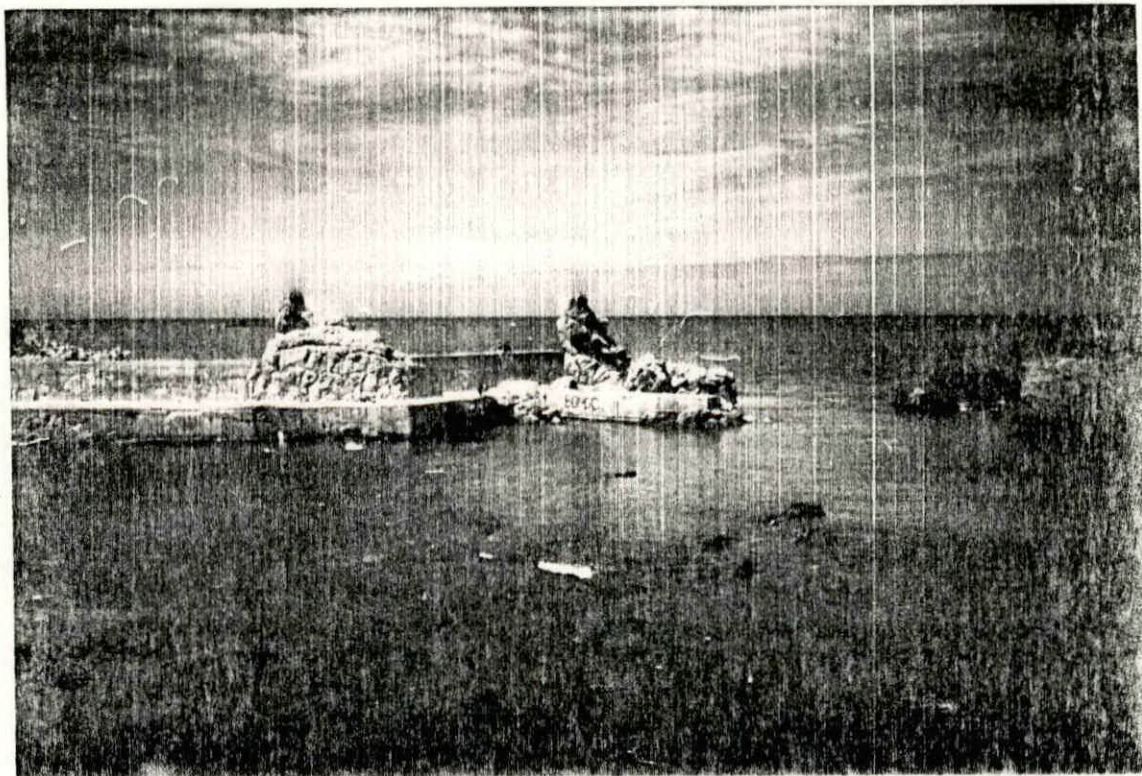


Photo. 1 : - La jetée Nord existante s'appuie
sur un affleurement de roches éruptives.
- Fond rocheux riche en peuplement algal.

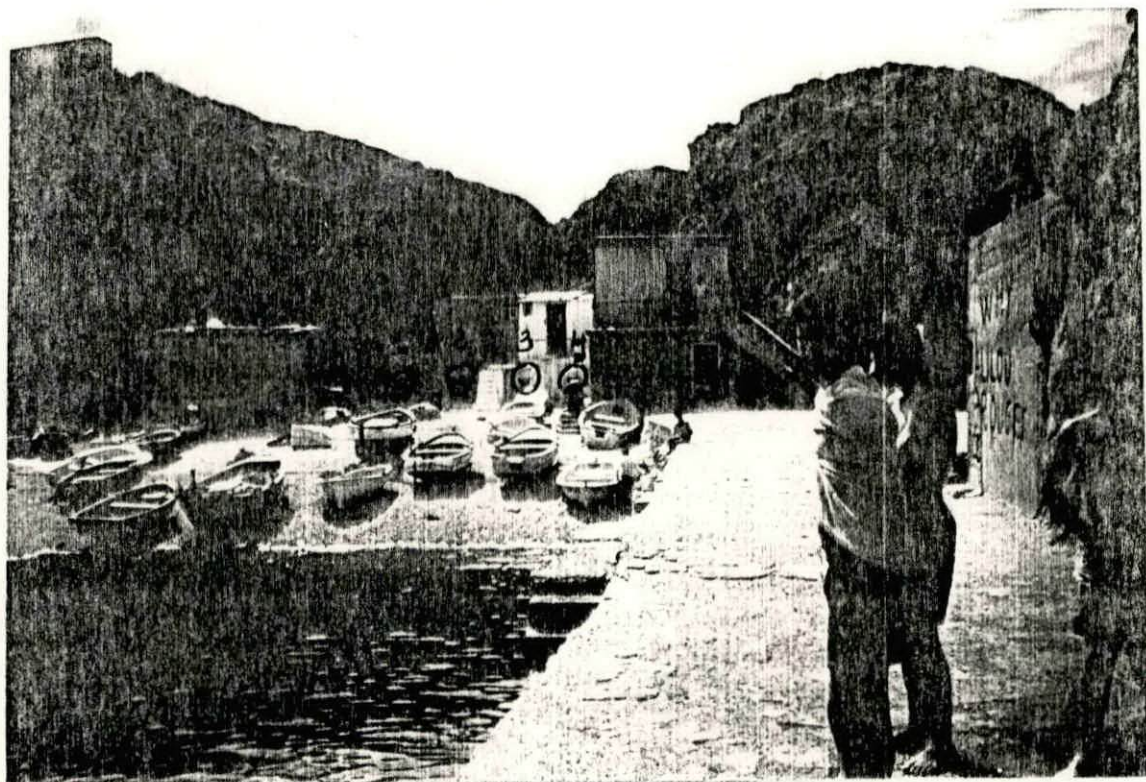


Photo. 2 : Les embarcations sont fixées sur la plage
au moyen de quatre treuils.

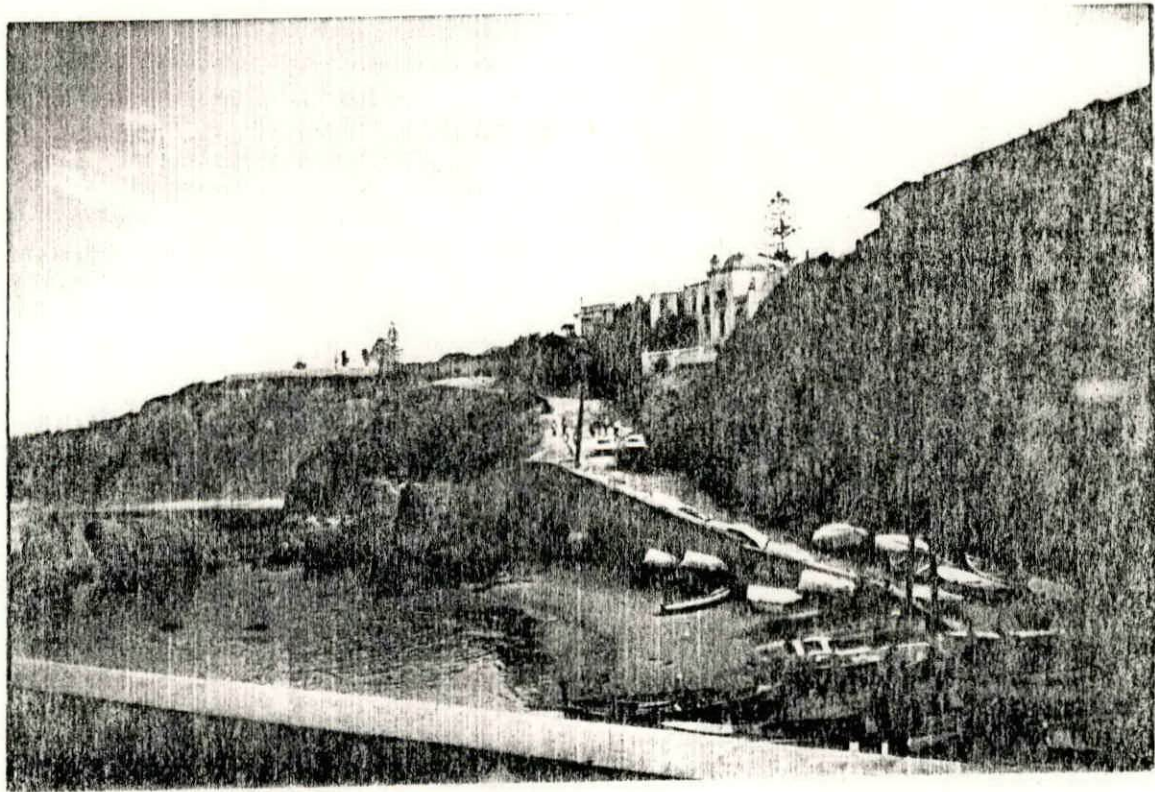


Photo. 3 : - La route qui mène au port
est en état défectueux.

- Suppression de la petite plage du port
au profit des terre-pleins.



Photo. 4 : Affleurement des marnes bleues
du Plaisancien.

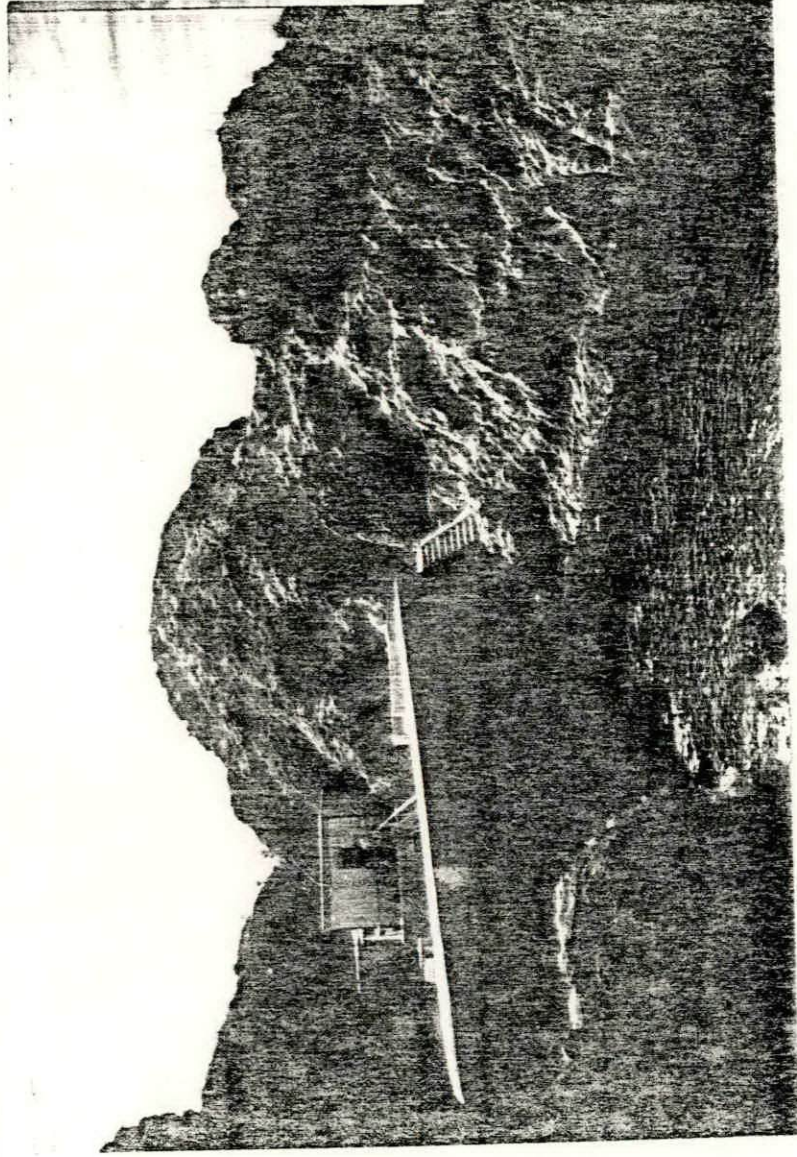


Photo. 5 : Affleurement de roches métamorphiques.

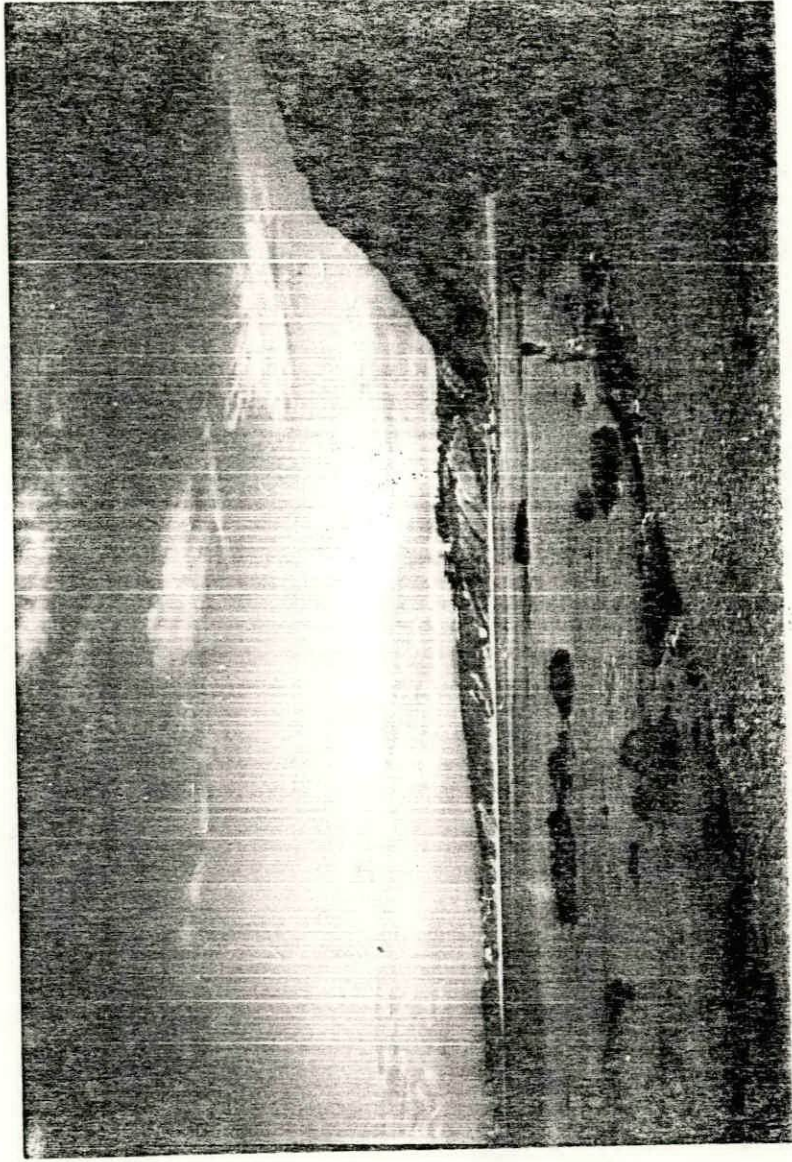


Photo. 6 : - Étendue de plages à l'Est du port.
- Engraisement de la petite plage à galets
située au Sud-Est du port.

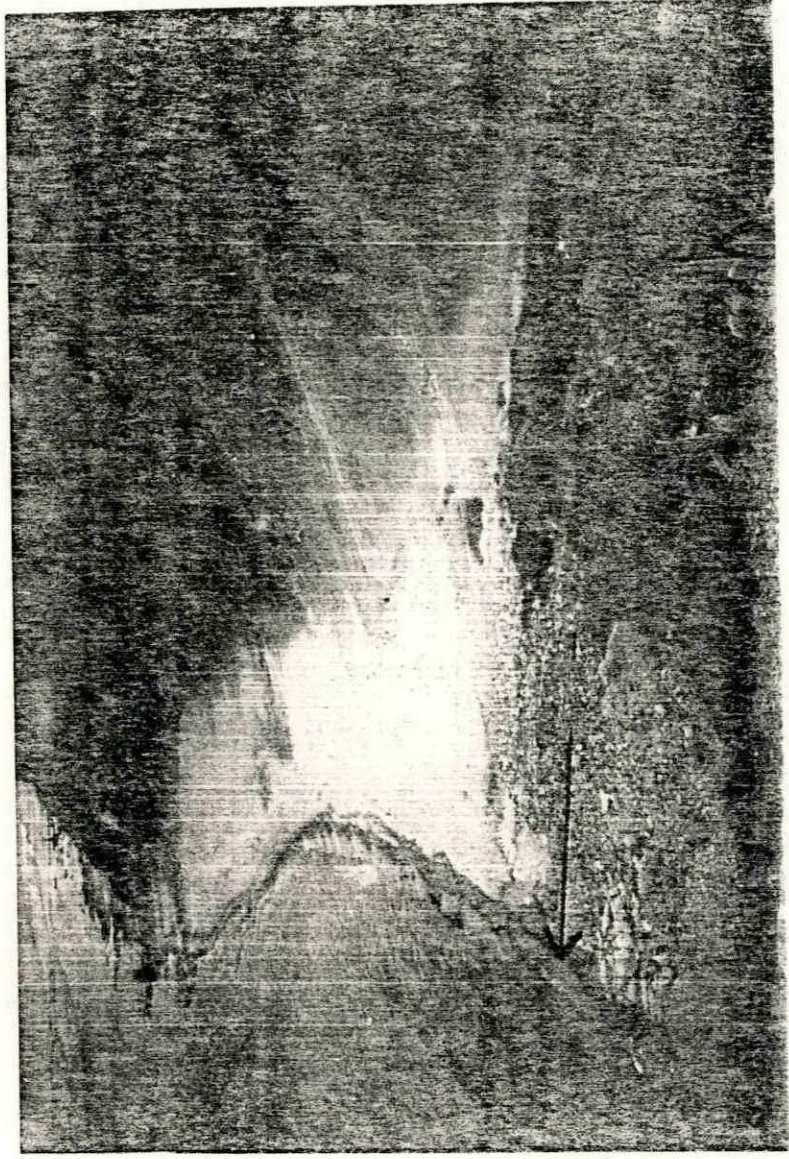


Photo. 7 : Rejet d'eaux usées domestiques
par l'égoût principal à ciel ouvert.

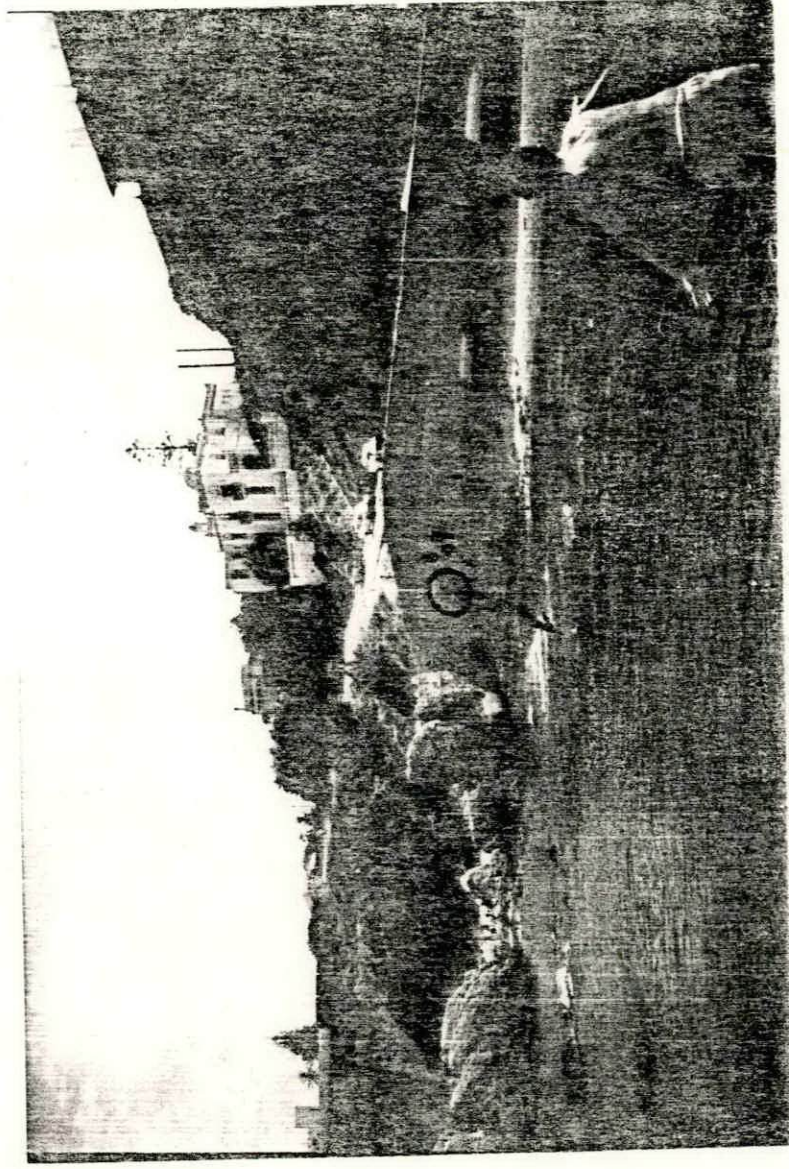


Photo. 8 : Séversement d'eaux usées domestiques
par l'égoût secondaire.

Photo - 10 :
Eau claire des eaux d'El-Marsa,
leur richesse en faune et flore
attirent de nombreux plongeurs.

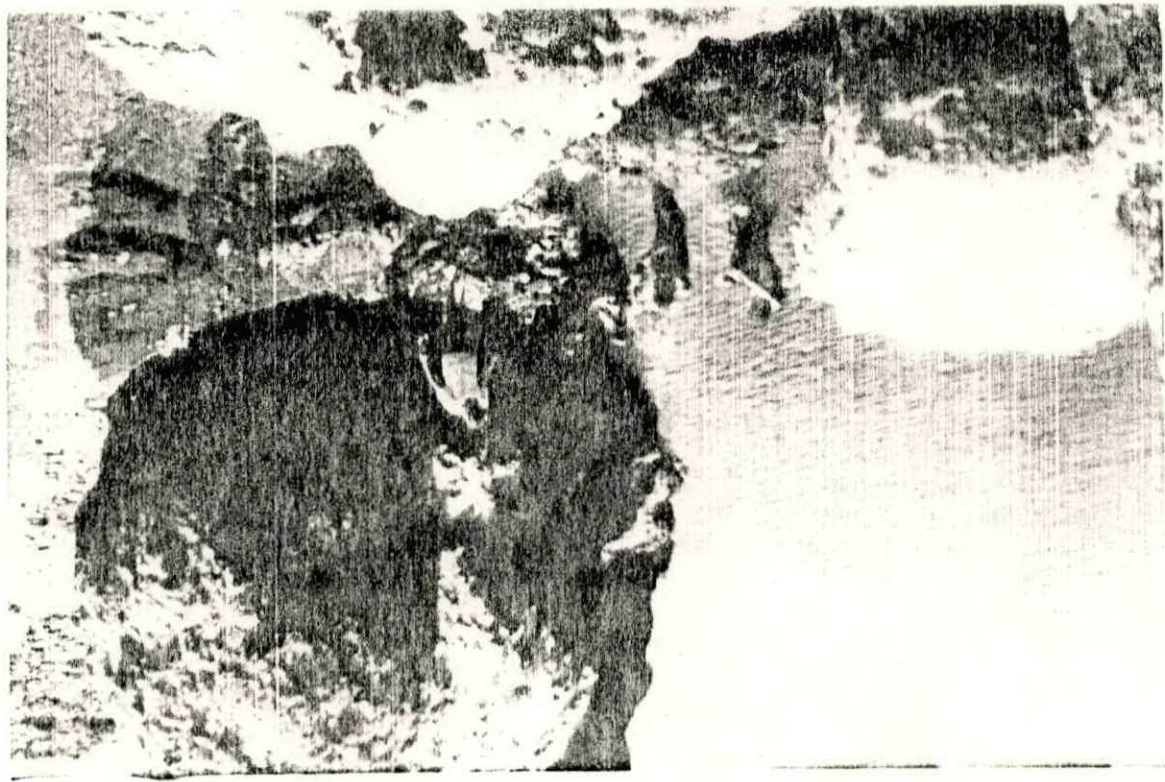
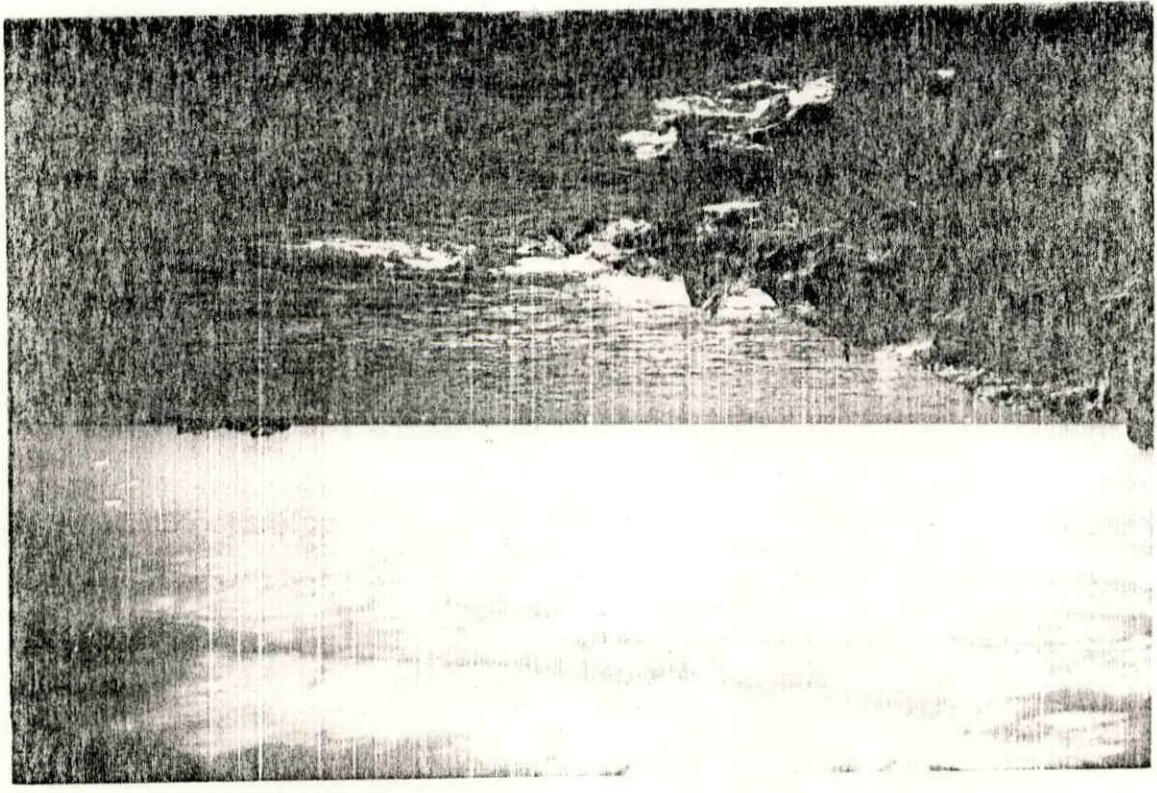


Photo - 9 :
Ilet Sandja



INDEX DES FIGURES

- Fig.1 : Localisation de la zone d'étude.
Fig.2 : Situation géographique de la zone d'étude.
Fig.3 : Les grands ensembles géomorphologiques de la province d'Alger.
Fig.4 : Carte géologique du secteur Cap-Matifou- El-Marsa - Aïn-Beïda.
Fig.5 : Coupes sondages à El-Marsa.
Fig.6 : Précipitations mensuelles moyennes.
Fig.7 : Rose hivernale des vents.
Fig.8 : Rose estivale des vents.
Fig.9 : Rose annuelle récapitulative des directions des vents.
Fig.10 : Fréquence cumulée des vents au large d'El-Marsa par direction et par mois.
Fig.11 : Roses récapitulatives des directions des vents.
Fig.12 : Rose des houles hivernales.
Fig.13 : Rose des houles estivales.
Fig.14 : Rose annuelle récapitulative des fréquences d'apparition de la houle au large.
Fig.15 : Esquisse bathymétrique.
Fig.16 : Profils transversaux du fond marin.
Fig.17a: Plan de vague (direction Nord-Est).
Fig.17b: Plan de vague (direction Nord-Ouest).
Fig.18 : Positionnement des prélèvements sédimentologiques.
Fig.19 : Délimitation du substratum rocheux.
Fig.20 : Carte des lutites.
Fig.21 : Répartition de la classe modale -A-.
Fig.22 : Répartition de la classe modale -B-.
Fig.23 : Répartition de la classe modale -C-.
Fig.24 : Répartition de la classe modale -D-.
Fig.25 : Schéma de la dynamique sédimentaire entre El-Marsa et Aïn-Chrob.
Fig.26 : Les principaux consommateurs de la posidonie.
Fig.27 : Plan de masse du port de pêche et de plaisance d'El-Marsa.
Fig.28 : Coupe transversale de la jetée principale.

TABLEAUX

- Tableau.1 : Résultats des essais de stabilité.
Tableau.2 : Prix unitaires.
Tableau.3 : Coût total du projet.
Tableau.4 : Schéma récapitulatif des principaux impacts.

PHOTOGRAPHIES

- Photo.1 : Jetée Nord existante.
Photo.2 : Mise à sec des embarcations au moyen de treuils.
Photo.3 : La route qui mène au port.
Photo.4 : Les marnes bleues du Plaisancien.
Photo.5 : Les roches métamorphiques.
Photo.6 : Etendue de plages à l'Est du port.
Photo.7 : Egoût principal.
Photo.8 : Egoût secondaire.
Photo.9 : Îlots Sandja.
Photo.10 : Un groupe de plongeurs.

CARTES ET PLANS :

- . Carte topographique d'Alger N° 7-8, (1/25.000).
- . Carte géologique d'Alger, (1/50.000).
- . Carte structurale du Nord de l'Algérie, (1/50.000).
- . Levé bathymétrique, abri Jean-Bart, Sondage à la lance (0,005 p.m), Juillet 1941.
- . Levé bathymétrique, abri d'El-Marsa, (1/300), L.E.M, 1988.
- . Levé topographique, abri d'El-Marsa, (1,500), L.E.M, 1988.
- . Plan de masse, port de pêche et de plaisance d'El-Marsa (1/500), L.E.M, 1991.
- . Photographie aérienne, (1/10.000), Date : 10-1980, système Nord I.N.C - R-2.10.

ORGANISMES ET INSTITUTS CONSULTES :

- A.P.C (Assemblée Populaire Communale) d'El-Marsa.
- A.P.W (Assemblée Populaire de la Wilaya) de Boumerdès.
- A.N.P.E (Agence Nationale pour la Protection de l'Environnement), El-Marsa.
- A.N.R.H (Agence Nationale des Ressources Hydrauliques), Bir-Mourad-Raïs
- S.C.H.M (Service Central Hydro-Météo), Forces Navales, Tamentafoust (ex: La Pérouse).
- C.R.A.A.G (Centre de Recherche en Astronomie, Astrophysique et Géophysique), Bouzaréah.
- E.N.D.P (Ecole Nationale pour le Développement de la Pêche), Port d'Alger.
- E.N.E.T (Entreprise Nationale des Etudes Touristiques), Sidi-Fredj.
- FORT-TURC (Chargé des études archéologiques), Tamentafoust.
- I.S.M.A.L (Institut des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du littoral), Sidi-Fredj.
- L.E.M (Laboratoire d'Etudes Maritimes), Alger.
- Ministère de l'environnement, Hydra.
- Ministère de l'équipement, Kouba.
- O.N.I.G (Office National de Géologie), Alger.
- O.N.M (Office National de Météorologie), Dar-El-Beïda.
- SONATRAM (Société Nationale des Travaux Maritimes), Alger-Port.
- U.S.T.H.B (Université des Sciences et Technologie Houari Boumediène), Bab-Ezzouar:
 - . I.S.N (Institut des Sciences de la Nature).
 - . I.S.T (Institut des Sciences de la Terre).

- A. AÏSSI, 1980 : Accumulation des métaux lourds chez les bivalves *Mytilus - Perna* (L) de la région d'Alger.
(VES Journées. Etude. Pollution, pp 155 - 161)
(Cagliari, C.I.E.S.M. Oct 1980).
- C. ARISTAGUES, 1986 : Action de la houle sur les fonds marins.
(Synthèse des résultats des expériences effectuées à BAYONNE en 1975 par le Commissariat à l'Energie Atomique).
- A. ASSO, 1982 : Contribution à l'étude des polluants métalliques chez la moule *Perna-Perna* (L) dans la région d'Alger (Thèse 3ème Cycle).
- A. AYME, 1948 : Contribution à l'étude des terrasses littorales entre le Cap Matifou et l'Oued Isser.
(Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord).
* Nouvelle série *
Tome 39, N° 1-6, Janvier-Juin 1948.
- B. BELLESSORT, 1992 : PORTS DE PLAISANCE ET PORTS DE PÊCHE :
"Etudes de faisabilité Océanographie-Sédimentologie".
Ecole Nationale des Ponts et Chaussées (I.P.E.R).
(Publication/La Rochelle, du 22 au 26 Juin 1992).
- B. BELLESSORT ET M. VIGUIER, 1992 : PORTS DE PÊCHE ET PORTS DE PLAISANCE :
"Modèles numériques et modèles réduits physiques".
Ecole Nationale des Ponts et Chaussées (IPER).
(Publication/La Rochelle, du 22 au 26 Juin 1992).
- H.R. BENYAGHOB, 1988 : Hydrodynamisme et sédimentation dans la baie de Béjaïa (Algérie).
(MEMOIRE-INGENIEUR, I.S.T/U.S.T.H.B).
- CH. F. BOUDOURESQUE et A. MEINESZ, 1987 : Découverte de l'Herbier à Posidonie
(cahier N°4 - Parc National de Port-Cros).
- J. CHAPON, 1984 : Cours de travaux maritimes (tome 1).
(2ème Edition EYROLLES).
- A. CHOUIKHI, 1980 : Choix et mise au point de chaînes alimentaires "eau douce" permettant de mettre en évidence le caractère bio-accumulatif d'un polluant.
(Thèse 3ème Cycle).

- A.J. DE GRISSAC, 1979 : Impacts des aménagements littoraux.
(Centre National pour l'Exploitation des Océans).
- G. FILLIAT, 1979 : Manuel de l'hydrodynamisme sédimentaire, érosion et sédimentation.
- G. GIRAUD, 1977 : Contribution à la description et à la phénologie quantitative des Herbiers à Posidonie.
(Thèse 3ème Cycle).
- L. GLANGEAUD, 1932 : Etude Géologique de la région littorale de la province d'Alger.
(Monographies régionales, 1ère série, N°25, Publications du XIXème congrès Géologique International. Alger 1952).
- L. GLANGEAUD, 1952 : Histoire Géologique de la province d'Alger.
(Monographies régionales, 1ère série, N°25 Publications du XIXème congrès Géologique International. Alger 1952).
- A. GRAILLOT, (L.E.M) : Cours de travaux maritimes (tome 4).
"Institut Portuaire d'Enseignement et de Recherche" (I.P.E.R).
- A. GUILCHER, 1965 : Précis d'hydrologie marine et continentale.
(Editions Masson et Cie).
- M. LARID, 1992 : Introduction à l'aménagement du littoral (I).
- J. LARRAS, 1961 : Cours d'hydraulique et de travaux maritimes.
(Editions EYROLLES).
- L. LECLAIRE, 1972 : La sédimentation Holocène sur le versant méridional du Bassin algéro-baléares.
(Précontinent Algérien).
"MEMOIRES DU MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE".
* Nouvelle série *
Série C, Sciences de la Terre, Tome XXIV.
(Editions du MUSEUM).
- S. MAOUCHE, 1987 : Mécanisme hydro-sédimentaire en baie d'Alger.
Approche sédimentologique, géochimique et traitement statistique.
(Thèse 3ème Cycle).
- M. MEGHRAOUI, 1988 : Géologie des zones sismiques du Nord de l'Algérie (Thèse 3ème Cycle).

- M. MICHEL, 1992 : PORTS DE PLAISANCE ET PORTS DE PÊCHE :
 - . Elaboration des termes de référence pour la réalisation de l'étude d'impact d'un port de plaisance.
 - . Principaux impacts pendant chaque phase de vie du port.
 Mesures réductrices et compensatoires.
 (Publication/La Rochelle du 22 au 26 Juin 1992)

- M. MICHEL, 1992 : PORTS DE PLAISANCE ET PORTS DE PÊCHE :
 "La Recherche d'un parti d'aménagement"
 (Publication/La Rochelle de 22 au 26 Juin 1992)

- C. MIGNIOT, 1977 : Action des courants, de la houle et du vent sur les sédiments. (La houle blanche N°1, 1977)

- C. MIGNIOT, 1982 : Etude de la dynamique sédimentaire marine, fluviale et estuarienne.
 (Thèse 3ème Cycle).

- C. MILLOT, 1985 : Some features of the Algerian Current.
 "Quelques caractéristiques du Courant Algérien".
 (Journ, Géophys, Res.90, C4. 7/69.7/79).

- H. MOSSU, 1661 : Description des schistes cristallins du massif de Bouzaréah (Alger).
 (Publication du service de la carte géologique de l'Algérie -Bulletin N°30 (->p.229)
 TRAVAUX DES COLLABORATEURS 1960-1961.

- MOULIN et AL, 1978 : Météo, Vents, Nuages, Tempêtes.
 (Editions maritimes. D'outre-mer).

- P. MURAOUR, 1973 : Structure et géomorphologie dynamique des fonds marins.
 (Editions Masson et Cie).

- C. NODOT, 1978 : Etude d'impact des aménagements littoraux du Mourillon sur l'Herbier à Posidonie.

- F. OTTMANN, 1965 : Introduction à la géologie marine.
 (Editions Masson et Cie).

- F. OTTMANN, 1985 : Impacts des opérations de remblaiement dans l'aménagement du littoral.
 (Colloque Franco-Japonais d'Océanographie, Marseille du 16-21/Septembre 1985).

- P. PESSON, 1980 : Pollution des eaux continentales.
 (2ème édition. Rev et Augm).

- A. RIVIERE, 1977 : Méthodes granulométriques, techniques d'interprétation.
 (Editions Masson).

- R. VIAN, 1976 : PORTS DE PLAISANCE:
"Conception générale et dimensionnement des ouvrages portuaires".
(Rapport final de la Commission Internationale pour la navigation de sport et de plaisance. Annexe au bulletin N°25 (Vol. III/1979)).
- V. ROMANOVSKY, 1966 : Physique de l'Océan.
(Rayon de la Science. Edition du Seuil).
- R. SEMROUD, 1992 : Contribution à la connaissance de l'Ecosystème à Posidonia Oceanica dans la région d'Alger.
(Thèse 3ème Cycle).
- J. TRICART, 1965 : Principes et méthodologie de la géomorphologie.
(Edition Masson et Cie).
- C. VILLAIN, 1978 : Les études préalables aux aménagements portuaires. (Chap I, II, III et IV).
- . Travaux d'inspection sous-marine sur l'abri d'El-Marsa , SONATRAM, 1980.
- . Avant Projet Sommaire (A.P.S) EL-MARSA, L.E.M, 1989.
- . Rapport EL-MARSA : Etudes hydrauliques en modèles réduits physiques, L.E.M, 1990.
- . Plan d'Urbanisme Provisoire (P.U.P) EL-MARSA, 1986.
- . Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (P.D.A.U) de la Wilaya de Boumerdès. (1987).
- . Rapport SOGREAH : Protection du rivage de la wilaya d'EL-DJAZAIR "Reconnaissances Géotechniques"/1983.
- . Guide de l'Environnement pour les Travaux Maritimes. (TEXTES I et II, 1979).
- . P.N.U.E : Etude d'impact sur l'environnement du port de plaisance de KABILA (MAROC).
(Rapports et Etudes du P.N.U.E sur les mers régionales. N° XXX, P.N.U.E, 1991).
- . Circulation des eaux et pollution des côtes méditerranéennes du MAGHREB. Rabat / MAROC, Novembre 1992.
(INOC/Publication, Annexe II, page 10).
- . Etudes d'impact sur l'environnement (approche théorique), cours d'aménagement du littoral. "5ème année ingénieurs, ISMAL"
(Par le Professeur Monsieur LARID).
- . Rapport de la Conférence des Nations-Unies sur l'Environnement et le Développement (C.N.U.E.D), Rio, 1992.

- . Commission Internationale pour l'Exploitation Scientifique de la Mer (C.I.E.S.M/Publications). MONACO.
- . Bulletin International des Sciences de la Mer. N°63, 1992. (UNESCO)
- . "Tous empoisonnés aux métaux lourds". (Revue Science et Vie. N°852. Septembre 1988).
- . "La houle comment s'en protéger ?" (Département de la Martinique. Direction départementale de l'Équipement. Juin 1981).
- . "Les enrochements". (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, (L.C.P.C)/Paris).
- . Directives pour l'évaluation des projets (Nations-Unies/1973).
- . Summary of Synoptic Meteorological Observations (S.S.M.O), Volume 3, AREA 10 "ALGIERS", 1963-1970.
- . Journal Officiel de la République Algérienne, N°10, 1990.
- . Dictionnaire LAROUSSE, édition 1986.