

MINISTERE DELEGUE AUX UNIVERSITES

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

MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme
INGENIEUR D'ETAT EN AMENAGEMENT ET
PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Option: Aménagement du Littoral

**ETUDE DE LA DYNAMIQUE
SEDIMENTAIRE DANS LA REGION DE TIGZIRT
IMPACT DU PORT DE PLAISANCE ET DE
PECHE SUR LE LITTORAL
PROBLEME D'ENSABLEMENT DE LA PASSE DU PORT**

Par

DJENADI WIDAD ET DOUIBI KHADIDJA

Soutenu le Juin 1993

DEVANT LE JURY COMPOSE DE:

M ^R BENTELLIS Abdelhakim	:	Président
M ^R BELKESSA Rabah	:	Rapporteur
M ^R BOUDOUMA M'hamed	:	Co-Rapporteur
M ^R LARID Mohamed	:	Examineur

Projet de TIGZIRT

Plan

	Page
Introduction	1
Chapitre I: Géomorphologie et Hydrologie	3
A Situation géographique	3
B Situation géomorphologique et réseau hydrographique	3
C Situation géologique	5
C.1 Stratigraphie	8
C.1.1 Primaire: Le Permo-Trias	8
C.1.2 Secondaire: Le Crétacé	8
a) Crétacé inférieur: L'Albo-Aptien	8
b) Crétacé supérieur: Le Sénonien	8
* Le Sénonien de Tigzirt Tifileout	10
a) Description des terrains	10
C.1.3 Tertiaire	10
a) Le Nummulitique supérieur	10
b) Le Néogène	11
C.1.4 Quaternaire	11
D Description morphologique de la zone d'étude	11

D.1 Morphologie côtière	13
D.2 Morphologie sous-marine	13
Chapitre II: Etude Météorologique et Hydrodynamique	23
A Le vent	23
A.1 Etude du vent	23
A.2 Conclusion	29
B La Houle	29
B.1 Etude de la houle	29
B.1.1 Relation amplitude-période de la houle	35
B.2 Caractéristiques statistiques de la houle au large	36
C Les courants	39
C.1 Les courants liés à la houle	39
a) Courant de retour	39
b) Courant de dérive littorale	39
D La marée	40
E Etude de la réfraction	40
E.1 Introduction	40
E.2 But de l'étude	40

E.3 Principe de calcul	41
E.4 Le choix des directions	42
E.5 Résultats	43
E.5.1 Plan de vague par houle de secteur Nord	43
E.5.2 Plan de vague par houle de secteur Ouest	45
E.5.3 Plan de vague par houle du Nord-Est	48
E.6 Caractéristiques statistiques de la houle à la côte	48
Chapitre III: Méthodologie	53
A Technique de mesure et de prélèvement sur le terrain	53
A.1 Prélèvement de sédiment	53
A.2 Mesure bathymétrique	55
B Travaux au laboratoire	55
B.1 Correction des mesures bathymétriques et établissement de la carte (1/25000)	55
B.2 Etude sédimentologique	58
B.2.1 Traitement granulométrique	58
B.2.2 Fraction lutitique	58
B.2.3 Décarbonatation	59

B.2.4 Etude et observation des grains de sable	
à la binoculaire	59
Chapitre IV: Sédimentologie	61
A Teneurs et répartition de la fraction fine dans le sédiment	
(cartes de lutites)	61
B Analyse granulométrique	63
B.1 Représentation graphique	63
* Courbes cumulatives semi-logarithmiques	63
* Histogrammes de fréquence	63
B.2 Analyse modale	64
B.2.1 Mode 1	64
B.2.2 Mode 2	70
B.2.3 Mode 3	70
B.2.4 Carte des mélanges	73
B.2.5 Conclusion des modes	73
B.3 Carte de répartition des médianes	75
C Teneurs et répartition des carbonates	77
D Conclusion sédimentologique	77
Chapitre V: Conclusion générale	82

Liste des Tableaux

	Page
Tab A: Tableau récapitulatif des volumes sédimentaires	22
Tab B: Tableau des fréquences d'apparition de houle	32
Tab C: Fréquence de houle annuelle	33
Tab D: Pourcentages de la hauteur de houle annuelle	34
Tab E: Relation période - amplitude (au large)	35

Liste des Figures

	Page
Fig 1: Situation géographique de TIGZIRT	4
Fig 2: Réseau hydrographique de la Basse Kabylie	6
Fig 3: Carte schématique des affleurements de l'Oligocène supérieur et de leur substratum	7
Fig 4: Carte schématique des affleurements Albo-Aptiens et Sénoniens en Basse Kabylie	9
Fig 5: Répartition des affleurements du Numidien	12
Fig 6: Morphologie côtière de TIGZIRT	14
Fig 7: carte de répartition des profils sismiques	15
Fig 7a: profils sismiques	17-18-19
Fig 8: Répartition spatiale du volume sédimentaire	20
Fig 9: carte bathymétrique de TIGZIRT (L.E.M) E = 1/6000	21
Fig A1 - A12: Roses récapitulatives mensuelles du vent	24-25
Fig B: Rose annuelle du vent	26
Fig 10(a,b,c): Diagrammes de répartition annuelle, en %, des directions de vent, dans les secteurs W, E et NE	27
Fig 11(a,b,c): Histogrammes des pourcentages de vitesse de vent dans les directions W, E et NE	28
Fig 12: Rose annuelle de la houle	31
Fig 13: Rose hivernale de la houle	31
Fig 14: Rose estivale de la houle	31

Fig 15(a,b,c):	Courbes de régression des houles au large	37-38
Fig 16:	Plan de vague par houle de Nord (6', 8', 10', 12' secondes)	44
Fig 17:	Plan de vague par houle de N315°	46
Fig 18:	Plan de vague par houle de N330°	47
Fig 19:	Plan de vague par houle de NE	49
Fig 20(d,e,f,g):	Courbes de régression des houles à la côte	51-52
Fig 21:	Carte de positionnement	54
Fig 22:	Carte bathymétrique de la zone de TIGZIRT: E = 1/25.000	56
Fig 23:	Carte bathymétrique de TIGZIRT (P. FRAENKEL) E = 1/8000	57
Fig 24:	Carte de répartition des lutites	62
Fig 25(a,b,c):	Courbes cumulatives	65-66-67
Fig 26:	Répartition des classes modales	68
Fig 27:	Carte de la classe modale n°1	69
Fig 28:	Carte de la classe modale n°2	71
Fig 29:	Carte de la classe modale n°3	72
Fig 30:	Carte de mélange des modes	74
Fig 31:	Carte de répartition des médianes	76
Fig 32:	Carte de répartition des carbonates	78
Fig 33:	Carte schématique du transit sédimentaire	80
Fig 34:	Solution schématique au problème d'ensablement	85

Remerciements

C'est pour nous un immense plaisir de pouvoir adresser aujourd'hui, au terme de cette étude, nos plus vifs remerciements à tous ceux qui, par leur aide, leur conseil, leur patience, compétence et intérêt, ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Que soient particulièrement remerciés les membres du Jury:

- M^r A. BENTELLIS, qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de ce Jury.

- M^r M. LARID qui a accepté de siéger à notre Jury et d'examiner ce travail.

- M^r M. BOUDOUMA, Ingénieur d'Etat au L.E.M, qui malgré ses nombreuses occupations, nous fait l'honneur de participer à ce Jury et d'examiner notre travail.

Nous tenons à lui exprimer notre reconnaissance pour son suivi et ses critiques.

- M^r R. BELKESSA, que nous remercions vivement pour sa disponibilité en dépit de ses nombreuses responsabilités, et pour la confiance qu'il nous a témoigné.

Nous le remercions, aussi, pour ses recommandations qui ont contribué à l'édification de ce travail.

Que soit remercié également notre ami:

- Mr M. MEDDAHI, étudiant en post-graduation à l'I.S.M.A.L, pour qui nous adressons un remerciement tout particulier, pour son dévouement constant, sa disponibilité et son suivi permanent.

Nous tenons à lui exprimer notre sincère reconnaissance pour les conseils qu'il a prodigué.

Nous tenons à exprimer notre reconnaissance à toutes les structures et personnes dont l'aide scientifique et matérielle nous ont permis de mener à bien ce travail.

- La campagne en mer n'aurait pu se dérouler sans le bateau "M.S. Ben Yahia" et son équipage.

- Le Laboratoire d'Etudes Maritimes (L.E.M) à ALGER.

Nous remercions particulièrement les ingénieurs qui par leur connaissances, nous ont été d'une grande aide.

Nous pensons à: M^{elle} BENHOCINE HAYET

M^{elle} BOUSLIMANI TORKYA

M^{elle} SEBOUSSI LILA

Mr MATOUK ZINE-EDDINE

Enfin, nous ne saurons terminer sans rendre un grand hommage à notre petite famille pour son soutien moral et sa compréhension exemplaire.

Nous espérons que ce travail puisse témoigner notre profonde affection.

INTRODUCTION

Introduction

Dans le cadre de l'expansion économique et touristique de la ville côtière de TIGZIRT, la réalisation d'un port de plaisance a été envisagée.

L'étude du projet a fait l'objet d'un contrat passé entre la wilaya de TIZI-OUZOU et le Laboratoire d'Etudes Maritimes (L.E.M). (1992) Avril.

Tout projet d'ouvrage sur le littoral nécessite une étude préalable du site afin de:

- Déterminer les caractères hydrodynamiques et sédimentaires du site.
- Prévoir son comportement vis à vis de cet ouvrage.

La conception et l'orientation du port doivent se baser sur les paramètres météorologiques, hydrodynamiques, ainsi que sur la dynamique sédimentaire relative au site; et ceci afin d'assurer une très faible agitation à l'intérieur du port et d'éviter au maximum l'ensablement de la passe qui risque d'entraver la navigation ou l'érosion du rivage.

C'est ainsi que le L.E.M nous a confié le sujet qui fait l'objet de notre présent mémoire. Ce sujet entre dans le cadre des mémoires d'Ingéniorat en Aménagement du Littoral à l'I.S.M.A.L.

L'objectif recherché est de déterminer la dynamique sédimentaire, prévoir l'ensablement, évaluer l'impact du port sur le milieu littoral et enfin préconiser un modèle de protection.

Les résultats qui en découleront pourraient constituer un complément à l'étude de la conception du port.

Notre travail comporte:

- une approche hydrodynamique: compilation des données météorologiques et des mesures de houlographie.

- une approche sédimentologique: dynamique des sédiments par l'analyse des modes granulométriques.

Le L.E.M a mis à notre disposition les documents qui concernent les travaux effectués dans cette zone à savoir:

- Données du SSMO (US Naval Weather Service Command)

- Rapport "Port de TIGZIRT" réalisé par Peter Frankel (oct 82)

- Note de synthèse "Port de TIGZIRT" réalisée par le L.E.M (Août 92)

La non disponibilité d'un sondeur bathymétrique nous a empêché d'avoir beaucoup plus de détails concernant la morphologie sous-marine, qui est un facteur non négligeable dans le transit sédimentaire.

CHAPITRE I

GEOMORPHOLOGIE ET HYDROLOGIE

Chapitre I: GEOMORPHOLOGIE ET HYDROLOGIE

A SITUATION GEOGRAPHIQUE:

La zone d'étude "Région de TIGZIRT" se situe à 150 kilomètres à l'Est d'ALGER.

Ses coordonnées géographiques sont:

en latitude: entre $36^{\circ} 54'$ et $36^{\circ} 53' 30''$.

en longitude: entre $4^{\circ} 05' 30''$ et $4^{\circ} 09'$.

Elle est limitée à l'Ouest par la ville de Dellys, à l'Est par la ville d'Azeffoun, au sud par la ville de TIZI-OUZOU et au nord par la mer Méditerranée. (fig 1).

TIGZIRT s'étend sur une superficie de $25,873 \text{ km}^2$, sa population est estimée à 67.441 habitants soit une densité de 261 hab/km^2 .

B SITUATION GEOMORPHOLOGIQUE ET RESEAU HYDROGRAPHIQUE:

La région de TIGZIRT fait partie de la large province littorale de la Grande-Kabylie.

Par opposition à la Haute-Kabylie qui culmine à 2308 m, les altitudes de cette province ne dépassent pas 1300 m d'où le nom de Basse-Kabylie.

Le réseau hydrographique est très riche; il s'agit pour une grande partie de rivières dont le régime est capricieux; elles ne connaissent que d'assez brèves périodes d'activité, leurs lits étant secs durant de longs mois dans l'année.

Lors des saisons pluvieuses, ces oueds se transforment en véritables petits torrents qui sculptent activement, par leurs forces érosives le bassin versant. Une exception doit toutefois être faite pour l'oued Sebaou dont le débit subit certes d'énormes fluctuations d'un bout à l'autre de l'année, mais n'arrive jamais à être nul.

Entre les cours moyens de l'oued SEBAOU et la ligne de rivage, on note la présence d'une grande ligne de séparation des eaux constituée par un alignement de crêtes (Dj. Thakedempt et Dj. Tamgout) qui traversent la Basse-Kabylie de l'Est vers l'Ouest, donnant à cette province un relief assez accidenté et une configuration très caractéristique (fig 2).

Toutes les rivières situées au nord, ont un cours NE et se jettent directement dans la mer, tandis que celles situées au sud ou à l'Ouest de la ligne de séparation des eaux se jettent dans le SEBAOU.

* Les oueds qui débouchent dans la zone d'étude et qui l'alimentent en matériel terrigènes sont respectivement d'Est en Ouest:

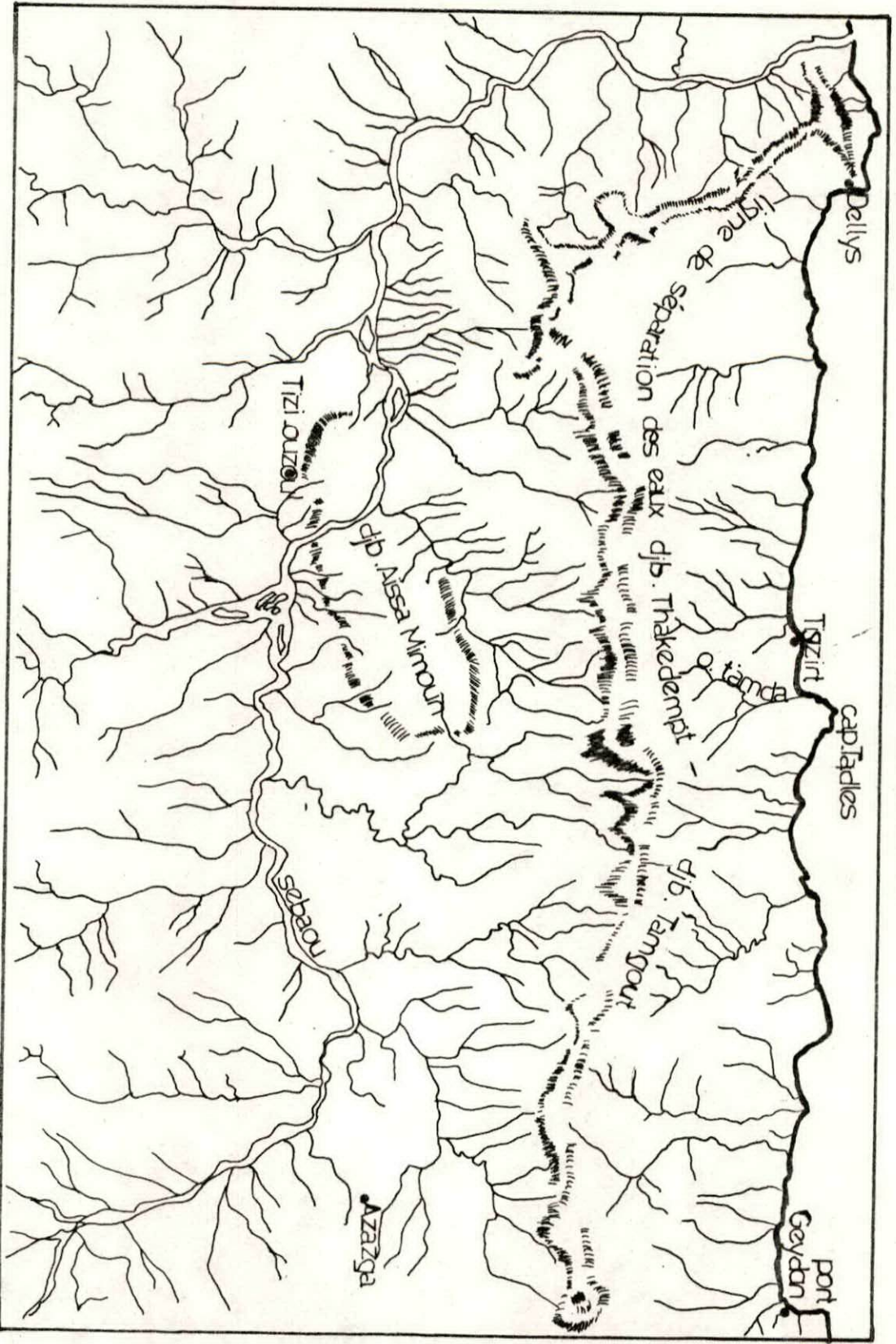
Oued Tamda, Oued IGHZER TASSALAST et Oued IGHZER EL BIR.

C SITUATION GEOLOGIQUE:

La Basse-Kabylie est formée dans une large proportion par des marnes et des argiles qui donnent des reliefs mous, uniformes, très vulnérables à l'érosion.

La géologie y est particulièrement ingrate. C'est ce qui explique peut être, le peu d'attrait que cette région pourtant assez proche d'ALGER, (fig 3), semble avoir présenté pour les géologues.

FIG:2 RESEAU HYDROGRAPHIQUE DE LA BASSE KABYLIE

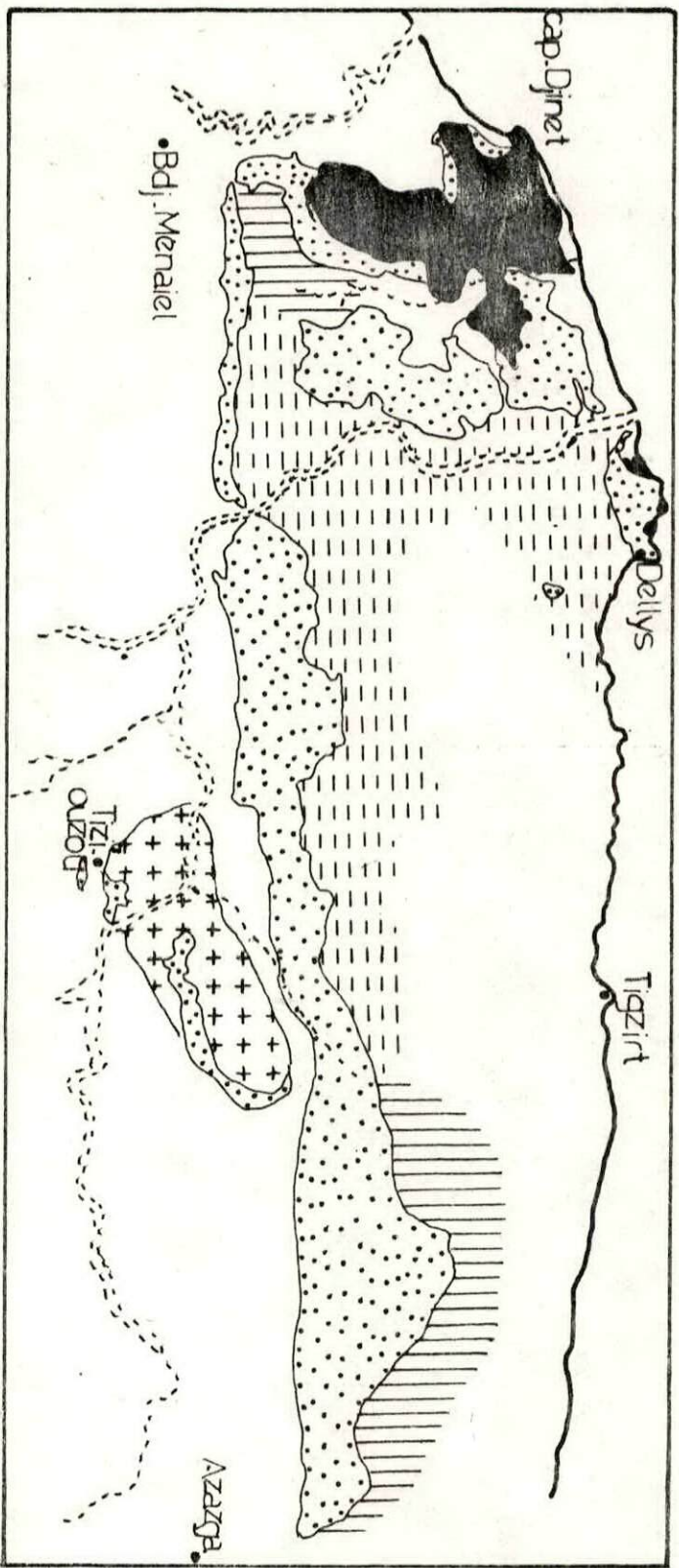


LEGENDE :  côte  oued

ECHELLE : 1/250000

MURAOUR P (1956)

FIG.3 CARTE SCHEMATIQUE DE L'OLIGOCENE SUPERIEUR ET DE LEUR SUBSTRATUM



- LEGENDE :**
- socle cristallophilien
 - crétacé
 - priabonien oligocène inférieur
 - conglomérat, grès, marnes et calcaires recifous de l'oligocène supérieur
 - terrain post. oligocène
 - roche eruptive
- ++
 oued
 côte

ECHELLE : 1/300000

De plus, tous les terrains qui affleurent dans cette région sont caractérisés par leur pauvreté en fossiles.

C.1 STRATIGRAPHIE:

Les formations rencontrées sont les suivantes

C.1.1 Primaire: Le Permo-Trias: Socle cristallophyllien

Formation conglomératique traversée par l'oued SEBAOU dans la zone de BELLOUA - AÏSSA - MIMOUN

Cette formation est d'une puissance d'environ 35 m.

C.1.2 Secondaire: Le Crétacé

Il est représenté en Basse-Kabylie par deux formations lithologiques assez semblables, mais à extension très inégale.

a) Crétacé inférieur: Albo-Aptien:

La première de ces séries qui montre un unique affleurement au sud d'Aïn ROUBAÏ voir (fig 4) est attribuée au Crétacé moyen.

Elle est formée d'argiles schisteuses, grises, sombres, à intercalation de niveau gréseux (grès quartziteux) qui permet de dépasser 500 m d'épaisseur.

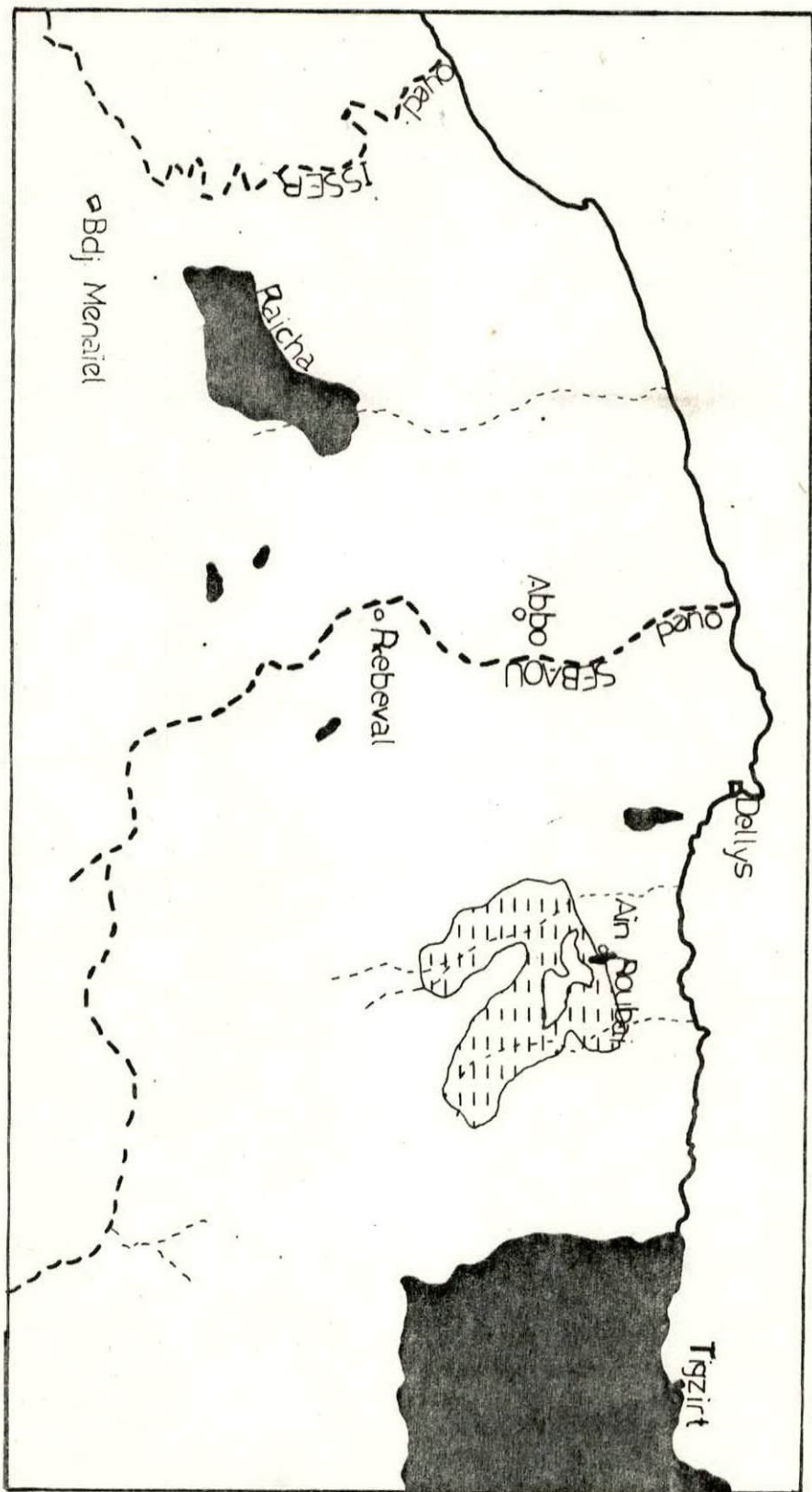
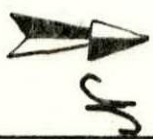
b) Crétacé Supérieur: Sènonien:

Le second terme appartenant au Crétacé supérieur (sènonien) présente de nombreux affleurements d'importance variable.

De l'Ouest vers l'Est, on note un premier affleurement de Sènonien dans la région de Bordj-MENAÏL (Dar Raïcha).

Il faut atteindre la limite de Tigzirt (zone d'étude) pour rencontrer des séries beaucoup plus importantes.

FIG. 4 CARTE SCHEMATIQUE DES AFFLEUREMENTS ALBO-APTIENS ET SENONIENS EN BASSE-KABYLIE



- LEGENDE:
-  côte
 -  oued
 -  albo-aptien
 -  senonien

ECHELLE : 1 / 200000

MURAOUR P(1956)

* Le Sènonien de Tizirt Tifileout:

Les terrains de cet étage occupent toute la région comprise entre Tizirt, Mazer et Tifileout.

La terminaison orientale de cet affleurement est indiquée un peu à l'Est de la pointe Aît-RAOUNA.

- Description des terrains:

Une bonne observation des terrains du Sènonien peut se faire au port de Tizirt. En ce lieu, les affleurements des séries marneuses riches en argiles de couleur gris foncé à débris schisteux, dont les bancs peu épais (10 à 12 cm), sont séparés par des intercalations de grès marneux friables, contenant des foraminifères.

A l'Ouest de Tizirt, les marnes deviennent plus compacts et, montrent de nombreuses traces de plantes.

Dans ces marnes, s'intercalent des bancs de grès, calcaires, qui renferment de nombreux foraminifères et, des calcaires compacts de couleur brune.

Enfin, on rencontre encore quelques bancs de calcaires grossiers.

A sa partie supérieure, le Sènonien est le plus souvent recouvert par les argiles et les marnes de Priabonien Oligocène supérieur (Numidien).

C.1.3: Tertiaire:

a) Le Nummulitique Supérieur:

Il est représenté par deux formations lithologiques.

* La première d'âge Priabonien Oligocène inférieur (Numidien) correspondant à des marnes argilo-schisteuses, des grès quartzeux et des

quartzites dont les faciès rappellent beaucoup ceux des séries Albo-Aptiennes et Sènoniennes.

* La seconde correspond aux flyshes de l'Oligocène supérieur (Dellysien) constitués de poudingues, de grès et de marnes souvent schisteuses qui forment le Djebel Thakedempt (ligne de séparation des eaux).

Ces deux formations forment de larges affleurements qui occupent la majeure partie de la Basse-Kabylie (voir fig 5).

Le reste des formations observées sont d'âge post-Oligocène surtout Néogène.

b) Le Néogène:

Il est représenté en Basse-Kabylie par deux formations essentiellement marneuses, à savoir le Miocène inférieur et le Pliocène (fig 3).

C.1.4 Quaternaire:

Outre les dépôts actuels de sable, le Quaternaire ne présente aucune formation stratigraphique.

D DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE DE LA ZONE D'ETUDE:

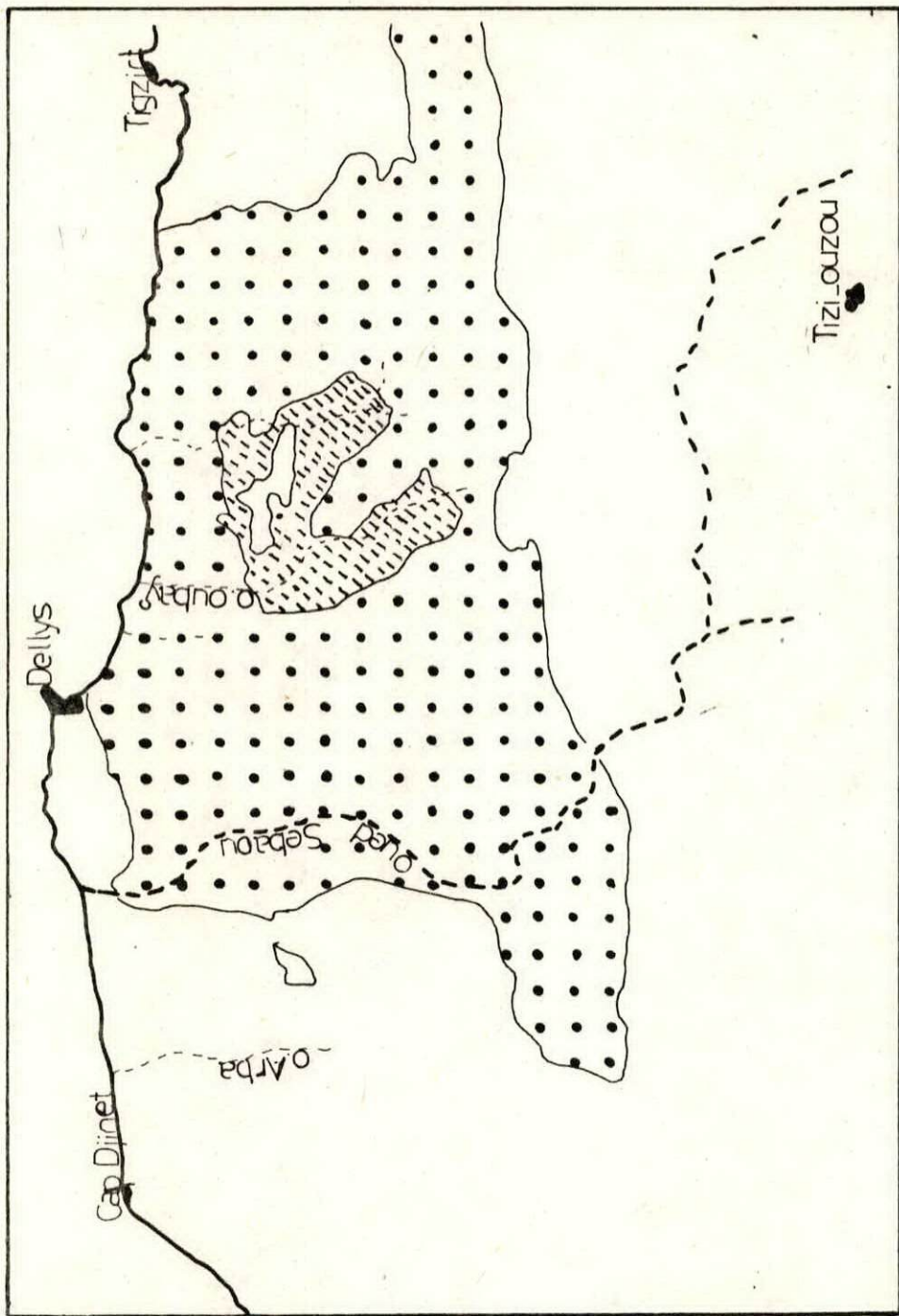
La zone de Tizirt est orientée WSW - ENE.

Le premier élément morphologique notable correspond à la ligne de séparation que constitue l'ensemble îlot-débarcadère.

Nous observons:

- Une zone littorale Est relativement fermée et pouvant être assimilée à une microbaie.

FIG.5 REPARTITION DES AFFLEUREMENTS DU NUMIDIEN



- LEGENDE :**
-  côte.
 -  numidien.
 -  pointements crétacés:
 -  oued.

ECHELLE : 1/200000

- Une zone littorale Ouest de configuration rectiligne, beaucoup plus ouverte.

D.1 MORPHOLOGIE COTIERE DE TIGZIRT: (fig 6)

Les observations détaillées que nous avons effectuées le long du rivage de la zone d'étude, ont permis d'établir une carte représentant les éléments morphologiques.

Ces derniers s'alternent aléatoirement le long du rivage.

1) Les plages à sable: Elles se répartissent de part et d'autre du cap, formé par le débarcadère, atteignant une longueur maximale de 500 m et des largeurs pouvant aller jusqu'à 25 m. Ces plages s'observent également au niveau des oueds, où elles sont plus développées, avec un sable de couleur relativement plus sombre.

2) Les plages à galet: On note la présence de galets homogènes, de dimension décimétrique, formant des grèves assez importantes qui piègent par endroit du sable formant ainsi des microplages.

3) Eboulis: Cet élément sédimentologique s'étend sur de grandes surfaces. Il constitue un obstacle qui empêche le passage d'une plage à une autre.

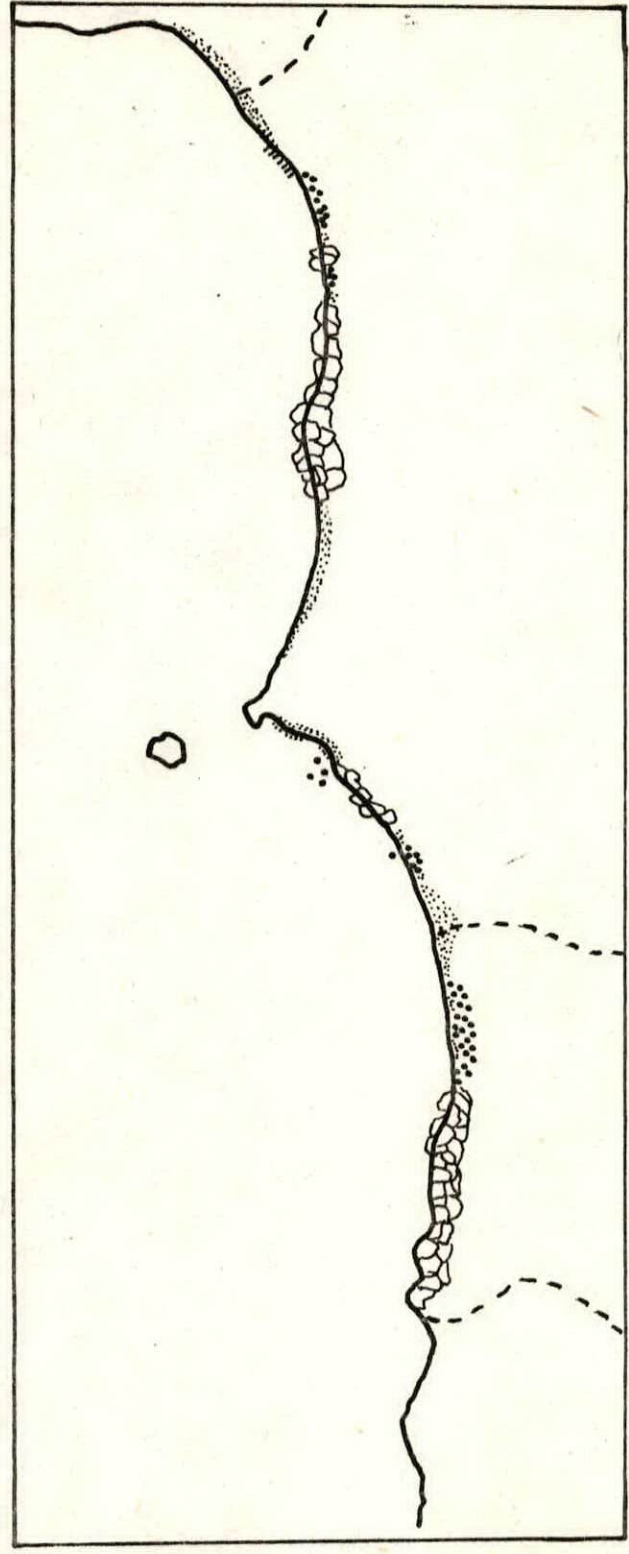
4) Rochers: qui émergent le long de la côte Ouest.

D.2 MORPHOLOGIE SOUS-MARINE:

L'exploitation des profils sismiques tirés du rapport "Port de TIGZIRT" réalisé par P.FRAENKEL (fig 7) nous permet:

- d'avoir une idée générale sur la morphologie sous-marine

FIG.6 MORPHOLOGIE COTIERE DE TIGZIRT

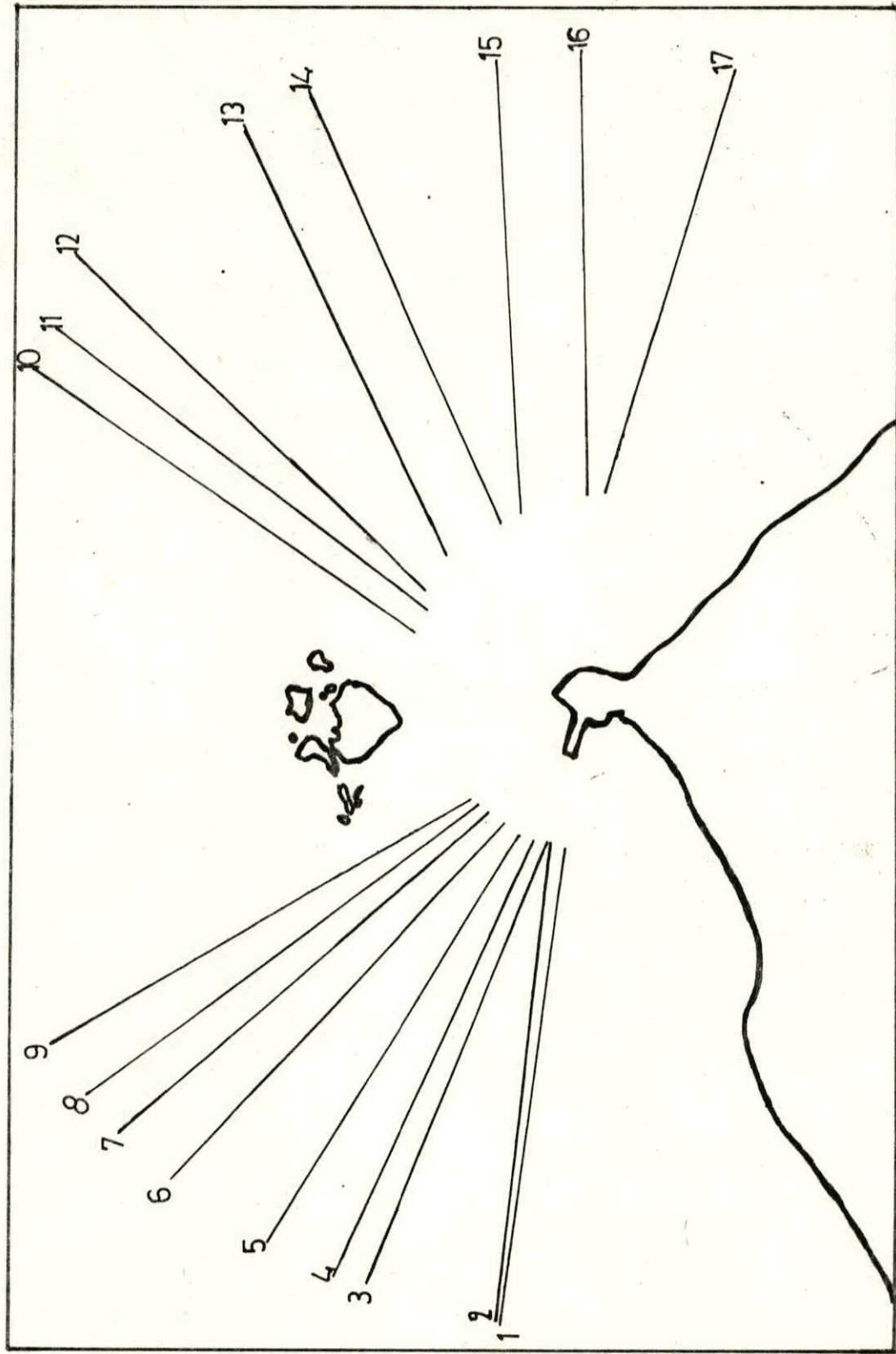


- LEGENDE :
- | | | | |
|--|--------|--|-----------------|
| | côte . | | plage à sable . |
| | îlot . | | plage à galet . |
| | oued . | | eboulis . |
| | | | microfaislase . |




ECHELLE : 1/25000

FIG:7

CARTE DE REPARTITION DES PROFILS SISMIQUES



LEGENDE:

-  côte
-  ilôt
-  profil sismique

ECHELLE: 1/6000

- d'estimer la répartition des volumes sédimentaires (voir tableau A: Tableau récapitulatif des volumes sédimentaires); et de la représenter sous forme de carte spatiale (fig 8: Répartition spatiale du volume sédimentaire).

On pourra subdiviser le secteur "Port de Tigzirt" en (2) deux zones distinctes en prenant la ligne "Débarcadère-îles au large" comme axe de séparation.

* La première zone se situe à l'Est du débarcadère: elle est caractérisée par un fond rocheux très accidenté; localement recouvert par du sable.

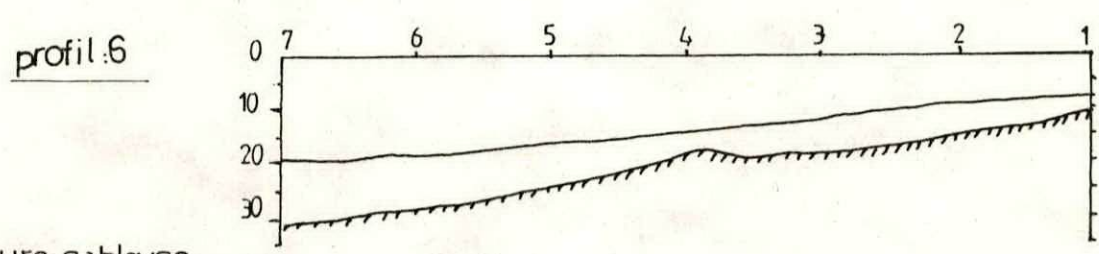
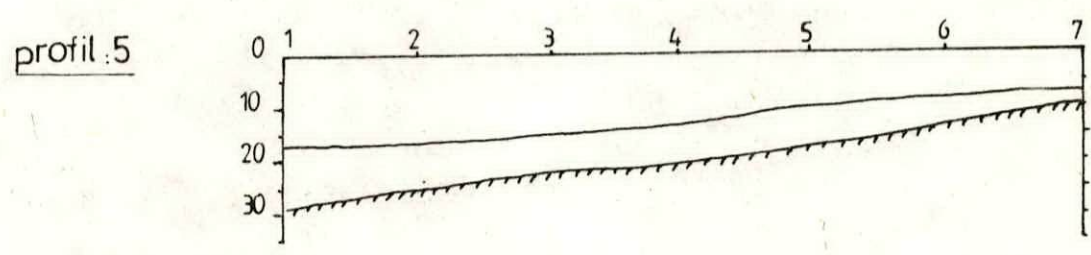
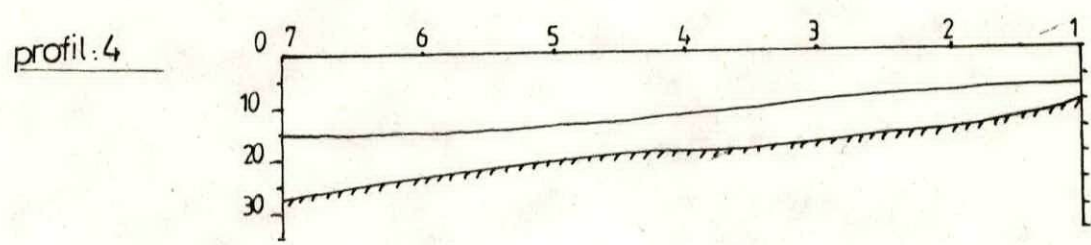
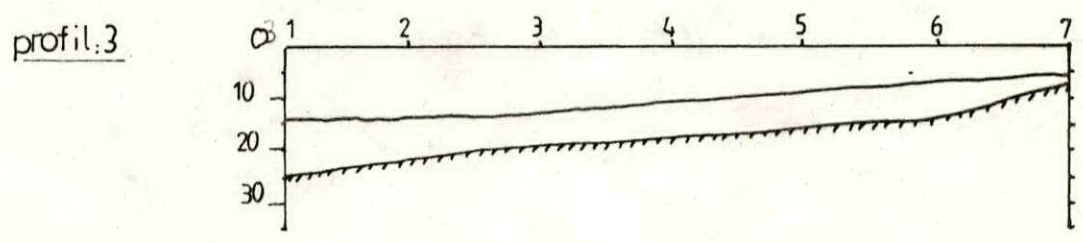
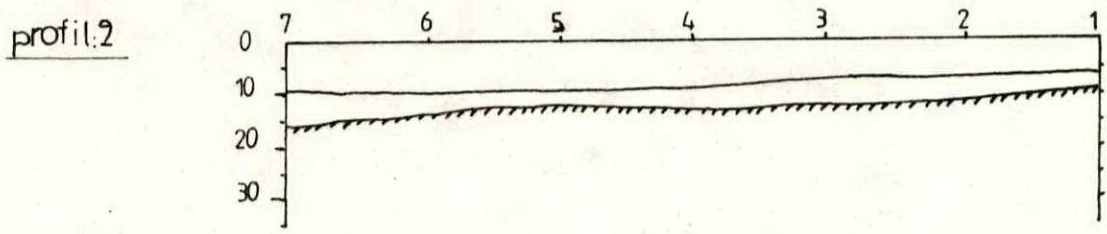
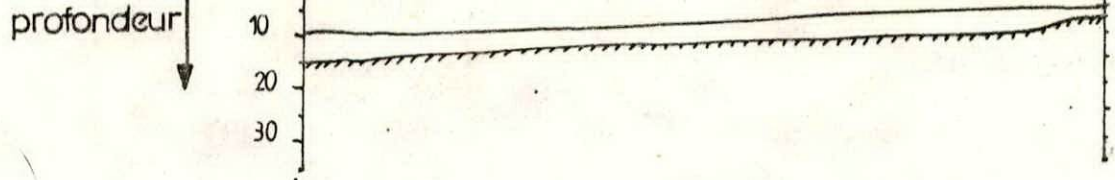
La couverture sableuse qui est inexistante au large (profils 10-14) (fig7a) devient plus importante en se rapprochant de la côte et en allant vers l'Est (profils 15-17), en effet, la carte (fig 8: Répartition spatiale du volume sédimentaire) démontre une croissance graduelle du volume sédimentaire du large vers la côte.

Il est important de noter la présence d'une zone dépourvue de sédiment au NE.

* La seconde zone se situe à l'Ouest du débarcadère: Elle est caractérisée par une pente régulière (2°) à fond sableux.

Les volumes sédimentaires sont nettement plus importantes à ce niveau. Ils oscillent entre 2000-4000 m³ (de la côte vers le large) et atteignent des valeurs maximales supérieures à 4000 m³ au NW.

D'autre part la carte bathymétrique effectuée par le L.E.M (Déc. 1991) (fig 9) montre que dans la zone Ouest, il existe un platier rocheux immergé qui longe la côte sur une distance de 800 m et dont l'étendu vers le large varie de 20 à 60 m.





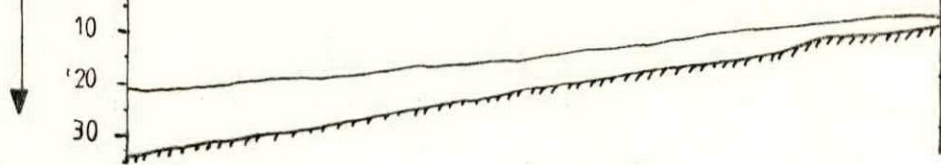
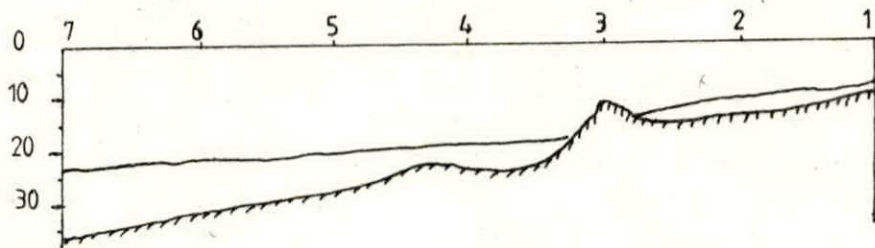
 couverture sableuse .
 substratum rocheux .

FIG:7a PROFILS SISMIQUES (1 a 6)

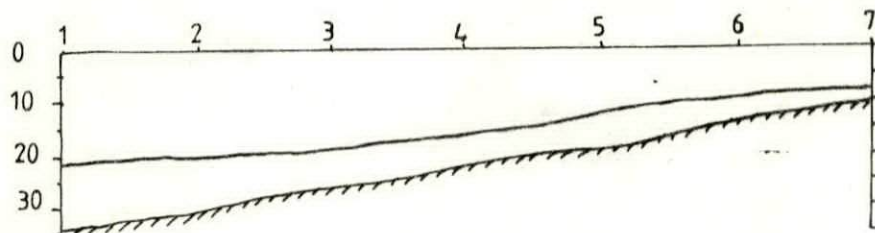
Profondeur



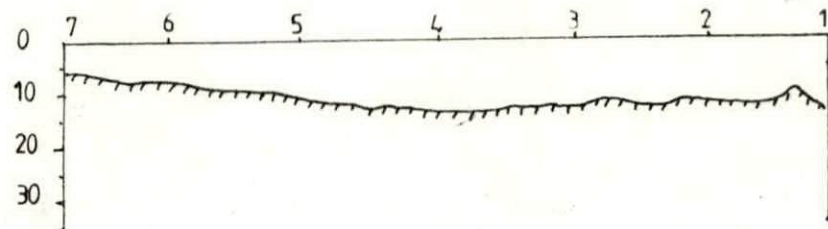
profil:8



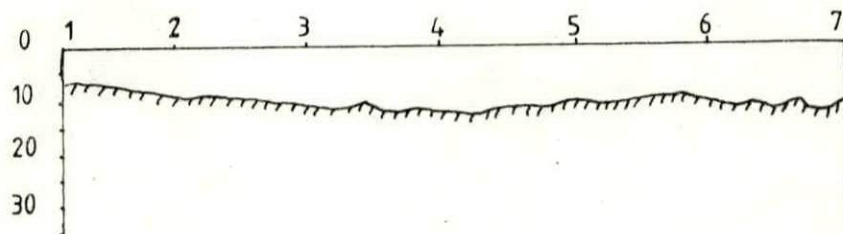
profil:9



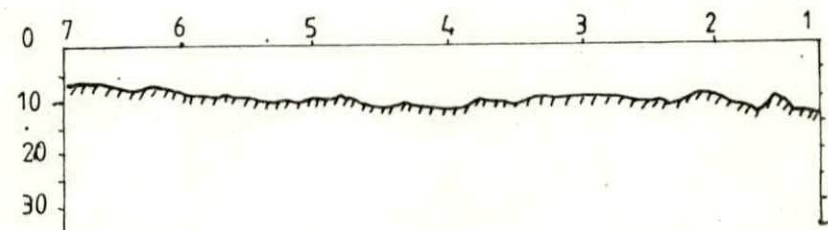
profil:10



profil:11



profil:12



 couverture sableuse


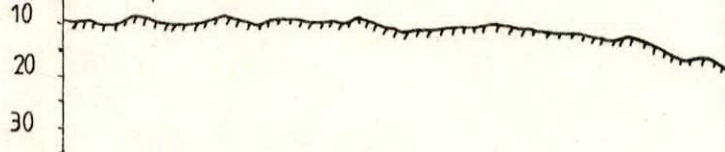
 substratum rocheux

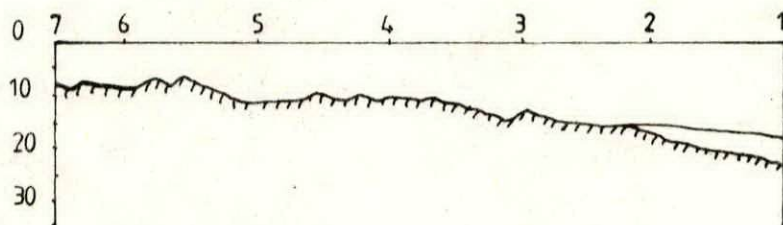
FIG: 7_a

PROFILS SISMIQUES (7_a 12)

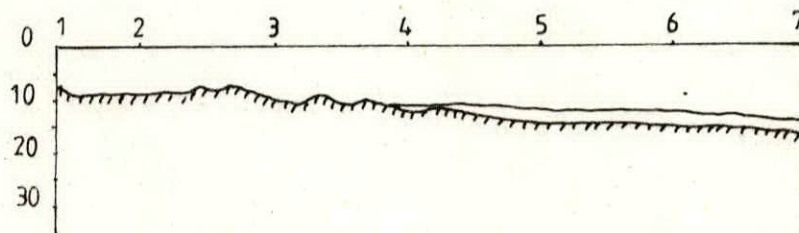
profondeur ↓



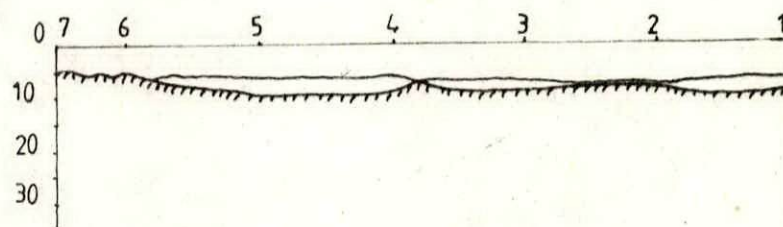
profil:14



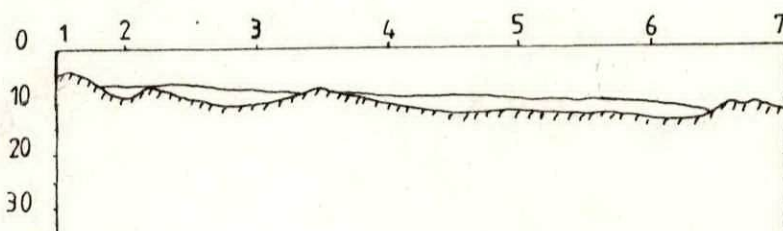
profil:15




profil:17



profil:16



 couverture sableuse .


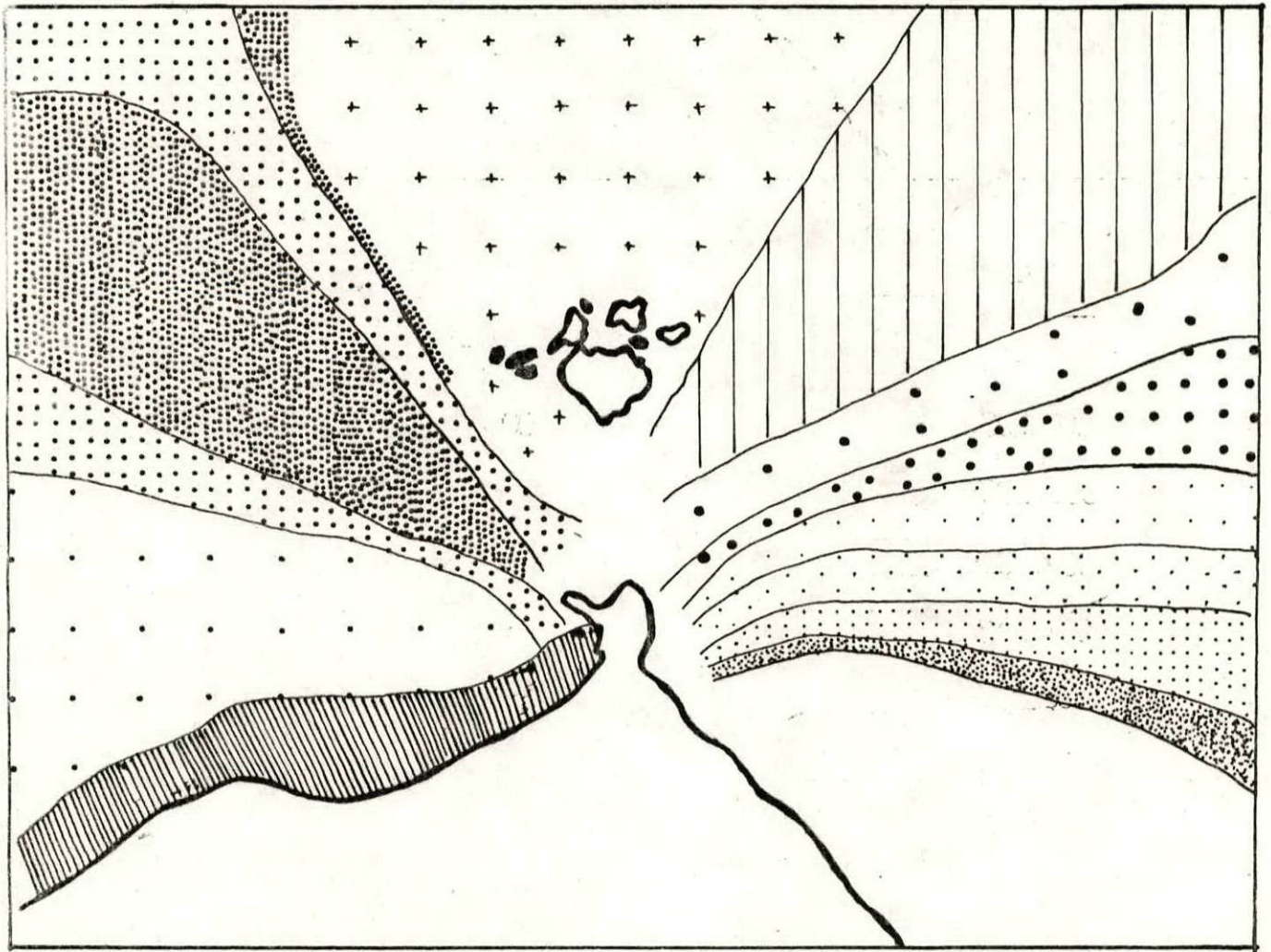
 substratum rocheux .

FIG:7a PROFILS SISMQUES (13 à 17)


FIG :8 REPARTITION SPATIALE DU VOLUME SEDIMENTAIRE





côte ouest :


côte est :


LEGENDE :


 2000_3000 m³


 3000_4000

 >4000


 platier rocheux .


 zone non couverte .


 0 m³


 0_400

 400_500

 500_600

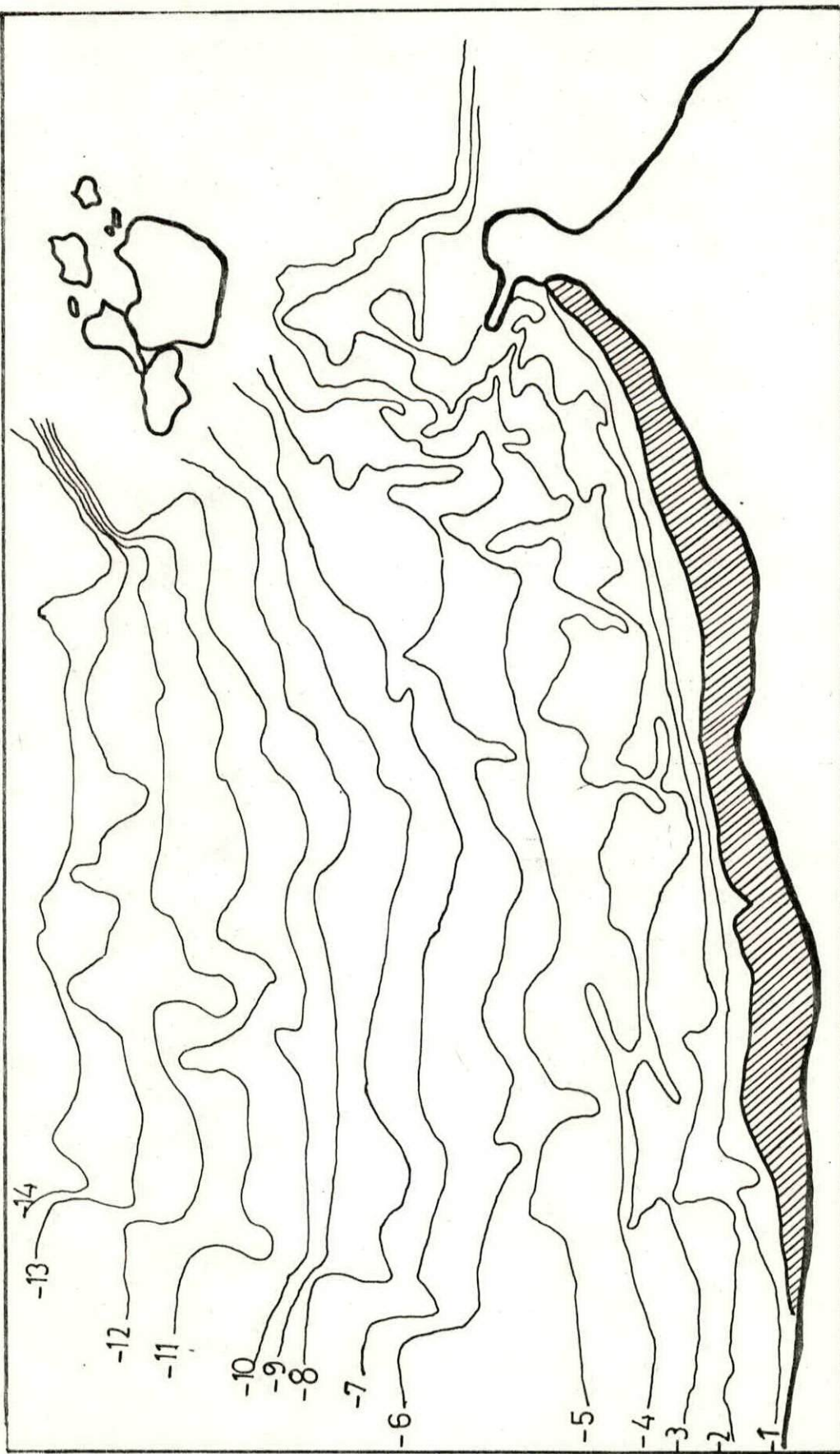
 600_700

 700_800

 800_900

ECHELLE : 1/500

FIG:9 CARTE BATHYMETRIQUE DE TIGZIRT (L.E.M)



LEGENDE :
côte.
ilôt.
plattier rocheux.
isobathe.
ECHELLE: 1/6000

Cette carte ne couvre pas la zone Est; cependant, nous avons noté, lors des sorties sur le terrain, un platier rocheux visible jusqu'à 50 m vers le large et qui longe la côte sur une distance d'environ 200 m.

Tableau A: Tableau récapitulatif des volumes sédimentaires

Côte	Profil	Volume (m ³)	Total
OUEST	1	2200	32650 m ³
	2	2500	
	3	3700	
	4	4300	
	5	4100	
	6	4200	
	7	4000	
	8	3300	
	9	4350	
EST	10	/	2670 m ³
	11	/	
	12	/	
	13	/	
	14	400	
	15	580	
	16	720	
	17	970	

CHAPITRE II

**ETUDE METEOROLOGIQUE ET
HYDRODYNAMIQUE**

A LE VENT:

L'analyse des régimes de vent est effectuée à partir des données météorologiques enregistrées par L'US Naval Weather Service (SSMO), au large, durant la période (1914-1970).

A.1 ETUDE DU VENT:

Le dépouillement de ces données, représentées sous forme de roses récapitulatives mensuelles et annuelles (fig A₁ à A₁₂) et (fig B), nous permet de distinguer 3 directions de vent dominantes: E, NE et W.

Chacun de ces régimes météorologiques apparait dominant pendant une saison déterminée.

Afin de mettre en évidence l'évolution annuelle, en force et en fréquence, de ces 3 directions, nous avons réalisé:

- * Des diagrammes de répartition annuelle, en pourcentage, des directions de vent dans les secteurs W, E et NE (fig 10).

- * Des histogrammes des pourcentages de vitesse de vent dans les directions W, E et NE (fig 11).

En effet le diagramme (fig 10a) fait apparaître une nette prépondérance des vents de direction W durant la saison hivernale (Octobre à Mars) avec un maximum aux mois de Décembre et Février.

Les vitesses les plus fréquentes s'affichent dans la plage comprise entre 10-22 noeuds pendant la saison hivernale, et entre 4-10 noeuds pendant la saison estivale (fig 11a).

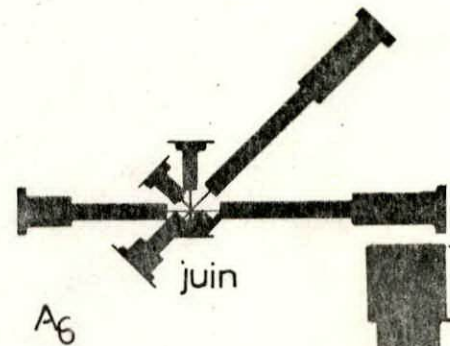
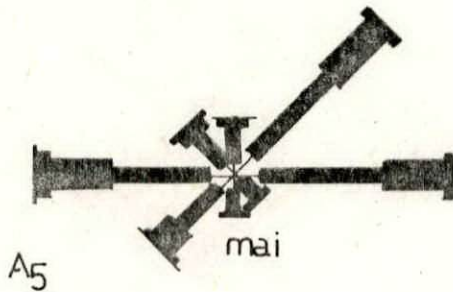
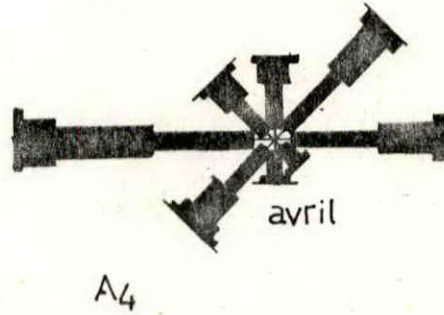
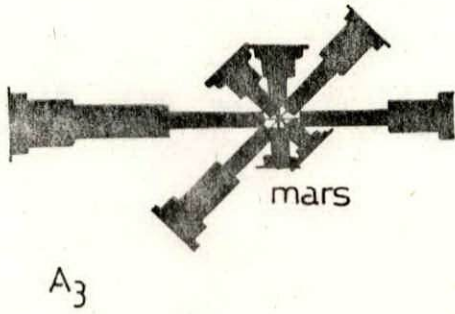
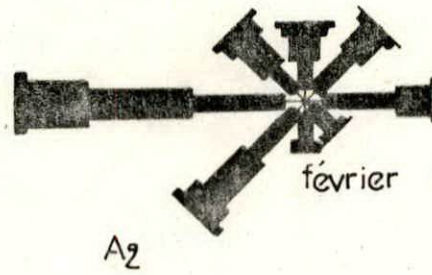
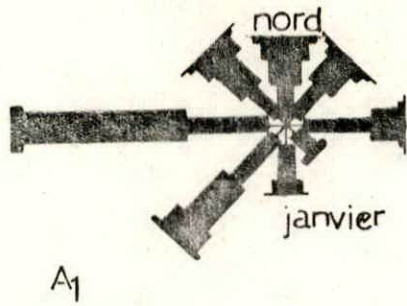
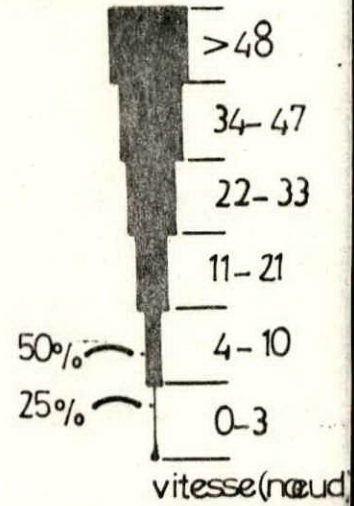
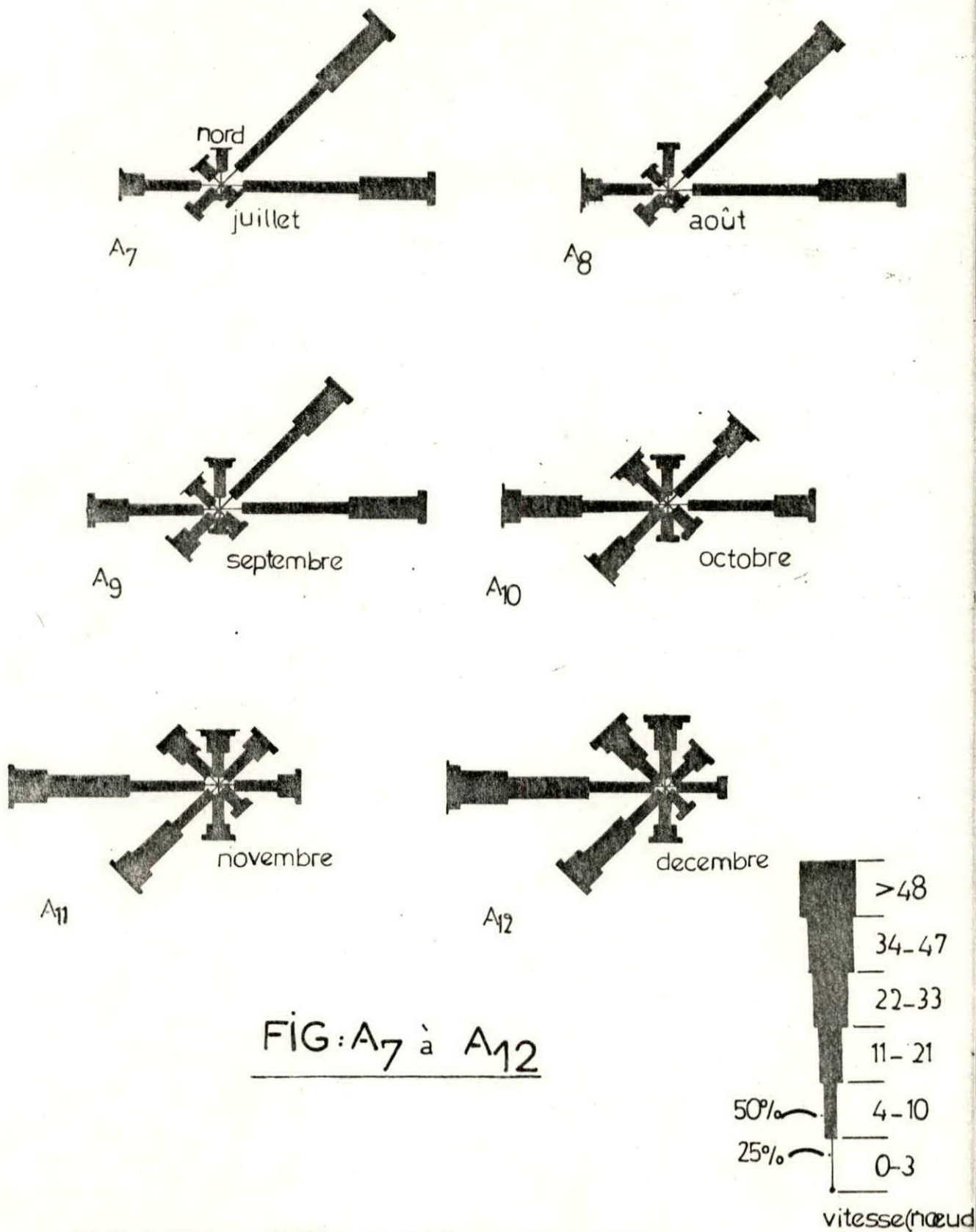


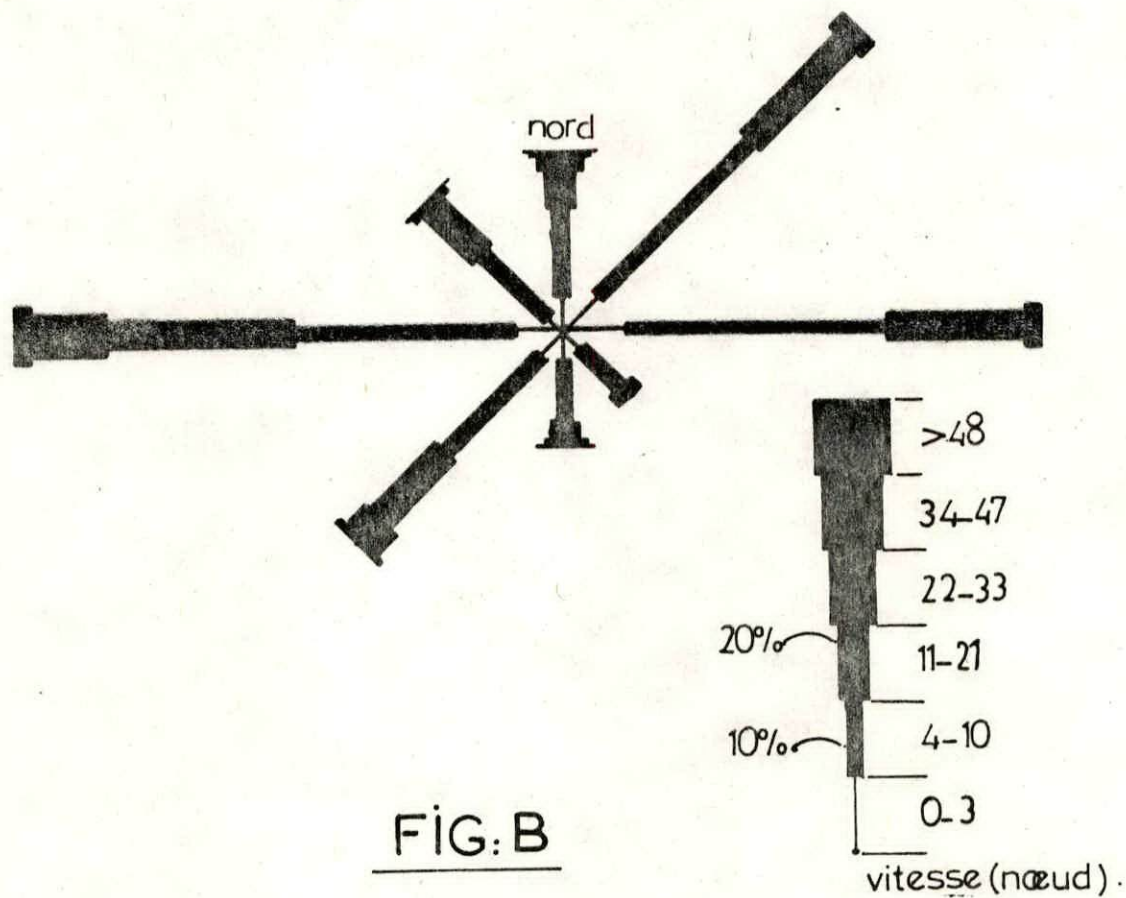
FIG: A₁ à A₆



ROSES RECAPITULATIVES
MENSUELLES DU VENT.

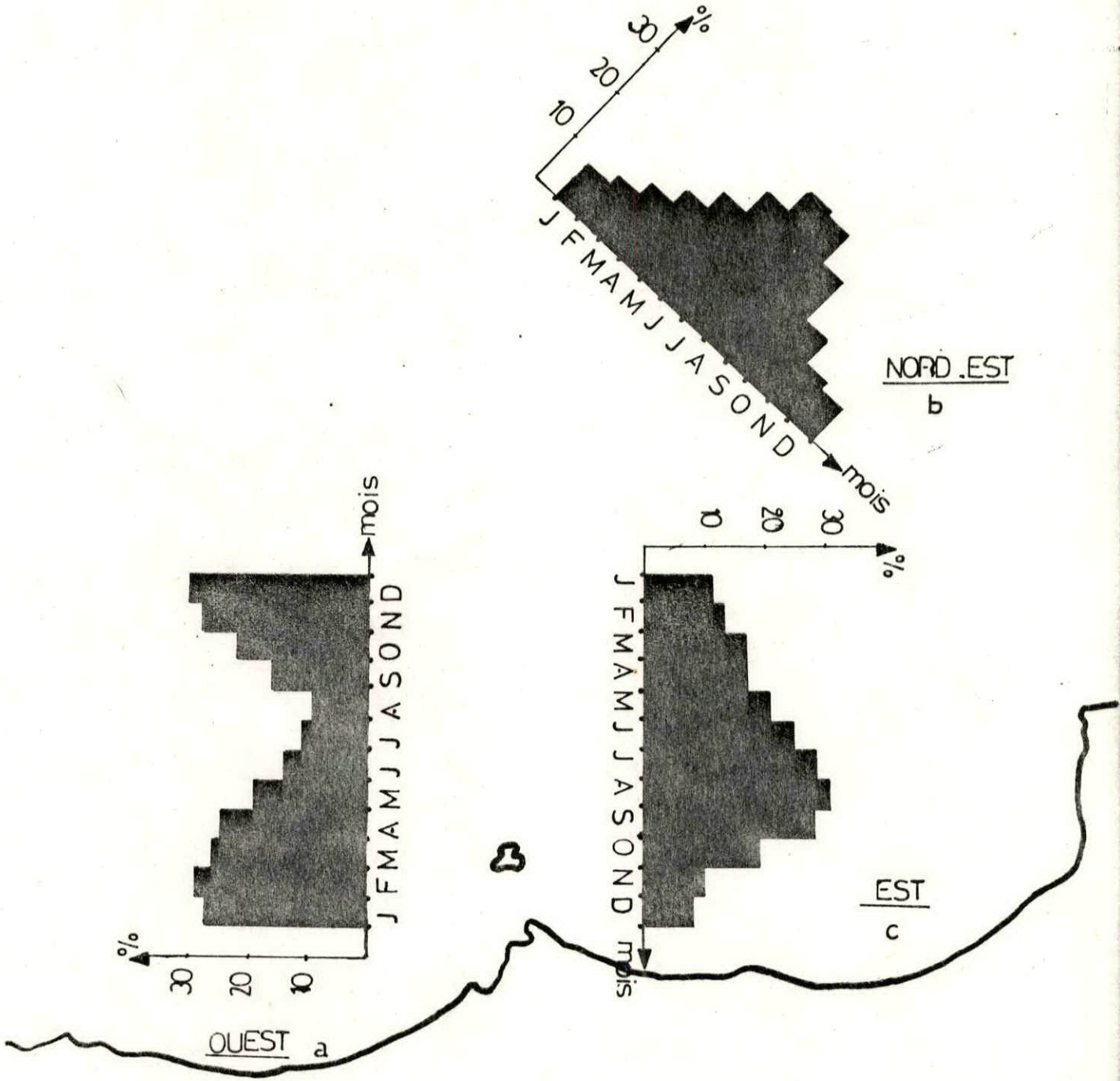


ROSES RECAPITULATIVES
MENSUELLES DU VENT.

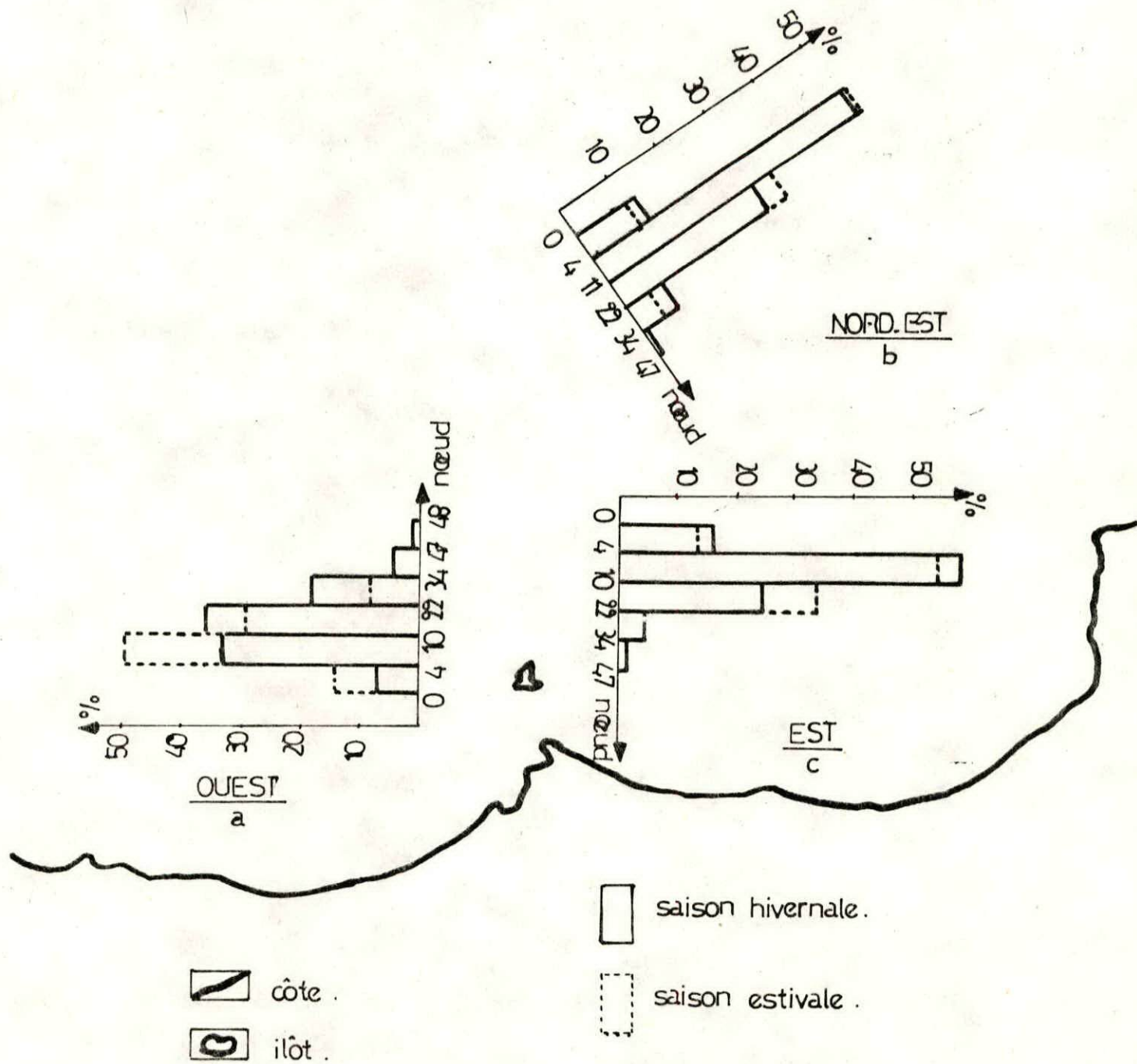


ROSE ANNUELLE DU VENT

ANNUELLE, EN %, DES DIRECTIONS DE VENT.



DES % DE VITESSE DE VENT.



Les vitesses supérieures à 47 noeuds ont été mesurées dans la direction W durant la saison hivernale.

A.2 CONCLUSION:

* Les vents de direction NE et E sont nettement dominants pendant la saison estivale.

* Les vents de direction W sont prépondérants pendant la saison hivernale, et se distinguent des autres par leur fréquence et leur force tout le long de l'année.

* On note une apparition non négligeable de vent de terre pendant la saison hivernale s'inscrivant dans la direction Sud-Ouest.

B LA HOULE:

La houle est une oscillation de la partie superficielle du plan d'eau.

Elle se propage sans déformation tant que la profondeur est grande par rapport à sa longueur d'onde.

A l'approche du rivage ou des ouvrages artificiels, sa propagation est modifiée par réfraction, diffraction, réflexion ou déferlement.

Et la connaissance de ces différents paramètres permettront une meilleure analyse des phénomènes d'évolution de la côte et la répartition énergétique de la houle.

B.1 Etude de la houle:

En l'absence de données directes sur le site, les résultats de houle ont été synthétisés à partir des observations, pour la période 1963-1970,

enregistrées au large des côtes Algériennes par l'U.S.S.M.O, couvrant la zone située entre 2° et 5° en longitude Est et entre 36,5° et 38° en latitude Nord.

Une analyse statistique de ces données de base permet de définir les secteurs de houle prédominants et les amplitudes respectives.

En effet la compilation de ces données sous la forme d'un tableau récapitulatif des fréquences d'apparition de la houle, toutes amplitudes confondues (Tableau B), fait apparaître une nette répartition saisonnière correspondant en grande partie à celle des vents.

* Les houles d'Ouest, de NE et E sont les plus fréquemment observées (fig 12 rose annuelle).

* Les fréquences d'observation sur l'année des houles d'Est et d'Ouest sont sensiblement identiques avec toutefois une légère prédominance du secteur Ouest (fig 12 rose annuelle).

* En été les houles d'Est et NE prédominent.

* En hiver les houles d'Ouest sont plus appréciables.

* Le secteur Nord a une répartition assez régulière durant l'année.

En conséquence, le tableau B, nous permet de nous limiter à une représentation saisonnière et annuelle des roses récapitulatives des fréquences d'apparition de la houle exprimées en hauteurs significatives.

* Une nette dominance des houles de direction Ouest découle de la rose hivernale (fig 13 rose hivernale).

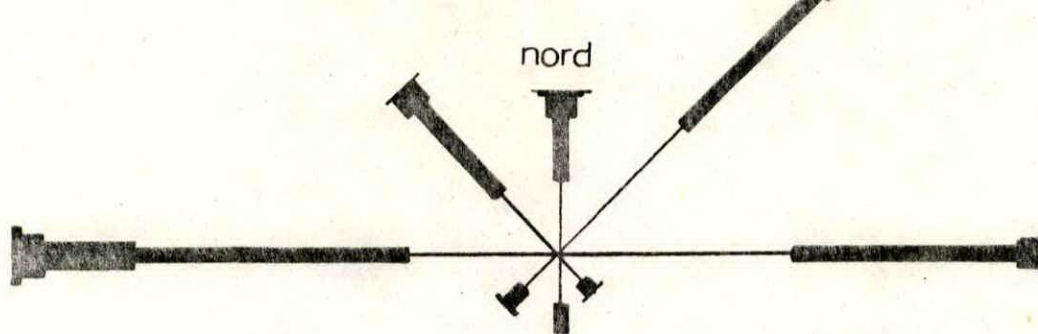


FIG:12 ROSE ANNUELLE DE LA HOULE

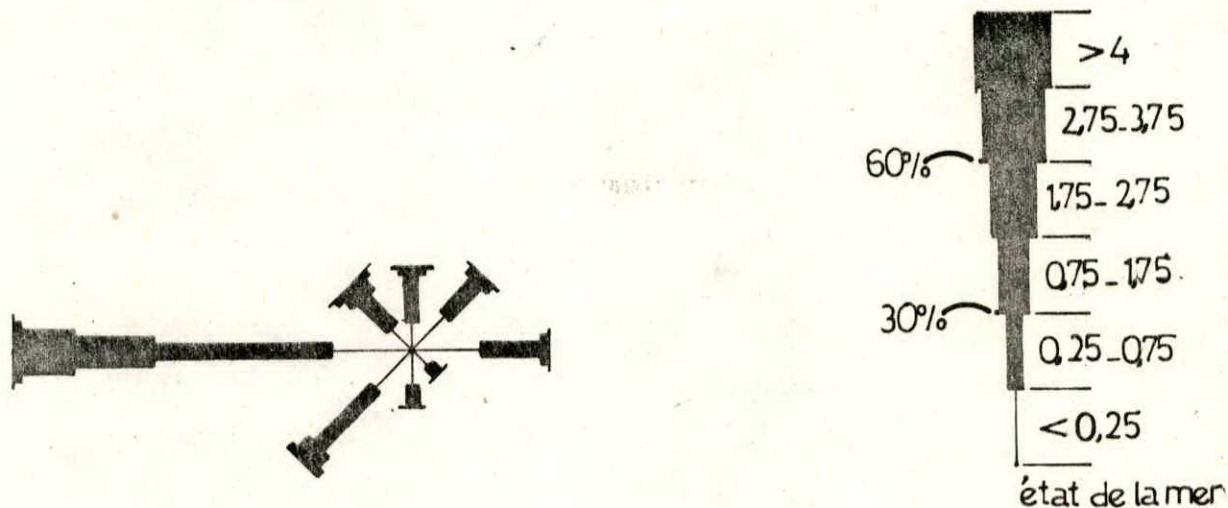


FIG:13 ROSE HIVERNALE DE LA HOULE

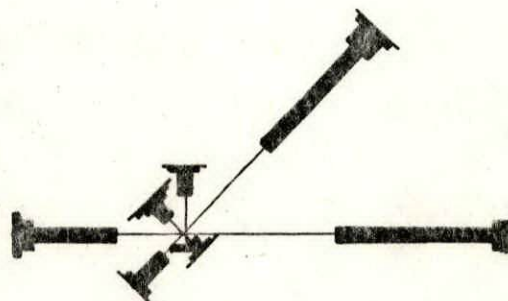


FIG:14 ROSE ESTIVALE DE LA HOULE

Tableau B: Tableau des fréquences d'apparition de houle.

Mois	Direc tions							
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
<u>Janvier</u>	8,4	12,7	18,1	5	3,7	13,3	26,7	7,3
<u>Fevrier</u>	8,5	10,1	8,8	3,9	5,8	16,7	35,3	5,7
<u>Mars</u>	9,1	10,2	13,5	2,3	3,2	10,1	27	8,3
<u>Avril</u>	11,4	15,3	15,7	1,9	4,2	13,7	26,6	10
<u>Mai</u>	5,4	22,2	25,7	2,2	1,5	5	9,7	4,7
<u>Juin</u>	9	29	29,6	1,8	1,4	8	16,3	4,2
<u>Juillet</u>	2,8	28,9	30	1,1	0,3	4	13,4	1,3
<u>Août</u>	62	24,1	32,1	0,8	0,7	3,7	9,6	3,6
<u>Septembre</u>	6,5	26,2	40,3	1	2,2	4,5	14,7	2,2
<u>Octobre</u>	6,6	11,6	16,1	2,4	3,3	13,5	26,5	5,3
<u>Novembre</u>	5,4	5,7	9,7	4,7	7,7	15,4	440,2	9,1
<u>Décembre</u>	8,8	4,8	6,8	3,3	5,3	13,2	35,2	9,2
<u>Annuel</u>	7,34	16,73	20,53	2,53	3,27	10,69	23,43	5,9

---- : Fréquence d'apparition les plus élevées

Tableau C: Fréquence de houle annuelle (1963-1970)

Directions Etat	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	T
< 0,25 < 1 Calme	2	2,7	4	0,9	1,1	1,6	2,9	1,1	16,3
0,25 - 0,75 0	2,9	7	9,3	1,4	1,9	3,4	6,2	2	34,1
0,75 - 1,75 1	2,6	7,5	9,1	0,6	1	4,8	10,9	2,7	39,2
1,75 - 2,75 2	0,7	1,2	0,9	0	0	0,8	3,7	0,6	7,9
2,75 - 3,75 3	0,1	0	0	0	0	0,1	0,9	0,1	1,2
> 4 4	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0,3
Total	8,3	18,4	23,3	2,9	4	10,7	24,9	6,5	99_100

Tableau D: Pourcentages de la hauteur de houle annuelle

Directions Etats	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
< 25 Calme	24,1	14,7	17,2	31	27,5	15	11,6	17
0,25 - 0,75 0	35	38	40	48,3	47,5	32	25	31
0,75 - 1,75 1	31,3	41	39	20,7	25	4,5	44	41,5
1,75 - 2,75 2	8,4	6,5	3,9	0	0	7,5	15	9,2
2,75 - 3,75 3	1,2	0	0	0	0	1	3,6	1,5
> 4 4	0	0	0	0	0	0	1,2	0
Total	100	100	100	100	100	100	100	100

* Cette direction de houle beaucoup moins appréciable sur la rose estivale, est remplacée par la houle de direction Est et Nord Est (fig 14: rose estivale).

* Par ailleurs la rose annuelle montre que la houle de direction Ouest est légèrement plus fréquente mais beaucoup plus forte. Seules les houles de cette

direction peuvent atteindre des amplitudes supérieures à 2 m 75 (tableaux C et D).

B.1.1 Relation amplitude-période de la houle:

Les observations du SSMO font ressortir la relation amplitude-période, des résultats figurant dans le tableau suivant: E

Tableau E: Relation période-amplitude (au large)

Source: S.S.M.O

Période: 1963-1970.

Etat de la mer	Période de la houle (s)						Total
	< 6	6 à 7 s	8 à 9	10 à 11	11 à 12	13 s	
Calme	5,2	0,1	/	/	/	/	5,3
0	20,8	1,9	0,4	/	/	/	23,1
1	24,6	13,1	2,7	0,5	0,2	/	41,1
2	2,6	5,4	3,1	0,9	0,2	/	12,2
3	0,4	1,1	1	0,6	0,2	/	3,3
4	0,1	0,5	0,3	0,3	0,3	/	1,5
Total	53,7%	22,1%	7,5%	2,3%	0,9%	/	86,5

Les périodes les plus fréquentes ne dépassent pas 7 secondes et seulement 11,7% d'entre elles ont une période comprise entre 8 et 12 secondes.

Les fréquences des états de mer les plus agités (entre 3 et 4 s) n'excèdent pas 4,8%.

B.2 CARACTERISTIQUES STATISTIQUES DE LA HOULE

AU LARGE

A partir de ces observations des amplitudes par direction de la houle, effectuées par le SSMO, on établit une loi de régression donnant en fonction de la hauteur de la houle sa fréquence de dépassement.

Les courbes de régression statistique de la houle au large sont obtenues en utilisant l'équation des droites de régression linéaire.

$$y = a \text{Ln}(x) + b$$

y: hauteur significative

X: probabilités associées aux périodes de retour

a: pente de la droite

b: ordonnée à l'origine quand $\text{Ln}(x)=0$

Les ouvrages de protection sont conçus pour une certaine durée de vie durant laquelle on ne souhaite pas qu'ils subissent des dégâts. Aussi, il faut connaître la houle maximale susceptible d'atteindre ces ouvrages.

On définit par ailleurs les probabilités associées aux différentes périodes de retour en utilisant la formule suivante, considérant l'hypothèse selon laquelle l'état de la mer change 3 fois par jour.

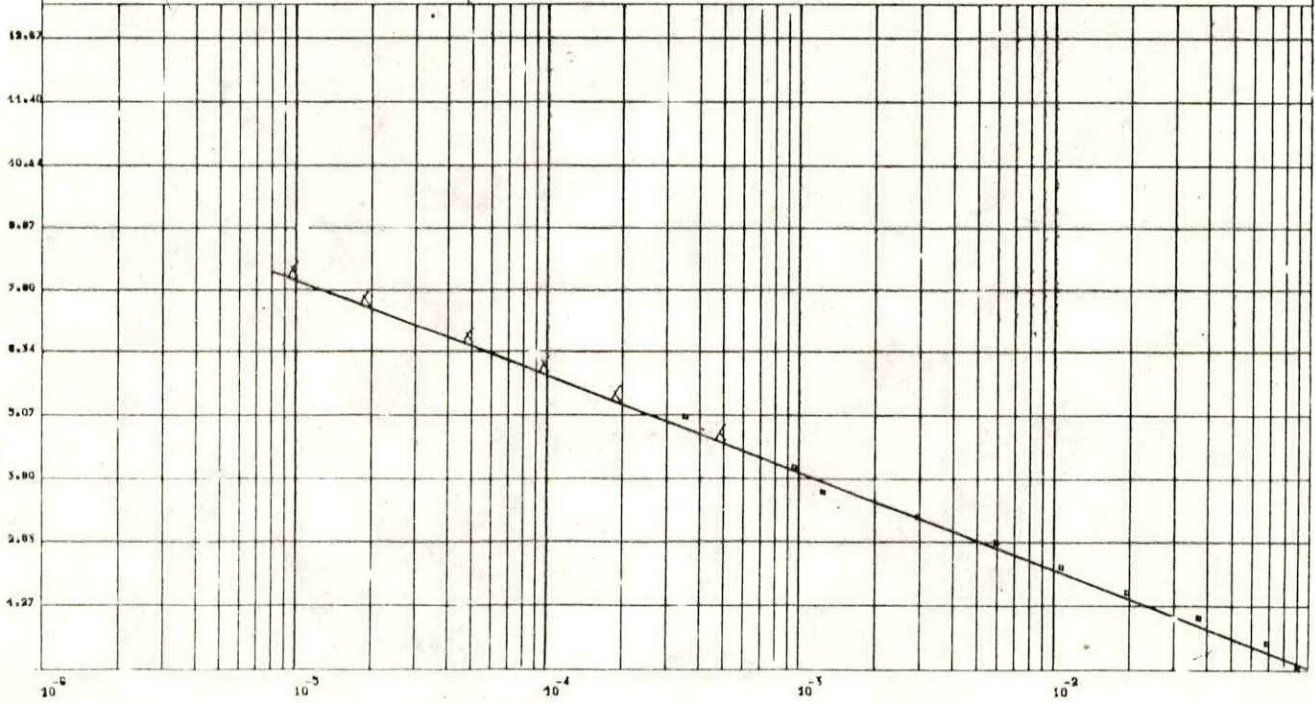
$$P_n = 1 / 3 \times 365 \times n \quad n: \text{nombre d'année}$$

Les fig 15 (a,b et c) illustrent ces probabilités de dépassement.

$Y = A \times \text{LOG}(X) + B$
 $A = -0.84$
 $B = -1.90$
 COEFFICIENT DE CORRELATION = -1.00

BIANNUELLE = 4.58 M
 QUINQUENNALE = 5.36 M
 DECENNALE = 5.94 M

VINGTENNALE = 6.53 M
 CINQUANTENNALE = 7.30 M
 CENTENNALE = 7.89 M



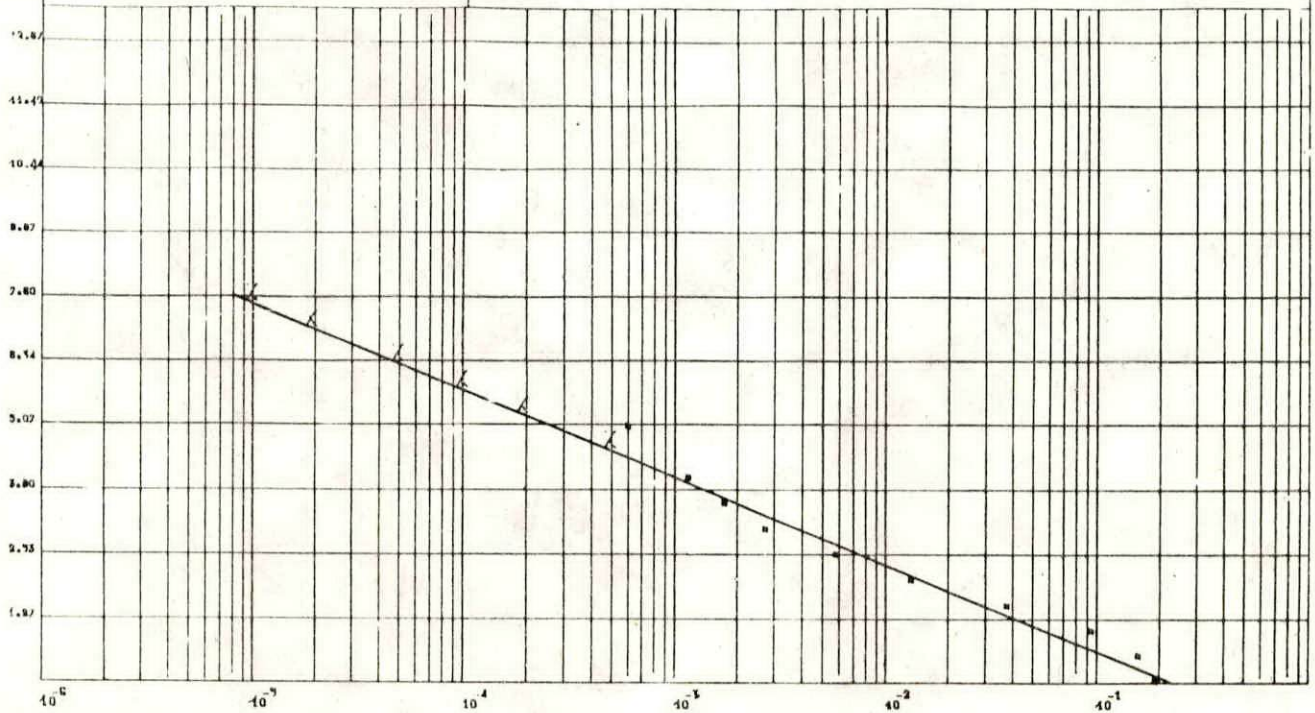
DIRECTION : NORD-EST

— HOULE AU LARGE —

$Y = A \times \text{LOG}(X) + B$
 $A = -0.74$
 $B = -1.07$
 COEFFICIENT DE CORRELATION = -0.99

BIANNUELLE = 4.63 M
 QUINQUENNALE = 5.34 M
 DECENNALE = 5.92 M

VINGTENNALE = 6.34 M
 CINQUANTENNALE = 7.02 M
 CENTENNALE = 7.53 M



DIRECTION : NORD-WEST — HOULE AU LARGE —

$Y = A \times \text{LOG}(X) + B$

$A = -0.72$

$B = -1.59$

COEFFICIENT DE CORRELATION = -0.99

BIANNUELLE = 3.96 M

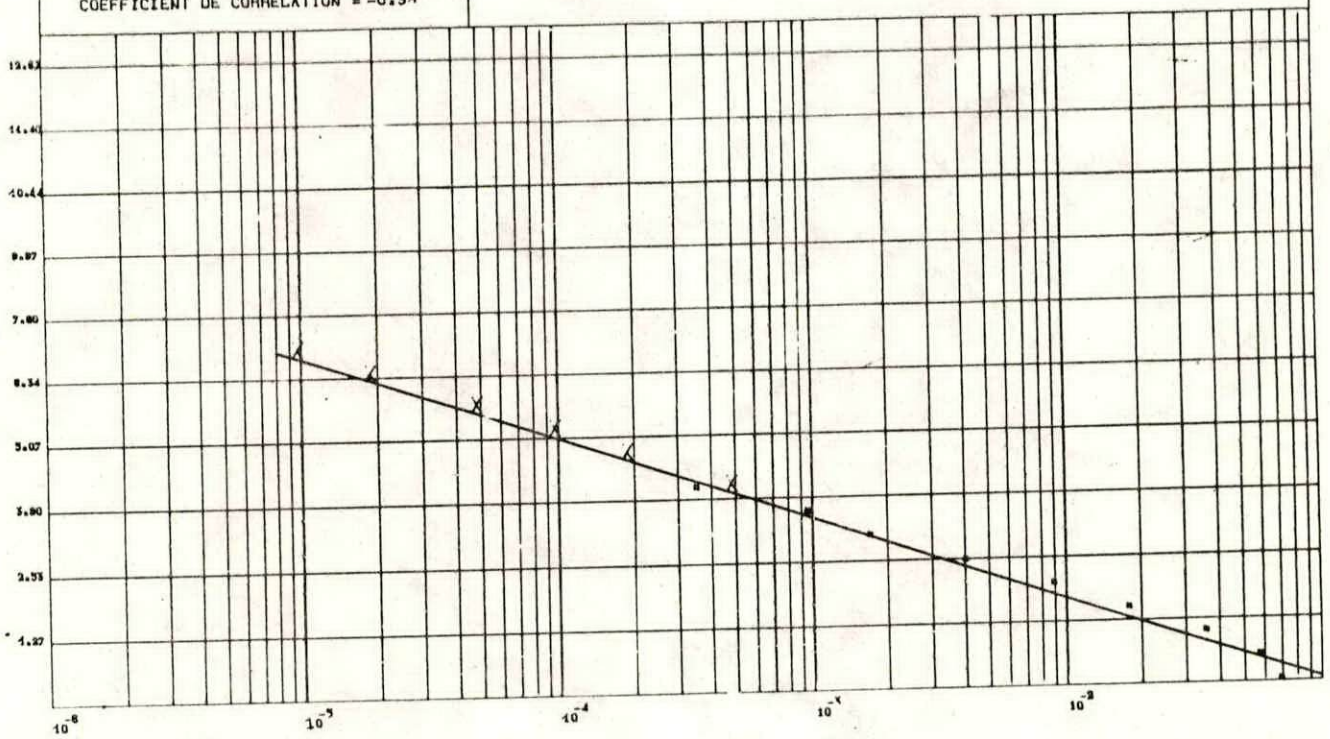
QUINQUENNALE = 4.62 M

DECENNALE = 5.42 M

VINGIENNALE = 5.82 M

CINQUANTENNALE = 6.28 M

CENTENNALE = 6.78 M



C LES COURANTS:

Les courants jouent un rôle très important dans le transit sédimentaire.

Dans la zone d'étude, les courants susceptibles de provoquer un transit et dont les données sont disponibles, sont liés à la houle.

En effet aucune campagne courantométrique n'a été réalisée dans la région, ce qui nous empêche d'avoir des informations sur l'influence des courants liés au vent.

Les courants liés à la marée sont négligeables en Méditerranée, du point de vue de leur faible oscillation.

C.1 LES COURANTS LIES A LA HOULE:

En absence de courant permanent ou de marée suffisamment compétents pour mettre en suspension et transporter les matériaux grossiers, les courants induits par la houle au large ou à la côte sont à peu près les seuls à agir de façon active sur la sédimentation actuelle (J. Caulet 1972).

a) Courant de retour:

Il correspond à une zone de flot, de retour à partir du lieu de déferlement de la houle contre la ligne de rivage.

Son effet est remarquable surtout par gros temps généralement en hiver.

b) Courant de dérive littorale:

On définit le courant de dérive littorale comme étant la résultante au rivage de tous les mouvements d'eau dirigés vers la terre, et qui n'abordent pas la côte en incidence normale; ils sont d'autant plus importants que l'angle d'incidence est plus grand.

Ils assurent donc le transport latéral et la dispersion des sables et des graviers de la frange littorale.

D LA MAREE:

La marée en Mer Méditerranée et en particulier sur les côtes Algériennes est relativement faible.

Elle est la conséquence de deux phénomènes distincts:

* Marée barométrique à la variation de condition climatologique (pression et vent).

* Marée astronomique liée à l'action de la lune et du soleil sur la mer.

La variation annuelle moyenne de la pression (de l'ordre de 4 mm) conduit à une variation moyenne du plan d'eau de 5,3 cm.

E ETUDE DE LA REFRACTION:

E.1 INTRODUCTION:

Dans la zone de Tizirt, les configurations météorologiques dominantes (NE, E, W) engendrent des régimes hydrodynamiques qui agissent différemment sur le milieu littoral; ceci nous mène à étudier la réfraction.

E.2 BUT DE L'ETUDE:

L'utilisation de la méthode des plans de vague théoriques permet d'étudier les déformations de la houle au voisinage des côtes, notamment l'incidence sous laquelle la houle aborde le littoral ou l'ouvrage artificiel

côtier, et déduire le sens et l'intensité des transits sédimentaires par dérive littorale.

E.3 Principe de calcul:

Les calculs de réfraction de la houle entre le large et la côte sont effectués à l'aide de programmes informatiques conçus par le département informatique du L.E.M équipé d'un mini-ordinateur de type PDP₁₁.

L'étude du phénomène de réfraction se base sur la théorie irrationnelle de Stocks d'ordre 1.

Le programme admet certaines hypothèses dont les principes sont:

- Les phénomènes de réflexion et de diffraction ne sont pas pris en compte.

- La houle est monochromatique (période constante).

- Les mouvements de la houle sont réguliers.

Il n'y a pas de courant.

- La percolation est négligée.

- L'énergie entre deux orthogonales adjacentes est conservée.

- L'effet de courbure du globe terrestre est négligé.

- Le liquide est incompressible et non visqueux.

- L'effet de marée n'est pas pris en compte.

- La bathymétrie est la plus régulière possible.

De plus la théorie de Stocks n'est applicable que si le paramètre dit "Dursell" est inférieur à 15 soit:

$$U = L \times L \times H / d^3 < 15$$

L: longueur d'onde de la houle

H: amplitude de la houle

d: profondeur au point considéré.

E.4 LE CHOIX DES DIRECTIONS:

Le choix des directions étudiées s'est fait en fonction de la morphologie littorale de la zone considérée et de la dominance des houles.

La configuration géographique de la zone montre que les houles de direction Ouest et Est n'ont pas d'impact direct sur la zone de TIGZIRT. Cependant ces deux directions déviées abordent la côte de Tizirt en NW et en NE.

Nous avons jugé intéressant de connaître l'impact de la houle de direction N sur notre zone en dépit de sa faible fréquence.

Quatre directions accompagnées de 4 périodes de la houle sont étudiées par le L.E.M.

Directions: 00° 45° 315° 330°

Périodes: 6' 8' 10' 12'

Les méthodes d'exécution des différentes réfractations (plan de vague) sont basées sur des formules adaptées aux zones du large.

Tous les paramètres relatifs aux zones côtières n'ont pas été pris en considération; de ce fait les résultats qui découlent de ces plans de vague peuvent ne pas traduire l'impact réel des houles le long de la côte.

A défaut de base bathymétrique complète et précise, nous n'avons pas pu établir à la main un plan de vague susceptible d'apporter plus de détails concernant la zone côtière.

E.5 RESULTATS:

A la côte, les orthogonales définissent (3) trois portions de terrains à comportement différent.

Zone A: Zone centrale (ilôt-embarcadère).

Zone B: Est de l'ilôt.

Zone C: Ouest de l'ilôt.

E.5.1 Plan de vague par houle de Nord: (fig 16)

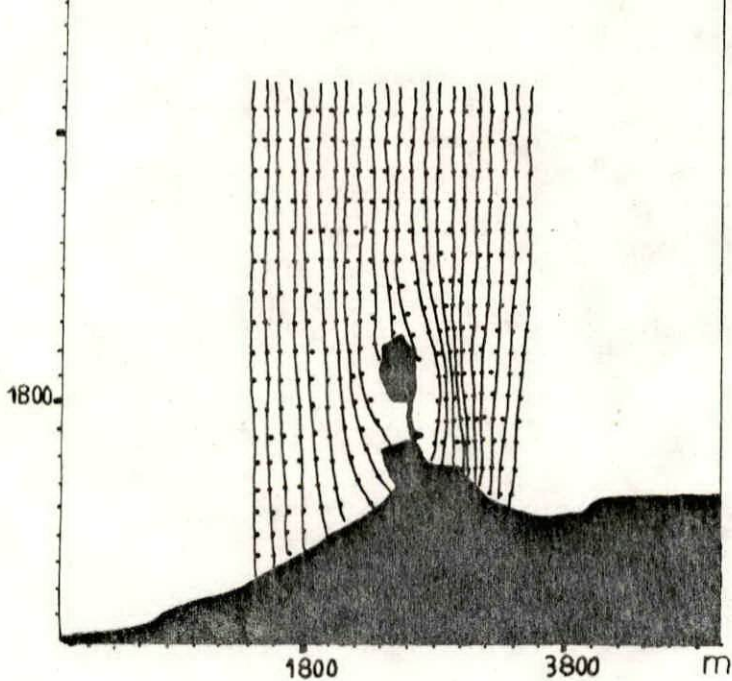
Les houles du Nord sont principalement des houles hivernales. Elles abordent la portion B obliquement induisant "une dérive littorale vers l'Est".

Les orthogonales montrent une convergence à proximité de l'embarcadère, traduisant une concentration d'énergie dont l'intensité augmente avec la période, engendrant ainsi une zone à forte érosion.

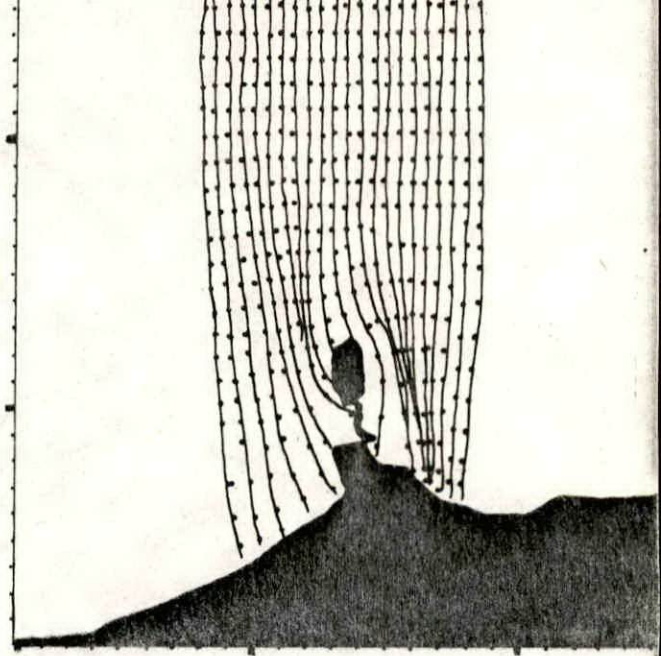
Pour la zone C, les houles abordent obliquement la côte induisant cette fois-ci une dérive littorale vers l'Ouest.

Dans le reste du secteur l'aspect divergent des orthogonales, proportionnel à la période, démontre une dissipation d'énergie provoquant une éventuelle zone d'accumulation.

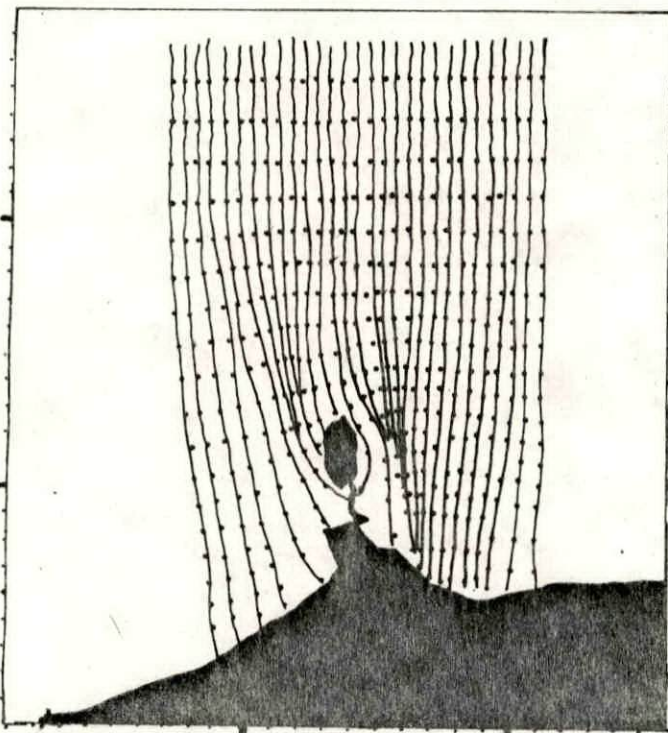
L'ilôt constitue un abri pour la zone A, qui perd de son efficacité au fur et à mesure que la période augmente.



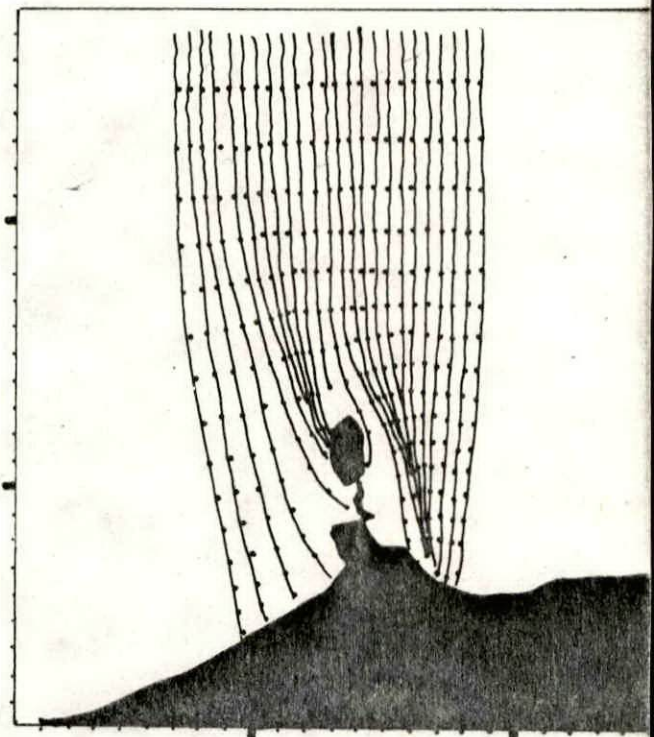
$T=6s$ $H_0=1$



$T=8s$ $H_0=1$



$T=10s$ $H_0=1$



$T=12s$ $H_0=1$



 orthogonale.
  côte.

FIG:16 PLAN DE VAGUE PAR HOULE DE NORD 00° (LEM)

E.5.2 Plan de vague par houle de secteur Ouest:

Les houles de "gros temps" s'inscrivent dans le secteur ouest de direction N 315°- N 330°.

Elles se manifestent avec vigueur pendant la saison hivernale. Ces houles concernent principalement la zone Ouest.

- Direction N 315°: (fig 17)

Le plan de vague montre que ces houles abordent la zone C avec un angle d'incidence faible à nul.

Les orthogonales convergent à proximité de l'îlot, induisant une concentration d'énergie, et divergent en allant vers l'ouest, provoquant une accumulation de sédiment.

Ce phénomène est d'autant plus important que la période augmente.

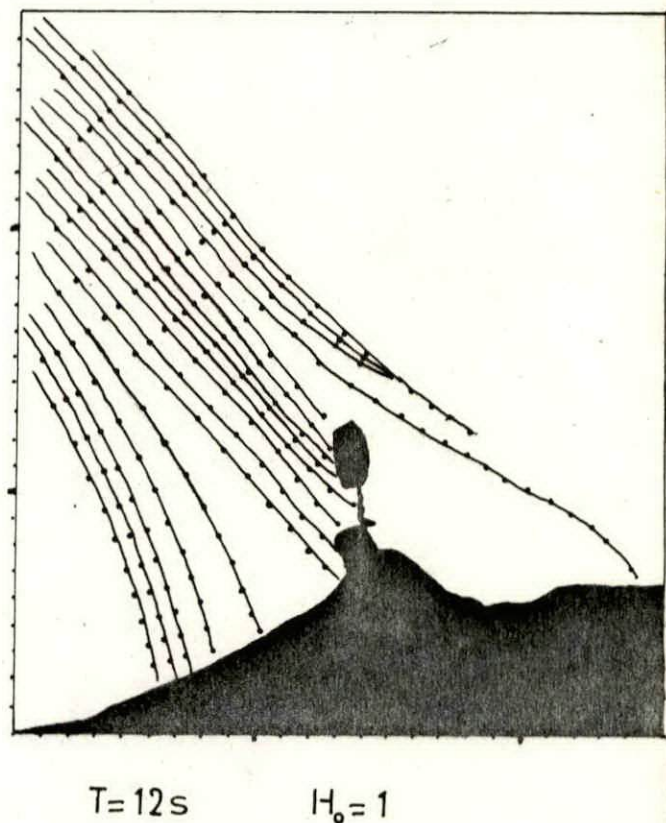
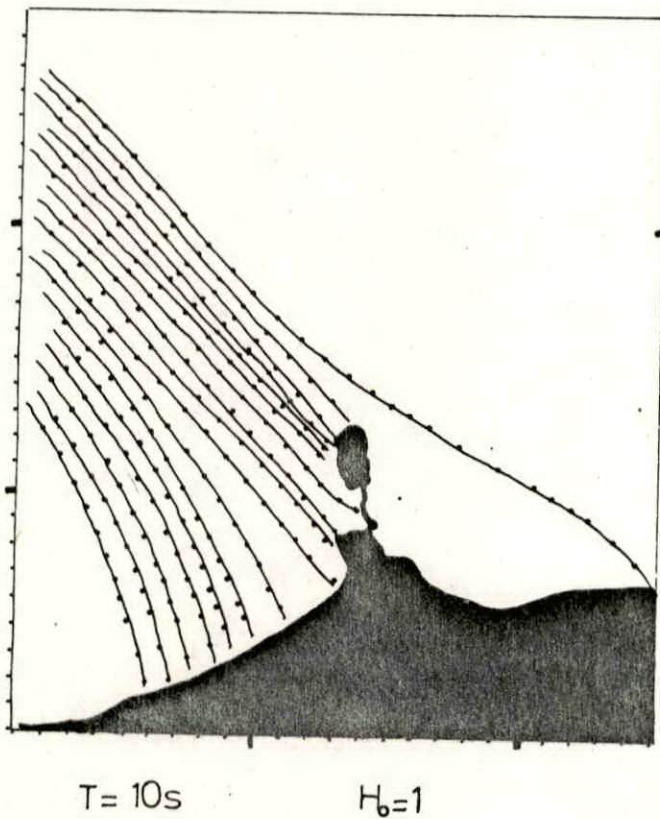
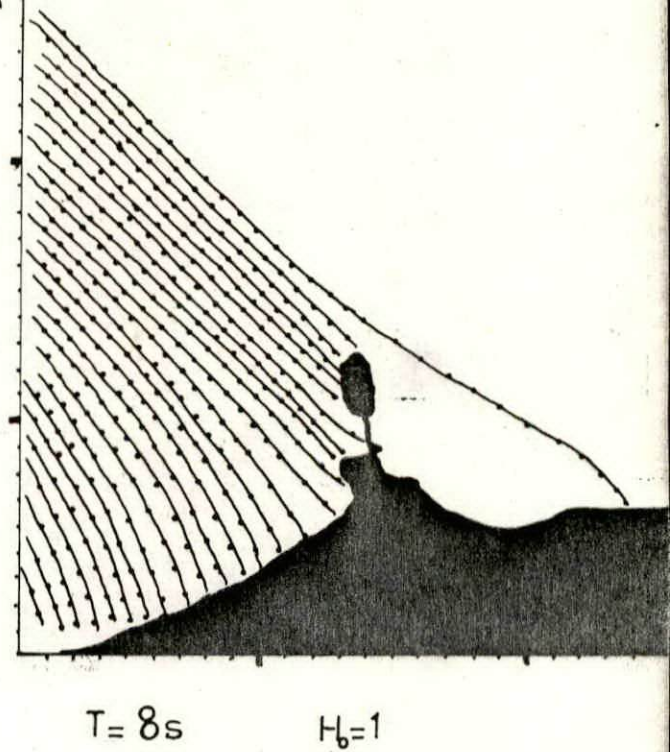
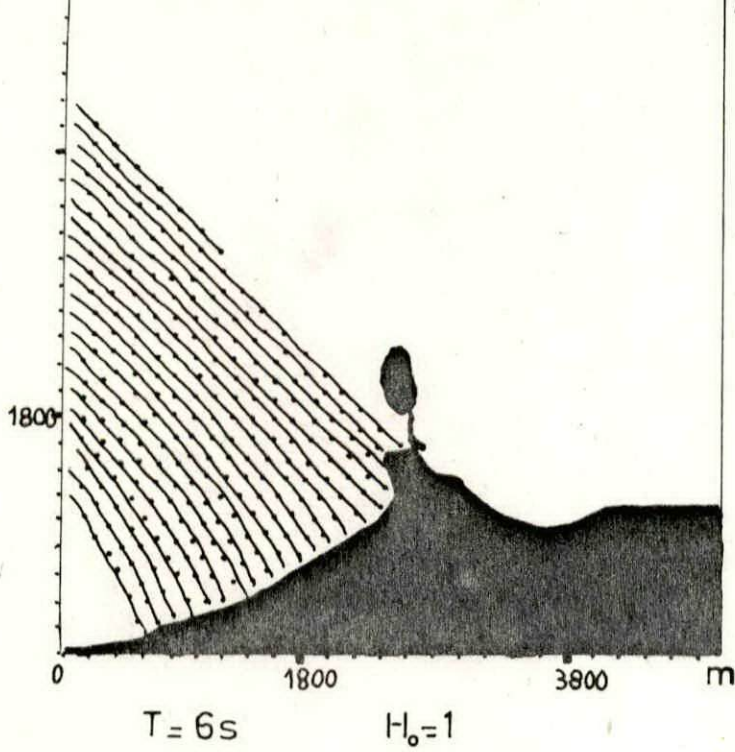
- Direction N 330°: (fig 18)


Cette direction touche principalement la zone C.

Les houles de faibles périodes (6s) semblent aborder la côte sans aucune modification de direction.

Pour les houles de période plus élevées, les orthogonales montrent un comportement irrégulier; en effet elles présentent une anomalie à l'Est de la zone C, visualisée par une concentration d'énergie, qui provoquerait la dispersion du sédiment de part et d'autre de cette zone.

Dans le reste du secteur C, les orthogonales divergent traduisant des zones de dissipation d'énergie.



 orthogonale .


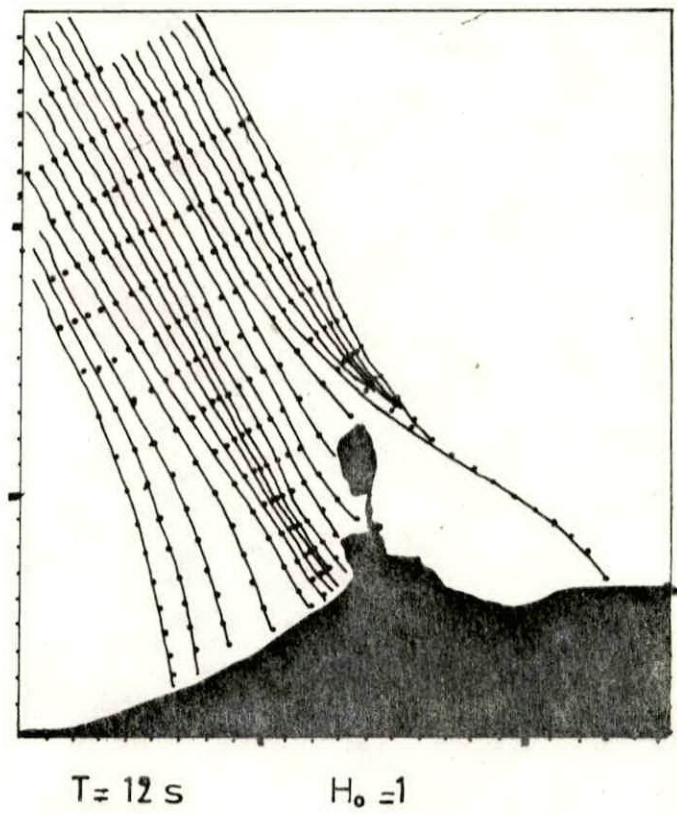
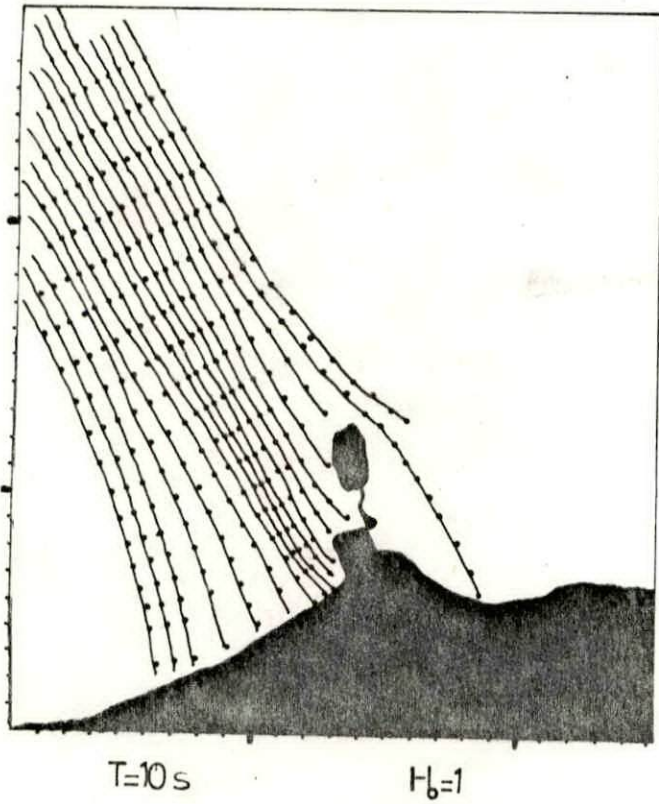
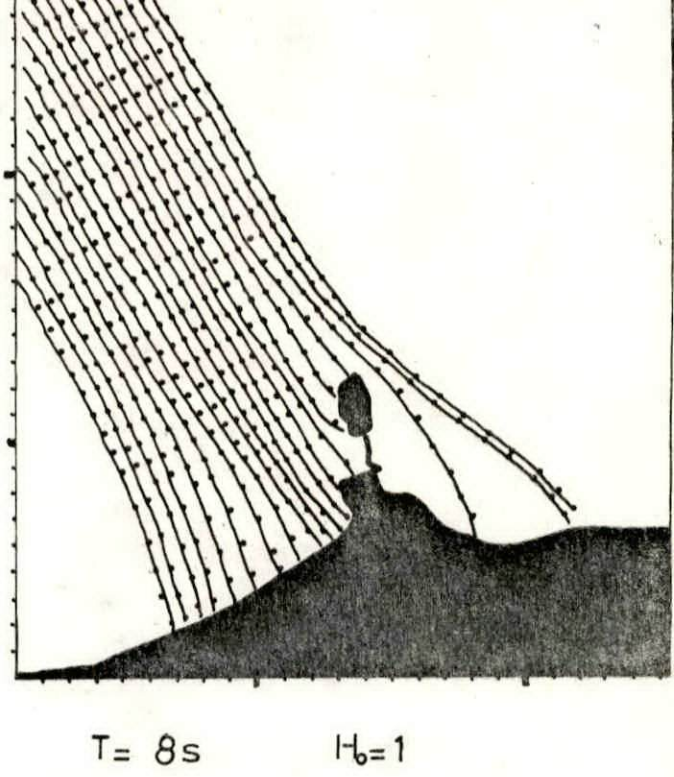
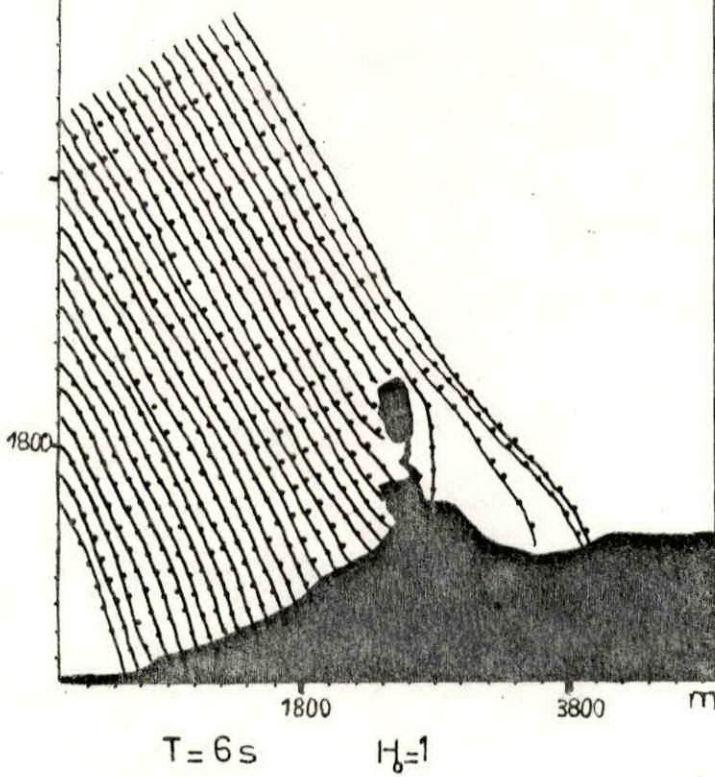
 côte .

FIG:17 PLAN DE VAGUE PAR HOULE
DE NORD 315°

(L.E.M)



orthogonale. côte.

FIG:18 PLAN DE VAGUE PAR HOULE DE N°330 (LEM)
Page: 47

E.5.3 Plan de vague par houle de NE (45°): (fig 19)

C'est une représentation des houles estivales.

En général, cette houle ne subit pas de réfraction et aborde la zone B de façon oblique, induisant un transit latéral orienté vers l'ouest.

Les orthogonales se repartissent de façon régulière sans aucune zone de convergence ou divergence notable.

CONCLUSION:

Par houle de gros temps, une zone de haute énergie apparaît à proximité Ouest de l'îlot, favorisant l'engraissement des zones avoisinantes.

Ces houles abordent la zone C de façon frontale; ce qui pourrait traduire un transport de sédiment vers le large.

Les houles de secteur Est, induisent un transit latéral dirigé vers l'Ouest.

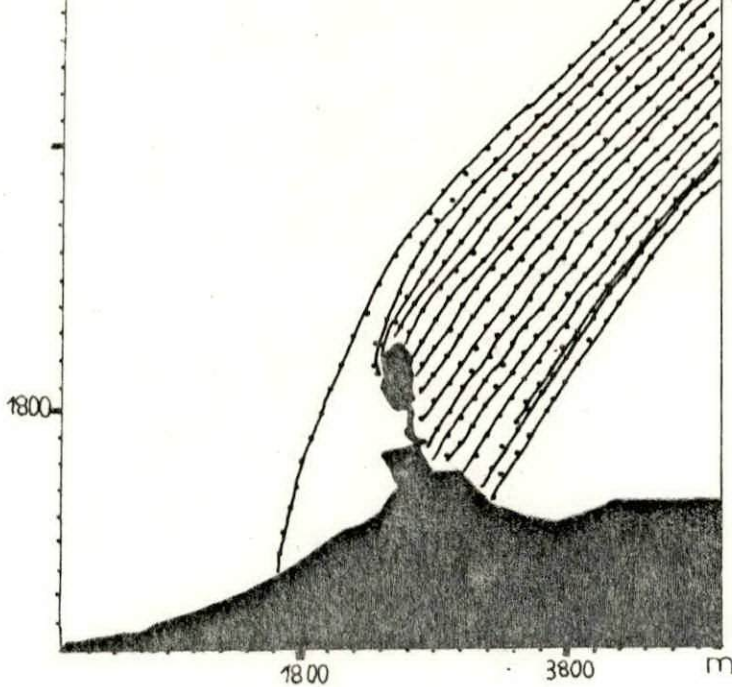
E.6 CARACTERISTIQUES STATISTIQUES DE LA HOULE A

LA COTE:

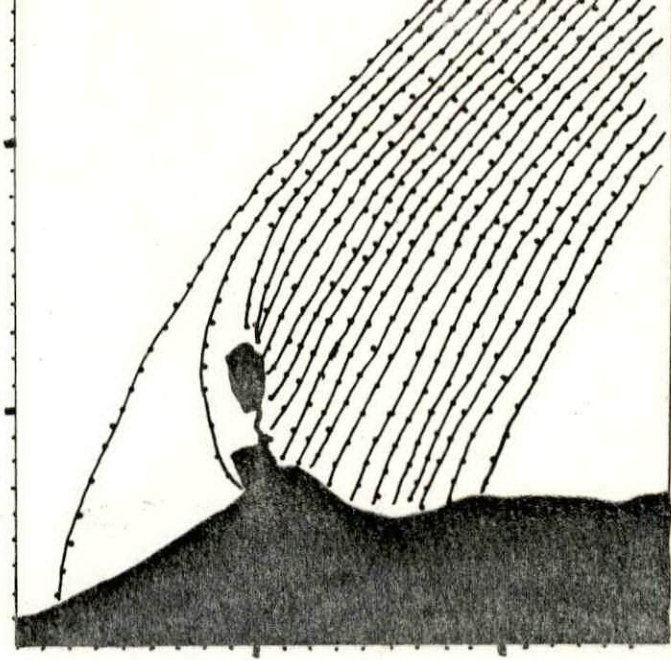
A partir de l'examen de la corrélation entre Hs et Ts, on constate qu'aux faibles houles correspondent de faibles périodes.

Afin d'estimer les houles à la côte pour chaque direction, il sera tenu compte de cette corrélation H et T en prenant pour données de base celles de SSMO.

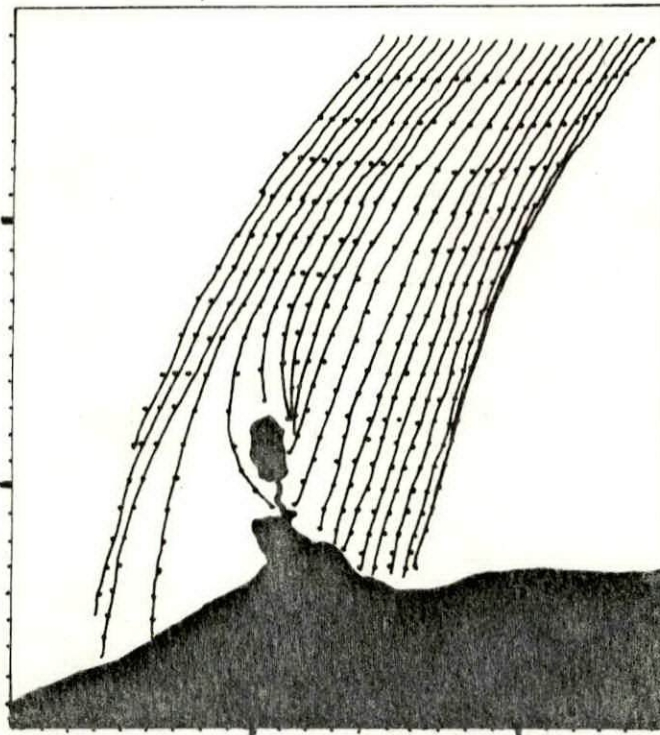
On aboutit ainsi à des fréquences de dépassement pour une amplitude de houle par direction: comme pour la houle au large, la probabilité "n" annuelle




$T = 6s$ $H_b = 1$



$T = 8s$ $H_b = 1$



$T = 12s$ $H_b = 1$

 orthogonale.

 côte.

FIG:19 PLAN DE VAGUE PAR HOULE
DE NORD-EST ($N45^\circ$) (L.E.M)

de voir une houle d'amplitude donnée apparaître au moins une fois sur "n" année est définie par:

$$P_n = 1 / (3 \times 365 \times n)$$

L'équation est de la forme $y = a \ln(X) + b$ permet de tracer les courbes: Hauteurs - Fréquences de dépassement (fig 20 (d, e, f, g))

CONCLUSION:

Les houles arrivent sur le site avec un coefficient de réfraction très proche de 1.

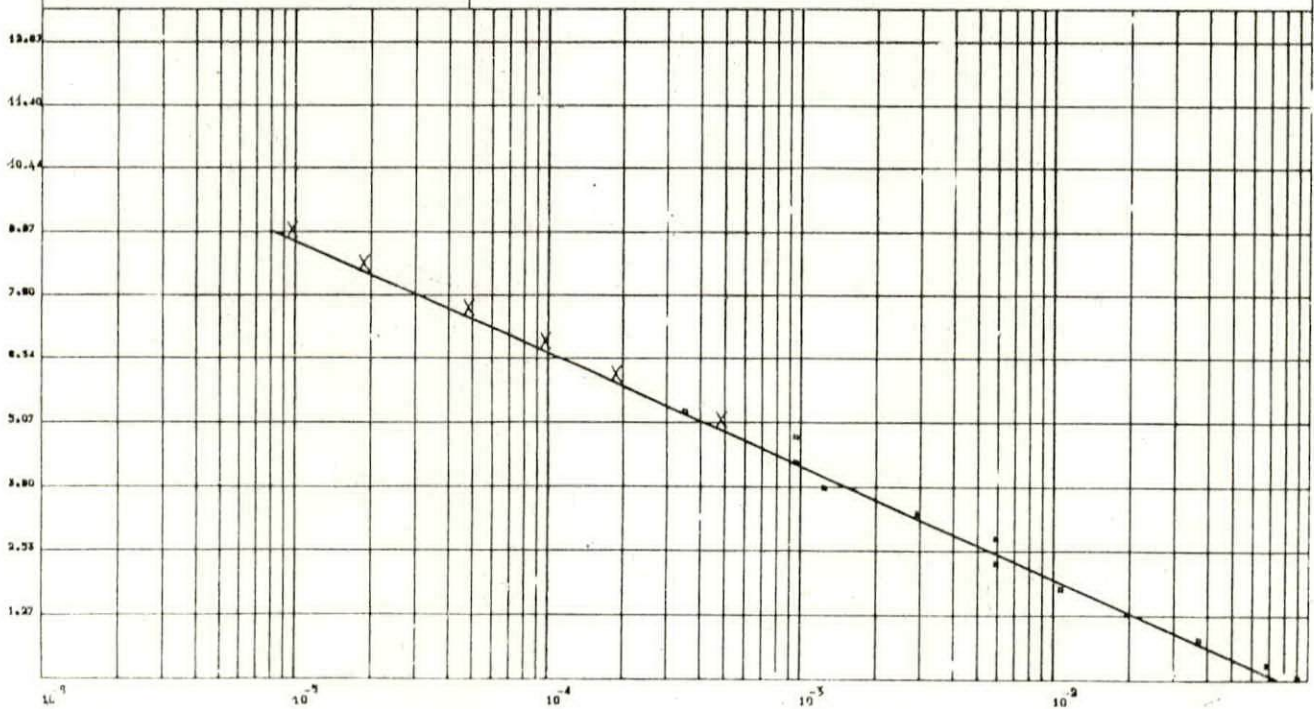
En comparant les différentes données caractéristiques statistiques de la houle au large et au voisinage de la côte, nous remarquons que les houles atteignent la côte et gardent pratiquement les mêmes amplitudes que celles du large.

Par conséquent toutes les houles qui proviennent du Nord, NE et NW sont susceptibles de provoquer des dégâts considérables sur le site de Tigzirt.

$Y = A \times \text{LOG}(X) + B$
 $A = -0.97$
 $P = -2.50$
 COEFFICIENT DE CORRELATION = -0.99

BIANNUELLE = 4.97 M
 QUINQUENNALE = 5.96 M
 DECENNALE = 6.53 M

VINGTENNALE = 7.21 M
 CINQUANTENNALE = 8.40 M
 CENTENNALE = 8.77 M



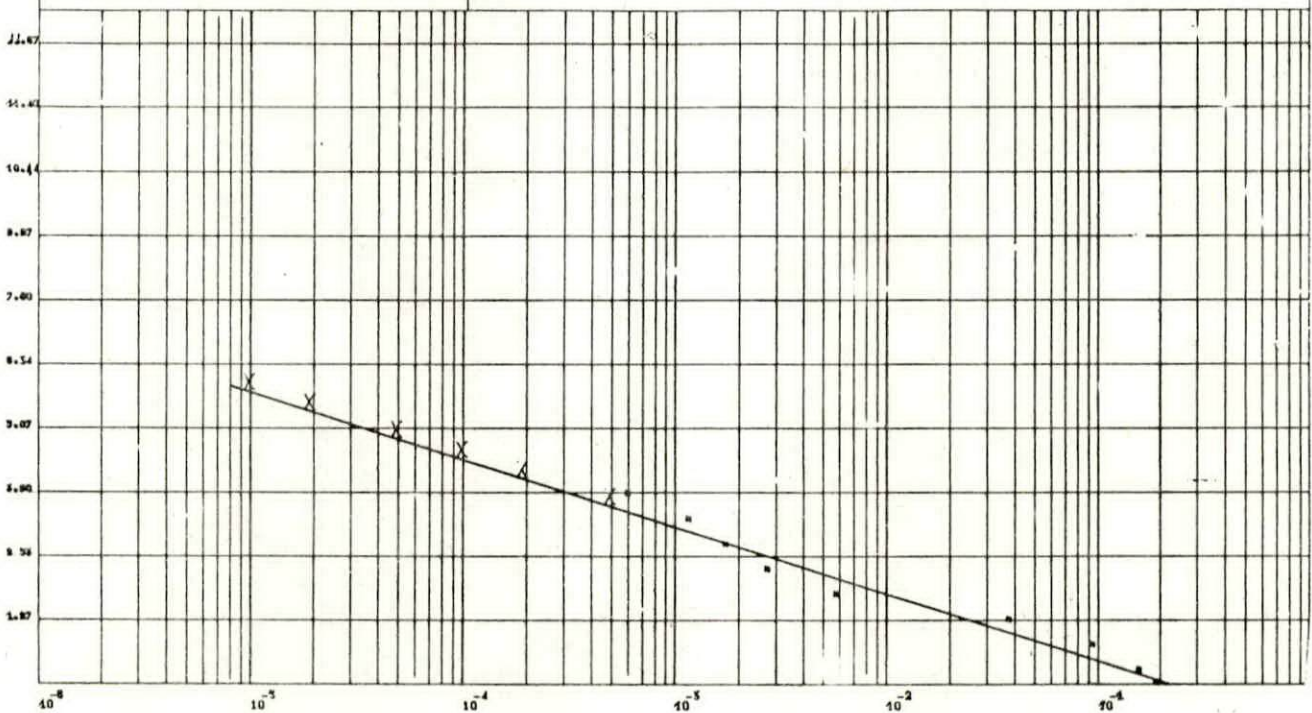
DIRECTION : NORD-EST

— HOULE A LA COTE —

$Y = A \times \text{LOG}(X) + B$
 $A = -0.58$
 $B = -0.80$
 COEFFICIENT DE CORRELATION = -0.98

BIANNUELLE = 3.58 M
 QUINQUENNALE = 4.44 M
 DECENNALE = 4.54 M

VINGTENNALE = 4.94 M
 CINQUANTENNALE = 5.44 M
 CENTENNALE = 5.84 M

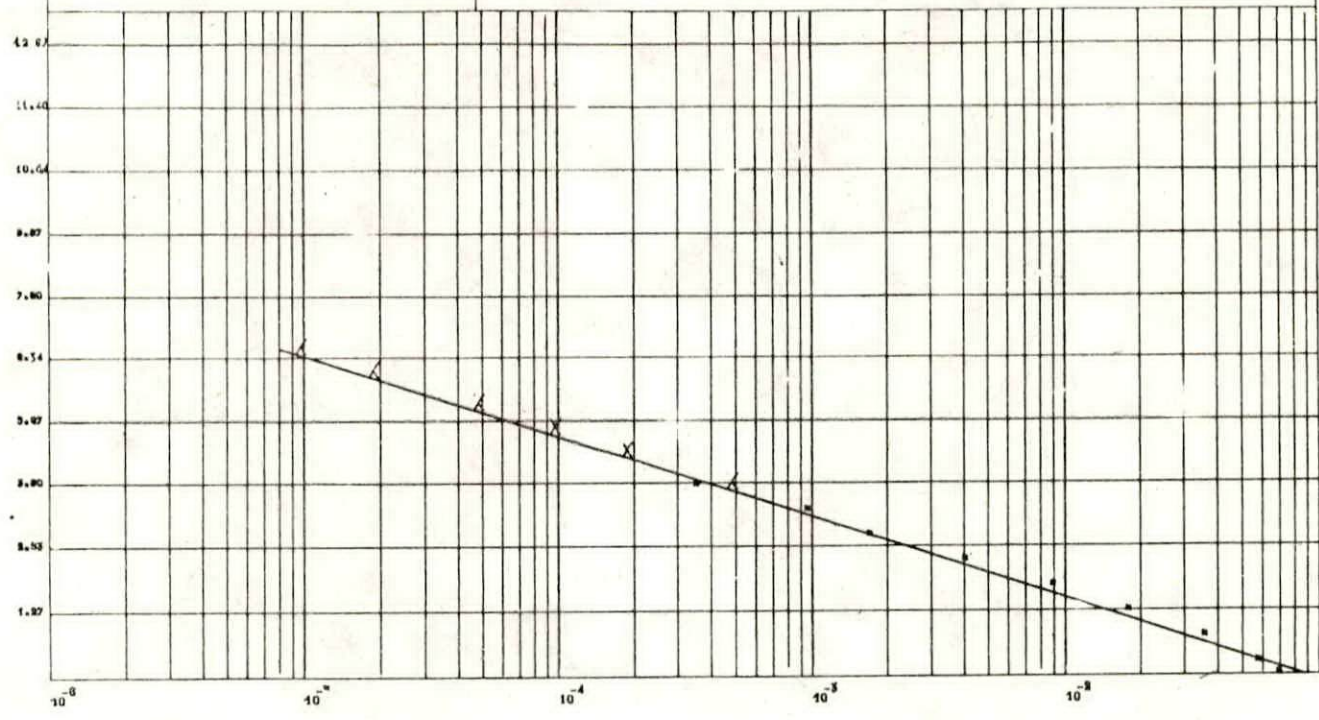


DIRECTION NORD-WEST 35°

Y = A · LOG(X) + B
 A = -0.70
 B = -1.74
 COEFFICIENT DE CORRELATION = -1.00

BIANNUELLE = 3.68 M
 QUINQUENNALE = 4.35 M
 DECENNALE = 4.81 M

VINGTENNALE = 5.30 M
 CINQUANTENNALE = 5.94 M
 CENTENNALE = 6.42 M

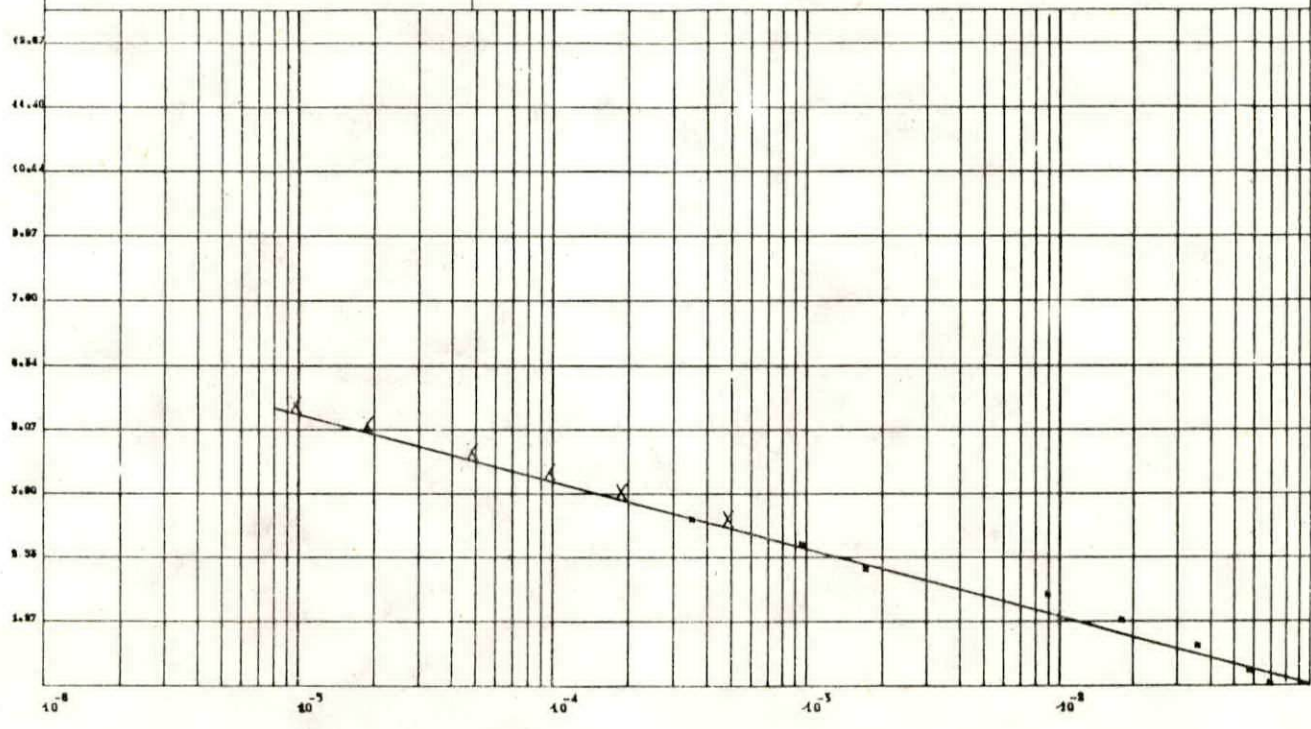


DIRECTION NORD-WEST 35° — HOULE A LA COTE —

Y = A · LOG(X) + B
 A = -0.58
 B = -1.34
 COEFFICIENT DE CORRELATION = -0.99

BIANNUELLE = 3.45 M
 QUINQUENNALE = 3.68 M
 DECENNALE = 4.09 M

VINGTENNALE = 4.49 M
 CINQUANTENNALE = 5.02 M
 CENTENNALE = 5.42 M



CHAPITRE III
METHODOLOGIE

A TECHNIQUE DE MESURE ET DE PRELEVEMENT SUR LE TERRAIN:

A.1 PRELEVEMENT DE SEDIMENT:

Les prélèvements de sédiments ont été réalisés sur une maille carrée de 200m, s'étendant sur 2,5 km de part et d'autre de l'îlot et atteignant 1 km vers le large (voir carte de positionnement: fig. 21).

L'exploitation du site considéré s'est avérée accessible grâce au bateau "M.S Ben Yahia" et à son équipage qui ont été mis à notre disposition.

De ce fait, 80 échantillons ont été prélevés à l'aide d'une benne manuelle de type "Van Veen".

Pour mieux répondre aux exigences du travail, il a été jugé préférable d'utiliser un zodiac de type Mark III (offrant un maximum de maniabilité).

Sur ce dernier, on a disposé un objet en métal (jouant le rôle de réflecteur) facilitant ainsi le repérage du Zodiac à partir du radar du bateau.

Le positionnement de chaque station s'est fait à l'aide de Talkies Walkies, maintenant un contact continu entre le bateau et le Zodiac.

Les sédiments prélevés ont été stockés dans des sachets ordinaires en plastic, portant le numéro de la station.

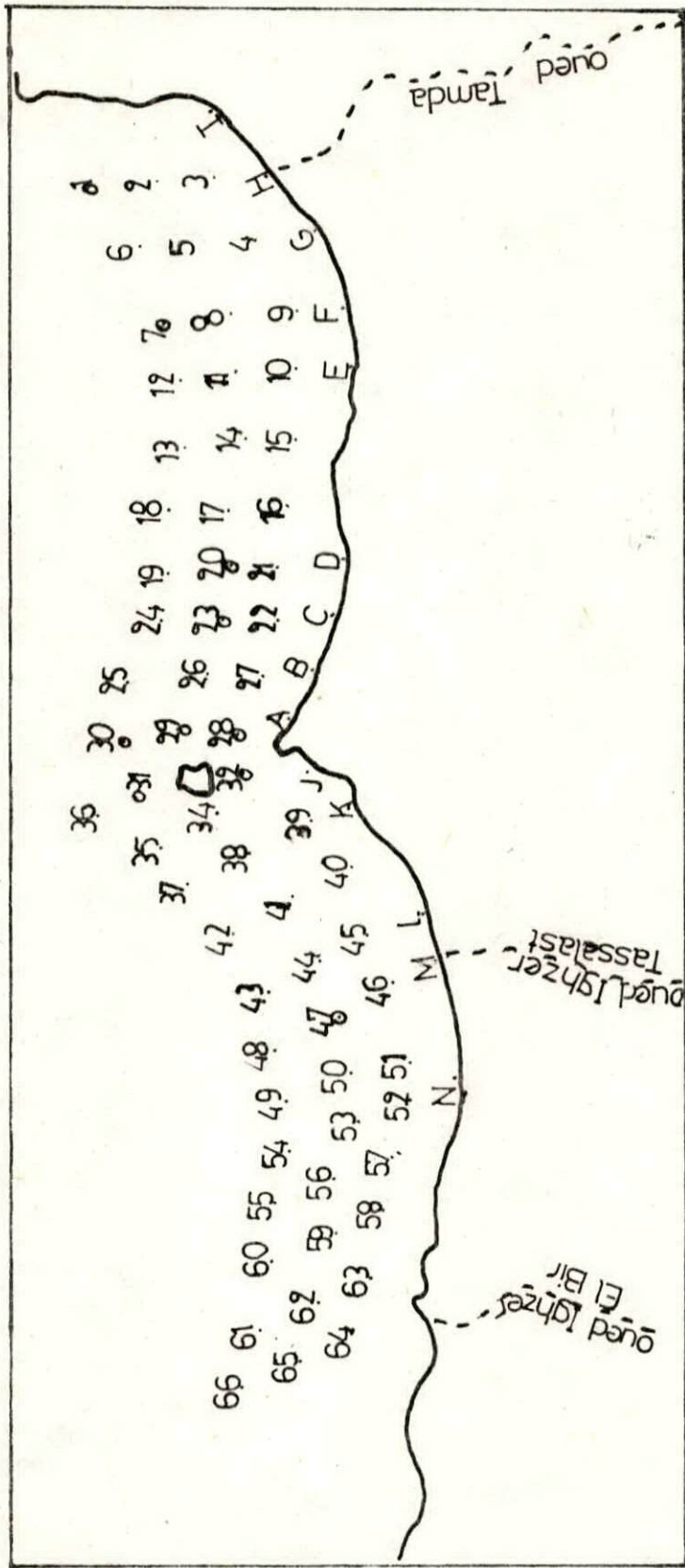
FIG:21 CARTE DE POSITIONNEMENT


36° 54' 30"



36° 54'


36° 53' 30"

36° 53'



 cote
 point de prelevement

 oued
 rocher

 numero de prelevement

LEGENDE:

ECHELLE : 1/25000

4° 05' 30"

4° 06'

4° 07'

4° 08'

4° 09'

A.2 MESURE BATHYMETRIQUE:

A défaut de sondeur portable, les mesures bathymétriques ont été relevées systématiquement sur la corde graduée de la benne, lors des prélèvements des sédiments.

B TRAVAUX AU LABORATOIRE:

B.1 CORRECTION DES MESURES BATHYMETRIQUES ET

ETABLISSEMENT DE LA CARTE (FIG. 22):

Les mesures de profondeur par corde lestée et graduée (ou fil à plomb) présente des doutes, quant à la fiabilité des mesures, causés par la dérive de la benne.

La correction des mesures a été estimée à une moyenne de 1m pour permettre de réaliser une carte bathymétrique plus ou moins précise (fig. 22).

La carte bathymétrique que nous avons établie, ne présente pas une grande similitude avec celle réalisée par Peter Fraenkel et Partner (Oct. 1982) (fig. 23).

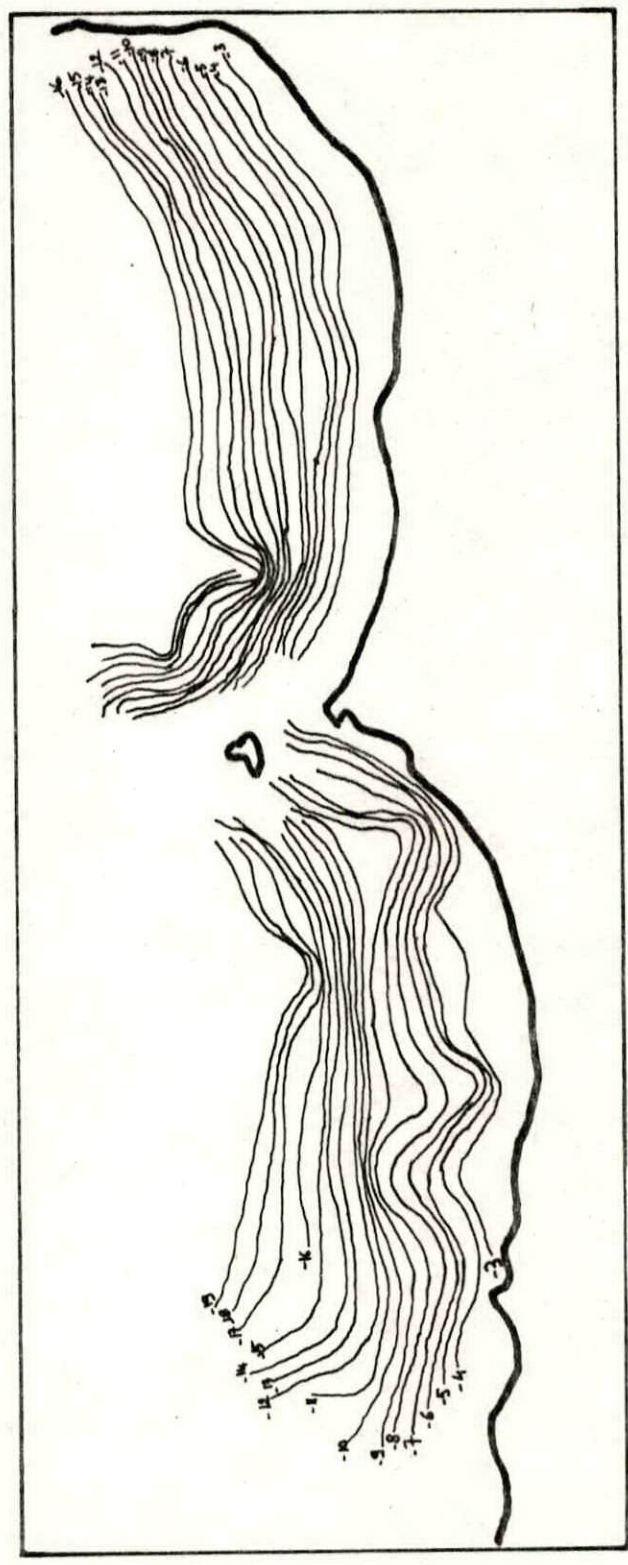
En effet la topographie sous-marine du côté Ouest semble plus accidentée que celle du côté Est, présentant une morphologie irrégulière.

Deux ruptures de pente apparaissent: l'une à l'Ouest, qui passe de 8 à 19 m sur une distance de 250 m, et l'autre à l'Est, qui passe de 5 à 16 m sur une distance de 250 m.

Du fait de la non fiabilité de la technique que nous avons utilisé pour réaliser notre carte bathymétrique, nous avons jugé préférable de ne pas la prendre en considération.



FIG:22 CARTE BATHYMETRIQUE DE TIGZIRT
REALISEE APRES SORTIE SUR TERRAIN

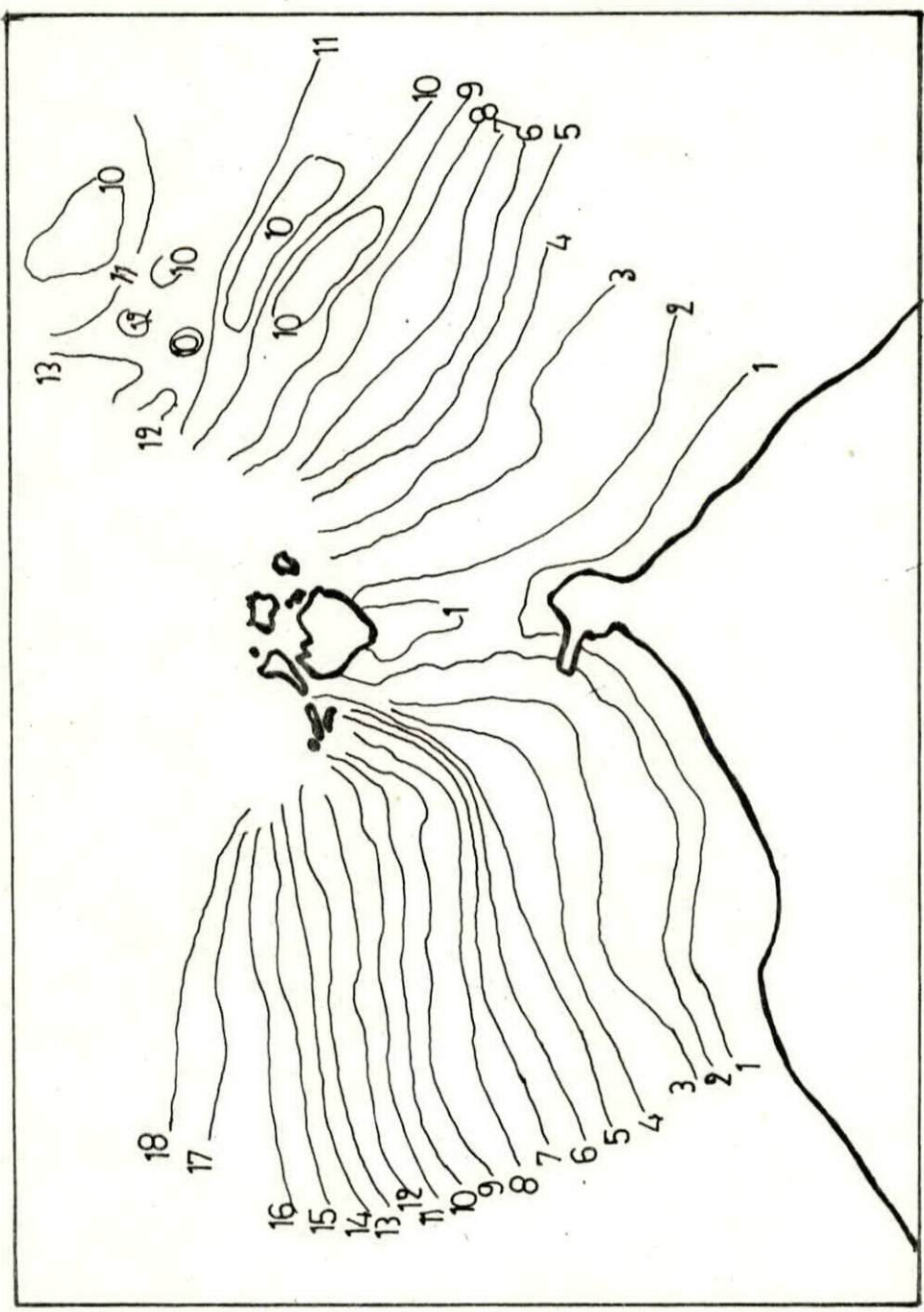


- LEGENDE :
- cote .
 - oued .
 - ilot .
 - courbe bathymetrique (isobathe)



ECHELLE : 1/25000

FIG: 23

CARTE BATHYMETRIQUE DE TIGZIRT
(P.FRAENKEL).



LEGENDE:

-  côte.
-  ifot.
-  ligne bathymetrique.

ECHELLE: 1/500

B.2 ETUDE SEDIMENTOLOGIQUE:

Les échantillons prélevés, ont fait l'objet d'une analyse sédimentologique, comprenant différents traitements.

B.2.1 Traitement granulométrique:

L'analyse granulométrique des populations sableuses, repose sur le traitement statistique des différentes tailles de grains, représentées par les prélèvements étudiés.

Le choix de la quantité du sédiment traité, se fait en fonction de la taille granulométrique moyenne du sédiment prélevé.

Du fait que ce dernier est moyen à fin, nous avons opté pour une marge comprise entre 120 et 150 g.

L'échantillon est pesé à sec et subit ensuite, une séparation par tamis de 40μ , sous un courant d'eau. Ceci permet d'éliminer la fraction des lutites.

La fraction récupérée, est ensuite séchée dans une étuve, puis pesée.

*** Granulométrie:**

Le sédiment ainsi prêt, est ensuite séparé en classes de tailles décroissantes, à l'aide d'une colonne de tamis de type "Afnor".

Le tamisage est effectué à sec durant 10 mn, sur une tamiseuse, qui fait vibrer la colonne de tamis.

B.2.2 Fraction lutitique:

La détermination des teneurs en lutites dans le sédiment est obtenue à partir de la différence du poids sec du sédiment, estimé à l'analyse granulométrique avant et après séparation par voie humide sur tamis 40μ .

B.2.3 Décarbonatation:

La détermination des teneurs en carbonate dans les échantillons, a été faite sur un certain nombre de sédiments jugés représentatifs.

En effet, seulement 20 échantillons ont subi, à sec, une attaque à l'acide chlorhydrique (Hcl) afin d'éliminer les carbonates.

Après réaction, le sédiment a été lavé pour éliminer "les impuretés", puis séché. La différence du poids avant et après attaque, donne automatiquement le taux de carbonate existant dans le sédiment.

B.2.4 Etude et observation des grains de sable:

Une observation préliminaire des échantillons à l'oeil nu, nous a permis déjà de distinguer les sédiments de la zone Est et ceux de la zone Ouest. Une observation plus détaillée à la loupe binoculaire appuie cette différence.

En effet, les sédiments superficiels de ces 2 zones présentent des couleurs différentes directement liées à la composition minéralogique.

Les sédiments de la zone Ouest sont très riches en quartz, ce qui leur donne une couleur plus claire.

Dans la zone Est, ils apparaissent beaucoup plus sombres du fait de leurs teneurs élevées en schistes.

La zone Est: Il existe une très grande similitude entre les échantillons de la zone Est et celui prélevé au niveau de l'embouchure de l'oued Tamda.

Ceci suppose que l'oued serait la source principale d'apport.

Le platier rocheux immergé de nature schisteuse, qui longe la côte pourrait contribuer en partie à l'alimentation de cette plage sous-marine, sous l'effet de l'érosion.

La zone Ouest: le matériel ramené par l'oued Ighzer Tassalast, est très riche en débris schisteux et ne présente pas une grande similitude avec les échantillons de la plage sous-marine.

Nous notons par ailleurs un assombrissement des sédiments, au fur et à mesure que l'on se rapproche de l'îlot.

Ceci amène à penser à une alimentation sédimentaire riche en quartz, issue des zones Ouest avoisinantes.

CHAPITRE IV
SEDIMENTOLOGIE

A TENEURS ET REPARTITION DE LA FRACTION FINE DANS LE SEDIMENT (FIG 24: CARTE DES LUTITES):

La zone d'échantillonnage de la plage sous-marine de Tigzirt montre de très faibles teneurs en lutites, n'excédant pas les 10%

Dans la zone Est, la répartition des lutites montre une progression classique des teneurs, de la côte vers le large.

On observe une exception aux droits des 2 oueds où des teneurs relativement élevées, apparaissent, dessinant deux langues orientées (NW-SE) à une centaine de mètres de la côte; ceci étant lié aux apports terrigènes.

Les teneurs diminuent latéralement au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la source d'apport (oueds).

Les teneurs comprises entre 2% et 5% à l'Est, dessinent une figure qui pourrait correspondre à une chenalisation des particules fines vers le large.

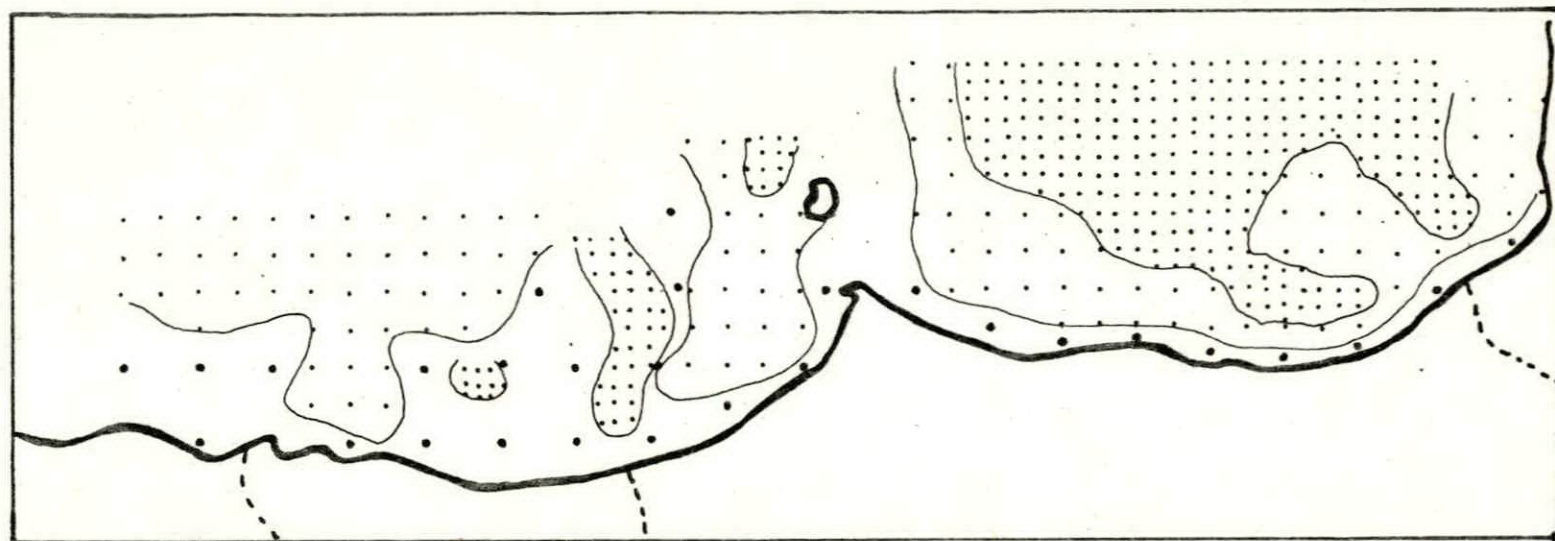
Contrairement à la zone Est, la zone Ouest présente une répartition aléatoire des lutites avec des teneurs relativement faibles.

On note la présence des teneurs $> 5\%$ à l'embouchure de l'oued, formant une poche orientée N-S.

CONCLUSION: La nette différence des teneurs en lutites qui apparait entre la zone Est et Ouest, nous laisse penser qu'il existe des conditions hydrodynamiques distinctes notamment plus élevées à l'Ouest.







FIG:24 CARTE DE REPARTITION DES LUTITES






Page: 62

LEGENDE :

-  limite de côte .
-  ilot .
-  limite de classe .
-  oued .

classes des lutites :

-  classe 1 : < 2%
-  classe 2 : [2.5]%
-  classe 3 : > 5%

ECHELLE : 1/25000

La diminution latérale des teneurs observées dans la zone Est est liée d'une part à l'éloignement de la source d'apport, et d'autre part à des conditions hydrodynamiques inadéquates au dépôt des pélites.

De façon générale, les faibles teneurs en lutites laissent penser à une zone d'étude assez énergétique.

B ANALYSE GRANULOMETRIQUE:

B.1 REPRESENTATION GRAPHIQUE:

Le traitement statistique des différentes tailles de grains a été représenté sous 2 formes graphiques:

*** Courbes cumulatives semi-logarithmiques:**

Elles sont tracées à partir des pourcentages cumulés depuis les particules du tamis 40μ vers les éléments les plus grossiers, permettant de déduire les paramètres granulométriques utilisés pour les calculs des différents indices.

* Histogrammes de fréquence: Ils sont exprimés en coordonnées semi-logarithmiques; l'histogramme représentatif de la répartition granulométrique fait apparaître les irrégularités de la suite dimensionnelle et permet une meilleure visualisation des stocks sédimentaires constitutifs.

Le dépouillement préliminaire des courbes cumulatives et des histogrammes de fréquence, permet de les classer en 3 grands groupes qui toutefois ne présentent pas une grande distinction dimensionnelle (à quelques exceptions près).

La majorité des sédiments sont représentés par des courbes unimodales très redressées, qui concernent des stocks granulométriques homogènes concentrés en 1 ou 2 classes (fig. 25a).

Un second type de courbes, plus étalées, représente le mélange de plusieurs stocks granulométriques (fig. 25b).

Et enfin un troisième groupe représenté par des courbes amodales (fig 25c).

B.2 ANALYSE MODALE:

L'analyse modale est nécessaire pour définir la nature et quantifier la teneur de chaque stock contenu dans le sédiment.

Cette analyse consiste donc à inventorier les différents stocks sédimentaires, selon un graphe, dont l'abscisse représente la valeur dimensionnelle du mode, et l'ordonnée la fréquence d'apparition (fig. 26).

Ce graphe a permis d'individualiser 3 stocks modaux différents.

Mode 1 :] 90 - 160 [

Mode 2 :] 160 - 270 [

Mode 3 > 270 μ

B.2.1 Mode 1 (fig. 27):

Ce mode représente la classe la plus fine] 90 - 160 [

Les teneurs élevées correspondent aux valeurs supérieures à 60%, évoluent au large, et occupent la zone centrale dans le secteur Est et la zone occidentale dans le secteur Ouest.

Cette fraction est beaucoup plus proche de la côte à l'Est de l'îlot.

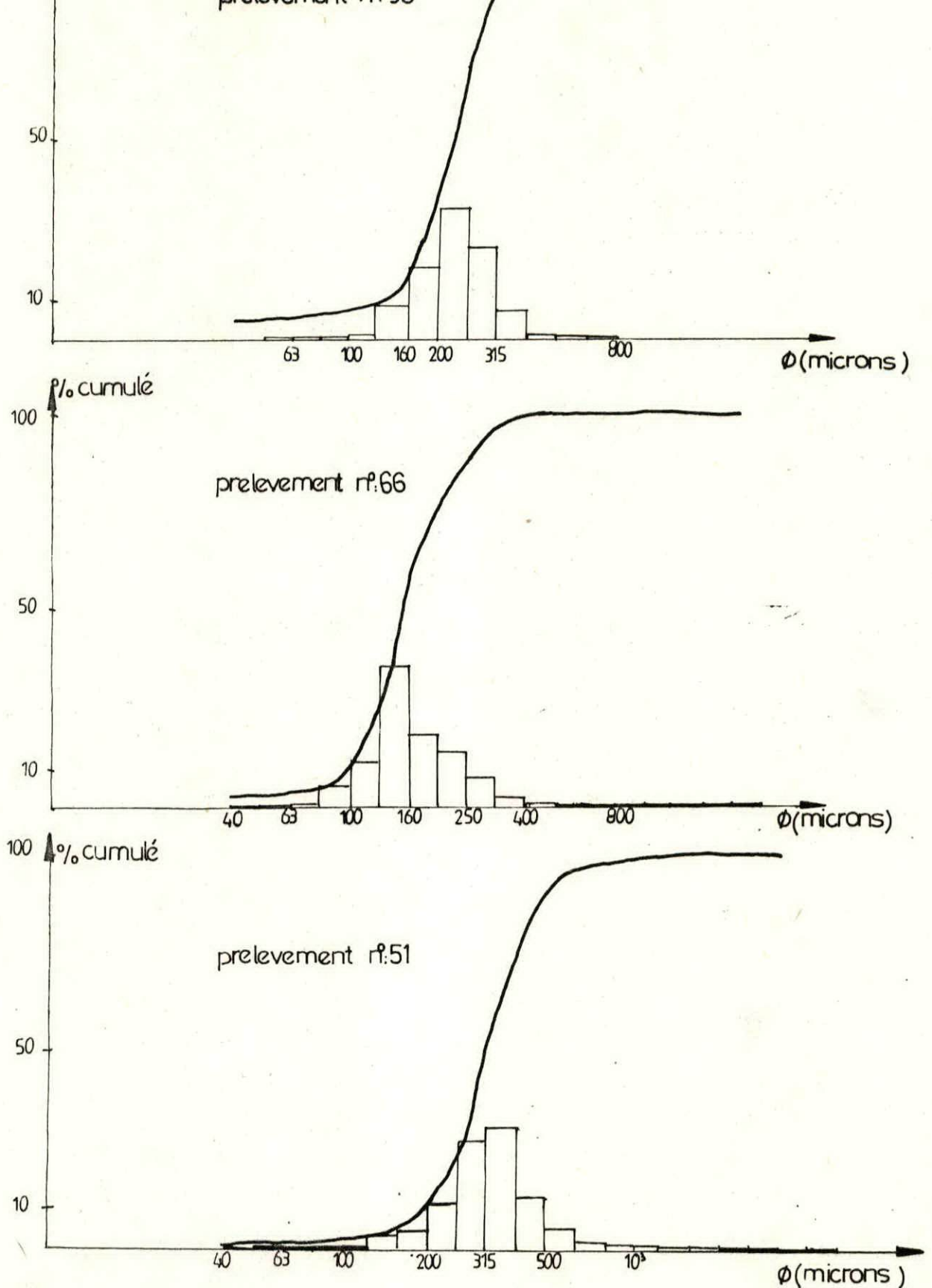


FIG: 25 a COURBES CUMULATIVES ET HISTOGRAMMES DE FREQUENCES UNIMODAUX , D'ÉCHANTILLONS SABLEUX ($\phi > 40 \mu$) NON DECALCIFIÉS .

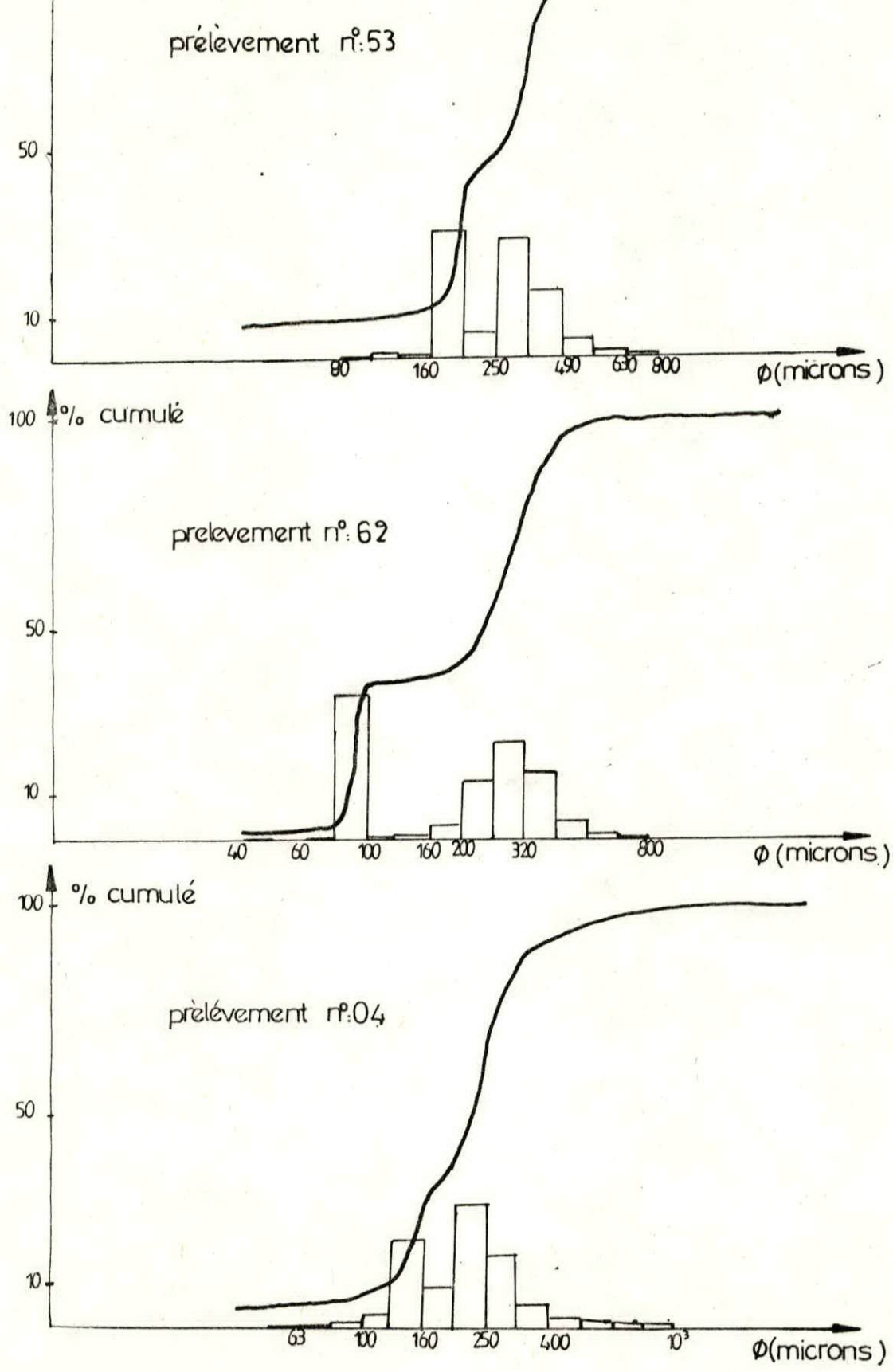


FIG. 25b COURBES CUMULATIVES ET HISTOGRAMMES DE FREQUENCES BIMODAUX, D'ÉCHANTILLONS SABLEUX ($\phi > 40\mu$) NON DECALCIFIÉS.

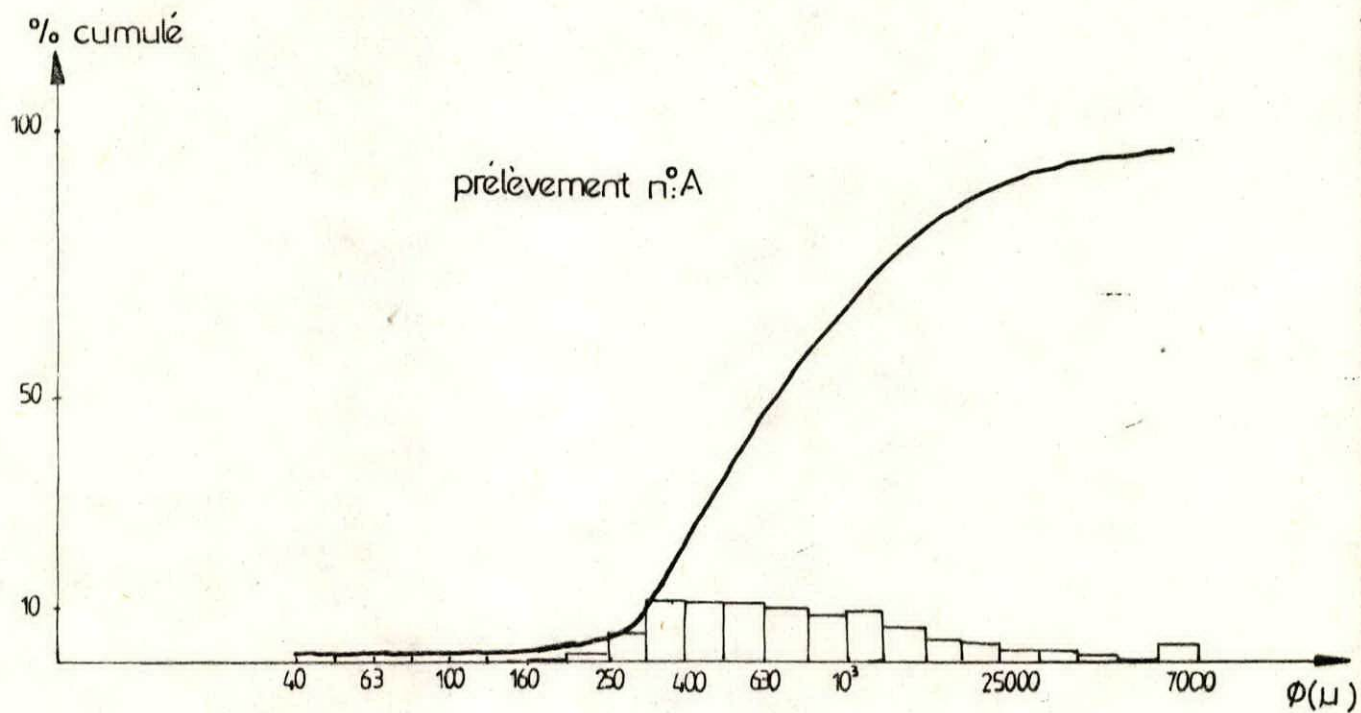


FIG: 25 c. COURBE CUMULATIVE ET HISTOGRAMME DE FREQUENCE AMODAL, D'ECHANTILLON SABLEUX ($\phi > 40 \mu$) NON DECALCIFIE .

FIG:26 REPARTITION DES CLASSES MODALES

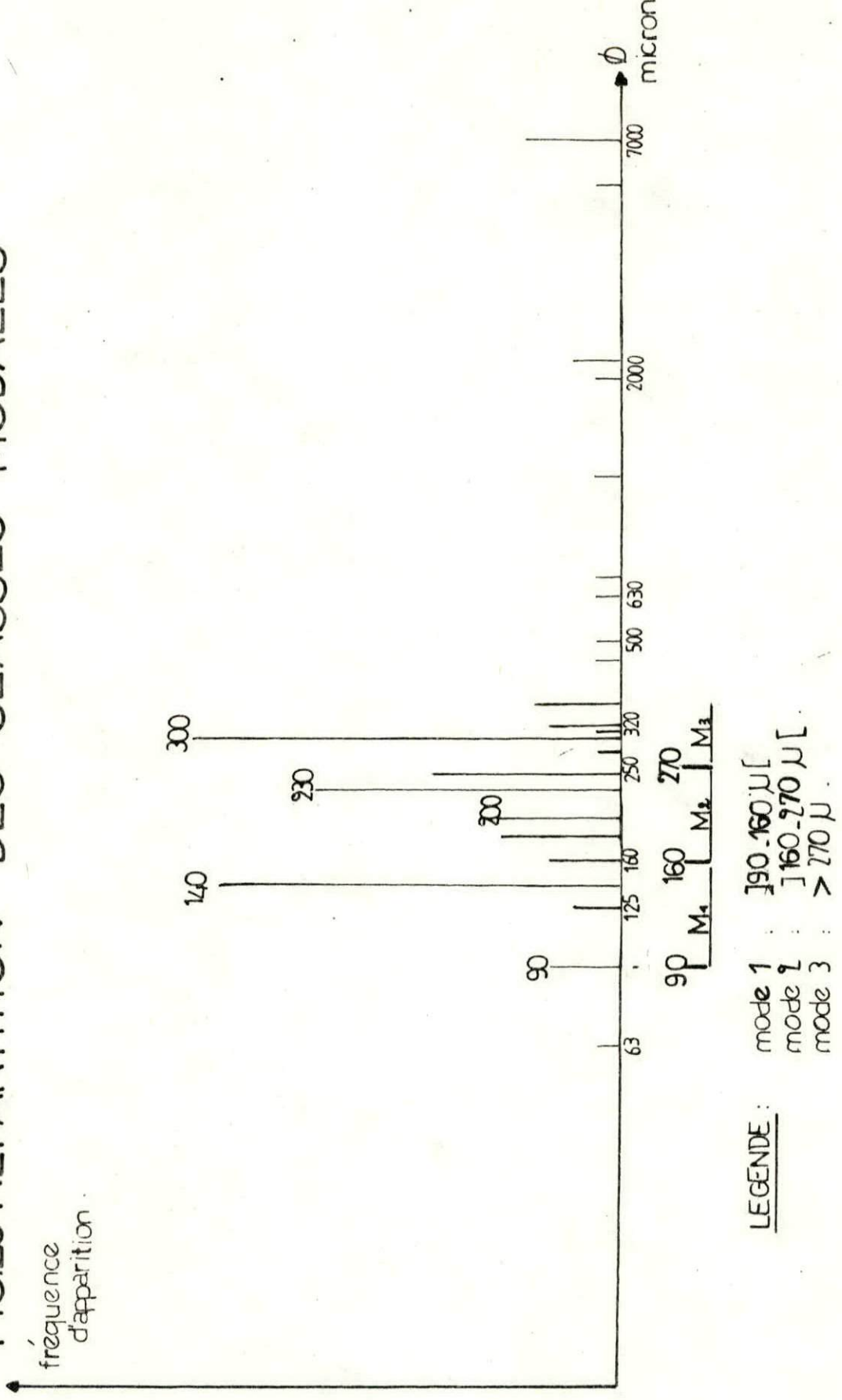
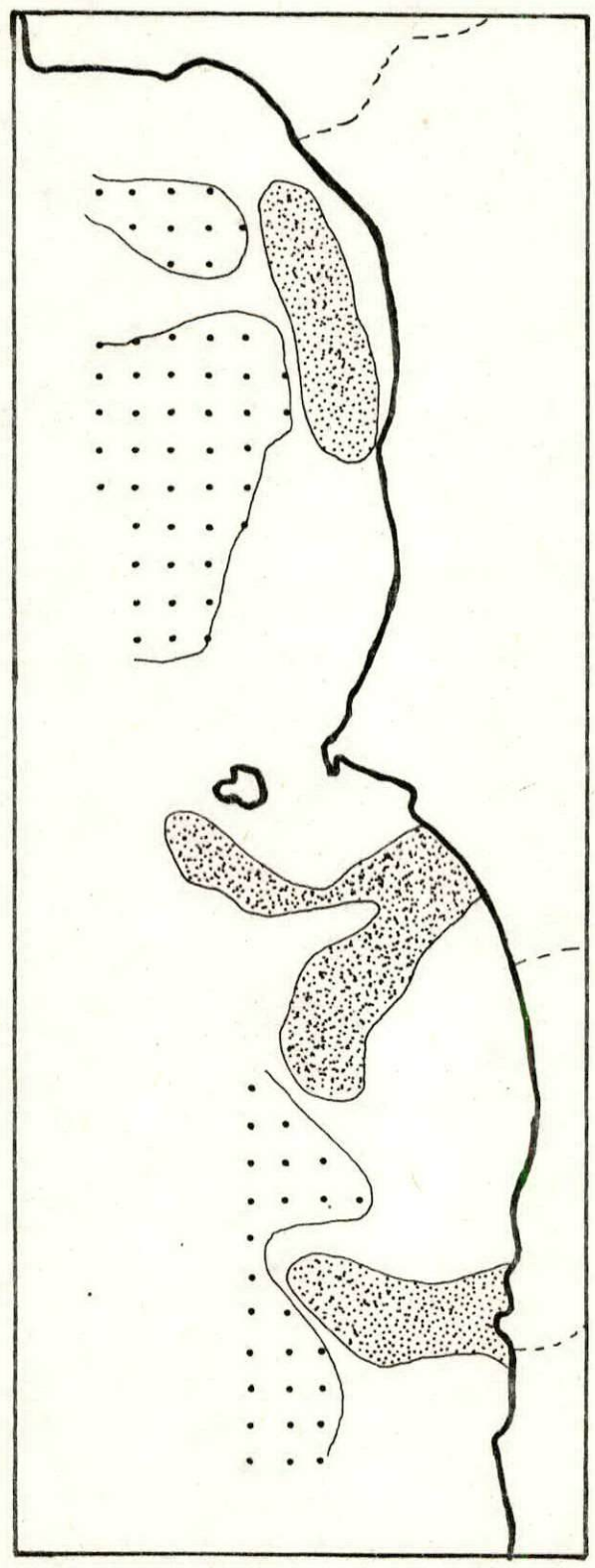










FIG:27 CARTE DE LA CLASSE MODALE N°1



classes du mode 1 :

-  classe 1: [0 60 [%
-  classe 2: > 60 %

LEGENDE :

-  limite de côte .
-  ilot .
-  limite de classe .
-  oued .

ECHELLE : 1/25000

Des teneurs plus faibles s'observent à la côte et coïncident parfois avec l'embouchure des oueds.

Ces échantillons correspondent en général à une zone de mélange du mode 1 avec les modes 2 et 3.

B.2.2 Mode 2:] 160-270 μ [(fig. 28)

Il est très bien représenté dans la zone d'étude notamment à l'Est de la zone, avec des teneurs supérieures à 60%, qui dessinent un axe de progression quantitative vers l'îlot, allant des teneurs [60-80%] aux teneurs supérieures à 80%

La zone centrale de l'îlot, qui constitue un obstacle, modifie l'orientation de cet axe, l'entraînant ainsi vers le large.

D'autre part, l'évolution de cette classe modale dans la zone Ouest, apparaît aléatoire, avec des teneurs relativement élevées au voisinage du débarcadère.

D'autres teneurs, plus faibles, correspondent aux zones de mélange du mode 2 avec les modes 1 et 3.

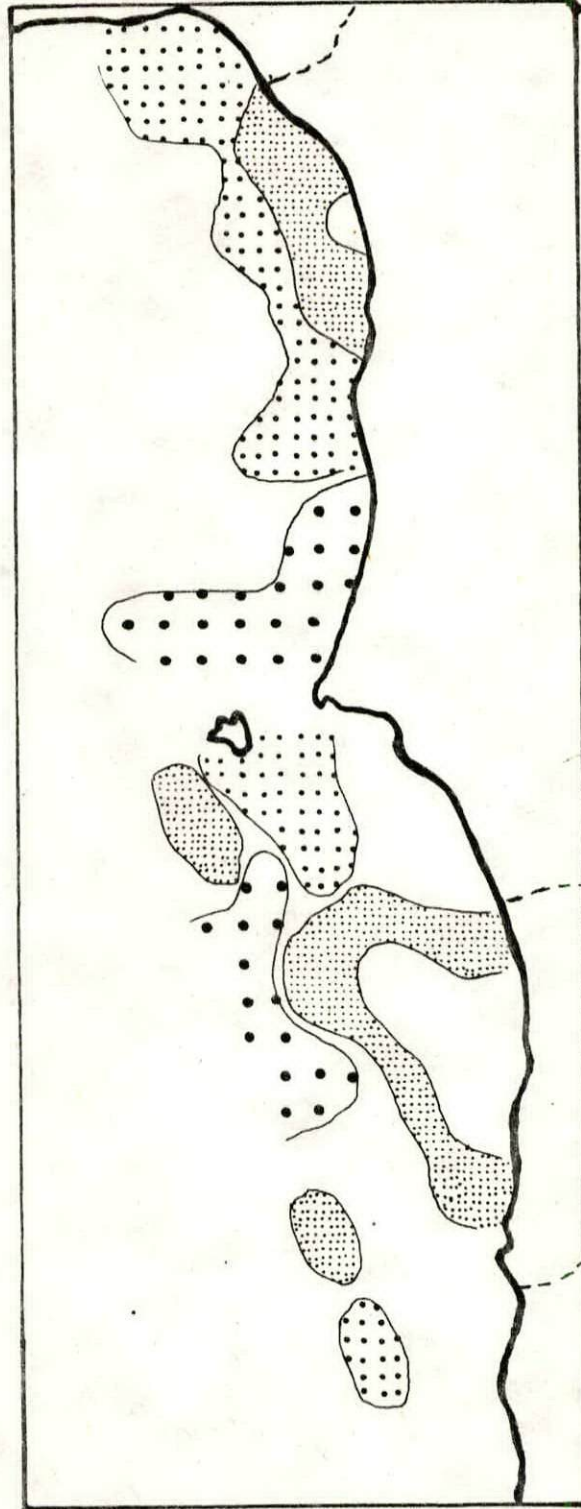
B.2.3 Mode 3 (fig.29):

La répartition de la classe modale 3 ($> 270 \mu$) est ponctuelle dans la zone Est et se limite aux prélèvements de plage.

Elle se développe principalement dans la zone Ouest, où les teneurs les plus faibles apparaissent, coïncidant avec les embouchures et correspondent aux zones de mélange.



FIG:28 CARTE DE LA CLASSE MODALE N°2



classes du mode 2 :



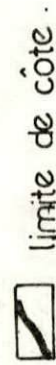
classe 1 : $< 60 \%$



classe 2 : $[60 \ 80] \%$



classe 3 : $> 80 \%$



limite de côte .



ilot .



limite de classe .



oued .

LEGENDE :

ECHELLE : 1/25000

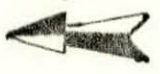
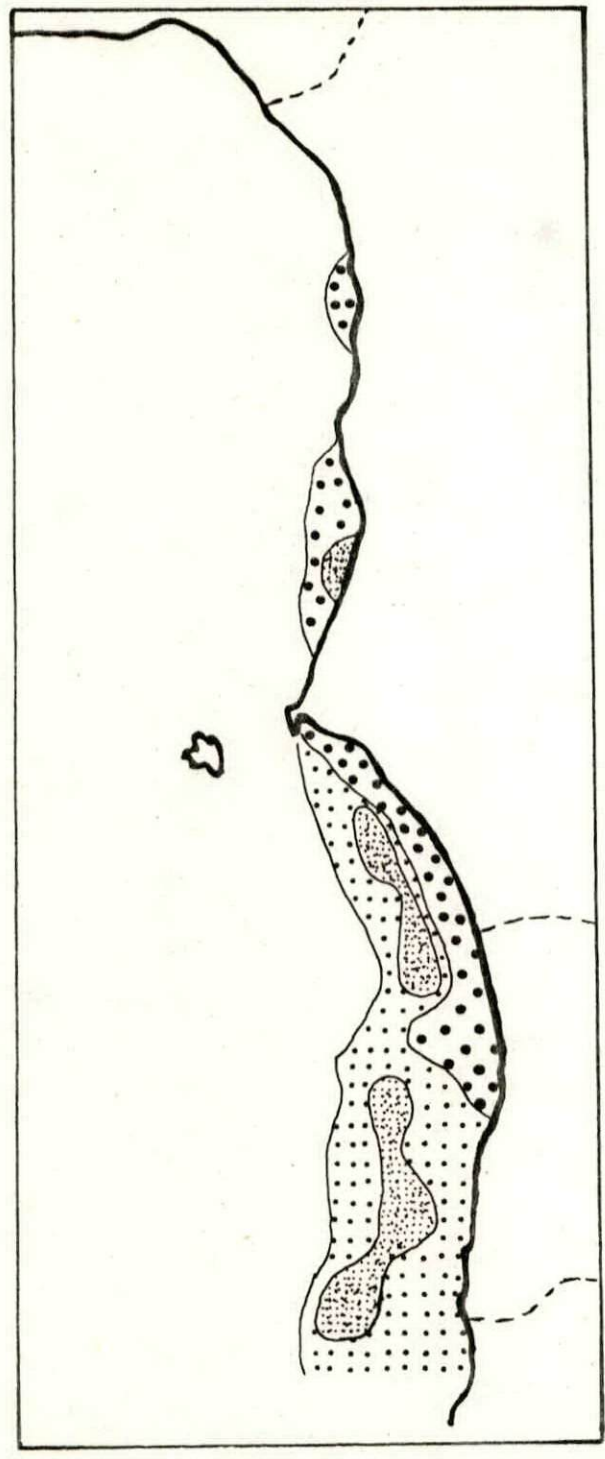









FIG:29 CARTE DE LA CLASSE MODALE N°3



classes du mode 3 :

-  classe 1 : < 60
-  classe 2 : 60.80
-  classe 3 : > 80

-  limite de côte.
-  ilot.
-  limite de classe.
-  oued.

LEGENDE:

ECHELLE: 1/25000

Les valeurs comprises entre 60-80%, forment une bande qui longe la côte et qui rétrécit au fur et à mesure que l'on se rapproche du débarcadère.

Quant aux valeurs les plus élevées (> 80%), elles se trouvent plaquées à la côte.

B.2.4 Carte des mélanges: (fig. 30)

Le mélange des 2 modes $M1 M2 = A$, est localisé au droit de l'oued Tamda à l'Est et au large à l'Ouest.

Dans la zone Est, on rencontre des échantillons constitués uniquement de l'association des modes $M1 M2$, localisés au voisinage de la côte. Dans la zone Ouest, cette même association $M1 M2$ occupe le large et la zone côtière.

D'autres mélanges des modes $M2 M3$ et $M3 M1$, plus grossiers, apparaissent à proximité de la côte.

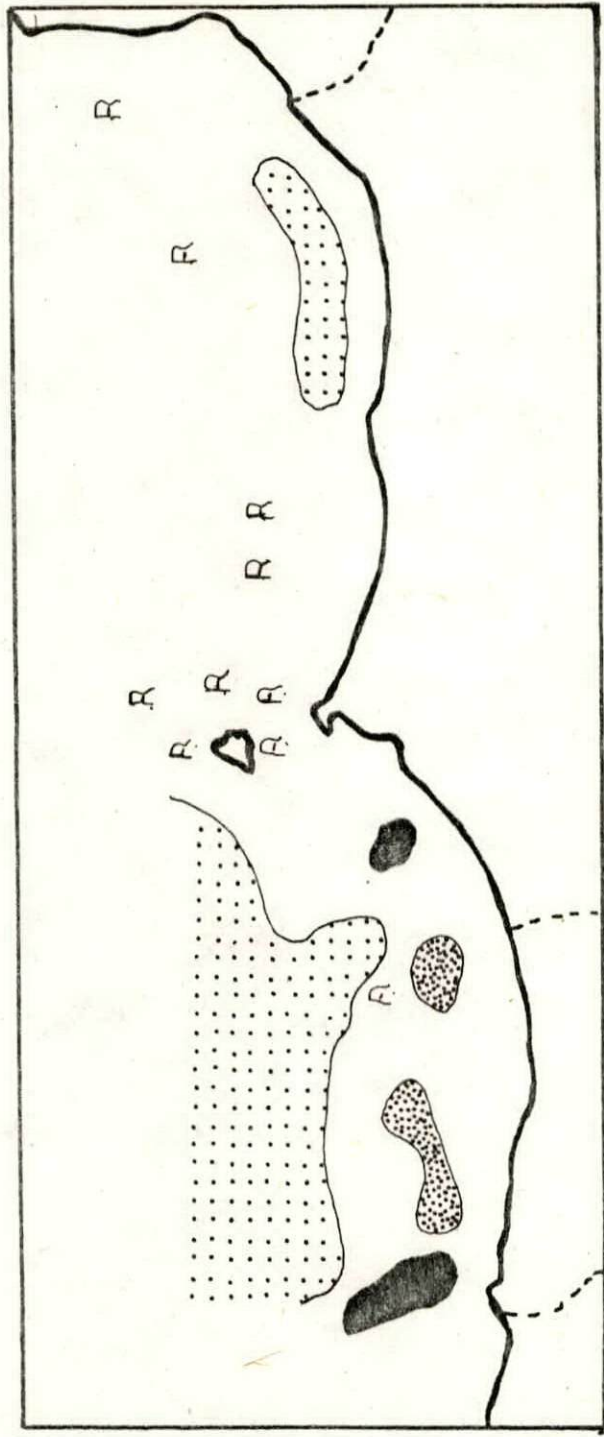
B.2.5 Conclusion des modes:

L'interprétation des cartes des modes nous amène à déduire:




- D'une part une nette distinction granodimensionnelle entre la zone Est et la zone Ouest, du fait que la couverture sédimentaire de la zone Ouest se caractérise par des diamètres de grains nettement plus élevés, traduisant ainsi un hydrodynamisme important, et des échanges détritiques avec les zones avoisinantes.






- D'autre part une dérive littorale orientée vers le débarcadère et qui est à l'origine de la formation des plages situées de part et d'autre.

FIG:30 CARTE DE MELANGE DES MODES



association des modes.

-  M_2-M_1
-  M_1-M_3
-  M_1-M_3

- LEGENDE :
-  limite de côte.
 -  ilot.
 -  limite des associations.
 -  oued.
 -  rocher.

ECHELLE : 1/25000

Les résultats de travaux de ZENKOVITCH en collaboration avec N.A AIBOLATOV (in D. BRAIK 1989) utilisant des colorants luminiphores, montrent que le maximum de sable en suspension, les vitesses de courant de surface ainsi que le débit solide ont leur maximum d'intensité au niveau des lieux de déferlement pouvant être soit des hauts-fonds ou des cordons littoraux.

La déviation vers le large du transit sédimentaire Est est donc favorisée par la présence d'un platier rocheux accidenté, et met en évidence l'obstacle dressé par l'ensemble îlot-débarcadère, empêchant tout échange entre les 2 zones.

B.3 CARTE DE REPARTITION DES MEDIANES (FIG 31):

De façon générale, on observe une progression dimensionnelle normale de la côte vers le large.

Pour l'intervalle]100-200[, on remarque une dispersion vers le large de part et d'autre de l'îlot.

L'intervalle]200-300[dessine une bande qui longe toute la côte du côté Ouest, alors qu'il est pratiquement absent du côté Est.

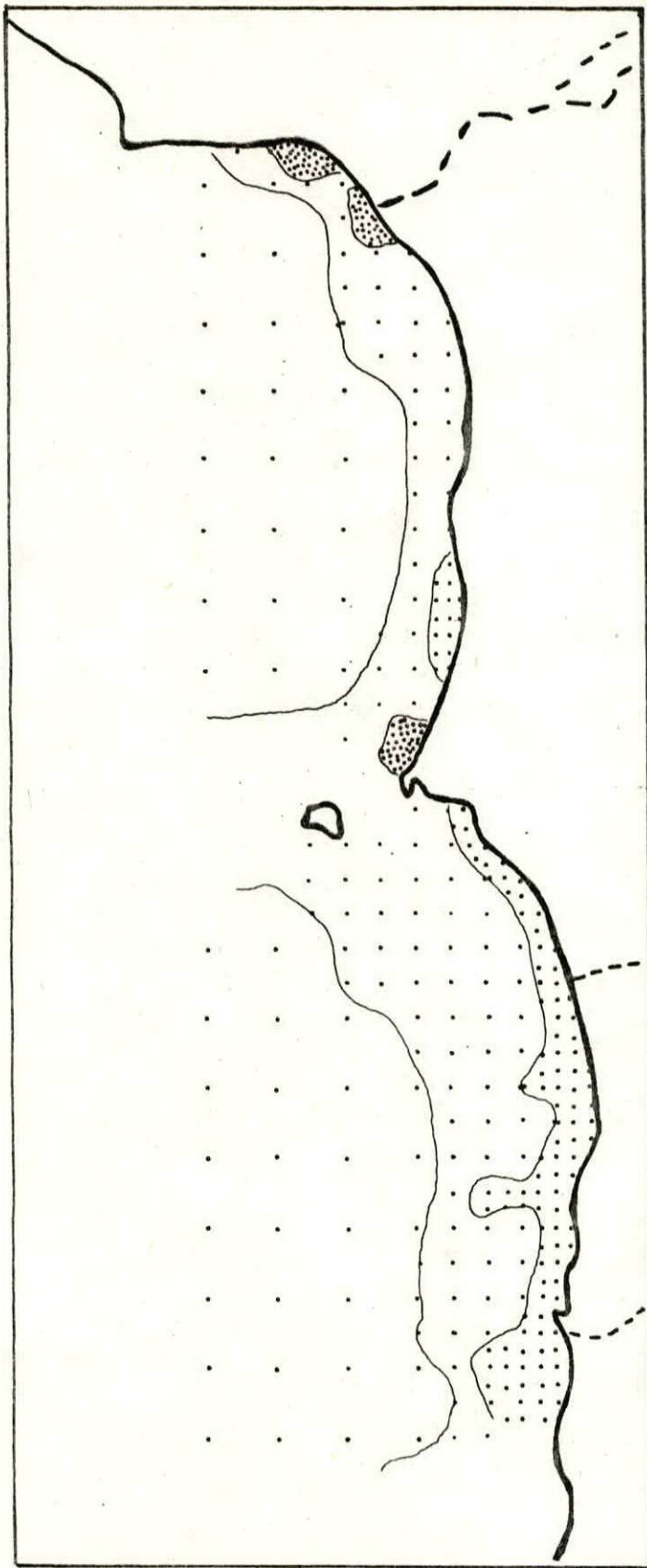
Les diamètres dépassant les 600μ sont localisés à l'Est, notamment à l'embouchure de l'oued Tamda.

Conclusion: La différence de répartition des médianes, qui existe entre les deux zones, donne une idée sur les conditions hydrodynamiques.





L'agitation des eaux est beaucoup plus élevée à l'Ouest et permet la dispersion des sédiments grossiers vers le large.







FIG:31 CARTE DE REPARTITION DES MEDIANES



classe des médianes:

-  classe 1 : $\leq 100 \mu$
-  classe 2 : 100_200 μ
-  classe 3 : 200_300 μ
-  classe 4 : $600 < \phi < 2500 \mu$

-  limite de côte.
-  îlot.
-  limite de classe.
-  oued.

LEGENDE :

ECHELLE : 1/25000

La configuration de la classe]100-200[semble indiquer un transport sédimentaire vers le large de part et d'autre de l'îlot.

C TENEURS ET REPARTITION DES CARBONATES (CARTE DES CARBONATES FIG 32):

Cette carte correspond à la répartition des teneurs en carbonates contenues dans la fraction $>40\mu$.

Ces différentes teneurs ont été obtenues à partir de la différence de poids avant et après décarbonatation. Cette opération a été réalisée sur une vingtaine d'échantillons jugés représentatifs.

Les teneurs en carbonates varient entre 10-25%, présentant une répartition différente, plus élevée à l'Est qu'à l'Ouest.

Cette différence de répartition, en carbonates, n'aurait pas dû apparaître, du fait que les 2 zones Est et Ouest sont alimentées par des oueds qui drainent le même bassin versant. Ceci nous amène à penser à une autre source d'apport détritique, dans la zone Ouest, dont la constitution est caractérisée par des teneurs plus faibles en carbonates et qui proviendrait des zones Ouest avoisinantes.

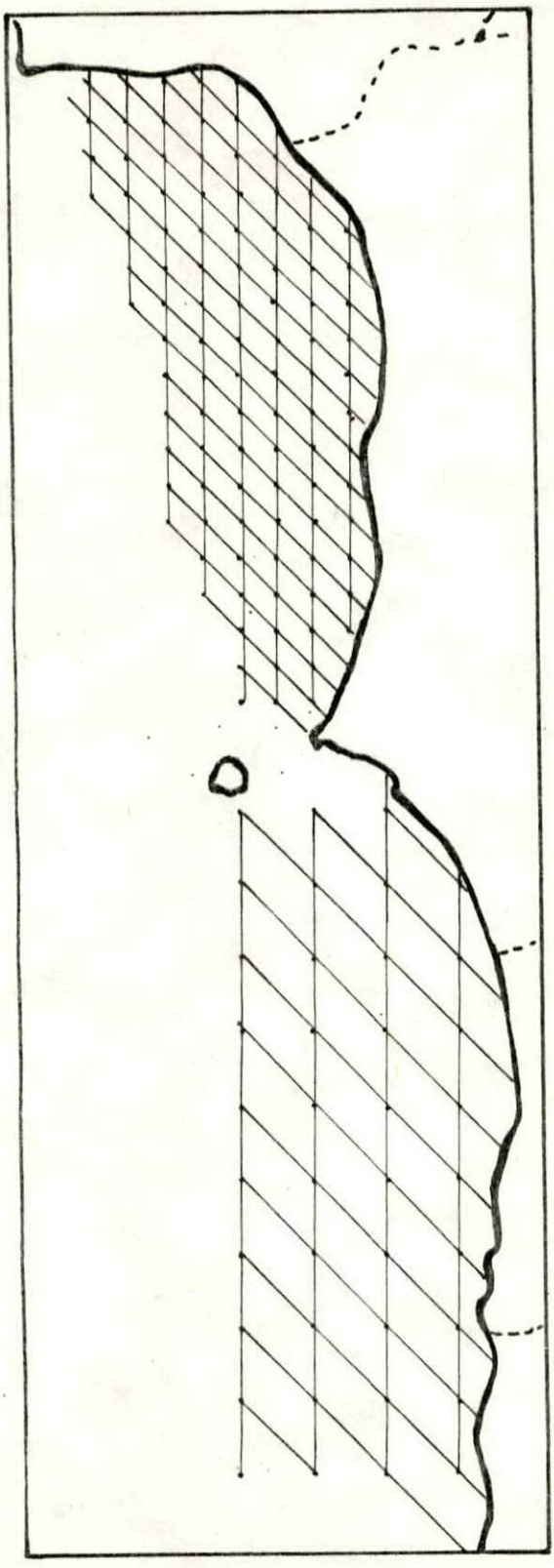
D CONCLUSION SEDIMENTOLOGIQUE

L'observation des grains de sable permet de distinguer, un sédiment sombre relativement riche en débris de schistes et un sédiment clair très riche en quartz.

Ces 2 sédiments évoluent séparément; puisque la répartition du matériel sombre se fait exclusivement à l'Est.



FIG:32 CARTE DE REPARTITION DES CARBONATES



classes des carbonates :

	classe 1 : $< 15\%$
	classe 2 : $[15 - 25\%]$

limite de côte.
 ilot.
 oued.

LEGENDE :

ECHELLE : 1/25000

Il découle de l'analyse modale:

* une nette distinction concernant la répartition dimensionnelle des grains de part et d'autre de l'îlot.

En effet la couverture sédimentaire de la zone Ouest se caractérise par des diamètres nettement plus élevés.

* Un sens de transit orienté vers le débarcadère pour les 2 zones (fig33).

Ce transit est dévié vers le large à la proximité Est de l'îlot, conduisant à une canalisation des sédiments vers le large. Ce phénomène est favorisé par la présence de fond rocheux accidenté favorable à la remise en suspension des sédiments.

Ce schéma confirme donc la présence d'un axe de séparation entre les deux zones Ouest et Est, empêchant ainsi tout échange.

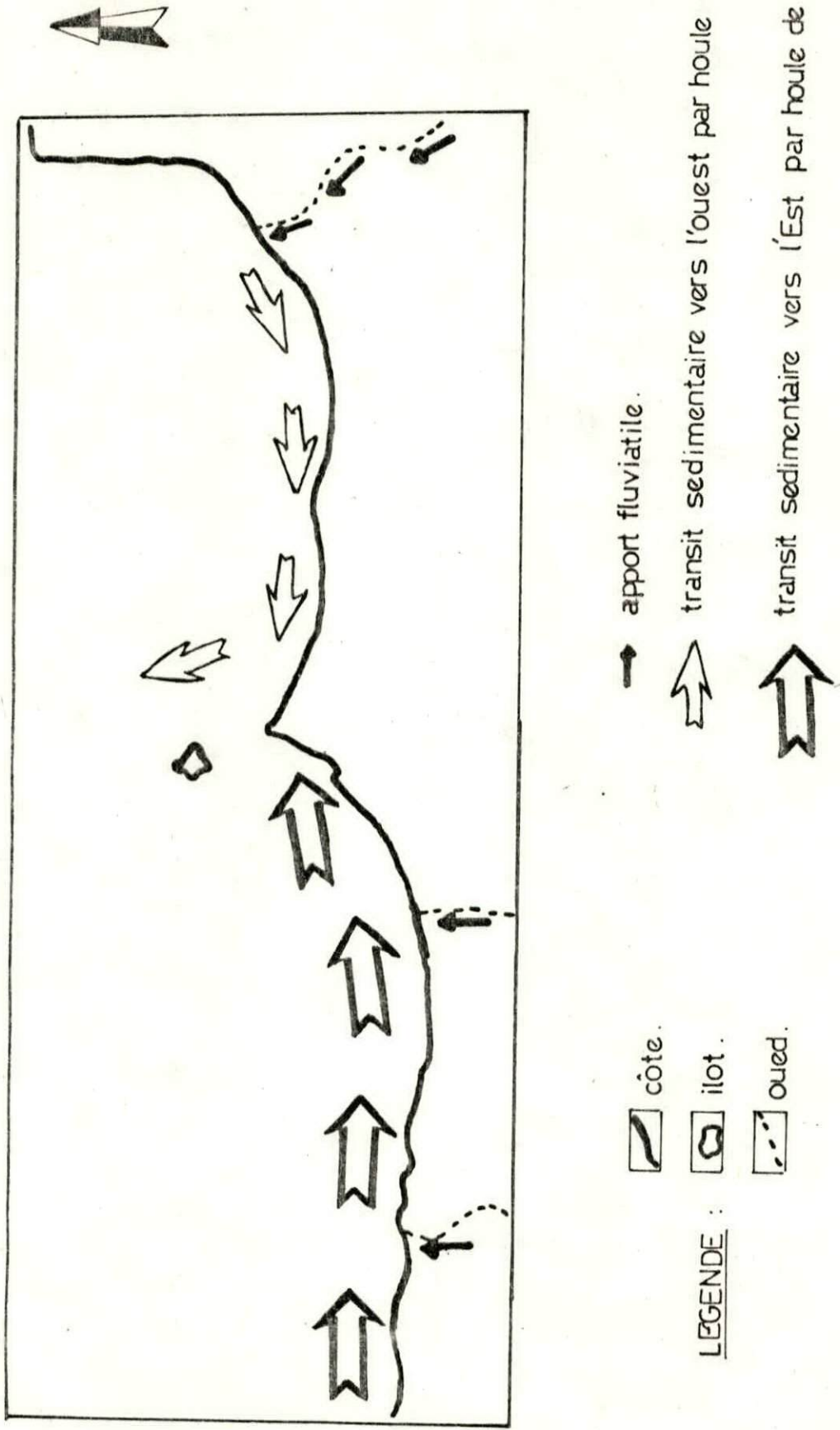
La proximité Ouest de l'îlot constitue au contraire une zone favorable à l'accumulation des particules sableuses, notamment celles appartenant à la classe modale n°2.

L'évaluation quantitative des particules fines dans la zone montre des teneurs faibles. Néanmoins leur répartition fait ressortir une zone Est plus riche en lutites.

D'autre part, les teneurs en carbonates se répartissent de façon à distinguer une zone Ouest relativement pauvre, de la zone Est.

La nature, la couleur et la granulométrie des sédiments de la plage sous-marine sont différentes à l'Est et à l'Ouest; ceci s'explique par le fait que:

FIG:33 CARTE SCHEMATIQUE DU TRANSIT SEDIMENTAIRE



ECHELLE : 1/25000

* La configuration géomorphologique de la zone Est ne permet pas des échanges sédimentaires avec les zones avoisinantes, et l'oued Tamda constitue la source principale d'apport.

L'étroite analogie qui existe entre les sédiments prélevés à l'embouchure de l'oued, et ceux de la plage aérienne et sous-marine ne fait que confirmer cette idée.

* Le côté Ouest se présente comme étant une zone ouverte, favorable aux échanges sédimentaires notamment avec les zones Ouest avoisinantes.

Outre les apports de l'oued Ighzer Tassalast (de même nature que ceux de l'oued Tamda) d'autres matériaux allochtones provenant de l'Ouest, transportés par dérive littorale viennent se mêler aux matériels autochtones.

Ce matériel allochtone est caractérisé par des teneurs très élevées en quartz, ce qui lui confère une couleur claire.

Les sédiments deviennent de plus en plus sombre (moins riche en quartz, plus de schiste) au fur et à mesure que l'on se dirige vers l'oued Ighzer Tassalast. Ceci s'explique par le mélange progressif des deux matériaux d'Ouest en Est.

Cette théorie permet également d'expliquer les différences de teneur en carbonates entre la zone Est et Ouest.

En effet, le matériel allochtone pauvre en carbonate conduit à la dilution des carbonates contenus dans le matériel autochtone dans la zone Ouest.

CHAPITRE V

CONCLUSION GENERALE

Chapitre V: CONCLUSION GENERALE

Les études approfondies hydrodynamiques et sédimentologiques ont permis de subdiviser la zone de TIGZIRT en 2 sous-ensembles isolés l'un de l'autre et, distincts du point de vue morphologique, hydrologique et sédimentologique.

Afin de mettre en évidence ces différences, nous présentons les 2 zones séparément.

La zone Est:

Cette portion du littoral constitue une microbaie limitée à l'Ouest par l'ensemble "îlot - débarcadère" et à l'Est par le cap de Tedles.

Cette configuration réduit considérablement les échanges avec le milieu extérieur.

Le fond marin est caractérisé par une pente forte(2°), très irrégulière due à la présence de rochers immergés, notamment à proximité de l'îlot, le reste étant recouvert par une couche sableuse.

L'exposition de cette zone principalement aux houles d'Est, induit un transit littoral orienté vers l'Ouest.

L'obstacle que constitue l'axe de séparation entre les 2 zones, conduit à la déviation du transit vers le large.

L'inventaire de l'étude sédimentologique a montré que les sédiments de cette zone, sont de taille relativement fine, présentant des teneurs élevées en carbonate.

Les teneurs élevées en débris de schiste sont à l'origine de leur couleur sombre.

La zone Ouest:

Elle se distingue de la zone Est par son ouverture aux échanges avec les zones avoisinantes, notamment celles de l'Ouest.

Le fond marin est exclusivement sableux, à pente douce et régulière.

La résultante du transit sédimentaire, orienté vers l'Est, est induite par les houles de secteur Ouest, auxquelles est exposée cette zone.

Nous notons une zone d'accumulation de particules fines, relative à la classe modale n°2 à la proximité Ouest de l'îlot, qui correspond à une zone calme, liée à la présence de rochers émergés, qui diminuent l'énergie de la houle à la côte.

L'hydrodynamisme élevé dans cette zone, se traduit par un sédiment relativement grossier. L'observation des grains montre que ce sédiment, présente des taux très élevés en quartz, qui diminuent au fur et à mesure que l'on se rapproche de l'îlot. Cette répartition se solde par le passage d'Ouest en Est, d'un sédiment clair à un sédiment sombre.

Ce schéma explique la différence de teneurs en carbonates entre les 2 zones et, confirme le sens du transit sédimentaire orienté vers l'îlot.

Du fait que la zone centrale de Tigzirt constitue déjà un axe de séparation entre les 2 zones Est et Ouest, la conception d'un port ne peut porter préjudice à l'équilibre sédimentaire.

Cependant se posera un problème d'ensablement inévitable, quelle que soit l'orientation de la passe, puisque les transits sédimentaires des 2-zones considérées convergent vers l'îlot.

Vu la présence de hauts fonds rocheux du côté Est et pour des raisons économiques, nous préconisons la construction du port du côté Ouest, avec une orientation vers l'Ouest de la passe.

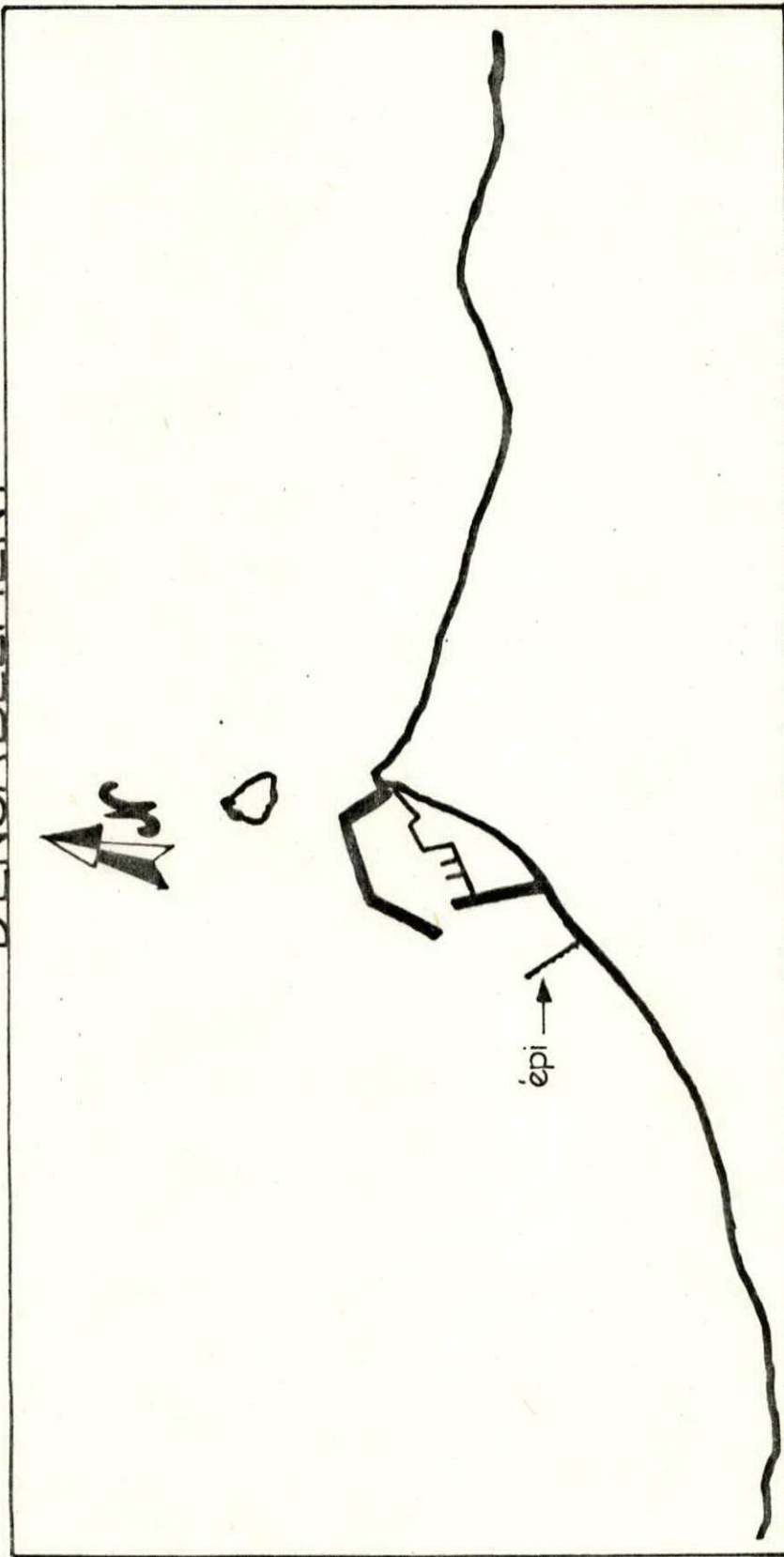
Afin de pallier le problème d'ensablement, nous proposons la mise en place d'un épi (orienté perpendiculairement aux houles dominantes) et susceptible d'atténuer le transit sédimentaire (fig 34).

L'entretien et l'extraction régulière du sable retenu par cet épi est nécessaire, afin d'éviter son contournement et par conséquent l'ensablement du port.

Il est facile et moins onéreux de faire des dragages au niveau de l'épi.

Le sable extrait peut être redéposé en amont du transit, ou alors utilisé à des fins économiques.

FIG:34 SOLUTION SCHEMATIQUE AU PROBLEME D'ENSABLEMENT



LEGENDE:  côte

 îlot

schema d'aménagement du port de Tizirt (L.E

ECHELLE : 1/12500

Liste Bibliographique

*** BONNEFILLE. R (1980).**

Cours d'hydrauliques maritimes

Masson, 2^{ème} édition

*** BRAÏK. D (1989).**

Etude de la dynamique sédimentaire devant Bou-Ismaïl.

- sédimentologie, morphologie

- problème d'érosion du littoral, aménagement

Thèse de 3^{ème} cycle U.S.T.H.B (I.S.T).

*** CAULET. J.C (1972).**

Les sédiments organogènes du précontinent algérien.

Mémoire, Museum, national, histoire naturelle.

Nouvelle série. série C, science de la terre.

Tome XXV, fasc. unique.

*** CHAPON. J (1984)**

Travaux maritimes. Tome 1.

* **FEZOUI. S et MEHDID. N (1991)**

Contribution à l'étude de l'extension du port de TIPAZA.

Mémoire de technicien Supérieur à l'I.S.M.A.L

* **FRAENKEL. P et PARTNERS (oct. 1982)**

Etude d'aménagement du port de TIGZIRT.

Levès bathymétriques et sismiques : E = 1/2000.

* **LABORATOIRE D'ETUDES MARITIMES (L.E.M) (Août 1992)**

Etude d'aménagement de l'abri de pêche et de plaisance à TIGZIRT.

Levè bathymétrique : E = 1/1000.

Rapport de synthèse.

* **LABORATOIRE D'ETUDES MARITIMES (L.E.M) (Fevrier 1992)**

Avant projet sommaire

- Etude de protection du rivage de la Wilaya de Boumerdes.

Protection du site de Cap Djinet.

* **LEZZAR. K et MEDDAHI. M (Fevrier 1990)**

Etude de la dynamique littorale devant Bordj El Kiffan (Baie d'ALGER)

- Transits sédimentaires

- Protection et aménagement

Mémoire d'Ingénieur d'Etat à l'U.S.T.H.B (I.S.T)

* **MIGNIOT. C**

Manuel sur l'hydrodynamique sédimentaire et l'érosion et sédimentation du littoral.

*** MURAOUR. P (1956)**

Contribution à l'étude stratigraphique et sédimentologique de la Basse-Kabylie.

Bulletin n°7 (Publication du service de la carte géologique de l'Algérie).

*** Plan d'aménagement intercommunal de la zone de TIGZIRT. (Nov. 1990).**

Source SELTZER: Schéma d'aménagement de la wilaya de TIZI-OUZOU.

*** U.S NAVAL WEATHIER SERVICE COMMAND SUMMARY OF
SYNOPTIC METEOROLOGICAL OBSERVATION (S.S.M.O)**

(Oct. 1970)

Mediterranean Marine Areas. volume 3.

- Page 13 : Sous titre " Eboulis " : Cet élément morphologique .
- Page 20 : FIG 8 : Echelle au I/ 8000 .
- Page 30 : Supprimer du texte (fig I2 rose annuelle) x 2 .
- Page 31 : Fig : Rectifier la légende ; l'état calme (inférieur à 0,25%) ne doit pas être pris en considération donc la légende représente les états de la mer suivants :



- Page 35 : &- Fin du premier paragraphe " peuvent atteindre des amplitudes supérieures à 3,75 " .
- &+ Dernier paragraphe : " (entre 3 et 4 m) " .
- Page 57 : FIG 23 : Echelle au I/8000 .
- Page 75 : TITRE : Carte des répartitions des médianes : De façon générale, on observe une régression dimensionnelle
- Page 82 : Supprimer du texte "forte 2° " .