

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur Et
De La Recherche Scientifique

**Institut Des Sciences De La Mer Et De
L'Aménagement du Littoral (I.S.M.A.L)**

MEMOIRE

En vue de l'obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Aménagement et
Protection de l'Environnement Option : Aménagement du Littoral

THEME

BAIE DE BOU - ISMAIL
Contribution à l'Elaboration de Données de Bases,
Avec Etude d'un Site : Le cas de la baie de
Chenoua

Présenté par:

BOUCHENAK Ahmed
KRIM Abd El Madjid
SADIKI Sid Ali

Devant le jury composé de :

H. KORICHI	Présidente
M. LARID	Promoteur
R. BELKESSA	Examineur
H. BENTELLIS	Examineur
O. SEFIANE	Examineur

I.S.M.A.L Mars . 1997

SOMMAIRE

Index	P
Introduction	1
1. Situation géographique et localisation	3
2. Aspects topographiques et géomorphologiques	3
2.1. Topographie de la baie.....	3
2.2. Les grands ensembles géomorphologiques.....	6
3. Aspects géologiques	13
3.1. Géologie régionale.....	13
3.1.1. Le Sahel d'Alger.....	13
3.1.2. Le bassin de la Mitidja.....	13
3.1.3. Le massif d'Alger.....	13
3.1.4. Le massif du Chenoua.....	13
3.2. Elément de stratigraphie.....	13
3.3. Aperçue paléogéographique.....	16
4. Réseaux Hydrographiques et Bassins - Versants	19
4.1. Oued Beni -Messous.....	19
4.2. Oued Mazafran.....	21
4.3. Oued Nador.....	21
5. Données climatiques et Hydrodynamiques	23
5.1. Températures et pluviométrie.....	23
5.1.1. Températures.....	23
5.1.2. Pluviométrie.....	24
5.2. Les Vents.....	26
5.2.1. La station Météorologique de Bou - Ismaïl (1956 - 1960).....	27
5.2.2. La station Météorologique de Cap Caxine (1974 - 1984).....	27
5.2.3. Observation du vent au large.....	29
5.2.4. Conclusion.....	29

5.3. Les mouvements locaux des plans d'eau.....	32
5.3.1. Les marées.....	32
5.3.2. Les courants.....	32
5.3.3. Les régimes des houles.....	35
6. Nature et distribution des sédiments.....	39
7. Occupation du littoral.....	43
7.1. Introduction.....	43
7.2. Démographie.....	43
7.2.1. Evolution récente de la population.....	43
7.2.2. Perspectives d'évolution démographique (1995 - 2015).....	45
7.2.3. Conclusion.....	47
7.3. Tourisme.....	47
7.3.1. Equipements et infrastructures.....	48
7.3.2. Les Zones d'Expansion Touristiques (Z.E.T).....	48
7.3.3. Conclusion.....	52
7.4. Industrie.....	53
7.5. Urbanisme.....	53
7.5.1. L'état actuel de l'urbanisation.....	53
7.5.2. Perspectives et orientations d'Aménagement.....	54
7.6. Critique de la gestion de l'occupation du littoral.....	56
7.7. Conclusion.....	57
8. Nuisances Affectant les Zones côtières.....	58
8.1. Introduction.....	58
8.2. Pollution.....	58
8.2.1. La pollution par les eaux usées domestiques.....	58
8.2.2. La pollution par les eaux de ruissellement.....	59
8.2.3. Traitement des eaux usées.....	61
8.2.4. Conclusion.....	61
8.3. L'érosion côtière et la dégradation des dunes.....	61
8.4. Conclusion.....	62

9. Orientations générales et principes d'Aménagement.....	64
10. Etude d'un site côtier restreint : Baie de Chenoua.....	67
10.1. Localisation et occupation du site.....	67
10.2. Bathymétrie.....	67
10.2.1. Introduction.....	67
10.2.2. Topographie sous marine.....	70
10.2.3. Morphologie côtière en profil.....	70
10.2.4. Plan de vague.....	74
10.3. Approche sédimentaire.....	78
10.3.1. Introduction.....	78
10.3.2. Granulométrie.....	81
10.3.3. Calcimétrie.....	101
10.3.4. Morphoscopie.....	104
10.4. Hydrodynamique.....	109
10.4.1. Vitesses des courants.....	109
10.4.2. La dérive littorale.....	112
10.4.3. Les courants de retour.....	114
10.5. Evolution du trait de côte.....	114
10.5.1. Généralité.....	114
10.5.2. Méthodologie.....	114
10.5.3. Interprétation des résultats.....	115
10.6. Perspectives d'aménagement.....	117
Conclusion générale.....	119
Bibliographie.....	122
Annexes.....	129

INDEX

INDEX DES CARTES

	Page
Carte n° 1 : Tracé générale de la baie de Bou - Ismaïl.....	4
Carte n° 2 : Bathymétrie de la baie de Bou - Ismaïl (Leclair, 1972).....	5
Carte n° 3 : Subdivision de la baie de Bou - Ismaïl	7
Carte n° 4 : Grands ensembles géomorphologiques du rivage.....	8
Carte n° 5 : Grands ensembles géomorphologiques du rivage.....	9
Carte n° 6 : Grands ensembles géomorphologiques du rivage.....	10
Carte n° 7 : Grands ensembles géomorphologiques du rivage.....	11
Carte n° 8 : Grands ensembles géomorphologiques du rivage.....	12
Carte n° 9 : Carte géologique (Louis GLANGEAUD, 1936).....	14
Carte n° 10 : Cadre structural (d'après la carte géologique de l'Algérie au 1/500 000).....	15
Carte n° 11 : Réseau hydrographique de la baie de Bou - Ismaïl	20
Carte n° 12 : Carte sédimentaire (S. Boukretaoui et T. Boutouïli, 1989).....	40
Carte n° 13 : Evolution de la population par commune	44
Carte n° 14 : Localisation Z.E.T.....	51
Carte n° 15 : Volume des rejets d'eaux usées par commune.....	60
Carte n° 16 : Baie de Bou - Ismaïl : nuisances sur le rivage.....	63
Carte n° 17 : Stratégie de développement et de protection par zones.....	65
Carte n° 18 : Occupation du rivage.....	68
Carte n° 19 : Localisation des profils Bathymétrie	69
Carte n° 20 : Carte Bathymétrie de la baie de Chenoua	71
Carte n° 21 : Plan de vagues (direction Est, période 8s)	76
Carte n° 22 : Plan de vagues (direction Nord - Est, période 8s).....	77
Carte n° 23 : Plan de vagues (direction Nord, période 8s).....	79
Carte n° 24 : Positionnement des stations de prélèvements de sédiments	80
Carte n° 25 : Répartition des mélanges des modes.....	87
Carte n° 26 : Répartition de mode 200 microns.....	88
Carte n° 27 : Répartition de mode 100 microns.....	89
Carte n° 28 : Répartition de mode 125 microns.....	90
Carte n° 29 : Répartition de mode 800 microns.....	91
Carte n° 30 : Carte de pérites.....	93
Carte n° 31 : Carte des médianes.....	94
Carte n° 32 : Répartition de decile supérieur (P 90).....	95
Carte n° 33 : Répartition de decile inférieur (P 10).....	96
Carte n° 34 : Carte des carbonates	105
Carte n° 35 : Carte des courants.....	111
Carte n° 36 : Courants de dérive littorale appliqués dans la zone d'étude.....	113
Carte n° 37 : Evolution du trait de côte.....	116

index des figures

	Page
Fig. n° 1 : Coupe synthétique du Sicilien (d'après Saoudi, 1982).....	17
Fig. n° 2 : Evolution du Sahel et de la Mitidja pendant le Plio - Quaternaire.....	18
Fig. n° 3 : Histogramme de débit liquide annuelle de l'Oued Mazafran durant la période 1970 - 1994	22
Fig. n° 4 : Diagramme des variations mensuelles de la températures moyenne maximale et minimale (station climatique de Tipaza).....	25
Fig. n° 5 : Histogramme de l'évolution des précipitations moyennes mensuelles (1984 - 1993).....	26
Fig. n° 6 : Roses récapitulatives trimestrielles et annuelles des directions de vent (station de Bou - Ismaïl, 1956 - 1960)	28
Fig. n° 7 : Roses récapitulatives trimestrielles et annuelles des directions de vent (station de Cap Caxine 1974 - 1984)	28
Fig. n° 8 : Digramme de répartition annuelle en pourcentage moyenne de vent dans les secteurs Nord - Est et Ouest	30
Fig. n° 9 : Histogramme hivernal des pourcentages de vitesses de vent dans les directions Nord, Sud et Ouest	30
Fig. n° 10 : Histogramme estival des pourcentages de vitesses de vent dans les directions Ne, Sud et Ouest	31
Fig. n° 11 : Roses trimestrielles et annuelles des vents au large (U.N.W.S, 1974 -1970).....	31
Fig. n° 12 : variation de l'amplitude (2h) des marées en baie d'Alger durant 1 an (d'après 4 ans d'observation).....	33
Fig. n° 13 : Variation du niveau moyen de mer en baie d'Alger pendant 1 an (d'après 4 ans d'observation, d'après Leclair, 1963).....	33
Fig. n° 14 : Roses de la houle au large données de l'U.S. Naval Weather 1963 - 1970	38
Fig. n° 15 : Histogramme d'évolution de la population totale.....	46
Fig. n° 16 : Profils bathymétriques.....	72
Fig. n° 17 : Profils bathymétriques.....	73
Fig. n° 18 : Abaque pour le tracé d'un plan de vague.....	74
Fig. n° 19 : Méthode de traitement des sédiments	82
Fig. n° 20 : Courbe unimodale.....	83
Fig. n° 21 : Courbe bimodale.....	83
Fig. n° 22 : Histogramme de fréquence d'apparition des modes.....	86
Fig. n° 23 : Répartition de l'indice de classement (S_o)	97
Fig. n° 24 : Répartition de l'indice d'assymétrie (SK)	98
Fig. n° 25 : Diagramme de Passega.....	100
Fig. n° 26 : Le calcimètre de Bernard	102
Fig. n° 27 : Abaque pour l'estimation de la vitesse du courant en fonction du diamètre des sédiments et de la profondeur (L. Berthois, 1975).....	110

index des tableaux

	Page
Tableau n° 1 : Caractéristiques du bassins versant de l'Oued Beni - Messous (L' A.N.R.H).....	19
Tableau n° 2 : Données climatiques de la régions de Bou - Ismaïl (1986) (Station climatique de Tipaza).....	23
Tableau n° 3 : Evolution des précipitations mensuelles et annuelles entre 1984 et 1993.....	24
Tableau n° 4 : Périodicité des vents en fonction de leurs direction (Station météorologique de Bou - Ismaïl 1956 - 1960).....	27
Tableau n° 5 : Fréquence par direction des houles au large (un mois correspond à 100 %).....	36
Tableau n° 6 : Degré correspondant aux amplitudes des houles avec état relatif de la mer	36
Tableau n° 7 : Fréquence par direction des différents états de la mer au large.....	37
Tableau n° 8 : Relation amplitude - période (au large)	37
Tableau n° 9 : Evolution de la population et le taux d'accroissement.....	45
Tableau n° 10 : Progression de la population.....	47
Tableau n° 11 : Les différentes infrastructures touristiques du secteur public.....	48
Tableau n° 12 : Les hôtels du secteur privé.....	49
Tableau n° 13 : Zones d'expansion touristique identifiés.....	50
Tableau n° 14 : Infrastructures industrielles dans la baie de Bou - Ismaïl	53
Tableau n° 15 : Estimation du volume d'eaux usées rejetées par commune.....	59
Tableau n° 16 : Quantité en produits phytosanitaire reçue par la wilaya durant les campagnes agricoles 87 / 88 et 88 / 89	61
Tableau n° 17 : Taux de carbonate dans les sédiments.....	104
Tableau n° 18 : Résultats de la morphoscopie	107
Tableau n° 19 : Résultats de la morphoscopie	108
Tableau n° 20 : Résultats de l'estimation de la vitesse de courant en fonction du diamètre des sédiments et de la profondeur.....	112

INTRODUCTION

Les zones côtières évoluent sous l'influence des facteurs marins et terrestres. Elles recèlent de multiples ressources physiques et naturelles. Mais le développement socio-économique engendre des pressions anthropiques qui, le plus souvent, dégradent le milieu et déstabilisent son fonctionnement .

Aujourd'hui on prend de plus en plus conscience de cette situation qui menace la nature et l'équilibre de l'environnement côtier .

Les tendances actuelles si elles se maintiennent produiront, à terme, des effets négatifs parfois irréversibles : sur occupation, pollution, érosion, sur exploitation des rivages marins .

Désormais, il devient nécessaire et urgent de concevoir et d'appliquer des politiques d'aménagement du littoral articulant l'exploitation des multiples ressources avec les contraintes de leur protection et de leur préservation. Le développement et les opérations d'aménagement qu'il suppose, pour qu'il soit durable et harmonieux, ne doit plus être dissocié des problèmes d'environnement .

Comme dans toutes les zones littorales soumises à des pressions humaines importantes, celles qui circonscrivent la baie de Bou - Ismaïl sont menacées par le phénomène de littoralisation et les influences de l'interface terre - mer

La croissance démographique accélérée, les multiples activités qui l'accompagnent (pêche, aquaculture, tourisme, agriculture, industries, transport,....) et leurs impact sur le milieu côtier (pollution, érosion, sur occupation) démontrent la nécessité de conduire un plan d'aménagement et de protection de ce littoral. Pour cela un travail préliminaire s'impose. Il consiste à rassembler toutes les données nécessaires à la connaissance et à la compréhension de l'évolution et de l'état actuel de ce milieu marin - côtier : Ressources physiques et naturelles, population, activités humaines, qualité du milieu et contraintes environnementales globales, structures et cadres institutionnels, etc...

C'est plus précisément dans ce contexte que nous inscrivons notre contribution. Le but recherché est de rassembler des informations et des données pour les formaliser et les analyser en espérant ainsi participer modestement à l'élaboration de l'approche préliminaire. Sur une autre échelle d'investigation, nous nous sommes aussi fixés comme objectif l'étude de détails d'un site côtier incrusté dans la baie de Bou - Ismaïl.

Pour mener à terme ces travaux et atteindre le but fixé, il fallait récolter et exploiter les données disponibles en rapport avec notre problématique. Il convenait aussi d'élaborer d'autres travaux de terrains, ainsi que des analyses et traitements en laboratoire. Nous exposons cette étude selon le canevas suivant :

- Dans un premier volet sont indiqués les caractères et autres données relatives au cadre physique et naturel global : localisation, données climatiques, description géologique et géomorphologique, paramètres hydrosédimentaires .

- Ensuite nous essayons d'identifier les pressions anthropiques et les contraintes globales sur l'environnement côtier : occupation du rivage et les nuisances sur le milieu marin. Après cela, des orientations et des principes généraux d'aménagement ont pu être dégagés .

- Et enfin, le site de la baie de Chenoua, circonscrit dans une échelle spatiale plus réduite, fait l'objet d'une étude de détails : évolution morphologique, approche morphosédimentaire et perspectives d'aménagement .

1. SITUATION GEOGRAPHIQUE ET LOCALISATION

La baie de Bou - Ismaïl (ex Castiglione) est l'une des plus importantes de la côte algérienne, située à 30 km à l'Ouest d'Alger (carte n° 1) .

Elle est délimitée par Ras Acrata à l'Est, le mont de Chenoua à l'Ouest, la plaine de Mitidja au Sud et la Méditerranée au Nord .

Elle s'étend de 2° 25' à l'Ouest à 2° 55' à l'Est, orientée N 60° . Son ouverture est de l'ordre de 40 km, sa surface est de 350 km² .

2. ASPECTS TOPOGRAPHIQUES ET GEOMORPHOLOGIQUES

2.1. Topographie de la baie (carte n° 2)

On considère généralement que la courbe bathymétrique de 2000 m, limite la marge continentale algérienne et le domaine des plaines abyssales. L'extension de cette marge continentale est variable, mais elle est généralement peu importante dans l'ensemble du près - continent algérien, sa largeur moyenne est de 24 km, mais de 90 km au large de Ghazaouet, moins de 10 km devant Bouzaréah et 55 km au maximum dans la baie de Bou - Ismaïl .

La marge continentale de la baie de Bou - Ismaïl à une déclivité irrégulière, du rivage vers les plaines abyssales nous avons :

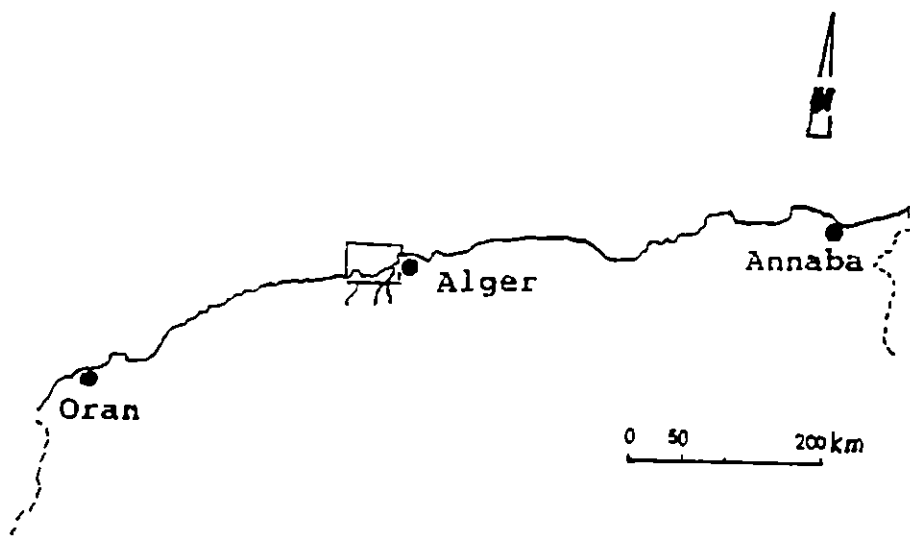
- Le plateau continental : sa largeur oscille entre 4 km devant Cherchell et 11 km au droit de l'embouchure de l'Oued Mazafran .

Selon (DAGORNE, 1973), ce plateau est caractérisé par une déclivité régulière et faible (environ 1%). La première ligne d'inflexion est à - 120 m de profondeur, elle marque la limite du plateau continental : le rebord du talus continental.

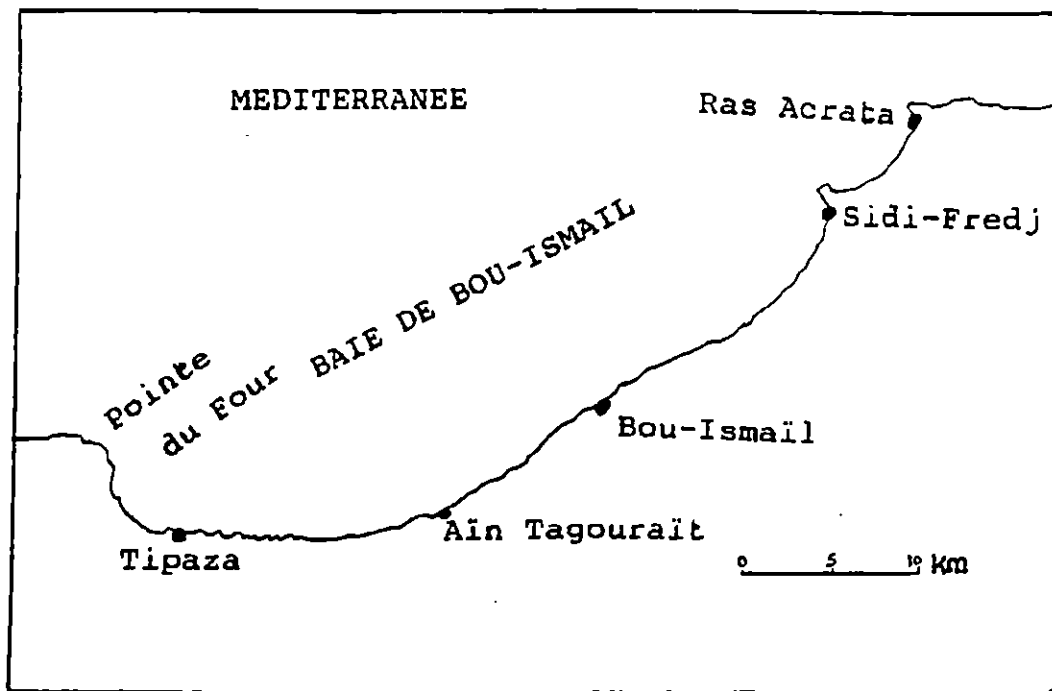
Au delà de cette ligne, les fonds sont caractérisés par une décroissance régulière, mais avec une pente plus forte .

- Le talus continental : son début est marqué par une deuxième ligne d'inflexion située à 400 m de profondeur et une distance de 35 km du rivage, avec une pente nettement plus forte pouvant atteindre 10 degrés .

A 50 km du rivage, les profondeurs sont de l'ordre de 2500 m, constituant les plaines abyssales (DAGORNE, 1973) :

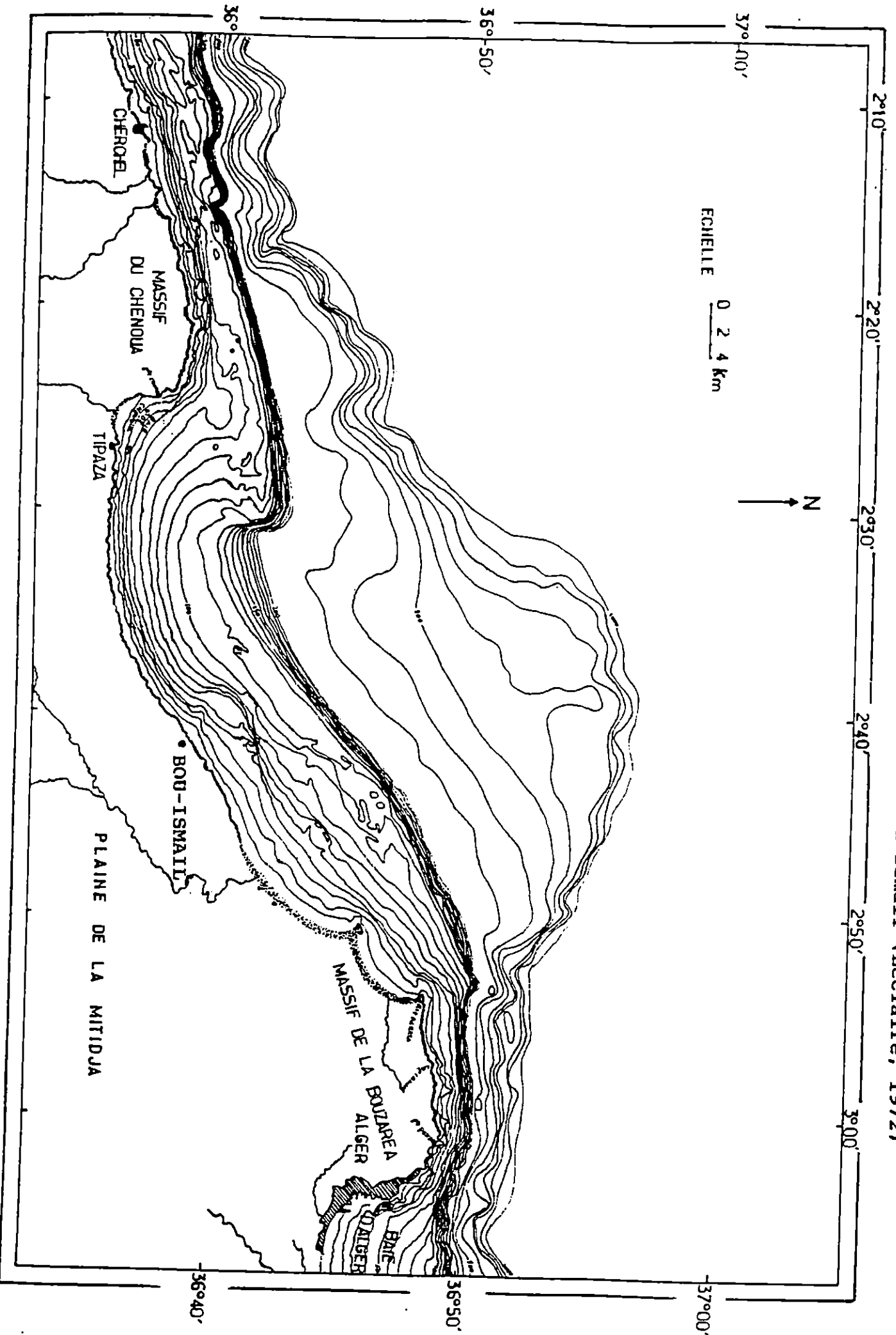


Localisation de la baie de Bou-Ismaïl (encadré)
sur le littoral Algérien



Carte n°1 : Tracé général de la baie de Bou-Ismaïl

Carte n°2: Bathymétrie de la baie de Bou-Ismaïl (Leclair, 1972)



2.2. Les grands ensembles géomorphologiques

La baie de Bou - Ismaïl qui fait l'objet de cette étude s'étend du Cap du Four à Ras Acrata, sur un linéaire côtier d'environ 69 km .

Cette baie on peut la subdiviser en trois parties de l'Ouest vers l'Est (carte n° 3) :

- Baie de Chenoua,
- secteur central,
- Baie d'El - Djamila .

A / Baie de Chenoua (carte n° 4)

Du Cap du Four jusqu'à Boumachouk (2,3 km), la côte est formée par des falaises abruptes où on remarque l'existence des grottes entaillées dans les roches tendres, puis se poursuit par une plage de 3 km de longueur traversée par l'Oued Nador qui débouche au centre de cette dernière .

Du Matares au phare de port de Tipaza, la côte est formée de falaises de grès sur 1,4 km de long .

B / Secteur central (cartes n° 4, 5, 6, 7 et 8)

Du phare de port de Tipaza jusqu'au port de Bouharoun, se dressent des falaises de grès dunaires sur 20 km interrompues par des micros baies et criques abritants de petites plages dont celles de Corne d'Or, C.E.T, l'Ance de Kouali et celle de Bouharoun .

Sur 9 km de Bouharoun à Fouka Marine, on note une alternance des plages et des côtes rocheuse formées par des grès .

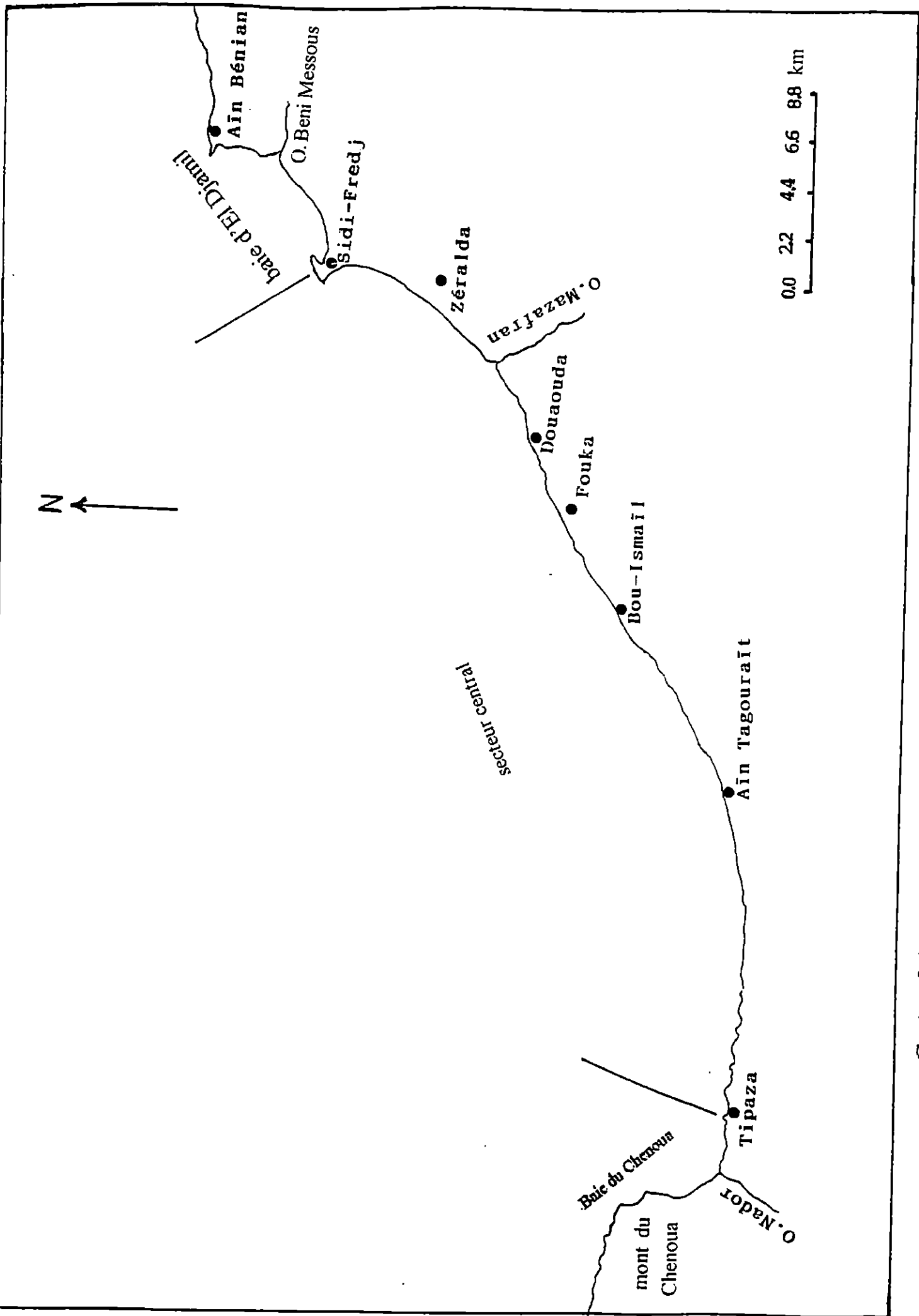
Entre Fouka Marine et Douaouda Marine, sur 6,2 km de long s'étend une côte rocheuse .

Une plage de 11 km environ, de Douaouda Marine à la plage Ouest de Sidi Fredj, puis une côte rocheuse au niveau de promontoire de la presqu'île de Sidi Fredj .

C / Baie d'El - Djamila (carte n° 8)

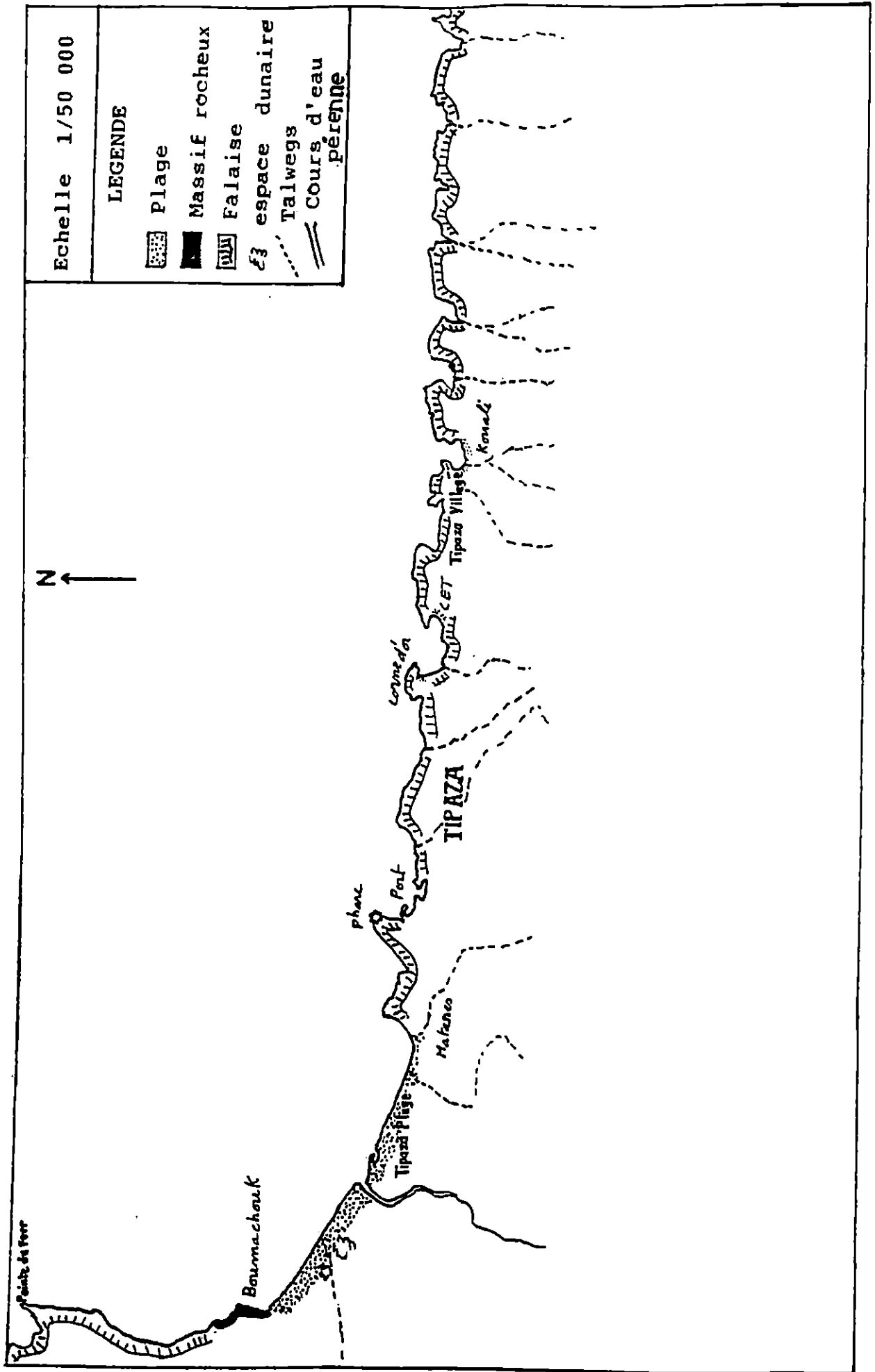
Du port de Sidi Fredj jusqu'à la plage de la Fontaine, on note la présence des plages de sables entrecoupées par des zones rocheuses au niveau de Morreti et Club des Pins .

La côte qui s'étale entre la plage de la Fontaine et Ras Acrata est une côte mixte constituée par des plages et des zones rocheuses .

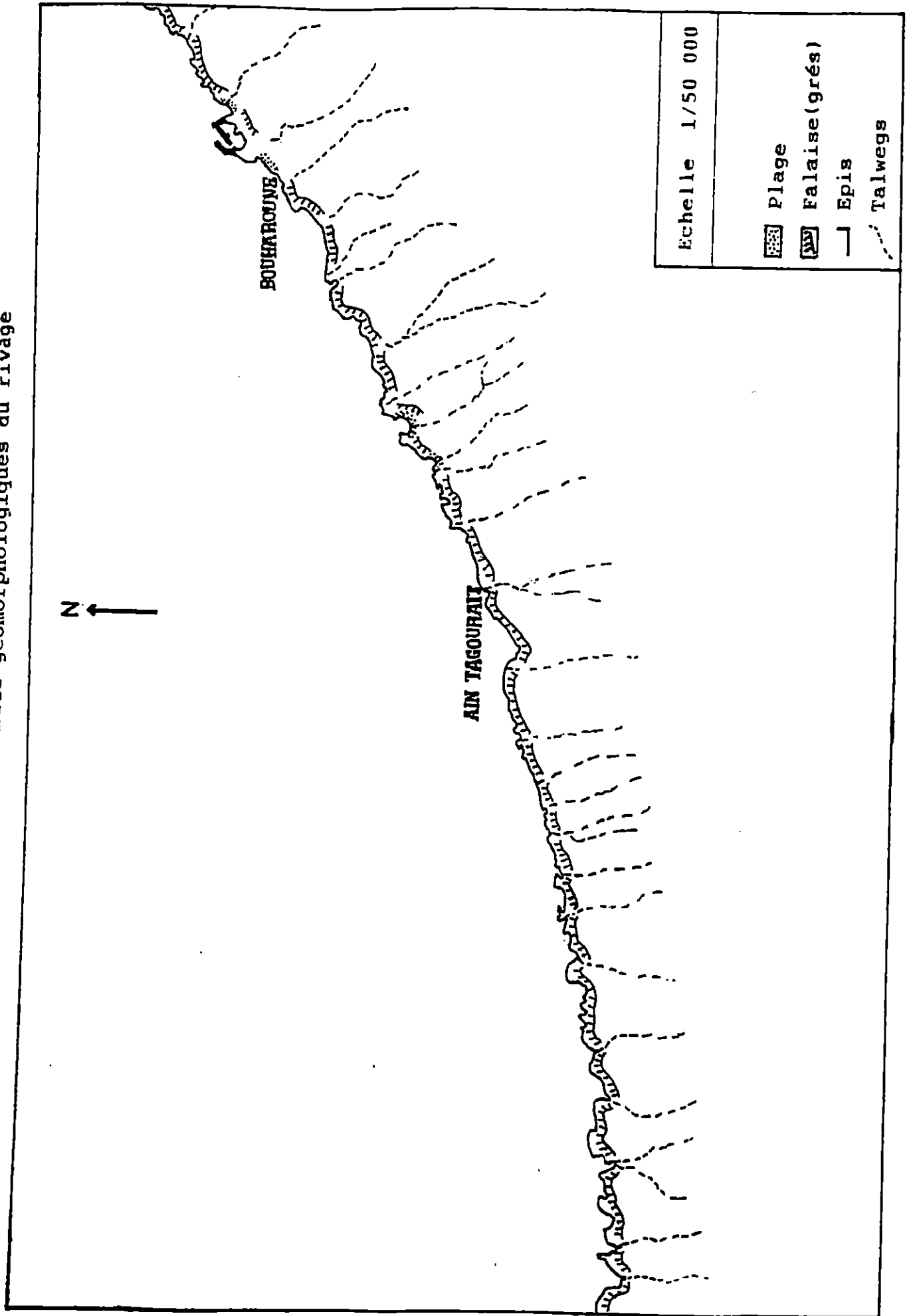


Carte n° 3: Subdivision de la baie de Bou-Ismaïl

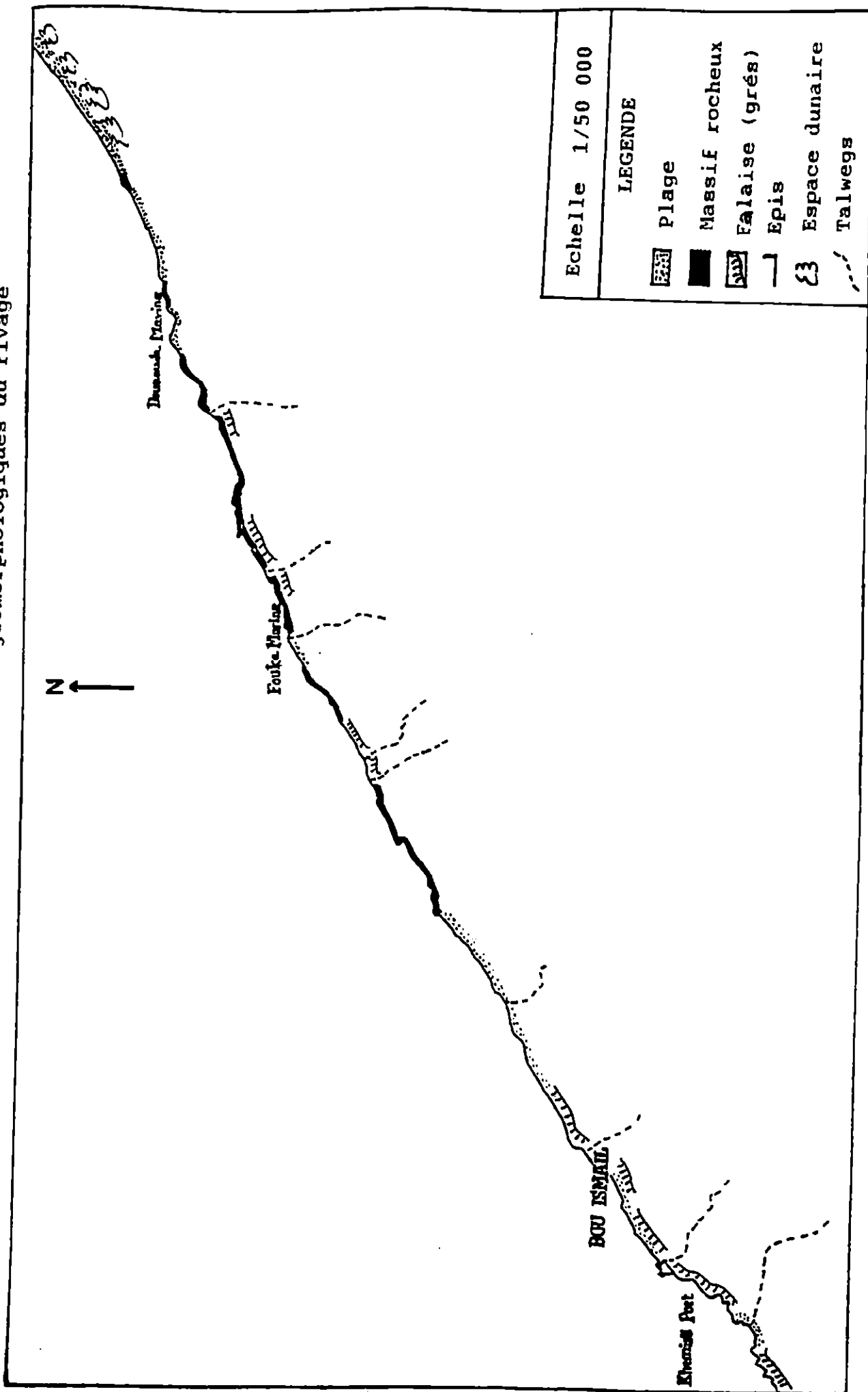
Carte n°4 : Grands ensembles géomorphologiques du rivage



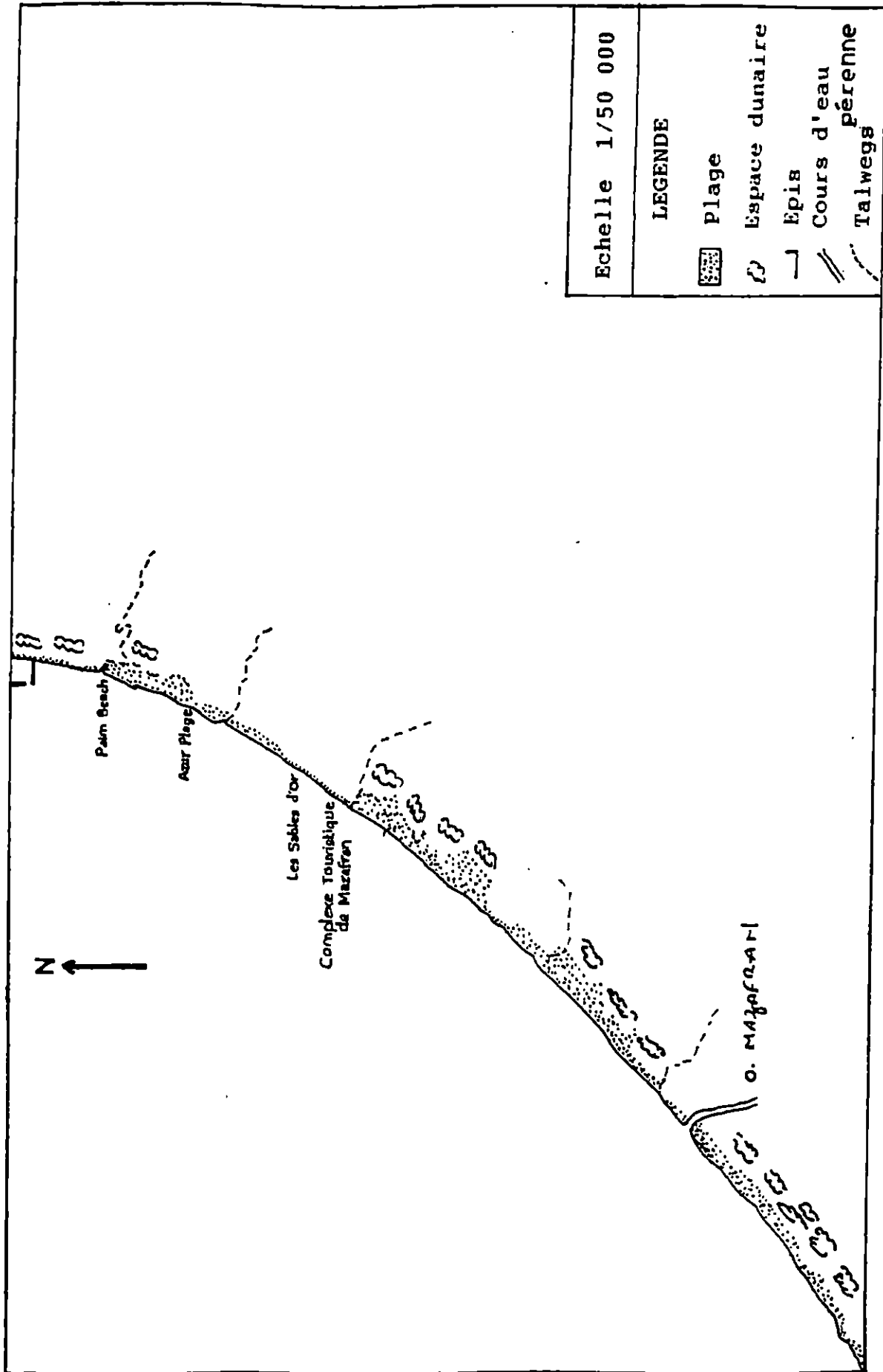
Carte n°5 : Grands ensembles géomorphologiques du rivage



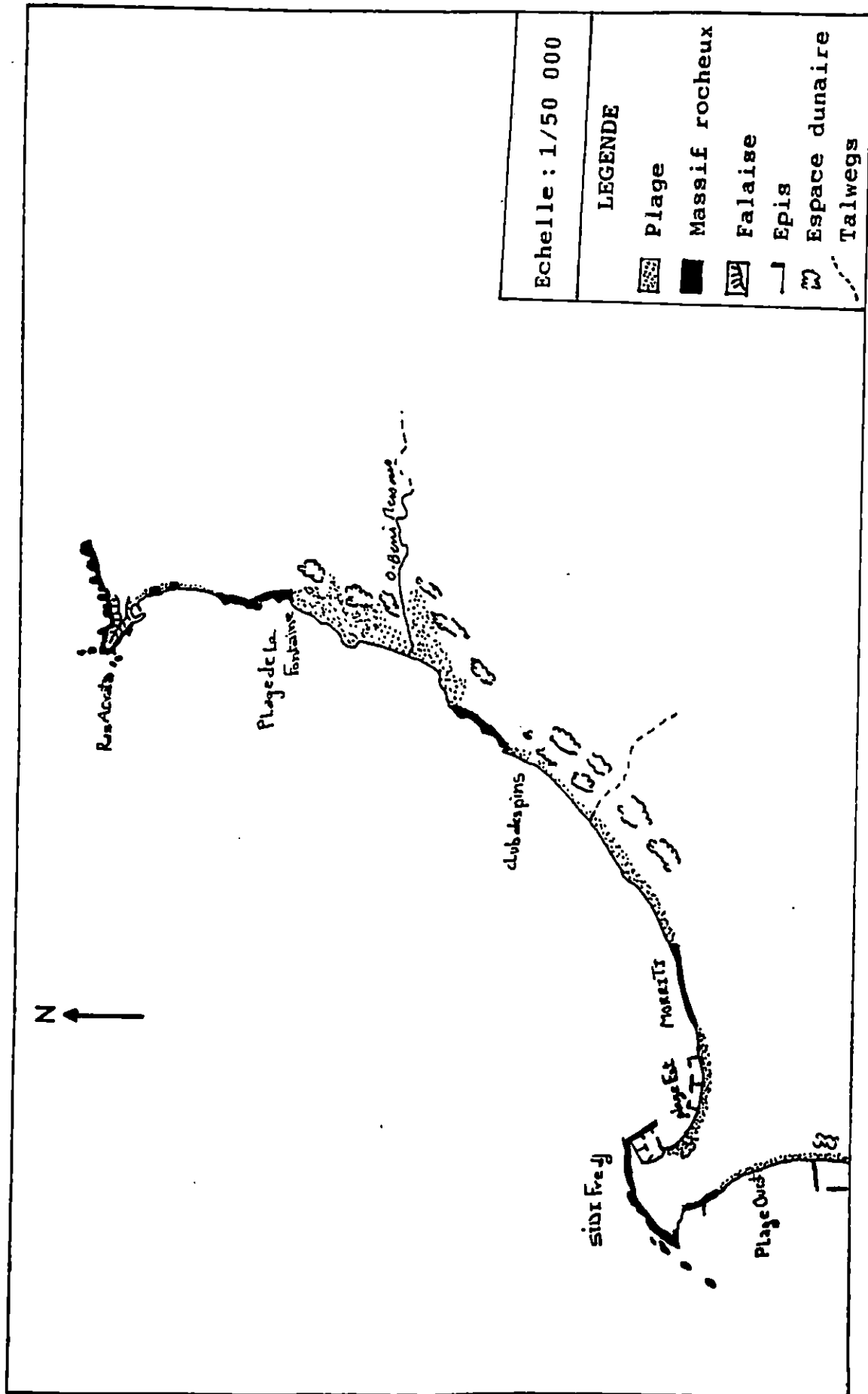
Carte n°6: Grands ensembles géomorphologiques du rivage



Carte n°7 : Grands ensembles géomorphologiques du rivage



Carte n°8 : Grands ensembles géomorphologiques du rivage



3 - ASPECTS GEOLOGIQUES

3.1. Géologie régionale (carte n° 9)

Pour une meilleure connaissance de la formation des terrains et des sols littoraux adjacents à la baie de Bou - Ismaïl, des données intéressantes sont fournies par la carte géologique de l'Algérie au 1 / 500.000. En effet au niveau régional, le cadre structural est déterminé par quatre grands ensembles (carte n° 10).

3.1.1. Le Sahel d'Alger

Sensiblement orienté NE - SW, il est défini par une formation quaternaire. Il longe le littoral de l'extrémité du massif de Bouzaréah jusqu'au confin de la vallée que draine l'Oued Nador. Le relief de faible altitude culmine par endroit jusqu'à 200 mètres. Le sous sol est plus particulièrement constitué de marnes plaisanciennes .

3.1.2. Le bassin de la Mitidja

Produit par un phénomène de subsidence depuis le Miocène, ce bassin se délimite par un relèvement au Sud, vers l'atlas Blidéen et au Nord vers la ride Sahélienne. Le remplissage mio - plio - quaternaire détermine sa formation .

3.1.3- Le massif d'Alger

Orienté plutôt vers le Nord, ce socle de la zone interne des Barberides (DURAND DELGA, 1969) est la résultante d'un charriage d'âge Alpin (A. SAADALLAH, 1981).

3.1.4. Le massif du Chenoua

Son point culminant à 905 mètres d'altitude est témoin d'une activité tectonique déjà ancienne (Secondaire) qui se maintient encore comme l'indique la surrection continue de ce massif. Une importante épaisseur de lumachelle se démarque sur le versant oriental (SAOUDI, 1982).

3.2. Eléments de stratigraphie

En règle générale, le Sahel d'Alger et le bassin de la Mitidja sont formés par la superposition de trois ensembles déterminés successivement de bas en haut par le pliocène marin, le pliocène continental et la formation quaternaire .

- Le pliocène marin : Il compose l'essentiel du bourrelet du Sahel, et une partie du remplissage de la Mitidja. Il est caractérisé par le plaisancien composé de marnes bleues ou grises et parfois sableuses et par l'Astien qui débute par un niveau glauconien puis se poursuit par de la molasse des marnes jaunes ou des faciès gréseux ou calcairo - gréseux .

mi Miocène inférieur (Cartanien)

o Burdigalien, Oligocène et Aquitaniens continental

es Eocène supérieur et oligocène marin

em Eocène moyen (Lutétien)

CS Crétacé supérieur

CS-A Crétacé supérieur et cénozoïque non séparés

C4 Cénozoïque

C4-1 Crétacé supérieur et moyen des écaillés intermédiaires

C2 Albien

C1 Apvien

C1-2 Flysch albo apvien

ci Crétacé inférieur

J Jurassique

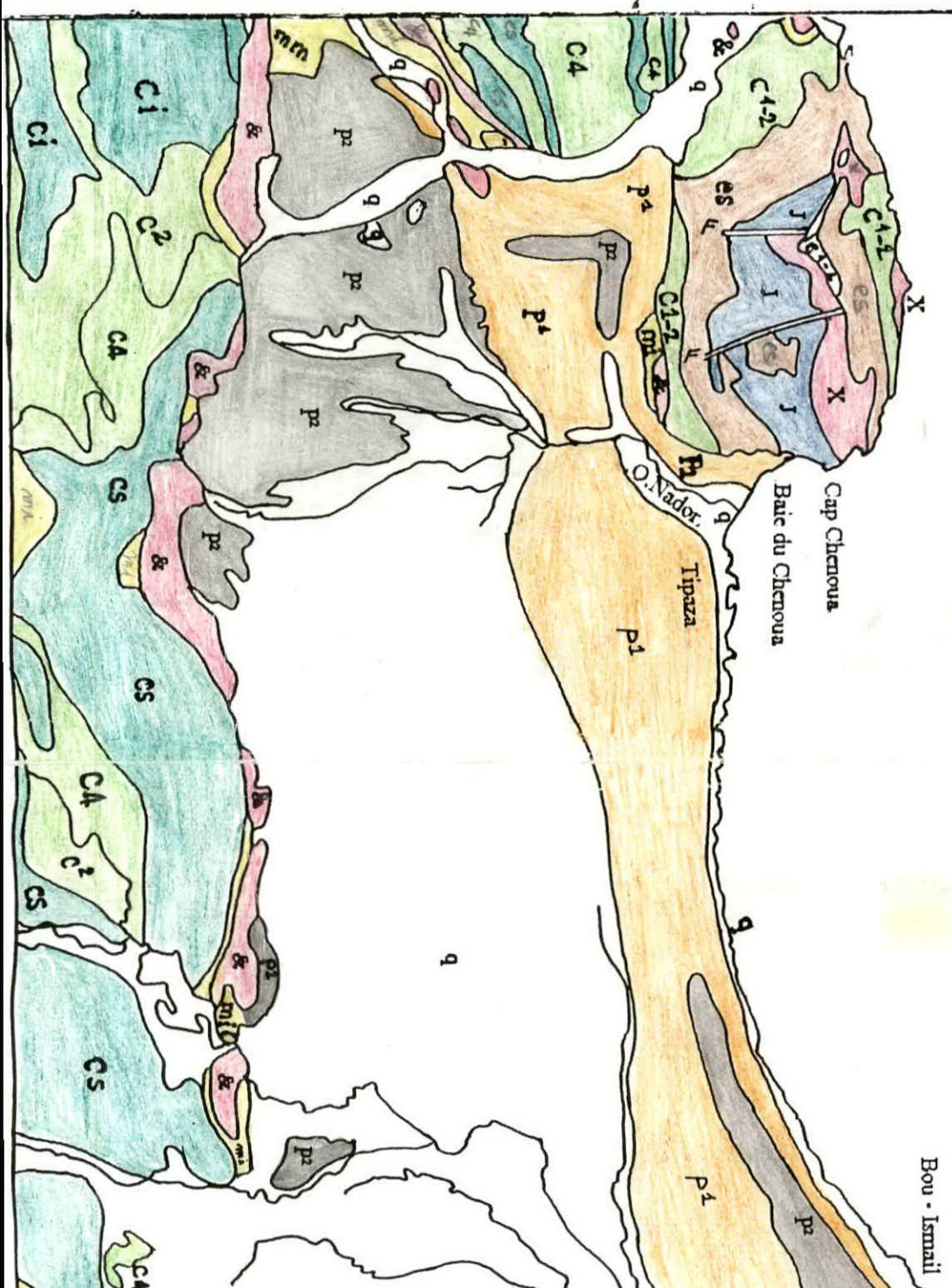
t Trias

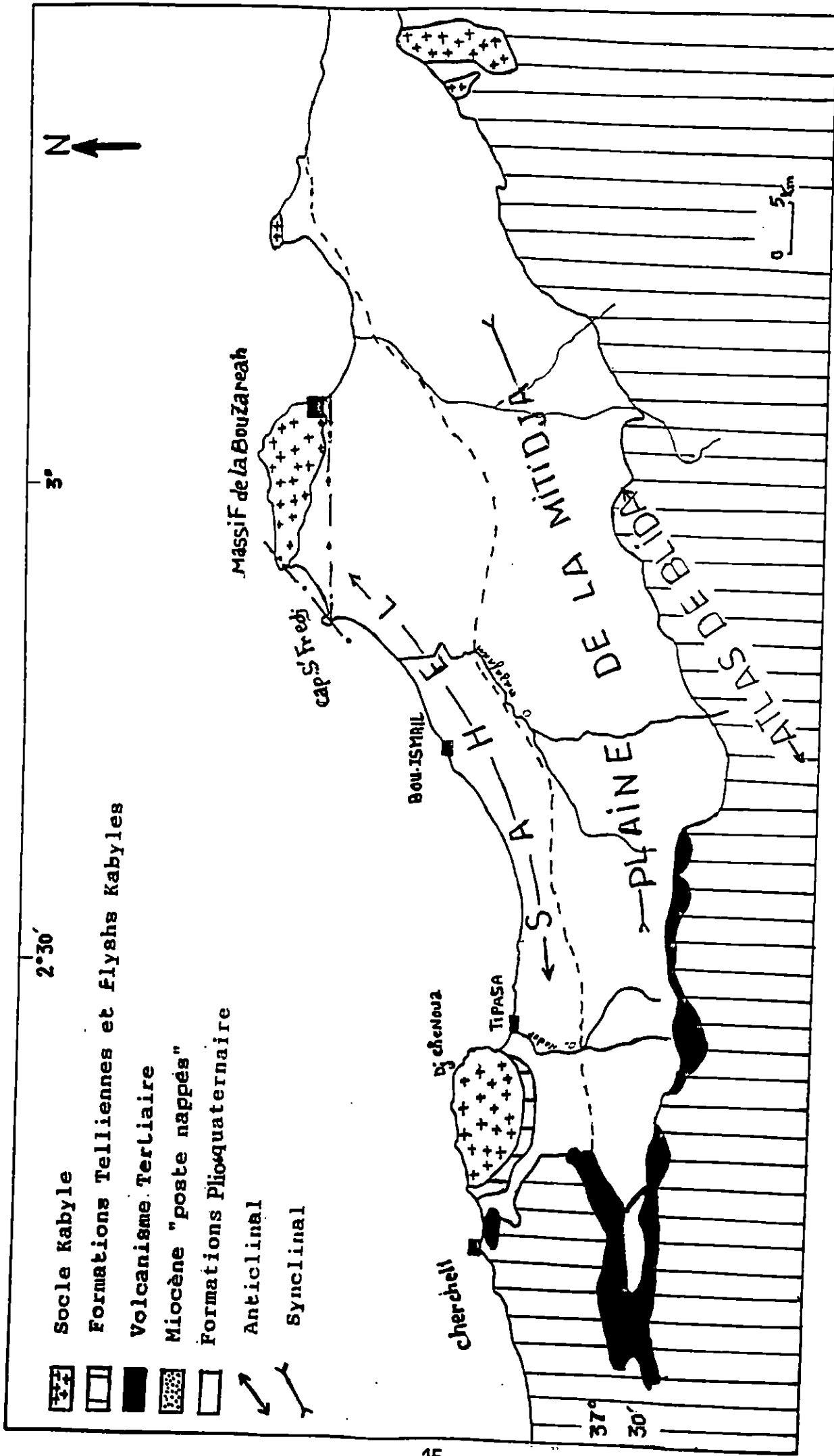
X Primaire et couches rouges du permotrias

& Roches d'épénement d'âge tertiaire

Y Roches intrusives d'âge tertiaire

u Roches éruptives d'âge secondaire





Carte n°10 : Cadre Structural (d'après la carte géologique de l'Algérie au 1/500 000).

-Le pliocène continental : C'est une alternance d'argile, de marnes jaunes collantes, d'argile graveleuses et de quelques lits de graviers et de sables .

-Le quaternaire : Ce type de sol est plus particulièrement intéressant pour l'évolution actuelle du rivage. Il fournit le plus gros des apports solides fluviaux. Les terrasses littorales pléistocènes occupent le versant Nord du Sahel. Chacune de ces terrasses est constituées par un épisode marin (Lumachelles, grès de plage, galets parfois,.....) et un épisode continental (grès dunaires notamment,.....). Dans la région Ouest les terrasses ont subit plusieurs déformations. La coupe type de Sicilien élaborée par SAOUDI (1982) dans le rivage de Tizapa présente une superposition de trois tendances eustatique majeures (fig. n° 1) .

3.3. Aperçu paléogéographique (fig. n° 2)

Selon Glangeaud et Aime (1935) au pliocène inférieur une mer profonde recouvrait toute la région d'Alger, où se sont déposées les marnes bleues dites du plaisancien. Au pliocène moyen la couverture marine de cette région était moins importante. Ce phénomène eustatique à engendré le dépôt de l'épaisse molasse Astienne d'Alger. Au début du quaternaire l'activité tectonique explique le bombement anticlinal du Sahel et la formation du bassin subsident de la Mitidja .

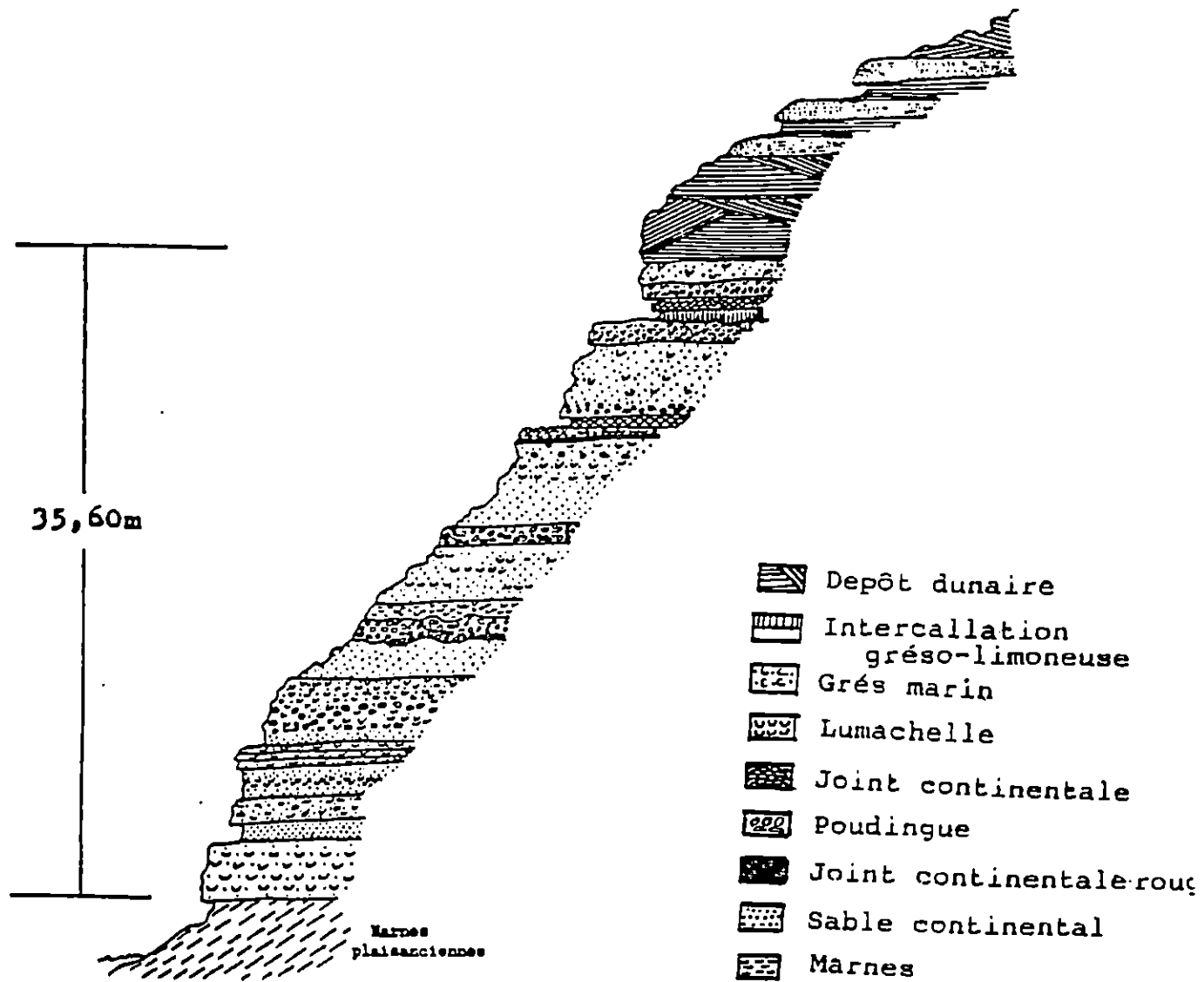


Fig n°1: Coupe stratigraphique synthétique du Sicilien.
(D'après SAUDI, 1982).

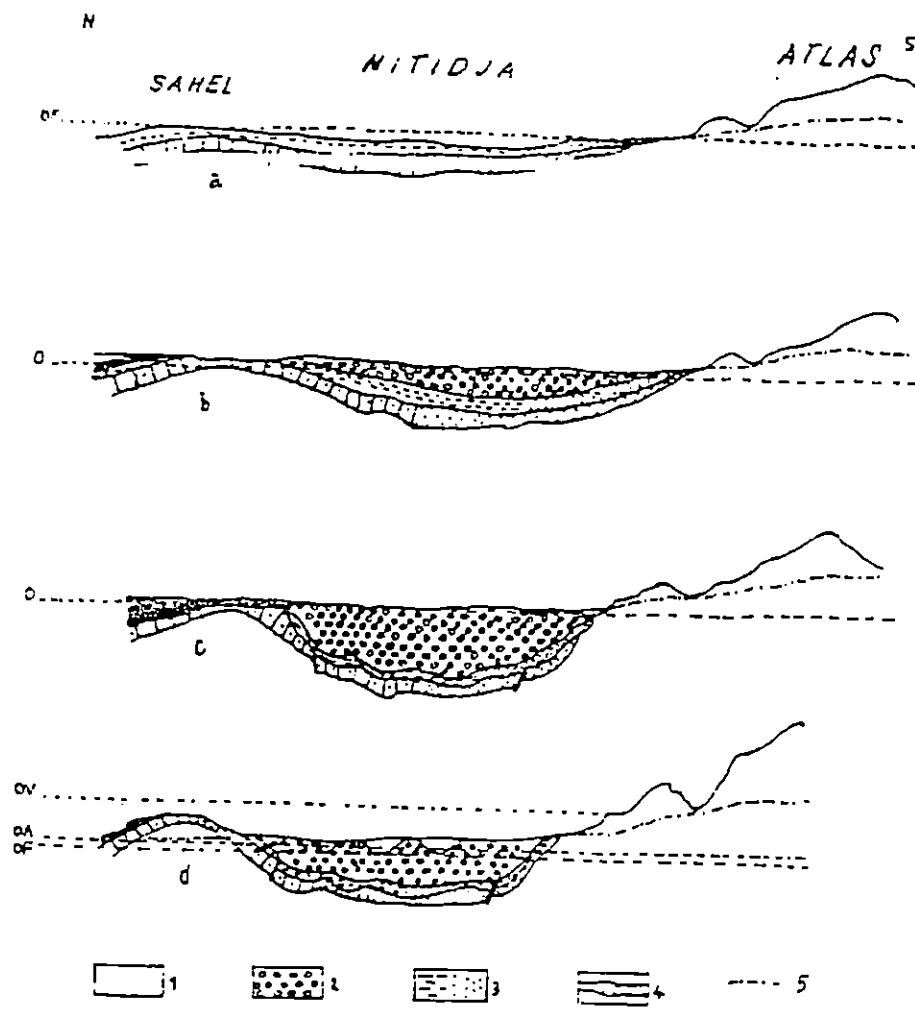


Fig n°2 : Evolution du Sahel et de la Mitidja pendant le Plio-Quaternaire

LEGENDE

- 1 - Alluvions récentes (épaisseurs exagérées)
- 2 - Marnes et alluvions villafranchiennes
- 3 - Faciès gréseux et sableux de l'Astien
- 4 - Faciès molassique de l'Astien
- 5 - Profils supposés des oueds atlasiques aux différents stades de leur évolution

Les tirets correspondent au niveau de la mer

- OP - Mer du Pliocène Inférieur
- OV - Fin du remblaiement Villafranchien
- OF - Fin du creusement préflandrien
- OA - Niveau actuel Le figuré noir correspond aux dépôts marins du Quaternaire

(d'après GLANGEAUD et Ayme, 1935)

4. RESEAUX HYDROGRAPHIQUES ET BASSINS - VERSANTS

Tous les oueds et leurs affluents dans notre zone d'étude sont des torrents et ont les mêmes caractéristiques des oueds du Maghreb. Perpendiculaires à la côte, ils traversent la plaine de la Mitidja du Sud vers le Nord, contournant les obstacles qu'ils rencontrent avant de se jeter à la mer (carte n°11) .

Dans la baie de Bou - Ismaïl, les deux oueds principaux issus de l'Atlas (Mazafran et Nador) traversent la plaine de Mitidja et franchissent l'obstacle du Sahel par des cluses. Par contre les autres petits cours d'eau qui naissent dans le flanc Nord du Sahel se déversent directement dans la mer avec des débits faibles, sauf en période de fortes pluies. Ces oueds sont en nombre de trois, d'Est en Ouest :

4.1. Oued Beni - Messous

Il prend naissance dans le massif de la Bouzaréah, reçoit un grand nombre d'affluents et se jette dans la baie d'El - Djamilia. Son bassin versant s'étend sur 33 Km². Près de 7 Km² soit 21,2 % de l'aire occupé par le bassin versant est perméable, 11 km² (33,3 %) semi - perméable et 15 Km² (45,5 %) imperméable (tableau n°1) .

Le sol du bassin versant de l'oued Beni - Messous est considéré comme semi - perméable, avec une tendance imperméable. Ce caractère Hydrogéologique limite l'infiltration et réduit l'importance des Nappes phréatiques ce qui favorise le lessivage du sol par les eaux de ruissellement .

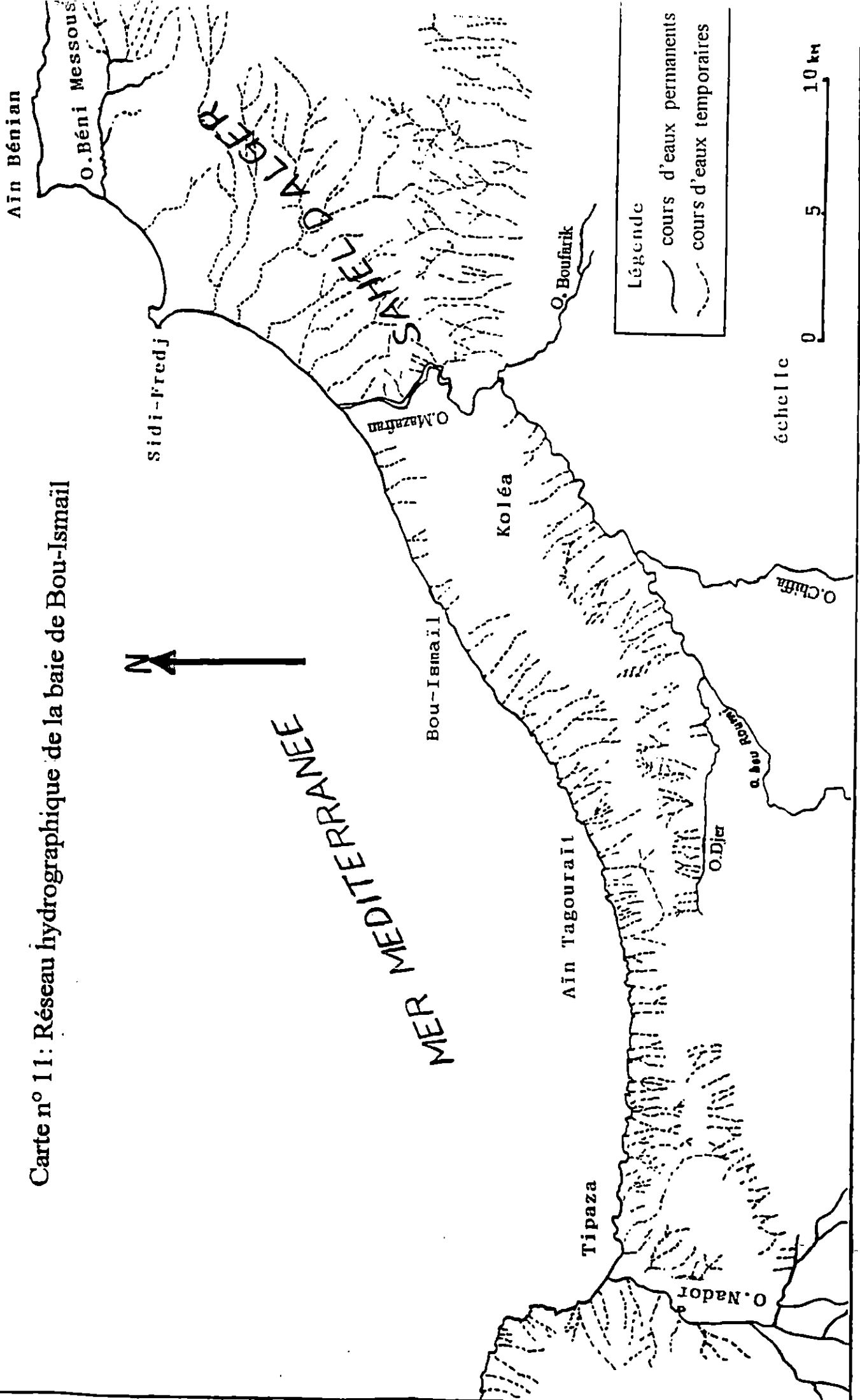
En absence des données sur les débits liquide et solide au niveau de l'A.N.R.H. (Agence Nationale des Ressources Hydraulique), nous avons pris en considération celui calculé par L. Mahout 1989 par la méthode du coefficient de ruissellement .

Il est de l'ordre de 245 l./ s en moyenne .

Oued	Surface de bassin versant (Km ²)	Longueur (Km)	Pente %	Altitude		Perméabilité		
				Max.	Min.	Perméable	Semi-perméable	Imperméable
Beni-Messous	33	11,5	3	360	00,0	7 km ² 21.2%	11 Km ² 33,3 %	15 Km ² 45,5 %

Tableau n° 1 : Caractéristiques du bassin versant de l'Oued Beni - Messous (l'A.N.R.H)

Carte n° 11: Réseau hydrographique de la baie de Bou-Ismaïl



4.2. Oued Mazafran (cf. Annexe n° 2)

Cet Oued tire son nom de la couleur de ses eaux : El Ma - Essafra (eau jaune). Il correspond au cours d'eau le plus important de la région .

Il résulte de la confluence de trois oueds important : l'Oued Djer, l'Oued Bou-Roumi et l'Oued Chiffa .

L'Oued Chiffa et ses affluent prennent leur source sur le versant de l'Atlas .

L'Oued Djer à sa source dans le massif du Zaccar (Méliana) à plus de 1000 m d'altitude .

Chaque année une grande masse de matériaux est arrachée à l'Atlas et charriée par l'Oued Mazafran .

Le bilan des écoulements annuels moyen de cet oued est de $6,88 \text{ m}^3 / \text{s}$ soit $216,9 \text{ hm}^3 / \text{an}$ (fig. n° 3), cependant on note une diminution du débit de l'oued depuis 1977 .

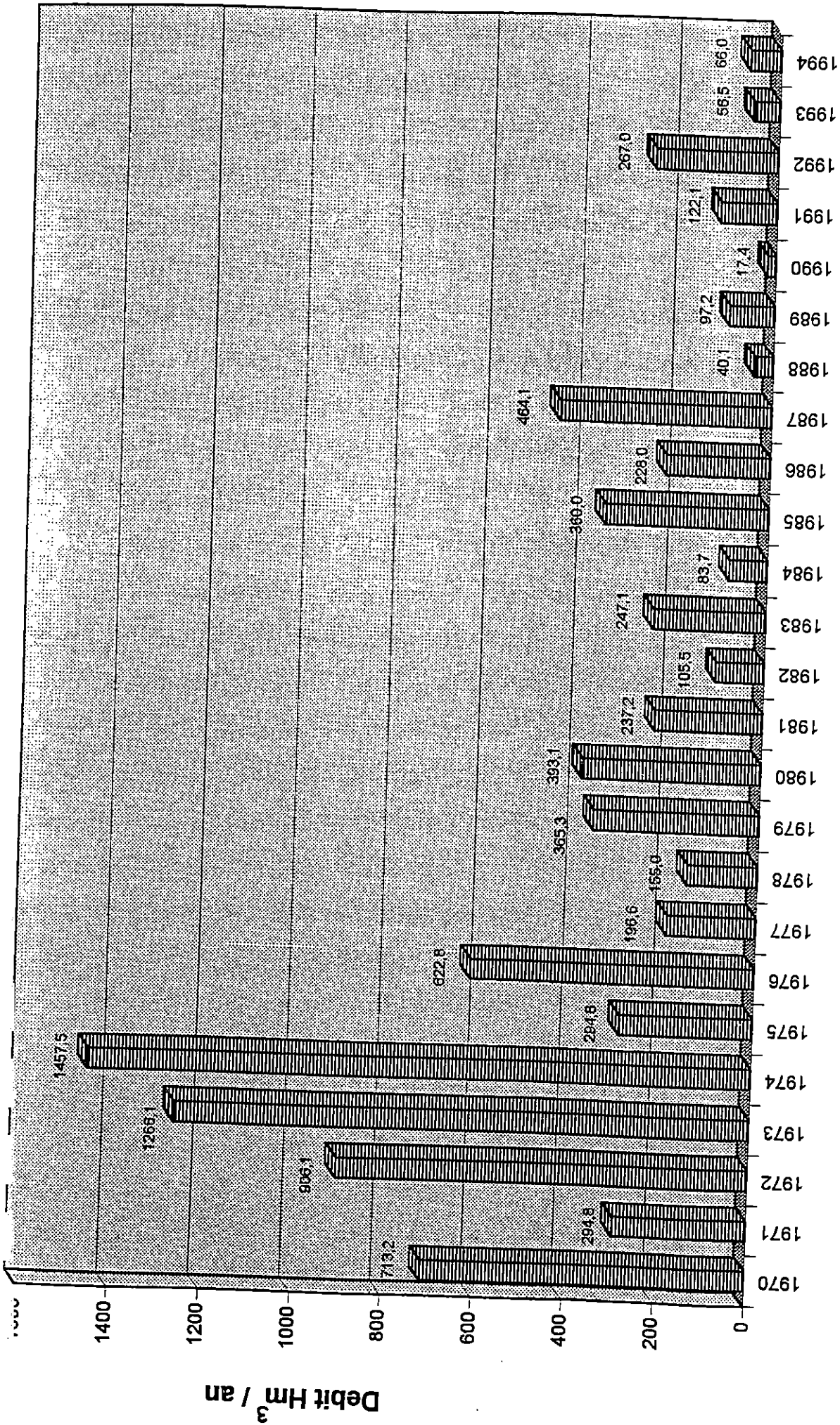
En raison d'un bassin versant très vaste pouvant être évalué à 180 000 hectares dont 110 000 hectares en montagne en période de crue cet oued recueille la moyenne partie des eaux de ruissellement des régions montagneuses à très forte pluviométrie, la pente presque nulle au niveau de la cluse (celle - ci ne permet d'ailleurs que l'évacuation de 1 / 5 de son débit),provoque des inondations qui sont souvent très importantes .

Plus récemment AIT KACI et PAUC (1982) notent que la quantité d'apports en suspension transporté par l'Oued Mazafran varie largement dans le temps de quelques mg / l à plus de 15 g / l en période de crue .

Le régime hydraulique de l'Oued Mazafran se caractérise par un long étiage de six mois et des crues d'hiver et de printemps soudaines, fortes et rapides .

4.3. Oued Nador

Situé sur la partie occidentale , ne prend sa source que dans la cluse de Tipaza avant de déboucher dans la baie de Chenoua. Son bassin versant est drainé par un réseau d'affluents : l'Oued Bouyersen , l'Oued Bouardoun, l'Oued Meurad et l'Oued Bourkika. La surface de son bassin versant est de l'ordre de 230 km^2 , son écoulement moyen annuel est de l'ordre de $36,3 \text{ hm}^3 / \text{année}$.



Années

Fig n°3 : Histogramme des débits liquides annuels de l'OUED MAZAFRAN durant la période 1970 - 1994

5. Données climatiques et hydrodynamiques

5.1. Températures et pluviométrie

Le climat Méditerranéen dont jouissent les régions du Sahel littoral se caractérise par la succession de deux saisons nettement contrastées

L'alternance d'une saison chaude et sèche et d'une saison froide et humide, l'irrégularité du régime pluviométrique en sont les éléments fondamentaux.

La proximité de la mer, grâce à son effet modérateur, confère aux régions littorales un climat remarquablement tempéré.

Les données climatiques (températures et précipitations) restent à peu près voisines et uniformes sur le littoral et dans la plaine de la Mitidja, mises à part de légères variations, dues à la position géographique de chaque ensemble

5.1.1. Température (Tableau N°2)

Mois	T° L MIN.	T° L MAX.
JAN	7,83	15,6
FEV	8,05	15,5
MARS	9,32	16,82
AVR.	12,02	20,42
MAI	13,65	22,52
JUIN	17,07	26,75
JUILL	20,35	29,95
AOÛT	20,97	30,42
SEPT	19,12	28,7
OCT.	16,27	24,1
NOV.	11,87	21,25
DEC	9,32	16,9

Tableau N°2 : Données climatique de la région de Bou - Ismaïl (1986)
(Station climatique de Tipaza)

On remarque que pendant les mois les plus chaud de l'année (Juillet et Août) les températures maximales moyennes atteignent 29° C et 30° C, les températures minimales moyennes ne dépassent pas 21° C .

Par contre pendant la période de Décembre à Mars, on enregistre des températures minimales moyennes de 7° C à 9° C, et des températures maximales moyennes ne dépassant pas 17° C .

En général, les variations des températures moyennes maximales et les températures moyennes minimales peuvent être évaluées à 7° C (fig. n°4) .

5.2.1. Pluviométrie

Pour le calcul des quantités des eaux pluviales, nous avons utilisés les données de l'A.N.R.H (Agence Nationale des Ressources Hydrauliques) pendant une période de dix ans (1984 - 1993) .

La pluviométrie moyenne annuelle est de 480,69 mm, la moyenne mensuelle est de 38,42 mm (Tableau n° 3) .

Les mois les plus chauds (Juillet, Août), en été se caractérisent par une précipitation très faible (1,87 mm - 1,89 mm) .

Les mois d'hiver se caractérisent par une précipitation moyenne de 60.04 mm (fig.n°5) .

Mois Année	Sep	Oct.	Nov.	Dec	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Août	Total
1984	16.0	209.3	76.5	121.2	88.8	32.2	199.9	14.3	81.7	00.0	00.0	00.0	839.9
1985	7.4	31.7	66.5	57.2	69.3	38.8	99.5	26.1	0.0	9.2	4.6	0.0	410.3
1986	52.6	32.4	95.4	178.8	105.9	115.7	22.6	0.0	7.5	8.1	0.0	0.0	619
1987	13.5	14.8	69.7	30.3	31.6	50.8	41.9	9.0	26.0	33.2	0.0	--	320.8
1988	39.6	15.4	51.3	156.9	38.6	26.6	53.0	84.2	4.8	9.6	2.9	7.5	490.4
1989	30.5	15.9	46.1	12.8	76.4	0.0	48.2	48.8	44.3	0.0	9.9	--	332.9
1990	0.5	27.2	64.4	76.9	89.6	93.4	30.1	17.5	35.1	7.0	0.0	--	441.7
1991	0.9	145.3	23.1	8.1	169.7	19.2	71.3	50.3	55.2	4.2	1.5	--	548.8
1992	4.5	76.9	87.2	62.1	15.7	72.3	21.4	59.0	35.7	0.0	0.0	--	434.8
1993	22.2	20.7	109.9	51.4	50.7	54.3	0.9	53.4	4.8	0.0	0.0	--	368.3
Moy.	18.77	58.96	69.01	57.57	73.36	50.33	56.18	36.26	29.51	7.13	1.89	1.87	480.69

Tableau n° 3 : Evolution des précipitations mensuelles et annuelles entre 1984 et 1993

D'après les données de l'A.N.R.H

5.2. Les vents

Les vents sont des générateurs de vagues et de courants superficiels, par leurs fréquences et leurs forces, ils jouent un rôle important dans l'évolution géomorphologique des côtes.

Pour la baie de Bou - Ismaïl, l'analyse des régimes des vents est effectuée à partir de trois sources de données météorologiques :

- La station de Bou - Ismaïl pour la période 1956 - 1960
- La station de Cap Caxine pour la période 1974 -1984

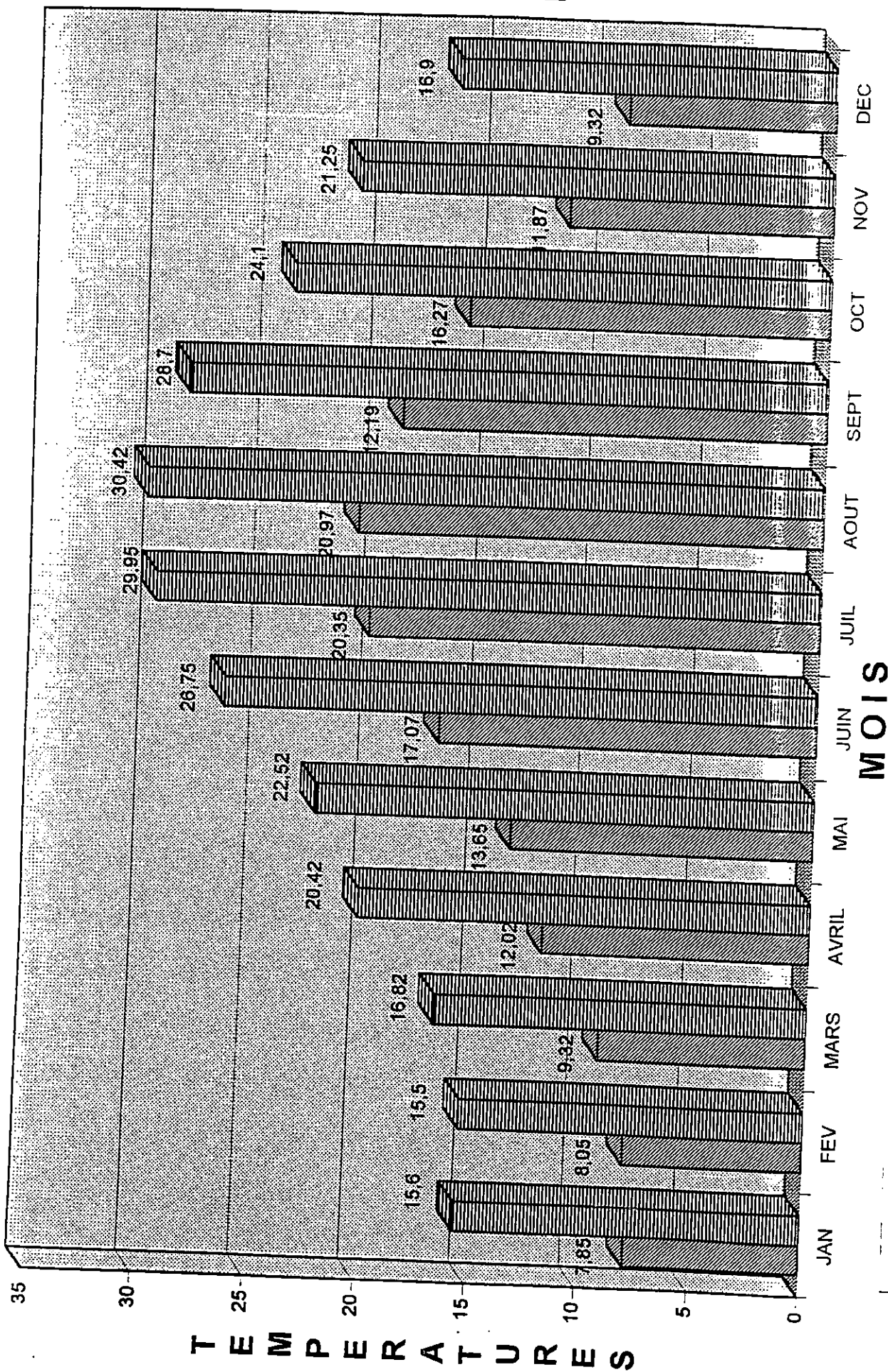


Fig n° 4 : Diagramme des variations mensuelles de la température moyenne maximale et minimale (Station climatique de TIPAZA)

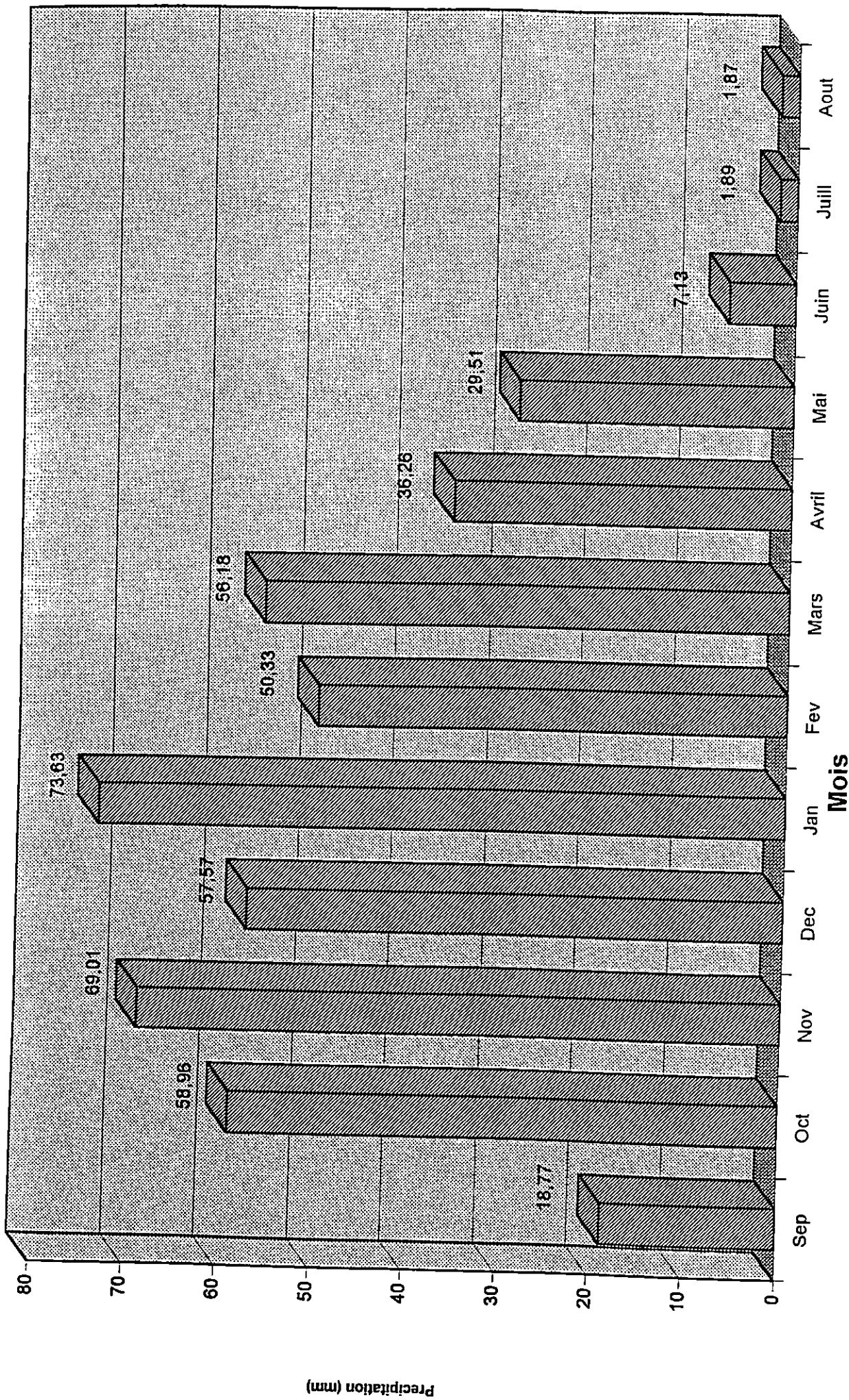


Fig n° 5 : Histogramme de l'evolution des precipitations moyennes mensuels (1984 - 1993)

- Les observations faite au large de la côte Algérienne entre 37° et 40° de latitude Nord, et 0° et 5° de longitude Est par l'U.S. Naval Weather Service pour la période 1914-1970 .

5.2.1. La station météorologique de Bou - Ismaïl (1956 - 1960)

Actuellement, ce centre d'observation et de mesure ne fonctionne plus .

Durant les cinq (5) années d'observation, les directions des vents sont présentées sous forme de trois roses récapitulatives annuelle, hivernale dont les résultats sont repris dans le tableau n° 4 .

DIRECTION	PERIODICITE		
	ANNUELLE	HIVERNALE	ESTIVALE
N.E. à Est	17,80 %	12,20 %	23,40 %
N.N.W	23,30 %	27,50 %	19,00 %
Ouest	08,40 %	08,50 %	08,20 %
S.S.E.	07,50 %	12,20 %	03,60 %
VENT. NUL.	11,60 %	06,04 %	16,83 %

Tableau n° 4 : Période des vents en fonction de leurs direction
(station météorologique de Bou - Ismaïl 1956 - 1960)

L'analyse globale des observations des cinq années montrent: une prédominance des vents des secteurs NNW et NE, (fig. n°6) .

On constate une répartition saisonnière des directions des vents dominants .

La période hivernale est caractérisée par une agitation quasi permanente (93,60 % du temps) au cours de laquelle les vents dominants proviennent de secteur NW à N .

La période estivale est relativement plus calme (vents nuls 16,80 % du temps) .

Les vents du secteur NE à Est dominant, la fréquence des vents du nord à NW demeure appréciable .

5.2.2. La station météorologique de Cap Caxine (1974 à 1984)

L'analyse statistique des données de vents sur 10 ans est représentée sous forme de :

- Roses récapitulatives trimestrielles et annuelles des directions des vents (fig. n° 7),

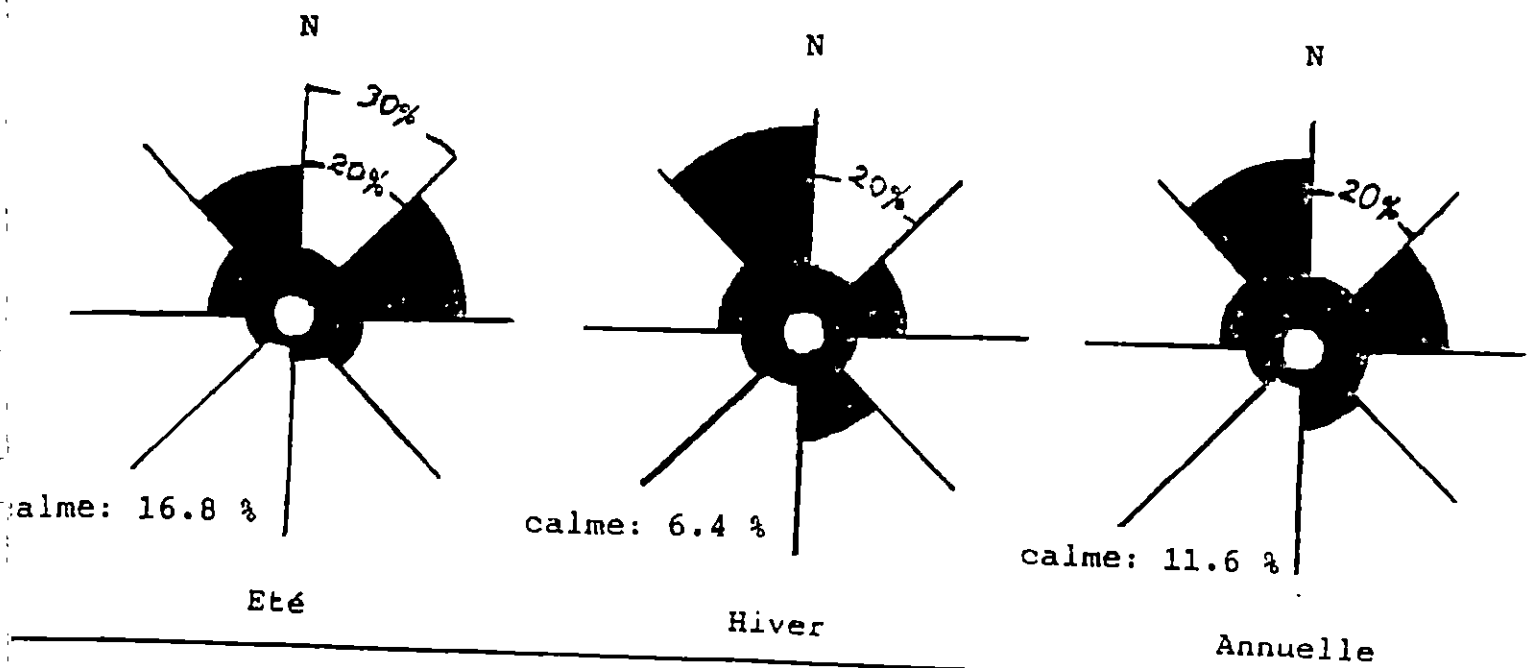


Fig n°6 : Roses récapitulatives saisonnières et annuelles des directions de vent (Station de Bou-Ismaïl, 1956-1960).

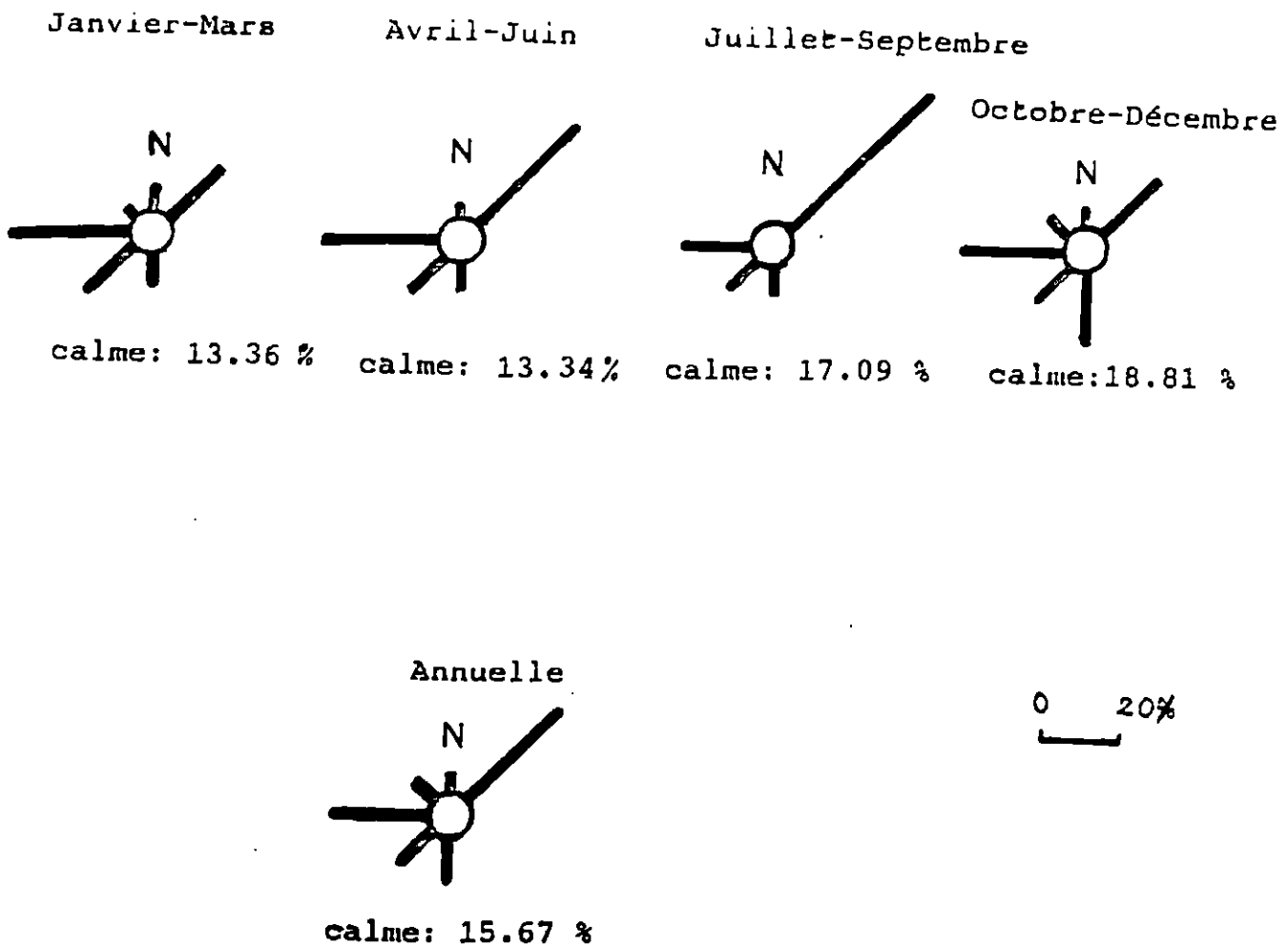


Fig n°7 : Roses récapitulatives trimestrielles et annuelle des directions de vent (Station de Cap Caxine, 1974-1984).

- Diagramme de répartition annuelle en pourcentage de directions moyennes de vent dans les secteurs NE et Ouest (fig. n° 8).

- Histogrammes des pourcentages de vitesse de vent dans les directions NE, Sud et Ouest (fig. n° 9 et 10).

L'analyse globale des résultats montre que les vents prépondérants soufflent des secteurs NE et Ouest (fig. n° 7).

Chacun de ces régimes météorologiques apparaît dominant durant une saison déterminée .

Les roses trimestrielles des directions de vent indiquent que pendant l'hiver il y a recrudescence des vents du secteur Ouest, bien que les vents au NE soient encore bien représentés .

Les histogrammes représentant les vitesses des vents en fonction de leur fréquence (fig. n° 9 et 10), établi pour les directions dominantes sur le site (NE, Ouest et Sud) montrent que les vents d'Ouest, prépondérants pendant l'hiver, s'inscrivent dans la plage de vitesse allant de 6 à 10 noeuds .

5.2.3. Observation du vent au large : Données de l'U.S. Naval Weather Service (1914 -1970)

Les résultats des observations de vents effectuées au large des côtes Algériennes, sont rapportées sous forme de roses de vent pour chaque trimestre et pour toute l'année (fig.n°11) .

Ces roses montrent que pendant l'hiver (Octobre à Mars) les vents des secteurs Ouest à NW sont dominants et qu'une grande partie de ces vents présentent une vitesse supérieure à 16 noeuds.

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

5.2.4. CONCLUSION

Dans la baie de Bou - Ismaïl, les vents de secteur NW à NNW sont appréciables par leur force mais non pas par leur fréquence.

Les vents de NE et Est se distinguent beaucoup plus par leur fréquence que par leur vitesse.

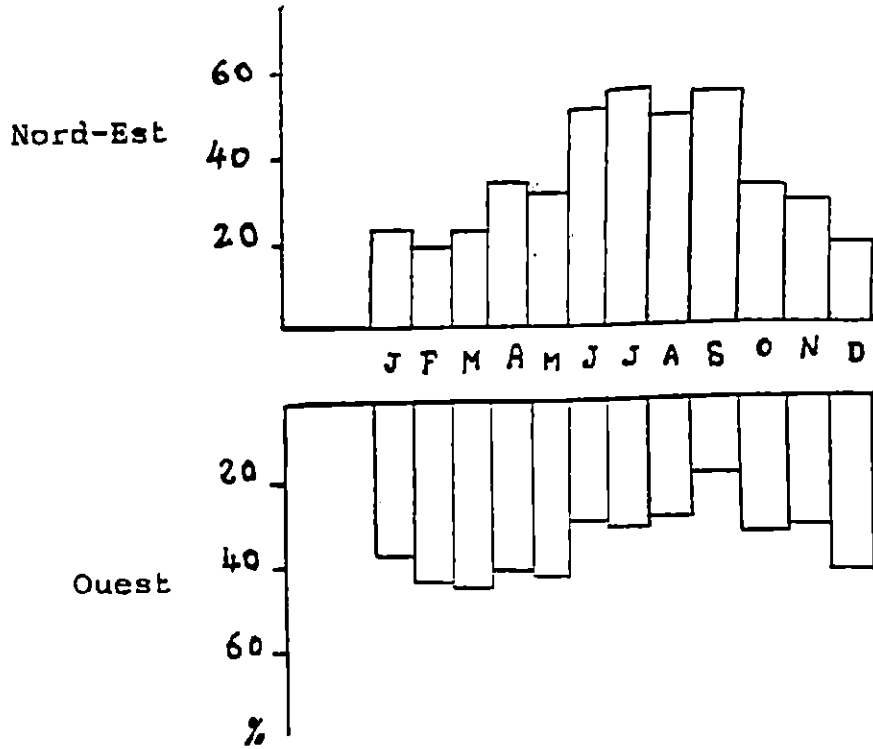


Fig n°8 : Diagramme de répartition annuelle en pourcentage moyenne de vent dans les secteurs Nord-Est et Ouest.

HIVER

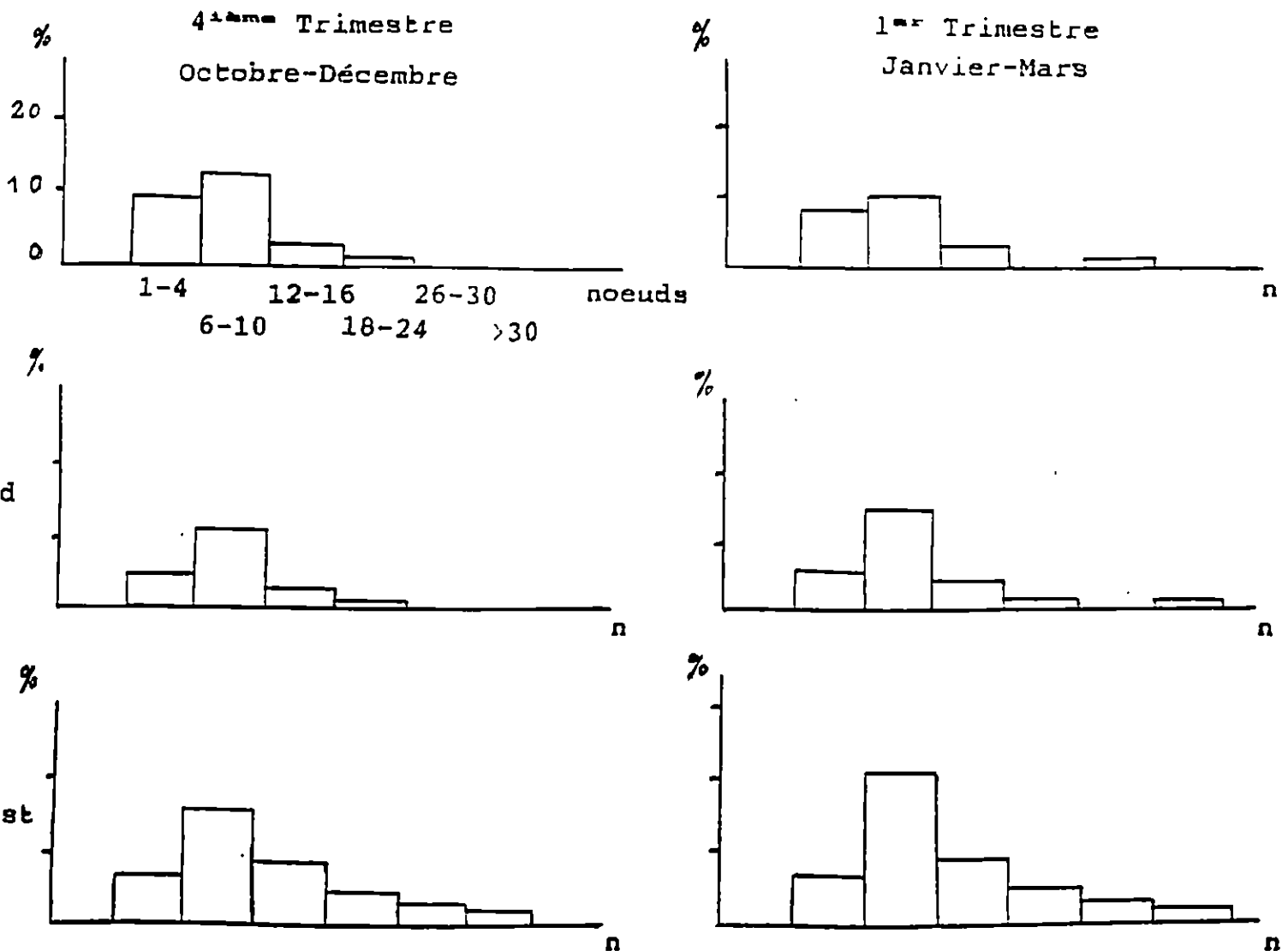


Fig n°9 : Histogramme hivernal des pourcentages des vitesses de vent dans les directions NE, Sud et Ouest.

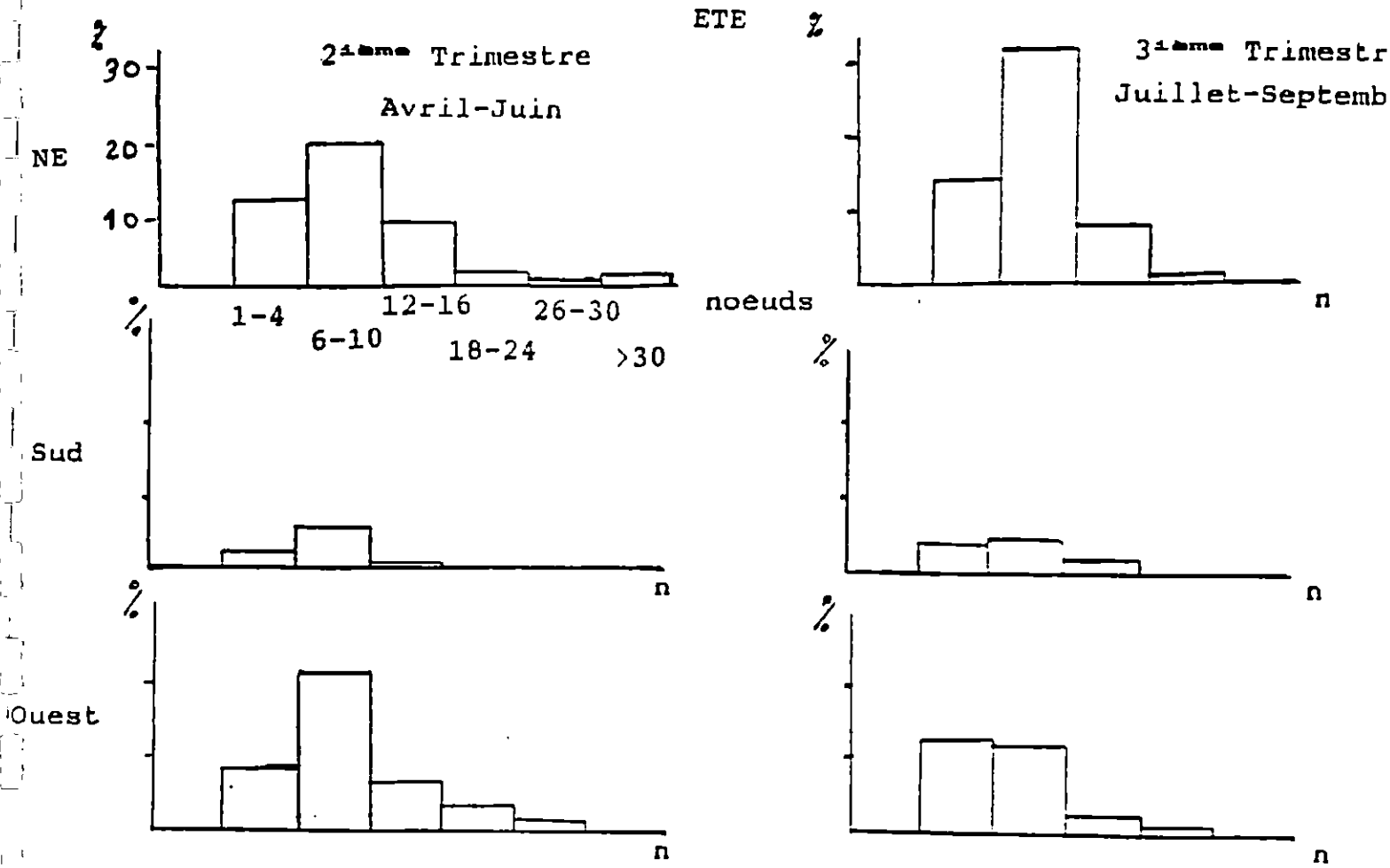


Fig n°10: Histogramme estival des pourcentages de vitesses de vent dans les directions NE, SUD et Ouest

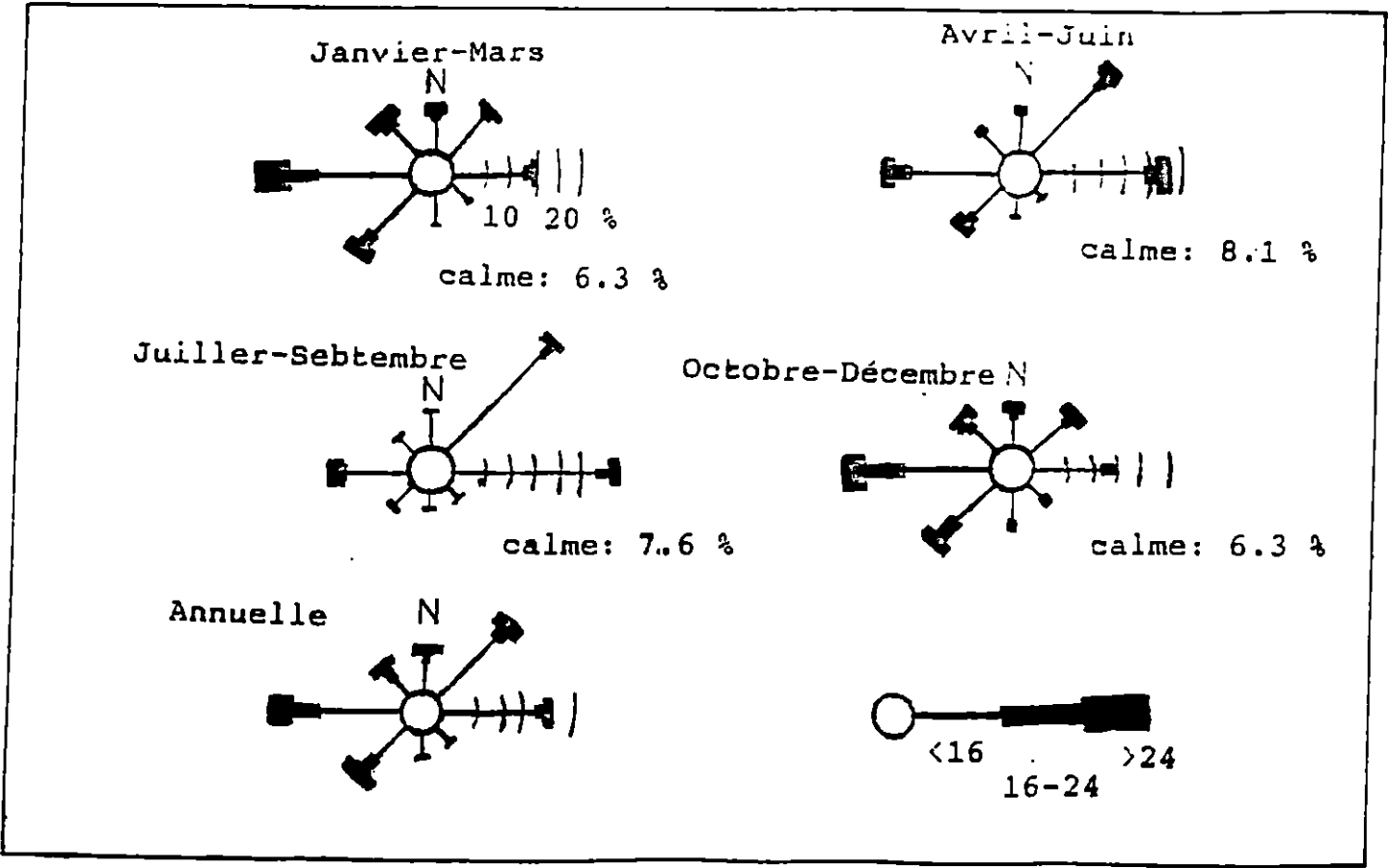


Fig n°11 Roses trimestrielles et annuelle des vents au large (U.N.W.S., 1974-1970)

5.3. Les mouvements locaux des plans d'eau

5.3.1. Les marées

Les variations du niveau de la mer dues au phénomène de la marée, dépend de trois causes (FELDMAN, 1938) :

- Les marées luni-solaire responsables en Méditerranée de faible pulsations de l'ordre de 20 à 30 cm au moyen par jour.

- Les marées barométriques, sont de rythmicité définie, dont les effets. beaucoup plus sensible, s'additionnent avec ceux des marées luni-solaire ou au contraire les effacent. Ces effets dépend de l'importance de la pression atmosphérique.

- Les marées éoliennes dues à la translation de masses d'eaux considérables poussées par le vent, soit vers la côte, soit en direction du large .

C'est aux équinoxes que les amplitudes des marées sont les plus fortes. Des conditions barométriques exceptionnelles entraînent parfois des élévations ou des diminutions du niveau de la mer supérieur à 1m (SEURAT, 1927) .

Dans la baie de Bou - Ismaïl l'amplitude journalière ne dépasse généralement pas 0,25 m avec des amplitudes moyennes de l'ordre de 0,08 m (CROP, 1983) (fig. n° 12) .

A titre de comparaison on peut noter que dans la baie d'Alger, l'amplitude annuelles des variations des niveaux des eaux marines est inférieur à 50 cm (LECLAIRE, 1963) (fig. n° 13) .

5.3.2. Les courants

A / Les courants généraux (cf. annexe n° 3)

Un courant général se dirige vers l'Est et au large des côtes Algériennes. résultes d'un écoulement d'eau atlantique à travers le détroit de Gibraltar .

D'après les cartes établies par ORCHI NIKOV (1966 in MAOUCHE, 1987) montrent que ce courant pénètre sous forme d'une veine de 50 km de largeur .

A 0°, en allant vers l'Est, il se rapproche de la côte de hauteur maximale de 150 m et d'une vitesse de 50 cm / s .

Au niveau des baies, il peut engendrer des contres courants qui tournent dans le sens des aiguilles d'une montre, déviés par la force de Coriolis et la morphologie de la côte .

Au niveau de la baie de Bou - Ismaïl, les différents caps (Sidi Fredj, Ras Acrata) provoquent ce contre courant de direction Est - Ouest .

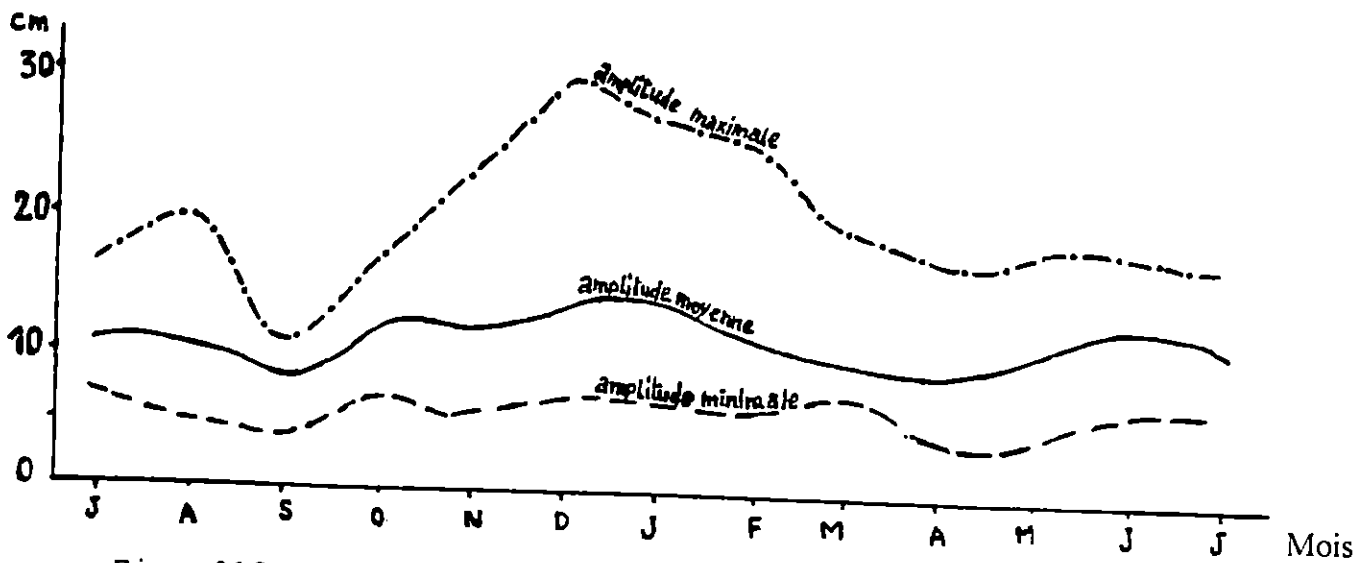


Fig n°12 : Variation de l'amplitude (2H) des marées en baie d'Alger durant 1 an (d'après 4 ans d'observations)

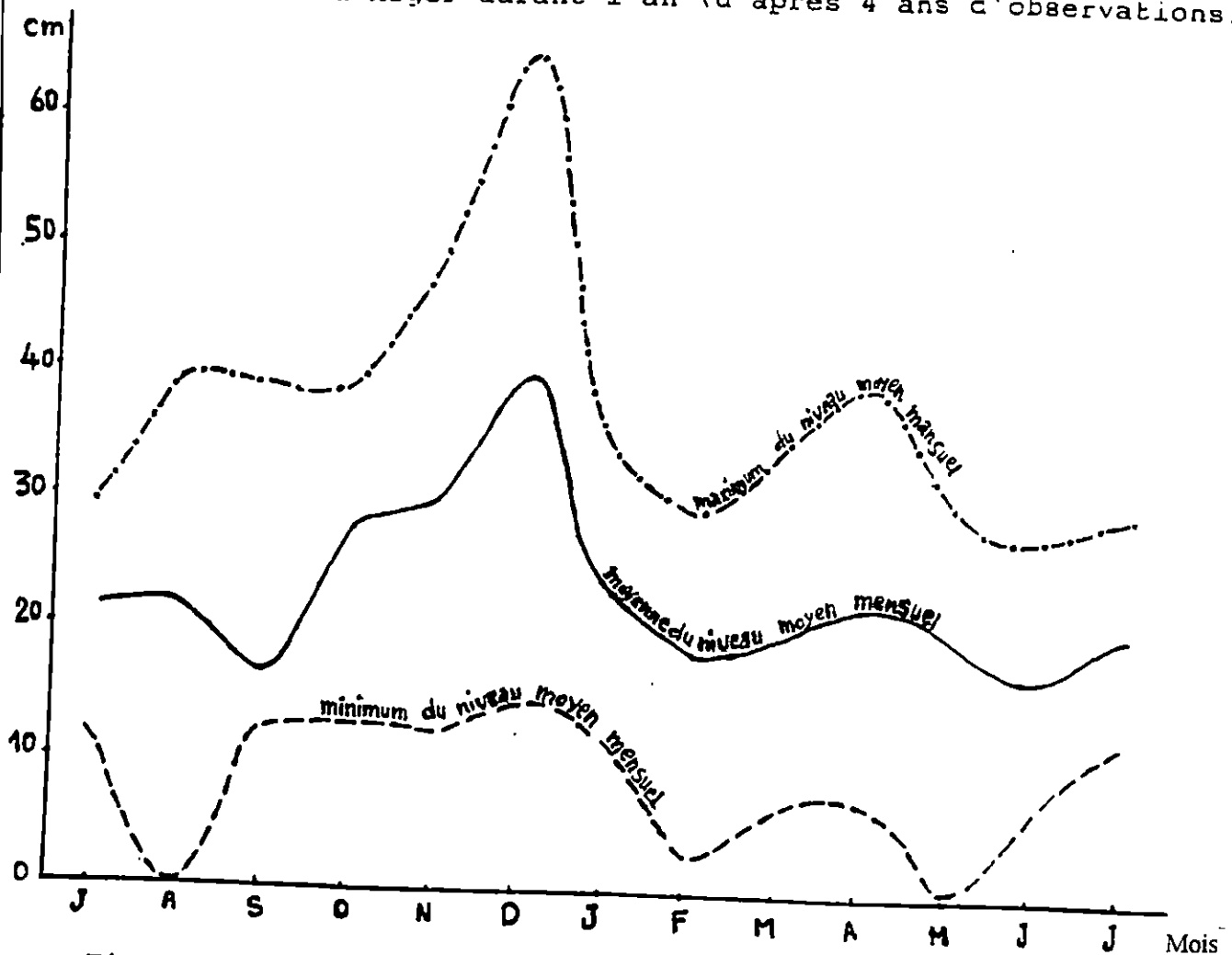


Fig n°13 : Variation du niveau moyen de la mer en baie d'Alger pendant 1 an (d'après 4 ans d'observation), d'après Leclaire, 1963.

B / Les courants côtiers

a - Les courants liés au vent

La campagne courantométrique effectuée par l'équipe de géologie marine du C.R.O.P, par suivi des flotteurs dérivants donnent des vitesses comprises entre 4 et 38 cm / s pour les flotteurs de surface - 1 m , 4 et 28 cm / s pour ceux du fond - 5 m .

Ces mesures ont été réalisées dans des conditions d'agitation de la mer moyenne avec des amplitudes maximales de houle de 1,50 m à 2 m .

Les directions moyennes de courant observés sont Nord - Est / Sud - Ouest et Ouest / Est, selon les lâchers .

Le courant de direction Nord -Est / Sud - Ouest est parallèle à la côte.

Par contre le courant de direction Ouest /Est est oblique à celle - ci, l'intensité des courants, des fréquences et les directions des houles et les vents évoluent dans un même sens et selon une bonne proportionnalité .

b - Les courants liés à la marée

Sur les côtes Algérienne, l'amplitude de la marée trop faible ne peut pas créer des courants de marée, sauf dans le cas particulier des seiches surtout dans les ports (Alger, Sidi Fredj, Béjaïa, etc.....) .

c - Les courants liés à la houle

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

- Les courants de retour

D'après SHEPARD et al (1941), MUNK (1949), SHEPARD et INMAN (1950), le courant de retour correspond à une zone de flot de retour à partir de lieu de déferlement de la houle contre la ligne de rivage .

Leurs effets dans le remaniement sédimentaire est remarquable surtout par gros temps généralement en hiver .

- Les courants de dérive littorale

De nombreux auteurs (ECKMAN 1923, MUNK 1949, SHEPARD et INMAN 1950) ont noté que le vent et la houle interviennent d'une manière déterminantes dans la création des courants parallèles à la côte, par conséquent dans le transit littoral des sédiments .

Les travaux de SITARZ (1963), suggèrent que la dérive littorale résulte de la circulation d'eau des régions de convergence de la houle vers les régions de divergence des orthogonales .

Selon LARRAS (1957), la dérive littorale n'est présente que lorsque la houle atteint la côte avec une certaine obliquité. La vitesse de ce courant est maximale pour un angle d'incidence de 50° à 60° .

L'observation que nous pouvons faire sur le régime des houles (intensité, direction) dans la baie de Bou - Ismaïl nous indique l'importance de ce courant. Il participe aux mouvements sédimentaires et à la dynamique des plages et des nombreuses poches d'accumulation du rivage adjacent à la baie

Les courants de dérive littorale modifient la morphologie littorale à la suite du transport du sédiment par transfert latérale s'opérant au niveau de la plage sous - marine .

Une étude détaillée des plans de houle que l'on peut dresser pour chaque site de côte sableuse peut nous indiquer les résultantes des transports générés par ces courants au niveau de la baie de Bou - Ismaïl (cf. le cas du site de Chenoua) .

5.3.3. Les régimes des houles

On appelle houle l'ensemble des ondulations ou vagues parallèles presque identiques qui se propagent de façon uniforme vers le rivage (R. Bonnefille, 1976) .

Elle se propage plus ou moins régulièrement jusqu'à l'approche des côtes, où elle subit des modifications par réfraction et déferlement (GUILCHER, 1971) .

La houle est le facteur le plus important dans la dynamique sédimentaire des petits fonds, la direction de propagation de la houle est liée à celle du vent tant que la profondeur est supérieure à la demi longueur d'onde de la houle (R. BONNFILLE, 1980) .

- Paramètre de la houle :

Les résultats de houle ont été synthétisés à partir de 23000 observations sur 15 ans, enregistrées au large des côtes Algériennes par l'Institut Météorologique Royal Néerlandais (I.M.R.N) et des données de U.S. Naval Weather Service (U.S.W.N.S) pour la période de 1963 à 1970 regroupant 45 000 observations .

L'exploitation des données de l'I.M.R.N et de celle de l'U.S.W.N.S, bien qu'elles ne couvrent pas la même période, donnent les mêmes résultats (BRAIK, 1990). On s'est basé sur les données de l'U.S.W.N.S couvrant une zone au large des côtes Algériennes situées entre $36^{\circ} 50'$ et 38° , sur une période de 8 ans (1963 - 1970) regroupant 45 000 observations (Tableaux n° 5, 6, 7 et 8) .

La synthèse de ces données montre une nette répartition saisonnière des directions de houle au large correspondant en grande partie à celle des vents au moins pour les secteurs Ouest et Nord - Ouest (fig. n° 14) .

Mois	Nord	Nord-Est	Est	Sud-Est	Sud	Sud-Ouest	Ouest	Nord-Ouest
Janvier	08,10	12,90	18,20	05,00	06,50	13,20	28,80	07,30
Fevrier	08,80	13,30	12,60	04,00	06,00	16,90	35,60	05,80
Mars	11,30	12,60	15,80	03,60	04,50	13,30	30,50	09,20
Avril	11,70	15,30	16,00	02,00	04,40	13,70	26,60	10,20
Mai	08,40	26,30	31,90	03,00	03,30	07,20	13,90	06,20
Juin	09,20	29,10	29,80	01,80	01,40	08,20	16,30	02,00
Juillet	05,90	32,50	35,10	01,40	00,90	05,90	16,20	02,00
Août	08,90	27,70	37,40	01,90	01,10	05,00	13,40	04,90
Septembre	06,70	26,40	40,50	02,20	02,30	04,50	14,80	02,50
Octobre	07,80	14,10	20,30	03,20	04,30	14,80	28,80	06,90
Novembre	05,40	05,70	10,00	05,10	08,00	15,90	40,40	09,40
Décembre	10,20	06,20	09,30	04,60	07,40	15,00	37,10	10,00

Tableau n° 5 : Fréquence mensuelle par direction des houles au large
(un mois correspond à 100 %)

Source : U.S. Naval Weather Service Command (S.S.M.O)
1963-1970, 45.000 observations

Degrés	Amplitudes (m)	Appellation
Calme	0,25	Ridée ou Belle
Degré 0	de 0,25 à 0,75	Ridée ou Belle
Degré 1	de 0,75 à 1,75	Modérée
Degré 2	de 1,75 à 2,75	Agitée
Degré 3	de 2,75 à 3,75	Forte
Degré 4	Supérieur à 3,75	Très forte

Tableau n°6 : Degré correspondant aux amplitudes des houles avec état relatif de la mer

Source : U.S Naval Weather Service Command (S.S.M.O)
1963-1970, 45.000 observations

Etat de la mer au large (Degrés)	Direction de la houle				
	Ouest	Nord-Ouest	Nord	Nord-Est	Est
Calme	02,90	01,10	02,00	02,70	04,00
Degré 0	06,20	02,00	02,90	07,50	09,30
Degré 1	10,90	02,70	02,60	07,50	09,10
Degré 2	04,30	00,60	00,70	01,20	00,90
Degré 3	00,90	00,10	00,10	-	-
degré 4	00,30	-	-	-	-
Total	25,50	06,50	08,30	18,50	23,30

Tableau n° 7 : Fréquence par direction des différents états de la mer au large

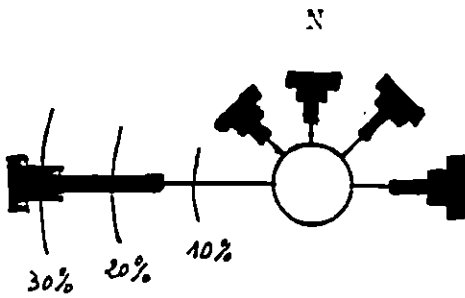
Source : U.S. Naval Weather Service Command (S.S.M.O)
1963-1970 , 45.000 observations

Etat de la mer au large (Degrés)	Période de la houle					
	06 s	06 à 07s	08 à 09s	10 à 11s	12 à 13s	13s
Calme	05,20	01,10	-	-	-	-
Degré 0	20,80	01,90	00,40	-	-	-
Degré 1	24,60	13,10	02,70	00,50	00,20	-
Degré 2	02,60	05,40	03,10	00,90	00,20	-
Degré 3	00,40	01,10	01,00	00,60	00,20	-
Degré 4	00,10	00,50	00,30	00,30	00,30	-
Total	53,70	22,10	07,50	02,30	00,90	-

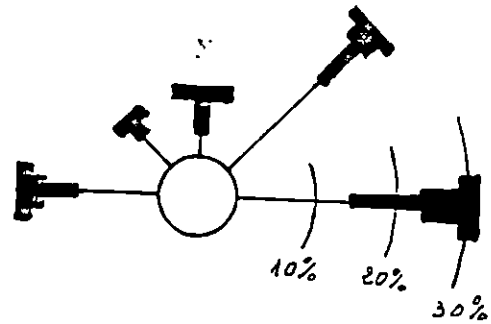
Tableau n° 8 : Relation amplitude - période (au large)

Source : U.S. Naval Weather Service Command (S.S.M.O)
1963-1970 , 45.000 observations

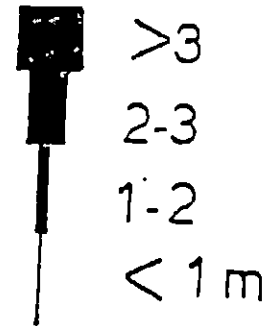
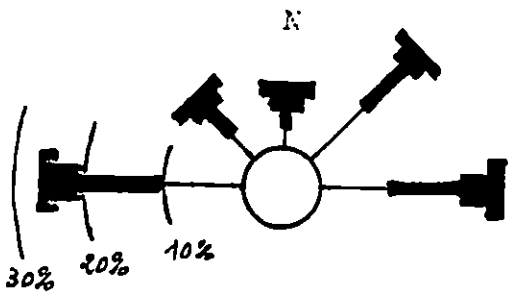
oct_mars



avril_sept



annuelle



amplitude (m)

Fig n° 14: Roses de la Houle au large données de l'U.S Naval Weather 1963-1970

6- NATURE ET DISTRIBUTION DES SEDIMENTS

L'exploitation des travaux effectués par, notamment, A. DAGORNE, C. DEGIOVANI, L. LECLAIRE, S. BOUKRETAOUI et BOUTOUIL (cf. exposé en annexe) nous a permis de dégager la synthèse suivante sur la répartition sédimentaire dans la baie de Bou- Ismail (carte n° 12).

- Sables fins :

Ils apparaissent le long de la côte, d'extension limitée et ne dépassent pas les 30 mètres de profondeur. Il sont très abondants devant les embouchures de Beni - Messous, Mazafran et de Nador .

Ces sables occupent la majeure partie de la baie d'El - Djamaïa et du Chenoua, en face de Tipaza les affleurements rocheux viennent prendre place .

Ce sédiment est pratiquement dépourvu de vase et de sable coquillier, le taux de carbonate varie entre 30 % et 40 % .

L'indice de classement S_0 est compris entre 1,1 et 1,3 ce qui donne un sable très bien classé .

- Sables envasés :

Généralement, c'est un sédiment de transition entre les sables littoraux et les vases au large.

Cette zone lithologique de sable envasé est une bande de longueur comprise entre 1,5 et 2 km .

Elle apparaît de Aïn Benian à Douaouda Marine et de Berard à Tipaza .

Cette rupture pourrait s'expliquer par la dérive Nord-Ouest qui entraîne la fraction fine apportée par l'Oued Nador vers la côte, et donc empêcherait la mise en place des sables vaseux.

Ce sédiment est composé en moyen de 70 % de sables et 10 à 30 % de pélites, et un taux de carbonates compris entre 40 et 60 % .

A l'Est, cette zone se retrouve à -25 m et -50 m de profondeur, à l'Ouest elle se rapproche de la côte et ne dépasse pas l'isobathe -30 m .

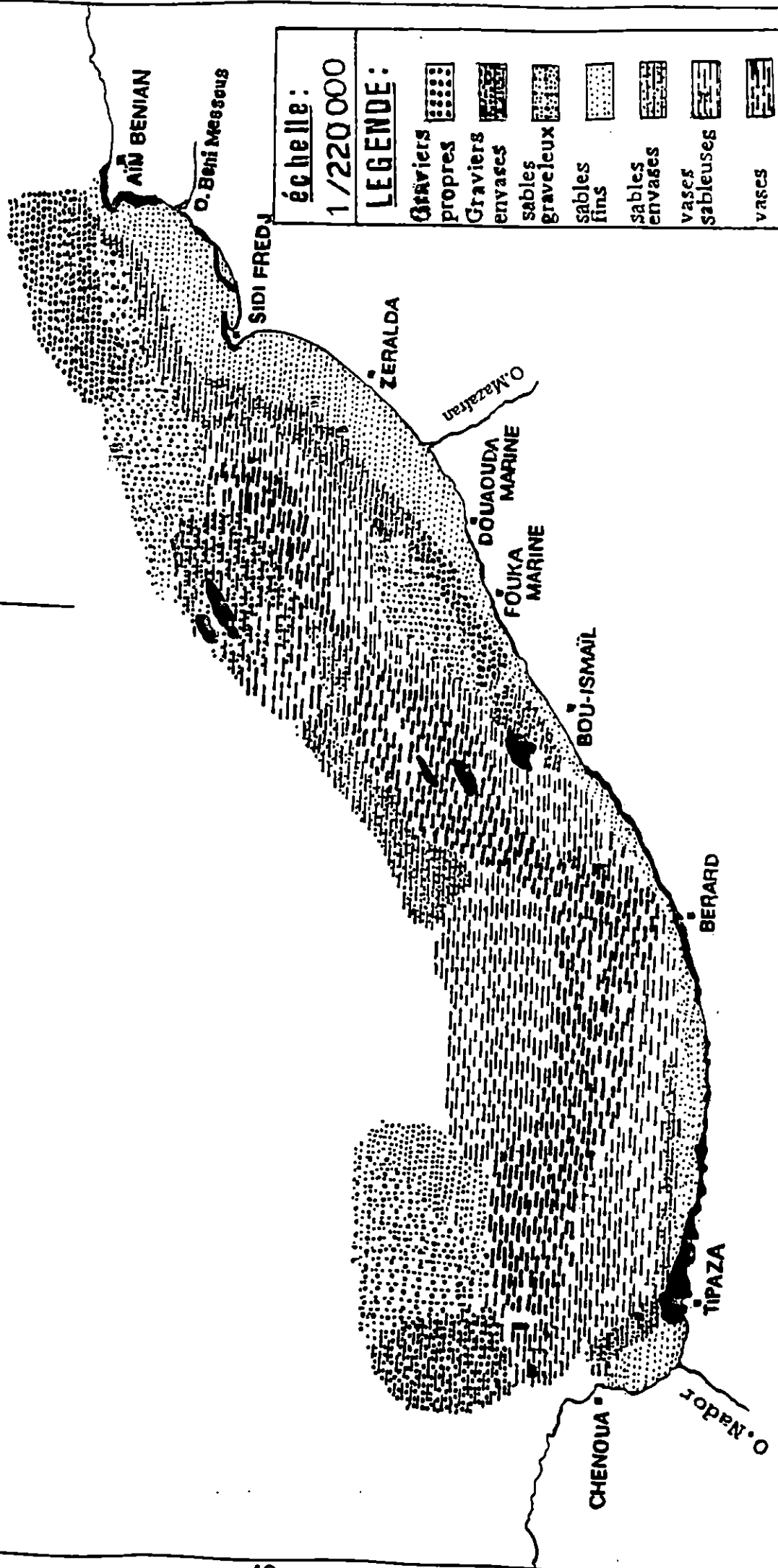
En face de Tipaza, ce sable vaseux fait suite aux fonds rocheux.

Notons, la présence de ce sédiment au centre de la baie en face de Bou - Ismail entre l'isobathe -150 m et -180 m .

carte n° 12 :

CARTE SEDIMENTAIRE

(S. BOUKRETAOUI et T. BOUTOUILLI , 1989)



-Vases sableuses :

Entre la presqu'île de Sidi Fredj et pointe du Four, ce sédiment apparaît en bandes étroites (1 km de large) parallèles à la côte entre les sables envases et les vases à l'intérieur de la baie entre -20 m et -80 m de fonds .

En face de Berard, cette bande s'interrompte cédant la place aux vases .

Nous remarquons la présence de ce type sédimentaire au large face à Berard à des profondeurs de -100 m à -180 m .

Dans ce sédiment, les teneurs de carbonates sont inférieures à 20 % .

Notons, la disparition totale de cette bande à l'Est de la presqu'île de Sidi Fredj

- Vases :

Les vases sont dominantes après les graviers dans la baie de Bou - Ismaïl. Les teneurs en carbonates sont nuls ou inférieures à 5 % .

Ce sédiment est inexistant dans la baie d'El - Djamila, entre Zeralda et Bou - Ismaïl, ces vases se trouvent à des profondeurs comprises entre -50 m et -150 m , en face de Berard, elles se rapprochent de la côte couvrant ainsi des fonds de -20 m et plus à l'Ouest, elles s'éloignent de la côte pour couvrir des fonds de -50 m et -120 m .

- Gravieres :

Ce type constitue un sédiment dominant dans la baie de Bou-Ismaïl . Il est constitué de fraction grossière hétérogène, se localise dans trois zones distinctes : deux zones de graviers se trouvent au large de la baie .

La première à l'Est, s'étalant de Ras Acrata jusqu'à Fouka Marine, la seconde dans le Nord-Est du Mont Chenoua entre -50 m et 200 m de profondeur .

La troisième zone de gravier se trouve à proximité du littoral à des fonds de -15 m à -50 m, ce sédiment correspond à la gravelle de Castiglione (Bou - Ismaïl) .

Signalons que le fort pourcentage en calcaire est noté au niveau de ces zones, soit une valeur de 91% .

- Gravieres propres

Ces sédiments s'étendent au large de Ras Acrata jusqu'à la presqu'île de Sidi Fredj et en face de Tipaza, et en le trouve aussi à proximité du littoral en face de Fouka Marine .

Les fractions supérieures à 2 mm constituent de 50 % à 75 % de ce type sédimentaire, les 25 % à 50 % restant sont les sables et les vases. Notons que les sables sont toujours dominants .

- Graviers envasés

Ces graviers envasés s'étendent au large entre Zeralda et Fouka Marine à des profondeurs - 80 m et -180 m , en face du Chenoua à des profondeurs - 50 et - 200 m et près de la côte en face de Bou - Ismaïl à des fonds de - 15 m et - 40 m .

On note la présence d'affleurement rocheux dans ces zones. Ces sédiments sont en contact avec des formations vaseuses et des formations de graviers .

- Sables graveleux

Les sables graveleux se localisent au large de la presqu'île de Sidi Fredj dans une bande qui se rétrécit vers l'Est à des profondeurs de - 50 m et - 110 m , en face de Douaouda et Fouka Marine à des profondeurs de -30 m à -50 m et enfin à l'Ouest au large du Chenoua entre -60 m et - 200 m de profondeur .

Ils sont caractérisés par la présence en moyenne de 70 % de sables et 30 % de graviers. Ces sables se trouvent toujours insérés entre des graviers propres et des graviers envasés .

CONCLUSION

Les dépôts superficiels de la zone d'étude sont constitués par des sables fins le long de la côte avec extension limitée entre Fouka Marine et Chenoua .

Au niveau des embouchures des oueds « Beni - Messous, Mazafran et Nador » on note la présence des zones d'envasement précoces en fonction de la profondeur, ça pourrait être due en grande partie aux apports de ces cours d'eaux, mais ceci devrait être confirmé par l'analyse des argiles récoltés à terre.

L'extension d'une zone lithologique caractérisée par des graviers à l'Est de la baie d'El - Djamila, au large de la baie de Chenoua et entre Douaouda Marine et Bou - Ismaïl pourraient s'expliquer par la forte érosion du trait de côte due aux hydrodynamismes forts, cette première impression demanderait à être confirmée par des études hydrodynamiques des courants en surface et en profondeur d'une part et par l'étude climatique de cette région concernant le régime des vents d'autre part.

7. OCCUPATION DU LITTORAL

7.1. Introduction

La zone littoral présente de nombreux atouts socio-économiques, son occupation évolue proportionnellement avec le développement social et économique .

Dans cette étude, nous avons essayé d'identifier l'état de l'occupation de l'espace littoral sur une base d'analyse à plusieurs dimensions (démographie, tourisme, industrie et urbanisme). Puis nous exposerons les orientations et les perspectives d'aménagement recommandées par le S.R.A.T (Schéma Régional d'Aménagement du Territoire) suivit par une critique de la gestion de l'occupation du sol

Notons le manque des données aux niveaux des institutions locales et régionales concernées par l'aménagement du territoire et l'application des décisions prise a cet effet .

7.2. Démographie

Cette partie d'étude se propose de donner un aperçu global des différents aspects relatifs à la population des communes littorales de la baie de Bou - Ismaïl .

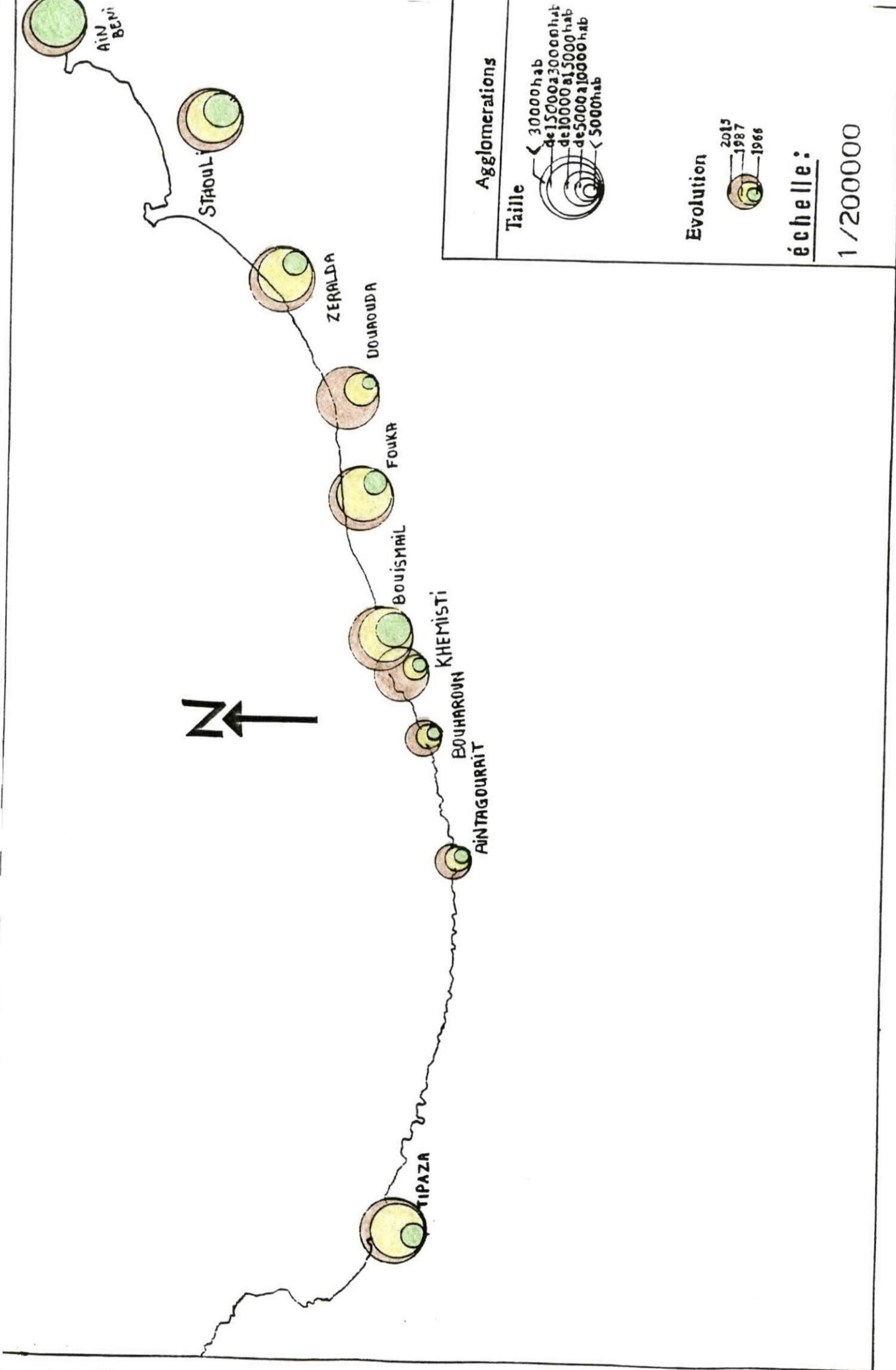
L'analyse s'est essentiellement basée sur les données de l'O.N.S (Office National de Statistique) lors de recensements de 1966, 1977 et 1987 complètes et estimé en l'an 2000 et 2015 (tableau n° 9) .

7.2.1. Evolution récente de la population (carte n° 13)

Entre 1966 et 1977 la population totale des communes littorales de la baie de Bou-Ismaïl est passée de 91 315 à 153 022 habitants, comparée aux rythmes de croissance moyenne enregistrée aux niveau national et régional, cette évolution s'avère assez impressionnante .

Le taux de croissance annuel moyen de la population résidente a atteint :

- 4,69 % entre 1966 et 1977 (contre 3,24 % du taux de croissance national et 3,5 % du taux de croissance régional),
- 3,59 % entre 1977 et 1987 (contre 3,08 % du taux de croissance national et 2,65 % du taux de croissance régional),
- Soit au total 4,14 % durant les deux dernières décennies (1966-1987), taux nettement supérieur à la moyen national « 3.15 % » et régional « 3,17 % » .



Carte n° 13: Evolution de la population par Commune

Communes et Daïra	Population 1966	Population 1977	Population 1995	Taux d'accroissement	
				66 / 77	77 / 87
Tipaza	7583	10840	15765	3.35	4.65
Cheraga	12149	22210	33407	5.78	1.74
Ain Benian	17407	29732	35775	5.05	1.42
Zeralda	7694	14653	20484	6.12	3.12
Staouali	10003	17443	23759	5.26	2.75
Fouka	9977	16710	26617	4.87	5.07
Douaouda	4726	8201	12806	5.28	4.55
Bou - Ismaïl	12163	18441	27386	3.97	3.81
Ain Tagourait	2719	4206	6673	4.11	2.37
Khemisti	4027	6504	9133	4.52	2.84
Bouharoun	2867	4082	5897	3.31	7.27
TOTAL	91315	153022	217702	4.69	3.59

Tableau n° 9 : Evolution de la population et le taux d'accroissement

Source : O.N.S

Deux facteurs essentiels peuvent être à l'origine de cette remarquable poussée démographiques : La promotion de Tipaza aux rang de Wilaya lors du dernier découpage administratif et sa proximité de la métropole d'Alger.

7.2.2. Perspectives d'évolution démographique (1995-2015) (Tableau n°10)

Dans cette étude nous ne présenterons et n'analyserons que globalement les résultats des projections (Fig. n° 15) .

Les projections indiquent que si, durant la période 1987 - 2000, la croissance démographique ne s'écarte pas trop des tendances passées, la population des communes littorales de notre zone d'étude était de 273 977 habitants en 1995 et atteindrait 385 900 habitants en l'an 2000 .

La population passerait alors presque au double par rapport à 1987 (soit au moins de 13 ans) et une multiplication par 4,2 par rapport à 1966 .

Si ces perspectives devaient se réaliser, la wilaya aurait à faire face durant les 5 années séparent 1995 - 2000 à une charge supplémentaire de l'ordre de 111 923 personnes représentant 40,8 % de l'effectif de 1995 .

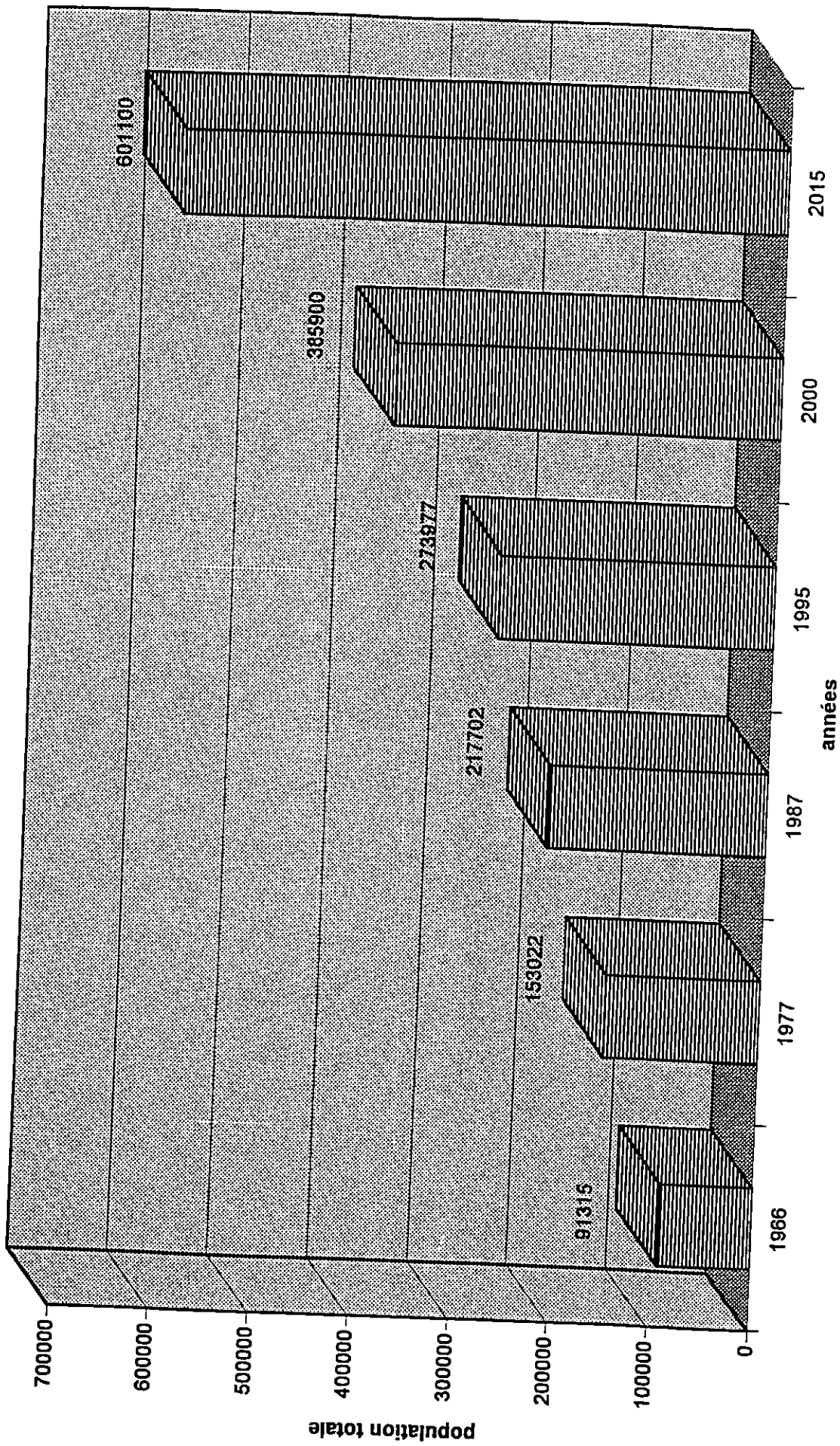


Fig n°15 : Evolution de la population totale

En supposons au delà de l'an 2000 un rythme de croissance de la population de 3 % par an (soit une croissance maintenue au seuil naturel avec un solde migratoire nul), nous obtenons dans nos projections une population de 601 100 habitants en l'an 2015.

Communes et Daira	Population 1995	Population 2000	Population 2015
Tipaza	19830	22300	34700
Cheraga	42043	62400	97200
Ain Benian	45022	75800	118100
Zeralda	25780	42300	65900
Staouali	29900	45700	71200
Fouka	33505	41500	64700
Douaouda	16117	21400	33300
Bou - Ismaïl	34466	41100	64000
Ain Tagourait	8399	9500	14800
Khemisti	11493	15600	24300
Bouharoun	7422	8300	12900
TOTAL	273977	385900	601100

Tableau n° 10 : Projection de la population

Source : O.N.S

7.2.3. Conclusion

La population actuelle connaîtrait une extraordinaire progression. Cela signifie que si aucune mesure ne sera prise à court terme pour modifier les tendances spontanées, l'élan pris sera tel que, même on imaginant au delà une fermeture des frontières de la wilaya, la population continuera à augmenter de manière préoccupante, du fait uniquement de son taux de croissance interne .

7.3. Tourisme

La baie de Bou - Ismaïl s'ouvre sur la côte Ouest d'Alger, son espace naturel est riche en potentialité touristique (mer, ruines et forêt). Elle constitue un pôle attractif pour les flux de tourisme venant de la région et des wilayates voisines, telle que la wilaya d'Alger, de Blida et de Ain Defla .

Avec le développement du tourisme moderne et pour satisfaire les besoins des touristes, plusieurs installations touristiques (Complexes touristiques, Hôtels, Fronts de mer et port de plaisance...) se sont réalisées.

7.3.1. Equipements et infrastructures (Tableaux n° 11 et 12)

L'implantation le long du littoral de la baie de Bou - Ismaïl des constructions et équipements touristiques pour les besoins de masses importantes des flux de touristes ont contribué en grande partie à l'occupation permanente du trait de Côte.

Selon l'E.N.E.T (Entreprise Nationale d'Etudes Touristiques) les capacités totales des infrastructures installés dans la baie de Bou-Ismaïl sont de 15 hôtels, 54 studios, 176 appartement 362 villas, 767 bungalows et 19 résidences .

Hôtels	Catégories	Localisation
Méditerranée	2 étoiles	Ain Benain
Sindbad	1 étoile	Tipaza
Chenoua	non classé	Tipaza
La Turquoise	non classé	Tipaza
El - Djamila	non classé	Ain Benian
Front de mer	non classé	Bou - Ismaïl

Tableau n° 11 : Les Hôtels de secteur privé

7.3.2. Les zones d'expansion touristiques (Z.E.T)

L'intérêt que revêt le littoral en tant que ressource touristique pour la wilaya de Tipaza apparaît à travers les options présent en vue de valoriser d'avantage ces potentialités.

Le schéma d'aménagement touristique qui a concerné la baie de Bou - Ismaïl a identifié 12 sites potentiels qui sont en mesure d'accueillir au total quelques 112 000 touristes (Tableau n° 13).

L'emplacement de la totalité de ces Z. E. T s'est effectué au détriment de la frange littorale ce qui a contribué en grande partie à la sur - occupation linéaire du trait de côte et l'accélération de son processus d'érosion (carte n° 14)

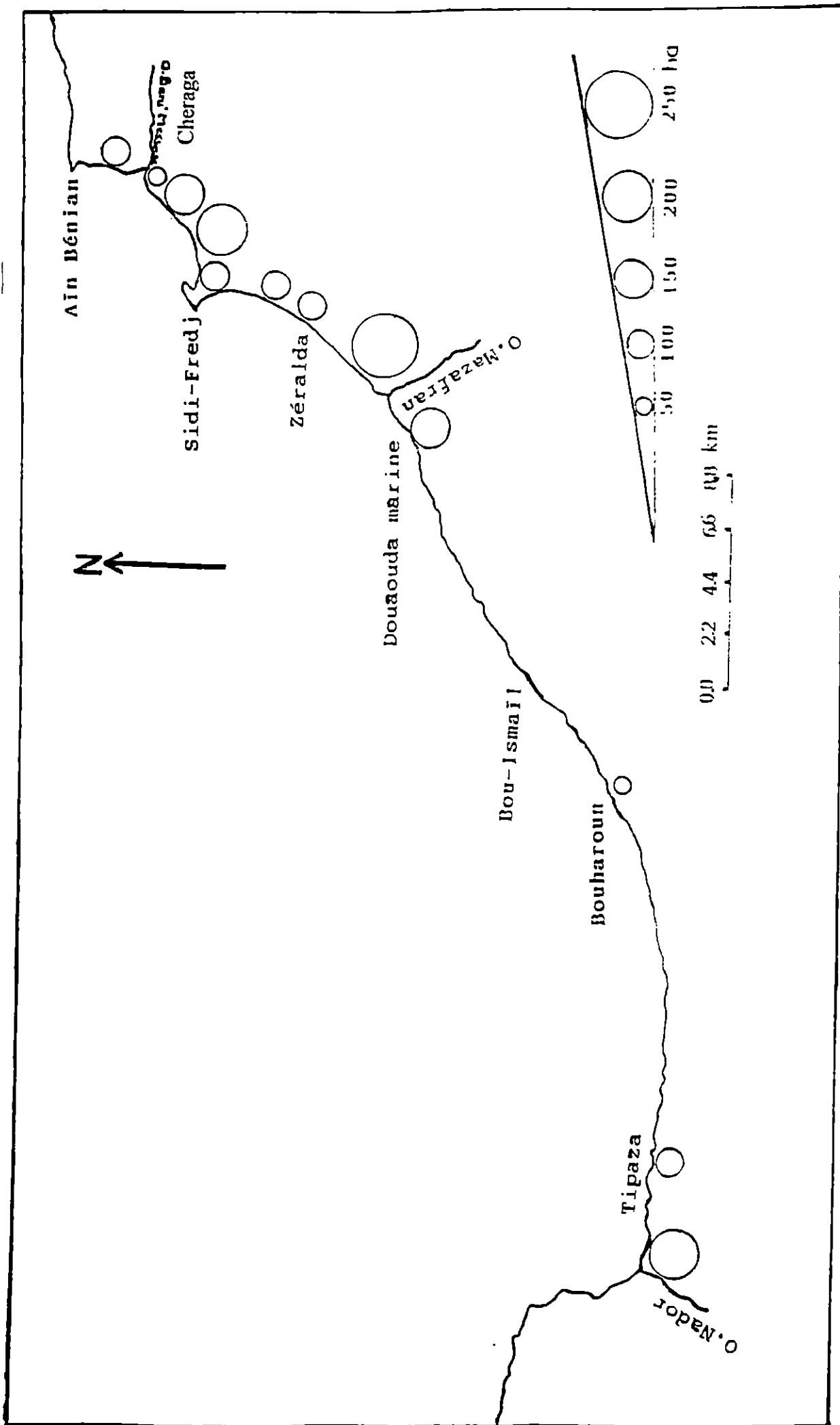
E.G.T	Hôtel	Villas	Bungalows	Studios	Appartements	Résidence	Capacités	
							Chambres	Lits
Sahel	1	109	50	--	14	19	939	1878
Club des Pins	--	215	--	--	--	--	--	1158
Sidi Fredj	3	--	--	54	162	--	1038	2079
Zeralda	3	38	80	--	--	--	1173	2388
Tipaza	2	--	637	--	--	--	1265	2402
TOTAL	9	362	767	54	176	19	4415	9884

Tableau n° 12: Les différentes infrastructures touristiques de secteur public

Source E.N.E.T

Identification « Z.E.T »	Localisation « commune »	Etendu « ha »	potentialités touristiques	contraintes particulières
La Fontaine	Ain Bentain	57	Plages (capacité Forêts baignade) plage (4.000)	Pollution Terres agricoles
Matares Chenoua	Tipaza	175	Plage (3.000) Ruines	Extension Chenoua Terres urbanisables
Colonel Haoues	Douaouda	150	Plage (14500).Parc. Mazafraan. Forêt	Pollution
Tipaza (C.E.T)	Tipaza	87.5	Plage (2.800) Forêt	Terres urbanisables
Sidi Fredj	Staouali	69	Plage (3.000).Forêt. Port	Terres urbanisables
Azur - Palm beach	Staouali	75	Plage (3500).Port	Terres urbanisables
Zeralda Est	Zeralda	93.5	Plage (20.000).Parc. Forêt. Mazafraan	Terres urbanisables Trafic routier
Zeralda Ouest	Zeralda	356	Plage (20.000).Parc. Mazafraan. Forêts	Pollution. Carrières. Décharge publique
Club des Pins	Chéraga	150	Plage (20.000).Parc. Mazafraan. Forêts	Terres urbanisables
Sahel	Staouali	188	Plage (9.000) C.E.T. Forêt. Port	Terres urbanisables
Boulharoun	Boulharoun	13	Plage (540). :Forêt	Terres urbanisables Relief
Chéraga plage	Chéraga	25	plage (2750).Forêt. Port	Pollution Terres agricoles

Tableau n° 13 : Zones d'expansion touristique identifiées
Source : O.N.A.T, 1985



Carte n° 14: Localisation des Z.E.T

7.3.3. Conclusion

La mise en place de ces sites potentiels comme le recommande l'E.N.E.T représentent la forme la plus opportune de l'occupation des terres au niveau du littoral pour maîtriser l'extension indésirable de l'urbanisation.

Cependant, il est important de préciser que l'opérationnalité de ces zones d'expansion touristique est subordonné à la définition préalable d'une stratégie d'aménagement touristique tenant compte de la fragilité de l'espace littoral, de son évolution et de sa gestion rationnelle. Cette stratégie doit évaluer toutes les contraintes que le littoral pourra subir avec l'aménagement de ces Z.E.T et de définir les voies et les moyens pour contourner les impacts néfastes avant et après leur mise en place et d'inclure cet aménagement partiel dans l'aménagement global de la frange littorale de la baie de Bou - Ismail .

Il convient pour cela de retenir dès à présent certaines normes et principes d'aménagement et de protection des zones d'implantation touristique :

- Aménagement en profondeur des terres pour limiter l'occupation linéaire ;
- Eloignement des parties dynamiques des côtes sableuse ;
- Préservation des sites naturels (espace dunaire) et culturels (ruine) .

7.4. Industrie (Tableau n° 14)

L'activité industrielle sur le littoral de la baie de Bou - Ismaïl ne connaît pas un développement important. Elle est constituée par quelques unités industrielles telle que l'E.M.A.C de Chéraga spécialisés dans la fabrication des chaussures et la maroquinerie et l'entreprise nationale de peinture (E. N.A.P) de Chéraga .

Entreprises	Activité	Unité de mesure	Production 1992
E.M.A.C / Chéraga	Chaussures	Paire	416.000 (1.812.000 / 94)
	Maroquineries	U	237.600 (188 000 / 94)
E.N.A.P / Chéraga	Peintures	Tonnes	16 000 (17000/94)
E.N. Djimas / Staouali	Jouets	K.D.A	17 000
SOPRAMAT / Douaouda	Buses	ML.	26000(54 000 ML/94)
	Parpaing		{ 39 000 pièces /94
E.A.M.W / Zéralda ex. KAN internationale	Meubles	K.D.A	23600 (1000 KDA / 94)

Tableau n° 14 : Infrastructures industrielles dans la baie de Bou-Ismaïl

K.D.A = 10 D.A

Source : O.N.S

7.5. Urbanisme

L'urbanisme constitue la forme la plus importante de l'occupation du rivage dans la baie de Bou - Ismaïl. Les premiers contours du réseau urbain de cette baie commençait déjà à se dessiner sous l'effet d'une multitude de facteurs et de contraintes exogènes et endogènes telle que :

- Sa proximité de la capitale;
- La persistance des flux migratoires;
- Le rôle à jouer dans le cadre régional vu sa situation géographique;
- Et le dynamisme économique et démographique observé au niveau des espaces attractifs .

7.5.1.L'état actuel de l'urbanisation

Dans notre zone d'étude, on distingue deux zones d'urbanisation différentes. La première zone s'étalant de Ain Tagourait jusqu'à Ain Benian à l'Est caractérisée par une urbanisation intense de trait de côte, la deuxième est comprise entre Ain Tagourait et Pointe de Four à l'Ouest caractérisée par une faible urbanisation .

- ZONE 1 :

C'est une zone fortement urbanisée composée de communes dense dont les Chefs lieux se trouvent proche les unes des autres et sont liées entre eux par un réseau routier important et intégré. Les agglomération de cette zone subissent les effets de l'extension de l'agglomération d'Alger .

Avec le développement important des activités (pêches, tourisme et agriculture) dont les 3 / 4 se concentrent dans cette partie, a favorisé la prolifération des habitats spontanés qui se constatent partout autours des agglomérations et des fermes .

L'obstacle du Sahel qui a limité l'extension des habitats et infrastructures vers l'arrière pays, a contribué à la consommation des terres agricoles limitrophes et l'urbanisation linéaire de la frange littorale .

- ZONE 2 :

C'est une zone moins touchée par l'urbanisation que la première. Tipaza constitue l'importante agglomération de cette zone, les habitats épars se concentrent essentiellement dans les terres agricoles, on note aussi l'existence des sites à l'état naturel sans aucune forme d'occupation .

7.5.2. Perspectives et Orientations d'aménagement

Les recommandations du SRAT Nord - Centre pour la baie de Bou - Ismaïl apparues dans le plan d'aménagement de la wilaya de Tipaza (PAW) de 1985 ont pour but d'organiser un aménagement spatial en tenant compte du degré de développement de chaque zone, de la croissance démographique et des caractéristiques du milieu naturel. Pour cela les perspectives et les orientations d'aménagement seront différentes .

- Zone à maîtriser :

Se situe à l'Est de la baie entre Ain Tagourait et Ain Benian. C'est une zone fortement urbanisée, l'extension de l'habitat, des activités et des équipements se fait au detriment des terres agricoles irremplaçables et de la frange côtière .

Les orientations du SRAT formulées pour cette zone visent a freiner la croissance démographique et impliquent de ce fait un développement sélectif de l'emploi; seules les activités liées à la population locale (agriculture, pêche et tourisme) seront autorisées à s'implanter dans les agglomérations de cette zone .

Les terrains urbanisables seront consacrés essentiellement à l'habitat, aux équipements et aux services destinés à satisfaire les besoins de la population à maintenir sur place.

Le S.R.A.T propose la maîtrise du développement des agglomérations ceinturées par les terres agricoles afin de préserver ces dernières.

Pour les agglomérations à vocation touristique et les agglomérations sous équipées, des mesures supplémentaires sont à envisager : Le remplacement de l'habitat précaire doit être prévu hors de ces agglomérations; par contre, les équipements touristiques, grands consommateurs d'espaces sont à prévoir pour les résidents et pour une clientèle extérieure importante .

Les terres agricoles des communes de cette zone qui sont proposées à l'extension d'Alger ont un potentiel agricole particulièrement faible et n'ont aucune possibilité de mise en valeur en irrigué et de ce fait, ne permettent pas une augmentation potentielle de la main d'œuvre .

Enfin, toute activité industrielle dans cette zone doit être prescrite

- Zone à organiser :

Située à l'Ouest de la baie entre Ain Tagourait et Tipaza. C'est une zone moins développée .

Les orientations du S.R.A.T pour cette zone exigent l'organisation de l'armature urbain en rapport avec le taux de croissance démographique naturel, ainsi que le regroupement des habitats dans des zones d'extensions préalablement étudiées. Ces zones doivent être situées loin des terres agricoles, des forêts, des maquis et les sites archéologiques .

- Les zones du supports :

Les contraintes spatiales que connaissent déjà certains agglomérations exigent la mise en œuvre d'une nouvelle politique de redistribution de la population. Elle consistera à diriger les excédents démographiques qui se dégageront d'ici l'an 2015 des zones saturées vers les zones disposant des possibilités d'accueil .

Les agglomérations sans possibilité d'étalement doivent se densifier ou transférer leur croît sur d'autres pôles d'ancrage. En effet, la méthode de répartition de la croissance démographique et le principe de développement des agglomérations consiste à les regrouper dans les zones qui ont un potentiel agricole particulièrement faible et qui n'ont aucune possibilité de mise en valeur .

Dans l'optique de soulager les zones fortement urbanisées, le S.R.A.T prévoit l'aménagement des nouveaux espaces urbanisables qui constitueront des points de support pour ces zones.

Au niveau de la baie de Bou - Ismaïl, on a deux zones de supports; une à l'Est dans la région de Mahelma, l'autre à l'Ouest dans la région de Sidi Rached .

La viabilité de ces zones consiste à la mise en place des moyens suffisants de liaisons et de communication, et le maximum de commodités, servitudes, équipement sanitaire et social ainsi que la sécurité et le respect des traditions de la populations .

7.6. Critique de la gestion de l'occupation du littoral

Le littoral, espace d'interaction entre la mer et la terre a besoin d'une planification qui consiste à limiter autant que possible son occupation linéaire.

Dans cet objectif, on note quelques critiques qui sont indispensables pour une meilleure gestion de la frange littorale.

Les orientations formulées par le S.R.A.T ont été élaboré avant l'adoption de la loi n° 90 29 du 1^{er} Décembre 1990 relative à l'aménagement et l'urbanisme.

De ce fait ces orientations sont basées essentiellement sur l'aménagement du territoire afin de solutionner les problèmes de la croissance démographique que connaissent certaines agglomérations .

L'aménagement des équipements touristiques dans certaines agglomérations de la zone à maîtriser risque d'aggraver la dégradation des sites naturels, donc il est jugé nécessaire d'éloigner ses infrastructures vers l'arrière côte dans le but d'atténuer les effets des contraintes que connaît le littoral .

On a constaté le long de la baie de Bou - Ismaïl la prolifération des habitats dans la périphérie des agglomérations à maîtriser et sur les sites à protéger ce qui nous amène à nous interroger sur le rôle des institutions locales dans l'application des modalités d'occupation formulées par le S.R.A.T après 11 ans d'applications .

Les décisions prises pour résoudre les problèmes posés dans la baie sont effectués aux niveaux des organismes nationaux qui méconnaissent le plus souvent la réalité du terrain .

7.7. Conclusion

La baie de Bou-Ismaïl connaît une croissance démographique impressionnante, elle est caractérisée par un taux de croissance nettement supérieur à la moyenne nationale. Les projections montrent l'importance de l'évolution démographique dans les prochaines décennies .

La gestion irrationnelle de l'espace touristique dans notre zone d'étude a induit une monotonie de la sur - occupation longitudinale du trait de côte et la dégradation des espaces dunaires vulnérables .

Les terres agricoles ceinturent la majorité des agglomérations importantes et les zones d'extension touristiques identifiées.

Cependant l'explosion urbaine incontrôlable et anarchique que connaît la baie de Bou - Ismaïl tend à s'accroître avec un rythme très important qui pourra engendrer l'envahissement des sites à potentialité touristique et agricole .

8. NUISANCES AFFECTANT LES ZONES COTIERES

8.1. Introduction

L'environnement côtier dans la baie de Bou - Ismaïl subit de graves atteintes : pollution, érosion et dégradation des espaces dunaires. Cela est dû à l'extension du cadre bâti, au piétinement des touristes et à la dégradation de couvert végétal des espaces dunaires .

Ces agressions du littoral se multiplient d'une façon préoccupante dans le temps et dans l'espace .

8.2. Pollution

On tenant compte de la vocation agraire et touristique de la baie de Bou - Ismaïl, la pollution côtière est causée principalement par les rejets des eaux usées domestiques, ainsi que la pollution par les eaux de ruissellement .

Notons que la pollution par les eaux usées industrielles est minime . Cela est dû à l'absence de grandes unités industrielles dans la région .

8.2.1. Pollution par les Eaux Usées Domestiques

Actuellement, les eaux usées domestiques des agglomérations du littoral véhiculées par tous les réseaux d'assainissement sont déversées directement dans le milieu naturel sans aucun traitement préalable dans la plus part des cas .

Ajoutant à cela tous les rejets sauvages d'eaux usées véhiculées par les oueds qui traversent les centres urbains .

L'estimation des volumes d'eaux usées domestiques rejetées chaque jour et par commune se fait par la formule suivante :

$$V = D \cdot P$$

V : Volume d'eaux usées domestiques

D : Dotation journalière par habitant

P : Population totale de la commune

Les résultats de cette estimation figurent dans le tableau n° 15 et la carte n° 15.

Le volume total des eaux usées domestiques rejetées par les communes côtières de la baie de Bou - Ismaïl est de l'ordre de 37 451 m³ / jour soit 13 669 615 m³ / an.

A partir de ce chiffre on constate l'importance de la pollution d'origine domestique dans notre zone d'étude.

En période estivale, les flux de vacanciers aggravent cette situation préoccupante.

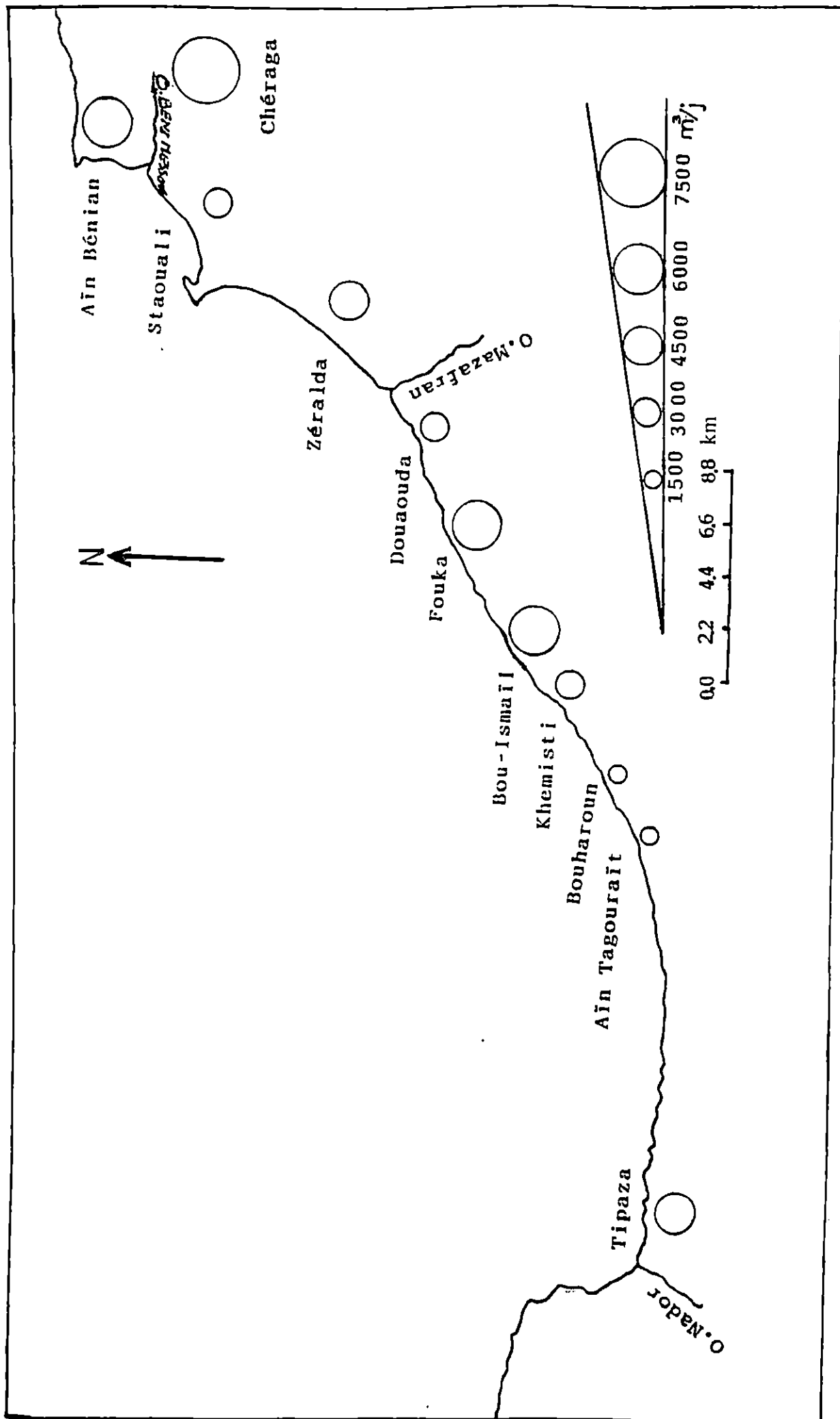
Communes	Dotation en L / J / H	Population (1995)	Rejet en m ³ / J
Tipaza	186	19830	3688,38
Ain Tagourait	53	8399	445,14
Bouharoun	157	7422	1165,25
khemisti	156	11493	1792,90
Bou - Ismaïl	138	34466	4756,30
Douaouda	137	16117	2208,03
Fouka	148	33505	4958,74
Zeralda	143	25780	3686,54
Staouali	106	29900	3169,40
Ain Benian	105	45022	4727,31
Chéraga	163	42043	6853,01

Tableau n° 15 : Estimation du volume d'eaux usées rejetées par commune

Rejet total : 37451 m³ / jours .

8.2.2. Pollution par les eaux de ruissellement

Les terres agricoles constituent la majeure partie des bassins versants du réseau hydrographique de la baie de Bou - Ismaïl. La nature des sols qui permet le lessivage de ses terres par les eaux de pluie, une grande quantité des engrais et des produits phytosanitaires utilisés pendant les campagnes agricoles (Tableau n° 16) est véhiculée par les eaux de ruissellements vers les cours d'eau côtiers qui se déversent en mer.



Carte n° 15: Volume des rejets d'eaux usées par commune

Types	Produits	Campagne 87 / 88 quantité	Campagne 88 / 89 quantité
Liquide « Litre »	Fongicides	10.669	5.000
	Herbicides	57.869	2.564
	Insecticides	98.338	31.020
	Divers	476.279	77.460
	TOTAL	643.125	116.044
Solides « KG »	Fongicides	1.462.062	807.457
	Herbicides	9.394	6.212
	Insecticides	187.745	6.912
	Divers	99.834	120.553
	TOTAL	1.759.035	1.447.394

Tableau n° 16 : Quantité en produits phytosanitaires reçue par la Wilaya durant les campagnes agricoles 87 / 88 et 88 / 89
(D'après l'annuaire statistique de l'Algérie O.N.S. 1991)

8.2.3. Traitement des eaux usées

Pour diminuer les incidences de la pollution d'origine domestique, cinq stations de traitement des eaux polluées (STEP) ont été réalisées dans la baie de Bou - Ismaïl. Ces stations se localisent à Tipaza, Zéralda, Staouali, Sidi-Fredj et Club des Pins . Actuellement, ces stations sont inopérantes sauf celle de Staouali

Les rejets en mer des polluants sans traitement préalable constituent une contrainte majeur à l'aménagement de certaines ZET. Afin de faire face à cette situation, les autorités prévoient de lancer à terme des projets d'envergure régional :

- La station d'épuration de Ain Benian qui traitera toutes les eaux usées du bassin versant de Oued Beni Messous,
- Un autre regroupement pour les agglomérations de Bou - Ismaïl,
- Une autre station qui traitera les eaux usées du bassin versant de Oued Nador .

8.2.4. Conclusion

Notons l'importance des rejets domestiques dans la baie de Bou - Ismaïl. Afin d'éviter ses incidences sur la santé publique, les ressources biologiques et le milieu marin, La mise en œuvre des STEP doit être faite dans les plus brefs délais. Il convient aussi de procéder à une étude d'impact sur le milieu pour chacun des projets retenus. Ceci se justifie par des mesures à prendre notamment en cas d'arrêt ou de mauvais fonctionnement des stations de traitement prévues .

8.3. L'érosion côtière et la dégradation des dunes

Les sites d'érosion qu'on peut localiser le long du rivage de la baie (plage Moretti, la plage Ouest de Sidi Fredj et le front de mer de Bou - Ismaïl) sont la

conséquence des constructions importantes (Hôtels, Complexes touristiques, port et habitations) sur les parties sensibles de la plage, ce qui a sérieusement perturbé son équilibre naturel. Les échanges entre le haut de plage et l'estran ne s'effectuent plus. Et l'arrachage des sédiments de la plage par les houles devient important .

Pour la protection des plages de Moretti et de Sidi Fredj, l'utilisation des techniques lourdes (épis, enrochements, murs de soutènement, etc...) ont aggravé la situation existante par l'augmentation de la concentration de l'énergie de la houle qui devient plus dégradante .






Le besoin important en matériaux de construction a provoqué la multiplication et la surexploitation des sablières. La sur - fréquentation touristique des espaces dunaires dans la baie de Bou - Ismaïl leur fait subir une dégradation impressionnante et continue.

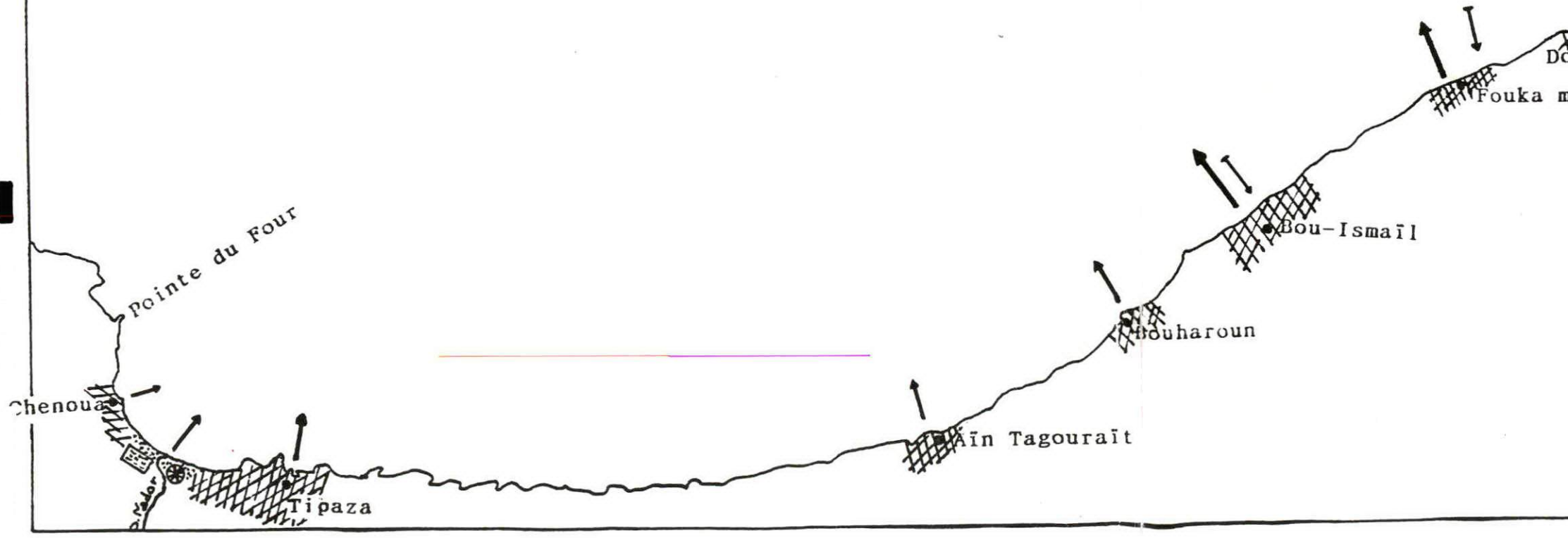
Selon l'inspection de l'environnement de la wilaya de Tipaza, il n'existe actuellement aucune sablière autorisée par l'état. Cependant l'extraction illicite du sable des dunes et des plages se poursuit d'une façon préoccupante. Parmi les sites d'extraction du sable au niveau de la baie on a les espaces dunaires du Mazafran, les dunes de la baie d'El - Djamila et la baie de Chenoua .

8.4. Conclusion (carte n° 16)

La pollution dans la baie de Bou - Ismaïl est causée par les eaux usées domestiques et les eaux de ruissellement. Ces deux formes de pollution affectent les potentialités touristiques et naturelles de la baie, donc il est impératif de prendre des dispositions nécessaires pour diminuer leurs effets .

Le cordon dunaire de la baie est en voie de dégradation complète. Ceci est dû aux formes anthropiques implantées sur ses espaces vulnérables et à l'extraction illicite du sable .

-  Zone de forte urbanisation
-  Dégradation des espaces dunaires
-  Sablière
-  Zone d'érosion
-  Rejet d'eaux usées (en fonction de volume)



9. ORIENTATION GENERALE S ET PRINCIPES

D'AMENAGEMENT

L'environnement côtier est un espace spécifique qui présente ses caractéristiques et ses propres impératifs d'évolution. Dans ce contexte, l'analyse spatiale est un préalable à son aménagement; la concentration de la population; le regroupement des activités; la pression immobilière sont autant de facteurs qui imposent une gestion rationnelle de cette espace (carte n° 17)

Dans cet objectif, le bilan effectué dans la première partie nous a permis de proposer des actions et de formuler des orientations nécessaires pour préserver la vocation naturelle de la baie .

Sur le terrain, il faut agir en urgence pour la restauration des milieux dégradés et la protection des zones menacées, telle que la plage Ouest de Sidi Fredj, le front de mer de Bou - Ismaïl et les dunes de Mazafran. Pour cela , l'utilisation des techniques compatibles est nécessaire pour rééquilibrer ces espaces vulnérables

Il est aussi urgent d'effectuer un zonage interne de toute la frange côtière de la baie de Bou - Ismaïl pour une réaffectation intégrée des sols avec les principes de protection de l'environnement et les tendances d'évolution socio-économique dans la baie .

Les considérations théoriques que nous avons exposées concernant le rejet en mer des eaux résiduaires chargées d'agents polluants bactériens démontrent l'urgence des mesures sanitaires à prendre et celle à prévoir, comme la construction d'émissaires en mer, de manière à ce que le milieu marin et ses utilisateurs soient à l'abri de contaminations qui pourraient dans certaines circonstances être à l'origine d'atteintes graves à la santé publique.

On prévoit l'aménagement des émissaires pour collecter les eaux usées des petites agglomérations côtière (telle que Boumachouk et Ain Tagourait) qui ne nécessite pas l'installation des STEP qui sont très coûteuses. Ces émissaires assurent la diffusion des eaux usées dans le milieu marin afin de lui permettre de jouer son rôle auto - épurateur. Cela est nécessaire également en cas d'arrêt ou de mauvais fonctionnement des STEP.

Au plan administratif, la création d'un bureau d'études spécialisé en aménagement du littoral, afin d'effectuer un inventaire des ressources écologiques et biologique dans la baie et prévoir les conceptions et les méthodes nouvelles de l'occupation spatiale du littoral. Ce service contribue également à la mise en place des normes en matières d'urbanisme et la recherche des styles architecturaux cohérent, harmonieux et compatibles avec l'environnement côtier, ce bureau peut être basé au niveau de la wilaya de Tipaza .

On suggère la révision du plan d'aménagement de la wilaya de Tipaza (PAW) qui devra trouver le meilleur modèle qui puisse concilier en même temps les deux paramètres indispensables et indissociables de l'urbanisation dans la baie de Bou - Ismaïl : Le nombre des logements qui répond à une réalité sociale tangible et la qualité, qui répond au souci de préserver nécessairement la frange côtière .

L'organisation de l'occupation côtière doit rassembler les efforts de tous les services dépendants du Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Équipement du Logements et du Tourisme. En effet, ces services doivent avoir pour tâches de définir un cadre réglementaire et des instruments juridiques pour stipuler les modalités et les contraintes d'affectation des sols et d'implantation des activités.

10 . ETUDE D'UN SITE COTIER RESTREINT : BAIE DE CHENOUA

10.1. Localisation et occupation du site (carte n° 18)

La baie de Chenoua constitue la portion occidentale de la baie de Bou-Ismaïl, délimitée par la pointe du Four à l'Ouest et le phare du port de Tipaza à l'Est.

Elle s'étend sur 6,5 km de linéaire de côte, orientée NW-SE, soumise aux houles de secteur N330° à N120°, a pour coordonnée géographique

Longitude Est 2° 24' 35'' et 2° 26' 55''

Latitude Nord 36° 35' 09'' et 36° 37' 33''

Le rivage de la baie est caractérisée par une faible urbanisation, la partie occidentale présente des falaises plongeantes surplombée par la forêt du mont Chenoua. La plage connaît l'existence d'une série d'habitations, et des terrains aménagés pour le camping et les servitudes .

Le complexe touristique « Matares » se localise à l'extrémité Est de la plage. Les ruines romaines occupent la partie orientale de cette dernière. L'arrière pays est constitué par des terres agricoles qui ceinturent la plage de la baie .

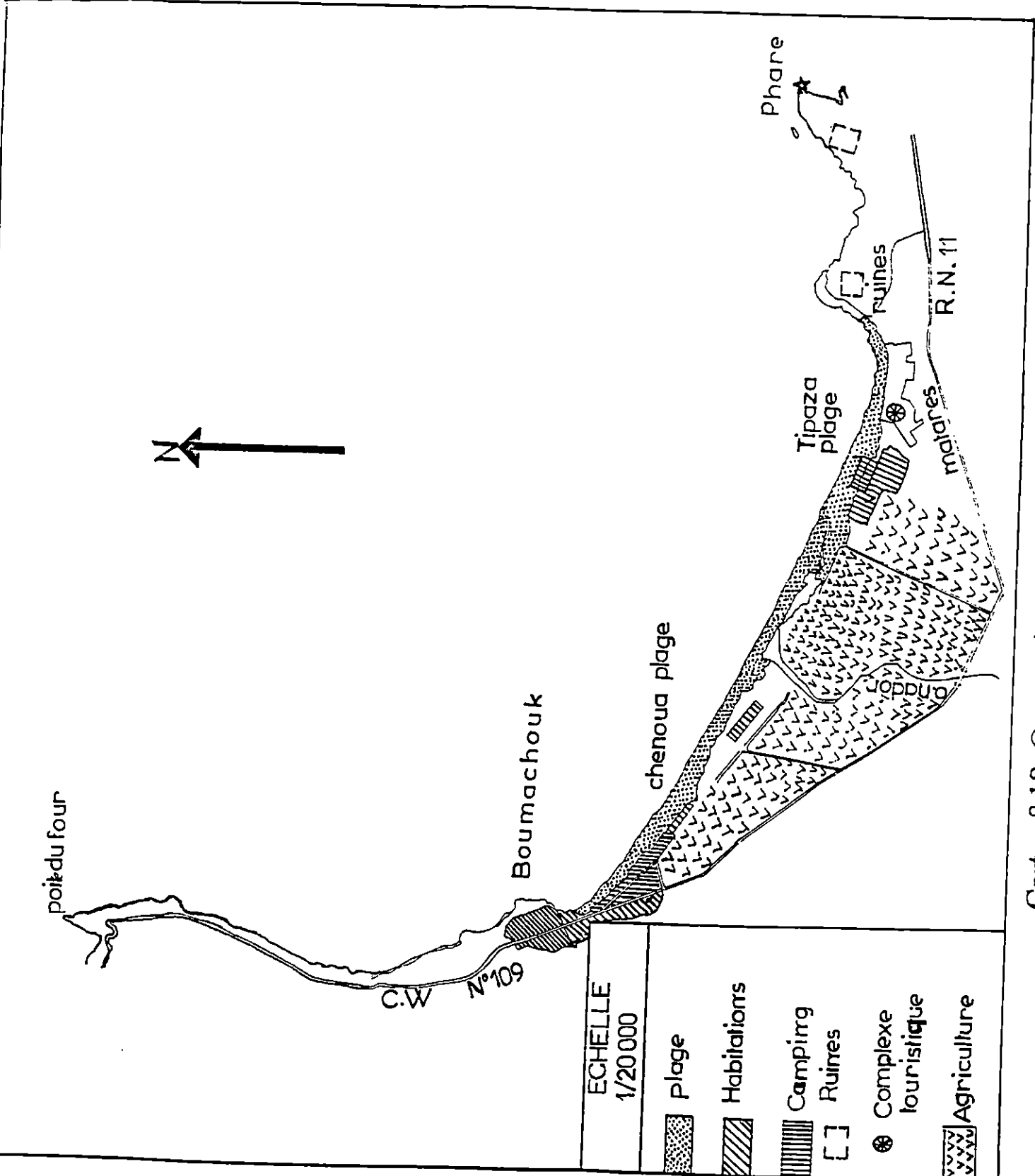
10.2. Bathymétrie

10.2.1. Introduction

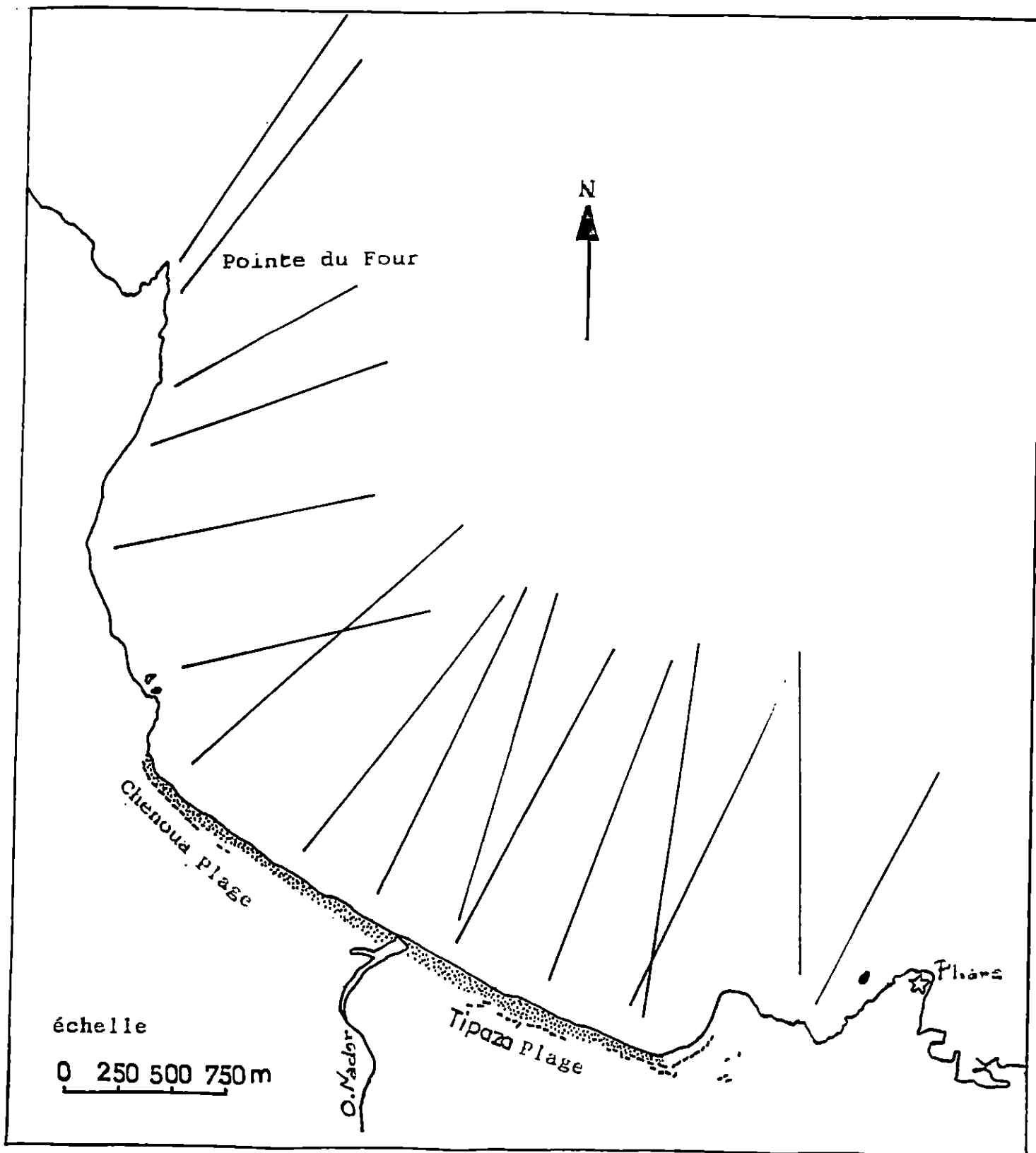
Pour l'étude bathymétrique, nous avons effectué deux missions océanographiques à bord du navire « IBTACIM » et de « EL-MORDJANE ».

Pour les profondeurs supérieures à 10 m, les travaux ont été effectués à bord du IBTACIM, entre la côte et 10 m de profondeur, nous avons utilisés EL MORDJANE, le positionnement des profils bathymétriques s'est effectué à l'aide du G.P.S (Global Position Système) (carte n° 19) .

Les relevés bathymétriques nous en permis d'établir une carte bathymétrique de la baie pour mieux comprendre la topographie sous marine, la morphologie côtière et de procéder à l'élaboration des plans de vagues .



Carte n° 18: Occupation du rivage



Carte n° 19: Localisation des profils Bathymérique

10.2.2. Topographie sous marine (carte n° 20)

Au niveau de la plage (secteur central de la baie), les isobathes sont presque parallèles à la côte avec une pente moyenne de 2 % .

A l'Est de la baie, les isobathes sont plus serrées en se rapprochant de la côte avec une pente plus forte de 2,4 %, à l'Ouest entre l'extrémité occidentale de la plage et pointe de Four les isobathes sont beaucoup plus serrées et rapprochées à la côte avec une pente très forte qui passe de 2,3 % à 4 % .

10.2.3. Morphologie côtière en profil

Pour étudier la morphologie côtière, on a effectués cinq profils topographiques au niveau de la baie (carte n° 20) .

La localisation de ces profils a été choisie selon les changements morphologiques du fond et les différentes ruptures de pente. Ils ont été réalisés avec un echosondeur amovible de type NAVICOM NF -180 .

- profil n° 1 : Situé plus à l'Ouest (en face du pointe du Four), ce profil dénote la présence de falaises plongeantes, puisque on passe au pieds de la falaise à plus de 12 mètres de fond. On note une rupture de pente à 16 mètres de profondeur et à 180 m de la côte. Puis vers le large le fond se poursuit par un profil régulier avec une pente faible de 0,5 % . (fig. n° 16) .

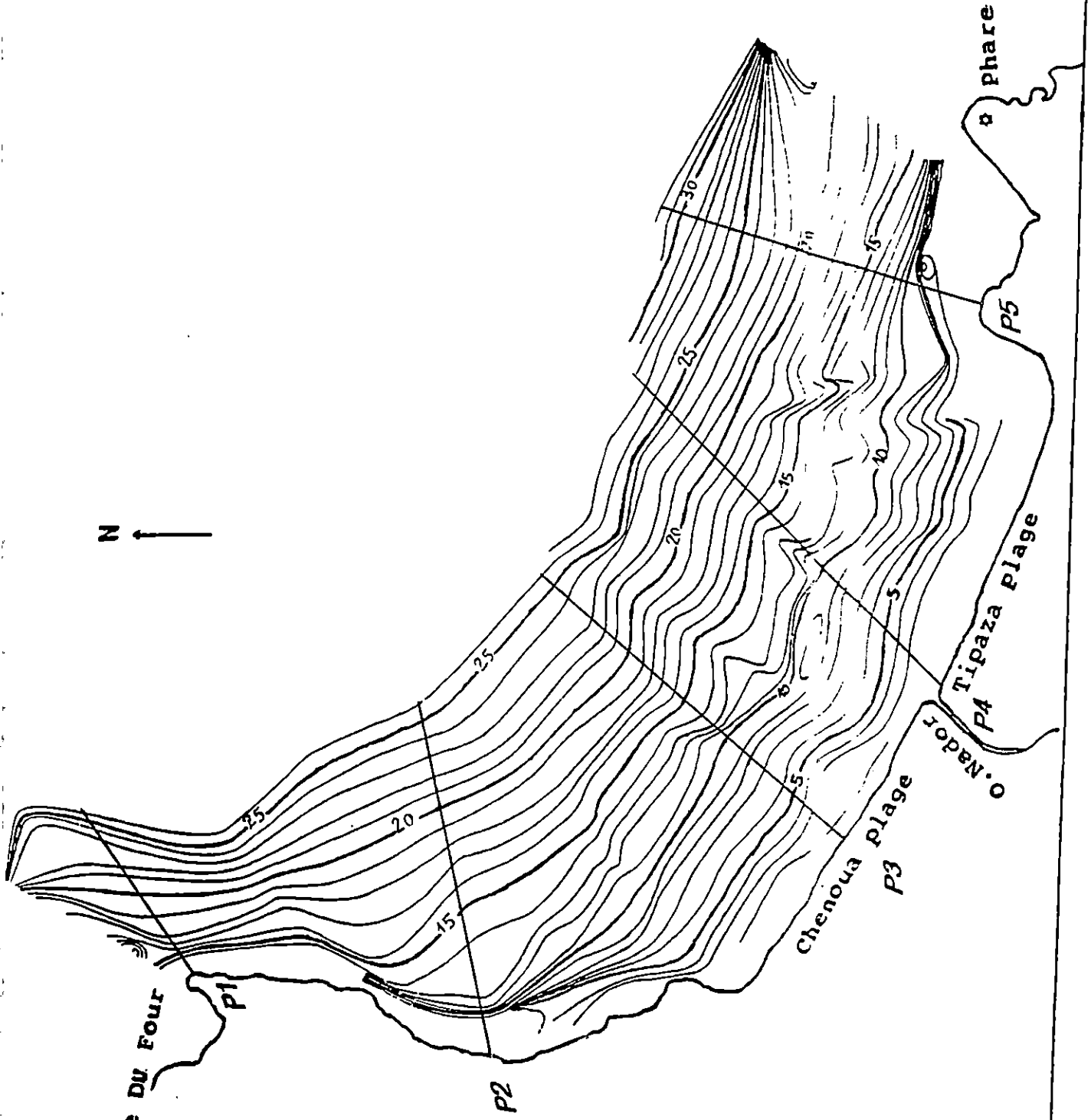
- profil n° 2 : Ce profil au pieds de la falaise, accuse 6 mètres de profondeur et se poursuit par un platier rocheux jusqu'à 9 mètres de profondeur où on note une rupture de pente situé à 210m du rivage et puis se poursuit régulièrement avec une pente de 1%. (fig. n° 16)

- profil n° 3 : Jusqu'à 11m de profondeur, ce profil présente une pente faible de 1,2 % ainsi on note la présence d'un platier rocheux à une distance de 650 m de la côte. Il se poursuit par un profil avec une pente de 1,2 % jusqu'a 25 m de profondeur (fig. n°16) .

- profil n° 4 : Beaucoup plus régulier que les profils précédent de 0 m à 27 m de profondeur, ce profil présente une pente faible de 1,5 % . (fig. n° 17)

- profil n° 5 : Il débute à 5 m de profondeur et se poursuit par un platier rocheux accidenté jusqu'à 13 m de profondeur .

Après cette profondeur le profil devient beaucoup plus régulier avec une pente de 1,7 % . (fig. n° 17) .



Pointe DU Four

P1

P2

Chenoua Plage
P3

O. Nador
P4
Tipaza plage

Phare
P5

N ↑

<p>ECHELLE 1/25000</p>	
<p>Légende</p>	
<p>— Isobathes</p>	<p>— Trait de côte</p>
<p>Ph: Profils Bathymétriques</p>	

Carte n° 20 : Carte bathymétrique de la baie de Chenoua

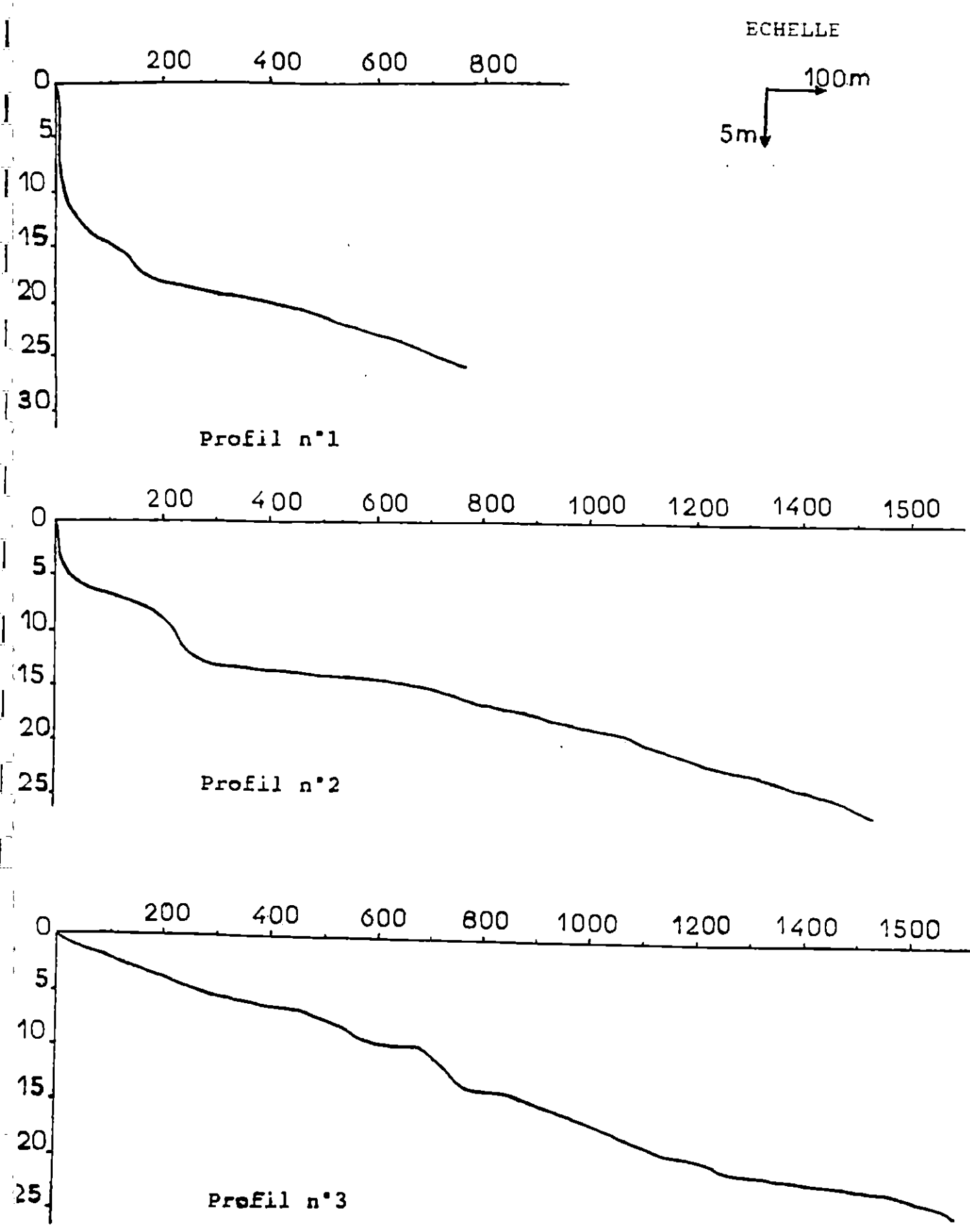
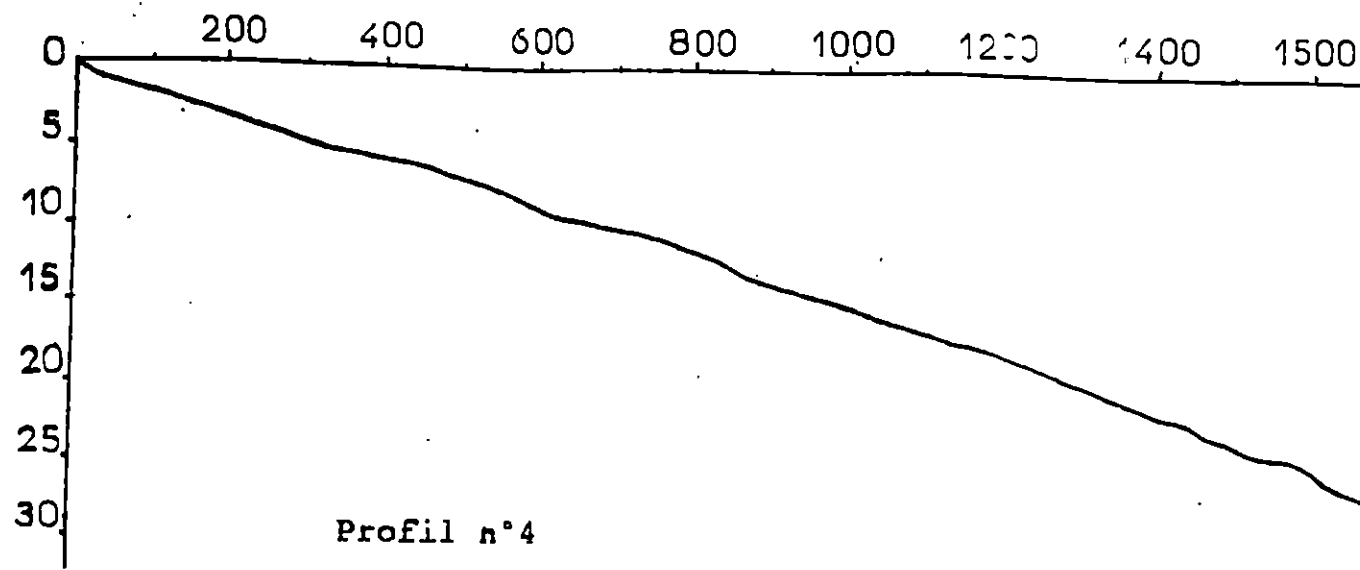


Figure n° 16 : Profils bathymétriques



ECHELLE
 100m
 5m

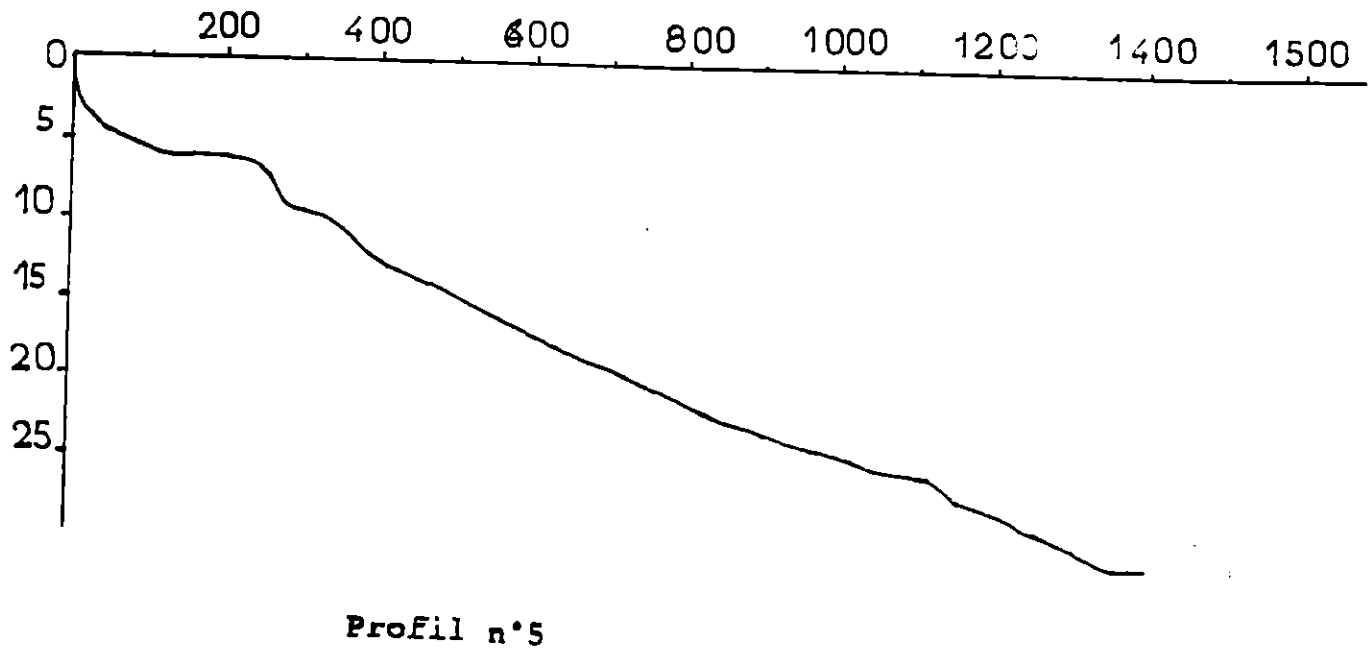


Figure n°17: Profils bathymétriques

10.2.4. Plan de vague

Le tracé a été effectué sur une carte bathymétrique à l'échelle 1/10.000 puis présenté après réduction à l'échelle 1 / 25.000 pour les directions Nord, Nord - Est et Est. Les plans de vagues sont établis à partir d'une longueur d'onde au large $L_0 = 100$ mètres, et d'une période $T = 8$ secondes en appliquant la formule suivante :

$$L_0 = (g / 2 \cdot \pi) \cdot T^2 = 1,56 T^2$$

$$g = 9,81 \text{ m / s}^2 \text{ (pesanteur)}$$

$$\pi = 3,14$$

Ainsi, qu'à l'abaque de la figure n° 18

A - Plan de vague de direction Est (carte n° 21)

Du phare à l'embouchure de l'Oued Nador, les orthogonales atteignent la côte avec un écartement de 4 à 6 fois plus que celui du large, ce qui indique la faible érosion engendré par ces houles dans ce secteur .

De l'embouchure de l'Oued Nador jusqu'à la limite Ouest de Chenoua Plage, la distance entre les orthogonales est relativement identique avec des séparations vers la côte de 3 fois plus que celles au large, ce qui indique aussi la faible érosion dans Chenoua Plage .

De la limite Ouest de Chenoua Plage jusqu'à pointe du Four, les orthogonales arrivent perpendiculaires à la côte (attaque frontale) avec une distance entre elles relativement identiques que celles au large, ce qui témoigne de la faible réfraction de la houle. Cette dernière conserve pratiquement son énergie qu'elle déploie en force au contact de la falaise. C'est ce processus qui semble être à l'origine de l'érosion de ce versant côtier .

B - Plan de vague de direction Nord-Est (carte n° 22)

La concentration de l'énergie de la houle (érosion) est visible en face des ruines Romaines, l'embouchure de l'Oued Nador, au centre de la plage Chenoua et la côte rocheuse à l'Ouest de cette dernière .

On note une divergence des orthogonales en face du complexe touristique Matares et à l'extrémité Ouest de la plage Chenoua. Cependant dans les autres points de notre zone d'étude, la distance entre les orthogonales est relativement identique que celle au large .

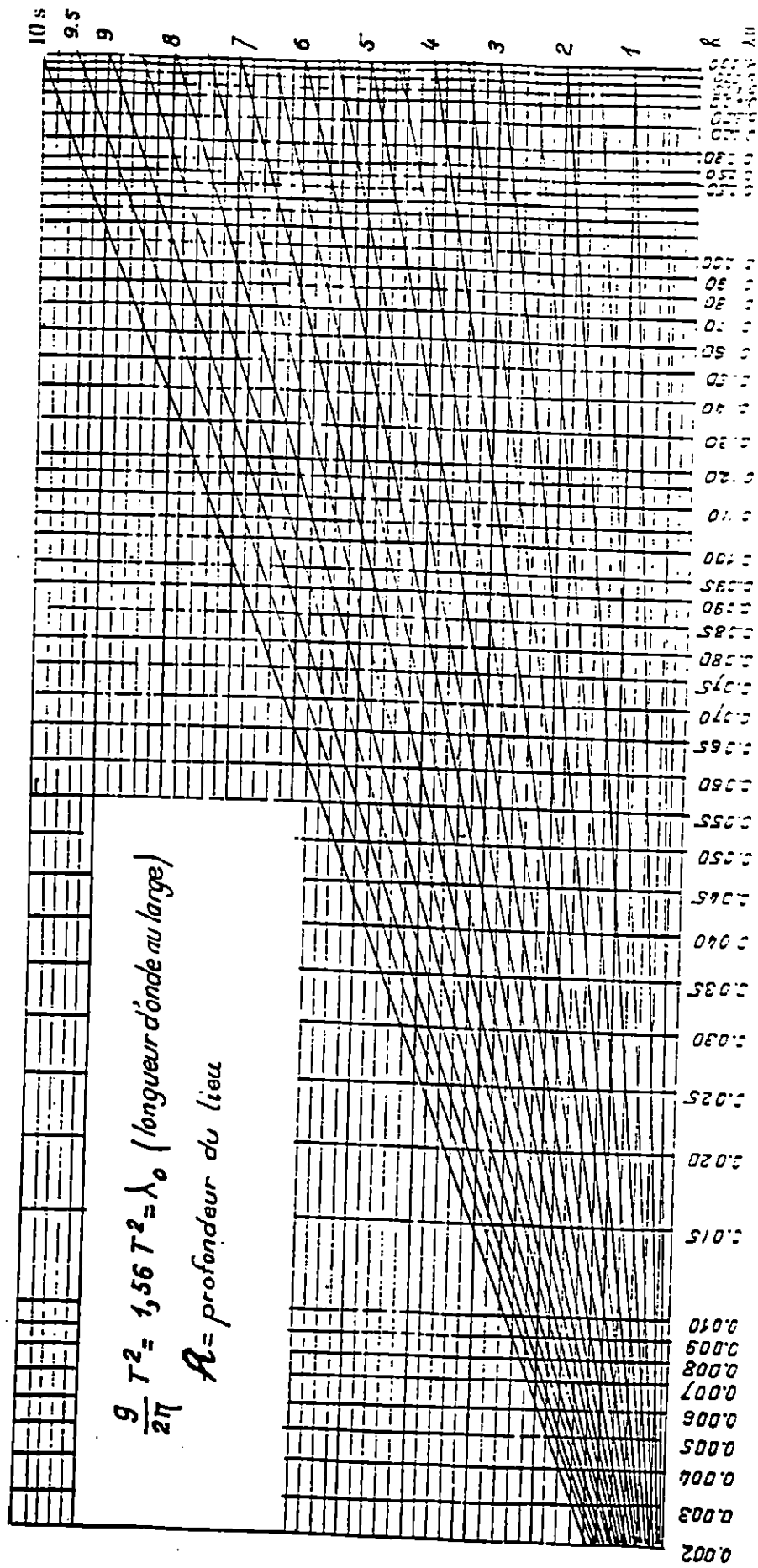
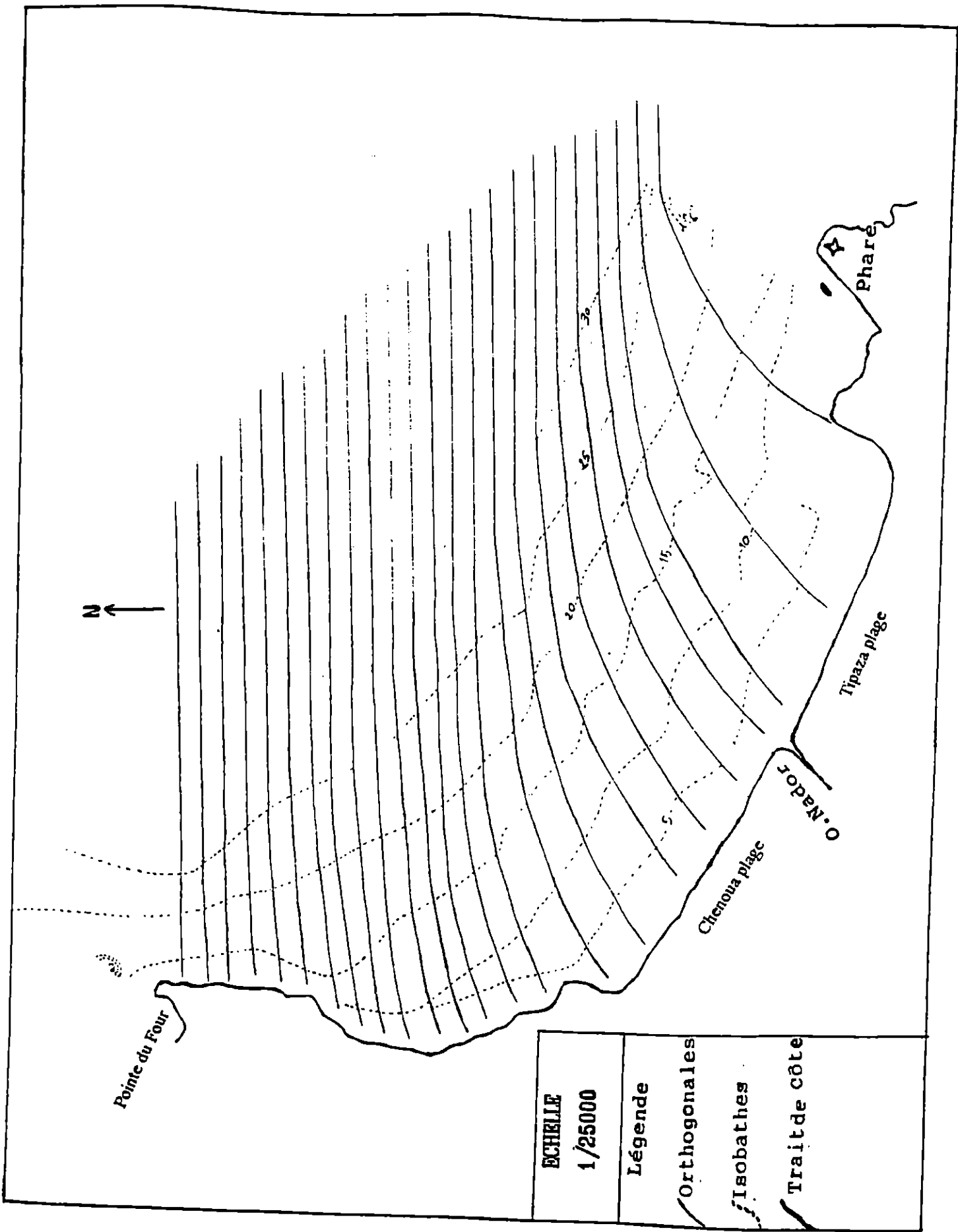
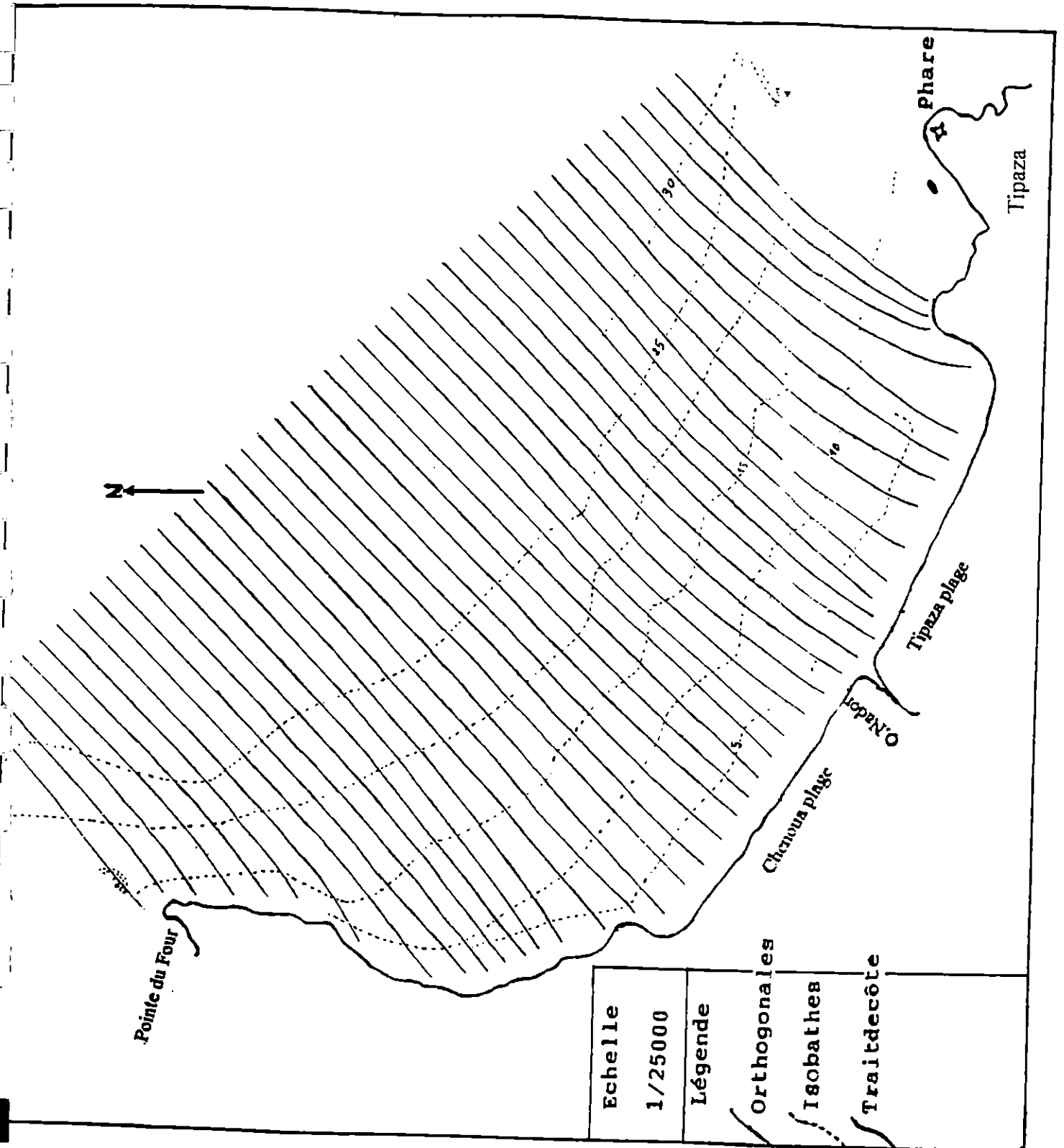


Figure n 18: Abaque pour le tracé d'un plan de vague



Carte n° 21 : Plan de vagues (direction Est. n° 110.0)



Carte n° 22: Plan de vagues (direction Nord-Est, période 8 s)

C - Plan de vague de direction Nord (carte n° 23)

On note une alternance de zones de convergence et de divergence le long de la baie .

De pointe du Four jusqu'à l'Oued Nador il y'a divergence des orthogonales. En face de l'Oued Nador, les ruines Romaines et certaines parties de Tipaza Plage, les orthogonales convergent (érosion) .

10.2.5 Conclusion

La topographie sous-marine de la baie de Chenoua présente des fonds réguliers avec une pente moyenne de 2% au niveau de la plage. Cependant la côte rocheuse est caractérisée par des fonds accidentés avec des pentes fortes (environ 4%) .

Les houles de l'Est ont une direction presque tangente à la cote, ce qui favorise le transit littoral des sédiments. Par contre les houles de direction Nord et Nord-Est attaquent frontalement la côte et provoquent une dispersion des sédiments vers le large sous l'effet du courant de retour .

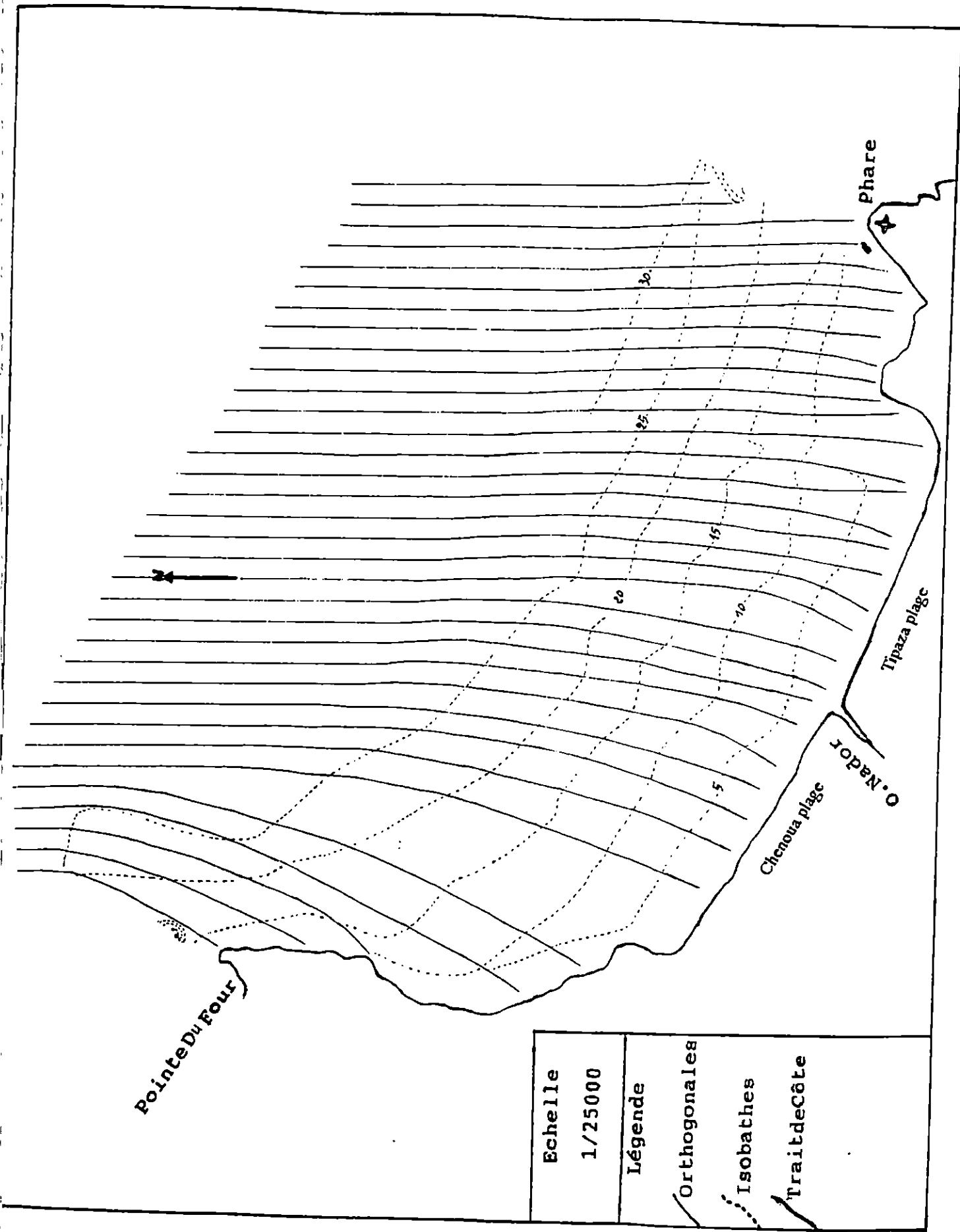
10.3. Approche sédimentaire

10.3.1. Introduction

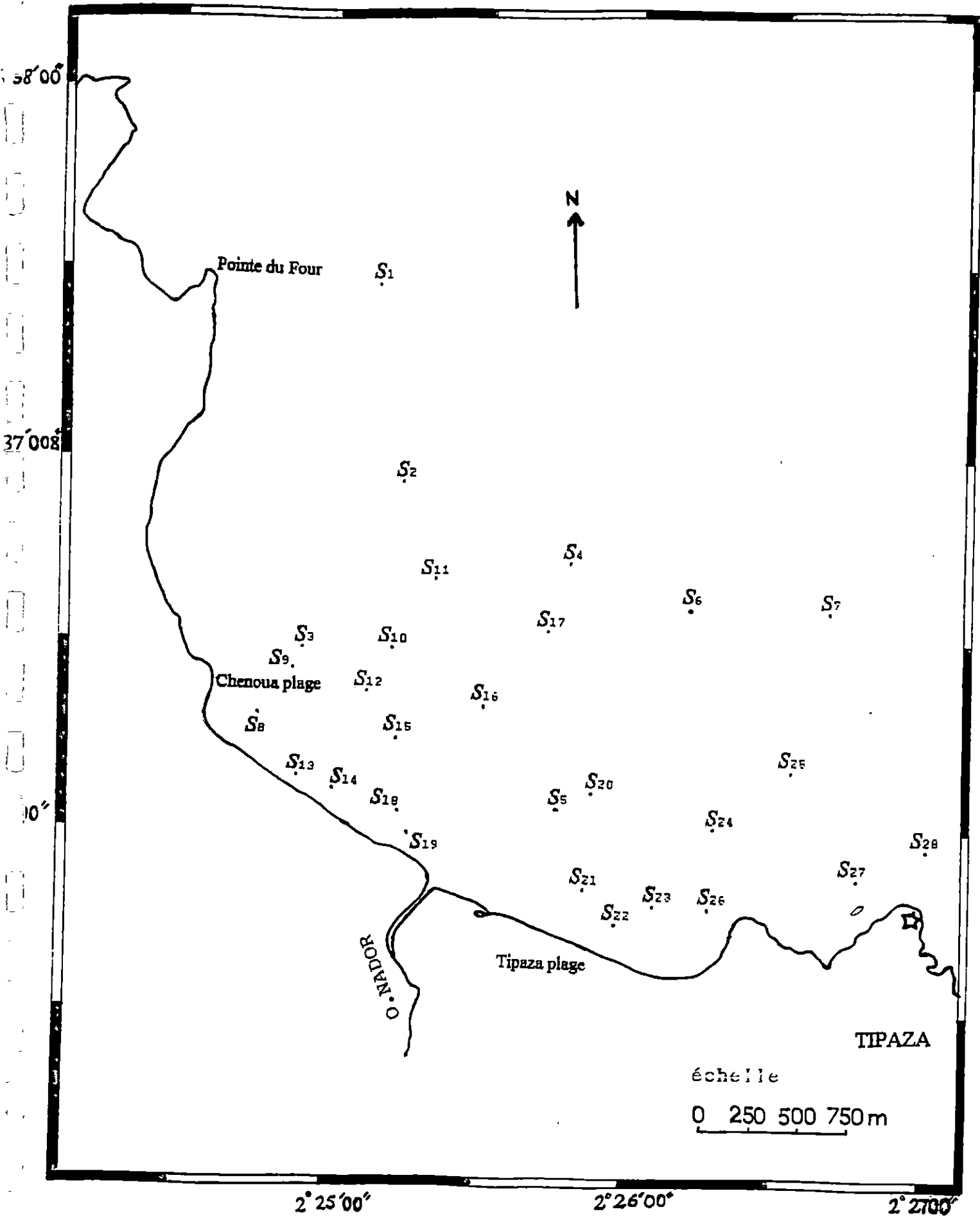
L'étude sédimentologique permet de solutionner des problèmes géomorphologiques ou géologique (A. PISSART, 1959) et servir de support aux études hydrodynamiques pour pouvoir indiquer le milieu de provenance, de séjour, ainsi que la direction et le mode de transport des sédiments .

Vingt huit échantillons sédimentaires ont été prélevés à l'aide d'une benne preneuse de type « VAN VEEN » (carte n° 24). L'étude de ces sédiments au laboratoire s'est faite suivant trois approches :

- Une étude granulométrique
- Une étude calcimétrique
- Une étude morphoscopique



Carte n° 23: Plan de vagues (Direction Nord, période 8 s)



Carte n°24 : Positionnement des stations de prélèvements
de sédiments

10.3.2. Granulométrie

Elle permet de déterminer la fraction sableuse dominante et sa répartition .

A - Méthodologie

C'est la série des tamis de type AFNOR qui a été utilisée avec tout le protocole correspondant (fig. n° 19)

B - Exploitation des résultats :

a / Le mode

La représentation graphique en courbe cumulative et histogramme de fréquence des résultats granulométriques, permet de mettre en évidence dans un même échantillon la dominance d'une ou plusieurs fractions qu'on appelle couramment les modes .

RIVIERE (1977) distingue trois courbes :

- Courbe unimodale : où l'on note la dominance d'un seul stock sédimentaire (fig. n° 20),
- Courbe bimodale : où l'on note la dominance de deux stocks sédimentaires (fig. n° 21),
- Courbe plurimodale : où l'on note la dominance de plusieurs stocks sédimentaires.

b / Carte des pelites

L'évaluation de la fraction fine, inférieur à 40 μm dans chaque prélèvement sédimentaire nous a conduit à établir une carte des pelites.

c / Carte des médianes (Q 50)

Représente le diamètre du grain moyen. La médiane est tirée de la courbe cumulative, elle correspond à l'abscisse qui à pour ordonnée la valeur 50 %. Les valeurs obtenues varient entre 132 μm et 970 μm .

d / Carte du décile supérieur (P 90)

Ce paramètre est tiré de la courbe cumulative, il correspond à la taille du grain dans l'ordonnée est 90 %. Il marque les zones de dynamisme maximal. Les valeurs obtenues varient entre 226 μm et 430 μm .

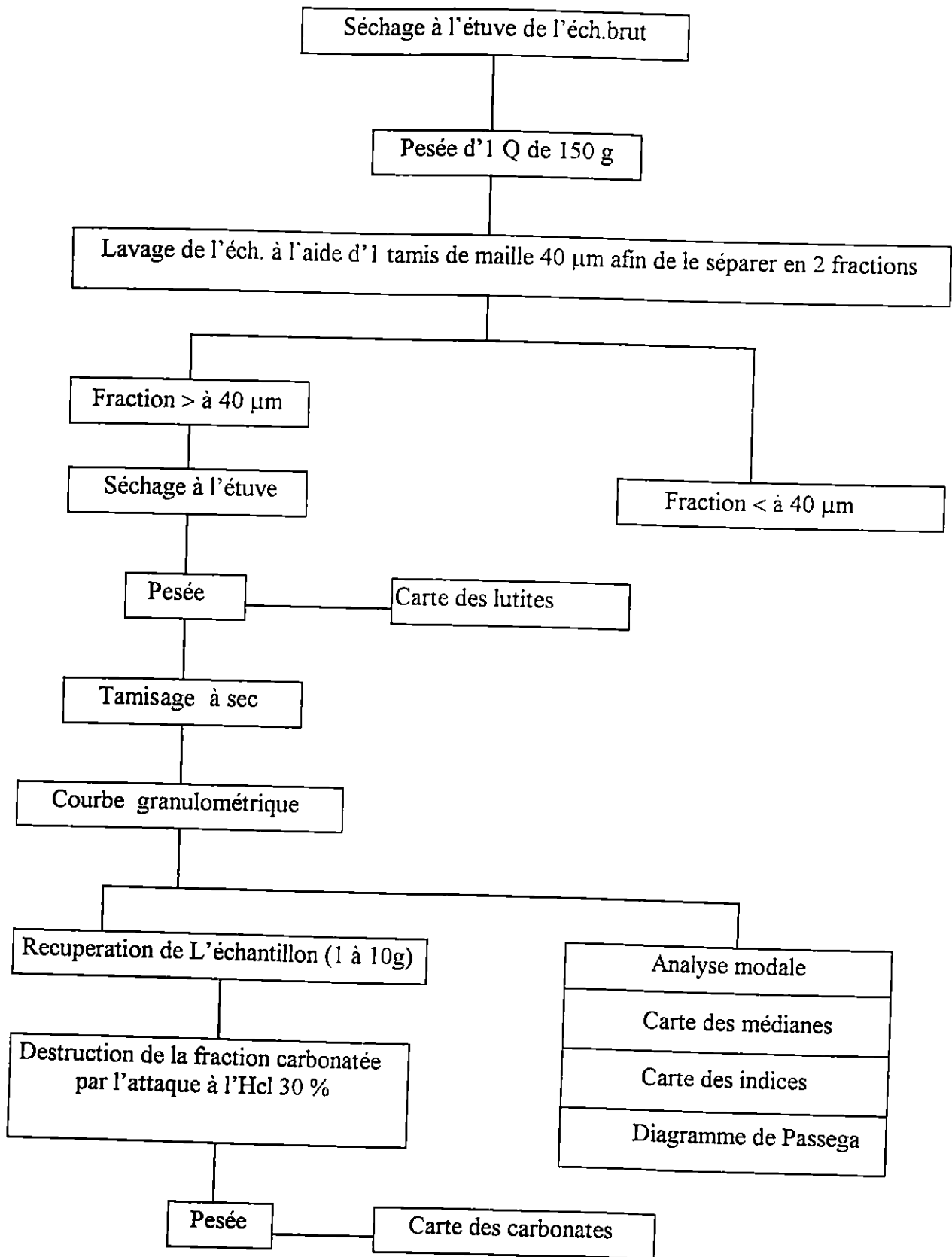


Fig. n°19 : Méthode de traitement des sédiments

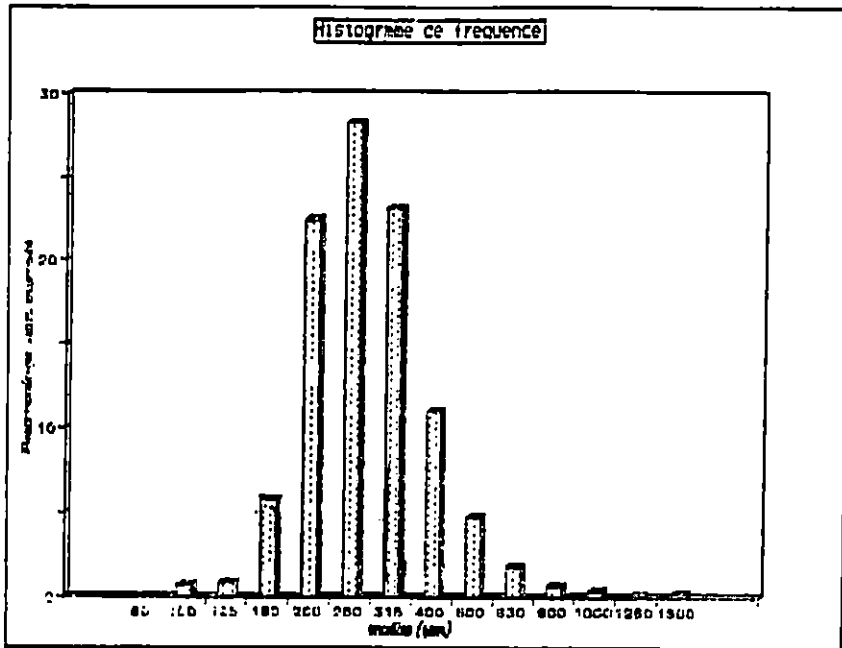


fig. n° 20 : Courbe unimodale

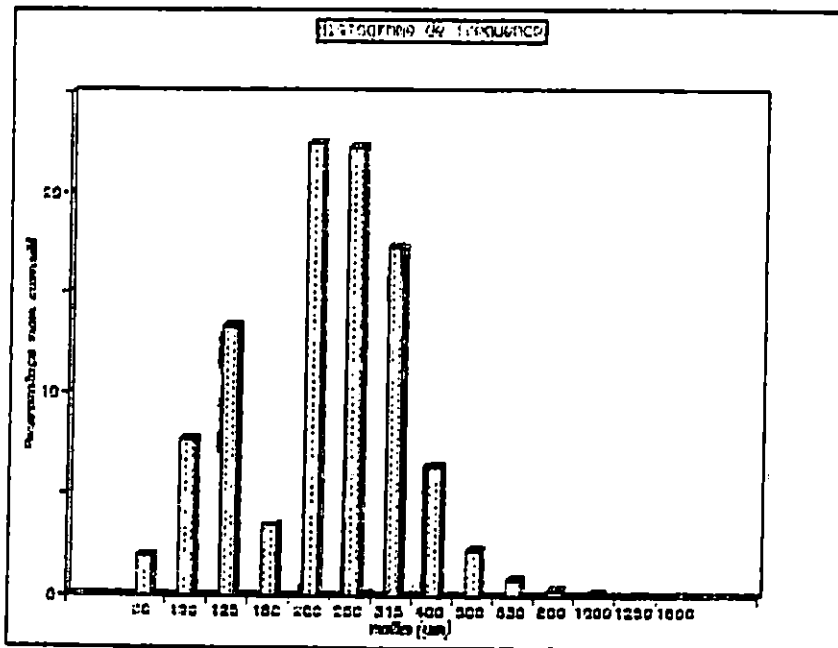


fig. n° 21 : Courbe bimodale

e / Carte du décile inférieur (P10)

Il est tiré de la courbe cumulative, il correspond à la taille du grain dans l'ordonnée est 10 % . Il marque les zones de dynamisme minimal. Les valeurs obtenues varient entre 90 µm et 610 µm .

f / Le classement S_0 (Sorting de Trask)

$$S_0 = (Q_{75} / Q_{25})^{1/2}$$

Q_{75} : l'abscisse dont l'ordonnée égale à 75 %

Q_{25} : l'abscisse dont l'ordonnée égale à 25 %

TRASK (1930) à proposé les limites suivantes :

$S_0 < 2,5$ sédiment très bien classé,

$2,5 < S_0 < 3,5$ sédiment normalement classé,

$3,5 < S_0 < 4,5$ sédiment assez bien classé,

$4,5 < S_0$ sédiment mal classé .

Cet indice indique la dispersion des tailles par rapport à la taille moyenne de l'échantillon (CHAMLEY, 1987) .

g / Coefficient d'asymétrie (SK)

$$SK = (Q_{75} - Q_{25}) / (Q_{50})^2$$

$SK > 1$ asymétrie du côté grossier,

$SK < 1$ asymétrie du côté fin .

Cet indice indique le tri du sédiment par rapport à la médiane, il informe sur l'homogénéité et l'évolution du sédiment (déficit ou enrichissement en fraction pélitique) .

h / Facteur hydrodynamique

Ce facteur est donné par la formule :

$$FH = \Phi_{95} - \Phi_{75} / 2,44 (\Phi_{75} - \Phi_{25}) - (\Phi_{75} - \Phi_{25}) / 2$$

Les unités Φ sont des logarithmes de base 2 de l'inverse des dimensions des

particules (mm). THOMASSIN (1973) a proposé une échelle pour le FH :

$FH > 2$ hydrodynamisme très fort

$2 > FH \geq 1$ hydrodynamisme fort,

$1 > FH \geq 0,5$ hydrodynamisme moyen,

$FH \approx 0$ hydrodynamisme faible,

$FH \approx -1$ hydrodynamisme très faible .

i / Diagramme de PASSEGA

C'est un test granulométrique qui permet d'établir la liaison entre la taille du grain et son mode de transport. Il est obtenu à partir des valeurs logarithmiques de la médiane « abscisse » et du percentile supérieur « en ordonnée » .

La répartition des points obtenus sur un « Diagramme de Passega » nous met en présence des modes de transport suivants :

- Suspension uniforme,
- Suspension graduée (suspension classée sans roulement),
- Transport par charriage (saltation et roulement),
- Suspension pélagique.

C - Résultats et interprétation

a / Les modes (fig. n° 22) (carte n° 25)

Sur les vingt et un échantillons prélevés, deux ont une courbe unimodale et dix neuf ont une courbe bimodale, ces derniers échantillons témoignent d'un mélange sédimentaire .

Le mode le plus fréquent jusqu'à -7m est de $200\mu\text{m}$ (carte n° 26), le mode $100\mu\text{m}$ domine à l'Ouest de l'Oued Nador à des profondeurs comprise entre -7 et -12 m (carte n° 27) au delà le mode $125\mu\text{m}$ domine (carte n° 28). En face de pointe du Four le mode $800\mu\text{m}$ domine (carte n° 29).

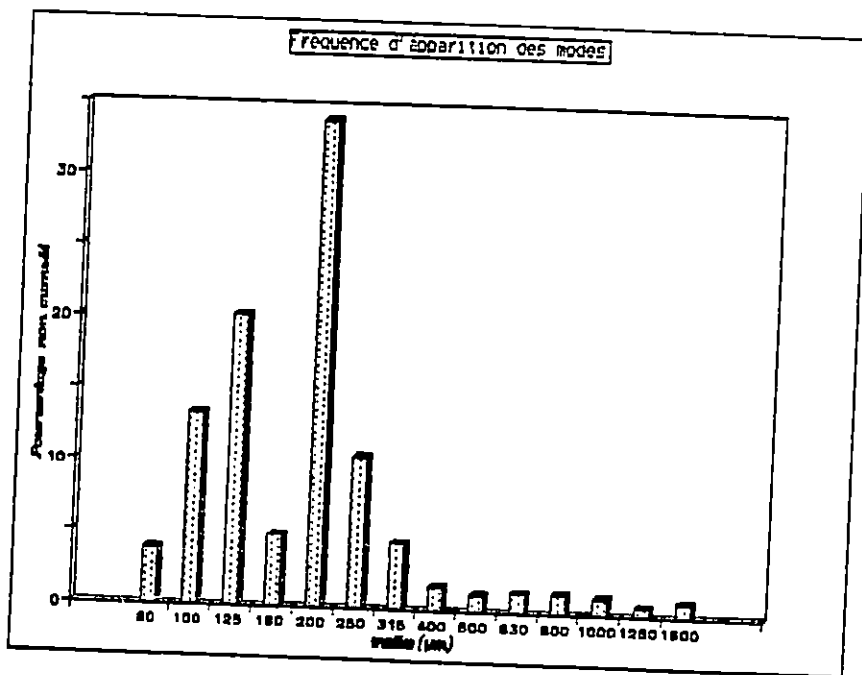
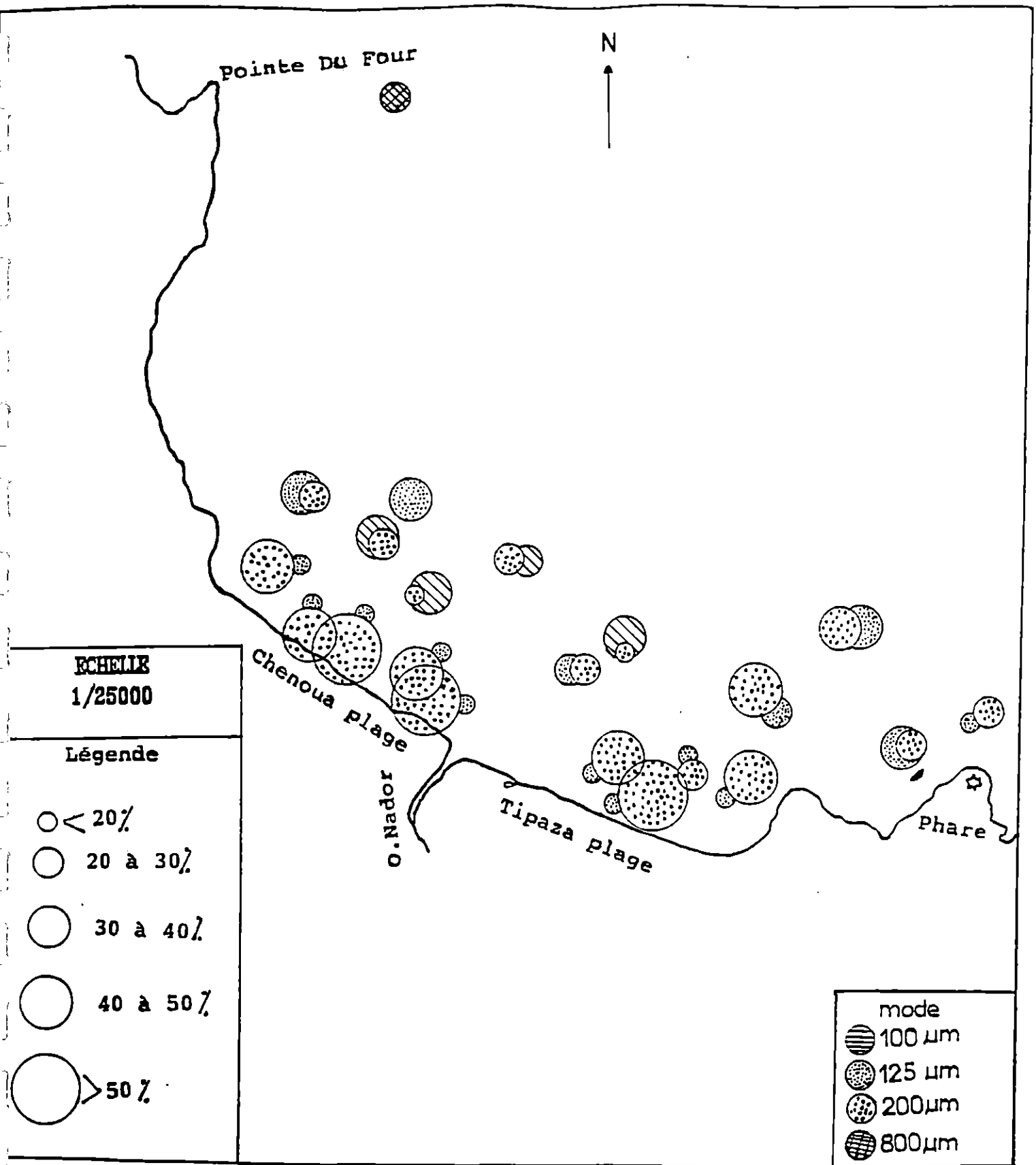
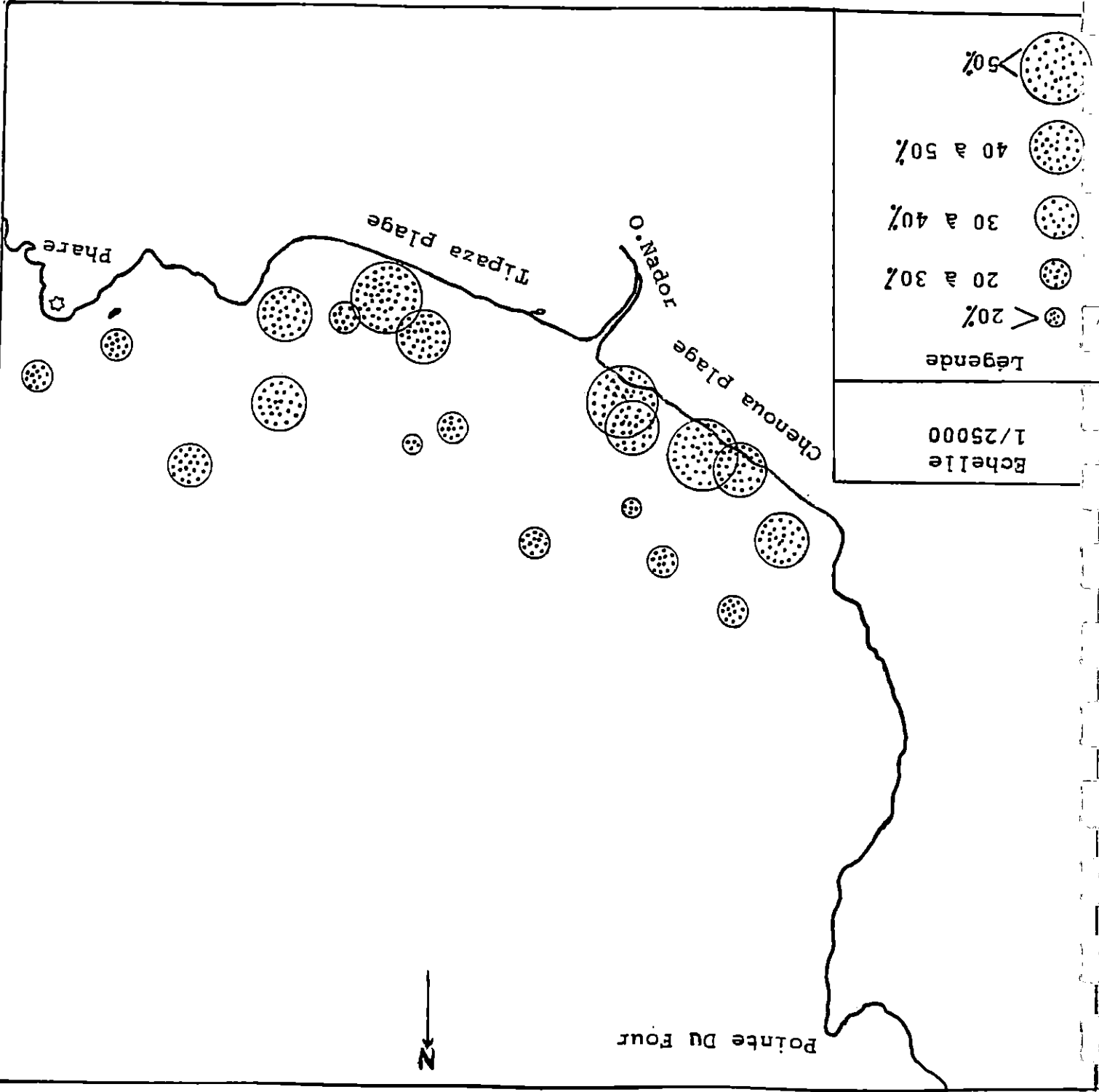


fig. n° 22



Carte n° 25: Répartition des mélanges des modes

Carte n° 26 : Repartition de mode 200 microns



Echelle 1/25000

Légende

<math>< 20\%</math>

20 à 30%

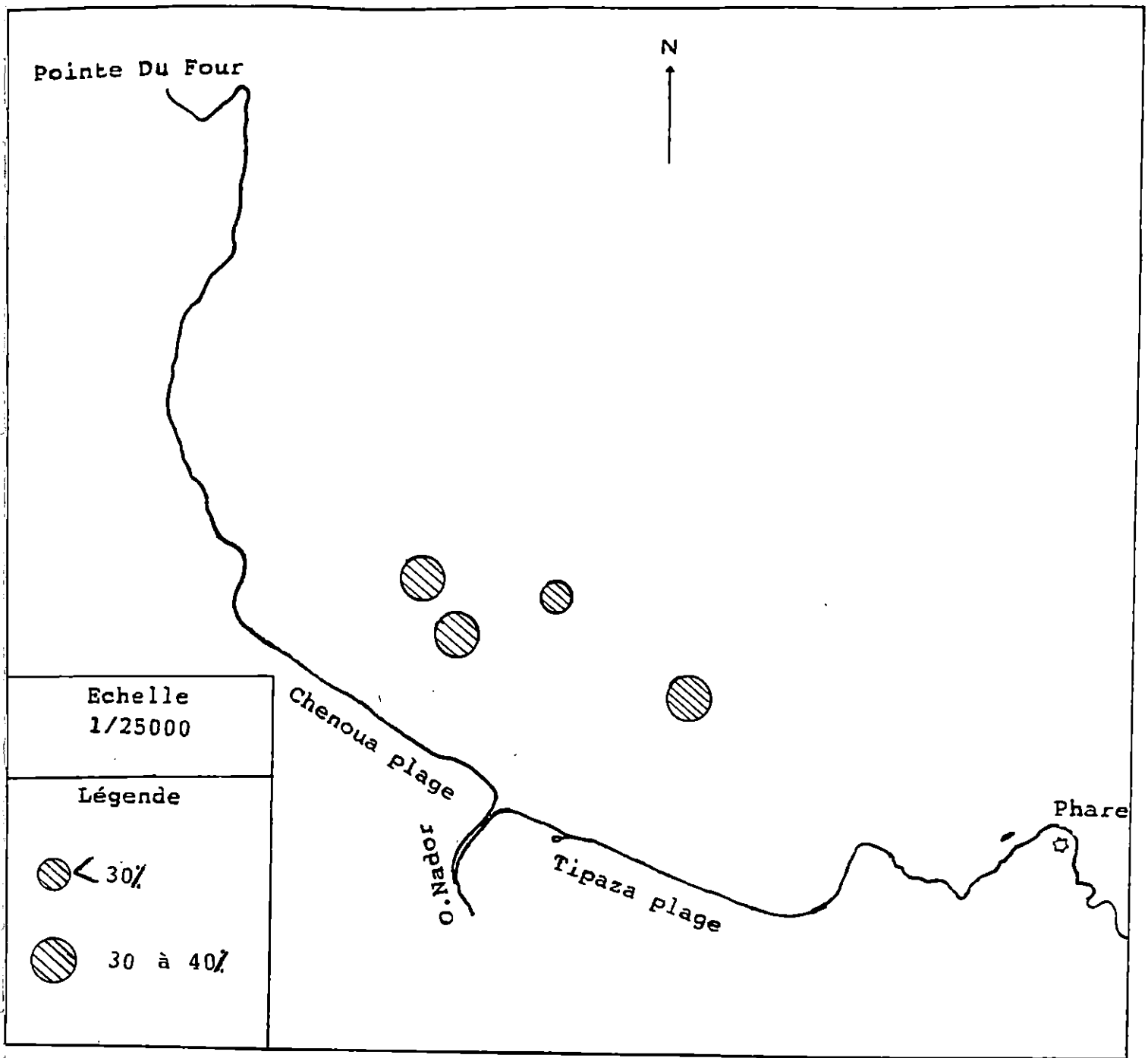
30 à 40%

40 à 50%

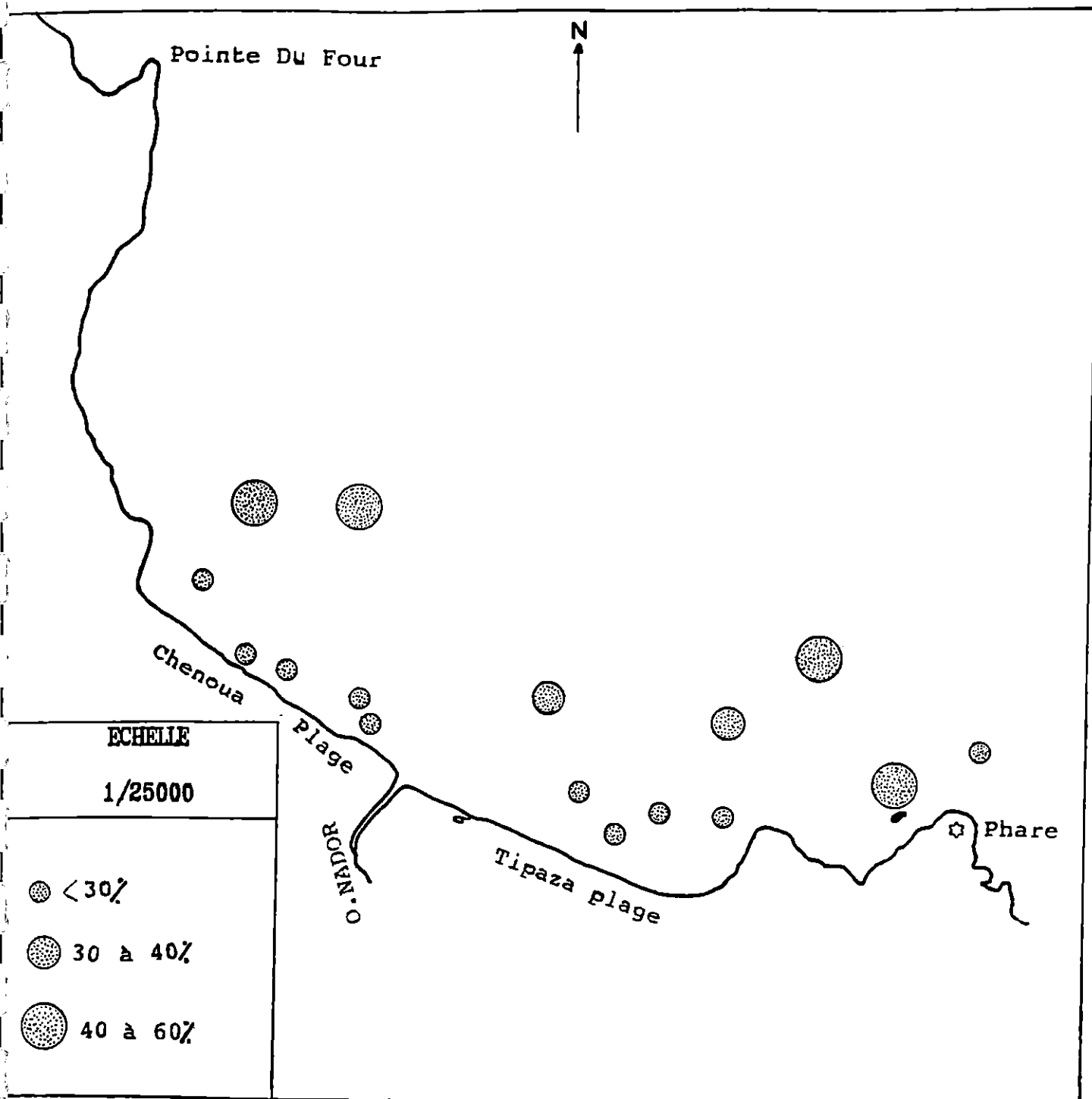
50%

Pointe Du Four

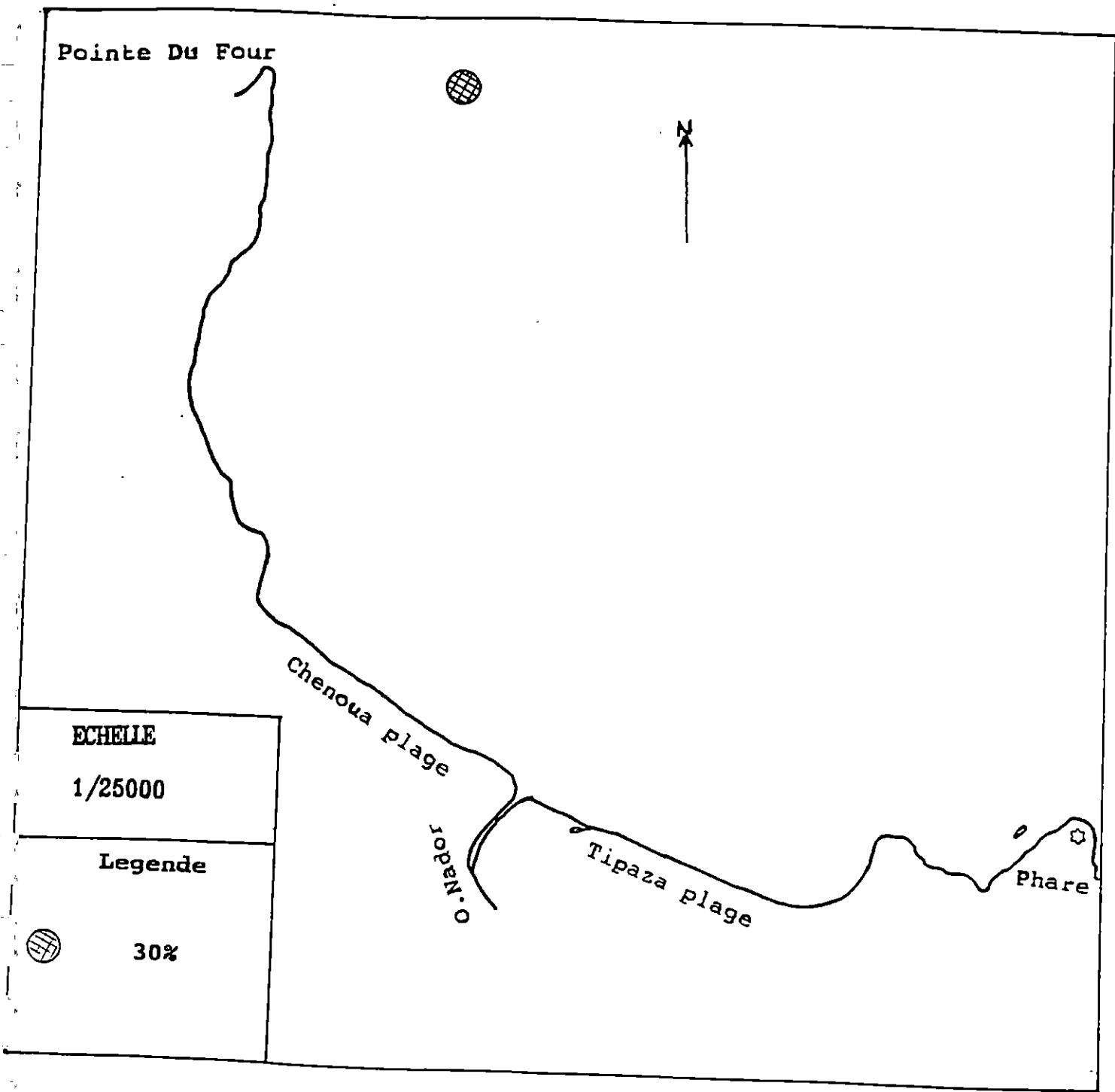




Carte n° 27 : Repartition de mode 100 microns



Carte n:28:Repartition de mode 125 microns



Carte n° 29 :Repartition de mode 800 microns

b / Carte des pelites (carte n° 30)

Les pourcentages des pelites sont très importants dans notre zone d'étude, les valeurs inférieures à 20 % se localisent sur la côte entre 0 et -5 m ainsi qu'en face la pointe du Four et le phare de port de Tipaza où les profondeurs sont très importantes (-28 et -16m respectivement) .

Les valeurs croissent de la côte vers le large pour atteindre des valeurs supérieures à 80% à des profondeurs supérieures à 28m .

c / Carte des médianes (carte n° 31)

La fraction comprise entre 200 - 300 μm (sable moyen) longe la côte jusqu'à des profondeurs de -4 à -5 m, au delà de ces dernières se localisent les sables fin (< 200 μm). Le diamètre le plus élevé (970 μm) se trouve en face de Pointe du Four.

d / Carte de décile supérieur (P 90) (carte n° 32)

Les valeurs supérieures à 400 μm se localisent en face du Pointe du Four et le phare de port du Tipaza à des profondeurs de - 28 et -16 m respectivement .

Le long de la côte les valeurs sont comprise entre 300 et 400 μm jusqu'à des profondeurs de -5 m, au delà de ces profondeurs on note la présence des valeurs inférieures à 300 μm .

e / Carte du décile inférieur (P 10) (carte n° 33)

On note que dans la baie de Chenoua, les valeurs de décile inférieur décroissent avec la profondeur, elles varient de 120 à 150 μm près de la côte jusqu'à atteindre des valeurs inférieures à 100 μm au large .

f / L'indice de classement (S_0) (fig. n° 23) .

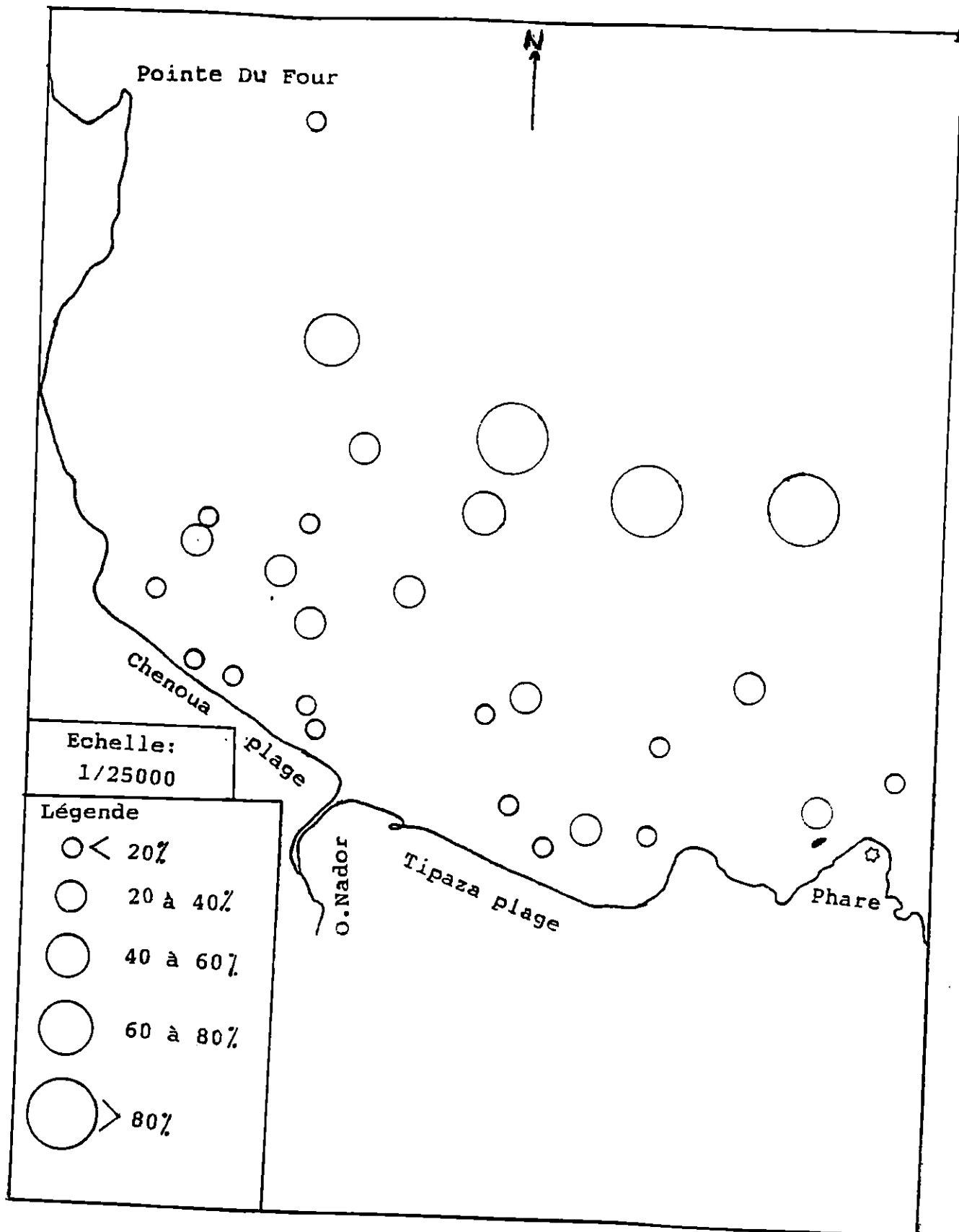
Tous les échantillons ont un S_0 inférieur à 2,5 , les sédiments sont donc très bien classés.

g / Coefficient d'asymétrie (SK) (fig. n° 24.)

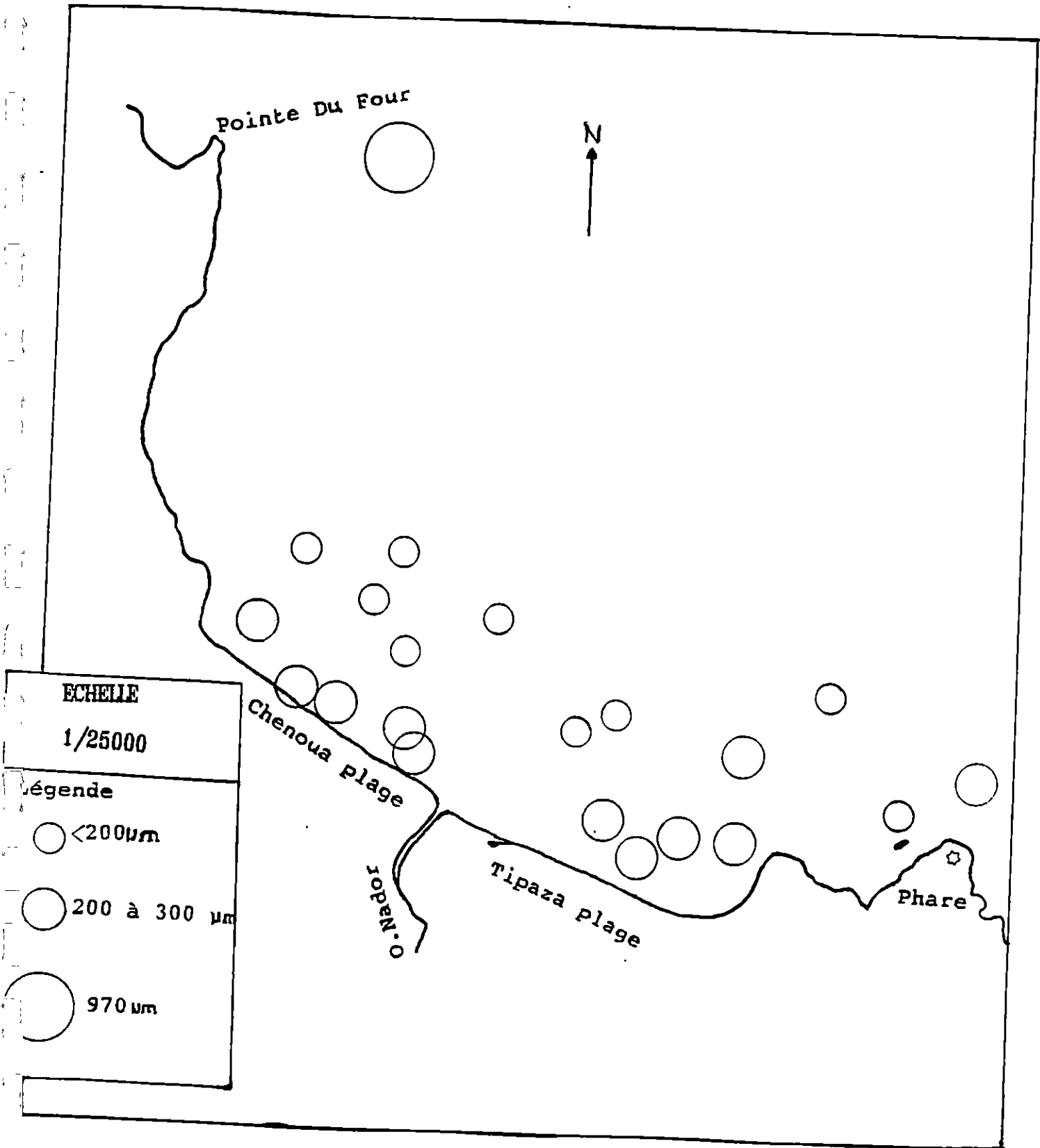
La majorité des échantillons présentent un étalement du côté grossier. Les échantillons à l'Est de l'Oued Nador ont une tendance du coté fin .

h / Facteur hydrodynamique

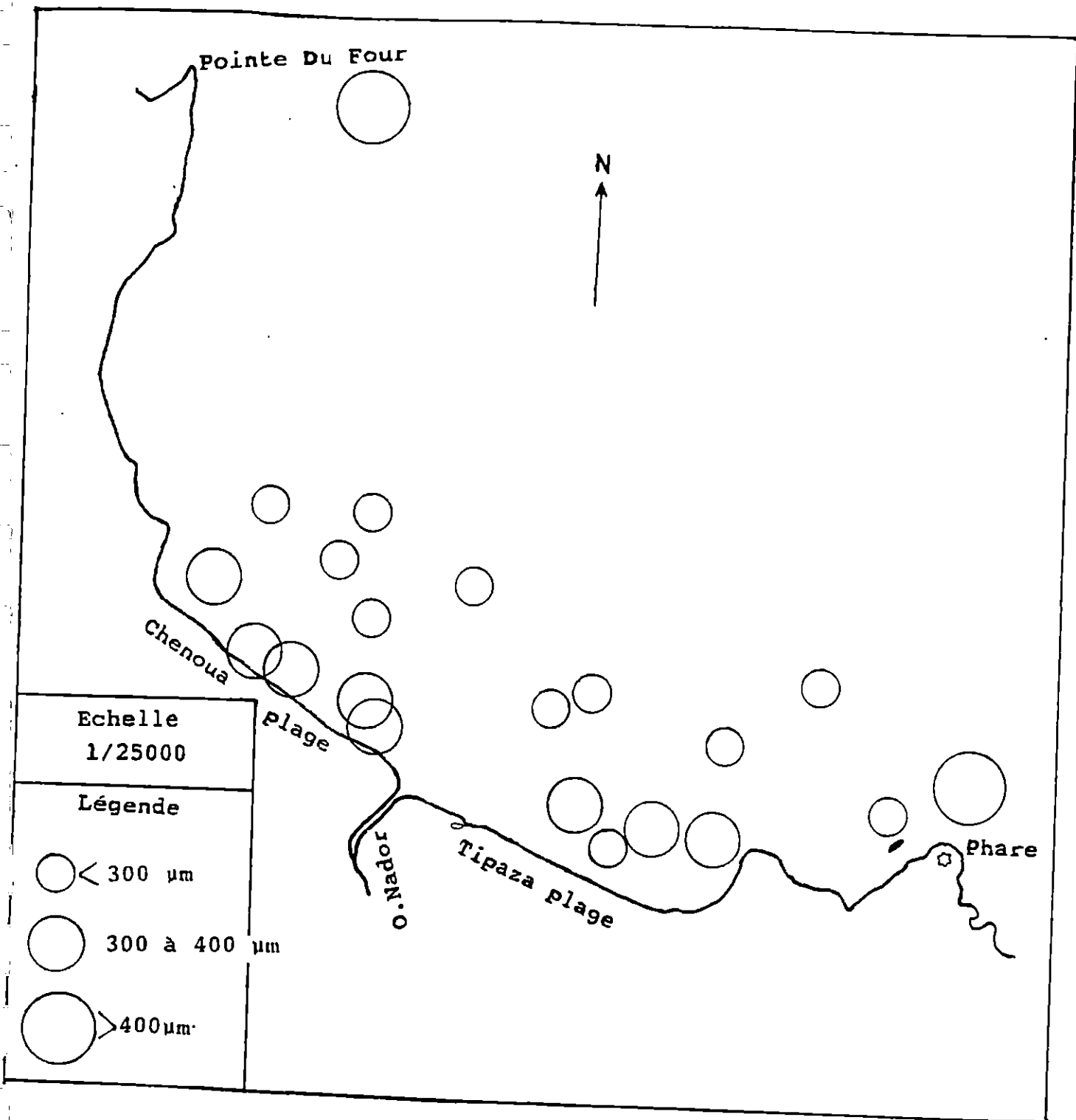
Le long de la côte, le $FH > 2$ ce qui indique une agitation et un remaniement sédimentaire très fort, qui diminue progressivement vers le large .



Carte n° 30: Carte des pélites

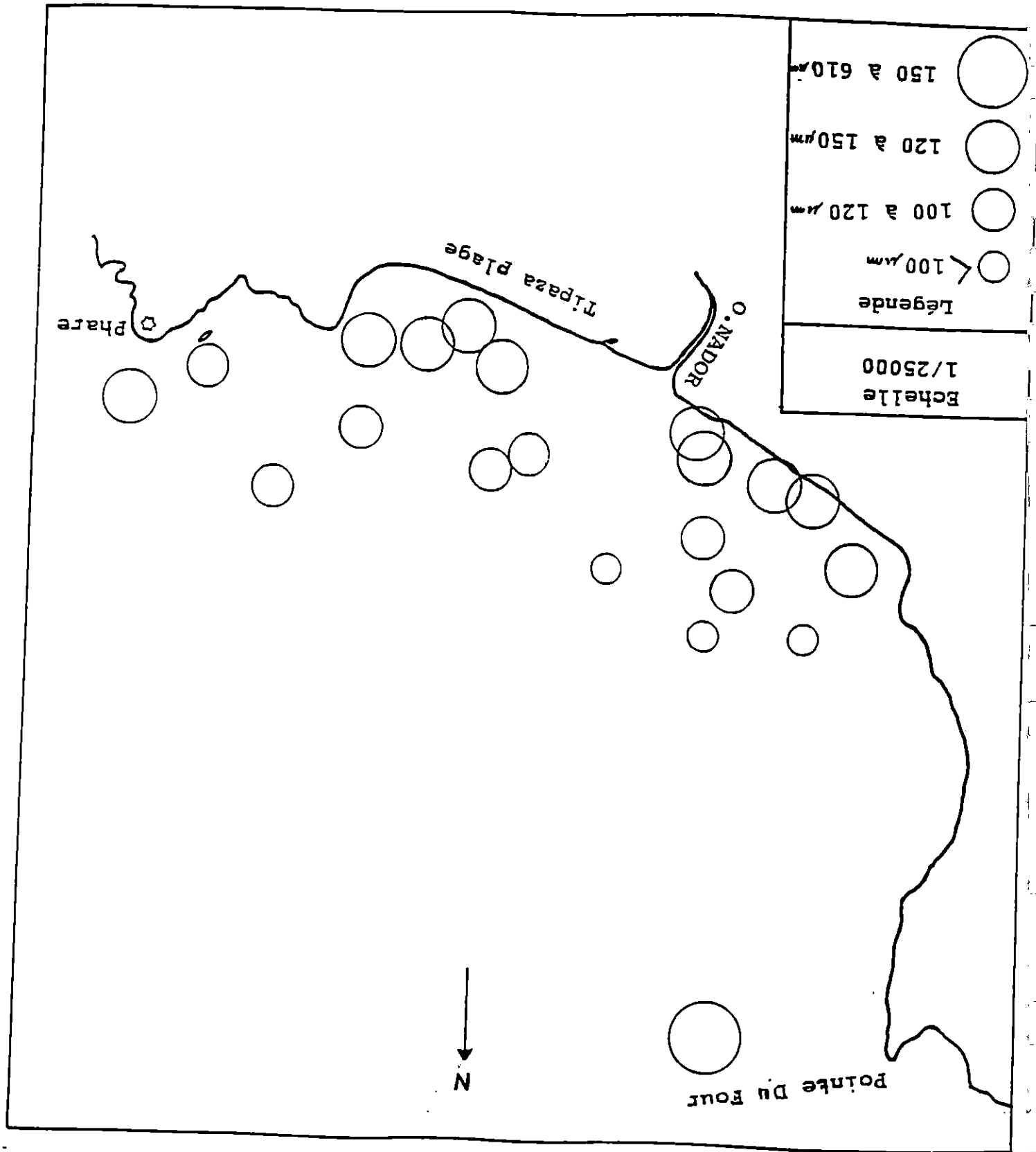


Carte n° 31 : Carte des medianes



Carte n° 32 : Repartition de decile superieur (P90)

Carte n° 33 : Repartition de declie inferieur (P10)



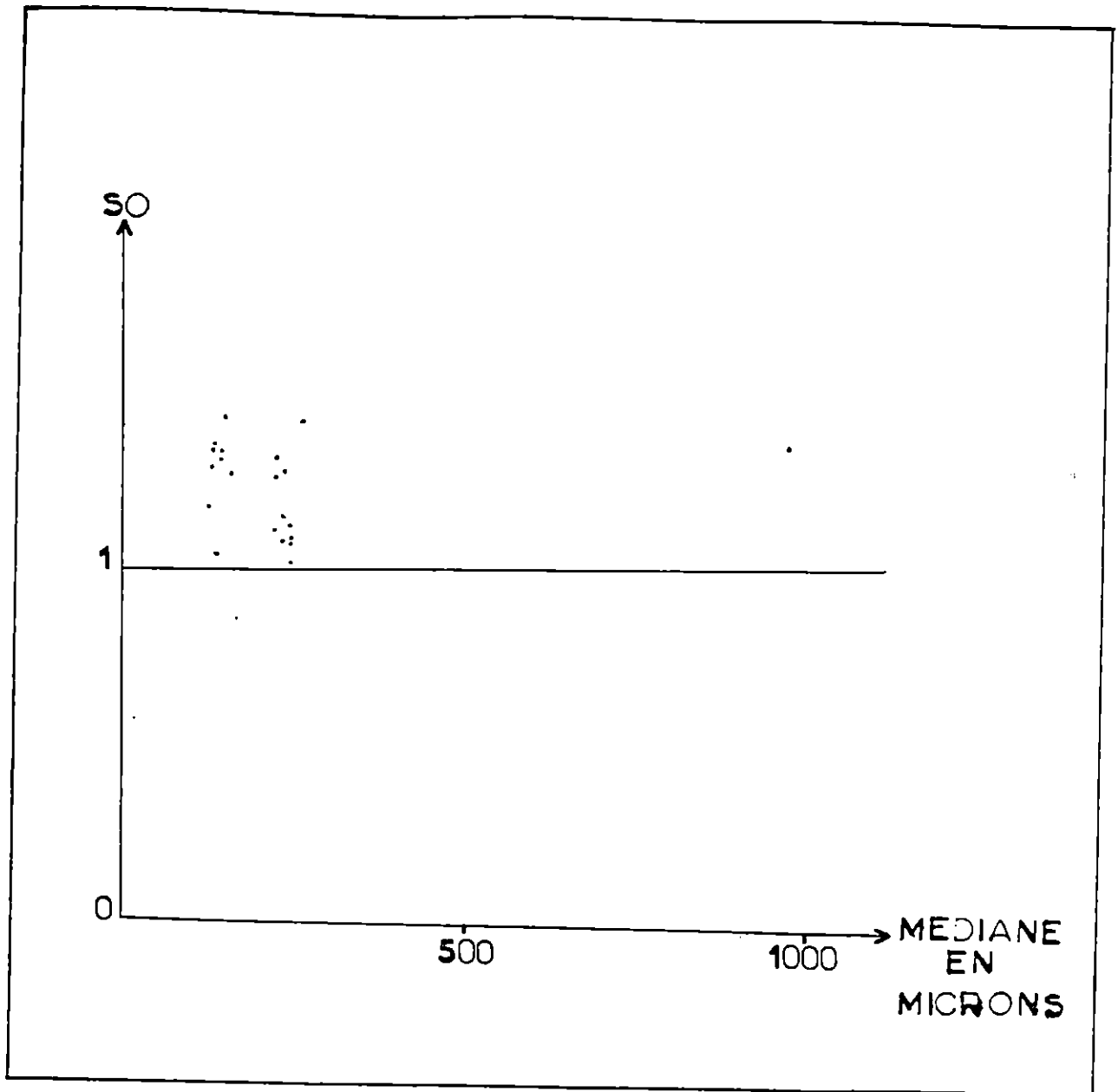


Figure n° 23 : Répartition de l'indice de classement (SO) par rapport à la médiane

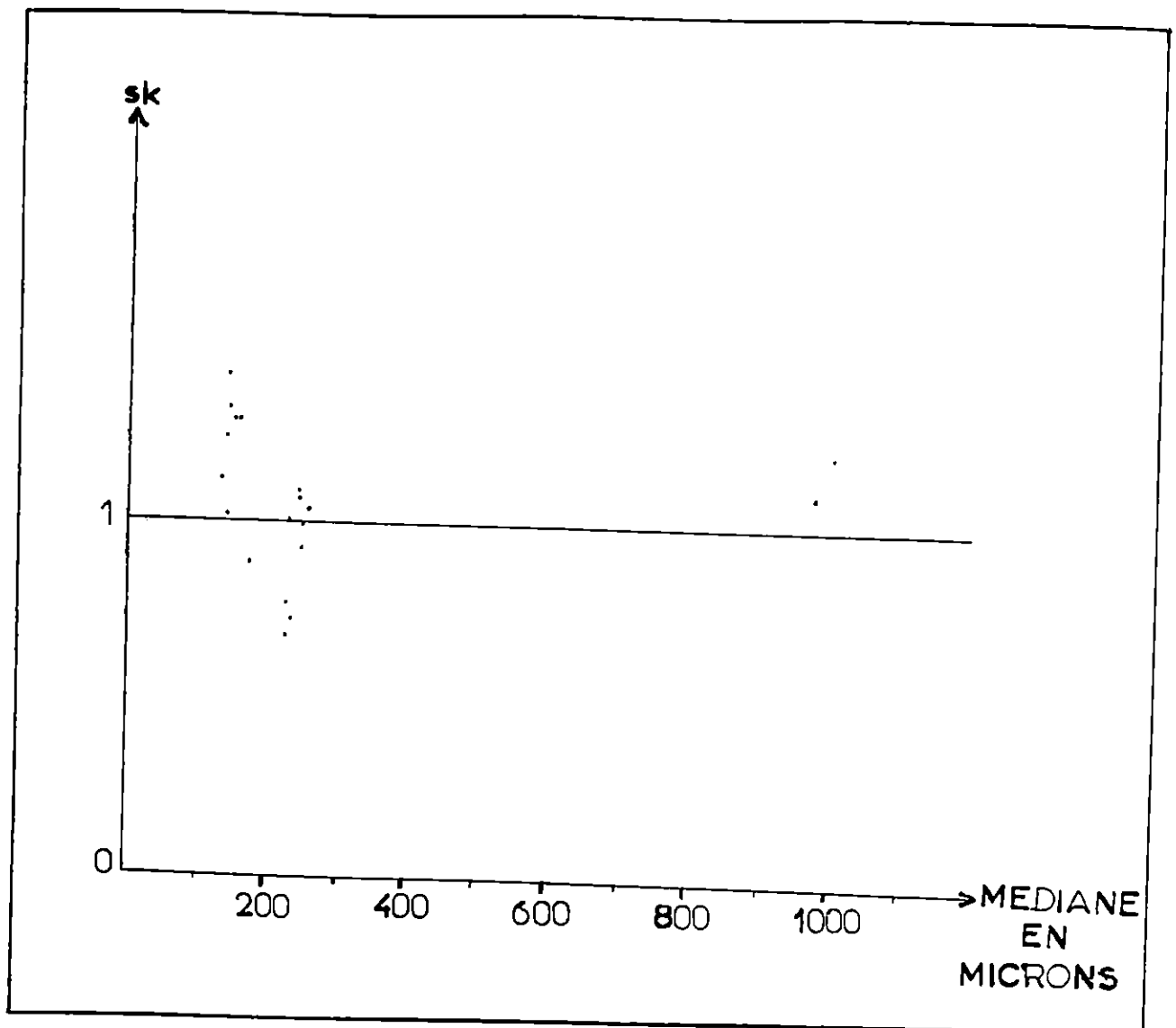


Figure n° 24 : Répartition de l'indice d'asymétrie (SK)

i / Diagramme de Passega (fig. n° 25)

Dans notre cas nous remarquons l'existence de deux modes de transport pour nos échantillons . Les échantillons dont la médiane est comprise entre 100 μm et 200 μm ont été transportés par suspension classé sans roulement, les autres échantillons qui ont des médianes comprises entre 200 μm et 300 μm ont été transportés par saltation et roulement .

Du rivage jusqu'à environ 9 m de profondeur, les sédiments sont transportés par saltation et roulement, au delà de cette profondeur, le transport des sédiments s'effectue par suspension classé sans roulement .

* Plage aérienne

- Les pelites

Les valeurs sont très faibles, ne dépassant pas 1,26 %

- Les médianes

Les médianes obtenues varient entre 260 et 460 μm , les valeurs maximales se localisent dans la zone de déferlement .

- Le Mode

La totalité des échantillons prélevés sur la plage aérienne ont une courbe unimodale, le mode le plus fréquent est de 200 μm .

- Le décile supérieur (P 90)

Les valeurs du P 90 varient entre 1100 et 380 μm , les valeurs maximales se situent aussi au niveau de la zone de déferlement .

- Le décile inférieur (P 10)

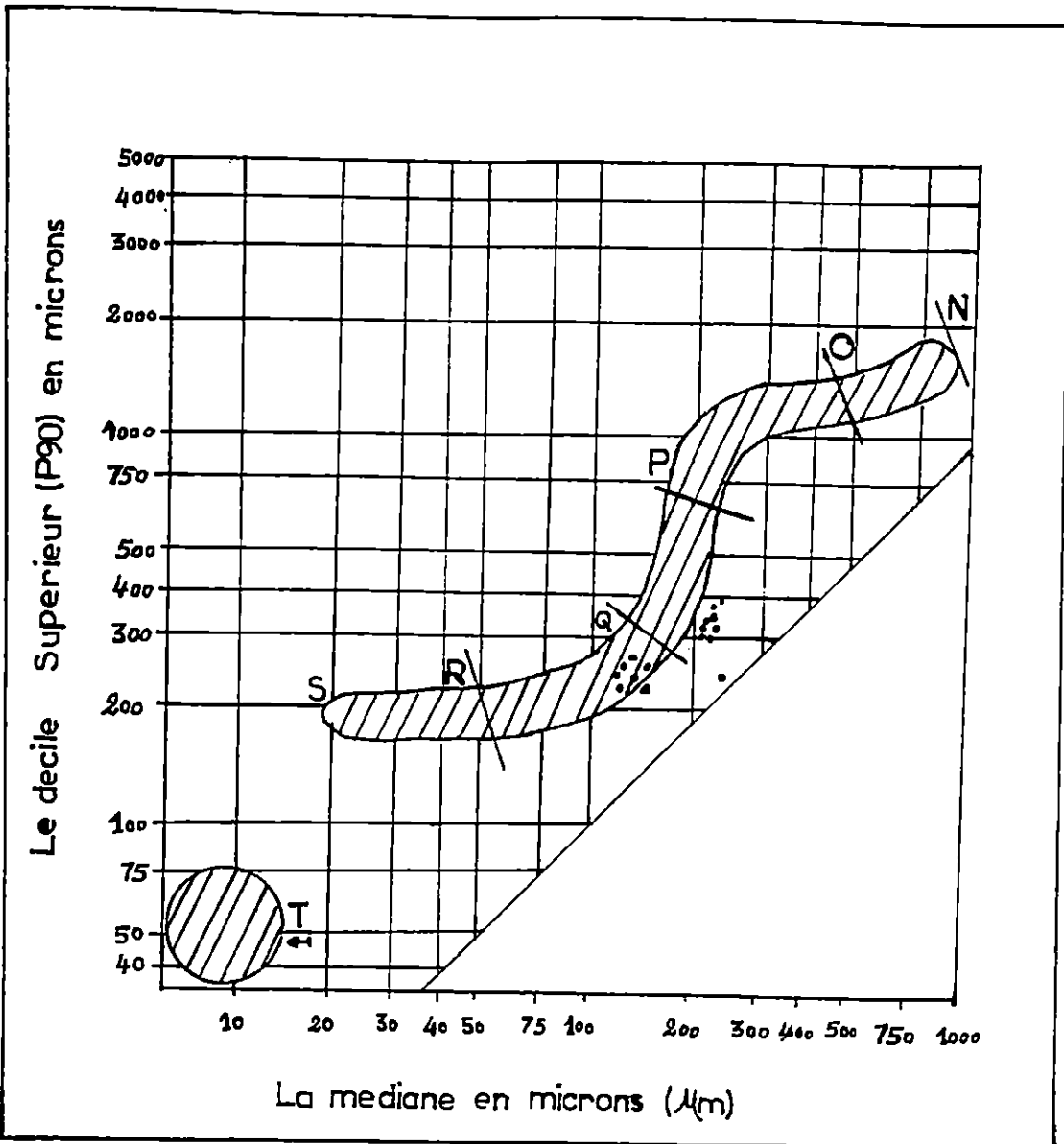
Les valeurs varient entre 210 et 220 μm .

- Le classement « S₀ »

Toutes les valeurs sont inférieures à 2,5 , le sédiment est donc très bien classé .

- L'asymétrie « SK »

Les valeurs du SK de tous les échantillons sont supérieures à 1, les sédiments ont une tendance d'étalement vers le grossier .



Legende:

- OP: Roulement
- PQ: Roulement et Saltation
- QR: Suspension Classée
- RS: Suspension Uniforme
- T : Suspension Pelagique

Echelle :

Figure n°25: Diagramme de passega

CONCLUSION

Les sédiments rencontrés dans la zone d'étude appartiennent à la classe de sable, leur diamètre moyen est compris entre $150\mu\text{m}$ et $250\mu\text{m}$, à l'exception de l'échantillon en face du point du Four ($610\mu\text{m}$) qui pourrait être la conséquence du démantèlement des falaises ou le raclage du platier rocheux situé au pied de ces derniers, par les houles de direction Est, Nord-Est et Nord.

La granulométrie décroît avec la profondeur, la médiane passe de $300\mu\text{m}$ à la côte vers des valeurs inférieures à $200\mu\text{m}$ au large, parallèlement les variations longitudinales à la côte indiquent une diminution de la dimension de la médiane qui passe de $200 - 300\mu\text{m}$ à l'Est à une valeur inférieure à $200\mu\text{m}$ à l'Ouest.

Ceci caractérise un transit sédimentaire d'Est en Ouest engendré par les houles de direction Est et Nord - Est.

Les pourcentages importants de pelites au large pourrait être dues aux apports terrigènes de l'Oued Nador pendant les crues d'hiver.

Les sédiments de la plage aérienne sont très bien classés, leurs médianes sont comprises entre $260\mu\text{m}$ et $460\mu\text{m}$, les valeurs supérieures se situent au niveau de la zone de déferlement.

Ces variations granulométriques pourraient être due à la pente de la plage et l'action de la houle.

10.3.3. Calcimétrie

L'étude des carbonates consiste à déterminer pour chaque échantillon sa teneur en calcaire en fonction du volume du gaz (CO_2) dégagé après l'attaque à l'acide Chlorhydrique, d'un poids connu de sédiment.

A - Méthodologie

Après le choix de quinze (15) échantillons représentatifs et cela en rapport avec la profondeur et la localisation de chaque échantillon. On procède à leur analyse à l'aide du calcimètre de Bernard (fig. n° 26) dont les étapes sont les suivantes :

- a / Placer l'échantillon à analyser en « a » (1 à 10 g),
- b / Placer de l'acide Chlorhydrique dans l'éprouvette déposée en « a »,
- c / Fermer le récipient « a »,
- d / Mesurer la hauteur (h_1) d'équilibre en déplaçant le vase amovible,

e / Agiter le récipient « a » pour que l'acide tombe sur l'échantillon,

f / Attendre la fin de la réaction,

g / Mesurer la hauteur (h_2) d'équilibre en déplaçant le vase amovible.

La détermination du pourcentage des carbonates (Ca CO_3) dans l'échantillon se fait en appliquant la formule suivante :

$$\text{Ca CO}_3 \% = 0,3 (u / v. p) . 100$$

$u = h_2 - h_1$: volume du gaz (CO_2) dégagé

v : volume du gaz (CO_2) dégagé en utilisant 0,3 g de Ca CO_3 pure à la place de l'échantillon

P : Poids de l'échantillon (de 1 à 10g) .

$\text{Ca CO}_3 \%$: Pourcentage des carbonates

B - Interprétation des résultats

Les résultats figurant dans le tableau n° 17 permettent l'établissement de la carte n° 34 qui nous indique la répartition des teneurs en carbonates dans la zone d'étude.

Les teneurs en carbonates dans notre zone d'étude sont comprise entre 18 % et 33 % .

Les faibles teneurs en carbonates se localisent à l'Ouest, les teneurs les plus élevées se trouvent à l'Est, elles varient de 30 à 32% ; cependant, on remarque une diminution de ces teneurs de la côte vers le large et de l'Est vers l'Ouest .

Echantillon	V (ml)	U (ml)	P (g)	Pourcentage des carbonates
S ₁	19	14	1	22,1 %
S ₃	25	16	1	19,2 %
S ₉	25	16,5	1	19,8 %
S ₁₁	19	16,5	1	26,05 %
S ₁₂	25	15,5	1	18,6 %
S ₁₆	19	19,5	1	30,79 %
S ₁₇	19	16	1	25,26 %
S ₁₄	25	20	1	25,2 %
S ₁₉	25	21	1	27,00 %
S ₂₀	19	16	1	25,26 %
S ₂₁	19	19,5	1	30,79 %
S ₂₂	25	22,5	1	32,72 %
S ₂₄	25	21	1	25,2 %
S ₂₅	25	16,5	1	19,8 %
S ₂₇	19	16	1	25,26 %

Tableau n° 17 : Taux de carbonate dans les sédiments

C - Conclusion

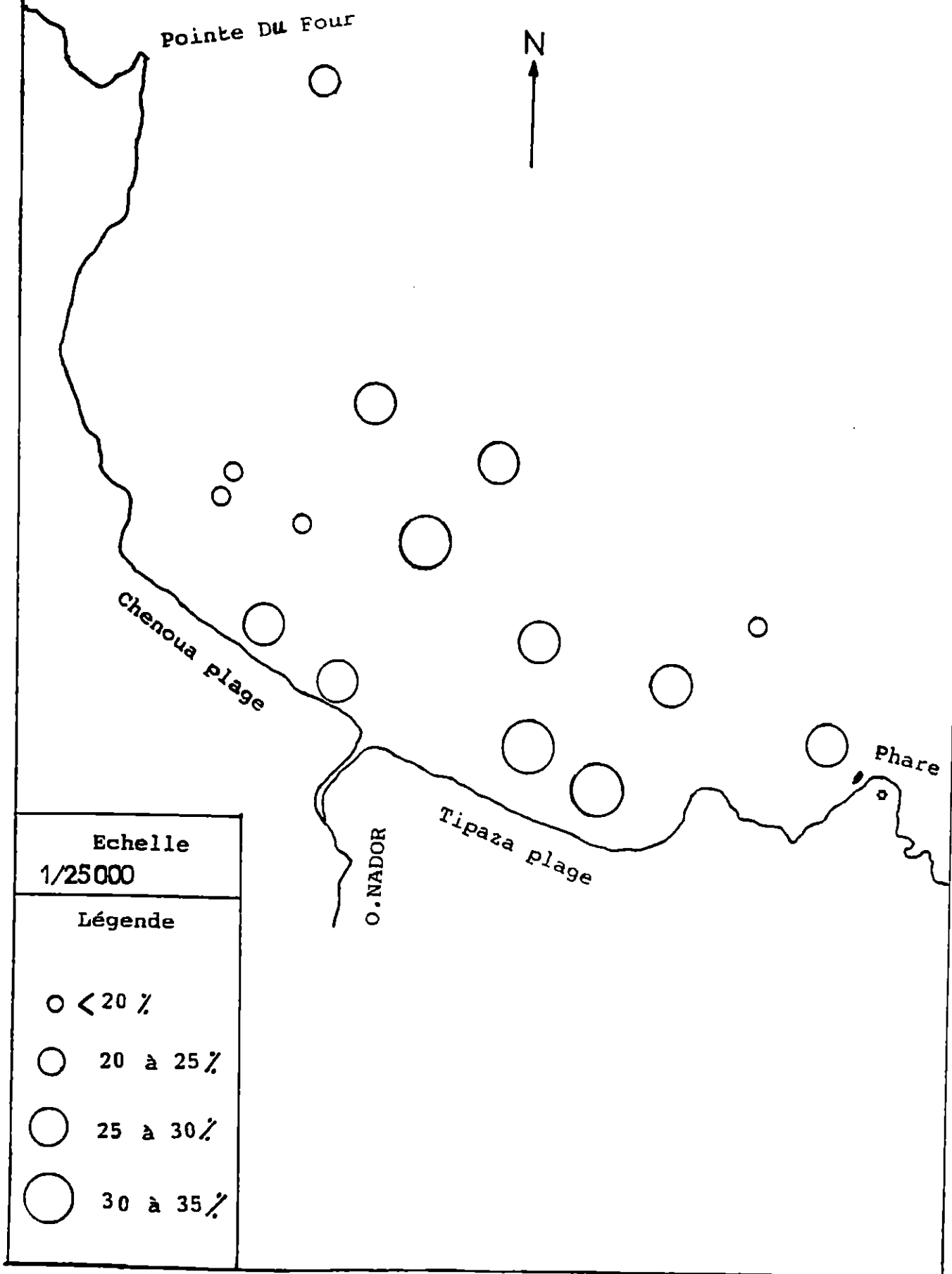
La progression des teneurs en carbonates se fait du large vers la côte et de l'Ouest vers l'Est .

Le taux de Ca CO₃ dans les échantillons analysés est plutôt appréciable, ce qui dénote l'origine marine d'une partie non négligeable des sédiments dans la baie de Chenoua .

10.3.4. Morphoscopie

Les analyses morphoscopiques s'effectuent à la loupe binoculaire, on peut ainsi observer à sec les caractères de la forme, l'aspect de la surface et même la couleur des grains .

Ces paramètres peuvent nous indiquer le milieu de provenance, de séjour et le mode de transport des sédiments et l'intensité des actions qu'ils ont subi .



Carte n° 34 : Carte des Carbonates

A - Méthode de travail

On choisi dix sept échantillons qui sont déjà à sec. et on prend 50 grains pour chacun d'eux (aux hasard), par la suite on observe trois paramètres principaux qui sont la forme, l'éclat et la couleur des grains (tableau n° 18 et 19).

B - Interprétation des résultats

Pour la plage aérienne, les échantillons montrent un pourcentage des émoussées luisants supérieur à 30%, ce qui d'après A. Cailleux veut dire une usure certaine par la mer. Les couleurs blanches et jaunes nous informent sur la présence de sédiment arrachés récemment .

Pour la plage sous marine, les échantillons de la côte nous donnent une explication identique à celle de la plage aérienne, la dominance des couleurs blanches et jaunes démontrent des sédiments récemment arrachés.

Echantillon	Forme (%)	Eclat (%)	Couleur (%)
S ₁	Arrondi : 14 % Emoussée : 78% Anguleux : 8 %	Luisant : 48 % Picoté : 12 % Mat : 40 %	Blanche : 18 % Jaune : 36 % Noir : 4 % Gris : 30 % Marron : 12 %
S ₃	Arrondi : 12 % Emoussée : 84% Anguleux : 4 %	Luisant : 45 % Picoté : 10 % Mat : 45 %	Blanche : 55 % Jaune : 26 % Noir : 12 % Gris : 7 %
S ₅	Arrondi : 6 % Emoussée : 82% Anguleux : 12 %	Luisant : 64 % Picoté : 18 % Mat : 18 %	Blanche : 12 % Jaune : 20 % Noir : 6 % Gris : 10 % Marron : 6 % Trans. : 46 %
S ₁₀	Arrondi : 8 % Emoussée : 80% Anguleux : 12 %	Luisant : 54 % Picoté : 22 % Mat : 24 %	Blanche : 12 % Jaune : 10 % Noir : 6 % Gris : 36 % Trans. : 36 %
S ₁₁	Arrondi : 10 % Emoussée : 84% Anguleux : 6 %	Luisant : 18 % Picoté : 16 % Mat : 66 %	Blanche : 38 % Jaune : 26 % Noir : 19 % Gris : 17 %
S ₁₂	Arrondi : 4 % Emoussée : 82% Anguleux : 14 %	Luisant : 34 % Picoté : 30 % Mat : 36 %	Blanche : 60 % Jaune : 10 % Noir : 18 % Gris : 4 % Marron : 8 %
S ₁₄	Arrondi : 8 % Emoussée : 72% Anguleux : 20 %	Luisant : 60 % Picoté : 14 % Mat : 26 %	Blanche : 18 % Jaune : 12 % Noir : 10 % Gris : 18 % Trans. : 36 % Marron : 6 %
S ₁₆	Arrondi : 4 % Emoussée : 70% Anguleux : 26 %	Luisant : 32 % Picoté : 14 % Mat : 54 %	Blanche : 48 % Jaune : 22 % Noir : 10 % Gris : 20 %
S ₁₉	Arrondi : 8 % Emoussée : 84% Anguleux : 8 %	Luisant : 48 % Picoté : 14 % Mat : 38 %	Blanche : 46 % Jaune : 30 % Noir : 10 % Gris : 14 %

Tableau n° 18 : Résultats de la Morphoscopie

S ₂₂	Arrondi : 4 % Emoussée : 72% Anguleux : 24 %	Luisant : 70 % Picoté : 22 % Mat : 8 %	Blanche : 8 % Jaune : 20 % Noir : 20 % Gris : 6 % Trans. : 40 % Marron : 6 %
S ₂₅	Arrondi : 6 % Emoussée : 66% Anguleux : 2 %	Luisant : 52 % Picoté : 2 % Mat : 46 %	Blanche : 42 % Jaune : 24 % Noir : 34 %
S ₂₆	Arrondi : 18 % Emoussée : 52% Anguleux : 30 %	Luisant : 62 % Picoté : 28 % Mat : 10 %	Blanche : 16 % Trans. : 34 % Jaune : 18 % Noir : 14 % Gris : 12 % Marron : 6 %
S ₂₇	Arrondi : 8 % Emoussée : 80% Anguleux : 12 %	Luisant : 26 % Picoté : 20 % Mat : 54 %	Blanche : 58 % Jaune : 20 % Noir : 10 % Gris : 12 %
P ₁ E ₁	Arrondi : 6 % Emoussée : 90% Anguleux : 4 %	Luisant : 42 % Picoté : 12 % Mat : 46 %	Blanche : 54 % Jaune : 28 % Noir : 6 % Gris : 2 % Marron : 10 %
P ₂ E ₂	Arrondi : 6 % Emoussée : 84% Anguleux : 10 %	Luisant : 74 % Picoté : 10 % Mat : 16 %	Blanche : 16 % Trans. : 30 % Jaune : 34 % Noir : 8 % Gris : 8 % Marron : 4 %
P ₃ E ₂	Arrondi : 10 % Emoussée : 80% Anguleux : 10 %	Luisant : 56 % Picoté : 16 % Mat : 28 %	Blanche : 12 % Trans. : 44 % Jaune : 24 % Noir : 16 % Gris : 4 % Marron : 12 %
P ₅ E ₁	Arrondi : 4 % Emoussée : 80% Anguleux : 16 %	Luisant : 44 % Picoté : 10 % Mat : 46 %	Blanche : 42 % Jaune : 38 % Noir : 4 % Gris : 4 % Marron : 12 %

Tableau n° 19 : Résultats de la Morphoscopie

Quand au large, les échantillons présentent un mélange de sédiment d'origine fluvial et marine. Les couleurs grise et blanche témoignent des sédiments anciens et récents.

D'après ces résultats, on peut estimer le sens du transit qui est donc d'Est en Ouest .

L'échantillon « S₁₁ » se trouvant au large, d'origine fluviale peut confirmer cette situation, la dominance des couleurs blanche, jaune et grise indiquent la présence de sédiments récents et anciens .

10.4. Hydrodynamisme

L'étude hydrodynamique permet de faire la distinction entre les zones les moins turbulentes et celles qui sont les plus turbulentes .

On exploitant les résultats de l'étude granulométrique, le tracé des plans de vagues et la carte bathymétrique, on a pu estimer les vitesses des courants et la direction de la dérive littorale .

10.4.1. Vitesse des courants

L'estimation de la vitesse du courant se fait par l'utilisation de l'abaque de L. Berthois (1975) (fig. n° 27). Ayant le diamètre moyen du grain et la profondeur correspondante du point de prélèvement de l'échantillon, on projette sur l'axe des ordonnées notre point et on lit la vitesse d'entraînement en mètre par seconde (tableau n° 20) .

D'une manière générale, les vitesses des courants évoluent proportionnellement avec la profondeur, elles passent d'une valeur inférieure à 45 cm / s le long de la côte à des valeurs supérieures à 55 cm / s vers le large (carte n° 35) .

Les zones les plus turbulentes se localisent généralement au large des deux caps (pointe du Four et le phare du port de Tipaza) .

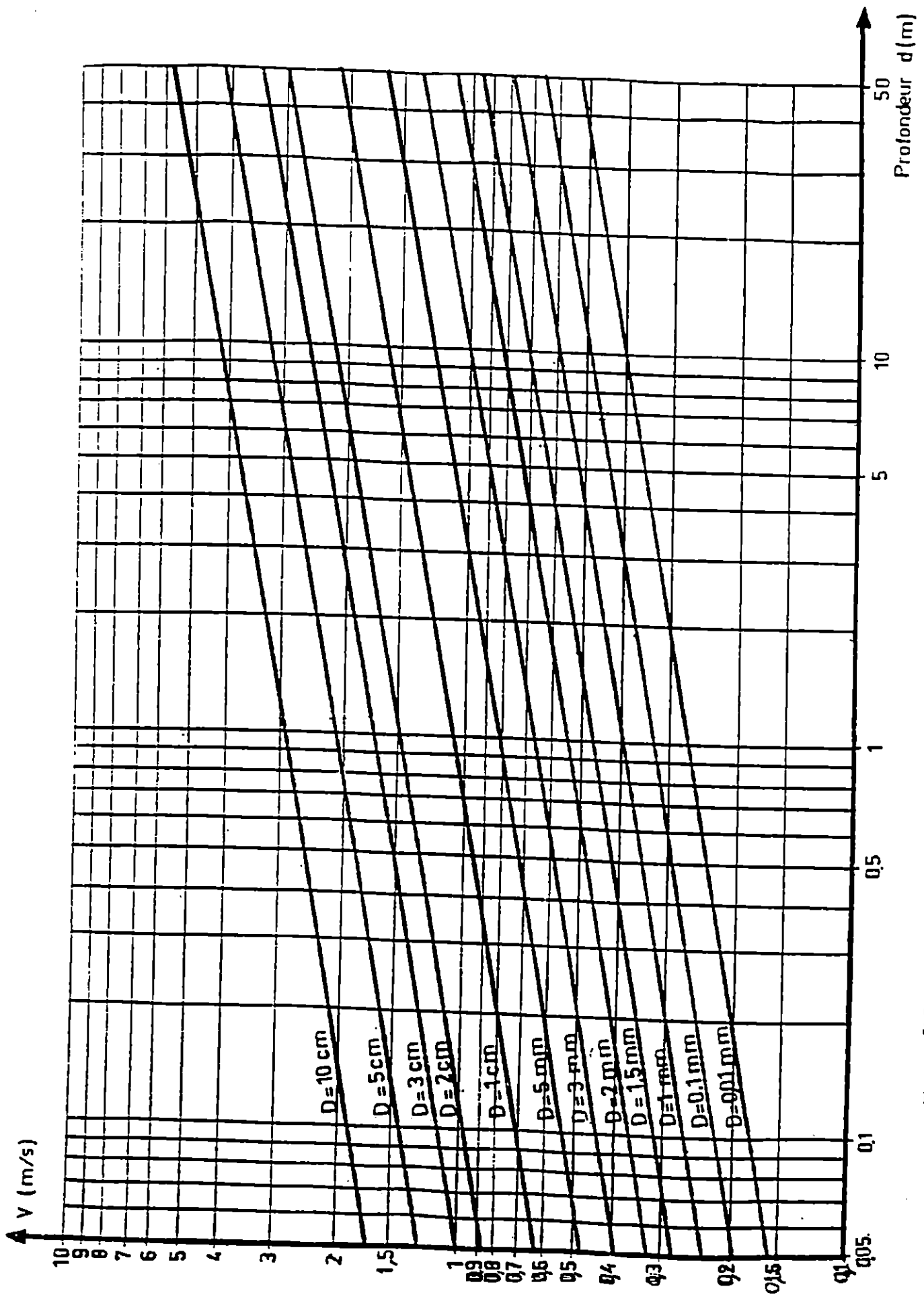
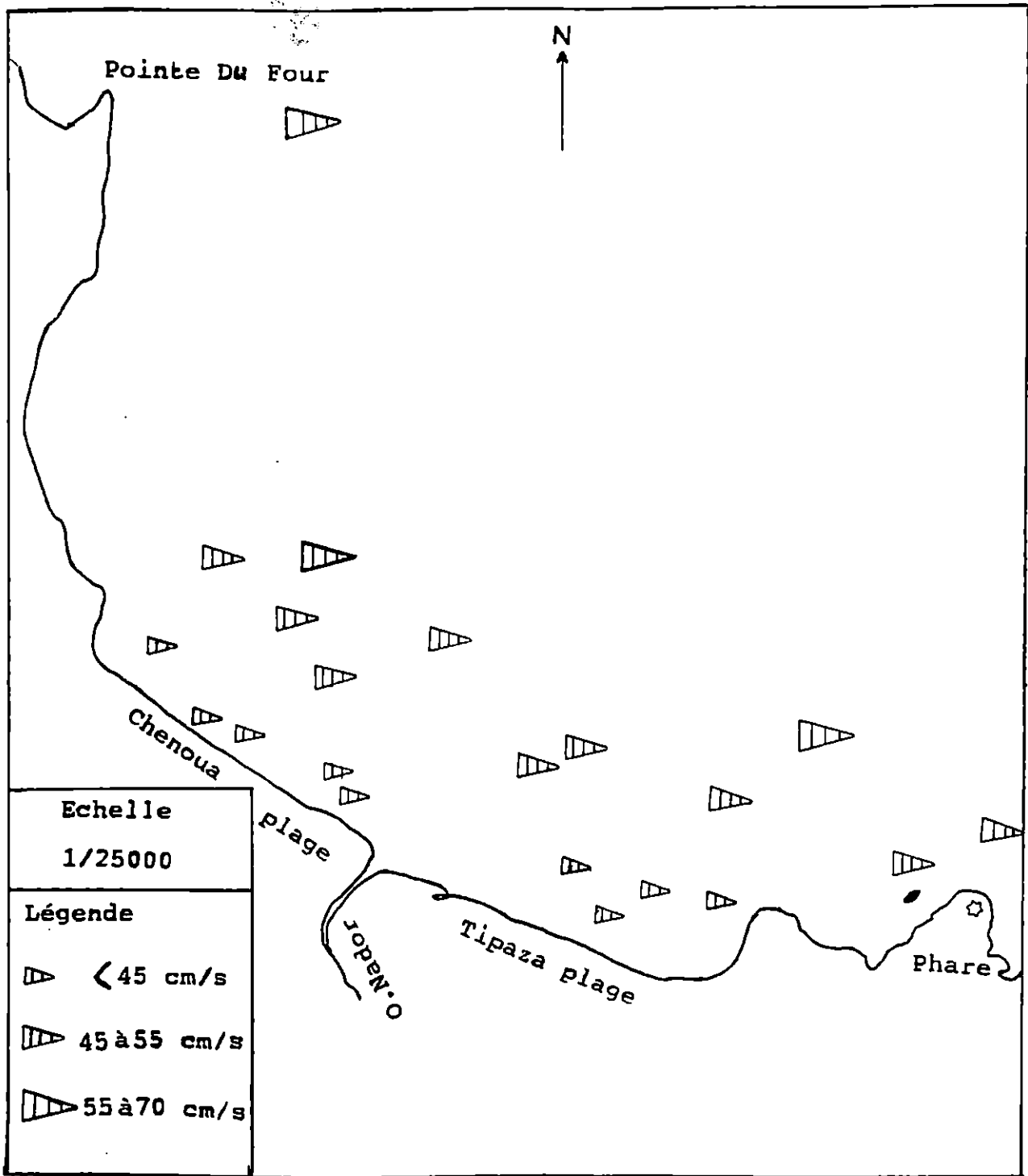


Figure n°27: Abaque pour l'estimation de la vitesse du courant en fonction du diamètre des sédiments et de la profondeur (L. Berthois, 1960)



Carte n° 35 : Carte des courants

N° de la station	Profondeur (m)	Diamètre des grains moyens (mm)	Vitesse du courant (m/s)
S ₁	28	0,61	0,70
S ₃	10,5	0,15	0,50
S ₅	9,5	0,16	0,49
S ₈	3,4	0,22	0,43
S ₁₀	14	20,168	0,63
S ₁₂	10	0,15	0,50
S ₁₃	1,6	0,23	0,37
S ₁₄	2,4	0,22	0,39
S ₁₅	7,5	0,17	0,47
S ₁₆	14	0,16	0,52
S ₁₈	3,3	0,21	0,42
S ₁₉	3	0,21	0,41
S ₂₀	12,5	0,15	0,52
S ₂₁	4,6	0,23	0,45
S ₂₂	2,5	0,21	0,39
S ₂₃	5	0,21	0,45
S ₂₄	12	0,20	0,52
S ₂₅	20	0,16	0,57
S ₂₆	4	0,23	0,43
S ₂₇	6	0,16	0,46
S ₂₈	16	0,25	0,55

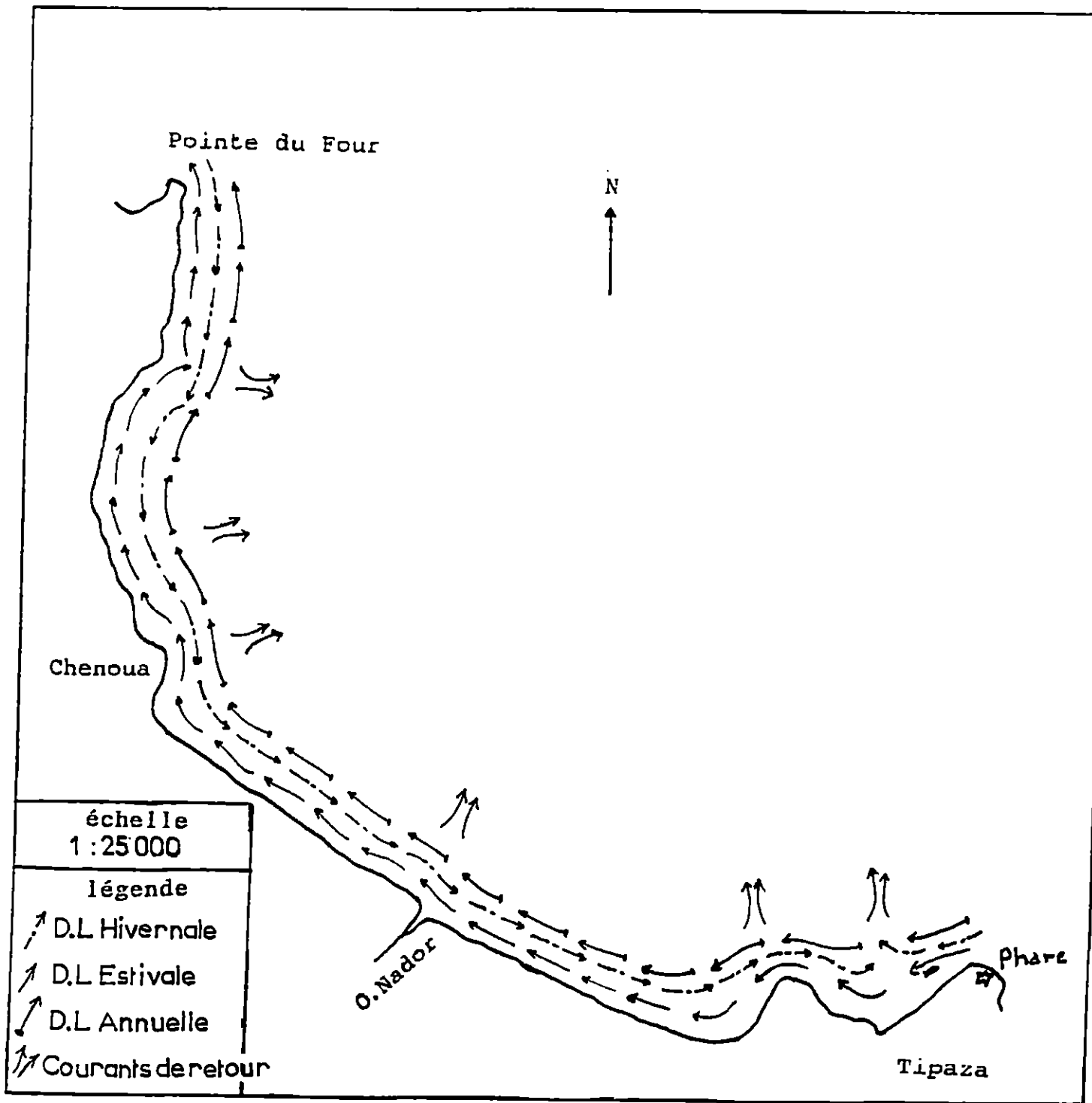
Tableau n° 20 : Résultats de l'estimation de la vitesse de courant en fonction du diamètre des sédiments et de la profondeur

10.4.2 La dérive littorale

Lorsque la houle arrive à la côte avec une incidence oblique, celle-ci donne naissance à un courant de dérive littorale, qui lui, prend naissance au niveau de la zone de déferlement où l'énergie est maximale.

Pendant la période hivernale, les houles de secteur Ouest à Nord - Ouest engendrent un courant de dérive littorale de direction Ouest - Est. En période estivale, les houles de secteur Est et Nord - Est provoquent un courant de dérive littorale de direction Est - Ouest (carte n° 36).

Notre zone d'étude abritée de secteur Ouest, ce qui implique que le courant de dérive littorale provoqué par les houles du secteur Est est dominant.



Carte n°36: Courants de derive littorale appliqués dans la zone d'étude

Nous avons utilisé entre autre la carte représentant le trait de côte actuel de la plage (Décembre 1996) que nous avons obtenue par la méthode topographique en nous basant sur des repères fixes et en opérant avec une mire et un theodolite.

A partir de ces documents on a pu établir une carte dont l'échelle est de 1 / 10.000 et où les lignes de rivages de 1959, 1972, 1980 et 1996 sont représentées (carte n° 37) .

L'évolution de la plage entre 1959 et 1996 est déterminée en calculant la largeur de l'estran par rapport à la ligne de l'arrière plage prise comme base de référence.

10.5.3. Interprétation des données

A - La période 1959-1980

D'après l'interprétation des photographies aériennes, la plage de la baie de Chenoua n'a pas connu des variations importantes .

Entre 1959 et 1980, la largeur moyenne de la plage est passée de 73 à 74 m, ce qui témoigne d'un engraissement de 1m et d'une stabilité relative du trait de côte .

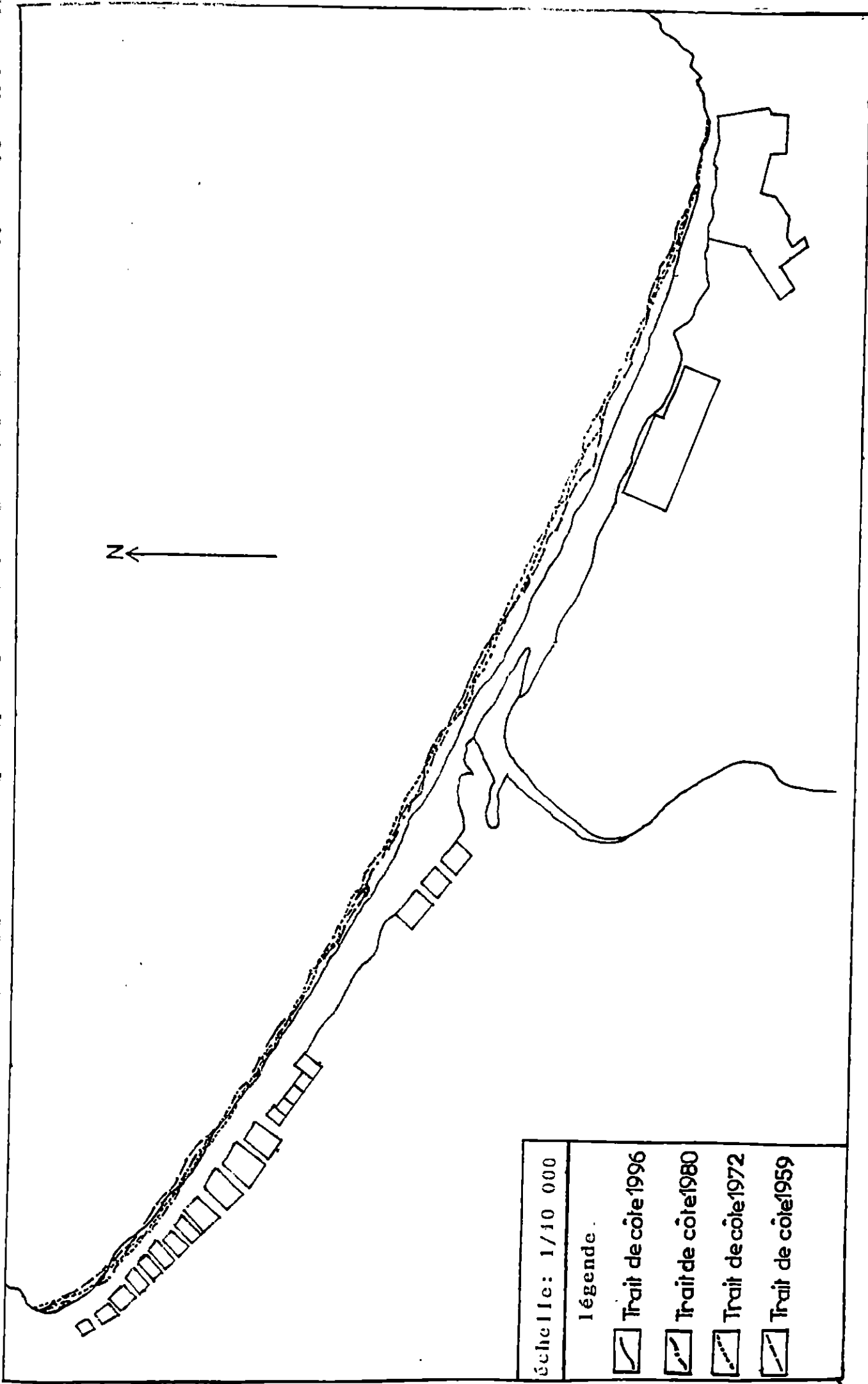
Notons, que le secteur occidental de la plage a connu un recul moyen de trait de côte de l'ordre de 5 m. Cela peut être le résultat de l'occupation linéaire de ce secteur et l'utilisation des sables côtiers pour la construction des habitations implantées sur place. Par contre le secteur central et oriental ont connus pour la même période une avancée de trait de côte de 5 m en moyen, ce qui nous permet de supposer que l'inexistence d'occupation dense dans ces deux secteurs a favorisée leur engraissement.

B - La période 1980-1996

Durant cette période, la largeur moyenne de la plage a connue une variation plus ou moins importante. Elle était de 74 m en 1980, mais en 1996 sa largeur est réduite à 56 m, cela signifie un recul moyen de 18 m .

En ce qui concerne le secteur occidental de la plage, le degré de recul est de 5m en moyenne. Par contre le secteur central et oriental subissent un recul relativement important du trait de côte, ce recul est de l'ordre de 28 m en moyenne, et peut atteindre 40 m par endroit (le cas de secteur central). Ces modifications peuvent être expliqués par les constructions qui se sont effectuées durant cette période sur les parties sensibles de la plage (dunes, estran) ainsi que l'extraction du sable à ce niveau .

Durant les sorties effectuées sur les terrains, on a pu constater que tous les lotissements (l'occupation linéaire de Chenoua plage, complexe touristique Matares, etc...) se sont implantés sur les dunes ou sur l'estran ce qui perturbe la dynamique de la plage. On a constaté également l'existence des fosses d'extraction de sable.



Carte n° 37 : Evolution du Trait de côte

10.6. Perspectives d'aménagements

10.6.1. Introduction

Le littoral de la baie de Chenoua présente des potentialités touristiques et économiques importantes (forêt, terres agricoles, plages et ruines romaines). Tous ces éléments conjugués constituent un patrimoine naturel et culturel qui pourrait être un terrain d'investissement et de promotion touristique .

Dans le cadre de notre étude de cette zone, on a pu évaluer les problèmes que connaît le site. Ces contraintes se manifestent par l'expansion urbaine le long de la côte avec tous ces effets nocifs sur les espaces vulnérables (dégradation des dunes, extraction du sable, réduction de la largeur de l'estran,...), ajoutant à cela l'érosion que connaît le secteur central de la plage pendant la dernière décennie

Face a ces problèmes, il est nécessaire de mener des opérations d'aménagement et de reconstituer l'espace côtier de notre zone d'étude, en tenant compte de la compatibilité de ces interventions avec la spécificité de ce milieu et des impératifs économiques nationaux et locaux existants .

10.6.2. Reprofilage du secteur central

L'interprétation des photos aériennes montre que le secteur central de la plage subit une érosion très importantes par rapport au reste de la zone d'étude.

Notons que ce secteur est caractérisé par une pente assez forte de l'estran et une profondeur importante au niveau de la plage sous-marine .

Pour ces diverses raisons il paraît intéressant de procéder à un reprofilage de la plage aérienne pour diminuer sa pente, cela permet le déferlement et la dissipation de l'énergie de la houle. Cette régulation doit être faite en essayant de se rapprocher le plus possible d'un profil avec une pente douce. Ceci permet aussi au jet de rive d'alimenter l'estran en sédiment par les houles de beau temps .

Le reprofilage peut être effectué avec des coûts réduits et par des moyens disponibles (Bull Doser) .

Cette méthode s'avère être plus efficace et moins onéreuse que la mise en place d'enrochements pour sauvegarder le haut de plage .

10.6.3. Reconstitution de la dune bordière

Lors des sorties sur terrain, on a pu constater que la dune bordière a servi d'assiette pour l'urbanisation et a subi un pâturage de son couvert végétal. Pour cela la création d'une dune bordière est jugé nécessaire tenant compte de son rôle principale dans l'évolution de l'estran .

Après le reprofilage du secteur central, on procède à la mise en place d'écrans en amont de l'estran, le type d'écrans est variable (lattes, fascines, maillage synthétique, etc...). Cependant il est préférables d'utiliser les lattes vu la disponibilité du bois dans notre zone d'étude .

Les rangés des palissades doivent être séparées par un espace d'environ 3 à 4 fois la hauteur de l'écran, qui doit être de 0,5 m à 1 m. Cet interval entre les palissades varie de 4 à 20 m .

Ces obstacles doivent être perforés afin de permettre l'infiltration d'une partie de l'énergie éolienne et d'éviter le risque d'affouillement des dépôts par la concentration de cette énergie a leur base. Vue que le mont Chenoua protège la plage contre les vents d'Ouest, on oriente les écrans perpendiculairement au vent d'Est. Ces écrans doivent être périodiquement surélevés vers l'amont dès que le dépôt de sable atteint une certaine hauteur .

Après avoir constaté une accumulation qui traduit un début de la dune bordière on essaye de la maintenir par une couverture végétale adaptées « espèces fixatrices de sable » telle que (AMMOFIL A - ARENARIA, OYATS, AJONCS). Ces plantations doivent être alignées perpendiculairement au vent, leur densité doit être plus importante à l'amont qu'à l'aval, leur entretien est indispensable pour un meilleur piégeage des sédiments et une bonne reconstitution de la dune. Ces plantations doivent commencer à partir du niveau des plus hautes mers .

Enfin, des mesures conservatoires sont nécessaires pour la conservation de ces espaces contre les impact anthropiques. Ces mesures se traduisent par la clôture de la dune bordière par des ceintures de végétation et d'interdire toute forme de pâturage .

La canalisation des passages vers la plage pour les estivants permet la mise a l'abri de la dune contre le piétinement et toute forme d'urbanisation et extraction de sable doit être proscrite.

Conclusion Générale

La baie de Bou-Ismaïl (ex: Castiglione) est située à 30 km à l'Ouest d'Alger.

Le littoral entre Pointe du Four et Ras Acrata est décomposé en deux secteurs à l'Ouest et l'Est du promontoire de Sidi Fredj. Le secteur Ouest (baie de Chenoua et le secteur central) est formé par deux ensembles de plages qui sont intercalés par une longue côte rocheuse de grès dunaires .

Le secteur Est (baie d'El - Djamila) présente des accumulations sableuses entre coupées par des zones rocheuses .

La géologie de la baie est caractérisée par la superposition de trois ensembles; un pliocène marin, pliocène continental et quaternaire. Les terrasses quaternaires sont conservées à l'Est, cependant à l'Ouest elles ont subi de nombreuses déformations .

Le réseau hydrographique de la baie est constitué par trois oueds principaux, deux oueds issus de l'atlas (Mazafran et Nador) et l'oued Beni - Messous qui prend naissance dans le massif de Bouzaréah .

Le climat Méditerranéen qui règne dans la baie de Bou - Ismaïl est caractérisé par une alternance d'une saison chaude et sec et une saison froide et humide .

Les vents de NW à NNW sont dominants pendant la saison hivernale, les vents de NE et Est dominent pendant la saison estivale .

Le régime des houles montre une nette répartition saisonnière des directions au large. En période hivernale les houles de direction W dominent, par contre pendant la saison estivale les houles de direction NE prédominent .

Les graviers se localisent au large de la baie de Chenoua et EL - Djamila entre - 50 m et - 200 m de profondeur, et à proximité de la côte entre Douaouda et Bou - Ismaïl à des fond de -15 à - 50 m .

Le long de la côte s'est les sables fins qui prédominent avec une extension limitée entre Fouka et Chenoua. Au niveau des embouchures des oueds « Beni - Messous, Mazafran et Nador » on note la présence des zones d'envasement précoces en fonction de la profondeur .

L'occupation anarchique du rivage marin induit par la progression de la population, l'évolution du cadre bâti, l'évolution des complexes touristiques, explique la gestion irrationnelle de cette espace par les autorités territorialement compétentes et la méconnaissance des spécificité de l'espace littoral .

La pollution par les rejets des eaux usées domestique constitue une contrainte majeure pour la mise en valeur et la promotion de l'environnement côtier dans notre site d'étude .

Les agressions esthétiques que connaît l'espace littoral de la baie de Bou-Ismaïl; dégradations des dunes et l'accélération du processus d'érosion des plages, sont aggravées par la pression anthropique .

La baie de Chenoua est délimitée par une côte rocheuse et deux sites côtiers bas représentés par les plages de Chenoua et de Tipaza. Cette partie prenante de la baie de Bou - Ismaïl s'étend sur un linéaire de côte d'environ 6.5 km dont 3 km de plage .

Le rivage de la baie est soumis aux houles de directions N 330° à N 120°. Les houles de Nord - Est et Nord, par leur attaque frontale contribuent à l'érosion du rivage de la baie de Chenoua et provoquent la dispersion des sédiments vers le large sous l'effet des courants de retour qu'ils engendrent .

Les dépôts sédimentaires superficiels dans la baie de Chenoua appartient à la classe des sables, leur diamètre moyen est compris entre 150 μm et 250 μm . La cartographie des stocks sédimentaires définie à partir de l'analyse modale et celle des teneurs en carbonates, montrent un mélange de sédiment détritique .

L'importance de la fraction fine au large dans notre site avec des teneurs dépassant 80% reflète un hydrodynamisme faible permettant leur dépôt, par contre ces teneurs décroissent vers la côte ce qui dénote un hydrodynamisme fort.

L'analyse caléimétrique et morphoscopique des sédiments témoigne la présence d'une partie non négligeable des sédiments d'origine marine dans la zone d'étude. Cela suppose un démantèlement des falaises et une érosion de la côte rocheuses .

Les courants qui agissent dans la baie de Chenoua ont une vitesse comprise entre 0,37 m / s et 0,70 m / s les valeurs maximales se trouvent généralement au large et au niveau des pointes et caps .

Les études hydrosédimentaires confirment une dérive littorale résultante annuelle de direction Est - Ouest le long du rivage de la baie de Chenoua .

Le trait de côte a connu un recul important pendant ces dernières années qui peut être évalué a 18 m en moyen depuis 1980. Pour faire face à cette érosion, un reprofilage de la plage est jugé nécessaire pour atténuer l'effet de houle sur le rivage surtout au niveau de la zone centrale qui connaît un degré de recul très important (28 m en 16 ans).

En ce qui concerne la dune bordière, des mesures conservatoires sont nécessaires pour la reconstitution et la conservation de celle - ci .

BIBLIOGRAPHIE

- Adjout H., Benmehrez M et Rouabhi Z., 1994. Zone côtière de la région de Réghaïa : Plage El Kaddous.
Mémoire d'ingénieur en aménagement et protection de l'environnement I.S.M.A.L (Alger), 85 pages.
- Ait Kaci D., Bakir M. et Moufï A., 1988. Dynamique sédimentaire, pollution et processus d'érosion dans la baie de Bou - Ismaïl.
Sém. Internat., Env. Constantine, Algérie, 4p, 6 fig.
- Ait Kaci D. et Pauc H., 1982. La couverture sédimentaire récente en baie de Bou-Ismaïl. Nature et structure.
XXVII^e congrès, C.I.E.S.M, Canne.
- Ait Kaci D., et Pauc H., 1983. La sédimentation en baie de Bou-Ismaïl et les apports en suspension de l'Oued Mazafran. Variation saisonnières.
R et P.V., C.I.E.S.M 28 (4).
- Amara R., 1988. Contribution à l'étude dynamique de la pollution en zone côtière : Cas de Bou-Ismaïl ex : Castiglione.
Mémoire D.E.S I.S.M.A.L (Alger), 28 pages.
- Ayme A., 1952. Le Quaternaire littoral des environs d'Alger.
Actes du II^e congr. panaf de préhist, Alger.
- Ayme A. et Glangeaud L., 1935. Notice détaillée de la carte géologique au 1 / 50 000 de l'Arba et essai d'hydrologie de Mitidja.
In - 8°, 52p., 4 fig., 3pl.h.t (cartes et coupes).
- Bairi K. et Djallali M., 1996. Géomorphologie dynamique et perspectives d'aménagement côtier de la baie de Beni - Saf.
Mémoire d'ingénieur en aménagement et protection de l'environnement I.S.M.A.L (Alger), 86 pages.
- Bakalem A. et Romano J.C., 1981. Les peuplements benthiques en baie de Bou - Ismaïl.
Rapport de recherche C.R.O.P (Alger), 10 pages
- Bakalem A. et Romano J. C., 1982. Pollution et peuplements benthiques dans la région algéroise (baie d'Alger et baie de Bou - Ismaïl).
VI^e journée d'Etude Pollution Marine . Cannes C.I.E.S.M.

- Bakir M., 1987. La dynamique sédimentaire dans la baie d'El Djamila (Baie de Bou - Ismaïl) .
Mém. Ing. Géol. Mar. I.S.T / U.S.T.H.B. 74 pages.
- Belkessa R., 1991. Evolution géomorphologique et sédimentologique de bas Isser et son embouchure .
Thèse de magistère en géomorphologie. I.S.M.A.L (Alger), 150 pages .
- Belhai D., 1987. Massif de Chenoua (Algérie). Mise en place des flychs en relation avec un cisaillement transcurrent E - W, responsable de la structure en éventail.
Magistère. I.S.T. U.S.T.H.B. Alger .
- Berthois L., 1975. Les roches sédimentaire .
Etude sédimentologique des roches meubles (Technique et méthodes) .
Ed. Doin (Paris), 270 pages .
- Betrouni M., 1983 . Le pléistocène supérieur du littoral Ouest Algérois.
Thèse 3^{ème} cycle. Univ. d'Aix Marseille. II : Fac. sci de Luminy, 202 pages .
- Bettine F., 1994. Dynamique sédimentaire dans la région de Cap Djinet .
Technicien Supérieur en aménagement et protection de l'environnement I.S.M.A.L (Alger), 103 pages .
- Bonnefille R., 1976. Cours d'hydraulique maritime Ed. Masson (Paris), 161 pages .
- Bonnefille R., 1980. Cours d'hydraulique maritime.Masson, 2^e Edition, 171 pages.
- Boucart J., 1952 . Les frontières de l'océan. Paris, Albine Michel, 312 pages .
- Boukari S. et Talbi K, 1995. Evolution et état actuel d'un site côtier en zone d'embouchure; perspectives de protection et d'aménagement : cas de l'Oued Beni - Messous (les dunes) .
Mémoire d'ingénieur en aménagement et protection de l'environnement I.S.M.A.L (Alger), 93 pages .
- Boukertaoui S. et Boutouilit S., 1989. Etude des paramètres physiques et chimiques. Approches biosédimentaires ..
Mémoire d'ingénieur, I.S.M.A.L (Alger), 92 pages .

- Braik D., 1982. Projet de protection du Boulevard Front de Mer de Bou - Ismaïl : Nature des fonds - bathymétrie et morphologie . Rapport n° 1
- Braik D., 1983. Projet de protection du Boulevard Front de Mer de Bou - Ismaïl : Environnement hydrodynamique et météorologique . Rapport n° 2
- Braik D., 1986. Répartition du sédiment organogène et détritique devant Bou - Ismaïl (ex Castiglione), Alge XXX^e congrès C.I.E.S.M. Palma de Majorque . Vol 30, Fasc n° 2.
- Braik D., 1989. Etude de la dynamique sédimentaire devant Bou - Ismaïl. sédimentation - morphologie - problème d'érosion littoral - aménagement. Thèse de magistère en géologie marine. U.S.T.H.B (Alger), 174 pages, Annexe .
- Cailleux A. et Tricart J., 1963. Initiation à l'étude des sables et des galets. Tome I : C.D.U. Paris, 369 pages.
- Caulet G., 1972. Les sédiments organogènes du pré - continent Algérien. Mémoire de Musium National d'Histoire Naturel, nouvelle série, série C, science de la terre XXV, Fasc unique, paris, 288 pages .
- Chenibet H., Khalafi M. et Rahmani M. L., 1995. Evolution de la plage Ouest de Sidi Fredj : problèmes et solutions . Mémoire d'ingénieur en aménagement et protection de l'environnement. I.S.M.A.L (Alger), 64 pages .
- Coumes F. et Rousseau P., 1967. Etude de la sédimentation actuelle dans la baie de Castiglione. Rapport (S.O.N.A.T.R.A.C.H), 36 pages .
- C.R.O.P., 1983. Projet de protection du Boulevard Front de Mer de Bou - Ismaïl : Environnement, hydrodynamique et météorologique. 11 pages. Annexe
- Dagorne A., 1972. Sédimentologie et bionomie benthiques en baie de Bou - Ismaïl, (Ouest d'Alger). Pelagos, IV, (2), 4 cartes.
- Dagorne A., Estorges P. et Mahrour H., 1974. Contribution à l'étude sédimentologique de la baie de Bou - Ismaïl et son environnement, (Ouest d'Alger). Note, 16 p roneo, 8 fig.

- Dagorne A., 1974. La pêche en Algérie Note, Univ. d'Alger. 91 p roneo.
- Degiovanni C., 1973. Etude de sédimentologie dynamique à la presqu'île de Sidi Ferruch (Ouest d'Alger). Thèse de Doct de 3^e cycle, Univ d'Aix Marseille, V.E.R des sciences de la mer de l'environnement. 105 p, 49 fig.
- Derruau M., 1988. Précis de géomorphologie Ed. Masson (Paris). 514 pages .
- Durand Delga M., 1969. Mise au point sur la structure du Nord -Est de la Berberie. Publ. Serv. carte géol. Algérie, nouv. série., n° 39.
- Fezoui S. et Mehdid N., 1991. Contribution à l'étude de l'extension du port de Tipaza. Mémoire de Technicien Supérieur en aménagement du littoral I.S.M.A.L (Alger), 116 pages .
- Glangeaud L., 1932. Etude géologique de région littoral de la province d'Alger. Bull. Serv. Carte Géol. de l'Algérie, 2^e série, n° 8 .
- Glangeaud L., 1952. Histoire géologique de la province d'Alger, XIX Congrès Géol.Int.
- Guilcher A., 1954. Morphologie littorale et sous - marine. Paris, PUF, Coll. Orbis, 216p., 40 fig., 8 pl. phot.
- Guilcher A., 1965. Précis d'hydrologie marine et continentale. Masson, Paris, 390p., 217fig., 8 pl. phot.
- Inman D. L. et Filloux J., 1960. Beach cycle related to tide and local wave regime. Journ of Geol., LXVIII, pp. 225 - 231.
- Journal Officiel de la République Algérienne, 2 décembre 1990. pages 1408 à 1434 .
- Kerrouche Y., 1988. La dynamique sédimentaire en baie de Tipaza : Relation morphologie - sédimentologie . Mém., Ing., Mar., IST, USTHB, Alger. 90 p., 39 fig.

- Leclaire L., 1972. La sédimentation holocène sur le versant méridional du bassin Algéro - baléare. Thèse d'Etat, Faculté des Sciences de Paris. 382 pages .
- Mammer A. et Ali A., 1993. Contribution à la connaissance de l'état actuel d'un espace côtier : Les dunes et la plage de Mazafran . Mémoire de D.E.U.A en aménagement du littoral et protection de l'environnement. I.S.M.A.L (Alger), 73 pages.
- Maouche S., 1987. Mécanisme hydrosédimentaire en baie d'Alger. (Algérie) : Approche sédimentologique, géochimique et traitement statistique . Thèse de Doct. de 3^e cycle. Univ. de Perpignan. 214 p, 77 fig, 4 pl.
- Millot C., 1985. Some features of the Algerien current.
Jour. geophys. Res. 90, c4 : 7169 - 7176 .
- Ottmann F., 1965. Introduction à la géologie marine et littorale .
Ed. Masson et Cie. Paris, 259 pages .
- Oukazi H., 1993. Le port de plaisance de Sidi Fredj : Approche critique à travers son fonctionnement et son impact sur l'environnement immédiat . Mémoire d'ingénieur en aménagement et protection de l'environnement. I.S.M.A.L (Alger), 209 pages.
- Pascoff R., 1981. L'érosion des côtes .
Imprimerie des presses universitaires (paris) . 127 pages .
- Pascoff R., 1981. Côtes en danger.
Ed. Masson (Paris), 247 pages .
- Pascoff R., 1994. Les littoraux, impacts des aménagements sur leur évolution .
2^{ème} édition . Masson . Paris . 225 pages .
- Riviere A., 1955. Recherche récentes en océanographie littorale. Solutions nouvelles à quelques problèmes techniques.
Mém. et trav. Soc. Hydrotechn. de France , N° 2 ,pp. 150 - 161 .

Riviere A., 1977. Méthodes granulométriques. Techniques et interprétation .
Masson, Ed. paris, 170 pages.

Saadallah A., 1981. Le massif cristalophylien d'El Djazaïr (Algérie) : Evolution d'un
charriage à Vergence Nord dans les internides des maghrébides .
Thèse de Doct de 3^e cycle, IST, USTHB. Alger . 160 p.

Saoudi N., 1982. Pliocène et Pléistocène inférieur et moyen du Sahel occidental
d'Alger.
Thèse de Doct 3^e cycle .Univ d'Aix Marseille II, Fac des Sci de Luminy.
Vol I -II, 227 p, 70 fig, 13 tabl.

Tichoutti K., 1995. Approche de quelques données de la plage Ouest de Sidi Fredj.
Mémoire de D.E.U.A en aménagement de littoral, I.S.M.A.L (Alger), 51 pages .

ANNEXES

Annexe n° 1

Données géologiques et géomorphologique

Cadre géologique

Entre l'oligocène et le miocène inférieur terminal (burdigalien), les chaînes atlasiques ont été surélevées .

La transgression burdigalienne, qui suit est accompagnée par un phénomène de subsidence donnant naissance aux bassins néogène de la Mitidja et de Cheliff .

Les mouvements plio - quaternaires provoquent la surrection de Sahel, de l'Atlas, des massifs de la Bouzaréah et du Chenoua .

Géologie régionale

Le Sahel d'Alger

Il correspond à un anticlinal plio - quaternaire de direction sensiblement NE - SW, s'étendant le long du littoral du sud massif de Bouzaréah à la vallée du Nador, son altitude varie de 50 m à 200 m .

Il possède un coeur formé par les marnes plaisanciennes celles - ci très épaisses, affleurent très souvent au fond des oueds qui ont profondément entaillés les flancs de l'anticlinal. Ces marnes constituent le sous - sol du Sahel; elles occupent la cuvette formée lors du plissement burdigalien .

Le bassin de Mitidja

La Mitidja est une zone d'affaissement permanente depuis le miocène, ce bassin subsident se relève au sud vers l'atlas blidien et au nord vers la ride sahélienne. Ce synclinal est du à un remplissage mio - plio - quaternaire .

Le massif d'Alger

Le massif d'Alger est un élément de socle de la zone interne des berbérides (DURAND DELGA, 1969). Il constitue un pli de fond allongé Est - Ouest dont la structure en écaille, avec retromorphose, est la conséquence d'un charriage d'âge alpin avec une résultante directionnelle vers le nord (A. SAADALLAH, 1981) .

Le massif de Chenoua

Le massif de Chenoua culmine à 905 m d'altitude, témoin de la chaîne Kabyle, renferme des séries métamorphiques très localisées qui affleurent sur le bord littoral du môle à la faveur d'un décrochement descripteur d'âge eocène, lutétien terminal (D. BELHAI, 1988).

Cet accident tectonique affecte les séries d'âge secondaire, tertiaire et quaternaire. Sur le versant oriental du Chenoua affleure à + 100 m d'altitude, une lumachelle d'un mètre d'épaisseur rapportée au sicilien (N. SAOUDI, 1982).

Elle indique la surrection continue de ce massif. La présence de nombreux trous alignés de lithophages (phollades) à différents niveaux d'altitudes conforte cette appréciation .

Stratigraphie

Sahel et Mitidja sont formés par la superposition de trois ensembles : de bas en haut :

- un pliocène marin,
- un pliocène continental,
- et un quaternaire.

A / Le pliocène marin (Plaisancien - Astien)

Il constitue l'essentiel du bouelet du Sahel et une partie du remplissage de la Mitidja

- Plaisancien : Est formé par une forte épaisseur de marnes de près de 100 mètres grise ou bleuâtre parfois sableuses. La microfauune est abondante mais les gros fossiles sont d'exception .

Le plaisancien correspond donc à une série uniforme de marnes bleues, discordantes sur le miocène subjacent, se terminent parfois par des intercalations gréseuses .

- L'Astien : débute par un niveau glauconieux puis se poursuit par :

- de la molasse,
- marnes jaunes,

- faciès gréseux,
- faciès calcaire ou calcaire - gréseux .

L'Astien correspond principalement à de puissants bancs gréseux largement carbonatés, biogènes avec des passées microconglomeratiques .

Les unités astienne, calabrienne et villa franchienne présentes sur le versant Sud du Sahel sont absentes sur le versant Nord. Cette disparition ne peut donc s'expliquer que par une (ou plusieurs) phase (s) d'érosion accompagnant les phases régressives pléistocènes .

B / Le pliocène continental

Assimilé au villa franchienne inférieur, il est appelé série des marnes de « Maison - carrée ». C'est une alternance d'argiles, de marnes jaunes collantes, d'argiles graveleuses, de quelques lits de graviers et de sable .

C / Le quaternaire

Les terrasses littorales pléistocènes occupent le versant Nord du Sahel. Elles résultent des oscillations marines, plus précisément des phases d'arrêts de la régression continue, anti - versilienne .

Chaque terrasse est constituée par :

- un épisode marin : calcaire coquillier (à lumachelles), avec ou sans galets de l'atlas, surmontés par des grès de plage,
- un épisode continental : grès dunaires .

Le pléistocène débute par le cycle sicilien, la coupe type de sicilien effectuée par Saoudi (1982) à Tipaza, présente une superposition de trois tendances eustatiques majeures .

Le niveau inférieur matérialisé par des poudingues et des dalles coquillières, surmontée en discordance les marnes bleues plaisanciennes .

Par contre, le cycle tyrrhénien ne comporte que deux niveaux marins .

Dans la région Ouest d'Alger, les terrasses littorales ont subi de nombreuses déformations.

Evolution paleogéographique du Sahel et de la Mitidja pendant le pliocène et quaternaire (fig. 2)

- Au pliocène inférieur : une mer profonde recouvrait toute la région d'Alger, le Sahel et Mitidja n'étaient pas encore individualisés. Dans cette mer s'étaient déposés les marnes bleues dites du plaisancien , vers le sommet de cette série il y eût tendance au dépôt de faciès marneux gypseux, vers la fin de pliocène inférieur, il y eût dépôt du niveau aglaconie .
- Au pliocène moyen : une mer peu profonde recouvrait toute la région jusqu'au piémont de l'atlas, dans cette mer s'est déposée l'épaisse molasse astienne d'Alger

Des débris du socle métamorphique retrouver dans les molasses témoignée de l'émergence du socle « Bouzaréah » à cette époque .

- Au début du IV aire une activité tectonique provoque le bombement anticlinal du Sahel et naissance du bassin subsident de la Mitidja, il y eût aussi abaissement du niveau du bas et érosion de la barre molasique et d'une partie des marnes plaisanciennes .

La topographie inégale (actuelle) du toit des marnes résulte de cette érosion .

Annexe n° 2 : Oued Mazafran (débits liquides moyens, mensuels et annuels en m³ / S)

Mois Années	Sept	Oct.	Nov.	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juill.	Août	Moyennes Annuelle	Moy An Hm ³ /an
1969/1970	3,28	12,93	6,90	68,10	38,69	8,84	6,31	10,07	5,35	1,33	0,59	0,49	13,57	713,2
1970/1971	0,04	1,44	1,04	6,81	19,83	5,61	8,93	15,62	6,19	1,37	0,34	0,19	5,61	294,8
1971/1972	0,92	0,83	27,83	22,60	71,82	23,14	25,67	15,96	12,63	3,59	1,17	0,80	17,24	906,1
1972/1973	2,60	3,88	2,03	13,51	60,93	106,21	50,39	26,27	15,35	4,33	2,42	1,20	24,09	1266,1
1973/1974	4,15	3,19	2,92	12,31	9,02	22,20	71,95	77,12	32,23	33,30	32,23	32,23	27,73	1457,5
1974/1975	1,25	4,51	10,42	3,69	3,60	8,31	16,57	10,38	5,20	2,16	0,86	0,40	5,61	294,8
1975/1976	0,67	0,64	11,50	9,02	9,64	71,56	20,27	8,44	6,65	1,65	1,66	0,58	11,85	622,8
1976/1977	0,99	2,52	4,27	9,64	10,20	6,48	3,18	3,62	2,35	0,95	0,32	0,43	3,74	196,6
1977/1978	0,36	0,37	1,33	1,23	2,62	2,57	5,11	15,90	3,80	1,60	0,45	0,15	2,95	155,0
1978/1979	0,15	2,87	2,18	2,09	2,35	14,50	47,36	7,27	3,54	0,84	0,26	0,08	6,95	365,3
1979/1980	2,19	1,32	5,95	5,84	27,99	2,76	28,38	6,56	7,71	0,84	0,15	0,12	7,48	393,1
1980/1981	0,085	0,187	0,427	16,060	7,171	14,820	6,050	4,278	4,111	0,492	0,229	0,243	4,513	237,2
1981/1982	0,243	0,304	0,329	0,541	4,863	9,767	4,036	1,537	2,053	0,409	0,006	0,000	2,007	105,5
1982/1983	0,011	0,573	11,990	25,750	7,184	5,832	3,254	1,238	0,326	0,208	0,051	0,000	4,701	247,1
1983/1984	0,000	0,000	0,066	0,658	3,052	7,087	2,806	2,277	2,199	0,875	0,095	0,000	1,593	83,7
1984/1985	0,000	17,270	1,485	8,908	9,498	3,648	32,12	2,995	2,344	0,513	0,187	0,057	6,85	360,0
1985/1986	0,102	0,270	1,576	1,981	2,629	10,880	20,680	4,919	2,545	2,246	2,229	2,040	4,341	228,2
1986/1987	2,028	1,945	2,944	15,340	11,310	47,220	17,320	3,825	3,181	0,352	0,268	0,226	8,830	464,1
1987/1988	0,230	0,396	1,576	0,807	1,356	0,727	2,519	0,518	0,476	0,295	0,207	0,054	0,763	40,1
1988/1989	0,509	0,208	0,350	11,470	2,098	1,563	3,126	1,854	0,697	0,223	0,093	0,000	1,849	97,2
1989/1990	0,209	0,249	0,399	0,287	0,614	0,361	0,400	0,557	0,563	0,146	0,183	0,000	0,331	17,4
1990/1991	0,000	0,159	0,744	2,627	2,491	8,583	8,541	3,550	1,114	0,065	0,003	0,000	2,323	122,1
1991/1992	0,000	2,178	0,251	0,171	29,380	2,759	6,461	14,15	4,645	0,674	0,196	0,092	5,080	267,0
1992/1993	0,080	1,878	2,067	1,580	1,402	0,870	1,635	0,826	2,093	0,299	0,143	0,033	1,076	56,5
1993/1994	0,201	0,206	0,683	0,831	8,745	3,142	0,504	0,466	0,221	0,049	0,009	0,008	1,256	66,0
MOYENNES	0,811	2,412	4,050	9,674	13,940	15,577	15,753	9,608	5,103	2,352	1,774	1,577	6,886	361,9

Code Station : 021201
 Nom Station : FER A CHEVAL

Annexe n° 3

Les courants généraux

A partir de l'analyse d'image d'infrarouge en période estivale, les travaux récents de C. MILLOT (1985) ont abouti à un nouveau modèle de la dynamique des eaux atlantiques dans le bassin algérien .

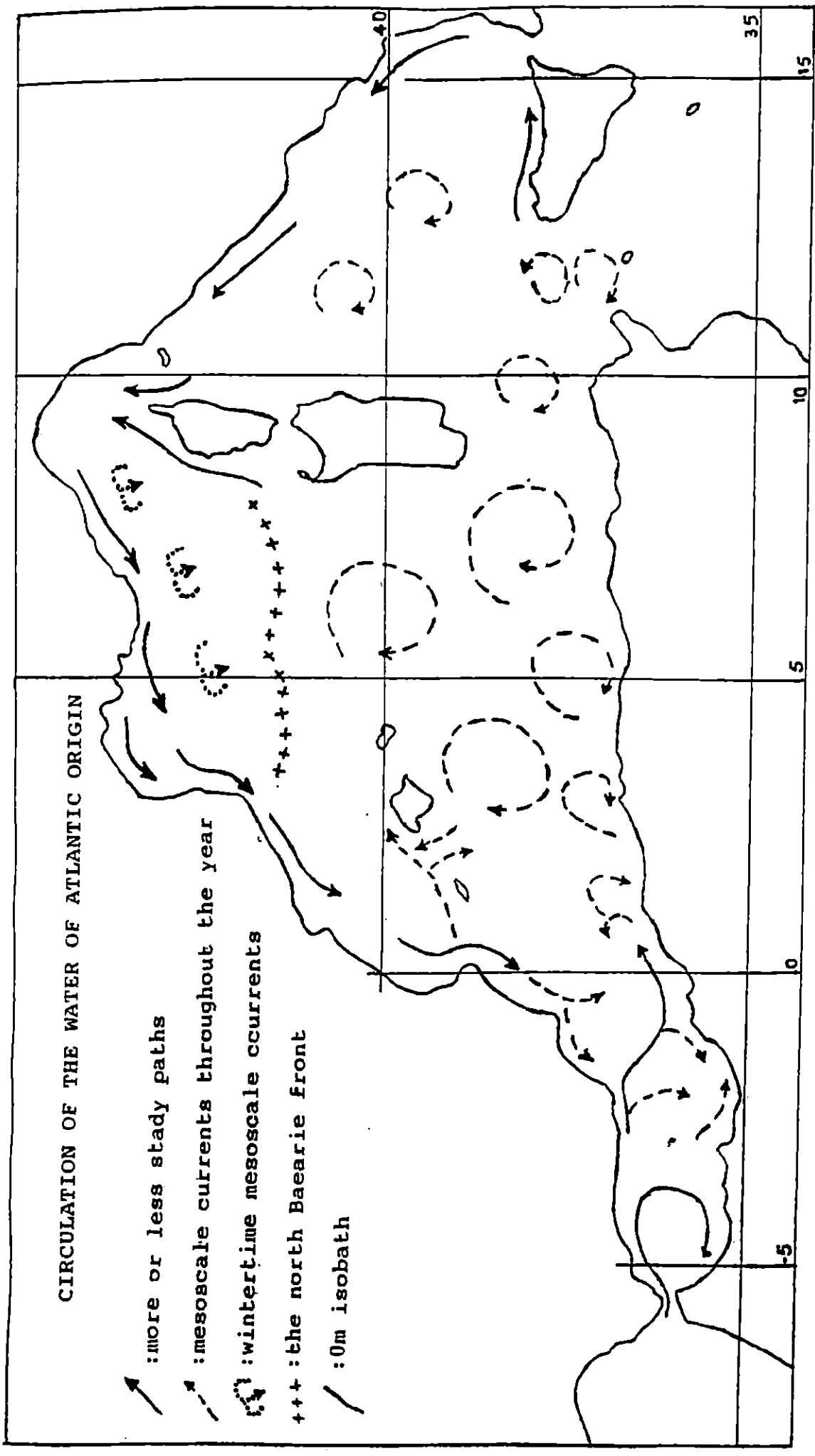
Cet auteur considère le courant algérien comme un flux turbulent qui génère, par des processus advectifs, des tourbillons cycloniques et anticyclonique .

Il se déplace de l'Ouest vers l'Est en décrivant des tourbillons de 100 km de diamètre et de 200 m d'épaisseur dans la couche de surface .

Il circule de manière continue le long de la côte, près de 0° et devient par la suite instable à partir de 1° à 2° Est .

Les structures anticycloniques peuvent s'individualiser et s'éloigner de la côte en se déplaçant dans le bassin Algérien pendant plusieurs semaines .

La présence de ces structures turbulentes est à l'origine de mélange intense entre les eaux Atlantiques et méditerranéennes à l'Est de la longitude de Cherchell .



ANNEXE : La circulation des masses d'eau en Méditerranée occidentale (Milot, 1986)

Annexe n° 4

Nature et distribution des sédiments dans la baie de Bou - Ismaïl

1. Historique

Les premières missions océanographiques sur le près continent Algérien datent de 1880 - 1883 à 1946 et ont porté essentiellement sur un inventaire de la faune et de la flore .

De 1960 à 1969 plusieurs travaux de sédimentologie marine sont entrepris par P. BOYSSE, J. CAULET, A. GROVEL, L. LECLAIRE et J. MANVIT, sur le plateau continental Algérien .

Ces travaux ont abouti, pour l'essentiel aux thèses d'Etat de J. CAULET (1972), concernant les sédiments organogènes du près continent algérien et de L. LECLAIRE (1972) sur les caractères de la sédimentation holocène du versant méridional du bassin algéro - baléare .

En baie de Bou - Ismaïl, les premiers résultats de sédimentologie reviennent à J. H. DURAND, G. HOLLANDE et P. MURAOUR qui, en 1951 ont fourni des données concernant quelques vases de la baie de Bou - Ismaïl .

A. DAGORNE (1972) a étudié la sédimentologie et la Bionomie benthique.

En 1973, C. DEGIOVANNI réalise un travail de sédimentologie dynamique limité à la prèsqu'île de Sidi Fredi .

A partir de 1978, D. AÏT KACI et H. PAUC ont étudié la nature et la structure de la couverture sédimentaire récente dans la partie orientale de la baie, ainsi que les relations fluvio - marines à l'embouchure de l'Oued Mazafran .

En 1983, A. MOULFI a entrepris l'étude sédimentologique et structurale du secteur occidental de la baie .

M. BAKIR (1987) a étudié la dynamique sédimentaire dans le secteur oriental de la baie (Baie d'El - Djamila) .

S. BOKRETAOUI et BOUTOULI (1989) ont contribué à l'étude des paramètres physico - Chimique et la Biosédimentologie de la baie .