

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

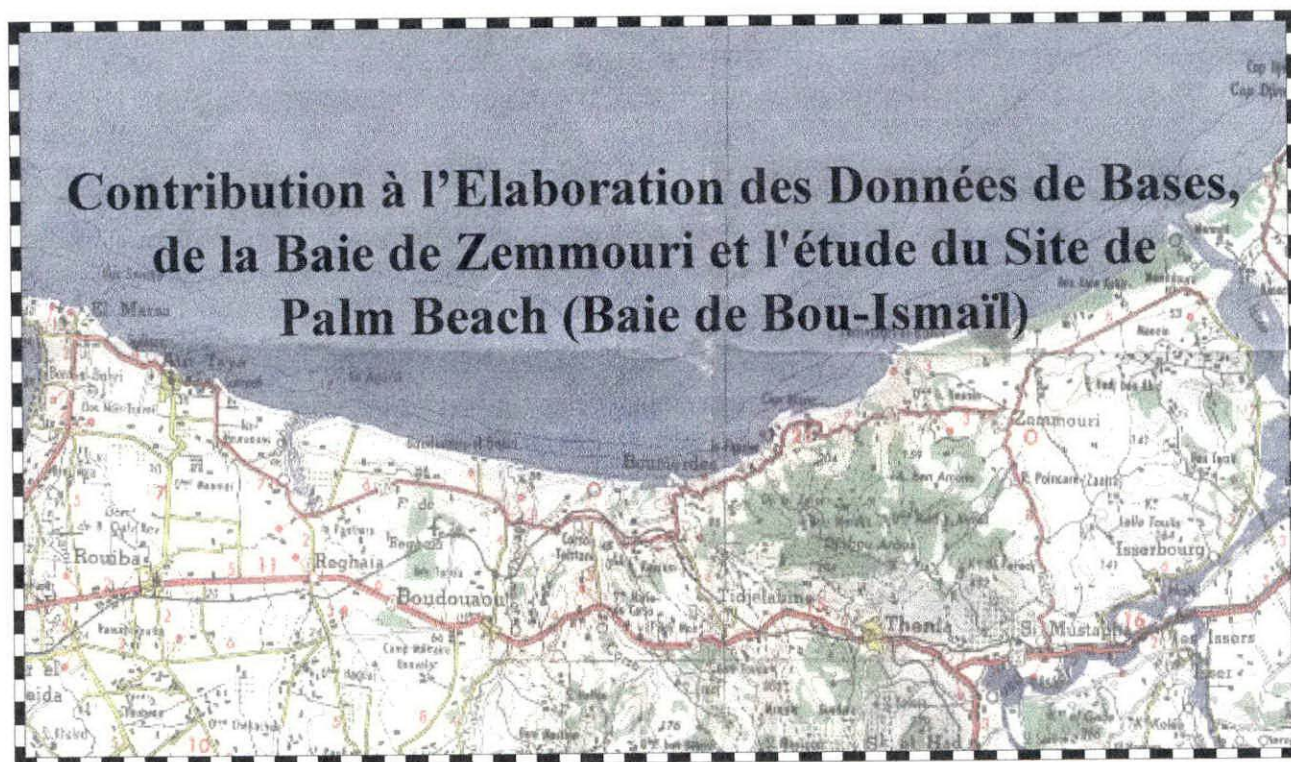
Institut des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral
(I.S.M.A.L.)

MEMOIRE

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

Option : Aménagement du littoral

THEME



Présenté par :

Ferrani Assia
Taïeb Chehaïma Leïla

Devant le jury composé de :

M. Boulahdid	Président
M. Larid	Promoteur
R. Belkessa	Examineur
O. Sefiane	Examineur



SOMMAIRE:

INDEX	Pages
INTRODUCTION GENERALE.....	1
1.DONNEES SUR LE MILIEU PHYSIQUE ET NATUREL.	
1.1.Situation géographique et localisation.....	2
1.2.Le littoral.....	5
1.2.1.Le littoral Ouest.....	5
1.2.2.Le littoral centre.....	5
1.2.3.Le littoral Est.....	5
1.3.Topographie et géomorphologie.....	7
1.3.1.Topographie sous-marine.....	7
1.3.2.Géomorphologie.....	7
1.3.2.1.Morphologie littorale.....	7
1.3.2.2.Morphologie sous marine.....	11
1.3.2.3.Activités sismiques.....	11
1.4.Aspect géologique et sédimentologique.....	12
1.4.1.Géologie.....	12
1.4.1.1.La géologie régionale.....	12
1.4.1.2.Eléments de stratigraphies.....	15
1.4.2.La sédimentologie.....	17
1.4.2.1.Sédiments calcaires.....	17
1.4.2.2.Sédiments siliceux.....	17
1.4.2.3.Sédiments argileux.....	17
1.5.Paramètres météorologiques.....	19
1.5.1.Température.....	19
1.5.2.Pluviométrie.....	20
1.5.3.Vent.....	22
1.6.Facteurs hydrodynamiques.....	27
1.6.1.Houle.....	27
1.6.2.Les courants.....	32
1.6.3.Marée.....	33

1.7.Facteurs physico-chimiques.....	35
1.7.1.La température.....	35
1.7.2.La salinité.....	35
1.7.3.L'oxygène dissous.....	36
1.7.4.Le potentiel hydrogène.....	37
1.8.Sels nutritifs.....	37
1.8.1.Les phosphates.....	37
1.8.2.Les nitrates.....	39
1.8.3.Les nitrites.....	39
1.8.4.Le silicium.....	39
1.9.Répartition de la M.E.S.....	40
1.10.Distribution spatiale et dynamique des masses d'eaux.....	42
1.10.1.Distribution horizontale.....	42
1.10.2.Distribution verticale.....	43

2.POTENTIALITES HYDRIQUES

2.1.Réseaux hydrographiques.....	50
2.2.Les infrastructures hydrauliques.....	52
2.3.Ressources hydriques et écoulement en mer.....	52
2.4.Les bassins versants.....	55

3.OCCUPATION DU LITTORAL

3.1.Démographie.....	59
3.1.1.Evolution récente de la population.....	59
3.1.2.Répartition territoriale de la population.....	60
3.1.3.Perspective d'évolution démographique.....	60
3.2.Industrie.....	63
3.3.Agriculture.....	66
3.3.1.Zone de production.....	66
3.3.1.1.Zone d'agriculture intensive.....	66
3.3.1.2.Zone d'agriculture extensive.....	69
3.3.2.Produits chimiques et organiques utilisés.....	69

3.4.Pêche et aquaculture.....	69
3.4.1.Pêche.....	69
3.4.1.1.Flottilles de pêche.....	69
3.4.1.2.Production halieutique.....	71
3.4.2.Aquaculture.....	71
3.5.Tourisme.....	71
3.5.1.Equipements existants.....	72
3.5.2.Perspectives de développement.....	72
3.6.Urbanisation.....	73
3.6.1.Situation actuelle.....	73
3.6.2.Secteurs d'urbanisation.....	73

4.CONTRAINTES ENVIRONNEMENTALE : PROBLEMES ET PERSPECTIVES

4.1.Contraintes globales.....	75
4.1.1.L'érosion.....	75
4.1.2.Pollution.....	77
4.1.2.1.Pollution de l'eau.....	78
4.1.2.2.Pollution de l'air.....	84
4.1.2.3.Pollution du sol.....	84
4.1.3.L'urbanisation anarchique.....	85
4.1.4.Surexploitation.....	86
4.1.4.1.Extraction abusive de matériaux.....	86
4.1.4.2.Effort de pêche.....	91
4.1.4.3.Surfréquentation.....	91
4.2.Perspectives d'action.....	92
4.2.1.Lutte contre l'érosion.....	92
4.2.1.1.Protection des plages.....	92
4.2.1.2.Conservation des espaces dunaires.....	92
4.2.1.3.Protection des falaises.....	93
4.2.2.Lutte contre la pollution.....	93
4.2.3.Normes et instruments d'occupation et de gestion du littoral.....	93
4.2.4.Lutte contre la surexploitation des matériaux de construction.....	94
4.2.5.Protection des sites à valeur culturelles et écologiques.....	95
4.2.6.Actions à entreprendre.....	95

5.ETUDE DU SITE COTIER RESTREINT : PALM BEACH.

5.1.Situation géographique.....	96
5.2.Données générales sur le milieu.....	96
5.3.Occupation du littoral.....	96
5.4.Bathymétrie.....	100
5.4.1.Topographie sous-marine.....	100
5.4.2.Morphologie côtière en profil.....	100
5.4.3.Plans de vagues.....	106
5.4.3.1.Plan de vague de direction Nord Ouest.....	106
5.4.3.2.Plan de vague de direction Nord.....	108
5.5.Approche sédimentaire.....	110
5.5.1.Méthodologie.....	110
5.5.1.1.Granulométrie.....	110
5.5.1.2.Calcimétrie.....	120
5.5.1.3.Morphoscopie.....	120
5.6.Hydrodynamisme.....	121
5.6.1.Vitesse des courants.....	121
5.6.2.La dérive littorale.....	122
5.6.3.Les courants de retour.....	122
5.7.Evolution du trait de côte.....	123
5.7.1.Méthodologie.....	123
5.7.2.Interprétation.....	123
5.8.Perspectives d'aménagement.....	125
5.8.1.Protection de la plage.....	125
5.8.2.Préservation de la dune bordière.....	125
CONCLUSION GENERALE.....	126

INDEX:

Index des cartes	Pages
Carte n°1 : Localisation de la zone d'étude	3
Carte n°2 : Découpage administratif de la Wilaya de Boumerdès	4
Carte n°3 : Topographie de la baie	8
Carte n°4 : Morphologie du littoral de Zemmouri	9
Carte n°5 : Les milieux physiques	13
Carte n°6 : Les ensembles lithologiques	14
Carte n°7 : Géologie de la Wilaya de Boumerdès	16
Carte n°8 : Nature de la couverture sédimentaire actuelle et récente dans la baie de Zemmouri	18
Carte n°9 : Pluviométrie du Littoral de Zemmouri	21
Carte n°10 : Courants côtiers au niveau de la baie étudiée.....	34
Carte n° 11 : Variation spatiale de la matière en suspension en surface au niveau de la baie de Zemmouri	41
Carte n°12 : Distribution de la salinité en surface au niveau des eaux de la baie de Zemmouri	43
Carte n°13 : Distribution de la température en surface au niveau des eaux de la baie de Zemmouri	43
Carte n°14 : Distribution des phosphates en surface ($\mu\text{mol/l}$) au niveau des eaux de la baie de Zemmouri	45
Carte n°15 : Distribution silicium ($\mu\text{mol/l}$) en surface au niveau des eaux de la baie de Zemmouri	45
Carte n°16 : Distribution des nitrites en surface au niveau des eaux de la baie de Zemmouri (en $\mu\text{mol/l}$)	46
Carte n° 17 : Distribution des nitrates en surface au niveau des eaux de la baie de Zemmouri (en $\mu\text{mol/l}$)	46
Carte n°18 : Réseaux hydrographiques de la baie de Zemmouri	51
Carte n°19 : Infrastructures hydraulique de la Wilaya de Boumerdès.....	53
Carte n°20 : Hydrologie de la Wilaya de Boumerdès	54
Carte n°13 : Occupation du sol de la Wilaya de Boumerdes (INC)	68
Carte n°21 : Bassins versants de la baie de Zemmouri	58
Carte n°22 : Baie de Zemmouri : Densité de la population (hab./km^2).....	62
Carte n°23 : Répartition des Unités industrielles	65
Carte n°24 : Localisation des carrières d'agrégats en exploitation.....	67
Carte n°25 : Occupation du sol de la wilaya de Boumerdès.....	68
Carte n°26 : Ecoulement des eaux usées	80
Carte n°28 : Description du marais de Réghaïa	80
Carte n°29 : Localisation du site d'étude.....	83
Carte n°30 : Géomorphologie du site étudié.....	97
Carte n°31 : Géologie du site étudié.....	98
Carte n°32 : Occupation du littoral de Palm Beach.....	98
Carte n°33 : Localisation des radiales bathymétriques.....	99
Carte n°34 : Bathymétrie du site d'étude.....	101
Carte n°35 : Localisation des profils.....	102
Carte n°36 : Plan de vague (direction Nord Ouest, période 6s).....	103
Carte n°37 : Plan de vague (direction Nord, période 6s).....	107
Carte n°38 : Localisation des stations de prélèvement.....	109
Carte n°39 : Carte des modes.....	110
Carte n°40 : Carte des pélites.....	114

Carte n°41 : Carte des médianes.....	116
Carte n°42 : Carte du décile supérieur.....	117
Carte n°43 : Carte du décile inférieur.....	117
Carte n°44 : Facteur hydrodynamique.....	119
Carte n°45 : Carte des carbonates.....	120
Carte n°46 : Carte des courants.....	122
Carte n°47 : Evolution du trait de côte de la plage de Palm Beach.....	124

Index des figures**Pages**

Figure n°1 : Coupe schématique de l'Atlas Tellien sur le méridien de Thénia	10
Figure n°2 : Evolution des températures mensuelles (période 91/96) de la zone côtière.....	20
Figure n°3 : Pluviométrie moyenne dans la région étudiée (période 91/96).....	22
Figure n°4 : Fréquence cumulée des vents au large par direction et par mois	24
Figure n°5 : Roses trimestrielles des vents région centre d'Algérie	25
Figure n°6 : Rose annuelle des vents région centre de l'Algérie	26
Figure n°7 : Répartition mensuelle par direction des houles de vent au large.....	29
Figure n°8 : Roses trimestrielles des houles région centre d'Algérie.....	30
Figure n°9 : Rose annuelle des houles régions centre d'Algérie.....	31
Figure n° 10 : Distribution des sels nutritifs dans le bassin Algérien	38
Figure n°11 : Distribution verticale de la température et de la salinité le long de la section Cap Djinet-Cap Matifou.....	47
Figure n°12 : Distribution verticale de l'oxygène dissous et des nitrates le long de la section Cap Matifou - Cap Djinet.....	48
Figure n°13 : Distribution verticale du silicium et du phosphate le long de la section Cap Matifou- Cap Djinet	49
Figure n°14 : Les débits liquides (m ³ /s.) et les apports annuels (Hm ³ /an) des oueds Isser et Sebaou pour une période de 25 ans.....	56
Figure n°15 : Débits solides des oueds Isser et Sebaou pour une période de 18 ans.....	57
Figure n°16 : Evolution de la population par commune durant l'année 1977, 1987 et 1996..	61
Figure n°17 : Perspective d'évolution de la population par communes littorales.....	64
Figure n°18 : Profils aériens.....	104
Figure n°19 : Profils marins.....	105
Figure n°20 : Abaque pour le tracé d'un plan de vague.....	106
Figure n°21 : Méthodologie.....	111
Figure n°22 : Fréquence des modes de la partie aérienne.....	115
Figure n°23 : Fréquence des modes de la partie sous-marine.....	115
Figure n°24 : Répartition de l'indice de classement.....	118
Figure n°25 : Répartition de l'indice d'asymétrie.....	118
Figure n°26 : Diagramme de Passega.....	119
Figure n°27 : Abaque pour l'estimation de la vitesse du courant en fonction du diamètre des sédiments et de la profondeur.....	121

Index des tableaux**Pages**

Tableau n°1 : Superficie des communes côtières	2
Tableau n°2 : Caractéristique de la station Dellys - Afir	19
Tableau n°3 : Températures mensuelles de l'année 1991 à 1996 (en °C)	19
Tableau n°4 : Pluviométries mensuelles durant l'année 1991 à 1996 (en mm)	22
Tableau n°5 : Nombre d'observation de houle par mois	27
Tableau n°6 : Fréquence mensuelle de la houle au large par direction (1 mois = 100 %)	28
Tableau n°7 : Embouchures d'oueds	50
Tableau n°8 : Evolution de la population et son taux de croissance	59
Tableau n°9 : Données sur la densité de la population (hab/km ²) par Communes et Daïras littorales en 1996.....	60
Tableau n°10 : Perspective d'évolution de la population	60
Tableau n°11 : Industrie au niveau de la baie étudiée	63
Tableau n°12 : Carrières existantes au niveau de la baie étudiée.....	66
Tableau n°13 : Agriculture au niveau de quelques communes de la wilaya de Boumerdès.....	70
Tableau n°14 : Flottes de pêche	71
Tableau n°15 : Superficie des Z.E.T. par commune.....	72
Tableau n°16 : Répartition des plages existantes, autorisées et interdites.....	81
Tableau n°17 : Etat des stocks dans les sablières d'oueds.....	87
Tableau n°18 : Sablières de mer exploitées avec autorisation.....	87
Tableau n°19 : Etat des sablières de mer	88
Tableau n°20 : Etat des extractions sur les sablières de mer	88
Tableau n°21 : Volume de sable extrait	89
Tableau n°22 : Caractéristiques des sablières au niveau de la baie de Zemmouri	90

Index des photos**Pages**

Photo n°1 : Site de Ain Beïda	76
Photo n°2 : Site de Ain beïda	76
Photo n°3 : Site de Ain Chrob	76
Photo n°4 : Site de Ain Chrob	76
Photo n°5 : Site de Ain Taya	77
Photo n°6 : Site de Ain Taya	77
Photo n°7 : Site de Ain Taya	77
Photo n°8 : Oued de Ain Beïda	79
Photo n°9 : Oued de Ain Beïda	79
Photo n°10 : Embouchure de l'oued Tatarég	79
Photo n°11 : Boumerdès	85
Photo n°12 : Boumerdès	85
Photo n°13 : Boumerdès	85
Photo n°14 : Zemmouri	89
Photo n°15 : Zemmouri	89
Photo n°16 : Zemmouri	89
Photo n°17 : Zemmouri	89
Photo n°18 : Zemmouri	90
Photo n°19 : Zemmouri	90
Photo n°20 : Zemmouri	90
Photo n°21 : Zemmouri	90

INTRODUCTION GENERALE:

Bien que fréquemment utilisé, la notion de littoral est diversement conçue. Le littoral du spécialiste en géographie humaine ne correspond pas à celui du géomorphologue, leur acception ne coïncide également pas avec celle du biologiste qui est elle-même différente de l'idée que se fait le géologue ou bien le juriste. Chacune de ces disciplines scientifiques lui confèrent un sens en fonction des préoccupations et de l'objet d'étude, cette diversité dans sa définition pose des difficultés lors de son aménagement, afin de préserver l'intégrité du site côtier, l'idée de «continuité continent-mer» constitue un principe fondamental.

A la fois rare et fragile, l'espace côtier exerce une attirance continue sur l'homme ce qui a produit des effets négatifs voir même irréversibles : sur-occupation, pollution, érosion, sur-exploitation des rivages marins. Il apparaît urgent de concevoir une politique sérieuse d'aménagement du milieu littoral.

Située dans la partie centrale de la côte algérienne avec un relief sous marin caractéristique de la mer Méditerranée (faible largeur du plateau continental et la raideur du talus), la baie de Zemmouri n'échappe pas elle aussi au phénomène de littoralisation. En effet la croissance démographique et les multiples activités qui l'accompagnent (pêche, tourisme, agriculture, industrie,..) accélèrent les dégradations du milieu côtier, indiquant ainsi la nécessité de prévoir un plan d'aménagement côtier conscient de l'interférence des éléments biotiques et abiotiques propres au trois composantes de la biosphère (lithosphère, atmosphère et l'hydrosphère.) dont il est le lieu de jonction.

Afin d'apporter notre contribution, si modeste soit-elle, à la connaissance et à la compréhension de l'évolution et de l'état actuel de ce milieu côtier, nous collecterons des données sur les ressources physiques et naturelles, population, activité humaine et les contraintes environnementales..., pour des fins d'analyse et d'interprétation.

Nous avons prévu au début, l'étude de détail d'un site côtier incrusté dans la baie de Zemmouri (plage Zemmouri El Bahri) afin d'élaborer une approche préliminaire plus précise et plus détaillée dans une échelle spatiale plus réduite, mais la promulgation du décret exécutif n° 96-55 (annexe n°1) a dévié l'objectif voulu vers la baie de Bou-Ismaïl pour l'étude du site de Palm-Beach, jusque là ignoré si l'on juge par la bibliographie consultée.

Notre étude abordera les points suivants:

*Dans un premier volet, sont indiqués les caractères et données relatives au cadre physique et naturel global : localisation, description géologique, géomorphologique et sédimentologique, hydrologie, données climatiques et physico-chimiques.

*Nous essayerons ensuite d'identifier les pressions anthropiques (occupation du rivage) et les contraintes sur l'environnement côtier et d'en dégager des principes généraux d'aménagement.

*Et enfin, l'étude de détail du site de Palm-Beach : évolution morphologique, approche morpho-sédimentaire et perspectives d'aménagement.

1.DONNEES SUR LE MILIEU PHYSIQUE ET
NATUREL:

1.1.SITUATION GEOGRAPHIQUE ET LOCALISATION:

La baie de Zemmouri ex. « baie de Courbet » se situe à l'Est immédiat de la baie d'Alger . Très largement ouverte vers le Nord, elle s'étale sur une cinquantaine de kilomètre (53,7 km), limitée à l'Ouest par le Cap Matifou 36°49' Nord et 3°15' Est et à l'Est par le Cap de Djinet 36° 53' Nord et 3°45' Est (Carte n°1), on notera l'existence d'un promontoire rocheux d'environ 100m le long du trait de côte (Rocher noir).

Faisant partie de la wilaya de Boumerdès, la baie de Zemmouri relie 11 communes littorales des 38 communes regroupant la wilaya (Carte n°2), qui sont en allant de l'Ouest vers l'Est: El Marsa, Ain Taya, Heuraoua, Réghaïa, Boudouaou El Bahri, Corso, Boumerdès, Thénia, Zemmouri, Léghata et Djinet.

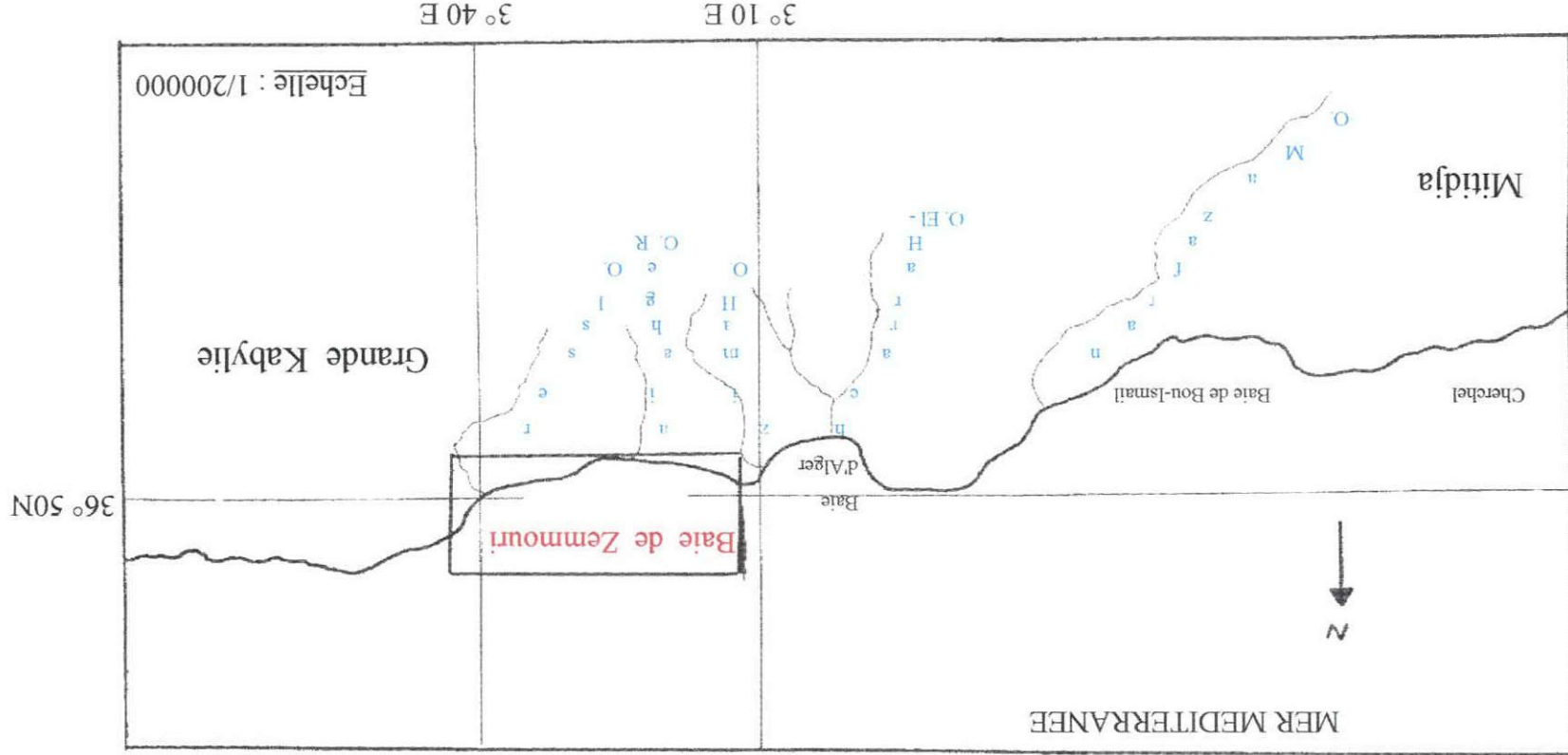
La superficie des communes adjacentes à la baie, se repartie de la manière suivante:

Tableau n°1: Superficie des communes côtières (Annuaire statistique).

Communes et Dairas	Superficie	
	Km ²	%
Boumerdès	19,25	5,86
Corso	22,90	6,98
Djinet	72,13	21,98
Léghata	49,40	15,05
Zemmouri	55,50	16,91
Réghaïa	27,25	8,30
Boudouaou El Bahri	14,43	4,39
Heuraoua	12,40	3,78
Ain Taya	9,55	2,91
El Marsa	3,80	1,16
Thénia	41,60	12,68
Total	328,21	100

De ce fait, la superficie des communes à façade maritimes représente 21,06% de la superficie totale de la wilaya de Boumerdès (qui est de 1558,39 km² environ).

Carte n° 1 : Localisation de la zone d'étude.



1.2.LE LITTORAL :

Le littoral de la baie de Zemmouri s'étend de Cap Matifou jusqu'à la limite Est de la baie (Cap Djinet).caractérisé par une mer sans marées appréciables, et un paysage marqué par l'alternance de plages, potentialité la plus importante en matière de loisirs. Ces plages sont des accumulations de matériaux, comprenant sable fin, galets, graviers, issues soit de l'érosion des roches par la mer soit par le drainage des matériaux érodés en amont par les oueds.

La diversité du paysage de ce littoral a permis de distinguer trois (03) sous ensembles (E.N.E.T.,1985):

1.2.1.LE SECTEUR OUEST:

S'élève vers le Nord au delà d'une pointe rocheuse connue sous le nom de Cap Matifou (46m) au relief impressionnant avec des falaises de 12 à 15 mètres (affectée actuellement par l'érosion) jusqu'à l'oued Boudouaou. On observe une zone de dépôt de sédiments meuble formant de belles plages de sable fin « plage d'El Marsa, plage de Ain Beïda, plage de Ain Taya, plage du sable d'or, plage de Boudouaou El Bahri », et au large des îles « îles de Sandjas et l'île Aguéli ».

1.2.2.LE SECTEUR CENTRE:

Il s'étend de l'oued Boudouaou à l'embouchure de l'oued Isser.Il se caractérise par une côte au profil presque concave découpée de criques rocheuse et plage de sable fin : « plage de corso, plage de Boumerdès, plage d'El Karma (Figuier), plage de Zemmouri El Bahri Est et Ouest ». La plupart de ces plages sont situées aux embouchures des oueds, où ont subit une accumulation sableuse très forte qui a engendré la formation dunaire qui s'explique par le triage des sédiments sélectifs par les vents venant du large et de la haute plage en raison de l'absence plus ou moins de végétation. Ces dunes occupent une bande située de Cap Blanc à Cap Djinet, elles sont de faible hauteur et n'apparaissent pas consolidées, mais simplement fixées par la végétation.

1.2.3.LE SECTEUR EST:

S'étend de l'embouchure de l'oued Isser jusqu'à Cap Djinet, cette bande se caractérise par un profil convexe marqué par une plage de sable plus ou moins fin « plage de Cap Djinet ».

Cependant, ces plages sont parfois délimitées par des becs rocheux qui plongent à pic dans la mer, offrant des points panoramiques « Cap Matifou, Rocher noir, Figuier, Cap Blanc, Cap Djinet ».

Cap Matifou :

Ce bloc rocheux, situé à l'Ouest de cette région côtière, ferme à l'Est la courbe majestueuse de la baie d'Alger qui offre des points de vues panoramiques.

Cap Blanc :

L'ensemble de ce site est situé à l'Est d'El Karma et a un grand intérêt touristique qui demeure attrayant, pour l'ensemble de la région grâce à son isolement de l'urbanisation anarchique, et ces nombreuses curiosités naturelles « petites grottes, petites plages au fond des rochers et criques rocheuses constituant des îlots dans la mer ».

Cap Djinet :

Bloc rocheux situé à l'Est de l'embouchure de oued Isser, offrant des vues lointaines sur le littoral de la Wilaya d'Alger, avec des vues panoramique plus complètes sur le paysage verdoyant de la forêt de Bouberek.

1.3.TOPOGRAPHIE ET GÉOMORPHOLOGIE:

1.3-1.TOPOGRAPHIE SOUS MARINE:(Carte n°3)

En général, la marge continentale algérienne et les plaines abyssales sont délimités par la courbe bathymétrique de 200m. L'étendue de la marge est variable, mais peu importante dans l'ensemble du pré-continent algérien. Ces caractères morphologiques se traduisent par la forte pente que présente le rebord du talus continental.

La baie d'étude présente une large ouverture sur la haute mer, avec une distance d'environ 30 milles marin entre les deux Caps (Matifou et Djinet.). Son plateau continental est généralement réduit, il atteint sa largeur maximale dans la partie centrale de la baie, alors qu'il décroît à des valeurs minimales au niveau des caps.

Notons toutefois, l'existence de canyons sous-marins au large de la baie, perturbant ainsi l'homogénéité et la régularité des lignes bathymétriques et dont le plus important est le canyon de Zemmouri, situé à 1,8 km. au large où sa tête principale remonte jusqu'à 45 m. de profondeur (Belkessa,1991).

1.3.2.GEOMORPHOLOGIE:

La Wilaya de Boumerdès située dans le Tell septentrional, se caractérise par une géomorphologie présentant des paysages variés, correspondant à trois (03) grands ensembles :

- * La plaine littorale au Nord;
- * Les derniers contre forts de l'Atlas Mitidjien au Sud et au Centre;
- * Les avants monts de la basse Kabylie à l'Est.

Tout cet ensemble a subi plusieurs phases de déformation en plis d'âge, ces phases de plissement dépendent du phénomène géophysique qui les provoque et de la nature du matériel qui est affecté, où l'on remarque une lithologie complexe et très variable même à l'intérieur d'un même étage géologique. Au niveau de la baie de Zemmouri, la morphologie est déterminée comme l'indique la carte n°4.

1.3.2.1.Morphologie littorale :

La baie de Zemmouri ex « Courbet marine », fait partie de la plaine littorale de la basse Kabylie qui est une zone que partage en deux parties égales les petits massifs de Thénia (Fig.1). C'est une baie largement ouverte donc touchée par des houles de toutes directions, caractérisée par des plages composant tout le littoral et des falaises formant seulement 5% de la côte (P.A.C.,1997).

1.3.2.2.Morphologie sous marine :

La morphologie du plateau continental est liée à la tectonique et à la structure continentale c'est le prolongement du relief terrestre sous la mer.

La baie d'étude est caractérisée par une faible largeur du plateau continentale qui devient exigü au droits des îles Sanjas : 1,5 km (Leclaire, 1972) et se retréci au niveau du mont de Thénia où la tectonique est active, sa largeur ne dépasse pas les 3 km, par ailleurs en face de la zone basse d'Isser, la largeur du plateau peut atteindre 15 km (P.A.C., 1997).

En effet, la forme du plateau sous-marin présente plusieurs aspects, dus essentiellement aux conditions morphologiques, aux grands changements climatiques et à la dynamique sédimentaire spécifique. A cet effet, il existe dans la baie de zemmouri (P.A.C., 1997):

* Une succession de dunes sous-marines atteignant la zone de Cap Blanc et de Rocher noir, sous l'effet de la houle, ces sédiments forment de grands amas dunaires sous-marins qu'on retrouve seulement au niveau de Cap Djinet à Cap Blanc.

* Un platier rocheux contournant le promontoire de Cap Matifou pour apparaître sous forme de lambeaux formant ainsi le platier de l'île Aguéli et les îles de Sanjas.

Le reste du fond est constitué de sédiment meuble avec parfois une légère végétation.

Le talus continental est intensément buriné par un réseau de canyons qui perturbe la régularité du plateau ainsi que l'évolution du trait de côte.

Les Canyons de Cap Blanc et de Zemmouri sont parfaitement nets, en entaillant le rebord de ce talus. Ces deux ravins sous-marins, considérés comme étant le plus bel exemple et le plus important sur le plateau continental algérien, ils ne discernent aucun lien, ni avec le réseau hydrographique (O. Isser) ni avec le prolongement sous-marin des deux vallées de l'oued Isser et l'oued Sebaou. Ce tracé est très difficile à suivre sur la pente continentale (Leclaire, 1972).

1.3.2.3.Activités sismiques :

En Algérie l'activité sismique est centrée dans la région septentrionale, il semble qu'à partir des études et observations faites sur les cartes sismiques dressées par le Service de Sismologie de l'Institut de Physique du Globe d'Alger que la sismicité de la Wilaya de Boumerdès est faible à moyenne et décroît d'Ouest en Est, soit de l'intensité VII à V sur l'échelle macrosismique internationale (E.N.E.T.,1985).

1.4.ASPECT GEOLOGIQUE ET SEDIMENTOLOGIQUE :

L'approche géologique fournit dans certain cas l'histoire et l'évolution d'une zone donnée, complétée par une étude sédimentologique, celle-ci nous apporte plus de détail de la provenance des sédiments (érosion des bassins versants, érosion marine des côtes) et le type de sédiments arrivant en mer.

1.4.1.GEOLOGIE:

1.4.1.1. Géologie régionale :

La wilaya de Boumerdès est entièrement comprise dans la partie septentrionale de l'Atlas Tellien, marquée surtout par une plaine agricole, elle se caractérise par des vallées entourées d'oueds qui descendent des montagnes s'ouvrant sur la mer. En effet, ces unités structurales dégagent cinq (05) grandes ensembles (Carte n°5).

a.Plaine littorale :

Correspond à l'extrême Est de la Mitidja, qui représente en générale une structure de subsidence, comblée par d'épaisses couches d'alluvions du quaternaires avec une pente faible (<3%) séparée de la mer par des falaises, cette structure donne un aspect pittoresque et panoramique déjà verdoyant par l'agriculture, sa lithologie est essentiellement constituée d'alluvions à l'exception du Cap Matifou à prédominance de grès et de marnes (Carte n°6).

b. Les côtières d'Alger et la vallée de l'Isser :

Constitués de plaines côtières et d'une large vallée alluviale dominée par les monts de l'Atlas et de la grande Kabylie, la vocation agricole est dominante avec une ponctuation forestière. Sa lithologie est formée d'alluvions sur la frange littorale et dans les vallées des oueds et ailleurs de grès et argiles.

c. La zone de collines de la chaîne côtière :

Occupe l'Est de la wilaya elle est formée de collines de 200 m d'altitude séparées par la vallée de Sebaou, les pentes sont fortes (>25 %).

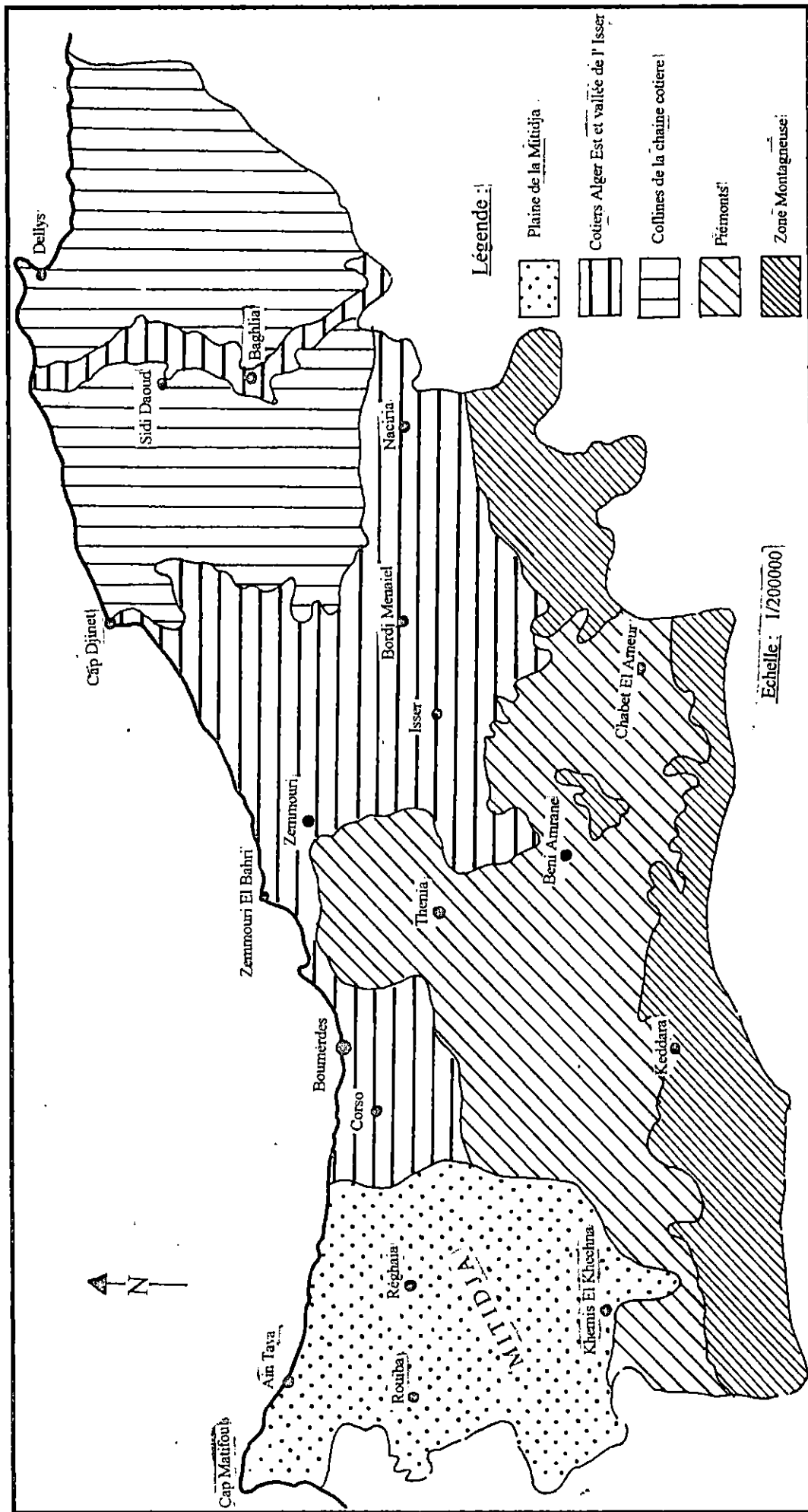
d. La zone du Piémont :

* Piémont de Thénia : basses altitudes (200m) et forte pente (12,5 % à 25 %) sa lithologie est formée de schistes, granites et grès.

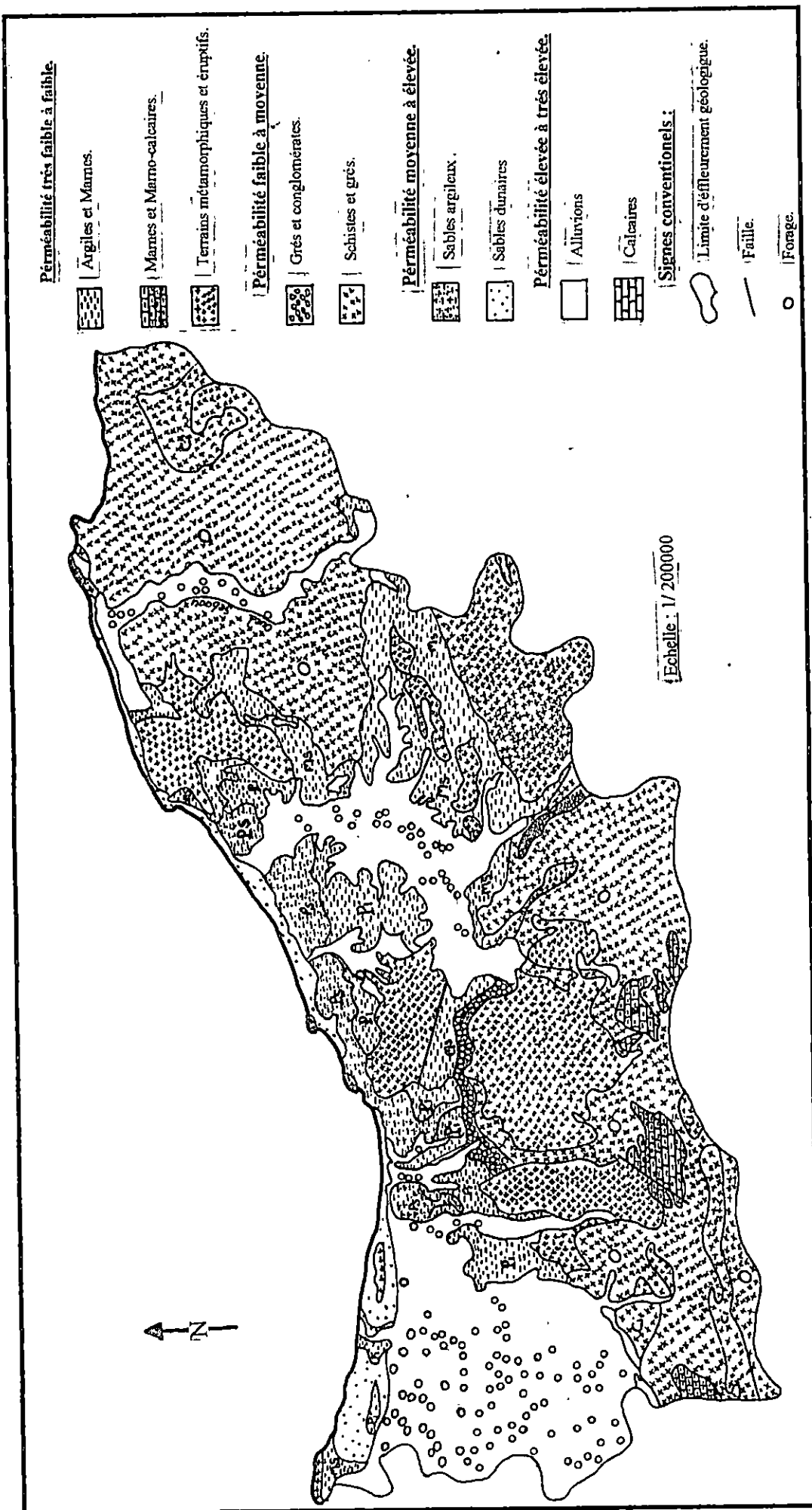
* Piémont de l'Atlas Blidéen : situé au Sud avec une altitude moyenne de 300 m des pentes élevées (5% à 25 %).

e. Zone de montagne :

Limite Sud de la Wilaya, s'étalant d'Ouest en Est comprenant une partie de l'Atlas Blidéen, de l'Atlas de Bouira et le début de la chaîne de Djurdjura l'altitude moyenne est de 600m.



Carte n° 5 : Les milieux physiques (A.N.A.T.,1995).



Carte n° 6 : Les ensembles lithologiques (A.N.A.T.,1995).

1.4.1.2. Eléments de stratigraphie :

La stratigraphie étant l'étude des différentes couches avec leur superposition, leur âge et leur nature. En effet, les données intéressantes fournies par la carte n°7, donne une meilleur reconnaissance des formations géologiques:

*Des formations cristallines du « socle hercynien » au Nord du territoire de la wilaya, sont généralement représentées par des phylites et parfois des schistes cristallins, par endroit de quartzites et des calcaires métamorphiques.

*Les dépôts jurassiques ne sont pas développées, les seules affleurements qu'on rencontre sont localisés au Sud de la wilaya et sont représentés par des calcaires argileux, des dolomies et des marnes.

*Les dépôts du crétacés sont des marnes schisteuses, avec des intercalations de calcaires argileux et calcaires gris massifs parfois on y trouve des aleurolites d'argilites et des grès, ces affleurements sont localisés d'Est en Ouest.

*Les dépôts paléogène représentés par l'oligocène et l'éocène, affleurent la quasi totalité de la wilaya, ce sont des marnes, des argiles marneuses et parfois des calcaires, ces affleurements constituent les versants Nord et Sud du massif de Djurdjura.

*Les dépôts du néogène, représentés par les dépôts de miocène et de pliocène, ont une large extension notamment la dépression du Bordj Menaïel et se caractérisent par des affleurements de grès, de poudings, marnes bariolées des faciès argilo-sableux, des argiles carbonatés et des argiles bleues sur le littoral. A Cap Djinet ce terme est représenté par des laves basaltiques.

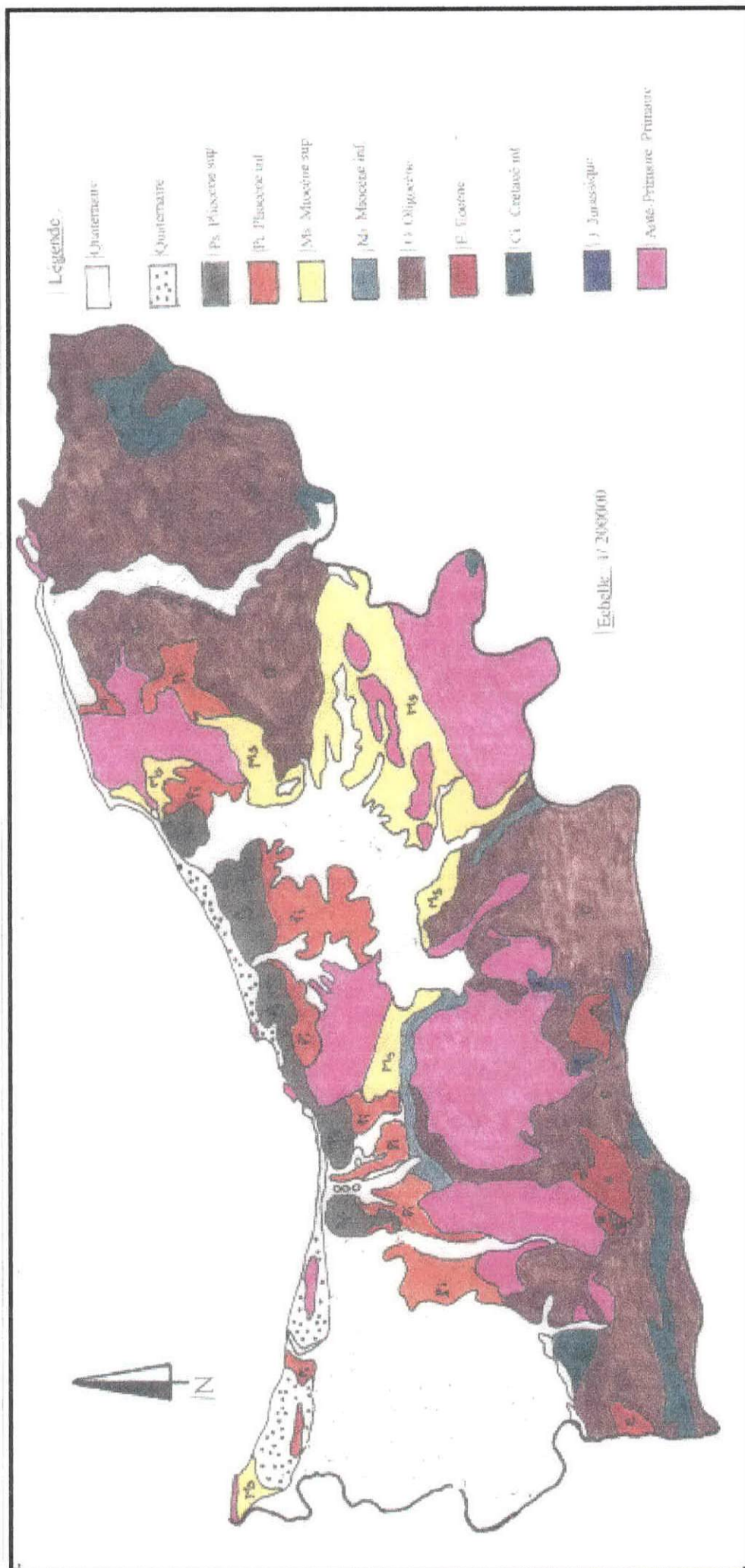
*Le quaternaire, se sont des dépôts généralement récent qui occupent le plus souvent les vallées d'oueds, constitués de roches sédimentaires (sables durcis, grès et galets) n'ayant pratiquement pas subi de diagenèse totale. Dans la zone Est de la baie, où la tectonique a fortement contribué à la surélévation des rivages marins, sept (7) niveaux ont été décelés dont la similitude entre le nombre de terrasses alluviales et celui des terrasses marines, ont permet de penser que les formations marines et continentales sont étroitement liées. Trois (3) types de terrains de sous-bassement ont été retenues (Belkessa, 1991) :

-Les granodiorites, rhyolites et schistes constituant la base du secteur Sud de Cap Blanc et de Zemmouri El Bahri. La surrection du massif de Thénia à surélevé les plus anciennes terrasses.

-Les marnes mio-pliocène, composant la majeure partie de cette zone Est.

-L'affleurement des roches volcaniques de Cap Djinet, se trouve en position élevée est très rapprochée de la mer. Les rivages marins se sont donc succédés sur un littoral spatialement restreint. Sur les versants Nord, une couverture colluvionnaire épaisse recouvre ainsi toute trace de rivage marin.

Note : Le plus gros des données géologiques ont été tirés des documents cartographiques élaborés par l'A.N.A.T. en 1995.



Carte n° 7 : Géologie de la wilaya de Boumerdès (Reprise de l'A.N.A.T., 1995 et améliorée).

1.4.2.LA SÉDIMENTOLOGIE :

L'étude sédimentologique permet de répartir uniformément les sédiments superficiels cette étude a été effectuée par Leclaire (1972) (Carte n°8).

D'après les résultats obtenues, le site est constitué de sédiments calcaires, sédiments siliceux et sédiments argileux, leur répartition et leur déplacements obéit à la dynamique sédimentaire et à l'hydrodynamique locale.

1.4.2.1.Sédiments calcaires :

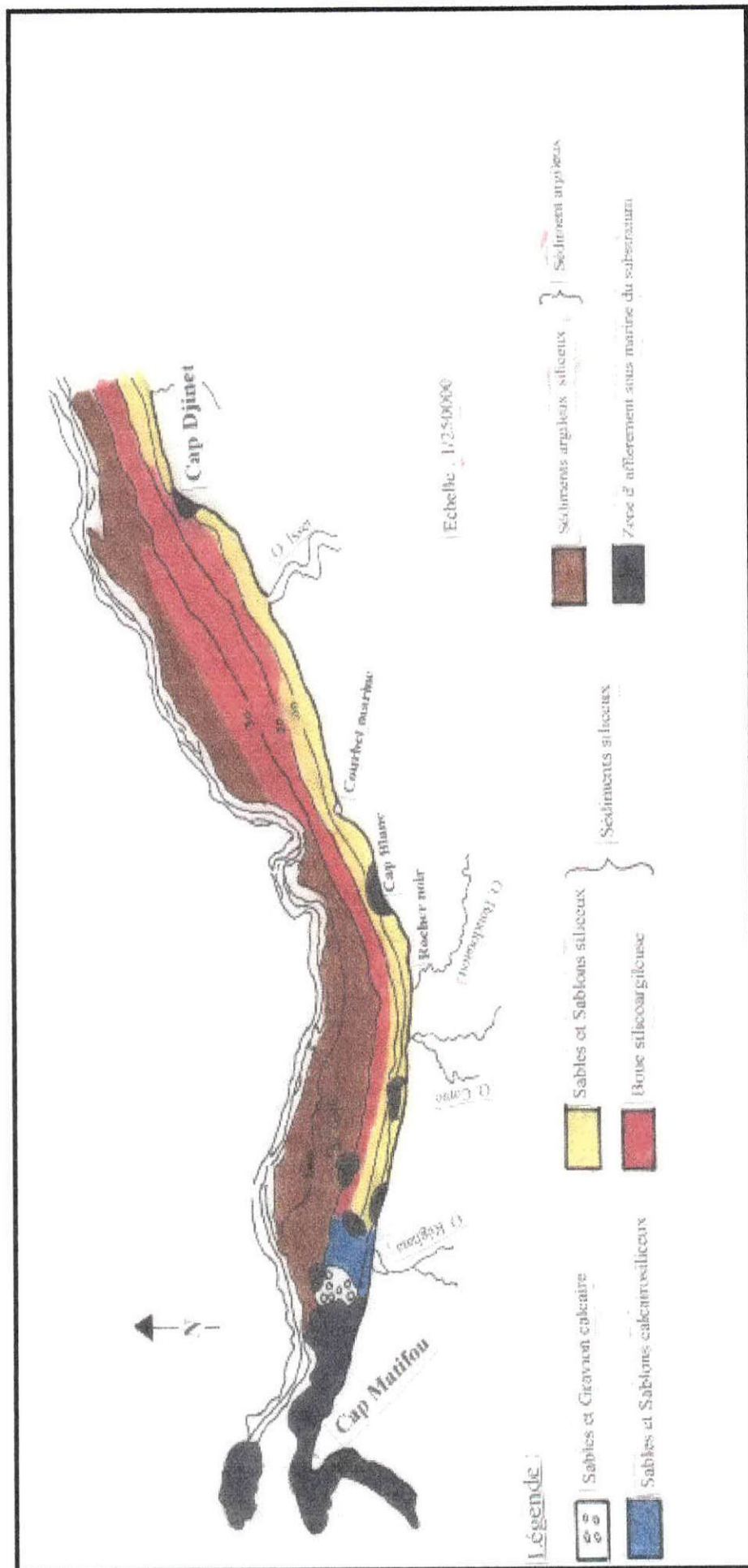
Des îles de Sanjas à l'île Aguéli, le substratum affleure en plusieurs points et constitue autant de « fond vifs » sur lequel se développent différentes espèces dont leur débris calcaires s'accumulent sur place où à proximité formant des sables et graviers calcaires, il en est de même sur la bordure rocheuse du Cap Matifou.

1.4.2.2. Sédiments siliceux :

Aux abords de Cap Matifou jusqu'à Cap Djinet un important système sablonneux se développe occupant les premières profondeurs du plateau (- 20 m de profondeur) quasiment ininterrompu, à l'exception de la partie Est de la baie, entre l'oued Isser et Cap Djinet où ce système diminue pour apparaître à - 10 m de profondeur, au-delà de ce système se sont les boues silico-argileuses qui se déposent composées de 50 % de sables siliceux, 30 % d'argiles et 20 % de calcaires.

1.4.2.3. Sédiments argileux :

Les boues argilo-siliceuses recouvrent le rebord et le début de la pente continentale de 40% à 50 % d'argiles, cette fraction de sédiment est formée de quelques quartz et de débris végétaux et animaux.



Carte n° 8 : Nature de la couverture sédimentaire actuelle et récente dans la baie de Zemmouri (Reprise de Leclair, 1972 et améliorée).

1.5. PARAMETRES METEOROLOGIQUES :

Pour les données de température et de pluviométrie, ils sont obtenues auprès de l'Office National de Météorologie (O.N.M.) à partir de la station Dellys Afir.

Tableau n°2 : Caractéristiques de la station Dellys-Afir.

Station	Indicatif	Latitude (Nord)	Longitude (E/W)	Altitude (mètre)
Dellys-Afir	387	36 ° 55'N.	03 ° 57 E.	5

1.5.1. TEMPERATURE :

La température dans la zone côtière connaît un adoucissement grâce à la présence de la mer et à de nombreux cours d'eaux. La baie de Zemmouri connaît des amplitudes thermiques annuelles en général tempérés à proximité de la mer, elles ont une moyenne annuelle de 18 °C.

D'après les données de l'O.N.M. regroupées dans le tableau suivant :

Tableau n°3: Températures mensuelles de l'année 1991 à 1996 (en °C).

Mois	Jan.	Fev.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Années												
1991	-	-	14,9	13,6	15,0	20,1	23,3	25,1	24,3	19,4	15,4	12,2
1992	11,2	11,6	12,6	14,3	17,1	19,7	21,8	24,1	23,3	19,3	16,5	13,9
1993	11,5	11,1	12,4	15,1	18,1	21,0	23,1	24,3	22,8	20,2	15,4	13,6
1994	12,7	13,0	13,8	14,6	18,9	20,8	24,2	27,9	24,2	20,7	17,6	14,5
1995	12,7	14,5	13,4	13,8	18,7	21,1	23,7	25,1	22,4	20,8	18,0	16,3
1996	17,1	12,1	13,9	15,3	17,6	20,8	23,2	24,9	21,6	18,0	16,7	15,0
Temp. Moyenne.	13,04	12,46	13,5	14,45	17,56	20,58	23,22	25,23	23,1	19,73	16,6	14,25

Il en résulte le graphe des variations de température maximale, minimale et moyenne pendant une période allant, de 1991 à 1996 (Fig.2) indiquant ainsi un mois plus chaud, le mois d'Août avec une température moyenne de 25,23° C et un mois plus froid, Février d'une température moyenne de 12,46° C.

Il existe aussi une période de minima (où les températures n'arrivent pas à des valeurs inférieures à 1°C) de Novembre à Avril et une période de maxima allant du mois de Mai jusqu'au mois d'Octobre (27,9°C maximum enregistré), qui dépasse rarement 30°C, avec une moyenne annuelle de 17,81°C.

De même les périodes caniculaires sont exceptionnelles avec un maxima absolu de 41°C en mois d'Août et un minima absolu observé qui baisse très rarement au dessous de 1°C.

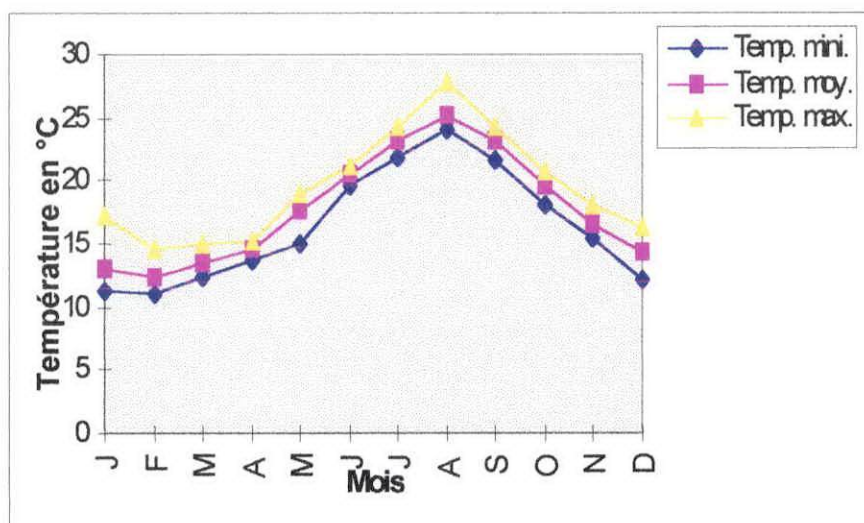


Figure n° 2 : Evolution des températures mensuelles (période 91/96) de la zone côtière.

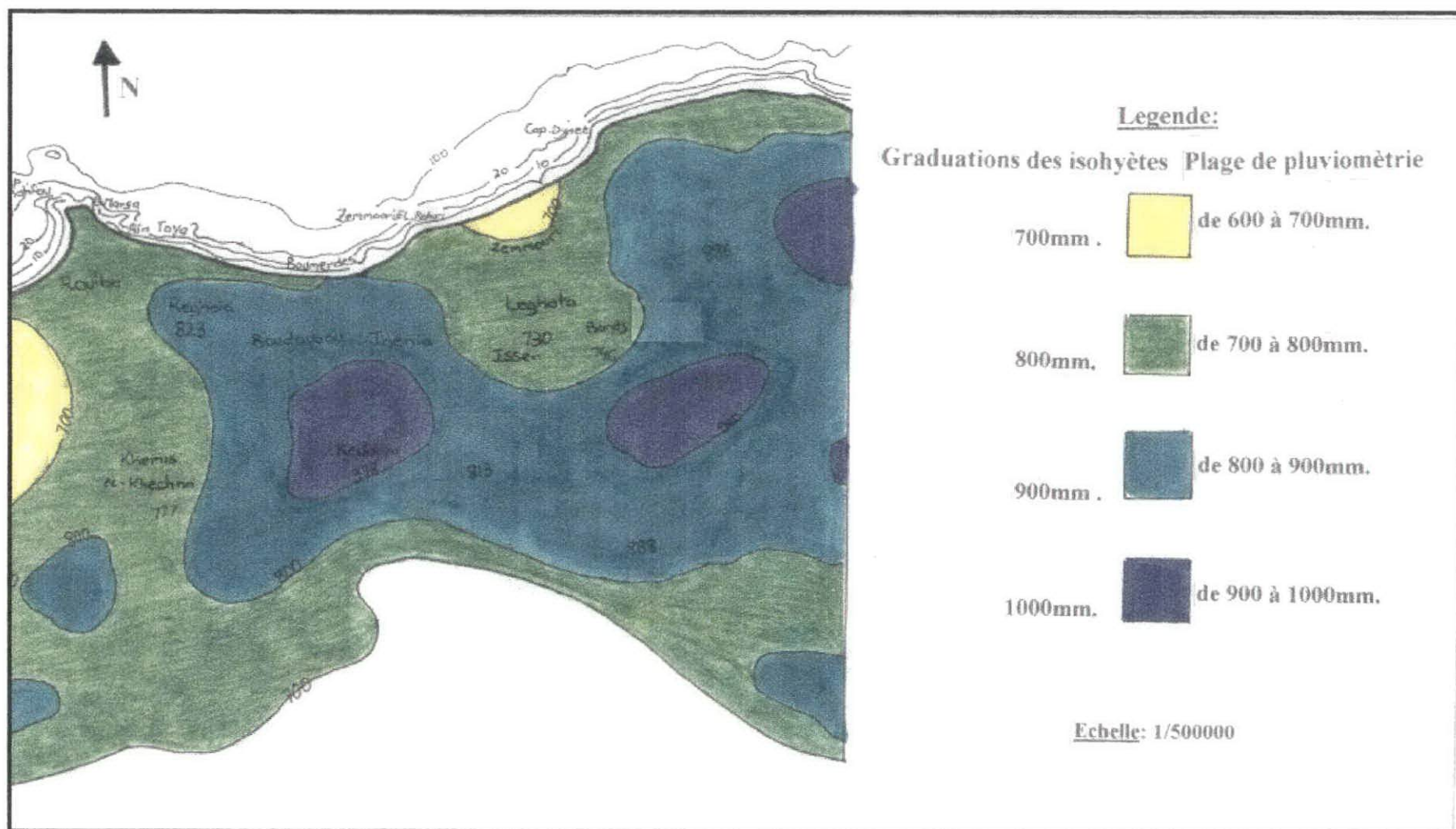
1.5.2. PLUVIOMETRIE :

La région de Boumerdès est l'une des régions les mieux arrosées du pays, sa pluviométrie varie entre 500 mm/an et 1300 mm/an . A l'Est, la zone de Dellys avec 900 mm/an en moyenne est plus arrosée que la Mitidja qui est relativement plus sèche (500 mm/an) à cause de sa position sous le vent (Carte n°9) .

La répartition des précipitations au cours de l'année est caractérisée par un déséquilibre entre 6 mois pluvieux (d'Octobre à Mars) contre une période estivale (d'Avril à Septembre.) plus sèche avec de rares pluies qui ont des effets positifs en contribuant au maintien d'une végétation verdoyante et en rafraîchissant l'atmosphère. Ces précipitations sont concentrées en un nombre relativement restreint de jours, ne durent jamais plus de quelques heures et constituent donc presque toutes des pluies torrentielles (E.N.E.T., 1985).

Le tracé du graphe (Fig.3) des précipitations moyennes sur une période de 6 ans réalisé à partir du tableau n°4, révèle l'existence de 3 périodes:

- Une période de sécheresse qui s'étend du mois de Juin au mois d'Août dont les précipitations ne dépassent pas 12.5 mm .
- Une période plus ou moins pluvieuse qui s'étend de Mars à Mai et de Septembre à Novembre, avec une moyenne n'allant pas au dessous de 29,03mm (mois de Septembre).
- Une période pluvieuse de Décembre à Février avec une moyenne de 138,1 mm en moyenne .



Carte n°9 : Pluviométrie du littoral de Zemmouri (A.N.R.H.).

Le maximum de précipitation fut enregistré en 1995 avec 333,2 mm pendant le mois de Janvier . Le total annuel moyen enregistré est de 734,64 mm (sur une période de 6 ans).

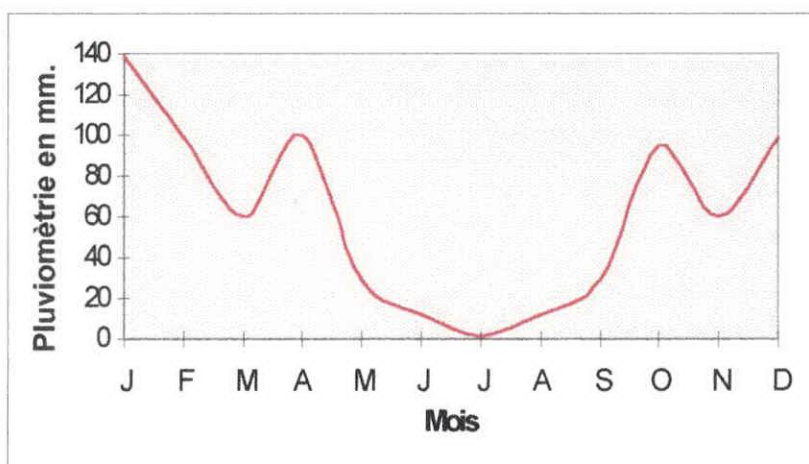


Figure n°3 : Pluviométrie moyenne dans la région étudiée (période 91/96).

Tableau n°4 : Pluviométries mensuelles de l'année 1991 à 1996 en mm (O.N.M.).

Mois	Jan.	Fev.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
1991	97,0	192,6	56,2	47,8	44,3	3,0	0,6	4,5	22,7	183,1	77,3	25,6
1992	167,9	63,4	128,9	119,5	62,3	45,2	1,1	0,4	5,4	118,8	100,3	153,3
1993	19,1	67,7	22,1	116,6	30,3	0	0	3,9	24,0	52,4	88,8	105,1
1994	100,9	51,5	0,3	86,6	9,5	0,5	0	0	63,7	56,3	29,2	170,6
1995	333,2	44,0	96,6	67,5	0	17,5	0	55,7	16,7	22,2	24,2	80,9
1996	110,3	174,5	56,0	165,9	29,2	8,7	7,1	9,9	41,6	134,4	40,7	55,8
Pluviométrie moyenne.	138,1	98,98	60,09	99,65	29,3	12,5	1,5	12,4	29,03	94,5	60,1	98,55

1.5.3.VENT:

Le vent qui est un élément climatique essentiel, joue un rôle important par sa fréquence et sa force, il influe sur le transport des particules ainsi qu'à la formation de vagues et de courants superficiels. Leur impact croît avec leur vitesses, lorsque l'action du vent est continue, elle génère la houle.

Le site d'étude, de par son orientation (limitée par le cap de Matifou à l'Ouest et le Cap de Djinet à l'Est) est exposé aux vents du secteur Ouest et Est, les autres directions ne sont en effet qu'accidentelles, le sirocco, vent du Sud chaud et sec, qui souffle Sud Est et Sud Ouest ne se produit qu'à faible intensité avec une moyenne annuelle de 20 jours/an (E.N.E.T.,1985).

Pour le vent au large, il existe principalement deux sources, celle du S.S.MO. (Summary Synoptic météologic observations) et celle de l'Institut Danois.

*Pour la première, la figure n°4, fait ressortir que les directions des vents du Nord Ouest (NW.), du Nord (N.) et du Nord Est (NE.), intéressant le site, ont sensiblement la même fréquence en automne et en hiver, pour le restant de l'année, le vent du Nord Est est le plus dominant surtout en période estivale.

*Pour les mesures effectuées par l'Institut Danois au moyen d'un anémomètres dans une zone proche de l'oued Isser (1973-1975) (Fig.5 et 6). Des enregistrements continus donnant la vitesse et la direction du vent. D'Octobre à Avril les vents dominants provient d'Ouest à Nord Ouest et de Sud à Sud Est de Mai à Septembre les vents du secteurs Nord Est et Sud Est sont les plus fréquents.

Il est à noter que la variation journalière de la direction du vent entre le jour et la nuit est causée par des différences de températures entre la mer et la terre, pendant la nuit, le vent a une direction Sud Est et pendant le jour une direction Nord Est.

Les vitesses maximales sont enregistrées dans les mois de Décembre à Avril, elles sont de 20 m/s à 22 m/s de directions Ouest à Nord Ouest, pour le reste de l'année, les vitesses maximales du vent sont normalement inférieures à 15 m/s.

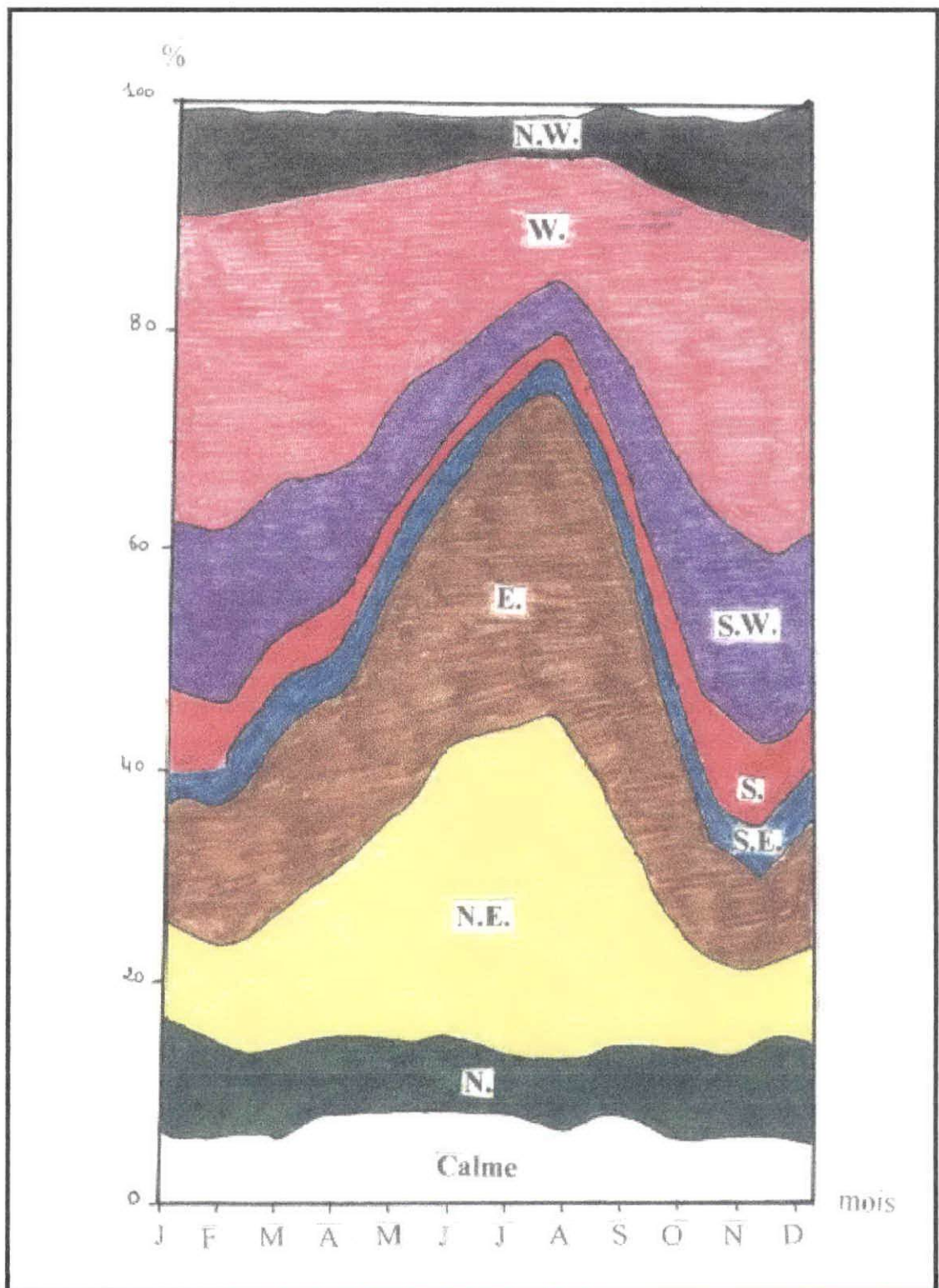
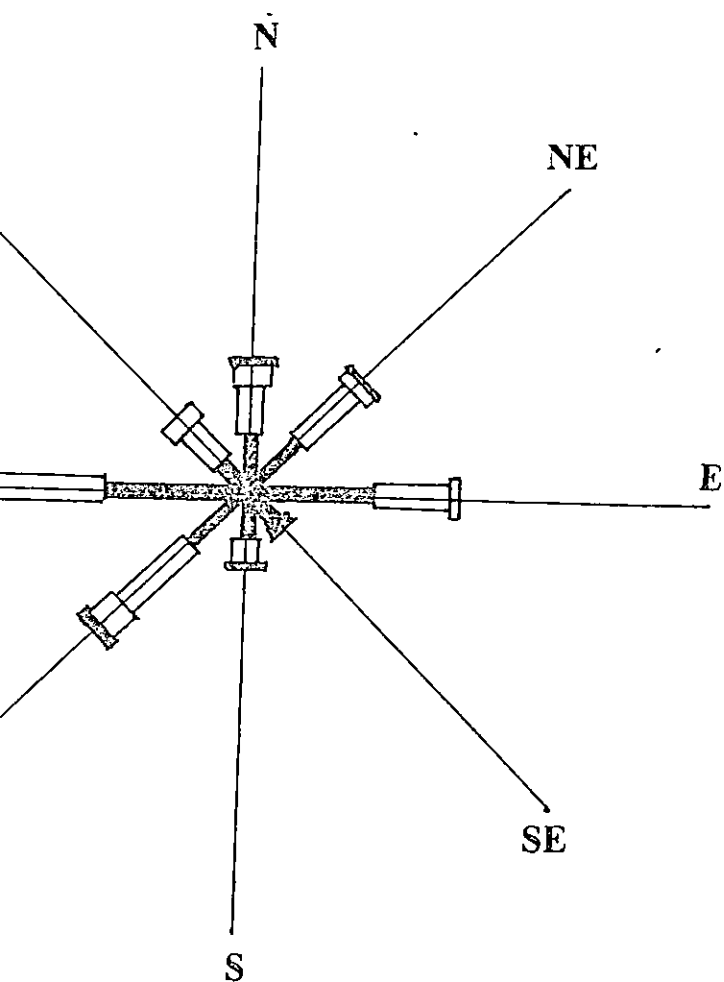
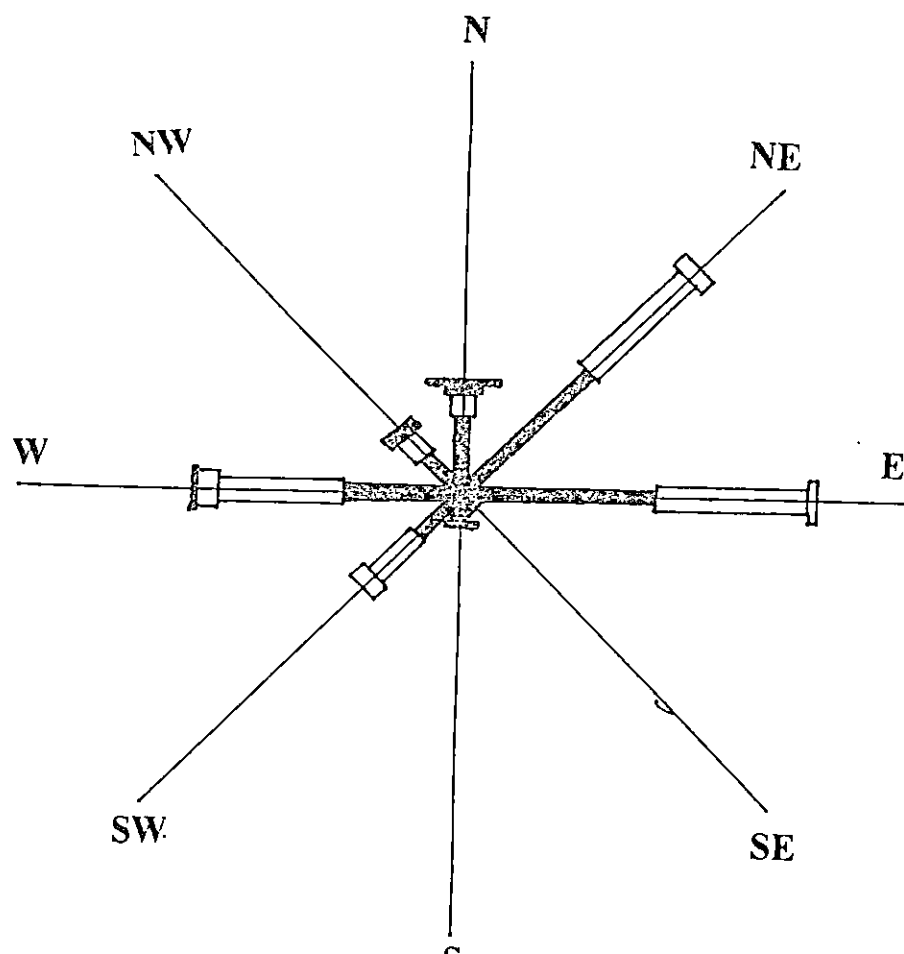


Figure n°4 : Fréquence cumulée des vents au large par direction et par mois.

1er trimestre Etat calme = 5.10 %



2eme trimestre Etat calme = 8.10 %



3eme trimestre Etat calme = 8.00 %

4eme trimestre Etat calme = 6.00 %

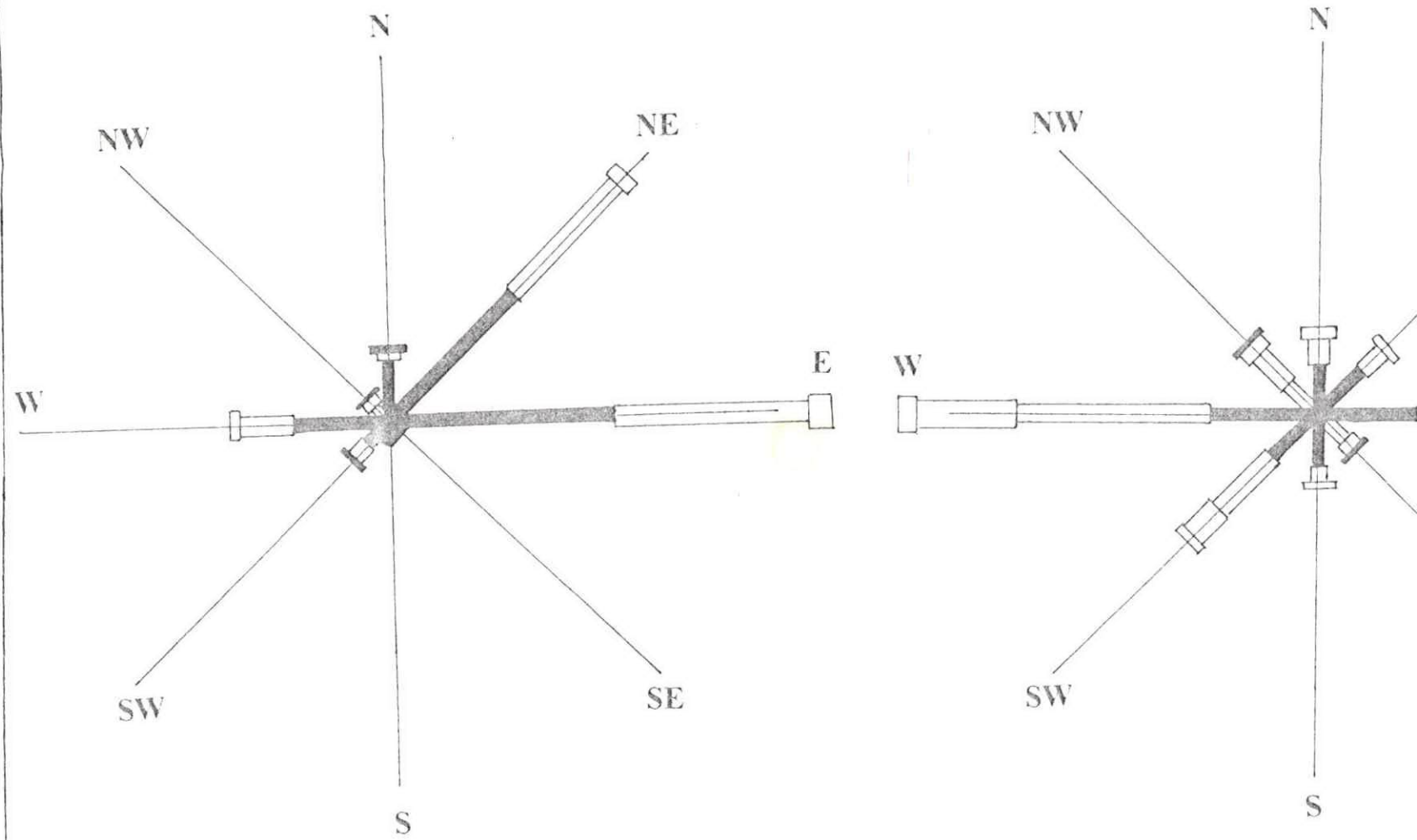


Figure n°5 : Roses trimestrielles des vents de la région centre de l'Algérie.

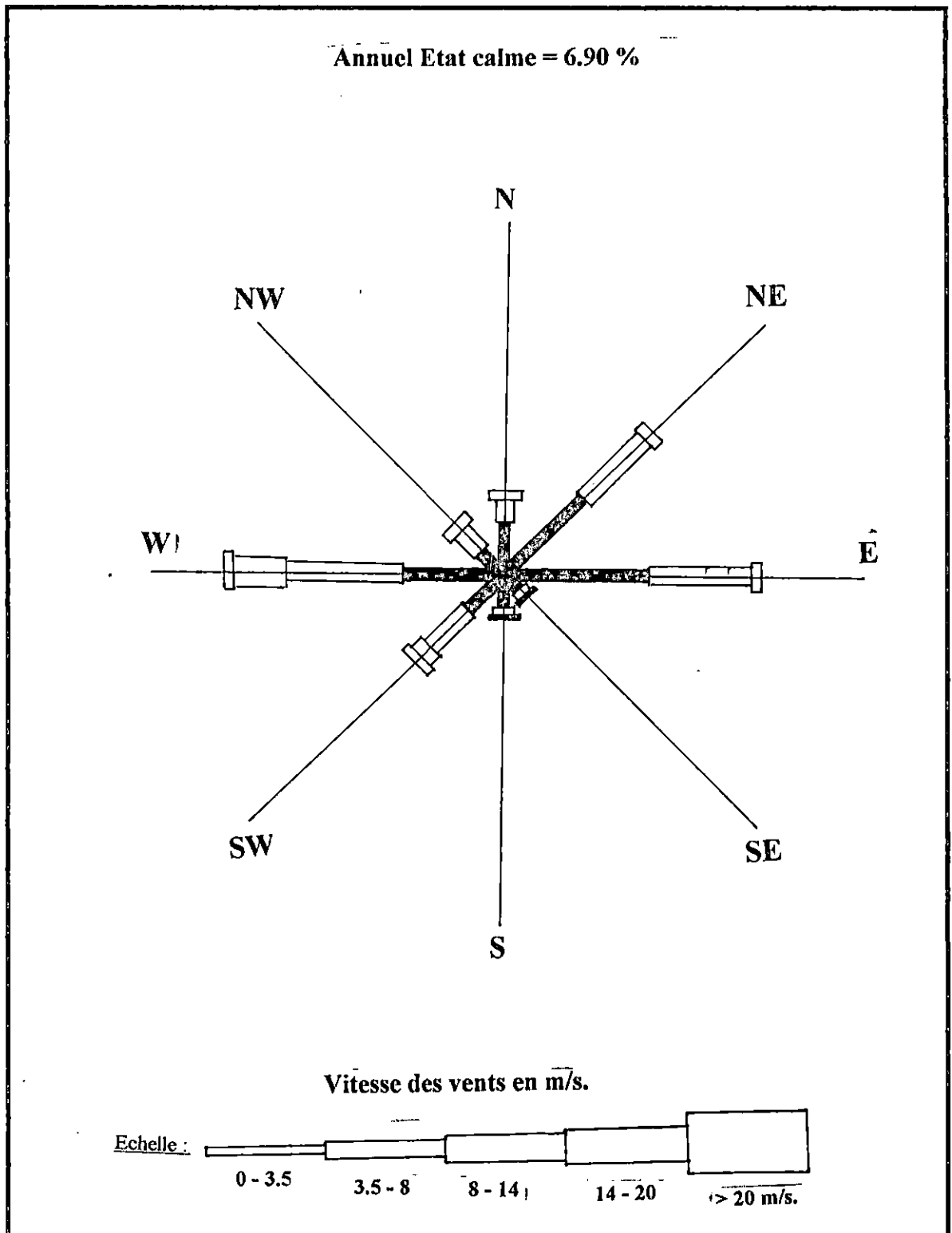


Figure n°6 : Rose annuelle des vents de la région centre de l'Algérie.

1.6.FACTEURS HYDRODYNAMIQUES :

Les eaux de mer sont continuellement en agitation plus où moins forte, cette agitation appelée « hydrodynamique » marine, arrache et transfère les particules sédimentaires influençant par conséquent l'évolution du rivage marin. Ainsi on ne peut traiter des problèmes d'aménagement d'un littoral d'une région sans connaître l'hydrodynamisme de cette dernière.

1.6.1.HOULE :

On appelle houle, un système d'oscillation plus où moins régulier correspondant à une déformation de la surface de l'eau. L'étude de la houle est importante vue son influence sur les courants et son impact sur tout aménagement littoral son régime est sous la dépendance directe du vent.

Elle se propage plus où moins régulièrement jusqu'à l'approche des côtes, où elle subit des modifications par réflexion où réfraction et déferlement (Annexe n°3), cette houle est importante dans la dynamique sédimentaire des petits fonds.

Analyse des données du S.S.M.O. :

On dispose de données de houle au large pour une période s'étalant de 1963 à 1970 ces données concernent toute la partie centrale de la côte algérienne, les observations de la houle sont classés par mois et annuellement :

- Par direction (N., NE., E., SE.S., SW.,W. et NW.) la hauteur des houles suivant la direction du vent.
- La hauteur des houles suivant la force du vent, toutes directions confondues
- Hauteur des houles avec leur périodes respectives, toutes directions confondues.

Le Tableau ci-dessous montre la bonne régularité des relevés au cours des différents mois de l'année. On constate que le nombre d'observation total diffère pour chacun des trois cas cités plus haut, cela est dû à l'indétermination quant aux directions ainsi qu'à la présence d'observations de la mer sans faire état de vent

Tableau n°5: Nombre d'observation de houle par mois.

Période	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	TOTAL
Observation par secteur de vent	726	706	802	746	791	709	716	799	689	782	711	693	8 870
Observation toute direction de vent	798	766	877	820	888	796	796	860	767	838	778	756	9 729
Observation avec période	885	853	973	901	981	900	871	938	870	939	845	837	10 793

Les houles susceptibles d'atteindre le Site de Boumerdès ne peuvent provenir que des directions Nord Ouest, Nord où Nord Est.

Le tableau suivant donne la répartition mensuelle des houles par direction de vent toute amplitude confondue.

Tableau n° 6 : Fréquence mensuelle de la houle au large par direction (1mois = 100%).

Direction mois	N	N - E	E	S - E	S	S - W	W	N - W
JAN.	8,10	12,90	18,20	5,00	6,50	13,20	28,80	7,30
FEV.	8,80	10,30	12,60	4,00	6,10	16,90	35,60	5,80
MARS	11,30	12,60	15,80	3,60	4,50	12,30	30,50	9,20
AVRIL	11,70	15,40	16,00	2,00	4,40	13,70	26,70	10,20
MAI	8,20	26,30	31,90	3,00	3,30	7,20	13,90	6,20
JUIN	9,20	29,10	29,80	1,80	1,40	8,20	16,40	4,20
JUILLET	5,90	32,50	35,10	1,40	1,00	5,90	16,30	2,00
AOUT	8,80	27,70	37,30	1,90	1,10	5,00	13,40	4,90
SEPT	6,70	26,40	40,50	2,20	2,30	4,60	14,80	2,50
OCT.	7,80	14,10	20,30	3,20	4,20	14,80	28,80	6,80
NOV.	5,50	5,80	10,00	5,10	8,00	15,90	40,40	9,40
DEC.	10,20	6,20	9,40	4,60	7,50	15,00	37,10	10,00

Parmi les houles provenant au site, celles du Nord Est sont les plus fréquentes notamment en période estivale (Fig.7) .

Dans la direction Nord Ouest, la répartition des fréquences est sensiblement régulière durant l'année. Elle est caractérisée par un nombre important de houles fortes en Automne et en Hiver (Octobre à Avril) et par des houles de moindre amplitude au cours des différents mois. Dans la Direction Nord Est, la répartition des fréquences est irrégulière durant l'année.

Toujours à partir des données du S.S.M.O., les fréquences d'apparition des différents degrés d'agitation par direction ont permis d'établir les roses de la houle données ci-après, trimestrielle-ment (Fig.8) et annuellement (Fig.9).

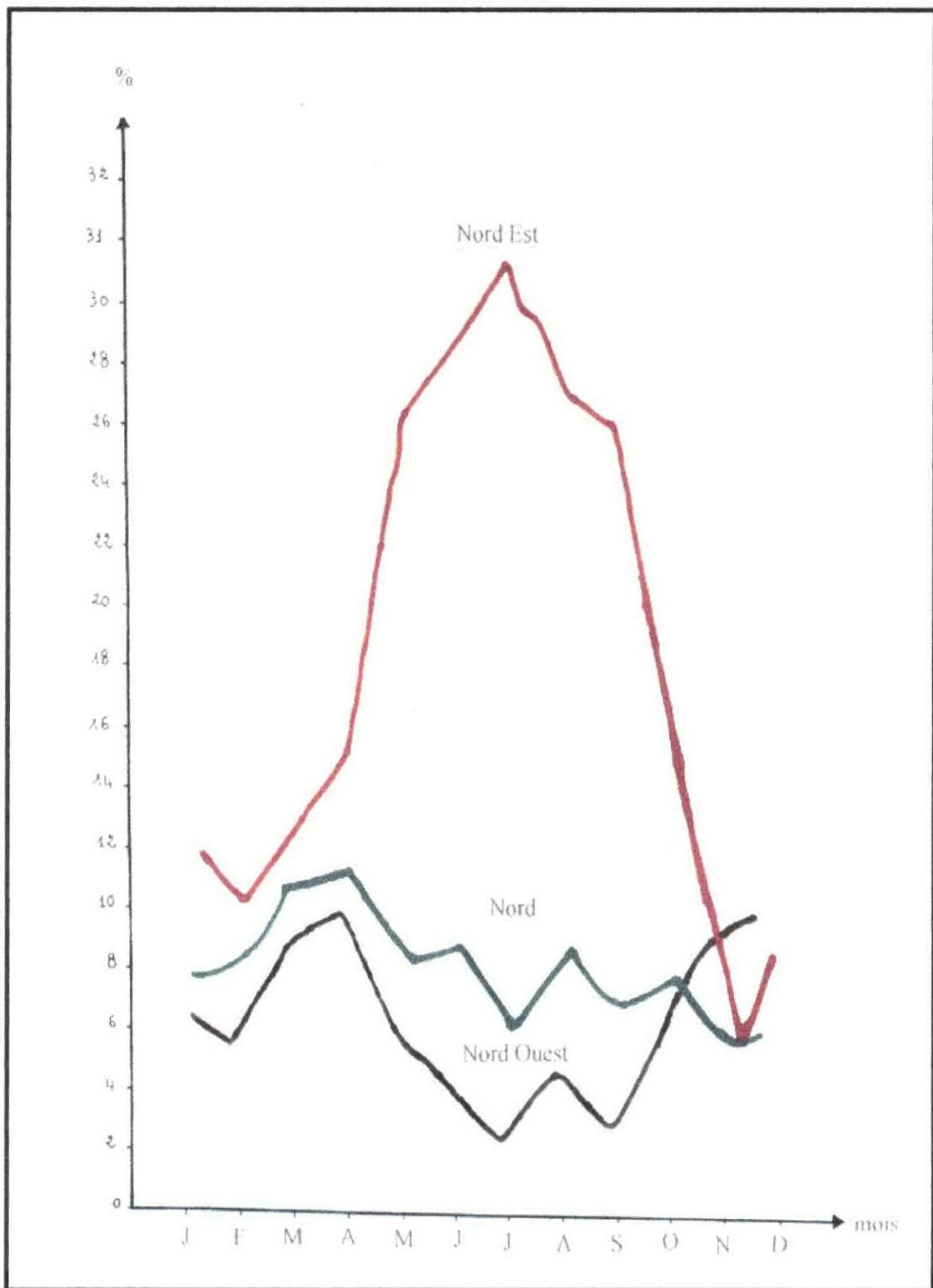


Figure n°7 : Répartition mensuelle par direction des houles de vent au large.

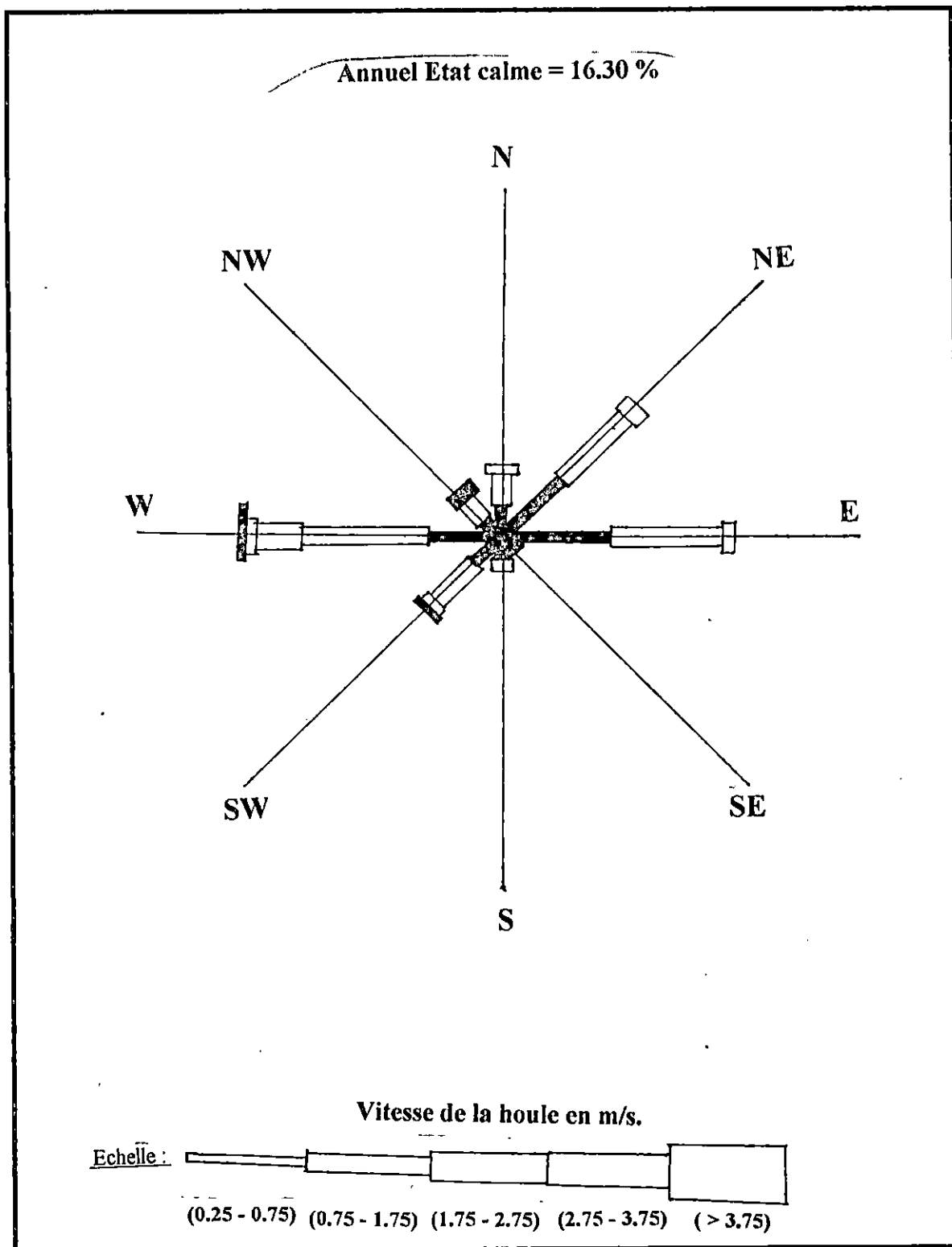


Figure n°9 : Rose annuelle des houles de la région centre de l'Algérie.

1.6.2. LES COURANTS :

La connaissance des courants marins à différentes échelles de temps et d'espace est un élément quasi obligatoire de toute étude relative à l'environnement côtier (pollution, dynamiques des sédiments ...).

Les courants généraux sont formés par des forces extérieures au milieu (les vents) ainsi que par des forces internes au milieu marin (les différences de salinité ou de température) (Chapon, 1984).

1.6.2.1. Courant de dérive littoral (long shore current) :

Dans le cas général des houles de petites et moyennes amplitudes, ces courants ne sont notables que dans la zone de déferlement. Ils assurent donc le transport latéral (dérive latérale) et la dispersion des sables et des graviers de la frange littorale (fond de - 10 m.). Les houles de fortes amplitudes peuvent agir jusqu'à des fonds de - 40 m. à - 60 m..

On définit le courant de dérive littorale comme étant la résultante au rivage de tous les mouvements d'eau dirigés vers la terre et qui s'abordent par la côte en incidence normale, ils ont donc une direction à la ligne de rivage et ils sont d'autant plus importants que l'angle d'incidence est plus grand.

1.6.2.2. Courant de retour :

Ce courant est induit par les houles d'incidence frontale, il assure la dissémination vers le large des sédiments arrachés à la côte. Il est responsable d'une grande part de l'érosion côtière.

L'effet de ces deux courants est remarquable au niveau de la zone de déferlement affectant le triage des sables et graviers de la frange littorale.

1.6.2.3. Courant permanent :

Du courant atlantique dirigé de l'Ouest vers l'Est se détache une branche secondaire qui s'incurve vers le fond de la baie et semble donner naissance à un contre courant qui longe la côte, il remonte ensuite vers le Nord pour rejoindre le courant atlantique.

1.6.2.4. Courant de surface :

Le courant de surface fait un angle de 45° vers la droite avec la direction vers laquelle souffle le vent qui lui donne naissance.

Ces différents courants n'agissent pas séparément, mais se combinent entre eux augmentant ou diminuant, selon le cas, leur vitesses, ainsi le courant permanent peut être perturbé en surface de dérive littorale par vent de terre, les eaux littorales sont entraînées vers le large. Contrairement aux courants de dérive littorale et aux contre courants atlantiques qui conditionnent toute la dynamique littorale, les courants dus aux vents n'ont un rôle que dans la dispersion des particules fines en suspensions.

Dans la région de Boumerdès des mesures de courant ont fait l'objet d'étude dans la mer près de Zemmouri El Bahri par l'Institut Danois d'hydraulique, des observations au large ont été effectuées chaque 3 jours durant une période de 9 mois.

Il a été constaté que les courants de surface près de Zemmouri ont la direction vers l'Est, la plus grande vitesse est de 0,35 m/s. Elle fut dépassée de deux fois, mais généralement les vitesses sont inférieures à 0,10m/s.. Par contre, un courant près de la côte à une direction Sud Ouest à l'Ouest.

1. Courants côtiers Ouest :

Ils longent la côte d'Ouest vers l'Est et sont dominants en période hivernale et automnale.

2.Courants Est et Nord Est :

Inversement aux courants Ouest, ils longent la côte de l'Est vers l'Ouest et apparaissent surtout en été.

3. Résultante annuelle :

Les courants côtiers dominants sont de l'Est vers l'Ouest à partir de Cap Djinet jusqu'à Boumerdès où la dominance est de sens contraire créant ainsi un courant de retour (Carte n° 10).

Toutes ces variations courantométriques sont justifiées par l'orientation des embouchures des cours d'eaux.

- L'oued Isser orienté vers l'Ouest.
- L'oued Réghaïa orienté vers l'Est.

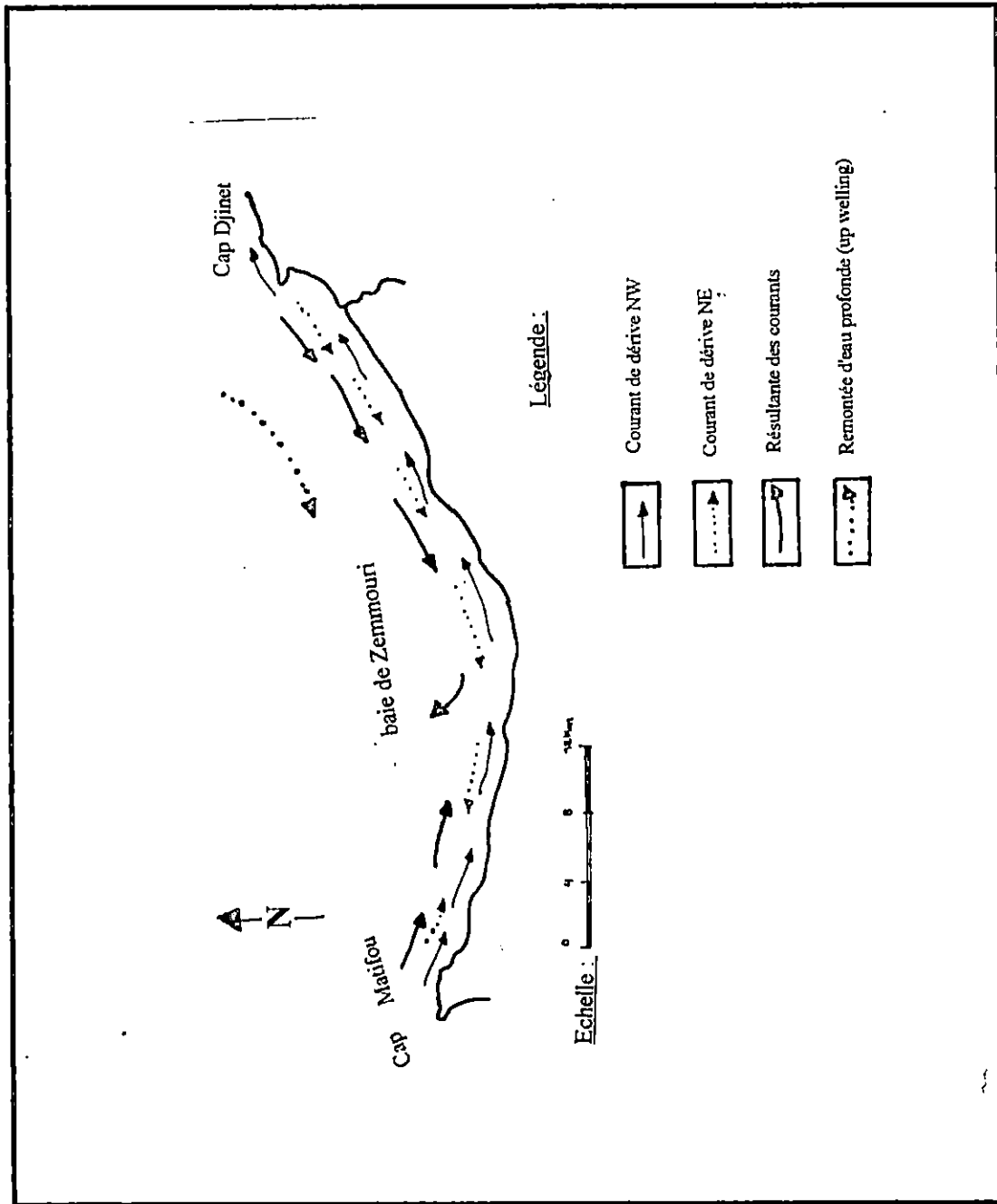
1.6.3. LA MAREE :

La marée en mer Méditerranée et en particulier sur les côtes algériennes est relativement faibles, elle est la conséquence de deux phénomènes distincts :

- Marée barométrique liée à la variation des conditions climatologiques (pressions et vents). L'effet barométrique conduit à une variation de l'ordre de 13,2 mm par millimètre de mesure.
- Marée astronomique liée à l'action de la lune et du soleil sur la mer.

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

L'effet du vent est plus important puisque la variation du niveau d'eau peut atteindre 10 à 12 cm et plus rarement 20 cm.



Carte n°10 : Les courants côtiers au niveau de la baie étudiée (P.A.C., 1997).

1.7.FACTEURS PHYSICO-CHIMIQUES :

Les facteurs physico-chimiques sont des facteurs écologiques abiotiques primordiaux et pouvant être limitants, par leur interactions et leur variations, ils gouvernent la majorité des processus biologiques.

1.7.1. LA TEMPERATURE :

La température est une grandeur physique importante qui permet la reconnaissance des masses d'eaux et l'étude de leur mélanges (Aminot, 1983 in Lokmane, 1993), elle influe sur le cycle biologique et sur la répartition horizontale et verticale des espèces marines.

L'élévation de la température de l'eau de mer s'accompagne d'une modification de la densité d'où une réduction de la viscosité, une augmentation de la vapeur saturante à la surface, favorise l'auto-épuration et accroît la vitesse de sédimentation.

Au niveau de la baie de Zemmouri (Lokmane, 1993), les valeurs de la température varient globalement dans l'intervalle [14 - 19]°C avec une moyenne de 17,57 °C et un écart type de 1,16°C, cette variation s'observe aussi le long de la colonne d'eau de mer située plus au large (loin de toute influence continentale).

En surface la température varie entre 17,8°C et 19°C avec une moyenne de 18,57°C et un écart type de 0,36°C. Les températures des eaux de surface se trouvant dans la partie Est de la baie sont sensiblement inférieures par rapport à la partie Ouest de la baie. En profondeur la température varie entre 14°C à -500 m et 18,6°C à -20 et -30 m avec une moyenne de 17,26°C et un écart type de 1,22 °C, donc la température diminue avec la profondeur en générale, mis à part quelques points où se manifestent des perturbations thermiques dues soit à l'augmentation de la température avec la profondeur où par une température homogène jusqu'à de grandes profondeurs.

Ces variations ou inversions thermiques peuvent être liées éventuellement au transfert et échange d'énergie à travers les eaux de surface marines où bien sont rattachées à des advections latérales (Tchernia et Gamberoni, 1970 in Lokmane, 1993).

Habed et al (1990), ont trouvé à la surface que la température variait entre 18°C et 20,5°C et près du fond entre 18°C et 19,5°C, les températures moyennes en surface et près du fond sont respectivement de 19,27°C et 18,84°C au niveau du site de Cap Djinet (partie extrême Est de la baie).

1.7.2. LA SALINITE (S ‰) :

La salinité est un paramètre caractéristique des eaux marines et océaniques, exprimée en P.S.U. (Practical Salinity Unit), elle représente la proportion de sels minéraux dissous dans l'eau de mer, elle influe sur la densité de l'eau, joue un rôle important dans la répartition des espèces dans le milieu marin et subit l'influence de la température, des crues et de la pluviométrie.

Avec l'introduction et le développement des méthodes conductimétriques précises pour la mesure de la salinité, celle-ci prend une notion physique en terme de conductivité de l'eau de mer.

Les valeurs de la salinité enregistrées par Lokmane (1993), varient dans l'intervalle [35,23 - 38,15] P.S.U. avec une moyenne de 36,20 P.S.U. et un écart type de 0,54 P.S.U..

Pour les eaux de surface la salinité varie entre 35,23 P.S.U. et 37,02 P.S.U. avec une moyenne de 36,04 P.S.U. et un écart type de 0,47 P.S.U., il a noté le fait que la salinité des eaux de surface se trouvant dans la partie Est de la baie sont largement plus élevées que la salinité des eaux de surface dans la partie Ouest (même phénomène que la température). Cela est peut être lié au fait de l'existence d'une zone de remonté d'eau du fond vers la surface. Pour les eaux profondes, la salinité varie entre 35,68 P.S.U. à -35 m et 38,15 P.S.U. à - 600 m avec une moyenne de 36,26 P.S.U. et un écart type de 0,55 P.S.U.. Donc la salinité augmente avec la profondeur en générale.

A Cap Djinet, les résultats de la salinité en surface varient entre 35,849 P.S.U. et 37 P.S.U. avec une moyenne de 36,347 P.S.U., près du fond elle varie entre 35,990 P.S.U. et 37,236 P.S.U. avec une moyenne de 36,437 P.S.U. (Habed et *al*, 1990).

1.7.3. L'OXYGENE DISSOUS:

Par l'interface « air-eau » et par l'activité photosynthétique du phytoplancton et des algues, il y a dissolution de l'oxygène dans l'eau, ce facteur donne des interactions sur l'abondance de la vie animale et végétale et participe dans le phénomène d'auto-épuration (Skolka, 1974, Aminot, 1983, in Habed et *al*, 1990). Sa teneur maximale est fonction des facteurs physiques (température et salinité) et biologiques (photosynthèse et respiration).

Les concentrations d'oxygène dissous au niveau de la baie de Zemmouri varient dans l'intervalle [4,14 - 6,8] mg/l avec une moyenne de 5,35 mg/l et un écart type de 0,48 mg/l.

Pour les eaux de surface les concentrations sont de l'ordre de 6,8 mg/l à - 20 m. et 4,4 mg/l à -100 m avec une moyenne de 5,28 mg/l et un écart type de 0,44 mg/l. Pour des profondeurs comprise entre 0 et - 60 m. d'importantes concentrations d'oxygène dissous (maximum est de 6,5 mg/l) qui sont dues à l'échange air-mer et à la photosynthèse, alors que pour des profondeurs de -70 m et plus, il existe de légères diminutions des concentrations de l'oxygène dissous peuvent être expliquées par plusieurs phénomènes : décroissance de l'échange air-mer, baisse de l'activité photosynthétique et l'utilisation chimique et biologique de ce gaz dissous. L'oxygène dissous présente une inversion de variation où des perturbations dans la distribution verticale (même cas que la température), ceci peut être dû essentiellement aux facteurs physiques océaniques (Lokmane, 1993).

Au niveau de Cap Djinet, les teneurs en oxygène dissous varient entre 7 mg/l et 8,9 mg/l près du fond (Habed et *al*, 1990).

1.7.4. LE POTENTIEL HYDROGENE (PH) :

Il est exprimé par le logarithme décimal de l'inverse de la concentration d'ions hydronium (H_3O^+)

$$PH = \log \frac{1}{(H_3O^+)}$$

Il détermine la propriété alcaline ou acide de l'eau, est principalement fixé par la présence des carbonates : $CO_2 - HCO_3^- - CO_3^{--}$, il dépend donc de la teneur en CO_2 par phénomène biologique (respiration et photosynthèse) et des phénomènes physiques (échange air-océan) ainsi que de la teneur en CO_3^{--} .

Le PH dans certains cas, par ses variations peut être un indicateur de pollution significatives, il reste compris entre 8,35 et 8,51 avec une moyenne de 8,437 et un écart type de 0,043.

Pour les petites profondeurs le PH ne varie pas énormément de la surface vers le fond, par contre pour les grandes profondeurs, le PH diminue avec la profondeur et présente une différence de l'ordre de 0,3 entre la surface et le fond (Lokmane, 1993).

A cap Djinet, le PH trouvé en surface varie entre 8,10 et 8,34 avec une moyenne de 8,30 et près du fond entre 8,22 et 8,35 avec une moyenne de 8,32 (Habed et al, 1990)

1.8.SELS NUTRITIFS :

Les sels nutritifs appelés aussi matières nutritives ou nutriments, sont des composés chimiques indispensables à la synthèse autotrophe de matière organique, ils représentent l'ensemble azote, phosphate et silicium inorganiques dissous et d'origines différentes qu'on peut regrouper en deux types de sources :

- Source externe : apports continentaux qui sont transférés à la mer, soit par les cours d'eau, soit par la voie atmosphérique (transport éolien).
- Source interne : la régénération à partir du matériel biogénique le long de la colonne d'eau océanique et d'une mesure moindre la diffusion à partir des sédiments marins.

Distribution générale des sels nutritifs dans le bassin Algérien : (Raimbault et al, 1990 in Lokmane, 1993)

La distribution varie étroitement d'une zone à une autre. A ce propos on distingue (Fig.10):

- Les zones « d'UPWELLING »;
- Les zones Sub-superficielles, déficitaires en sels nutritifs souvent localisées entre -80 et -100m. de profondeur.
- La couche des maximums de phosphate et de nitrates située entre -300 à -500m. de profondeur le long des côtes Algériennes entre 0° et $4^\circ 40' E.$, elle s'étend au large et disparaît au delà de $39^\circ N.$

1.8.1.LES PHOSPHATES (PO_4^{--}) :

Lokmane (1993), a mesuré les concentrations en phosphate dans les eaux de la baie de Zemmouri et les a trouvés variant dans l'intervalle $[0,04 - 0,46] \mu\text{mol/l}$ avec une moyenne de $0,15 \mu\text{mol/l}$ et un écart type de $0,09 \mu\text{mol/l}$.

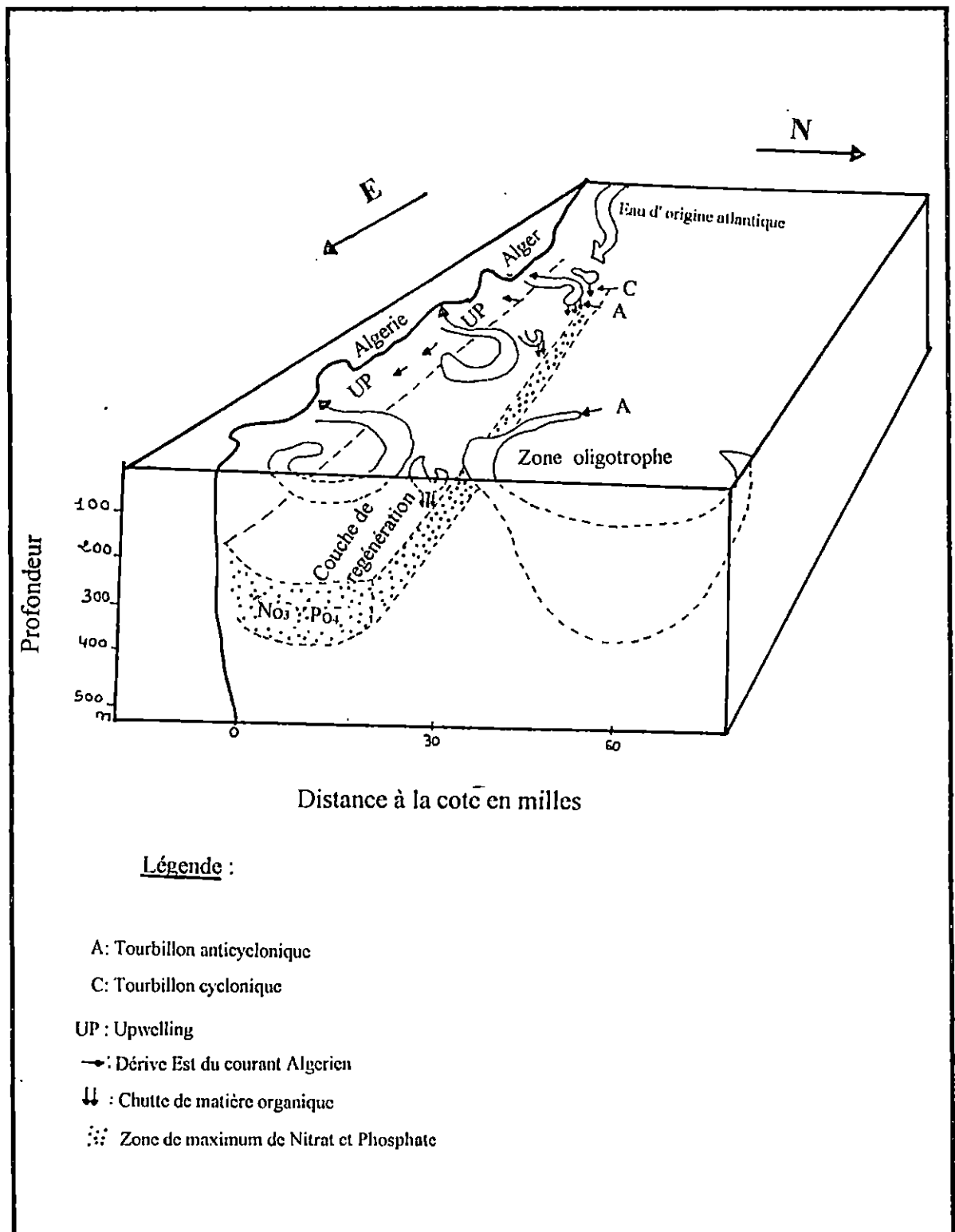


Figure n°10 : Distribution des sels nutritifs dans le bassin algérien (Raimbault et al, 1990 in Lokmane, 1993).

A la surface, ces concentrations varient entre 0,06 $\mu\text{mol/l}$ et 0,37 $\mu\text{mol/l}$ avec une moyenne de 0,16 $\mu\text{mol/l}$ et un écart type de 0,08 $\mu\text{mol/l}$. En profondeur, ces concentrations varient entre 0,04 $\mu\text{mol/l}$ à -600 m avec une moyenne de 0,14 $\mu\text{mol/l}$ et un écart type de 0,09 $\mu\text{mol/l}$.

De là, il a pu remarquer des moyennes entre les eaux de surface et de profondeur qui sont presque égales, avec un léger avantage pour les eaux de surface où certaines concentrations sont élevées en phosphate, ceci est peut être dû aux apports éoliens où terrigènes suivant qu'on soit près de la côte où au large et qu'ils augmentent avec la profondeur.

1.8.2. LES NITRATES (NO_3^-):

Pour les concentrations en nitrates au niveau de la baie étudiée, Lokmane (1993) a trouvé qu'elles variaient dans l'intervalle [0,00 - 4,77] $\mu\text{mol/l}$ avec une moyenne de 0,77 $\mu\text{mol/l}$ et un écart type de 1,04 $\mu\text{mol/l}$.

Les teneurs en NO_3^- en surface sont comprises entre 0,00 $\mu\text{mol/l}$ et 1,54 $\mu\text{mol/l}$ avec une moyenne de 0,33 $\mu\text{mol/l}$ et un écart type de 0,41 $\mu\text{mol/l}$. En profondeur, elles sont comprises entre 0,00 $\mu\text{mol/l}$. et 4,77 $\mu\text{mol/l}$ à - 600 m avec une moyenne de 0,77 $\mu\text{mol/l}$ et un écart type de 1,16 $\mu\text{mol/l}$.

Par ces résultats, il constata que les teneurs de nitrates en surface diminuent de la côte vers le large dues probablement aux différents rejets par les oueds, où égoûts, où à des apports éoliens et augmentent (d'une manière générale) avec la profondeur avec des maximums entre - 400 m et -750m..

1.8.3. LES NITRITES (NO_2^-):

Les concentrations en nitrites varient dans l'intervalle [0,02 - 0,41] $\mu\text{mol/l}$ avec une moyenne de 0,16 $\mu\text{mol/l}$ et un écart type de 0,104 $\mu\text{mol/l}$.

Les teneurs en nitrites, sont comprises entre 0,02 $\mu\text{mol/l}$ et 0,33 $\mu\text{mol/l}$ en surface avec un écart type de 0,88 $\mu\text{mol/l}$ et une moyenne de 0,13 $\mu\text{mol/l}$. En profondeur elles sont comprises entre 0,02 $\mu\text{mol/l}$ à - 550m et 0,41 $\mu\text{mol/l}$ à - 600m avec une moyenne de 0,18 $\mu\text{mol/l}$ et un écart type de 0,11 $\mu\text{mol/l}$.

Les teneurs en NO_2^- (comme pour les nitrates) diminuent de la côte vers le large et augmentent avec la profondeur. Le centre de la baie montre des concentrations faibles en nitrites (0,02 à 0,09 $\mu\text{mol/l}$) tout le long de la colonne d'eau (Lokmane, 1993).

1.8.4. LE SILICIUM Si(OH)_4 :

Les teneurs en acide orthosilicique Si(OH)_4 varient dans l'intervalle [0,25 - 5,22] $\mu\text{mol/l}$ avec une moyenne de 1,08 $\mu\text{mol/l}$ et un écart type de 0,83 $\mu\text{mol/l}$.

Les teneurs en surface sont comprises entre 0,25 $\mu\text{mol/l}$ et 1,94 $\mu\text{mol/l}$ avec une moyenne de 0,77 $\mu\text{mol/l}$ et un écart type de 0,38 $\mu\text{mol/l}$. En profondeur, elles sont comprises entre 0,4 $\mu\text{mol/l}$ à -10 m et 5,22 $\mu\text{mol/l}$ à -600 m avec une moyenne de 1,21 $\mu\text{mol/l}$ et un écart type de 0,92 $\mu\text{mol/l}$. Donc les teneurs en acide orthosilicique au niveau de la baie de Zemouri augmentent avec la profondeur en générale.

Par rapport aux phosphates, nitrates et nitrites, les teneurs en acide orthosilicique sont beaucoup plus importantes au niveau de la colonne d'eau de mer et augmentent avec la profondeur, cela est peut être dû à l'interaction entre l'eau de mer et la côte et aux apports fluviaux et éoliens riche en silicium.

* Des études effectuées par Aid et al (1981) dans la zone de Cap Djinet ont montré des teneurs assez élevées de chlorophylle « a » (0,6 à 1,8 g/l) témoignant de l'importance de l'assimilation photosynthétique. Ce pendant, du mois de Mai à Octobre, les teneurs en chlorophylle « a » sont inférieures à 0,7 g/l phénomène qu'ils expliquent par l'absence totale de phosphore minéral qui est le facteur limitant de la production primaire (Habed et al,1990). Les apports du courant atlantique, riches en sels nutritifs dissous augmentent la productivité primaire (Bernard et Bertoldo, 1958 in Asso, 1982).

1.9.REPARTITION DE LA MATIERE EN SUSPENSION (M.E.S):

Ce sont des matières particulières de type organique ou minéral de divers origines (Skolka, 1974):

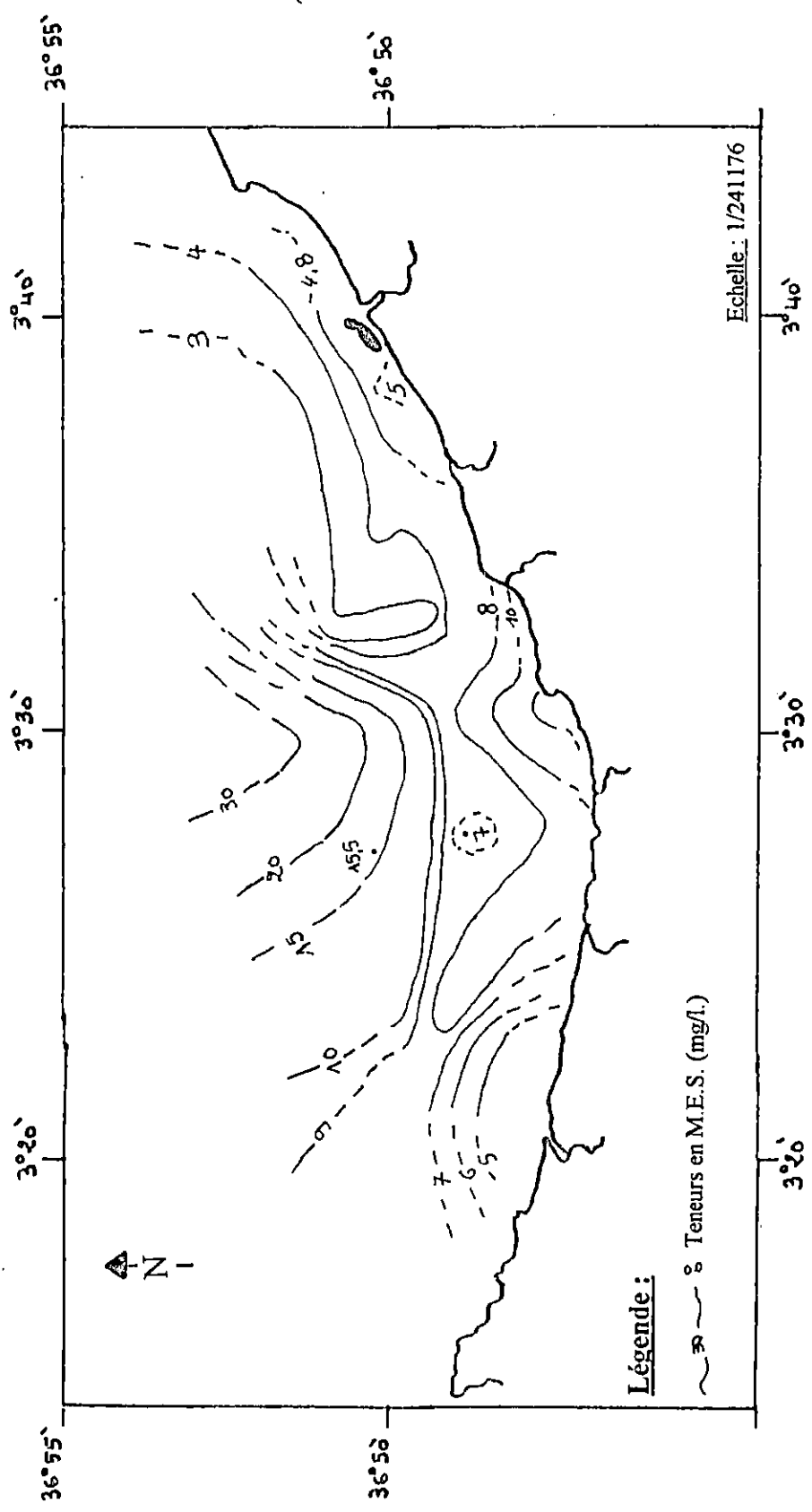
- Origine « insitu » de la décomposition de la matière organique le long de la colonne d'eau;
 - Origine sous-marine par remobilisation et diffusion à partir des sédiments marins, cette source peut être importante dans les eaux littorales et côtières à fort hydrodynamismes;
 - Origine externe par les eaux continentales ou antropogéniques et par les agents atmosphériques;
 - Origine vivante de nature biogénique (bactéries, phytoplancton, zooplancton,...)
- (Ivanoff,1972 in Aminot, 1983).

Les matières en suspension (M.E.S) peuvent subir de grandes variations qualitatives et/ou quantitatives, ce sont des matières prises par filtration de l'eau brute tamisée (Aminot, 1983) .

D'après Lokmane (1993), les teneurs en M.E.S., varient dans l'intervalle [1,66-32,96] mg/l avec une moyenne de 9,77 mg/l et un écart type de 9,33 mg/l, notant des teneurs en M.E.S variantes dans les eaux de surface entre 2,68 mg/l et 32,10 mg/l avec une moyenne de 8,40 mg/l. et un écart type de 7,23 mg/l. La carte n°11, représente la distribution de la M.E.S. en surface notant des fortes concentrations à l'Ouest près du Cap Matifou et au centre, près de la côte, pour les eaux profondes, les teneurs en M.E.S. varient entre 1,66 mg/l et 32,96 mg/l, avec une moyenne de 11,15 mg/l et un écart type de 10,8 mg/l.

Les teneurs en M.E.S. sont plus élevées en surface qu'au fond, ces fortes concentrations observées pour les eaux du fond sont probablement dues à la remise en suspension du sédiment superficiel par le courant de houle en zone côtière et par la circulation générale dans les zones situées plus vers le large.

Habed et al (1990), ont trouvé que la M.E.S. varie de 5,6 mg/l à 37,2 mg/l avec une moyenne de 15,55 mg/l près du fond et varie entre 6 mg/l et 30,8 mg/l avec une moyenne de 13,6 mg/l et cela près du Cap de Djinet.



Carte n°11 : Variation spatiale de la matière en suspension en surface au niveau de la baie de Zemmouri (Lokmane, 1993).

1.10.DISTRIBUTION SPATIALE ET DYNAMIQUE DES MASSES D'EAUX DANS LA BAIE DE ZEMMOURI :

1.10.1.DISTRIBUTION HORIZONTALE:

Pour les eaux de surface, des cartes de distribution horizontale ont été établies pour certains paramètres afin de voir l'évolution spatiale de ces paramètres au niveau de la baie et par conséquent, le mouvement et l'origine des masses d'eaux (Lokmane,1993).

A l'exception de quelques paramètres (nitrates et nitrites) l'ensemble de ces paramètres donnent le même schéma de distribution à l'échelle de la baie, cette homogénéité dans la distribution évoque un comportement de ces paramètres contrôlé par des phénomènes très caractéristiques.

1.10.1.1. La salinité : (Carte n°12)

Pour la salinité une augmentation plus ou moins régulière du large vers la côte, la répartition en surface de celle-ci (salinité) montre deux (02) zones principales :

-Une zone située dans la partie Ouest de la baie avec une salinité inférieure à 36 P.S.U. en forme de longue qui s'étend du Cap Matifou vers le centre de la baie témoignant d'une empreinte de l'eau continentale douce.

-Une autre zone située dans la partie Est de la baie avec une salinité supérieure à 36 P.S.U. où les isohalines se reforment donnant un noyau d'un maximum de 37 P.S.U., ce noyau ainsi que la forme des isohalines ne peut indiquer qu'une source d'eau profonde plus saline, peut être due à une remontée d'eau froide.

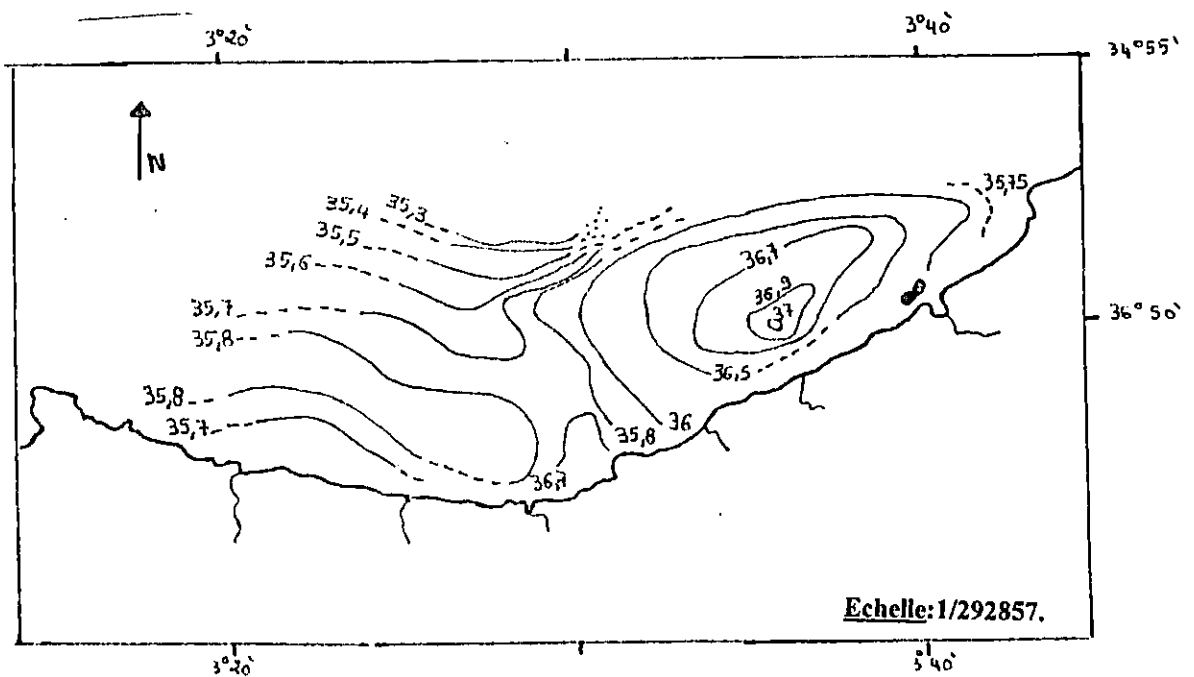
1.10.1.2. La température : (Carte n°13)

Pour la température, sa distribution en surface varie dans un intervalle très limité [17,8 à 19]°C, il a été distingué comme pour la salinité deux (2) types de variations bien distinctes :

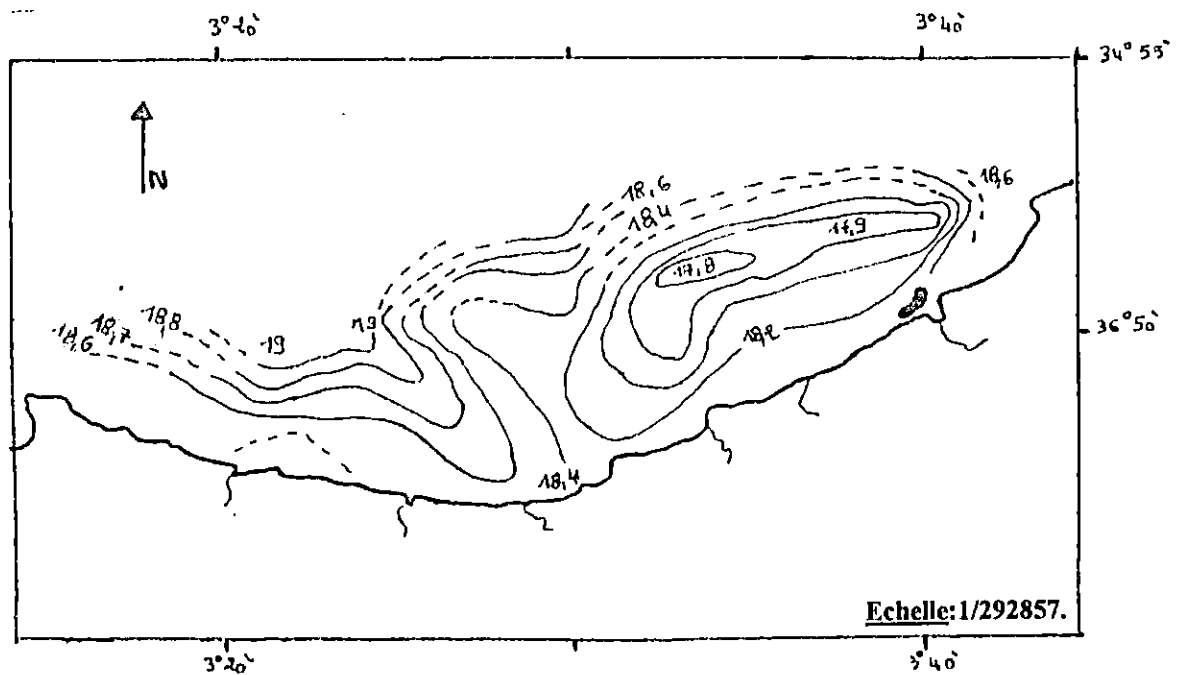
-Un front plus ou moins chaud, situé dans la partie Ouest de la baie, en forme de longue avec une température qui diminue au fur et à mesure qu'on s'approche de la côte.

-L'autre est situé dans la partie Est où les isothermes sont concentriques et forment un noyau qui rappelle une source d'eau froide (17,8°C).

L'examen de la variation de température en surface, révèle l'existence d'un flux d'eau superficielle en provenance du large et de l'Ouest, qui se dirige vers la côte Ouest de la baie étudiée puis vers le centre de celle-ci et enfin vers le large en direction Nord Ouest essayant de quitter la baie sous l'influence des eaux de la partie Est de la baie.



Carte n°12 : Distribution de la salinité en surface au niveau des eaux de la baie de Zemmouri (Lokmane, 1993).



Carte n°13 : Distribution de la température en surface au niveau des eaux de la baie de Zemmouri (Lokmane, 1993).

1.10.1.3 .Les sels nutritifs :

Les phosphates et silicium : (Carte n°14 et 15).

Pour les phosphores et le silicium, leur comportement est identique à celui de la salinité et de la température dans la partie Est de la baie, les lignes d'isoconcentrations sont concentriques formant un noyau avec un maximum de $1,3 \mu\text{mol/l}$ pour le Si(OH)_4 et $0,37 \mu\text{mol/l}$ pour le PO_4^{3-} , que nous renseigne sur la remontée d'eau relativement riche en PO_4^{3-} et Si(OH)_4 déjà révélée par la salinité et la température. Ces deux paramètres (PO_4^{3-} et Si(OH)_4) dans la partie Ouest, un front de concentration se dirige de la côte vers le large en direction Nord Ouest, certainement dû à l'apport continental par les différents oueds.

Les nitrates (NO_3^-) et nitrites (NO_2^-) : (Carte n°16 et 17).

Ils ont des comportements similaires qui diffèrent de ceux des autres. Ils présentent des concentrations nulles au centre de la baie, ces concentrations augmentent progressivement vers la côte en atteignant une valeur supérieure ($>$) à $1 \mu\text{mol/l}$ du côté Est et Ouest de la baie de Zemmouri. La distribution des nitrites suit celle des nitrates avec en plus un apport presque distinct de l'embouchure de l'oued Isser et l'oued Boumerdès.

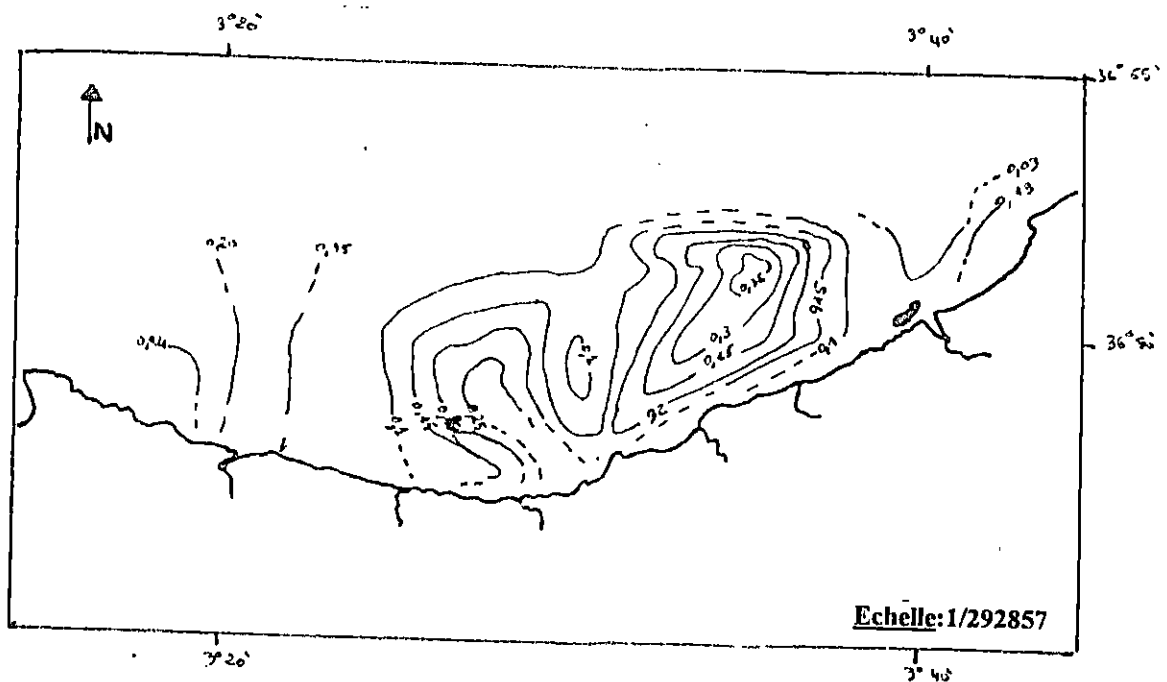
1.10.2. DISTRIBUTION VERTICALE:

La distribution verticale des paramètres a été faite suivant une section latitudinale établie à la limite de la baie de Zemmouri entre Cap Matifou à l'Ouest et Cap Djinet à l'Est afin que puisse être illustré la dynamique des eaux de la baie (Lokmane, 1993).

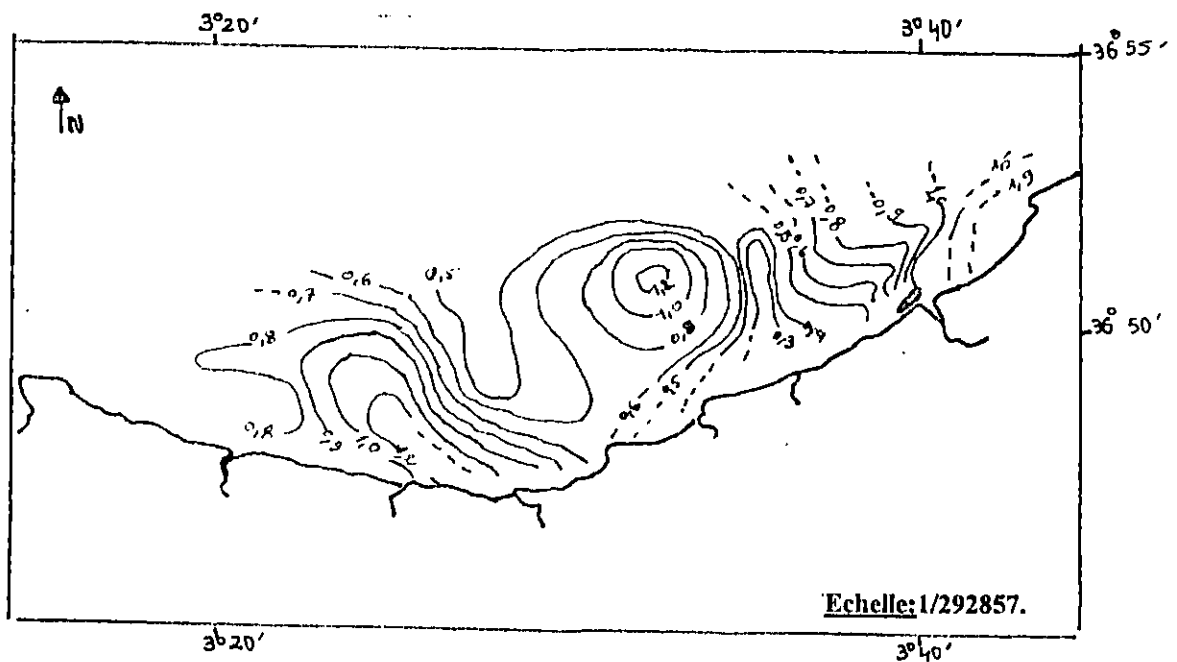
L'examen de la Section de la température ainsi que celle de la salinité (Fig.11) montre que la structure des isothermes et isohalines sont perturbées par la divergence d'eau plus ou moins froide et légèrement saline au centre. Les valeurs basses de la température sont accompagnées de valeurs élevées de salinité, cette remontée d'eau froide est compensée par une légère plongée d'eau relativement chaude plus importante à l'Ouest qu'à l'Est.

La superposition des sections de la température, de la salinité et des sels nutritifs : phosphore et silicium (Fig.12) et nitrate (Fig.13), donne des valeurs basses de température accompagnées par des valeurs élevées de la salinité et des sels nutritifs.

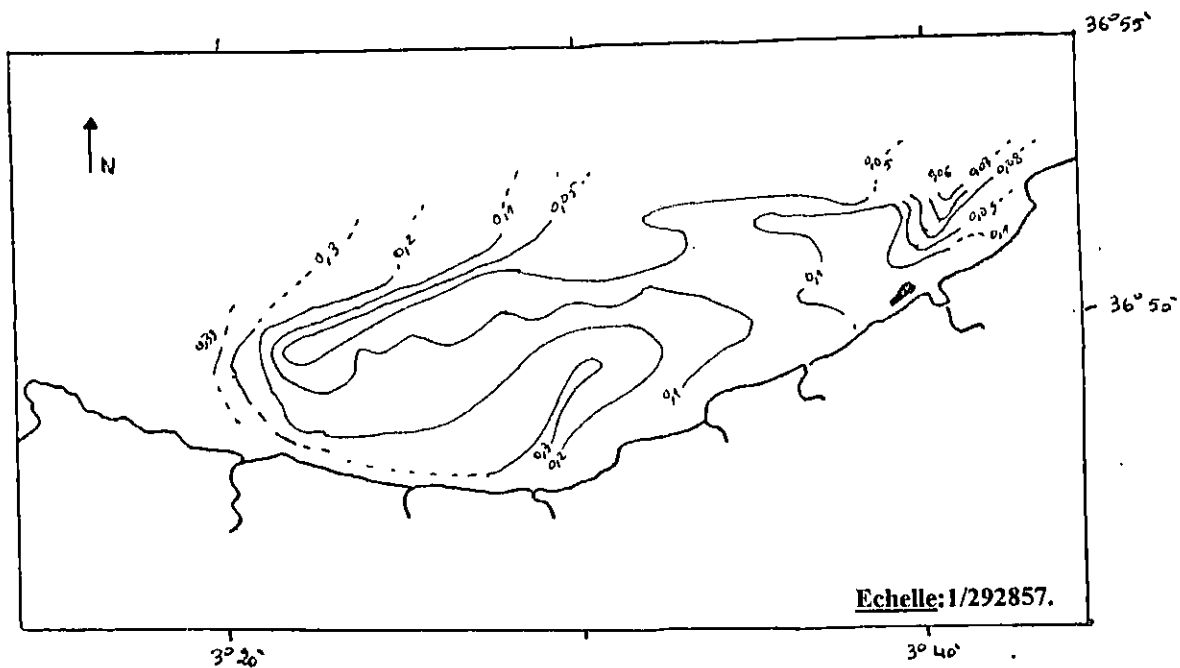
Donc ces eaux sont plus ou moins froides, plus salines et riches en sels nutritifs en général et relativement pauvres en oxygène dissous, elles sont d'origine profonde.



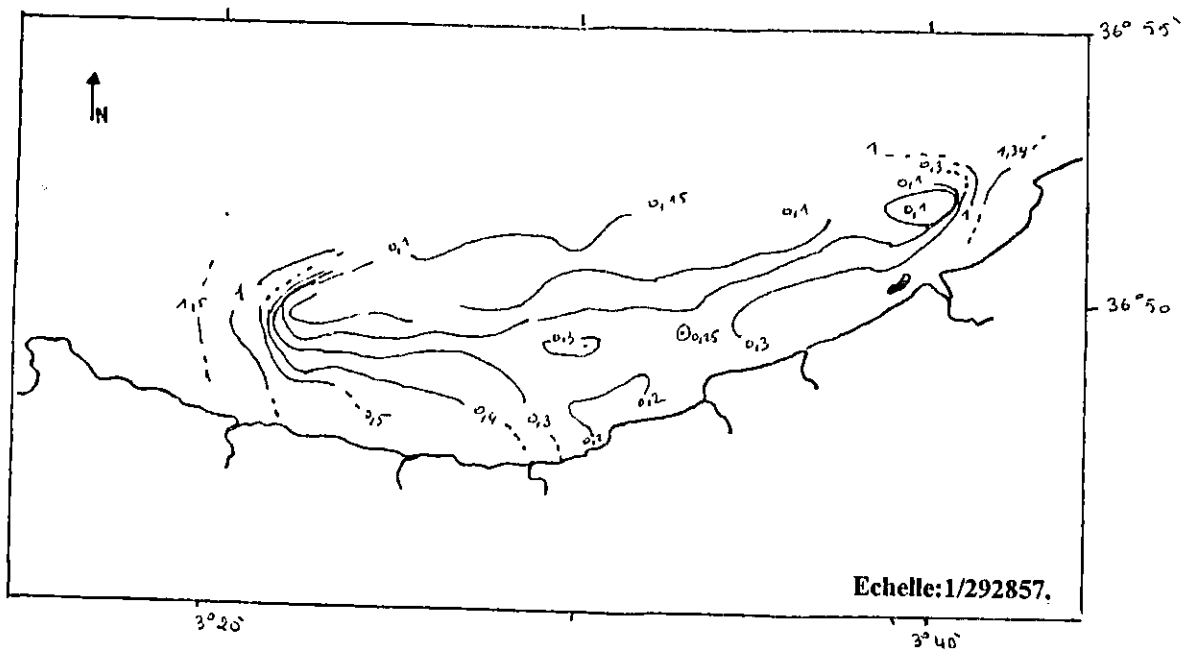
Carte n°14 : Distribution des phosphates ($\mu\text{mol/l}$) en surface au niveau des eaux de la baie de Zemmouri (Lokmane, 1993).



Carte n°15 : Distribution du silicium ($\mu\text{mol/l}$) en surface au niveau des eaux de la baie de Zemmouri (Lokmane, 1993).



Carte n°16 : Distribution des nitrites ($\mu\text{mol/l}$) en surface au niveau des eaux de la baie de Zemmouri (Lokmane, 1993).



Carte n°17 : Distribution des nitrates ($\mu\text{mol/l}$) en surface au niveau des eaux de la baie de Zemmouri (Lokmane, 1993).

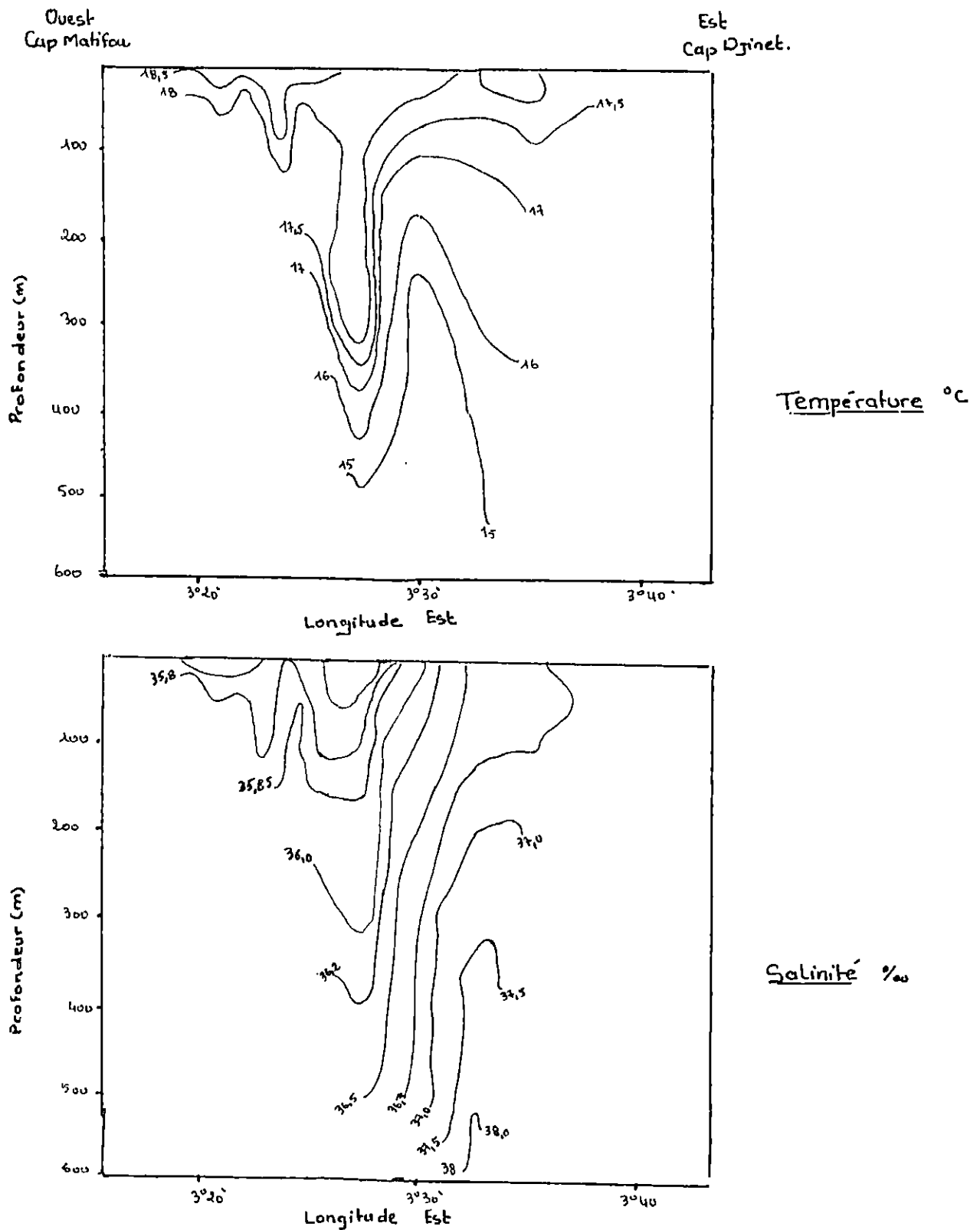


Figure n°11 : Distribution verticale de la température et de la salinité le long de la section Cap Djinet - Cap Matifou (Lokmane, 1993).

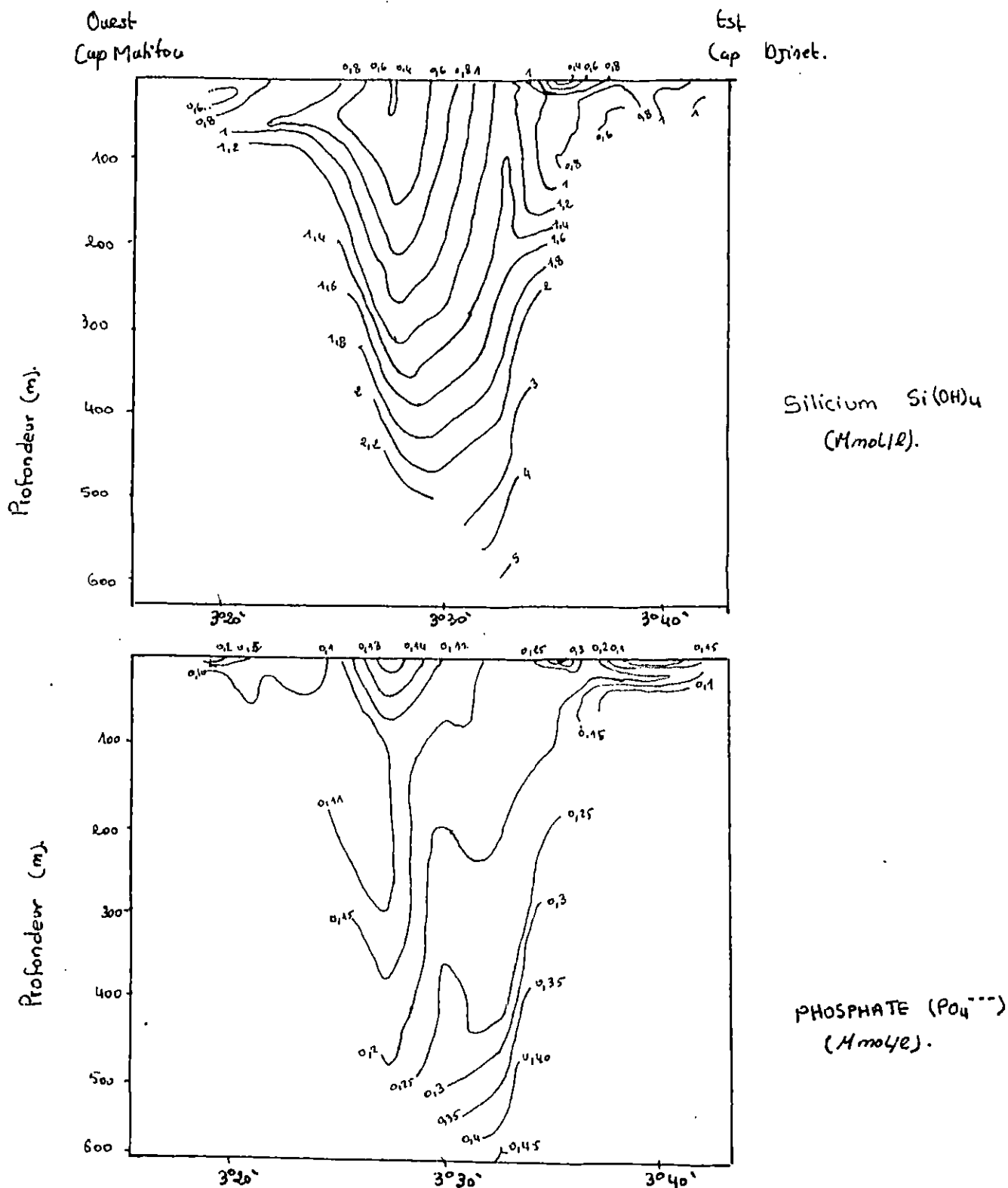


Figure n°12 : Distribution verticale du silicium et du phosphate le long de la section Cap Djinet - Cap Matifou (Lokmane, 1993).

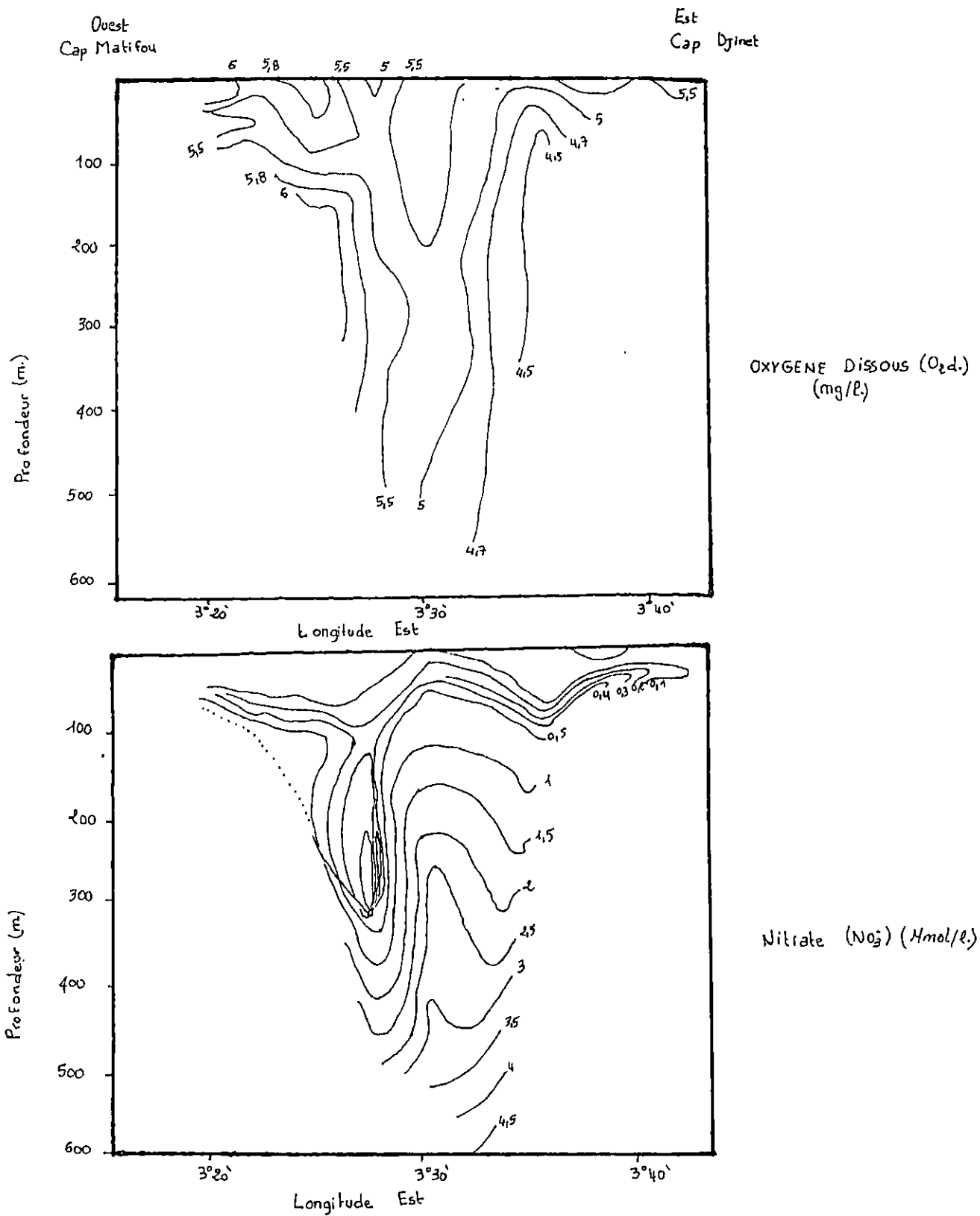


Figure n°13 : Distribution verticale de l'oxygène dissous et des nitrates le long de la section Cap Djinet - Cap Matifou (Lokmane, 1993).



2.LES POTENTIALITES HYDRIQUES:

2.1.RESEAUX HYDROGRAPHIQUES :

Le territoire de la Wilaya de Boumerdès est parcourue par un important réseau hydrographique, représenté par plusieurs oueds qui sont « O. Hamiz, O. Réghaïa, O. Boudouaou, O. corso, O. Tatarég, O. Isser et O. Sebaou » Tableau n°7. Ces oueds perpendiculaires à la côte, contournent plusieurs obstacles pour se diriger ensuite vers la mer, les plus importants prennent naissance dans l'Atlas. Les débits de ces oueds, bien qu'importants en saison humide, sont en général secs en été à l'exception de « O. Isser, O. Sebaou et O.El Hamiz ».

Tableau n°7: Embouchures d'oueds.

Oueds	Embouchures
El Hamiz	Bordj El Bahri (Alger plage)
Réghaïa	Lac de Réghaïa
Boudouaou	Plage Boudouaou El Bahri
Corso	Corso plage
Tatarég	Boumerdès plage
Isser	Douar Mendil
Sebaou	Takdempt

Les oueds déversant dans la baie d'étude (Carte n°18) proviennent de deux types de réseaux: le réseau Ouest et le réseau Est (E.N.E.T,1985).

-Le réseau Ouest, correspond aux oueds qui longent le côté Ouest de la Wilaya de Cap Matifou jusqu'à la ville de Boumerdès, ces Oueds sont :

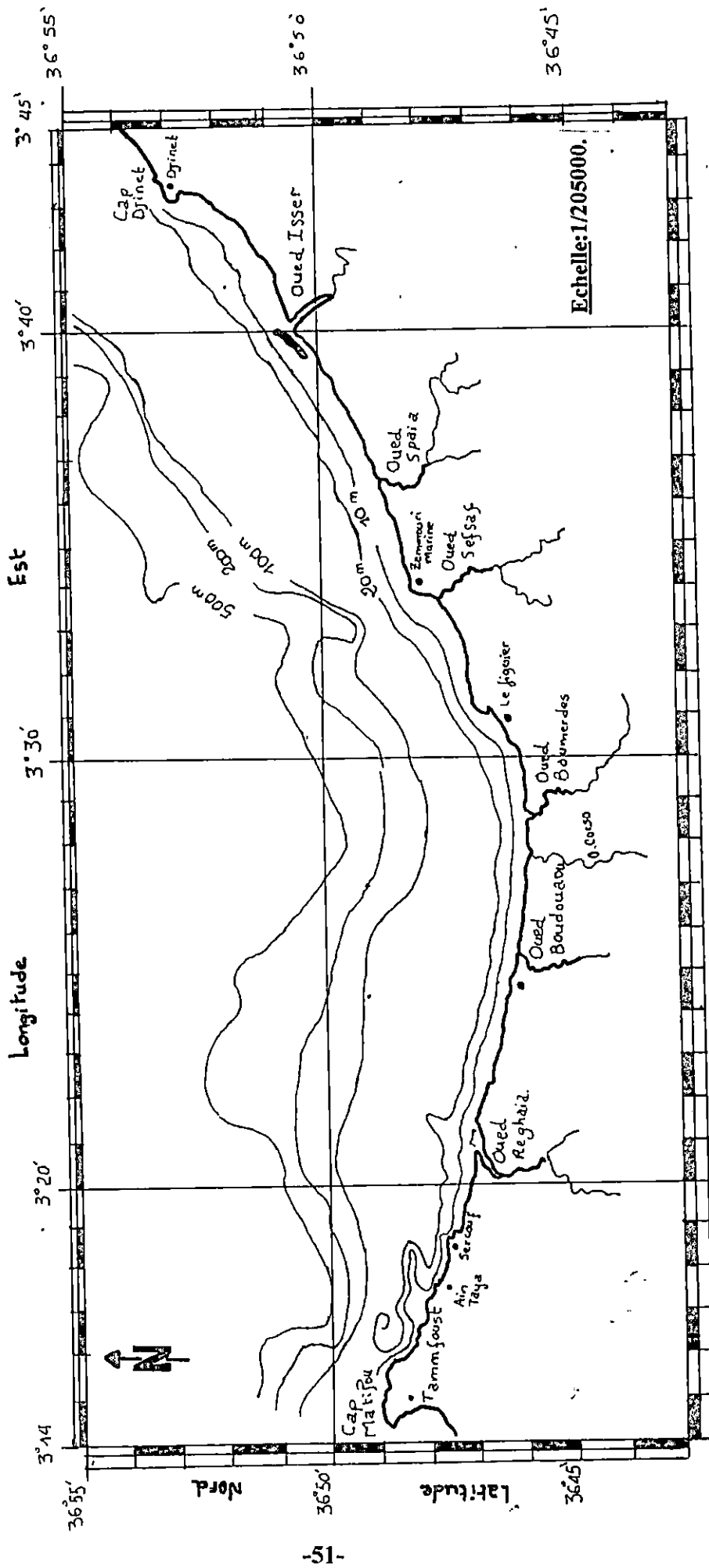
*Oued Réghaïa : situé dans une cluse, une retenue d'eau se trouve à son niveau « Lac naturel de Réghaïa ».

*Oued Boudouaou : situé dans une cluse alluviale, une retenue d'eau prévue à son niveau «Barrage de Keddara ».

*Oued Corso : situé entre Boudouaou et Boumerdès, peu important par rapport aux autres oueds.

*Oued Boumerdès : situé à l'Est de la ville urbaine de Boumerdès, s'écoule vers la mer en drainant avec lui Oued Bay Salah et Cherfa.

-Le réseau Est, lequel s'étend jusqu'à Cap Djinet est constitué principalement par l'oued Isser, qui est relativement le plus important, prend naissance dans les monts du tell dans un assez large bassin alluviale. Celui-ci est le siège d'une nappe importante et très exploitée drainant la partie occidentale de la chaîne de Djurdjura, les collines de Chabet El-Ameur et les vallées de l'Isser. Le tout forme un site à vocation touristique très particulière « gorge de Beni Amrane », à cela s'ajoute le plan d'eau qui se trouve à son niveau le Barrage de Koudiat Accerdoune « Barrage en construction » qui recueille l'eau d'un vaste bassin versant.



Carte n°18 : Réseaux hydrographiques de la baie de Zemmouri.

Il convient d'ajouter à ce réseau Est, un autre apport qui contribue dans l'alimentation, malgré qu'il est situé en dehors de la baie, qui est l'oued Sebaou, son importance vient après l'oued Isser, il provient de la chaîne orientale de Djurdjura et coule d'Est en Ouest entre le massif de grande kabylie et la chaîne côtière de la kabylie, offrant une attraction touristique pour le site qu'il traverse.

2.2.LES INFRASTRUCTURES HYDRAULIQUES :

Parce que « l'eau est indispensable à la vie » et qu'elle est vitale pour le bien-être de l'homme, que beaucoup d'infrastructures hydrauliques ont été réalisées pour nous satisfaire en eau potable ainsi que pour d'autres usages tel que l'irrigation et l'énergie électrique. De cela plusieurs barrages ont été construits, 25 en construction depuis 1993 et 100 construits depuis 1962. Mais malgré toutes ces réalisations il n'y a pratiquement pas de ville en Algérie qui ne connaisse pas de coupure d'eau.

En effet, la Wilaya de Boumerdès regroupe (Carte n°19) :

- *06 barrages (Annexe n°6) : El Hamiz, Beni Amrane, Keddara, Djinet, Sidi Daoud et Naciria.
- *Un lac naturel, lac de Réghaïa, exploité pour l'irrigation alors qu'il est alimenté à partir des eaux usées domestiques et industrielles et pour l'énergie électrique.
- *Enfin 47 retenues collinaires, dont la plupart, utilisées pour les cultures environnantes, la superficie irriguée est en fonction de la capacité de chaque retenue

En plus de toutes ces infrastructures, la wilaya possède des ressources en eaux souterraines. Les champs de captages de ces eaux se situent essentiellement dans la plaine de la Mitidja, on les trouve aussi le long des lits d'oueds, dont les plus importants se localisent au niveau de l'oued Isser et Sebaou.

2.3.RESSOURCES HYDRIQUES ET ECOULEMENT EN MER:

Soumise à l'influence climatique de la Méditerranée, la wilaya de Boumerdès reçoit en moyenne des quantités importantes de précipitations par an, elles varient entre 525mm/an et 1253mm/an, avec un apport annuel à l'embouchure vers la mer entre 3Hm³/an et 891Hm³/an en moyenne (Carte n°20).

De cela, des études hydrauliques ont été réalisées et portent sur l'analyse des variations mensuelles et annuelles des débits des oueds donnés à partir des différentes stations hydrométriques limitrophes (Annexe n° 7), dans le site d'étude, les résultats sont obtenus à partir de deux stations en fonction :

- Station hydrométrique Lakhdaria pour l'oued Isser (Annexe n°8).
- Station hydrométrique Baghliia pour l'oued Sebaou (Annexe n° 9).

Ces données recueillies de l'A.N.R.H., révèlent des résultats observés pendant une période de 18 ans (1970 à 1988) pour les débits solides (Annexe n°10) et une période de 25 ans allant de 1970 à 1995 pour les débits liquides (Annexe n°11) des deux oueds.

A partir des résultats obtenues (Fig.14 et 15), on remarque que la baie reçoit par an des quantités assez importantes de débits liquides et solides, cet apport diffère d'une année à l'autre selon les périodes de crues.

Les débits liquides sont donnés directement par la station hygrométrique, alors que les débits solides sont calculés à partir des concentrations suivant la formule:

$$Q_s^{an} = Q_L^{an} \cdot [C]$$

Avec: Q_s^{an} :Débit solide moyen annuel (kg/s).
 Q_L^{an} :Débit liquide moyen annuel (m^3/s).
[C] :Concentration (gr/l).

Cependant, ces concentrations donnent seulement la quantité de matière en suspension qui représente une faible proportion par rapport à ceux charriés sur le fond.

En plus de ces deux apports, les autres oueds l'alimentent aussi en quantités plus au moins importantes. Toute fois, l'existence de certaines retenues (barrages) à leur niveau crée un déficit sédimentaire. Les plus importants influençant ce transit (Annexe n°12) sont :

*Barrage de Keddara au niveau de l'oued Boudouaou.

*Barrage de Béni Amrane au niveau de l'oued Isser, ce barrage présente un problème d'envasement (plus de 50%), estimé depuis sa mise en eau 1988 (avec une capacité de $16,5Hm^3$.) jusqu'à 1996 (avec une capacité actuelle $8,08Hm^3$) à $8,42Hm^3$.

2.4.LES BASSINS VERSANTS:

La baie de Zemmouri est constituée par une ramification de cours d'eau s'écoulant de deux bassins versants de superficie différentes (Carte n°21). La superficie du bassin versant de l'oued Isser (Annexe n°13) est 8 fois supérieure de celle du bassin versant des autres oueds.

Ces bassins versants favorisent le ruissellement , alimentant ainsi la baie en apport liquide et en apport solide provenant de l'érosion des falaises et des berges surtout en période de crues.

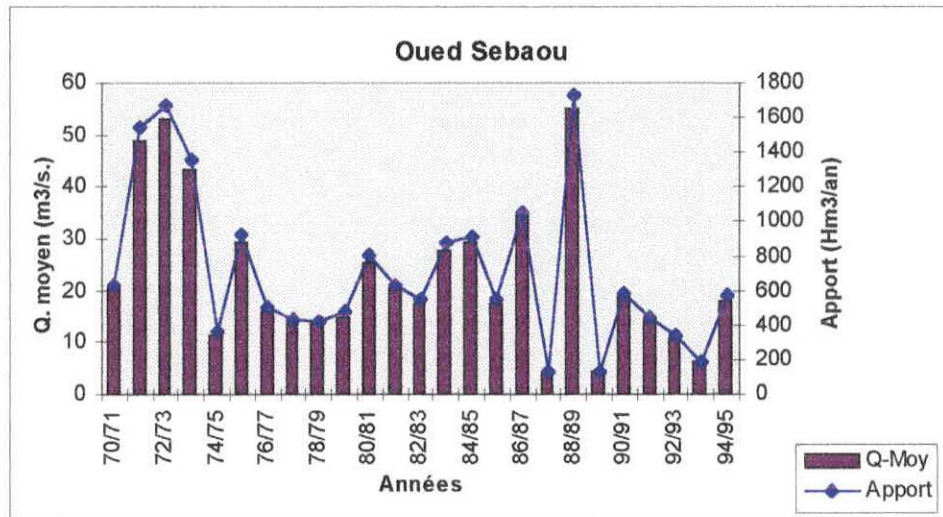
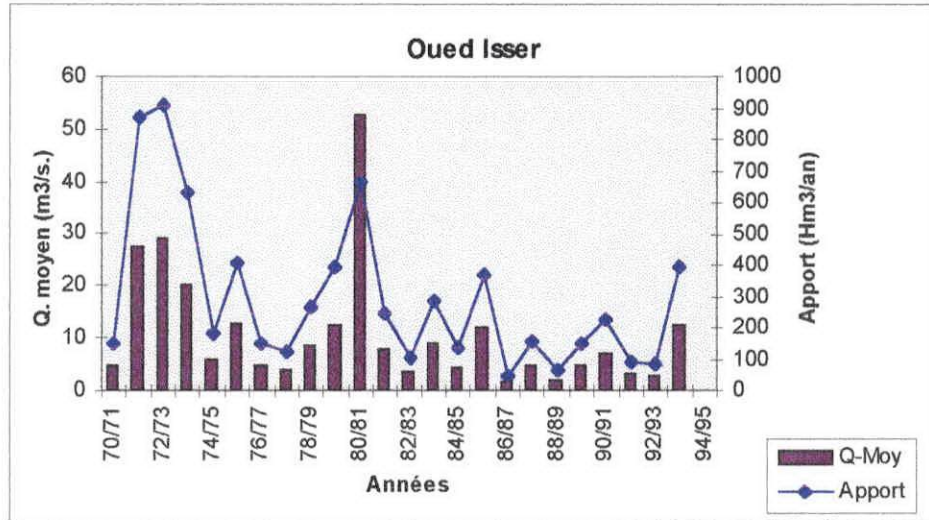


Figure n°14 : Les débits liquides (m³/s.) et les apports annuels (Hm³/an) des oueds Isser et Sebaou pour une période de 25 ans.

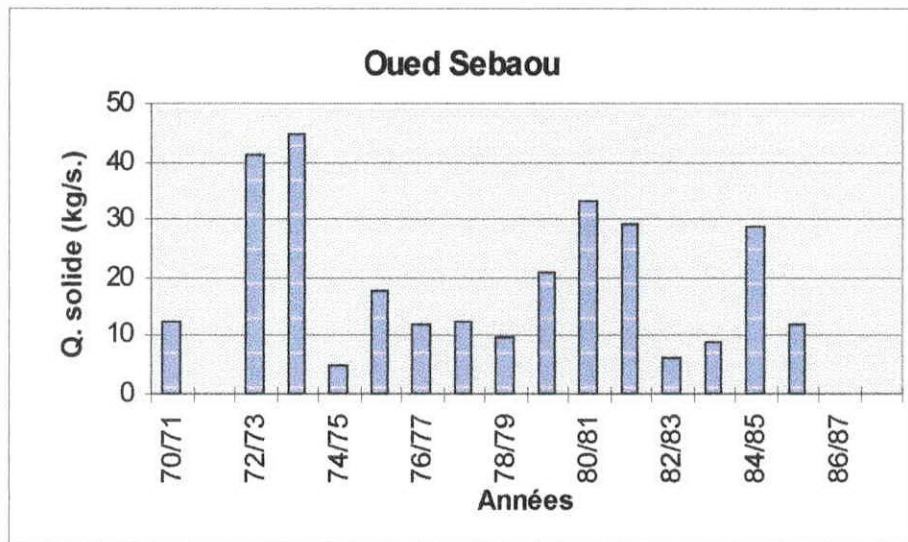
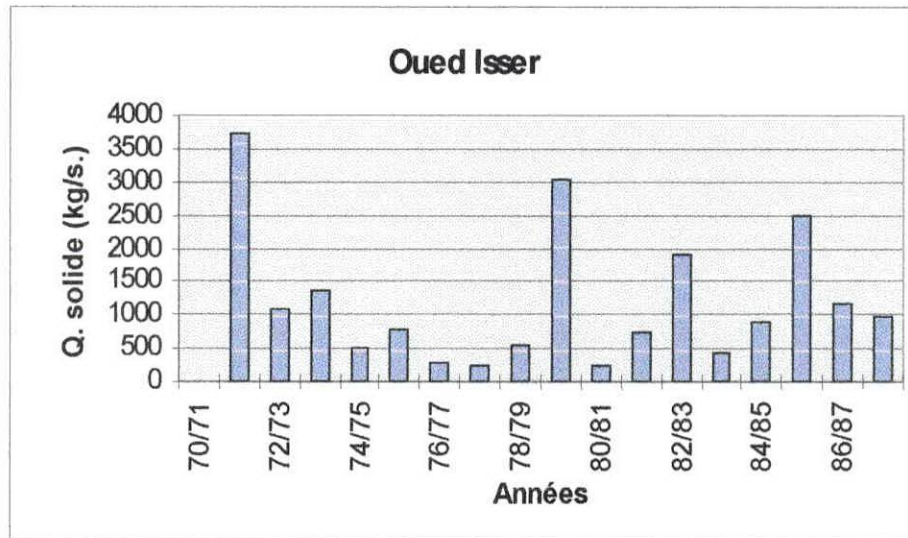
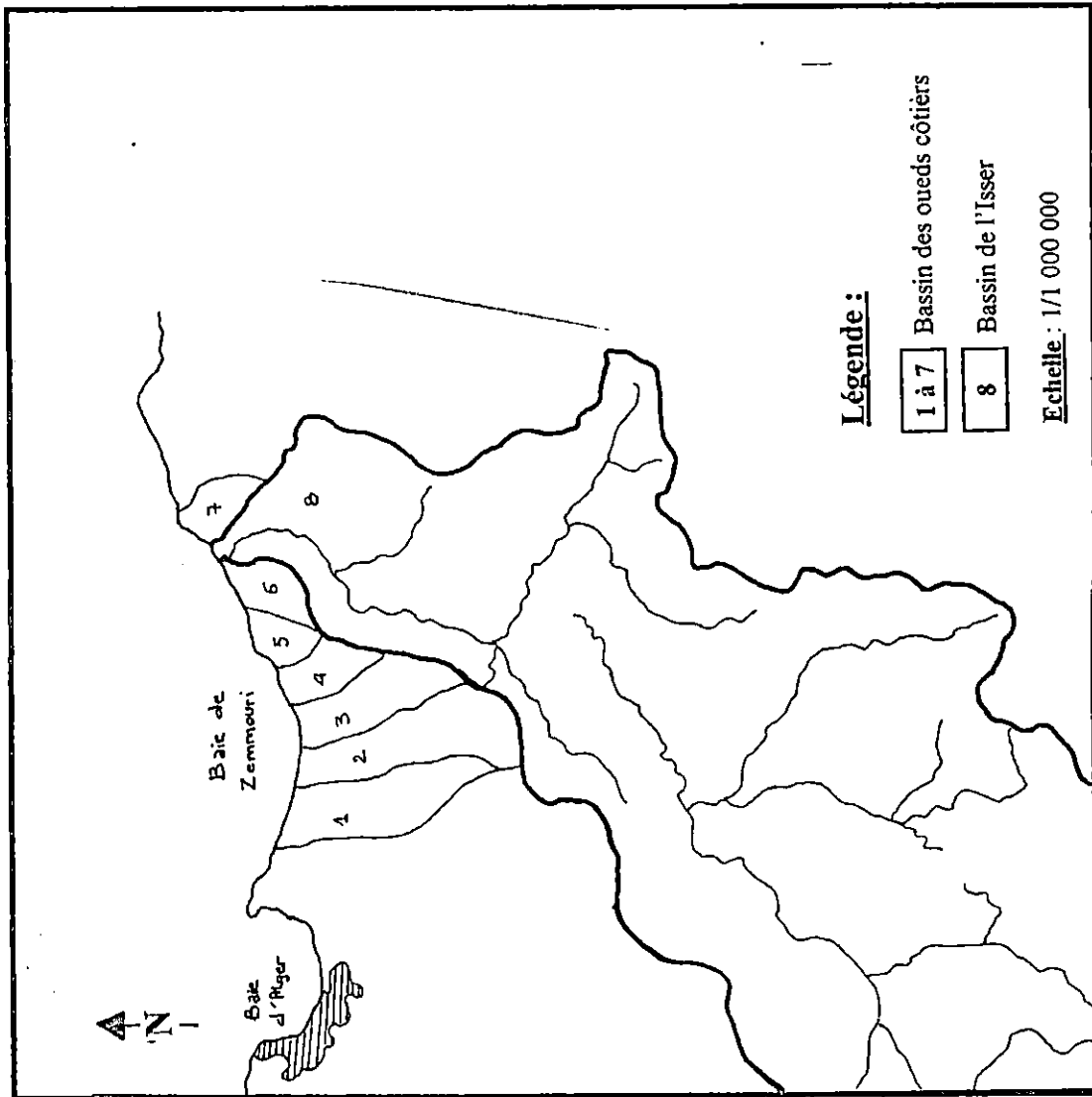


Figure n°15: Débits solides (kg/s) des oueds Isser et Sebaou pour une période de 18 ans.



Carte n°21 : Bassins versants de la baie de Zemmouri.



3.OCCUPATION DU LITTORAL:

D'un point de vue historique, l'homme a marqué un désintérêt pour le littoral, il avait « le dos tourné » à la mer, pour fuir sa rigueur il s'est installé loin des côtes, par la suite les progrès de la navigation et des relations avec l'étranger et plus tard le développement de l'époque moderne, ont fait que le milieu côtier est plus intensément demandé, cette demande s'est traduite par une suroccupation de l'espace et plus particulièrement du linéaire côtier (Larid, 1992).

3.1.DEMOGRAPHIE:

Durant cette dernière décennie, la wilaya de Boumerdès a connu un rythme de croissance rapide et important (870825 habitants estimé en 1996), ce flux s'explique essentiellement par la modification de son statut administratif et par sa position géographique (proximité d'Alger).

3.1.1.EVOLUTION RECENTE DE LA POPULATION:

La population de la baie de Zemmouri connaît elle aussi une augmentation considérable. En effet le tableau ci-dessous indique qu'au 31/12/1996, un nombre total de population de 244538 habitants par rapport à un total de 183015 habitants en 1987 et de 113761 habitants en 1977.

Pour les taux de croissance, ils ont pu être calculés à partir de la formule suivante:

$$r = \frac{P_2}{P_1}^n - 1$$

avec : P_1 : population de l'année une (1).

P_2 : population de l'année deux (2).

n : différence entre l'année 1 et 2.

Tableau n°8 : Evolution de la population et son taux de croissance.

Communes et dairas	R.G.P.H. 1977	R.G.P.H.1987	Pop. 1996	TAUX DE CROISSANCE	
				1977 -1987	1987 - 1996
Boumerdès	10737	22338	29968	7,60%	3,32%
Corso	5967	8822	11365	3,99%	2,85%
Djinet	10787	16395	21954	4,27%	3,30%
léghata	6256	9433	12694	4,20%	3,35%
Zemmouri	10920	15606	20859	3,63%	3,28%
Réghaia	22944	45226	60741	7,02%	3,33%
Boudouaou El	3038	6610	8842	8,08%	3,28%
Bahri					
Heuraoua	8622	11552	15503	2,97%	3,32%
Ain Taya	16117	21602	28755	2,97%	3,23%
El Marsa	5145	6580	8673	2,49%	3,12%
Thénia	13228	18851	25184	3,61%	3,27
Total	113761	183015	244538	4,62%	3,24%

Cette évolution est très bien illustrée dans la figure n°16.

Le nombre d'habitant maximal se trouve au niveau de Reghaïa (60741 habitants) et le minimum d'habitants à El Marsa (8673 habitants)

3.12.REPARTITION TERRITORIALE DE LA POPULATION:

Tableau n°9 : Données sur la densité de la population (hab./km2) par Communes et Dairas littorales en 1996.

Communes et Dairas	Boumerdès	Corso	Djinet	Léghata	Zemmouri	Réghaïa	Boudouaou El Bahri	Heuraoua	Ain Taya	El Marsa	Thénia
Densité (Hab./km2)	1557	496	304	255	376	2229	613	1250	3011	2235	605

La répartition de la population par densité (Carte n°22), se caractérise par des concentrations importantes dans les communes et dairas situées à l'Ouest tel que:Ain Taya, El Marsa, Réghaïa ou la densité peut atteindre 3011 habitants au kilomètre carré.

A l'Est, les densité sont relativement faibles : Zemmouri, Léghata et Djinet enregistrent des densités de population allant de 255 à 376 habitants au kilomètre carré.

La forte concentration dans la partie Ouest de la baie, vient du fait qu'elle comprend plusieurs communes de l'ancienne wilaya d'Alger.

3.1.3.PERSPECTIVE D'EVOLUTION DEMOGRAPHIQUE:

Tableau n°10 : Perspective d'évolution de la population.

Communes et daïras	1996	2010	2020
Boumerdès	29968	45329	60918
Corso	11365	17190	23102
Djinet	21954	33207	44627
Léghata	12694	19201	25804
Zemmouri	20859	31551	42402
Réghaïa	60741	91876	123474
Boudouaou El Bahri	8842	13374	17973
Heuraoua	15503	23450	31515
Ain Taya	28755	43494	58452
El Marsa	8673	13119	17631
Thénia	25184	38093	51194
Total	244538	369884	497092

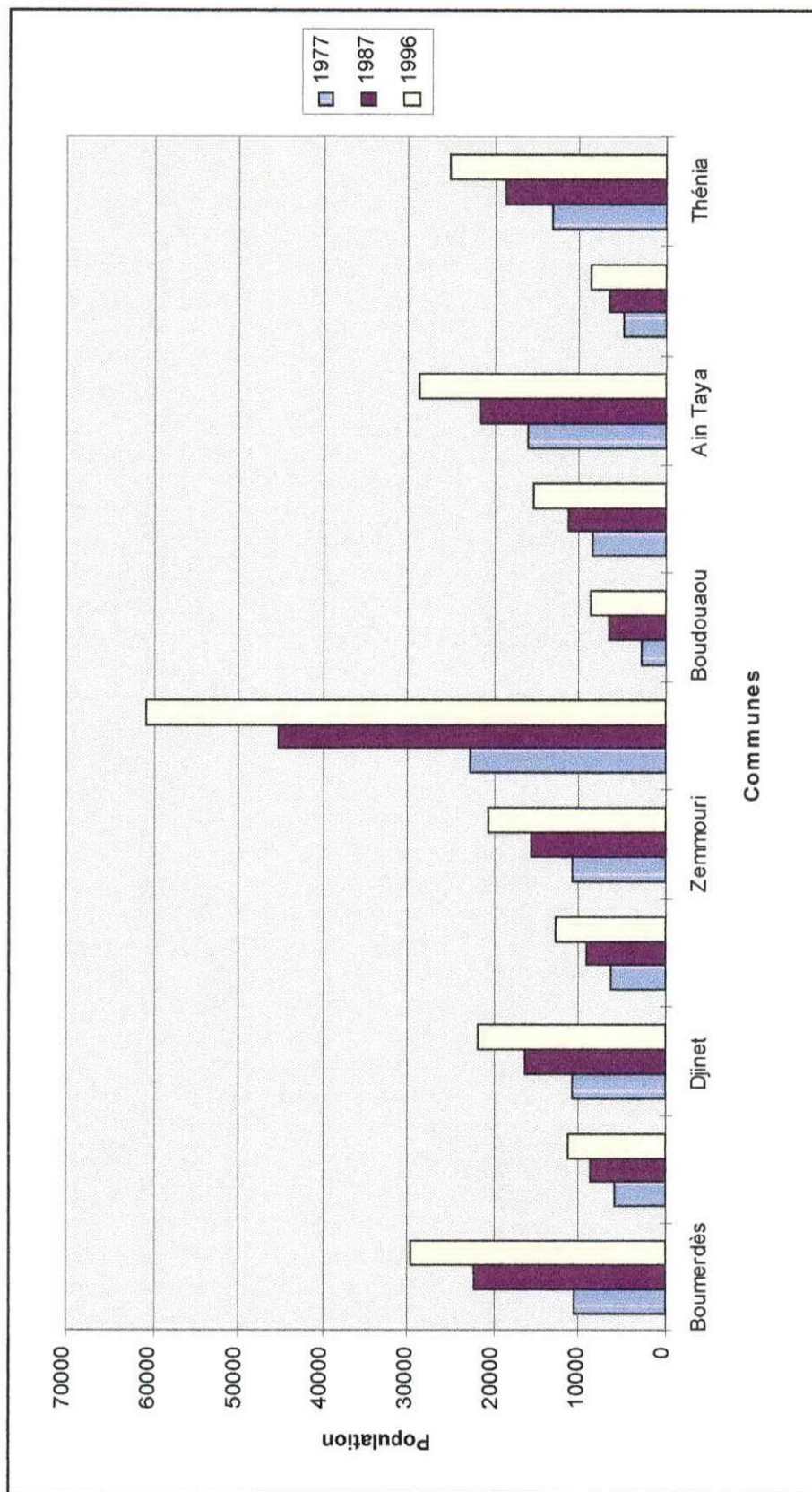
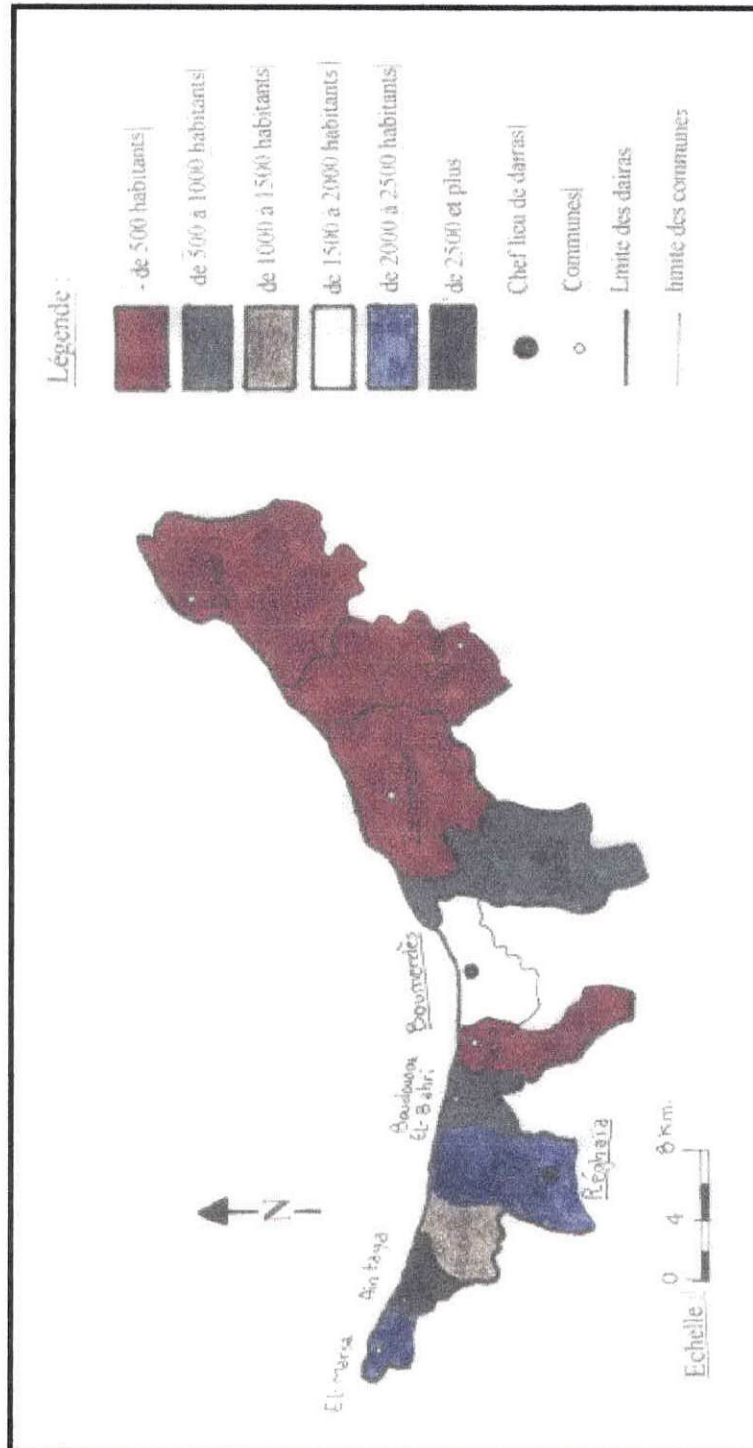


Figure n°16 : Evolution de la population par commune durant l'année 1977, 1987 et 1996.



Carte n°22 : Baie de Zemmouri : Densité de la population côtière (hab./km²).

Pour les perspectives d'évolution de la population de la wilaya de Boumerdès, ils ont pu être calculés à partir de la formule suivante:

$$P_2 = P_1 (1 + r)^n$$

P_1 : Population de l'année 1.

r : Taux de croissance.

n : Différence entre l'année 1 et 2.

Les projections effectuées avec un rythme de croissance supposé à 3%, montrent une augmentation considérable, elle passe d'un total de 244538 habitants pour l'année 1996 à 369884 habitants en 2010 et 497092 habitants en 2020, ce qui représente une charge supplémentaire de 252554 habitants durant la période allant de 1996 à 2020 (Fig.17).

La population actuelle connaît une extraordinaire progression. Si aucune mesure n'est prise à court terme pour contrôler ces tendances, la population continuera à augmenter de manière préoccupante.

3.2.INDUSTRIE:

La zone industrielle de Rouiba-Réghaïa constitue un potentiel productif très important et ce même à l'échelle nationale. Compte tenu de la diversité, la multitude et la dimension des unités qui sont implantées et surtout des effets d'entraînement induits sur le développement des autres secteurs d'activités (Carte n°23). Le secteur privé lui aussi n'est pas négligable.

Tableau n°11: Industrie au niveau de la baie étudiée (direction des mines et industrie).

Dénomination	Lieu d'existence
Briquerie Benrahmoune E.P.R.C. E.R.I.A.D. Unité semoulerie. E.R.I.A.D. Unité pâtes alimentaires. E.R.I.A.D. Unité Boulangerie industrielle.	Corso
S.O.M.V.E.R. Unité mirotterie et V. technique.	Thénia
E.N.S.P. Unité aldim e.n.a.d. unité détergents E.N.G.I. Unité gaz industriels E.N.G.T.P. Unité gros travaux pétroliers. E.N.T.P.L. I.S.P. Unité treillis soudés. A.N. A.R.T.R./Siege. A.N.A.B.I.B. Unité gros tubes. A.N.A.B.I.B. Unité petits tubes. A.N.A.B.I.B. Unité profilés à froid. E.M.A.L. Unité brasserie. S.I.D.A.L. Fabrication de chalimeux. E.N.A.G. Unité arts graphiques.	Réghaïa
E.N.E.D.I.M. Laboratoire S.N.T.A. Laboratoire. C.R. D./S.H. Laboratoire. E.N.D.M.C. Laboratoire. O.R.G.M. Laboratoire.	Boumerdès

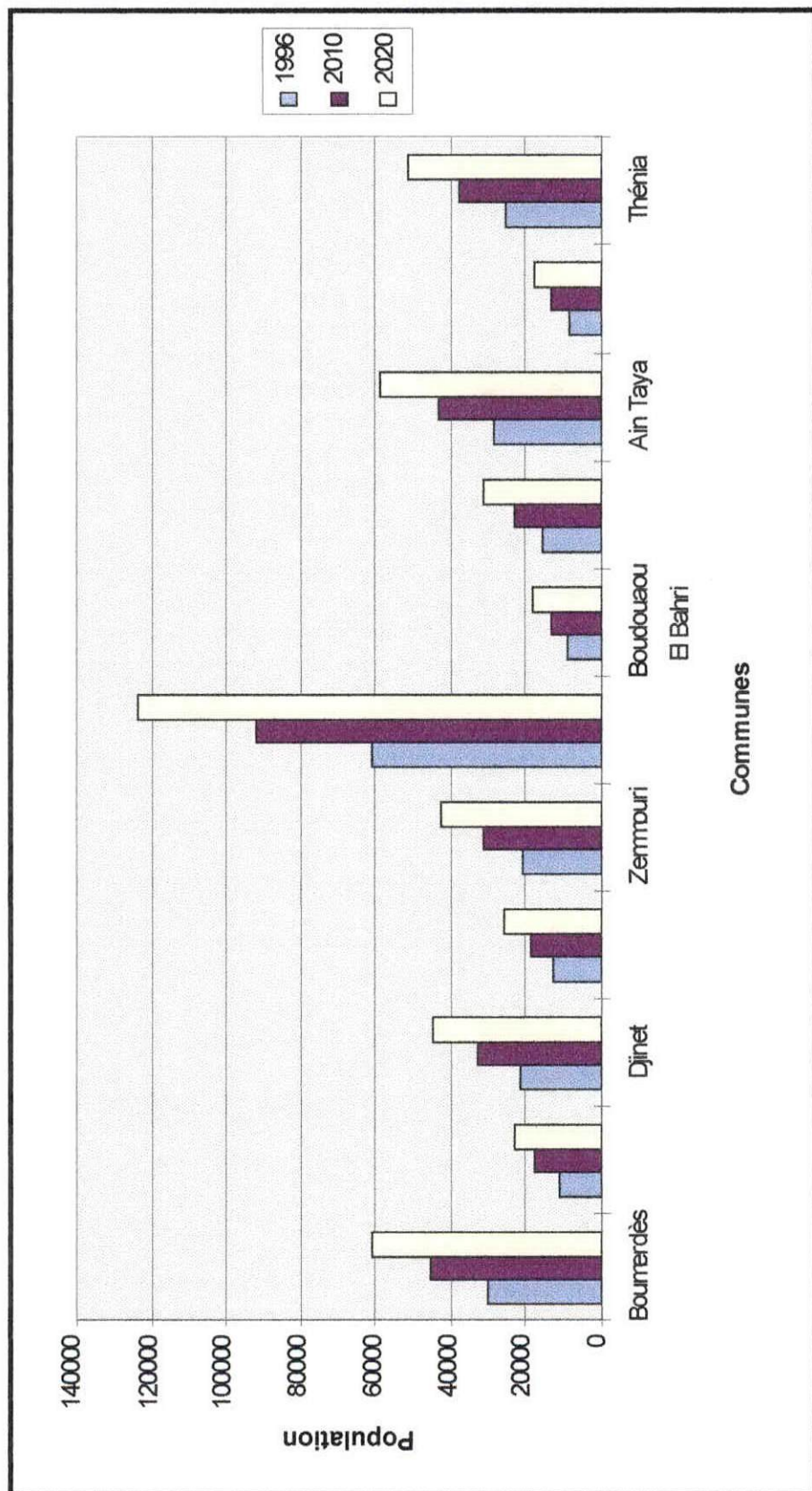
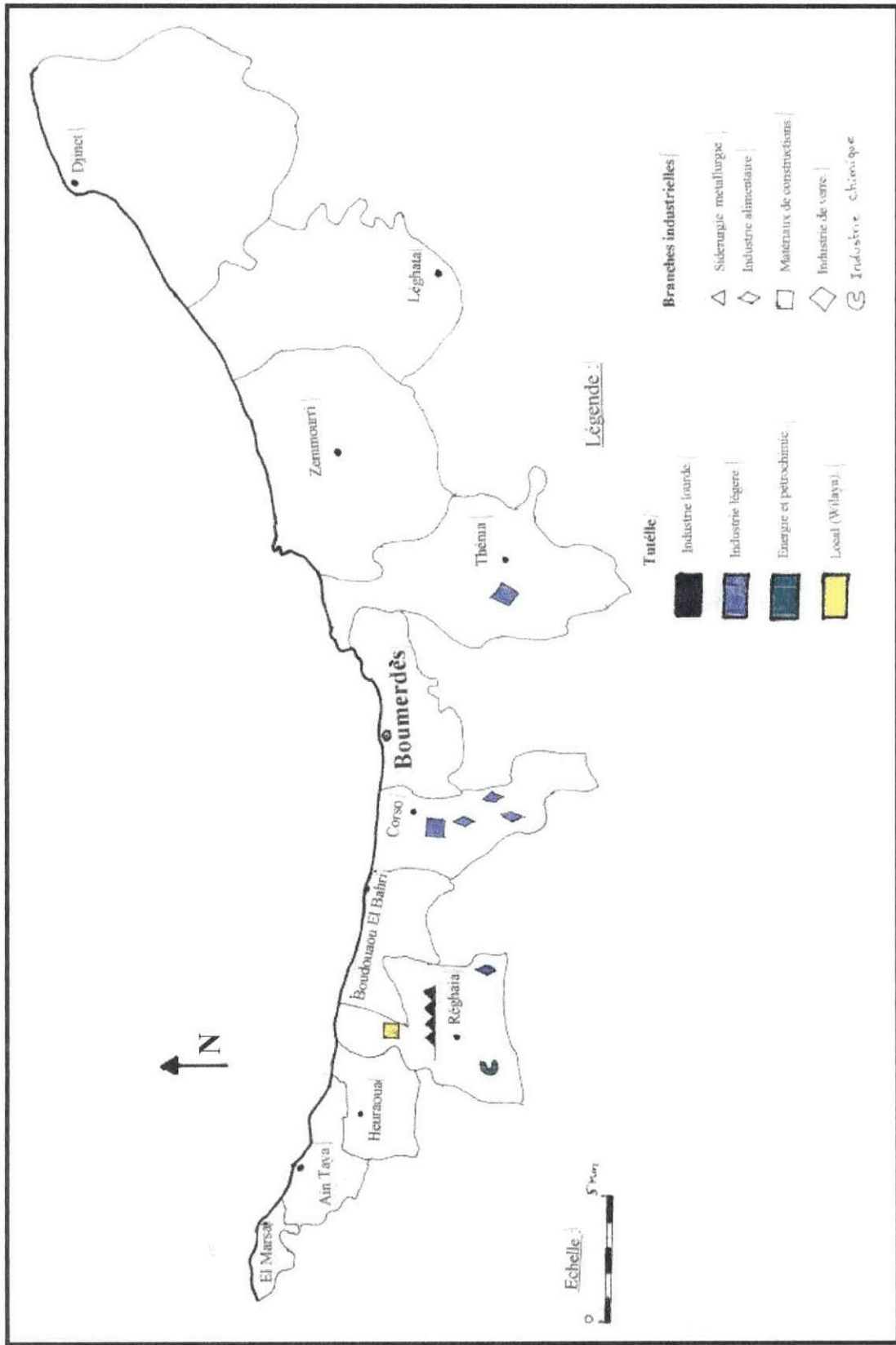


Figure n°17 : Perspective d'évolution de la population par communes littorales.



Carte n°23 : Répartition des unités industrielles (Atlas de Boumerdès, 1989).

Il faut compter la centrale thermo-électrique de Cap Djinet (production d'énergie) qui est la plus grande du pays (35 hectares) située au bord de mer.

***Carrières:**

Les carrières existantes actuellement en exploitation au niveau du site étudié (Carte n°24) sont dans le tableau suivant:

Tableau n°12 : Carrières existantes au niveau de la baie étudiée.

Dénomination	Situation	Géologie	Gisement	Altération	Découverte	Description visuelle
Carrière de Cap Djinet	Située près de la R.N.24 à 2 km au Sud Ouest de Cap Djinet et environ 60 km d'Alger.	Massif éruptif et dolérite, basalte et endésite à débris prismatique subvertical très altéré en surface.	Réserve très importante.	2 à 5m.	2m.	Roche verte foncée dure à grain très fin, quelques phénocristaux localement aspect vacuolaire.
Carrière de Thénia	Située à 3km N.E. de Thénia.	Rhyolite hyaloporphysique, gros massif des monts Sidi Fredj.	Réserve très importante.	Pratiquement nulle.	Nulle, quelques blocs superficiels à dégager.	Roche dure et compact, blanc crème à grain fin, sans cristallisation apparente.

3.3.AGRICULTURE:

Comme pour l'industrie, l'agriculture constitue une vocation importante de la wilaya de Boumerdès, compte tenu de l'importance du patrimoine foncier et des conditions naturelles dont elle bénéficie (pluviométrie favorable, réseau hydrographique important).

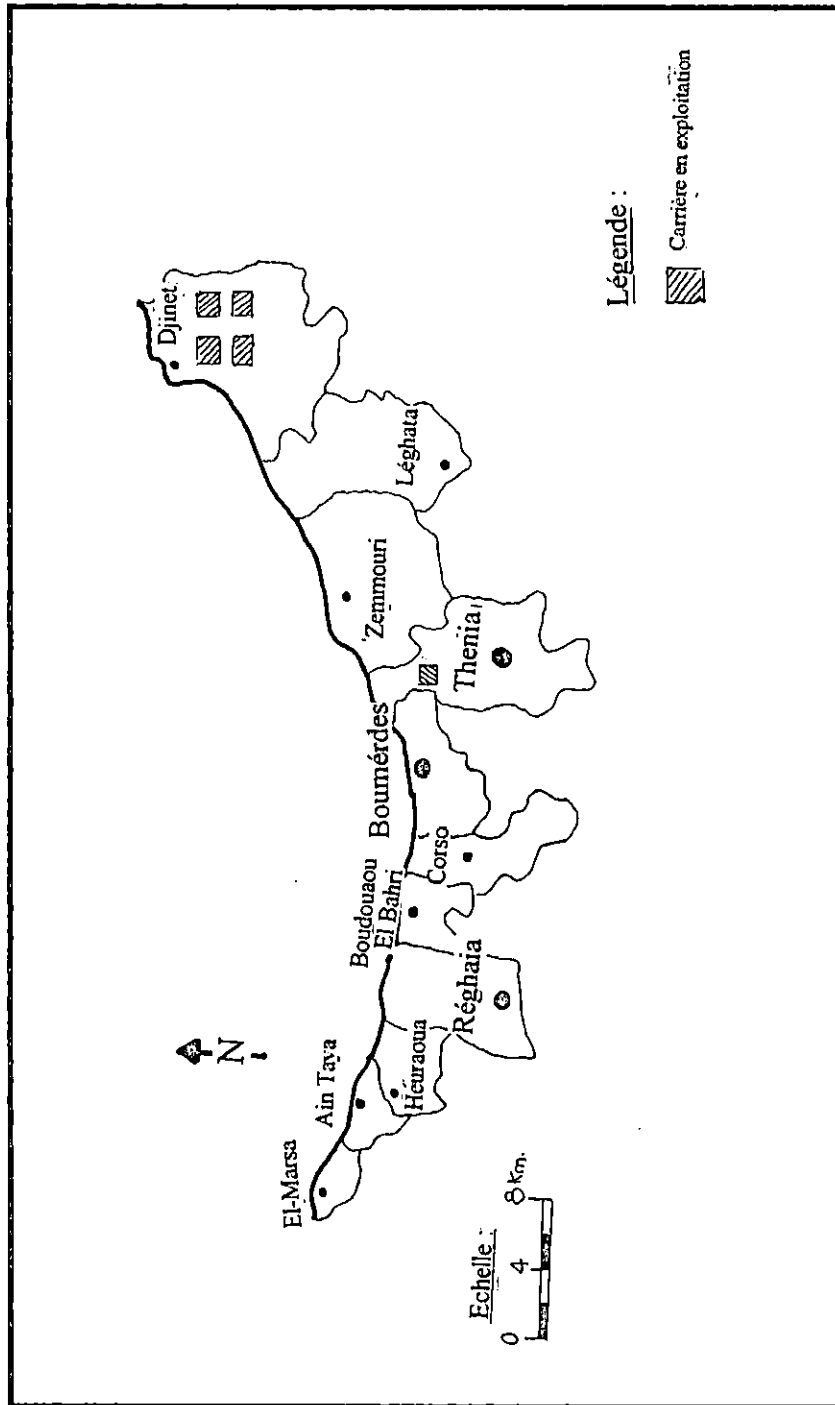
Le secteur de l'agriculture est délaissé, car les bénéficiaires des E.A.C. (Exploitation Agricole Collective) et E.A.I. (Exploitation Agricole Individuelle) n'exploitent pas leur terre convenablement, ils y ont ceux qui louent leur parcelles et ceux qui la laisse en jachère pendant plusieurs années faute de moyen (financière, matérielle). Mais la plus importante perte de la S.A.U. (Surface Agricole Utile) est due à l'urbanisation.

3.3.1.ZONES DE PRODUCTION:(Atlas de Boumerdès,1989).

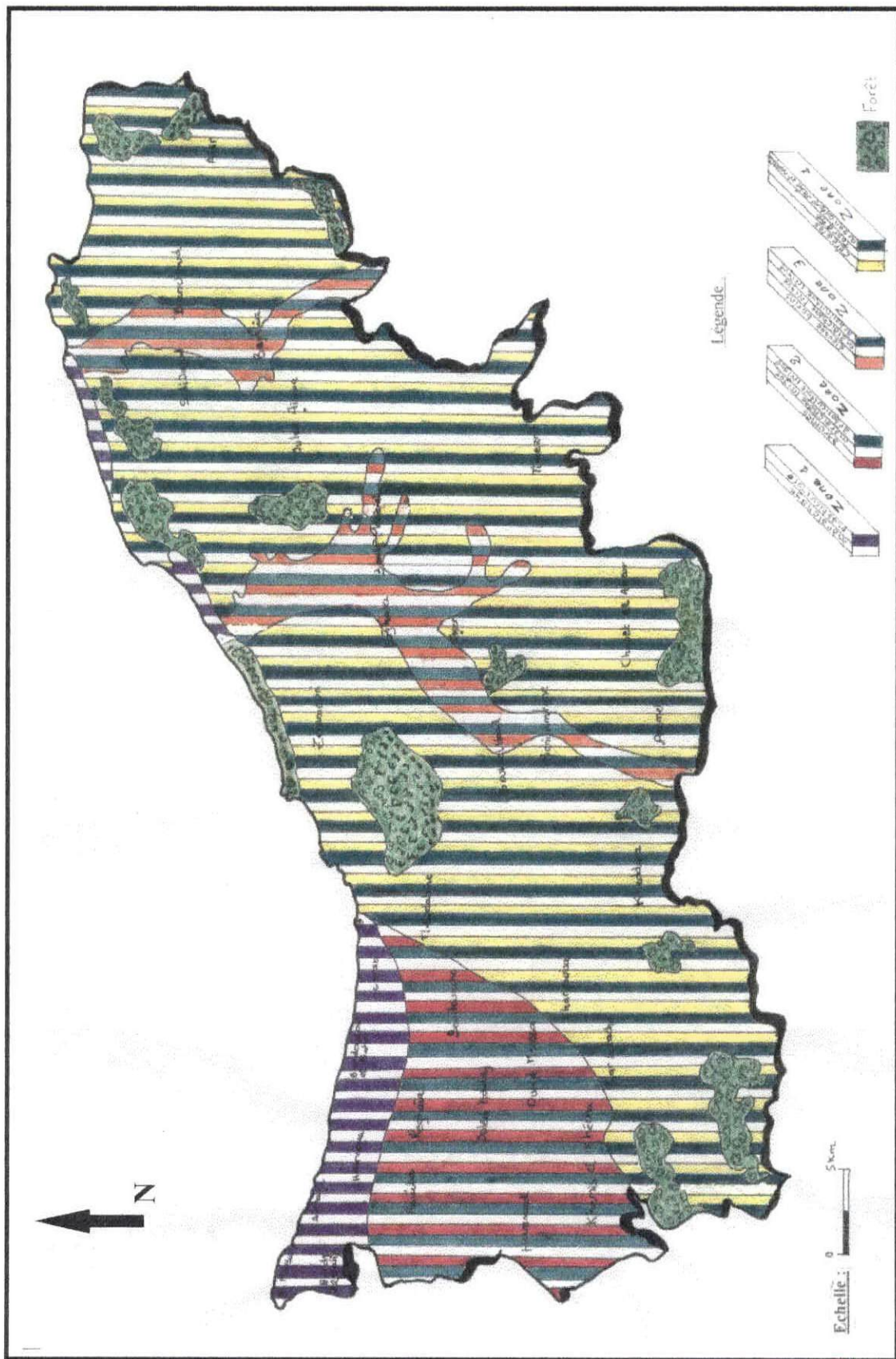
3.3.1.1.Zone d'agriculture intensive: (Carte n°25)

Elle est formée principalement par les plaines du bassin du Hamiz, les vallées du bas Isser, les plaines et les piedmonts du sublittoral. Ces ensembles bénéficient de l'apport des eaux d'irrigation du barrage du Hamiz, de Ras Djinet, de Sidi Daoud et des oueds Sebaou et Isser.

Les principales cultures pratiquées sont : la céréaliculture, le maraîchage plein-champ, la plasticulture et les cultures pérennes (arboriculture, viticulture).



Carte n°24: Localisation des carrières d'agrégats en exploitation.



Carte n°25 : Occupation su sol de la wilaya de Boumerdès (Atlas de Boumerdès, 1989).

3.3.1.2.Zone d'agriculture extensive:

Constituée par les massifs principalement montagneux, l'agriculture pratiquée est essentiellement vivrière. Elle est caractérisée par un niveau assez bas des rendements compte tenu de la faiblesse des facteurs de production : irrigation, mécanisation, fertilisants,...

3.3.2.PRODUITS CHIMIQUES ET ORGANIQUES UTILISÉS:

Notons le manque de données concernant les quantités des produits phytosanitaires au niveau de la direction de l'agriculture de la wilaya de Boumerdès, les normes obtenus (Annexe n°15) ne sont que générales et ne reflètent pas la réalité. Cependant quelques données ont été recueillies pour certaines communes de la wilaya (direction de l'hydraulique de la wilaya de Boumerdès), représentés dans le tableau n°13.

3.4.PECHE ET AQUACULTURE:

3.4.1.PECHE:

la wilaya de Boumerdès, bien que relativement désavantagée par l'étroitesse de ses fonds chalutables, dispose d'une côte qui s'étire sur près de 120 km, offre des caractéristiques hydrologiques, bathymétriques et morphologiques favorables à une exploitation diversifiée de ressources halieutiques.

Demeurant sur ces potentialités, la wilaya possède quatre (4) pôles par lesquels peut être amorcé le développement du secteur pêche, se sont : le port de Zemmouri et le port de Dellys et les deux abris de pêche Tamentfoust et Djinet.

De cela, la baie de Zemmouri compte deux (2) pôles : le port de Zemmouri et l'abris de pêche Djinet, où la pêche est dominée surtout par les espèces pélagiques (poisson bleu) par rapport aux espèces démersales (poisson blanc) qui sont moins important. En revanche la pêche hauturière est absente.

3.4.1.1.Flottille de pêche :

La flottille de pêche au niveau de la baie d'étude est limité seulement aux sardiniers et les petits métiers, cependant depuis 1986 jusqu'à 1997 elle évolue comme suit :

Tableau n°14 : Flottilles de pêche (direction des pêches).

Ports	Types de navires	Nombres de bateaux par an				
		1986	1990	1995	1996	1997
Zemmouri	Sardiniers	42	47	51	53	54
	Petits métiers	35	22	42	55	56
Cap Djinet	Sardiniers	-	-	-	-	-
	Petits métiers	34	30	37	37	38

Tableau n° 13 : Agriculture au niveau de quelques communes de la wilaya de Boumerdès

IDENTIFICATION				CARACTERISTIQUES								
Communes	Surface agricole utile S.A.U (has)	Surface agricole irrigué S.A.I (has)	Mode d'irrigation	Surface agricoles irriguées par type de culture				Engrais utilisée		Phytosanitaire utilisés		Dose d'irrigations
				Agrumes (has)	Fruitière divers (has)	Maraîchage (has)	Fourrage (has)	Nature	Quantité	Nature	Quantité	
Rouiba, Ain Taya, El Marsa, Khemis El-Khechna, O. Moussa, Larbatache et Bordj El-Bahri	17 000	16 675	Gravitaire Mixte Pompage	1 166,06	860,94	4 613,36	34,90	NPK, Azote, Sulfate de potasse	1 023t/an	Ultracide 40, Decis, Fenthon, Hydroisate, Acariside, Perimol, Polymat, Systowat, Anthio 43%, Auvil, Rubicon, Punch, Dorado, Mikal, les desherbants chimiques et les organo-cupriques	265 Hl/an	3 800m3/ha à 5 000m3/ha
Cap Djinet	500	500				150		N.P.K., Azote, sulfate de potasse	135 t/an	Auvil, Rubican, Punch, Dorabo, Mikal, les organ-cupriques et les desherbants chimiques	10 Hl/an	3 800 à 4 500 m3/ha

A partir du tableau n°14, une stagnation de la flottille de pêche a été remarquée causée par deux contraintes :

- *Contrainte naturelle (canyon de Zemmouri) qui gêne le passage vers le port;
- *Contrainte d'investissement.

3.4.1.2. Production halieutique :

La baie de Zemmouri est une zone à richesse halieutique du fait des conditions favorables qu'elle possède :

- *Large ouverture en pleine mer (bonne circulation).
- *Longue côte où se déverse plusieurs oueds (apport en sels nutritifs).
- *Herbiers à posidonie présent au large de Boumerdès entre la profondeur -100m à -200m (apport en oxygène).
- *Existence de fonds chalutables (fond sableux).

Malgré tout cela la ressource halieutique actuellement mobilisable est limitée surtout aux espèces pélagiques, cette production est estimée en tonne (Annexe n°16) et dominée par le poisson bleu toute espèces confondues (sardines, allaches, saurels, anchois).

3.4.2. AQUACULTURE :

Malgré les potentialités considérables de la wilaya dans ce domaine, on enregistre que deux (2) concession conchylicoles en mer ouverte (élevage et production de moules), localisées dans la commune de Ain Taya et un projet en cours pour un élevage de poisson dans la région de Cap Djinet.

3.5. TOURISME:

L'objectif du développement du tourisme est de permettre l'épanouissement de l'individu et l'élargissement de ses connaissances ainsi que la préservation de son histoire et son identité. La wilaya de Boumerdès constitue un ensemble où le tourisme et les activités de loisirs sont diversifiés

La baie de Zemmouri à elle seule, regroupe des potentialités touristiques assez importante (Annexe n°17), constituant ainsi un pôle attractif significatif pour les flux de touristes venant des wilayates voisines (Alger, Blida,...). A titre indicatif selon des enquêtes sur le terrain, les plages de Boumerdès qui s'étalent sur un linéaire d'environ 5km ont reçu 2679300 visiteurs pendant la période estivale de 1996 (P.A.C., 1997). Afin de satisfaire les besoins des touristes plusieurs complexes ont été réalisées.

3.5.1.EQUIPEMENTS EXISTANTS:(Annexe n°18)

Le potentiel touristique n'est pas exploité de manière rationnelle en raison de l'insuffisance qualitative et quantitative des équipements de restauration, d'hébergement et surtout de loisirs. Ainsi l'infrastructure existante est nettement inférieure à la demande exprimée.

Cependant l'implantation le long du littoral de la baie de Zemmouri, d'équipements touristiques (réalisés ou en projet) contribuent en grande partie à la suroccupation du linéaire côtier. D'autant plus que les flux de touristes se trouvent concentrer dans la partie Ouest (El Marsa, Ain Taya, Boumerdès) où il existe une urbanisation dense, ce qui engendre une surfréquentation du littoral Ouest par rapport au littoral Est, surtout en période estivale (Juillet et Août) dont l'impact est négatif sur l'environnement : dégradation des plages, pollution de l'eau, ...

3.5.2.PERSPECTIVES DE DEVELOPPEMENTS:

Parmi les quatorze zones d'expansion touristiques (Z.E.T.) sur l'ensemble de la wilaya, dix sont localisées dans la baie d'étude (Annexe n°19) et se répartissent comme suit :

Tableau n°15 :Superficie des Z.E.T. par commune (annuaire statistique de Boumerdès).

Communes	Superficies (ha)
Boumerdès (El-Karma zoneB-Tatarég)	194,00
Zemmouri (Zemmouri Ouest)	406,00
Léghata (Zemmouri Est)	1862,00
Djinet	463,00
Corso	173,00
Boumerdès (El-Karma)	175,00
El Marsa	162,00
Ain Taya	163,00
Ain Taya (Ain-Chrob)	881,00
Buodouaou El Bahri	419,00
Total	4898,00

L'implantation des Z.E.T. c'est effectuée au détriment de la préservation de la frange côtière. Un total de 4898ha devant subir des actions d'aménagement afin de répondre au besoin des touristes (hôtel, restaurant,...) ce qui veut dire que d'ici une dizaine d'année la frange côtière sera totalement artificialisée.

Afin de ressortir l'effet de l'implantation d'une Z.E.T. sur le littoral, une étude de la Z.E.T. de Ain Taya fait ressortir que l'approche adoptée par cet outil, est axée vers une occupation maximale de la frange littorale par les projets touristiques de grandes envergures. Cette approche se soucie peu ou pas du tout de la protection du littoral, alors même que les plages et falaises subissent des dégradations dues à l'activité touristique existante, en plus de la pollution. Cependant la question a posée est la suivante : **Es ce que les études des Z.E.T. ont pris compte des données relatives à l'environnement?** une question que nous avons posé et à laquelle ont n'a pas eu une réponse convaincante.

3.6.URBANISATION:

3.6.1.SITUATION ACTUELLE:

La situation actuelle du tissu urbain de la wilaya, dénote une très mauvaise utilisation du sol, caractérisée par deux tendances:

Une utilisation irrationnelle des sols se traduisant par un taux de densification très bas de l'espace urbain (occupation très aérée, immeuble de 4 étages maximum). A côté de ces tissus urbains sous-exploités, se développe une urbanisation anarchique et de nouveaux tissus majoritairement constitués d'interventions individuelles au détriment de terres agricoles (P.A.W., 1990) et aujourd'hui de plus en plus au détriment de l'équilibre des zones côtières.

3.6.2.SECTEURS D'URBANISATION:

Conformément à la loi 90-29 du 1er Décembre 1990, le P.D.A.U. (Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisation) divise les communes en plusieurs secteurs selon les différents échéances (Annexe n°23) :

Le P.D.A.U. au sens de l'article 11 de la loi relative à l'aménagement et l'urbanisme, définit plus particulièrement les conditions permettant d'une part de rationaliser l'utilisation de l'espace, d'autre part de prévoir les terrains réservés aux activités économiques. Le P.D.A.U. définit également les conditions d'aménagement et de construction en prévention des risques naturels ...

Dans le P.D.A.U., il est question aussi d'un P.O.S. (Plan d'Occupation du Sol) qui est un outil d'urbanisme qui fixe de façon détaillée les règles d'utilisation des sols. Aux terme de l'article 17 de la loi relative à l'aménagement et l'urbanisme, le P.D.A.U. fixe les périmètres des P.O.S. à l'intérieur des différents secteurs d'urbanisation prévus.

Vu que la zone d'étude comporte 11 communes littorales, donc 11 P.D.A.U. et afin de déterminer le statut du littoral selon la loi n°90-29, le P.D.A.U. de la commune de Boumerdès fera l'objet d'une étude plus précise.

Les dits secteurs sont déterminés et couvert comme suit :

Secteur urbanisé (S.U.) : 304,08 ha (14,9%);
Secteur à urbaniser (A.U.) : 261,24 ha (12,8%);
Secteur d'urbanisation future (U.F.) : 217 ha (10,65%);
Secteur non urbanisables (N.U.) : 1257,69 ha (61,85%).

En tant que littoralistes, le but porté est d'analyser la situation sur le littoral et les impacts sur l'arrière pays.

Profitant des multiples imprécisions dans les textes de la loi concernant la définition précise du vocable « espace » défini dans l'article 11 de la loi relative à l'aménagement et l'urbanisme, les autorités locales projettent des opérations d'aménagement et d'urbanisme de grandes envergures.

En effet, dans son S.U. la commune de Boumerdès prévoit sur une surface foncière de 44,3 ha et une surface libre de 26,08 ha, une zone touristique à développer, équipements à projeter de 1,75 ha. De plus un projet de cinq (5) hôtels est en cours de réalisation, un fait qui prouve la vision terrestre de ces instruments de planification (P.D.A.U. et le P.O.S.), car nul part il n'est question de l'espace maritime où du respect des cents mètres (100 m) déjà insuffisantes à l'équilibre de cet espace fragile prévu par la présente loi dans son article 45.

Le développement de la zone n'est pas condamnable en soi, mais projeter sans restrictions l'implantation d'activités touristiques, à savoir des hôtels, ... sur un espace fragile et dégradé, signifie consentir à sa disparition d'autant plus que l'aspect protection est oublié pourtant devant peser grandement dans les perspectives d'un outil d'aménagement.

La région étudiée présente un déséquilibre certain dans son fonctionnement. D'un point de vue socio-économique, les déséquilibres résultent d'une répartition non équitable de l'investissement dans le domaine de l'industrie, agriculture, les services, l'hydraulique, ... etc. De ce fait la partie Ouest apparaît plus urbanisée et plus développée.



4.CONTRAINTES
ENVIRONNEMENTALES:
PROBLEMES ET PERSPECTIVES

4.1.CONTRAINTES GLOBALES :

Les grandes contraintes affectant l'environnement sont essentiellement liés aux phénomènes suivants :

- L'érosion.
- La pollution.
- L'Urbanisation.
- La surexploitation.

4.1.1.L'EROSION :

L'érosion est un phénomène lié à la fois au climat, à la nature des roches et des sols et à d'autres facteurs naturels mais ce phénomène naturel peut être amplifié. Le linéaire côtier est particulièrement menacé : recul du trait de côte, érosion marine.

La connaissance de l'érosion des sols est primordiale à l'aménageur. Elle permet de localiser les zones où l'utilisation désordonnée a conduit à des dégradations marquées, qui nécessitent des travaux de restauration où des mesures préventives pour éviter la répétition de phénomènes similaires.

L'érosion apparente moyenne à intense est observée sur l'ensemble du site d'étude, la plus spectaculaire est l'érosion du rivage du littoral Ouest de la baie (de Cap Matifou à Boumerdès) cette localité représente du point de vue géologique et morphologique une côte de falaise en net recul ou encore une côte à évolution récente constituée par des marnes et des argiles du plaisancier inférieur, avec des falaises abruptes affectées par une érosion régressive et des glissements; dus essentiellement et d'une manière générale à l'action de la mer (houle). Il faut relever aussi l'infiltration des eaux (pluies et eaux usées) et la fragilité des terrains argileux, ou la dissication provoque au sommet relativement plat des falaises des incisions de retrait par lesquelles les eaux de pluie s'infiltreront et provoquent ainsi le glissement de certaines couches superficielles (Annexe n°26).

Plusieurs sites présentent des risques dans l'immédiat et nécessitent des interventions urgentes. Cependant seuls les ouvrages parallèles au rivage sont retenues, ils permettent de stabiliser la falaise et de limiter l'action destructive des embruns et des lames d'eau sur les habitations des sites en période de tempête (Annexe n°27).

Site de Boudouaou El Bahri :

L'ensemble du site 500 m de longueur et 20 m de bord de la mer est dans un état défectueux et même critique en ce qui concerne la sécurité des constructions déjà atteintes.

Le type d'ouvrage proposé est la protection frontale (E.N.E.T., 1984).

Site de Ain Beida (Suffren) :

Présente une façade maritime d'habitation sur environ 750 m, située en bordure d'une falaise de 6 à 10 m de hauteur et dont la base est attaquée par l'érosion marine. Plusieurs constructions sont menacées dont certaines ont été déjà détruites (Photo n°1 et 2).



Photo n°1 (Hocini, 1995)



Photo n°2 (Hocini, 1995)

Le type d'ouvrage proposé est la protection frontale (E.N.E.T., 1984).

Site Ain Chrob (Sercouf) :

Le problème au niveau de ce site est un peu différent, c'est une plage en situation de recul par rapport au rivage du fait de l'action des houles et où se trouvent plusieurs habitations (sur 600 m de long) déjà touchées lors des fortes tempêtes (Photo n°3 et 4).



Photo n°3 (Hocini, 1995)



Photo n°4 (Hocini, 1995)

L'ouvrage proposé est la protection par brise lame (E.N.E.T., 1984).

Site d'El Marsa :

C'est un site où la stabilité d'ensemble n'est pas menacée, mais elle concerne les talus qui dominent la route d'accès à l'abri de pêche. Il est affecté de glissement dans la zone d'infiltration d'eau (pluie et égout).

L'ouvrage proposé est la protection frontale. (E.N.E.T., 1984).

Site de Ain Taya :

Il est matérialisé par un front de mer de l'ordre de 550 m de longueur bordé d'une falaise à érosion (photo n°5). Il est protégé par des bancs durs, mais cette protection ne suffit pas à limiter l'érosion de la falaise (Photo n°6) (photo n°7).



Photo n°5 (Hocini,1995)



Photo n°6 (Hocini,1995)



Photo n°7 (Hocini,1995)

Le type d'ouvrage proposé, se résume en une protection frontale de cette partie du littoral (E.N.E.T.,1984).

L'érosion des versants:

La mise en culture de ces milieux sur de très longues périodes sans précautions particulière contre l'érosion, le surpâturage ralentissent voire même empêchent l'installation d'une couverture végétale permanente.

Des formations d'éboulis terreux et même des glissements affectant des argiles (situé à l'Ouest de l'Oued Réghaia et par endroit le long du littoral) en même temps que la dégradation du milieu végétal (E.N.E.T.,1984).

4.1.2. POLLUTION :

La pollution se traduit par la transformation, la dégradation ou la perturbation de la qualité du milieu naturel, ainsi que ses mécanismes d'évolution suite à l'introduction par l'homme de substances résultant de ses activités.

L'atmosphère, la lithosphère et l'hydrosphère ont été contaminées, ces trois constituants de l'environnement côtier sont étroitement liés, en effet la pollution de l'un se répercute sur les autres (Larid, 1992).

4.1.2.1. Pollution de l'eau :

En tant que mer fermée, relativement de petite dimension, la mer Méditerranée est plus vulnérable à la pollution que le milieu océanique sa fragilité naturelle s'explique par la faiblesse de circulation et de renouvellement de ses eaux.

Le courant océanique qui pénètre par le détroit de Gibraltar (Annexe n°28), suit une trajectoire circulaire le long des contours méditerranéens. Ceci diminue les forces des courants verticaux et transversaux. Ce phénomène a tendance à repousser les masses d'eaux chargées de polluants vers le littoral.

En plus, la dimension réduite du bassin méditerranéen fait que le rapport longueur des côtes/masse d'eau est très élevée. Ainsi la mer reçoit une part importante de son potentiel hydrique à partir du continent, les charges polluantes des cours d'eaux amplifient le danger de la pollution marine, par conséquent le pouvoir auto-épurateur de la Méditerranée est plus faible que celui de l'océan.

La pollution de la baie de Zemmouri est essentiellement causée par :

*Les Unités industrielles qui utilisent de l'eau pour le refroidissement et le lavage est en partie rejetée avec une qualité différente plus ou moins polluée suivant les secteurs industriels et les procédés de fabrication utilisés.

Le volume d'eau résiduaire de l'ensemble de la zone industrielle Rouiba-Réghaïa est estimé à 20 000 m³ par jour véhiculant une charge de pollution évaluée à 10 000 kg de D.B.O. et différentes substances chimiques de toxicité variable (cyanure, chrome, détergents, huiles, sulfure etc...) (Plan d'action anti-pollution, 1985).

Les rejets industriels se font directement dans les oueds sans aucun traitement. D'après les enquêtes (A.N.P.E., E.N.P.) menés au niveau des unités industrielles de la région de Réghaïa, il s'est révélé que 68 unités sont potentiellement polluantes, 13 unités présentent un niveau jugé hautement polluant dont 13 unités présentent un niveau jugé hautement dangereux, 26 unités d'un niveau jugé dangereux et 16 unités d'un niveau potentiellement dangereux. Certaines de ces unités possèdent des installations de traitement des effluents dont le dimensionnement n'est pas adapté et la maintenance souvent insuffisante, alors que les autres unités ne possèdent pas de système de traitement des eaux (Bouam, 1989).

Suivant le décret exécutif n°93-160 du 10 juillet 1993 réglementant les rejets d'effluents liquides industriels, il définit dans son article 4 les valeurs limites maximales à la source (Annexe n°29) selon les quelles les autorisations de rejets peuvent être modifiées. Cependant d'après Bouam (1989), les analyses quantitatives d'effluents des différentes unités polluantes et les métaux lourds rejetés (Annexe n°30 et 31) révèlent des quantités supérieures aux valeurs limites maximales. A titre d'exemple, BATIMETAL produit une charge polluante en D.C.O. égale à 160 mg/l. et une D.B.O5 de 78 mg/l. avec un taux de métaux lourds de 25950,5 mg/l. en fer (Fe), 10114,8 mg/l. en zinc (Zn) et 2,1 mg/l. en cuivre (Cu), ce qui dépasse largement les valeurs limites maximales du décret déjà cité.

*Le rejet des eaux usées domestiques des agglomérations dans les oueds (Carte n°25), l'ont transformé en égout à ciel ouvert.



Photo n°8 (Hocini,1995):Oued Ain Beïda



Photo n°9 (Hocini,1995): Oued Ain Beïda.



Photo n°10 (Knayaz et al, 1994): Embouchure de l'oued Tatarég.

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

$$V = D.P.$$

V : volume d'eaux usées domestiques

D : Dotation journalière par habitant

P : Population totale

La carte n°26 donne le rejet par zone (m³/j) des eaux usées dans la baie de Zemmouri.

Les eaux usées provenant des fosses septiques, s'infiltrent dans les nappes phréatiques et peuvent contaminer le milieu marin par manque de réseaux d'assainissement (Annexe n°32). La pollution urbaine est concentrée en particulier au niveau des grands centres urbains. La totalité des agglomérations déversent leur effluents dans les réseaux d'assainissement sans aucune épuration préalable.

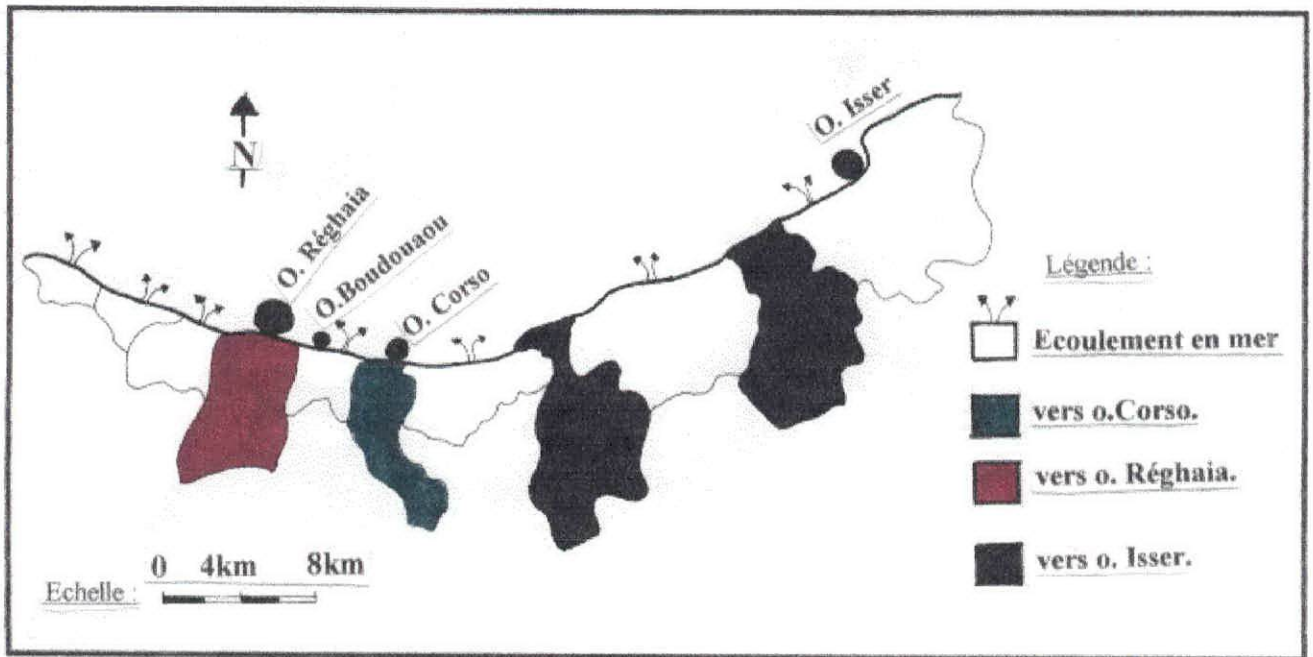
Stations d'épurations (Annexe n°33):

*Stations existantes : une seule à Baghlia non fonctionnelle.

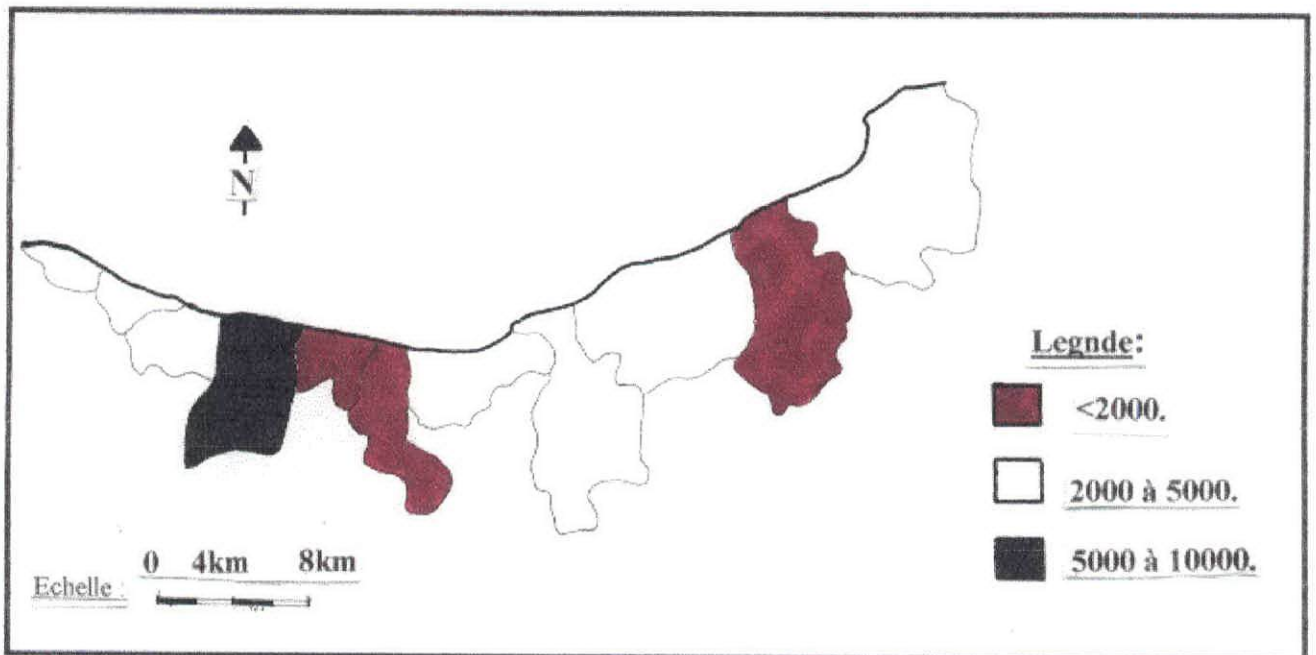
*Stations en réalisations : une seule à Réghaïa.

*Stations en projets : trois (Zemmouri, Boumerdès et Thénia).

Les terres agricoles constituent la majeure partie des bassins versants du réseaux hydrographiques dont la nature permet leur lessivage par les eaux de pluie qui entraînent des quantités importantes de produits phytosanitaires utilisés dans l'agriculture.



Carte n°25 : Ecoulement des eaux usées.



Carte n°26 : Eaux usées domestiques : Rejets par zone (m3/j.).

L'inspection de l'environnement a effectué des visites d'inspection des plages, conformément au décret 85-13 du 25/01/1985 fixant les conditions d'utilisation des plages.

A l'issue de l'inspection, ils retiennent :

Tableau n°16 : Répartition des plages existantes, autorisées et interdites.

Année	Nombre de plages existantes	Nombre de plages autorisées	Nombre de plages interdites
1995	29	18	11
1996	31	22	09
1997	31	21	10
Total	91	61	30

Les motifs d'interdiction des plages à la baignade sont :

- Pollution (rejet des eaux usées).
- Rochers à fleur d'eau.
- Inaccessibilité.
- Zone militaire.
- Raison sécuritaire.

La nécessité de surveiller la qualité des eaux de baignade à amener l'Etat à promulguer le décret exécutif n° 93-164 du 10 juillet 1993 définissant la qualité requise des eaux de baignade de l'arrêté interministériel n°6 du 17 février 1994 fixant la fréquence minimale de prélèvement.

Les résultats de ces analyses (Annexe n°34) varient d'un mois à un autre, d'une plage à une autre et d'une année à une autre.

Valeur guide : Coliformes totaux 500/100ml.
Coliformes fécaux 100/100ml.
Streptoques 100/100ml.

Valeur limite : Coliformes totaux 1000/100ml.
Coliformes fécaux 2000/100ml.
Streptoques - /100ml.

Pour les autres paramètres bactériologiques (Salmonelles, Entéro-virus, Vibriion choers), ils sont absents.

Note : Pour les résultats d'analyse bactériologique de l'année 1993 et 1994, ils n'ont pas été effectués par manque de réactifs.

CAS DE MARAIS DE REGHAIA

Introduction :

Les zones humides représentent une ressource naturelle de première importance tant pour l'homme que pour la faune et la flore sauvage qui s'y trouvent et leur conditions d'existence.

Située à 30 km de l'Est d'Alger, le marais de Réghaia se présente sous forme d'un bassin longitudinal d'une profondeur de 7 à 9 m (Bouam, 1989) et recouvre une superficie de 230 ha orienté sur un axe Nord Sud sur une longueur de 2,5 km et une capacité de stockage de 6 millions de m³ d'eau (Carte n°27).

Il est limité au Nord par la mer Méditerranée et entourée sur le reste par des terrains agricoles, sur la berge Est se trouve :

- Le centre cynégétique.
- La station de pompage des eaux d'irrigation.

Le Marais héberge 27 espèces rares, tant sur le plan national qu'international, parmi elles 10 sont protégées par la loi. La végétation représente 50 % de la superficie totale dont le rôle consiste à :

- L'auto-épuration.
- L'alimentation pour la faune.
- Protection.

Partiellement transformé en lac, le marais de Réghaïa de par sa position, subit des agressions diverses à savoir :

1. Pollution:

*Urbaine : Situé dans une zone urbaine à forte densité, il reçoit quotidiennement près de 7 000 m³ d'eau usée.

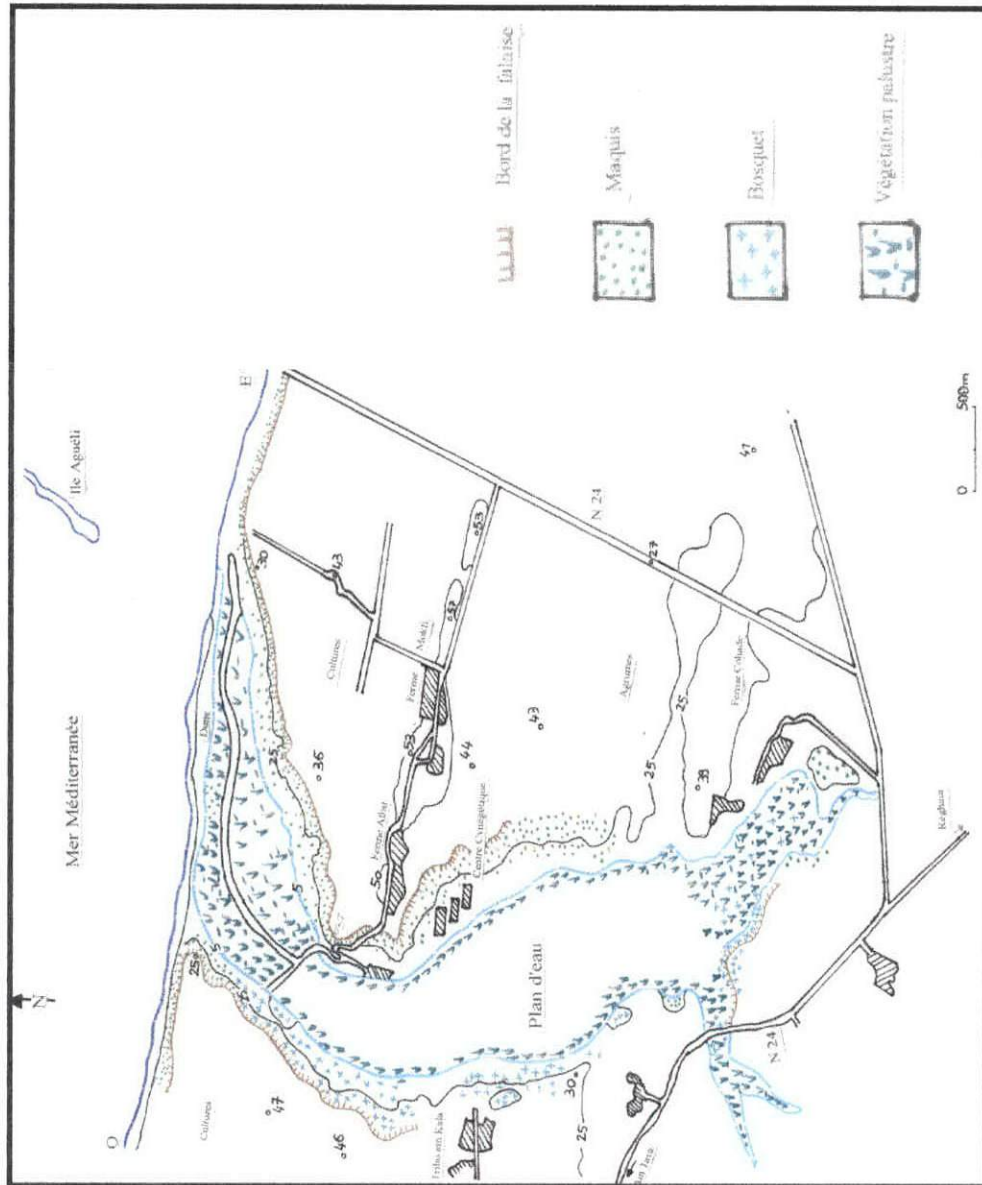
*Industrielle : Situé au coeur d'une grande zone industrielle (Rouiba-Réghaïa) il reçoit 20 000 m³ d'eau usée par jour.

*Agriculture : On peut distinguer deux niveaux :

-Les apports en fertilisants ou en produits chimiques (non contrôlés) par excès de ruissellement au niveau du marais.

- Les cultures pratiquées sont irriguées, ce qui affecte la réserve et augmente la turbidité de l'eau .

*Les agressions divers : Parmi les agressions les plus dangereuses, on peut citer le braconnage, auquel il faut ajouter les piégeages et les prélèvements d'oeufs, pratiquée notamment par les enfants.



Carte n°28 : Description du marais de Réghaïa (reprise de Molinari, 1989 et améliorée).

A son intérêt historique, s'ajoute une valeur scientifique. Etant l'unique site de ce genre qui se trouve à proximité des grands Centres Universitaires, ce qui lui confère un caractère pédagogique appréciable. Quant à son intérêt écologique, son importance a été démontré sur le plan floristique et ormythologique. Par contre son fonctionnement écologique normal est fortement affecté par des multiples problèmes qu'il subit, tels que les pollutions, le braconnage et autres.

L'influence de la zone industrielle est importante, une pollution en cuivre (Cu) et surtout en chrome (Cr) a été déterminée. En revanche les apports en plomb (Pb) semblent négligeables (Bouam, 1989).

L'eau du marais de Réghaïa est utilisée pour l'irrigation et l'élevage des oiseaux. Toutes les espèces animales et végétales qui vivent dans ce milieu, sont menacées de disparition, si on n'entreprend pas en urgence, des actions de lutte contre les effluents industriels, urbaines et polluants agricoles. Ces derniers engendrent d'importantes dégradations, si aucune solution n'est préconisée dans l'immédiat on peut à long terme, mettre en danger la vie de la population.

4.1.2.2. Pollution de l'air :

Il est important d'aborder la situation de la pollution de l'air, d'autant plus qu'elle est évidente au niveau :

- du Plan d'eau : à l'oued Réghaïa, où des nuisances de tout ordre peuvent être engendrées par la masse d'eau stagnante. En outre, l'odeur souvent très désagréable et les moustiques insupportables.

- Des zones industrielles : les agglomération aux décharges publiques à ciel ouvert et aussi les carrières, où les poussières et les cendres forment une masse d'air polluée.

4-1-2-3/- Pollution du sol :

Le rendement de la productivité dans l'agriculture tient dans une très large mesure dans l'utilisation irrationnelle des produits phytosanitaires constituant ainsi par infiltration une pollution lente. On trouve aussi des quantités importantes de produits chimiques qui ne sont pas convenablement stockés et parfois abandonnés en pleine nature, dans ce cadre la campagne de recensement de produits chimiques périmés révèle l'existence de :

- 206 tonnes produits chimiques périmés
- 4 146 kg de pesticides solides
- 14 513 l de pesticides liquides

On signale également l'existence de nombreuses décharges sauvages de déchets solides issus des activités urbaines et industrielles qui contribuent d'une manière substantielle à l'augmentation de la charge polluante véhiculée par les eaux pluviales (Annexe n°35).

4.1.3. L'URBANISATION ANARCHIQUE:

L'urbanisation anarchique et accélérée présente dans la région étudiée un handicap certain pour le tourisme et la préservation du milieu appellent impérativement une politique d'économie du territoire côtiers en rapport avec les exigences d'un développement durable.

La répartition de la population 1996, la localisation des Unités industrielles et des aménagements touristiques, témoignent d'une forte emprise du bâti, par une occupation longitudinale au rivage de la partie Ouest de la baie à partir de Boumerdès, le reste du linéaire côtiers de la baie est relativement épargné, ainsi il en résulte :

*Consommation des terres agricoles (la superficie envahie par la construction de 1992 à 1995 s'élève à 7059,75 ha dont 5484,40 ha en sec et 1575,35 ha en irrigué).

*Le piétinement des espaces naturels à valeur écologique.

*Dégradation due aux rejets des eaux usées et des déchets détriques.

*Artificialisation de l'espace côtier, d'autant plus que l'ensemble des Z.E.T. proposées, sont localisées sur la frange littoral (Photo n°11 et 12) se qui contribue en grande partie, à la suroccupation du linéaire côtier et à l'accélération des processus de dégradation (Photo n°13).



Photo n°11 (Knayaz et *al*,1994):Boumerdès. Photo n°12 (Knayaz et *al*,1994): Boumerdès.



Photo n°13 (Knayaz et *al*,1994): Boumerdès.

4.1.4. LA SUREXPLOITATION :

Trois phénomènes sont à signaler :

4.1.4.1.L'extraction abusive de matériaux :

Il a été recensé au niveau de la Wilaya de Boumerdès dix-neuf (19) sablières du domaine fluviale, quatre (4) du domaine marin et quinze (15) carrières d'agrégat. Parmi les sablières du domaine fluvial, quatorze (14) sont situées tout le long de l'oued Sebaou tandis que les cinq (5) autres elles se localisent sur les rives de l'oued Isser.

Pour les carrières (Annexe n°36), il est à noter que certaines peuvent produire du sable à partir des roches massives (Sonatro et Cosider)

Pour les sablières d'oueds, des dégradations et des irrégularités ont été relevées dues à l'exploitation anarchique et parfois illégale. Devant le danger provenant de ce genre d'exploitation et la persistance des dégradation, monsieur le wali de Boumerdès a procédé à la constitution d'une commission de wilaya chargée de l'étude des sablières, composée de la D.D.A.P.S., D.T.P., C.H.W., D.U.C., D.R.A.G. (décision n° 18 du 09/01/1991)

Cette commission a durant ses sorties sur les lieux (12,13,14 et 15 janvier 1991) constaté les dégradations suivantes :

- Rabattement de la nappe, ce qui menace les ressources statiques.
- Réduction de la couche des matériaux, servant de filtre naturel de la nappe, d'où risque de pollution.
- Surexploitation engendrant l'appel d'eau de mer dans l'oued Sebaou.
- risque d'inondation en cas de crues.
- Colmatage du filtre naturel par les boues de lavage d'où problème d'infiltration.
- Déviation de cours d'eau (dépôt de stock crevasse).

Devant cette situation, la commission a recommandé les mesures suivantes :

- La remise en état des lieux détériorés
- L'arrêt de toute extraction jusqu'à la reconstitution du lit d'oued.
- Le stock existant devra servir à la remise en état des lieux, le reste devant être écoulé ou concassé.

La remise en état des lieux et la vente selon un échéancier est précisée dans le tableau n°17 :

Tableau n°17: Etat des stocks dans les sablières d'oueds (rapport sur les sablières, 1991).

Sablière	Quantité du stock (m ³)	autorisée à la vente (m ³)	Echéance de la vente	Quantité pour le recalibrage (m ³)
Oued Sebaou	2 000	néant	-	2 000
Oued Sebaou	148 000	97 000	3 mois	51 000
Oued Sebaou	210 000	210 000	3 mois	76 000
Oued Sebaou	11 500	4 000	15 jours	7 500
Oued Sebaou	10 300	3 300	15 jours	7 000
Oued Sebaou	7 100	5 100	15 jours	2 000
Oued Sebaou	15 200	11 200	1 mois	4 000
Oued Sebaou	29 000	12 000	1 mois	17 000
Oued Sebaou	22 000	14 200	1 mois	8 000
Oued Sebaou	117 000	72 000	3 mois	45 000
Oued Sebaou	150 000	85 000	3 mois	65 000
Oued Sebaou	215 000	115 000	3 mois	100 000
Oued Sebaou	45 000	35 000	3 mois	10 000
Oued Sebaou	69 500	18 000	1 mois	51 500
Oued Isser	7 000	7 000	15 jours	néant
Oued Isser	26 500	10 000	1 mois	16 000
Oued Isser	17 000	6 000	15 jours	11 000
Oued Isser	300	300	7 jours	néant
TOTAL	1 102 400	705 100	-	473000

Le recours aux sablières de mer s'est justifié par l'arrêt des extractions sur les sablières d'oueds.

Tableau n°18 : Sablières de mer exploitées avec autorisation.

Site	Localisation	Date d'autorisation
Seghrat	Thénia	13/10/90
Ouled Guellal	Zemmouri	05/11/90
Sahel Léghata	L2ghata	07/11/90
Forêt Zemmouri	Zemmouri	-
Souanine	Sidi Daoud	15/12/90
Takdempt	Dellys	05/12/90
Sahel Léghata	Léghata	03/11/90
Boudouaou El Bahri	Boudouaou El Bahri	21/11/90

L'extraction de ces Sites fait ressortir les constats suivants :

-L'inexistence d'un cahier des charges spécifique au domaine public maritime tel que prescrit par l'arrêté du Monsieur le Wali n° 20/85 du 17 mars 1985.

-Une exploitation anarchique qui a dénaturé sensiblement les sites tel que précisé ci-dessous:

Tableau n°19 : Etat des sablières de mer (rapport sur les sablières, 1991).

Site	Conséquence d'extraction
Seghrat	destruction de la plage Détérioration de la dune Sur-exploitation
Ouled Guellal	Dune détériore sur 150 mètre linéaire (ml) Extraction jusqu'au substratum Pénétration de la mer Secteur forestière détérioré par piste d'accès
Forêt de Zemmouri	Dune partiellement détériorée Secteur forestier détérioré
Sahel Léghata	Extraction jusqu'au substratum Dégradation de la plage
Souanine (Sidi Daoud)	Sur-exploitation Détérioration de la dune sur 50 ml
Takdempt (Dellys)	Détérioration de la plage Détérioration des dunes

En outre, la majorité des sites ont connu une exploitation démesurée dépassant largement la quantité à extraire autorisée.

Tableau n°20 :Etat des extractions sur les sablières de mer (rapport sur les sablières, 1991).

Sites	Quantité autorisée (m ³)	Quantité à extraire (m ³)	Excédent (m ³)
Seghrat	10 000	200 000	190 000
Ouled Guellal	15 000	24 000	9 000
Sahel Léghata	15 000	95 000	80 000
Souanine	10 000	16 000	6 000
Takdempt	15 000	15 000	néant
Sahel Leghata	25 000	25 000	néant
Boudouaou	5 000	5 000	néant
T O T A L	95 000	380 000	285 000

En conclusion, les exploitations des sablières d'oueds et de mer ont engendré des conséquences ravageuses sur l'environnement malgré les tentatives de l'administration pour réduire les effets.

Selon des estimations établies sur la base de la comparaison des profils topographiques, d'analyse de photos aériens et d'observation sur les sites, le volume de sable prélevé abusivement est comme suit (P.A.C., 1997):

Tableau n°21 : Volume de sable extrait.

S ites	Volume extrait (m ³)
Ain Taya	50 000
Boumerdès Est et Ouest	300 000
Zemmouri	1 200 000
Mandoura	200 000
Djinet	250 000
TOTAL	2 000 000

Les effets de cette surexploitation de sable se ressentent à plusieurs niveaux :

- Destruction des plages (Photo n° 14, 15, 16, 17).



Photo n° 14 : Zemmouri



Photo n° 15 : Zemmouri



Photo n° 16 : Zemmouri



Photo n° 17 : Zemmouri

- Perturbation de la dynamique des sites d'accumulation
- Intrusion marine (Photo n°18, 19).



Photo n°18 : Zemmouri



Photo n°19 : Zemmouri

- Dégradation du secteur forestier (Photo n° 20) et la végétation dunaire (Photo n° 21).



Photo n°20 : Zemmouri (forêt Mandora)



Photo n° 21 : Zemmouri

Toute fois, trois sites d'extraction ont été proposés au niveau de la baie étudiée, sont:

Tableau n°22 : Caractéristiques des sablières au niveau de la baie de Zemmouri.

Désignation	Superficie (m ²)	Quantités (m ³)
Léghata	12000	7000
Zemmouri	10000	5000
Corso	5000	10000

Des mesures à long terme doivent être prise par la Wilaya de Boumerdès pour réduire la vulnérabilité due aux déséquilibres de la morphologie des plages pour permettre la régénération.

4.1.4.2.L'effort de pêche :

On ne serait estimer le niveau de la production halieutique de la baie de Zemmouri sans tenir compte de la biomasse existante, car cette dernière n'a été estimée que depuis 1982 par la compagnie THALASSA.

L'inexistence de chalutier ainsi que les innombrables problèmes d'infrastructures portuaire au niveau de la baie d'étude, reste l'handicap fondamental entravant le développement de la pêche. Néanmoins, ceci n'immobilise pas l'exploitation de ces fonds chalutables (Annexe n°22), bien au contraire ils sont exploités par d'autres secteurs (port de Dellys et port d'Alger) suivant le décret n° 96-121 du 18 Dhou El Kaada 1416 correspondant au 6 avril 1996 fixant les conditions et les modalités d'exercice de la pêche de l'article 19 à l'article 41.

De cela un rendement supérieur des espèces pélagiques (poisson bleu) par rapport aux espèces démersales (poisson blanc) a été remarqué, du fait du non respect de la réglementation et ceci par :

*Une pratique de pêche irrationnelle sur les petits fonds (Pêche côtière), car en plus de la pêche par les sardinières (senneurs), les chalutiers ont tendance à la pêche au bleu pour pallier aux manque à gagner durant les saisons creuses et plus particulièrement en période prospère pour les senneurs (printemps).

*Utilisation de techniques non adaptées (Chalut à corde, filet dérivant, ...).

*Pêche stratégique correspondant en grande partie aux zones interdites (Période de ponte).

*Concentration de l'effort de pêche.

4.1.4.3.La surfréquentation:

Les flux de vacanciers et leur concentration spatiale sur le rivage dénotent des seuils de fréquentation des sites supérieurs à leur capacité de charge.

Pour le site de Boumerdès on note : en mois de juin : 0,75 m² par baigneur
en mois de Juillet: 0,46 m² par baigneur
en mois de Août : 0,39 m² par baigneur

Cette hyper-fréquentation engendre la déstabilisation des espaces dunaires limitrophes notamment les dunes bordières.

4.2.PERSPECTIVES D'ACTION:

4.2.1.LUTTE CONTRE L'EROSION :

S'agissant de côte rocheuse où de plage, la plupart des systèmes de défense construits où proposés sont de type lourds (épis, brise lames) souvent inefficaces (Annexe n°37) quelque fois, ils aggravent même la situation (cas de Boudouaou El Bahri, Ain Taya).

4.2.1.1.Protection des plages : (Larid, 1992)

Compte tenu des diverses causes (naturelles ou humaines) qui sont à la base de l'évolution des plages, leur protection et leur aménagement nécessitent la prise en compte de plusieurs facteurs:

- L'élévation contemporaine du niveau de la mer.
- Le déficit sédimentaire contemporain (réduction et baisse des apports fluviaux, tarissement des sources sous marines).
- Une occupation rationnelle des sols (infrastructures touristiques et divers types d'aménagement où équipement).
- La maîtrise du phénomène de la pollution (installation des stations de traitement, contrôle des déchets solides).
- Contrôle et réglementation de l'extraction de sable.
- Pompage des nappes phréatiques (a l'effets d'affaissement sur les sites côtiers).

Finalement, pour les causes naturelles dont il est difficile de contrarier, il convient plutôt de s'y adapter pour mieux les maîtriser. Il convient également d'interdire toute forme de construction où d'occupation sur une largeur donnée qui peut être déterminée à partir de la vitesse moyenne de recul par an de la côte.

4.2.1.2.Conservation des espaces dunaires :

Ayant un rôle capital pour le maintien de l'équilibre de la plage (Annexe n°38) la conservation de ces espaces se pose avec acuité. Il existe deux principaux types d'action :

- *La fixation du sol par un reboisement qui est une pratique plus courante (les techniques et normes de plantation doivent être adaptées aux conditions locales).
- *Les mesures conservatoires se traduisent essentiellement par :
 - Une protection du tapis végétal existant.
 - Les séjours touristiques doivent être strictement réglementés.
 - Les permis de constructions où d'implantations d'activités diverses nécessitent au préalable l'évaluation des impacts sur le milieu naturel.
 - Les extractions de sable sont à proscrire systématiquement.
 - La sensibilisation des utilisateurs et l'opposition aux actions dégradantes de l'homme, rôle qui peut être jouer par les associations de défense des espaces dunaires.

4.2.1.3. Protection des falaises :

Les connaissances actuelles des phénomènes littoraux (élévation du niveau de la mer, fréquence de tempêtes, ...), nous imposent de limiter toute forme d'occupation de ces zones côtières. Les opérations de défense justifient dans le cas des sites exceptionnels (monuments historiques, zones économiquement rentables), s'avèrent très coûteuses et de faible portée. De plus il faut reconnaître que l'érosion des falaises est un processus naturel positif puisque ces produits peuvent servir à combler le déficit sédimentaire des côtes sableuses.

Pour ces divers raisons, il convient de respecter une certaine distance de la côte à partir de laquelle il faut laisser le terrain à l'état naturel en rapport avec la stabilité, à moyen et long terme des versants. D'autant plus que la loi 90-29 dans son chapitre IV article 45 interdit toute construction sur une bande de territoire de cent mètres (100 m.) de large à partir du rivage.

4.2.2.LUTTE CONTRE LA POLLUTION :

Aux problèmes graves générés par l'industrie, viennent s'ajouter à ceux de la forte urbanisation (déchets solides, effluents liquides) ainsi que ceux de l'utilisation irrationnelle des produits phytosanitaires dans le domaine de l'agriculture qui menacent les écosystèmes (sols, oueds, sources, lacs, nappes et littorales) et même la santé humaine et animales. Des mesures urgentes doivent être prises, telles que :

- *Application des programmes anti-pollution par les unités industrielles.

- *Création des systèmes de collecte et de traitement des eaux usées domestiques et industrielles avant leur rejets en mer.

- *Remplacer l'utilisation des pesticides qui sont des produits chimiques très toxiques par des processus biologiques qui ont déjà fait leur preuve dans le domaine agricole et qui n'affectent pas l'environnement.

- *Interdiction de décharges près des côtes et la protection contre l'infiltration des eaux usées à l'arrière plage, par une réfection du réseau d'assainissement.

- *Insister sur la nécessité de la création d'espaces verts urbains où péri-urbains susceptibles de purifier partiellement l'air et de fixer les poussières.

4.2.3.NORMES ET INSTRUMENTS D'OCCUPATION ET DE GESTION DU LITTORAL :

L'anarchie qui a présidé dans le passé le développement sur le littoral a laissé place à une politique de gestion urbaine avec l'institution de la loi relative à l'aménagement et l'urbanisme. Cependant, il est intéressant d'intégrer les contraintes environnementales côtières dans les P.D.A.U. et P.O.S. afin de ne pas se heurter à ces instruments.

Principes d'occupation et d'utilisation des zones littorales : (Larid, 1992)

Il existe deux importants principes d'organisation de l'espace côtier :

- *Limitation de l'occupation longitudinale selon un principe d'alternance entre des zones éventuellement bâties et celles laissées à l'état naturel ce qui traduit par le principe du 1/3 littoral, cela permet d'éviter ou d'atténuer les inconvénients de la suroccupation.

*L'aménagement transversal où en profondeur, permet d'occuper l'espace non pas linéairement mais en profondeur se qui freine le développement longitudinal du cadre bâti côtiers, son principe repose sur le fait que toutes les fonctions utilisant la bande côtière ont des besoins différents. De cela on peut distinguer :

- Les activités à caractère fondamentalement marin (pêche, aquaculture).
- Les activités « mixtes » (fonctions portuaires et touristiques).
- Activités exclusivement terrestres (habitation, activités commerciales).

En définitive, l'occupation transversale des zones littorales offre de meilleures possibilités pour préserver l'état naturel, mais son application sous entend la mise en place de moyens suffisants de liaison avec la mer. Il existe aussi des situations exceptionnelles où l'occupation en profondeur est impossible (cas d'une bande littorale limitée par une zone montagneuse).

4.2.4.LUTTE CONTRE LA SUREXPLOITATION DES MATERIAUX DE CONSTRUCTION :

La prise en compte des problèmes liés à l'environnement dans la phase d'exploitation des sablières, pour être efficace, suppose une approche rationnelle et si possible quantitative des phénomènes d'extraction entre l'exploitation des sablières et le milieu naturel.

En effet pour répondre d'une façon pratique aux objectifs de la loi n° 83 du 03 février 1983 relative à la protection de l'environnement, l'exploitant doit mener des études d'impact lui permettant de disposer des éléments nécessaires pour la protection de l'environnement.

L'exploitation du sable à partir de la mer (off-shore), nécessite la mise en oeuvre de gros moyens et ne peut être envisagée avant une étude spécifique et bien approfondie afin de déterminer la possibilité d'extraction et l'engraissement des plages. L'extraction des sables à partir des carrières peu être envisagée.

La wilaya de Boumerdès compte au moins trois (3) sources de matériaux de construction à savoir, les oueds, les plages et les carrières. De ces trois sources les plages sont les plus vulnérables pour les raisons suivantes:

*Lenteur du processus de reconstitution.

*Déclenchement du processus physiques qui évoluent indépendamment pour devenir de véritables catastrophes écologiques, telles que l'avancée de la mer et son action sur la côte, infiltration de la nappe phréatique par les eaux marines et la détérioration des terres agricoles.

Par conséquent, il n'est pas recommandé que les plages soit considérées comme une source principale de matériaux de construction. Il est temps que les pouvoirs publiques prennent en charges la protection de l'environnement en relation avec l'approvisionnement en matériaux de construction.

4.2.5. PROTECTION DES SITES A VALEUR CULTURELLE ET ECOLOGIQUES:

Le plus urgent est la conservation du marais de Réghaïa qui subit des dégradations assez importantes, ainsi que la préservation des ruines et monuments historiques, en les intégrant dans la planification urbaine et la mise en place d'un dispositif de leur entretien.

4.2.6. ACTIONS A ENTREPRENDRE:

Les plus intéressantes sont (P.A.C., 1997) :

- *Etude d'impact et réalisation de la step de Boumerdès.
- *Etude systématique pour l'épuration des eaux industrielles.
- *Etude de faisabilité des émissaires d'évacuation en mer des eaux usées de Boudouaou, Zemmouri,...
- *Cause de contamination des aquifères côtiers par l'intrusion marine (Bas Isser, Ain Taya, Corso).
- *Mobilisation des eaux, aménagement hydro-agricole, connaissance des sols et des critères culturels.
- *Réseaux de transport en adéquation avec la gestion intégrée du littoral.
- *Schéma de développement de l'armature urbaine: aire d'influence d'Alger.
- *Aménagement forestier: Zemmouri.
- *Restauration des dunes bordières et alimentation artificielle des sites de plage.
- *Restauration et protection des ensembles.
- *Reconnaissance des caractères écologiques des îlots.
- *Reconnaissance des formes spécifiques côtières en vue de leur protection (Anses, flèches littorales,...).
- *Localisation des sites archéologiques immergés et émergés.
- *Localisation et inventaire des épaves.

5.ETUDE DU SITE COTIER RESTREINT:
PALM BEACH

5.1.SITUATION GEOGRAPHIQUE :

Palm Beach est implanté au niveau du secteur Est de la baie de Bou-Ismaïl à environ 27 km à l'Ouest d'Alger, limitée par la presqu'île au Nord, le Sahel à l'Est, Azur plage au Sud et la Mer Méditerranée à l'Ouest, elle se situe entre (Carte n°29) :

Longitude : 2°50'30'' et 2°50'45'' Est.

Latitude : 36°44'17'' et 36°44'57'' Nord.

5.2.DONNEE GENERALES SUR LE MILIEU :

Le site d'étude présente un linéaire côtier d'environ 1Km dont la quasi-totalité du rivage est dominé par des plages sableuses adossées à des espaces dunaires (carte n°30).

Située sur le rebord septentrional de la baie de Bou-Ismaïl, Palm Beach appartient au groupe géologique du Sahel d'Alger dont la constitution est particulièrement récente. On y trouve une superposition de couche du pliocène marin, pliocène continental et le quaternaire moyen et récent (carte n°31). La couverture sédimentaire est constituée de sédiments organogènes et terrigènes.

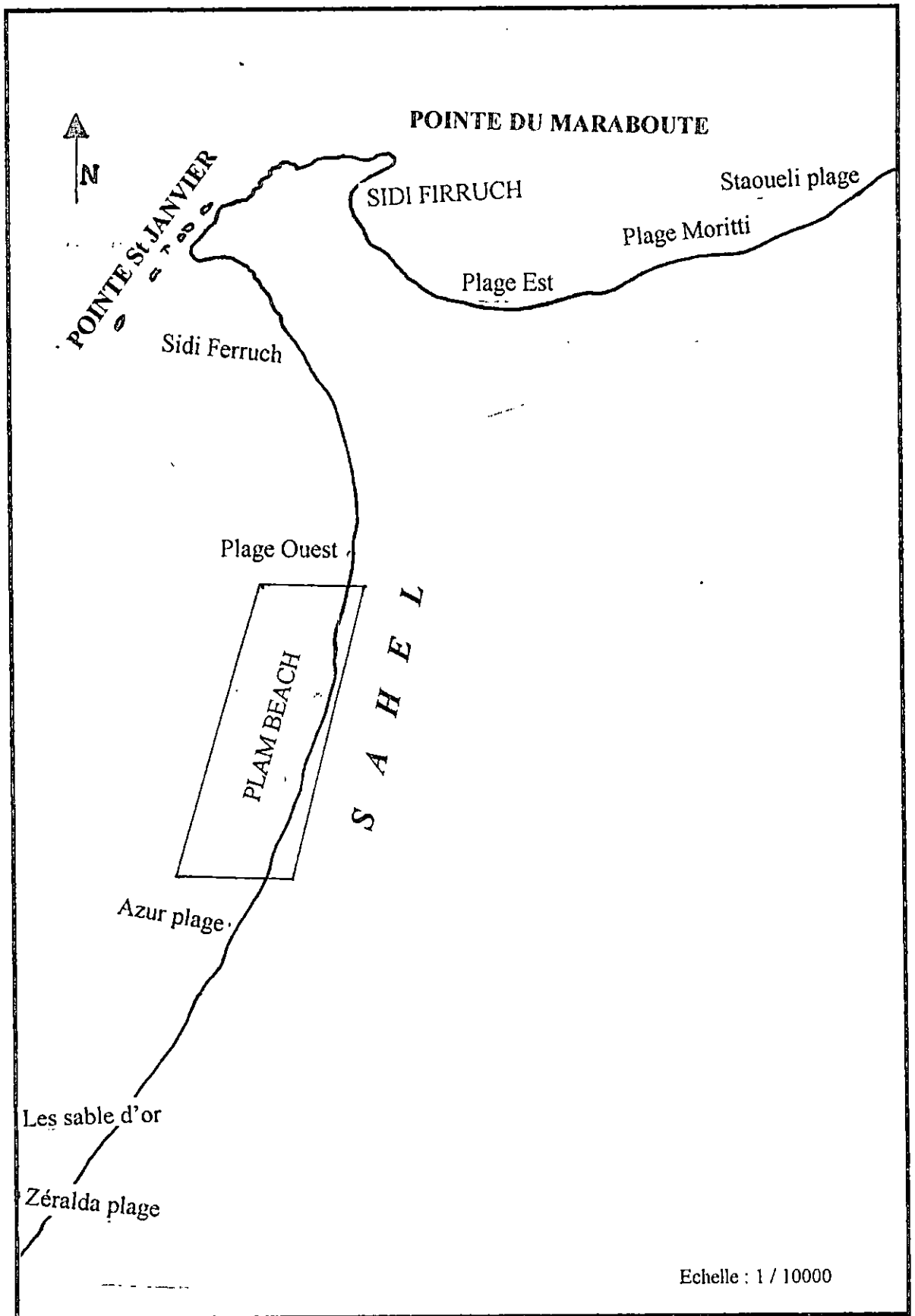
Les données de température et de pluviométrie recueillies auprès de l'O.N.M. (Annexe n°39 et 40) révèlent la prédominance du climat méditerranéen, avec toujours ce contraste entre la saison froide et la saison chaude.

L'étude météorologique et hydrodynamique fait ressortir deux directions majeures au niveau de la baie de Bou-Ismaïl, des vents et des houles au large : NE. en période estivale et NW à NNW. en hiver. De ce fait, les apports sédimentaires littoraux se produisent essentiellement depuis le NE. vers le SW. sous l'action des houles estivales de NE. (Braik, 1989)

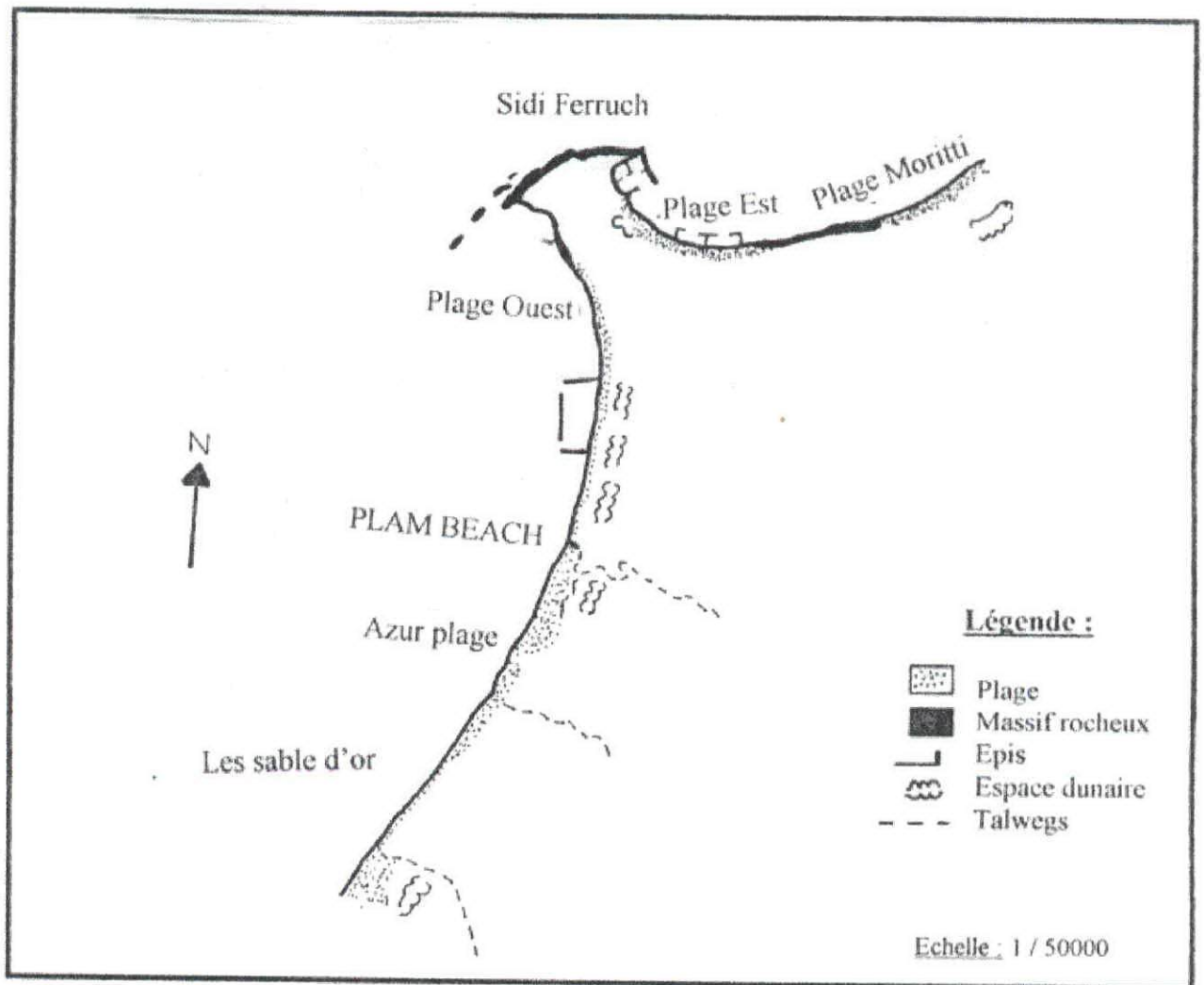
Le réseau hydrographique du site étudié est limité à de simple talwegs temporaires, sec en été et humide en hiver avec de très faibles débits (O. Guergour).

5.3.OCCUPATION DU LITTORAL :(Carte n°32)

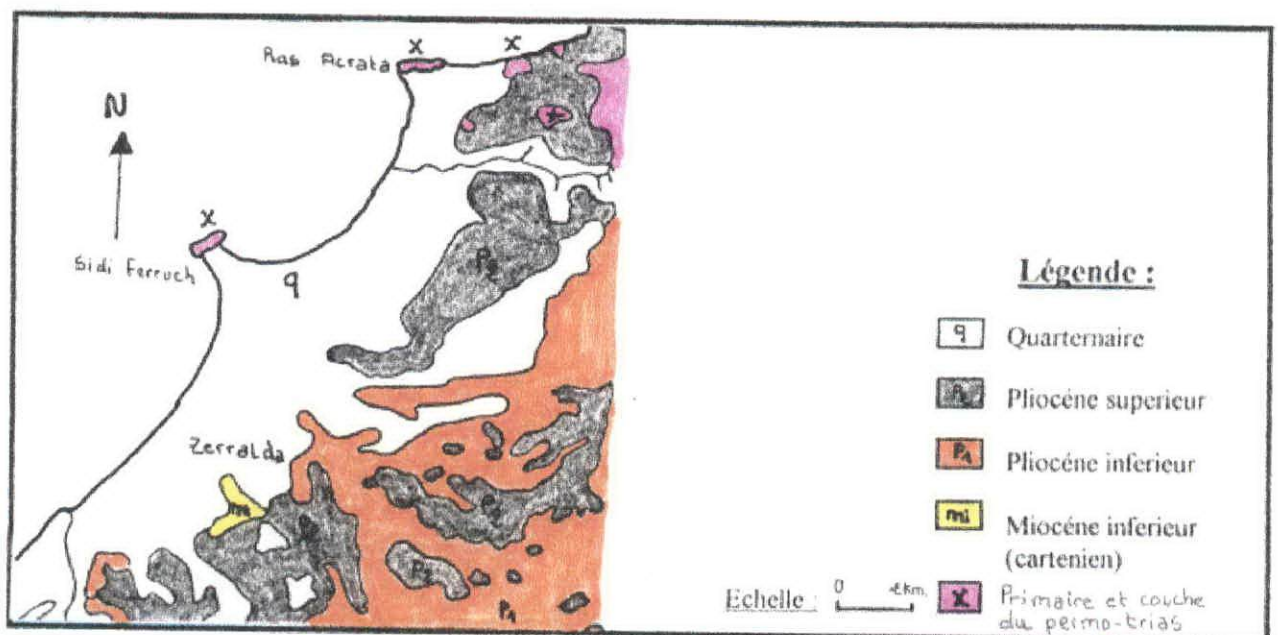
Le rivage de la plage de Palm Beach est caractérisé par une urbanisation assez dense, dont la plus part des constructions constituent des résidences secondaires, se qui rend difficile l'évaluation de sa population qui est principalement estivante (Annexe n°41). La couverture boisée est assez dense par rapport à l'agriculture, l'industrie est absente.



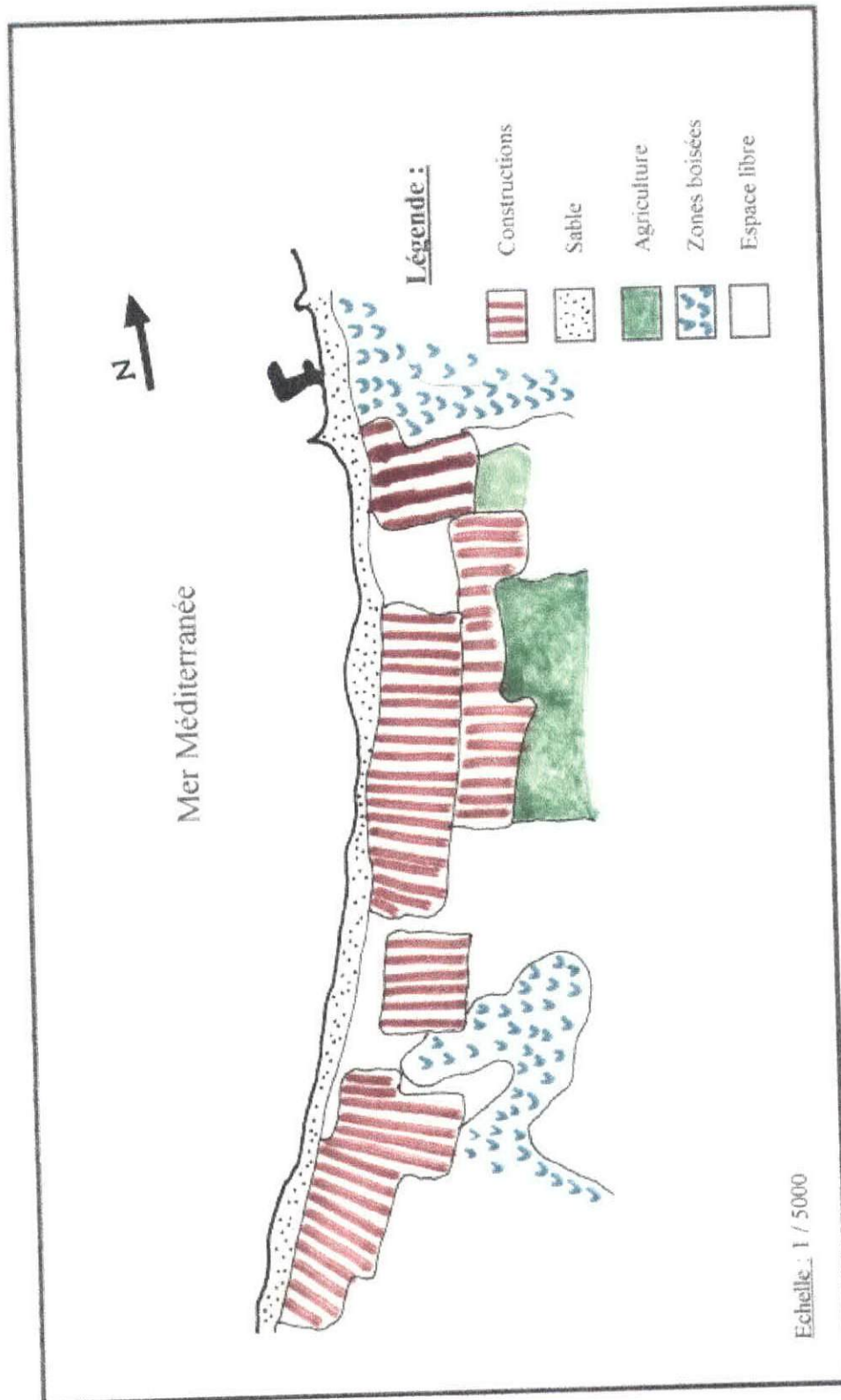
Carte n°29 : Localisation du site d'étude.



Carte n°30 : Géomorphologie du site étudié.



Carte n°31 : Géologie du site étudié.



Carte n°32 : Occupation du littoral de Palm Beach (à partir de la photo-aérienne de 1992).

5.4.BATHYMETRIE :

L'objectif essentiel de cette étude est d'établir des cartes bathymétriques afin de reconnaître et d'interpréter l'évolution du fond et de procéder à la réalisation des plans de vagues.

Les relevés bathymétriques ont été effectués à bord du navire «Ibtacim», lors de la mission océanographique du 02 novembre 1997 à des profondeurs allant de -5 m à -20 m. Le positionnement de ces relevés s'est effectué à l'aide du G.P.S. (Global Position System) (Carte n°33)

5.4.1.TOPOGRAPHIE SOUS MARINE : (Carte n°34)

La topographie sous marine du site présente des Isobathes parallèles à la côte avec une pente moyenne de l'ordre de 3% .

La configuration des courbes bathymétriques dénote une bonne régularité des fonds.

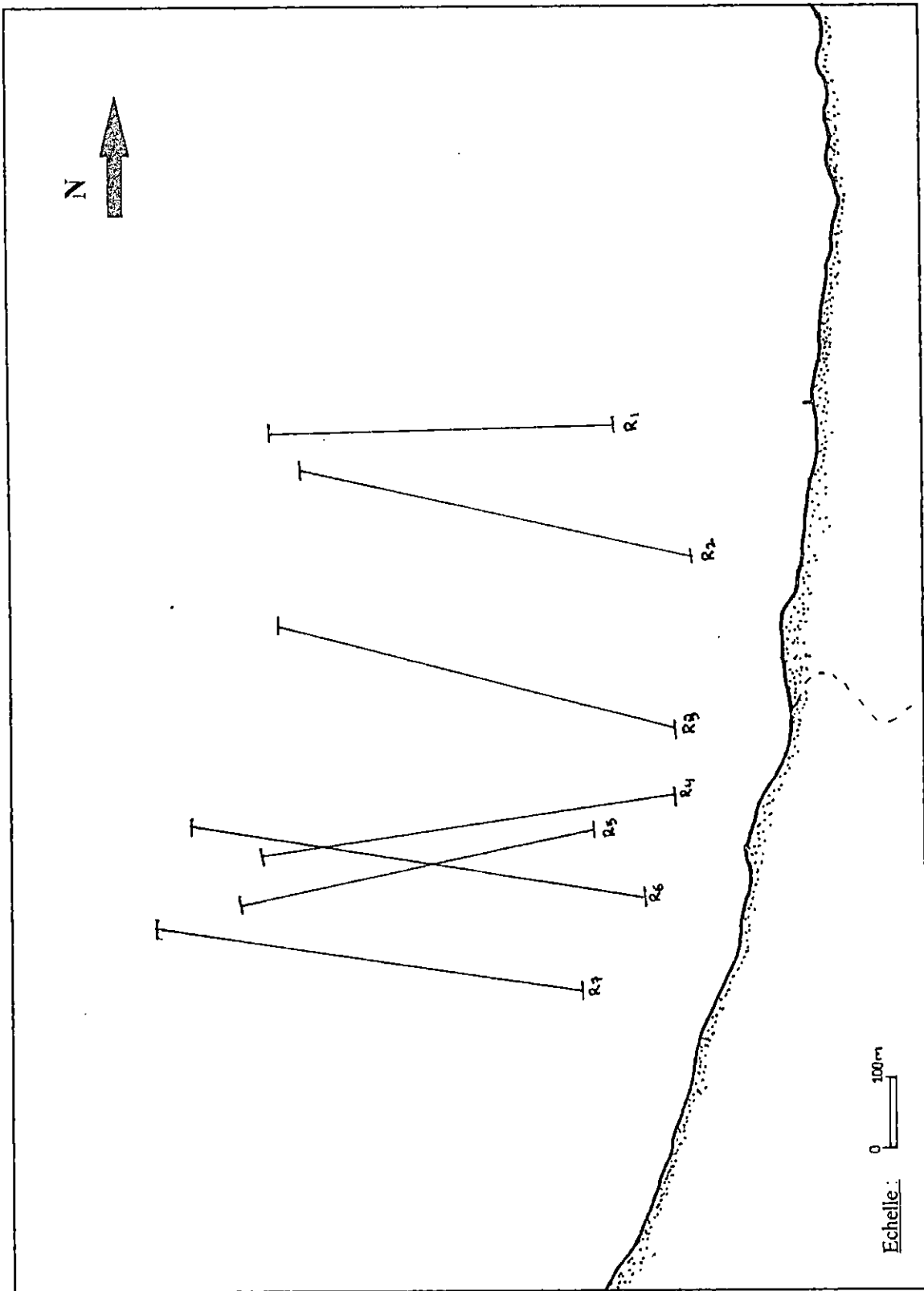
5.4.2.MORPHOLOGIE COTIERE EN PROFIL:

Pour étudier la morphologie côtière, on a effectué trois profils topographiques au niveau du site d'étude (Carte n°35).

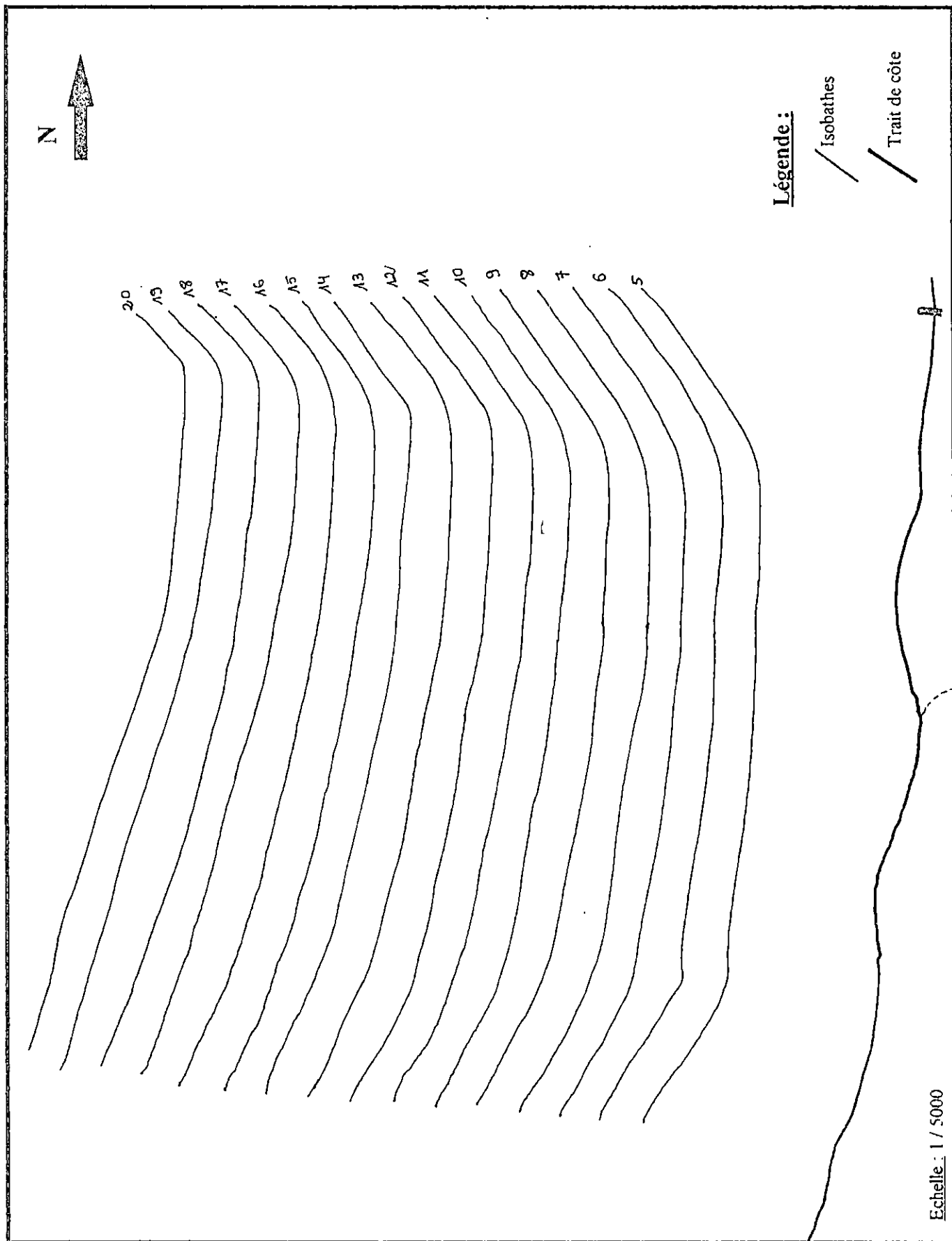
Sur la partie aériennes, les profils sont obtenus lors de la sortie sur terrain du 29 septembre 1997 à l'aide d'un théodolite et d'une mire, ceux de la partie sous-marine sont obtenus à partir de la projection des profils terrestres avec la carte bathymétrique.

Les profils terrestres (Fig.18) dénotent presque le même degré de pente pour l'ensemble de la zone, avec une décroissance régulière.

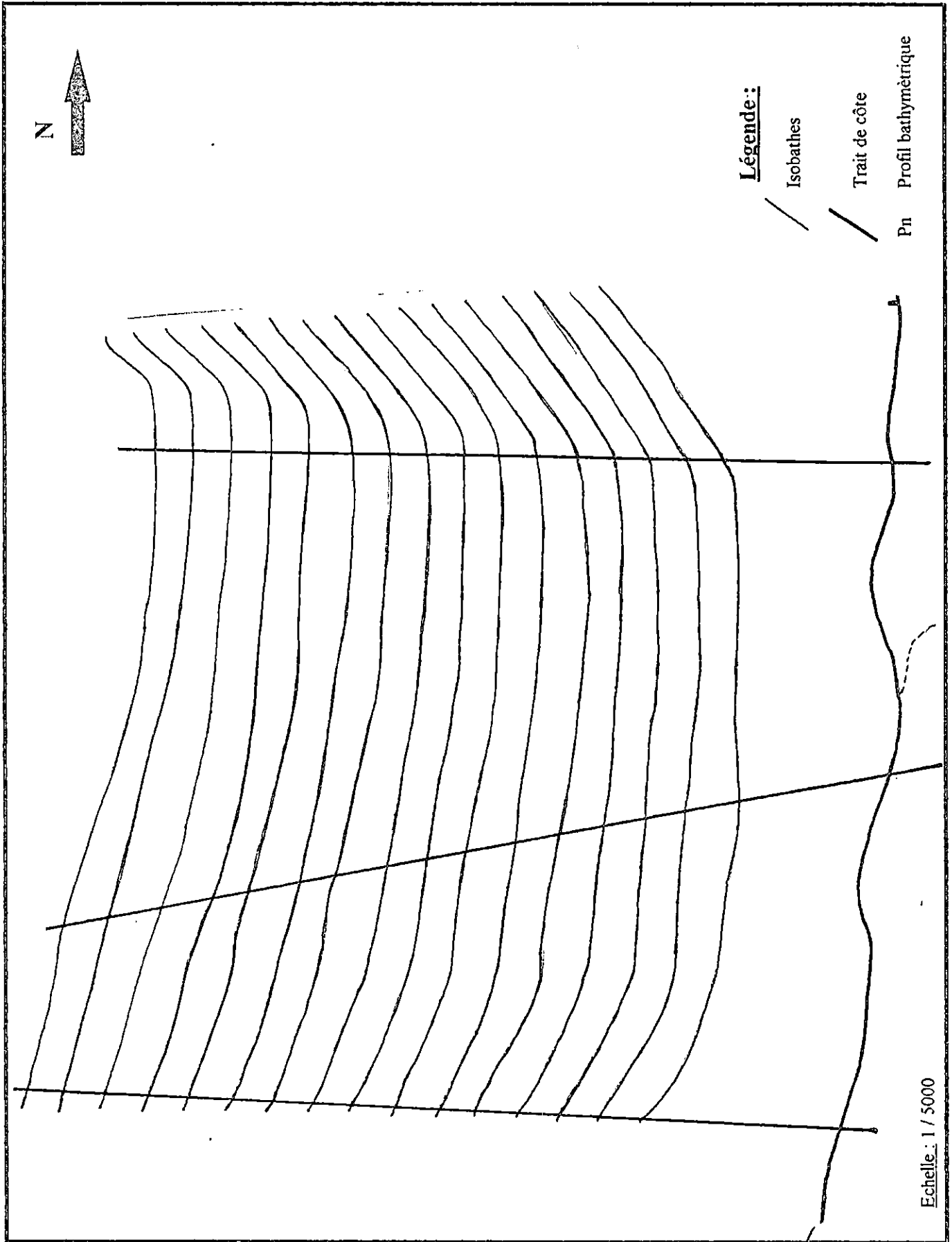
Les profils sous-marins (Fig.19), ne présentent pas de brusques variations de pente ni d'importantes irrégularités.



Carte n°33 : Localisation des radiales bathymétriques.



Carte n°34 : bathymétrie du site d'étude.



Carte n°35: Localisation des profils.

Figure n°18 : Profilabreims.

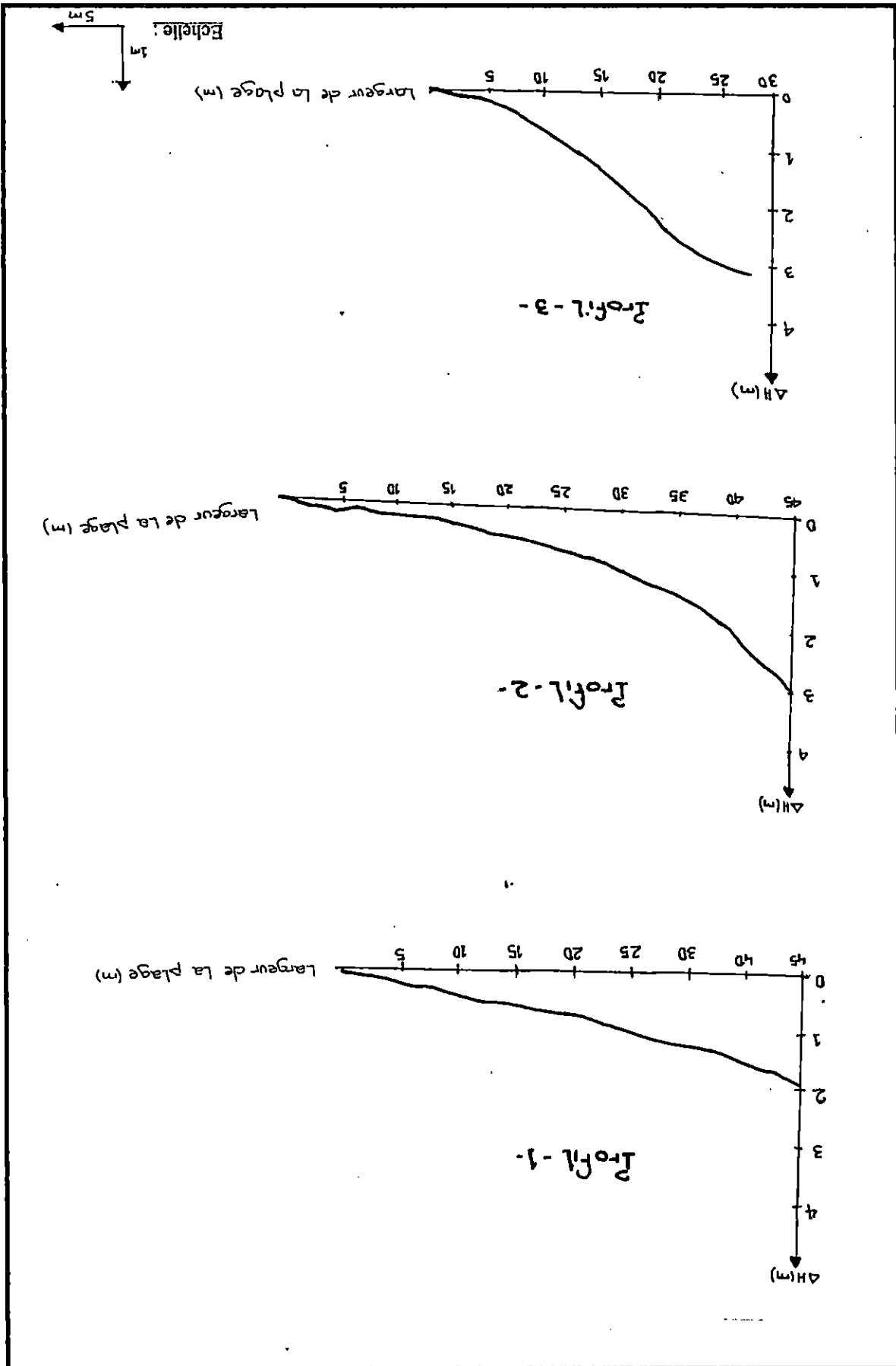
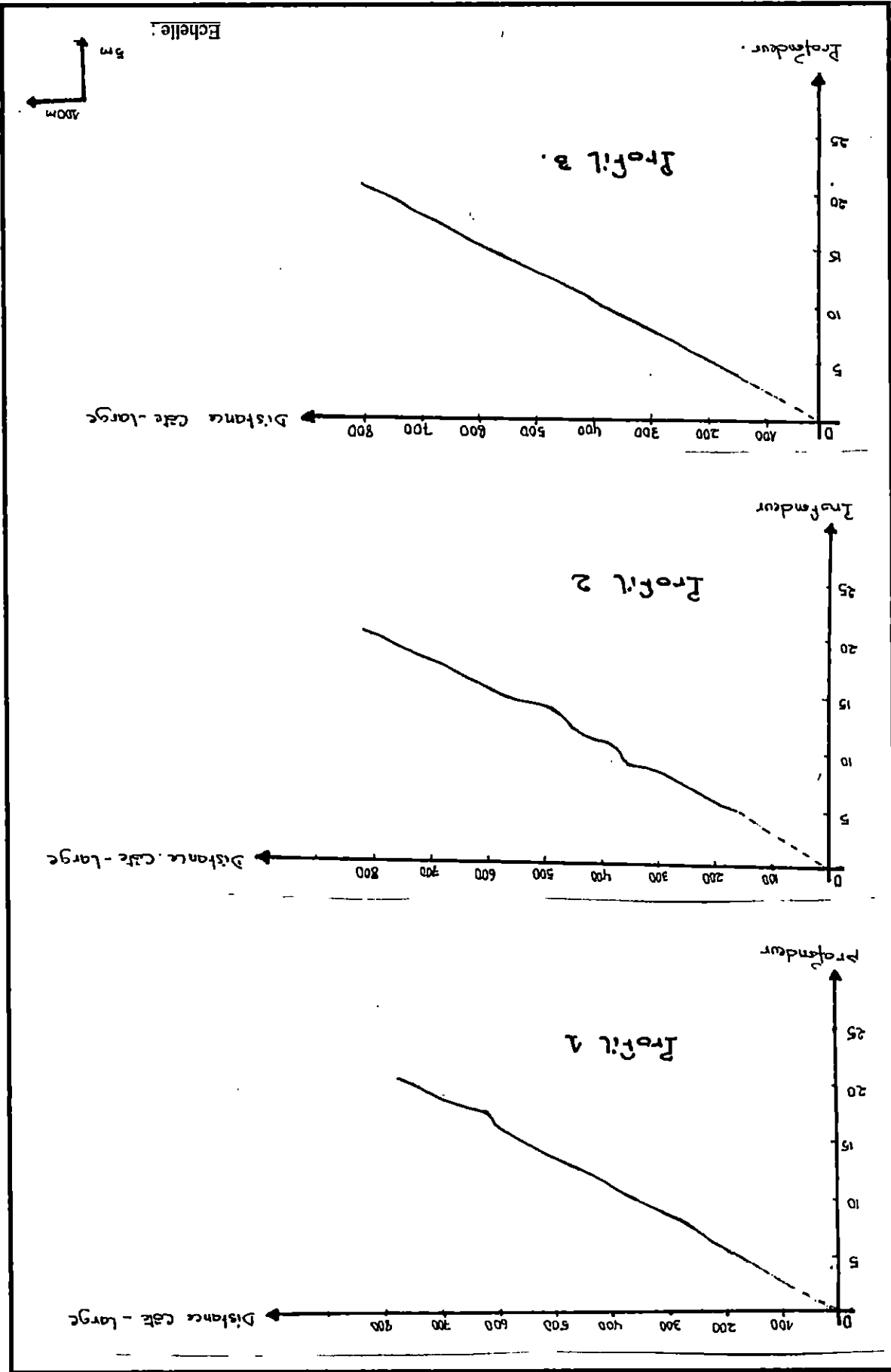


Figure n°19 : Profils-marins.



5.4.3. PLAN DE VAGUE:

Dans le but d'étudier l'influence des houles sur la côte ainsi que sur le remaniement des sédiments, il convient d'effectuer des plans de vagues.

Le tracé a été effectué sur une carte bathymétrique à l'échelle 1/5000 suivant une longueur d'onde au large « L_0 » égale à 56,16 m. et une période « T » égale à 6 s. en appliquant la formule suivante:

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

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

$= 3,14$

ainsi que l'abaque suivante :

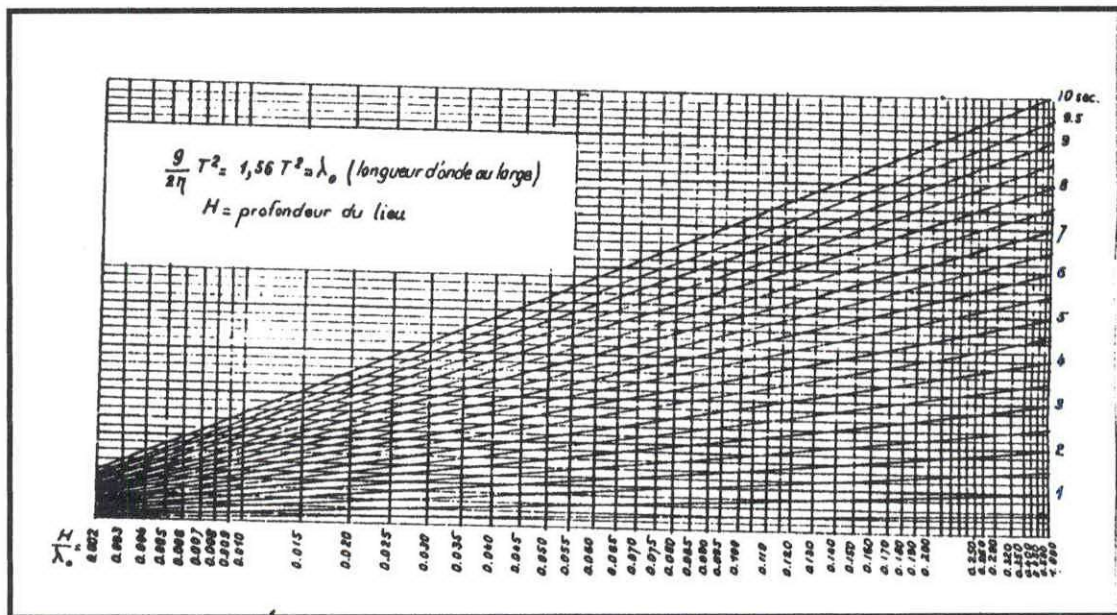


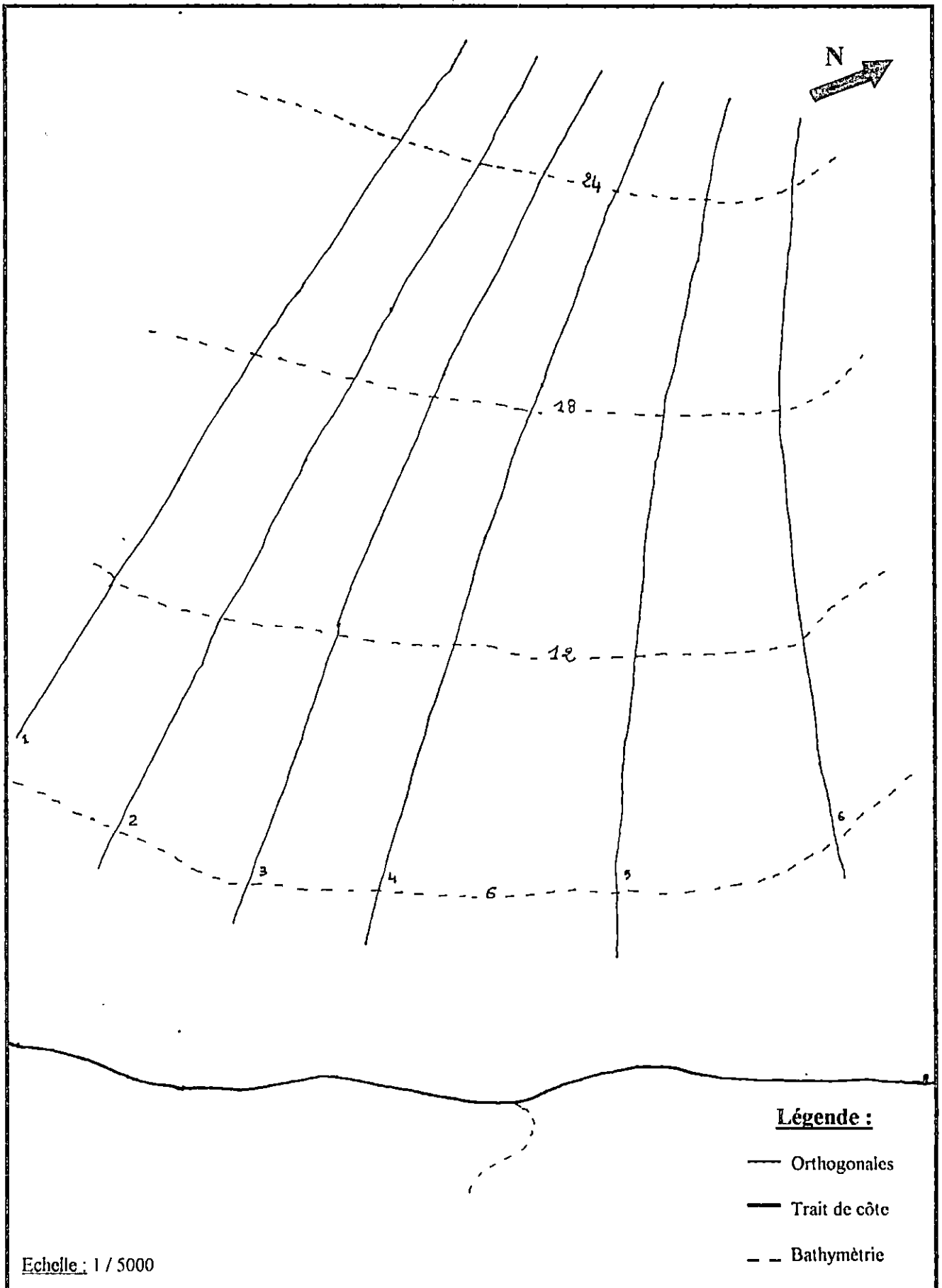
Figure n°20 : Abaque pour le tracé d'un plan de vague.

Le site d'étude, par sa position se trouve abrité des courants Nord Est par la presqu'île de Sidi-Fredj, donc deux directions ont été retenues pour les plans de vagues, celle du Nord et du Nord Ouest.

5.4.3.1. Plan de vague de direction Nord Ouest : (Carte n°36)

En générale sur le site d'étude, les orthogonales arrivent perpendiculairement à la côte avec une divergence dont la distance est relativement importante par rapport au large :

Les quatre (4) premières orthogonales atteignent la côte avec un même écartement qui est deux (2) fois supérieur à celle du large. Cependant, les deux (2) dernières orthogonales divergent avec des séparations vers la côte quatre (4) fois supérieur que celles au large.



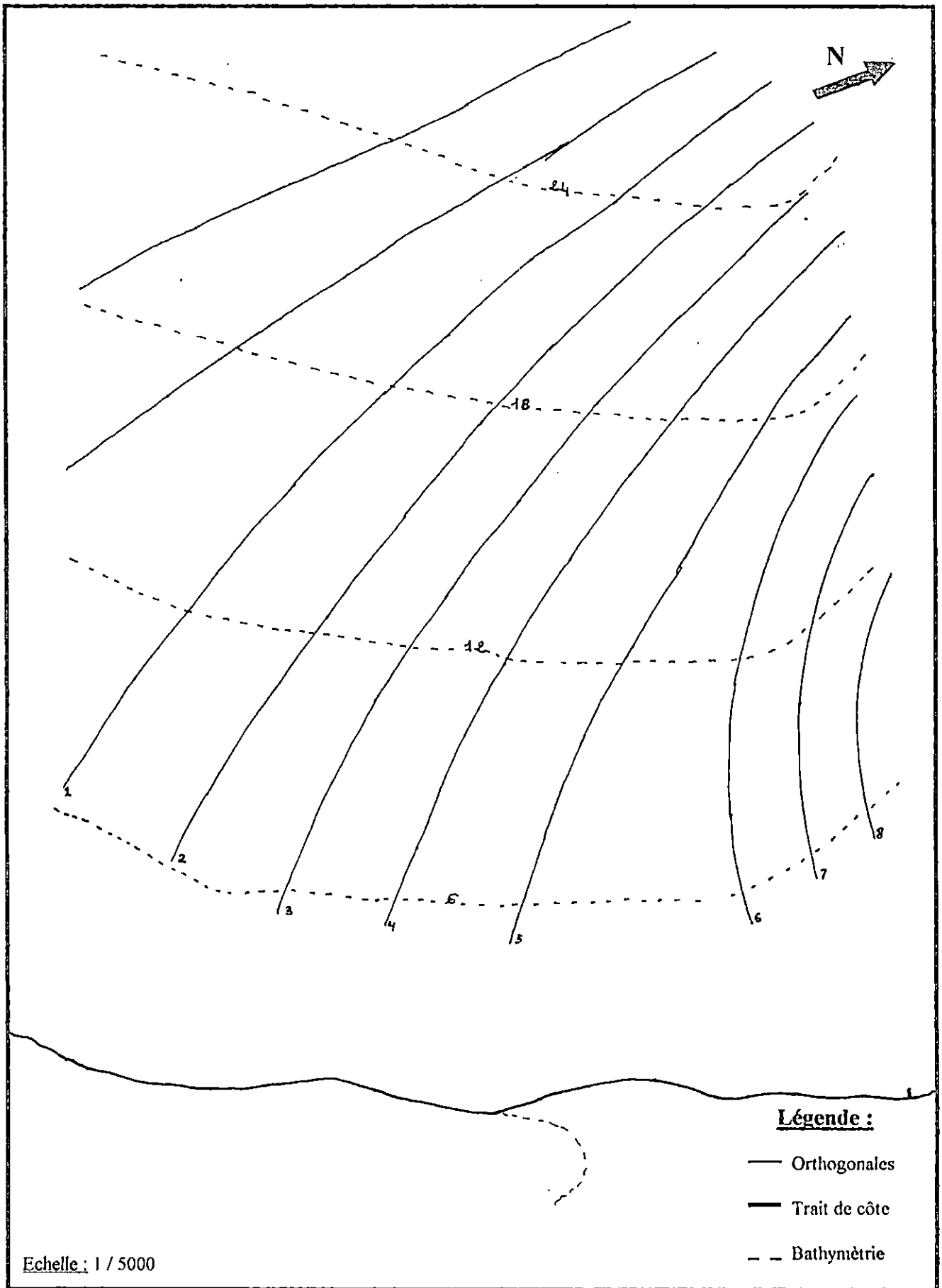
Carte n°36 : Plan de vague (direction Nord Ouest, période 6 s).

5.4.3.2. Plan de vague de direction Nord : (Carte n°37)

L'écartement des cinq (5) orthogonales est plus important à la côte qu'au large. La sixième (6) orthogonale diverge vers la côte de deux fois plus que les autres orthogonales et de quatre (4) fois plus que celle au large, pour la septième et huitième (7 et 8) la distance entre les orthogonales est presque identique à celle au large avec une légère concentration de la houle.

La topographie sous-marine du site de Palm Beach présente des fonds réguliers avec des pentes douces. Les houles de direction Nord Ouest divergent vers la côte avec des écartements supérieurs à celles du large indiquant une diminution de l'énergie avec un apport sédimentaire vers la côte, néanmoins, vue la configuration des orthogonales (perpendiculaires), des courants de retour subsistent pour arracher les sédiments engendrant la dissémination vers le large.

Les houles de direction Nord atteignent le site avec une certaine obliquité qui peuvent provoquer des courants de dérive littorale avec un transport latéral (parallèle) des matériaux.



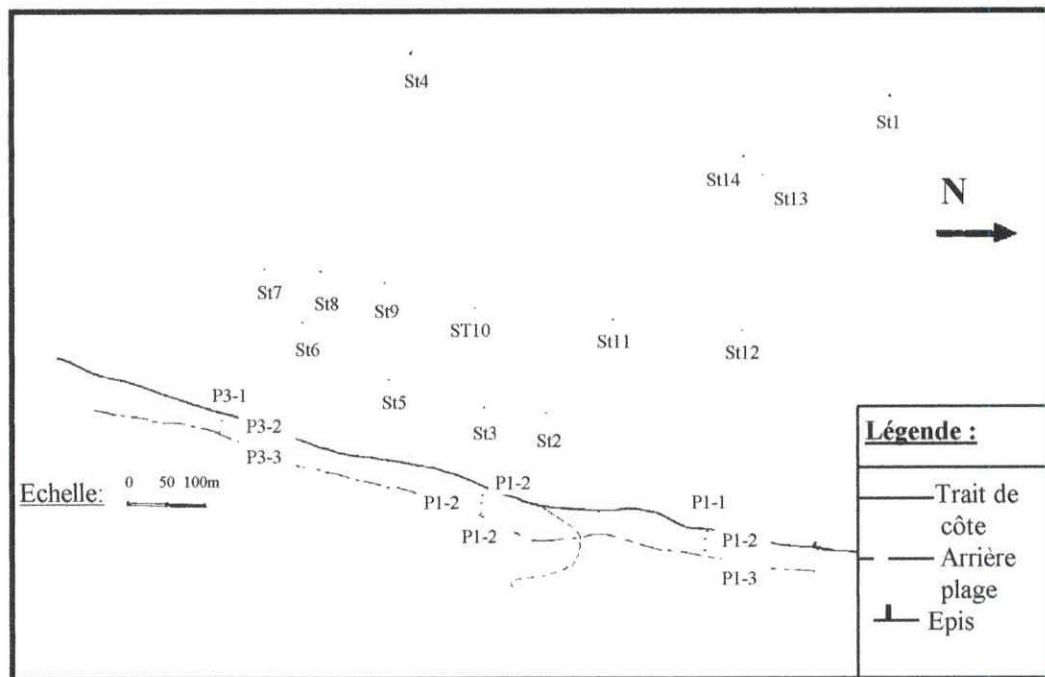
Carte n°37 : Plan de vague (direction Nord, période 6 s).

5.5.APPROCHE SEDIMENTAIRE :

L'étude sédimentologique permet la connaissance des faciès engendrés par la sédimentation moyenne et récente et par conséquent de rechercher les mécanismes de transit et de dépôt et donc la circulation générale des masses d'eaux.

5.5.1.Méthodologie :

Vingt trois échantillons sédimentologiques ont été prélevés, dont neuf (09) sur la partie aérienne et quatorze (14) sur la partie marine à l'aide d'une benne preneuse de type « Van Veen » (Carte n°38).



Carte n°38 : Localisation des stations de prélèvement.

Au laboratoire, le traitement des sédiments s'effectuera suivant les trois approches :

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

5.5.1.1.Granulométrie :

L'analyse granulométrique permet la séparation des trois fractions essentielles : graviers, sables et pelites.

A.Méthodologie

Le traitement des échantillons s'effectuera suivant le protocole de la figure n°21, les tamis utilisés sont du type AFNOR.

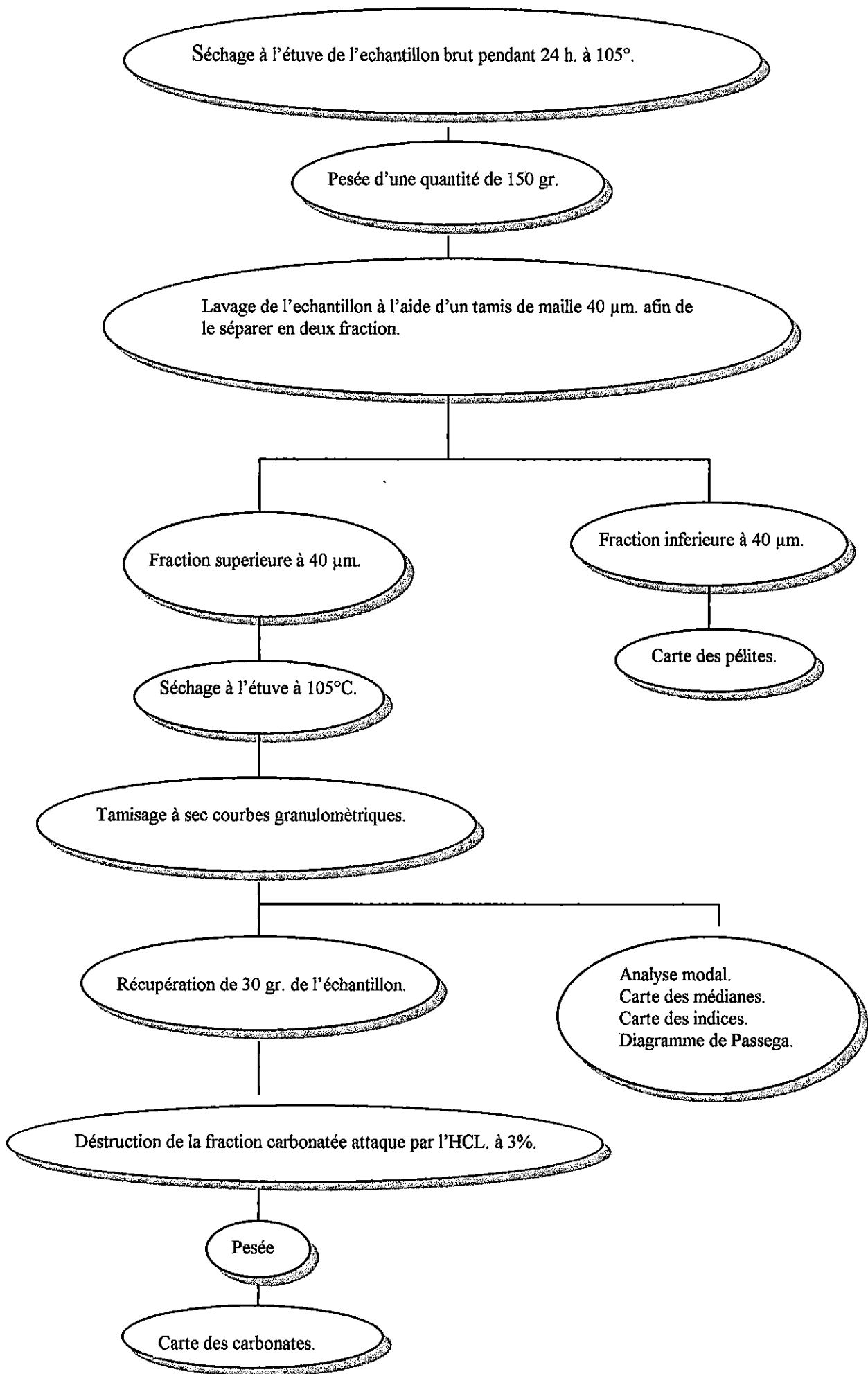


Figure n°21: Méthodologie.

B.Exploitation des résultats :

B.1.Mode :

Le mode est le diamètre du tamis qui correspond à la fraction sédimentaire dominante dans un même échantillon.

Riviere (1977) distingue trois courbes :

- Unimodale : dominance d'un seul stock sédimentaire
- Bimodale : dominance de deux stocks sédimentaires
- Plurimodale : dominance de plusieurs stocks sédimentaires.

B.2.Carte des pélites :

L'étude de la fraction vaseuse (diamètre inférieur à 40 μm) consiste d'abord à évaluer pour chaque échantillon le pourcentage de cette fraction dans un poids considéré, ensuite à établir une carte des pélites qui montre la répartition de cette fraction au sein de notre zone.

Dans notre cas le tamis utilisé pour cette fraction est de 80 μm .

B.3.Carte des médianes (Q 50) :

Représente le diamètre du grain moyen et dont la valeur est donnée par la projection sur l'échelle des abscisses de l'intersection de la courbe cumulative avec l'horizontale représentant 50 % en poids de sédiment considéré.

B.4.Carte du décile supérieur (P 90) :

Représente le diamètre du grain dont la valeur est donnée par la projection sur des abscisses de l'intersection de la courbe cumulative avec l'horizontale représentant 90 % en poids de sédiment considéré.

B.5.Carte du décile inférieur (P 10) :

Représente le diamètre du grain et dont la valeur est donnée par la projection sur l'échelle de l'intersection de la courbe cumulative avec l'horizontale représentant 10 % en poids de sédiment considéré.

B.6.Indice de classement (Sorting de trask) So :

Cet indice est donnée à partir de la formule suivante :

$$So = (Q_3 / Q_1)^{1/4}$$

Q_1 = l'abscisse dont l'ordonnée égale à 25 %.

Q_3 = l'abscisse dont l'ordonnée égale à 75 %.

Trask (1930) a proposé les limites suivantes :

- So < 2,5 sédiment très bien classé.
- 2,5 < So < 3,5 sédiment normalement classé.
- 3,5 < So < 4,5 sédiment assez bien classé.
- 4,5 < So sédiment mal classé.

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

B.7.Indice d'asymétrie SK :

Cet indice est donné à partir de la formule suivante :

$$SK = Q_1 \cdot Q_3 / (Q_2)^2 \quad Q_2 = \text{l'abscisse dont l'ordonnée égale à 50 \% (médiane).}$$

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 péltique).

- SK < 1 : Etalement de la granulométrie vers les sédiments fins.
- SK > 1 : Etalement de la granulométrie vers les sédiments grossiers.
- SK = 1 : Il existe une symétrie de la courbe par rapport au grain moyen.

B.8.Facteur hydrodynamique FH :

Ce facteur est donné par la formule :

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

Les Unités Φ 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 > 1 Hydrodynamisme fort .
- 1 > FH > 0,5 Hydrodynamisme moyen.
- FH \approx 0 Hydrodynamisme faible.
- FH \approx - 1 Hydrodynamisme très faible.

B.9.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 décile « en ordonnée ». La représentation des points obtenus sur un « diagramme de passega » met en présence les modes suivant :

- OP : Suspension uniforme.
- PQ : Suspension graduée (suspension classée sans roulement).
- RS : Transport par charriage (saltation et roulement).
- T : Suspension pélagique.

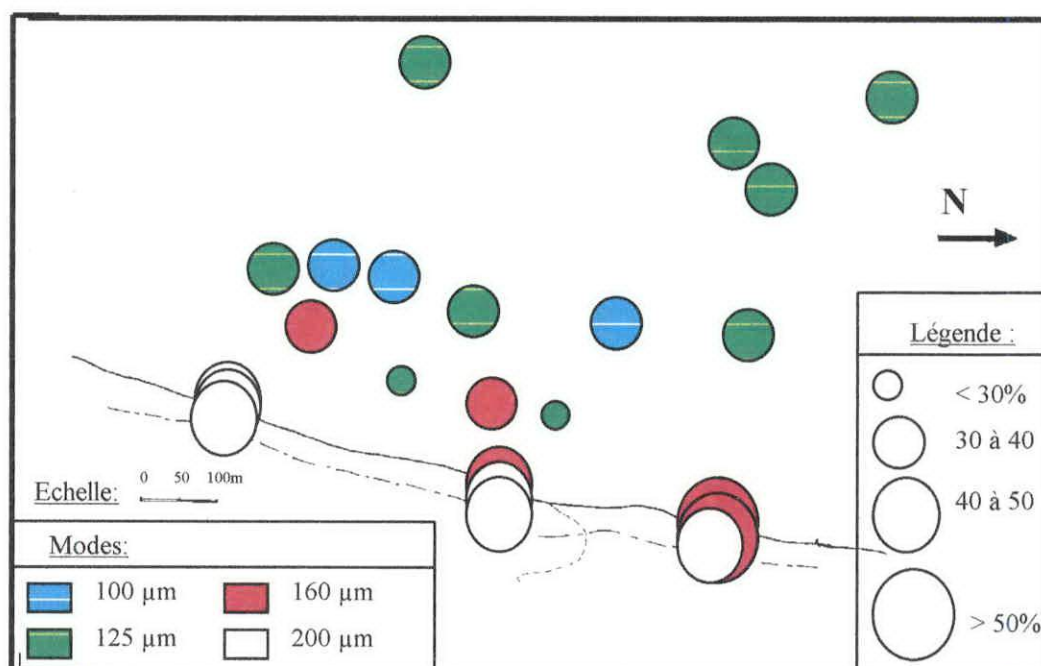
C.RESULTATS ET INTERPRETATIONS :

C.1.Mode : (Fig.22 et 23)

La représentation graphique en courbes cumulatives et histogrammes de fréquence des résultats obtenus, conduit à la détermination d'un seul type de courbe : courbes unimodales pour l'ensemble des échantillons (Annexe n°42 et 43).

Pour la partie aérienne, le mode le plus fréquent est celui du 160 μm dans la partie Nord de la plage, tant dis que dans la partie Sud, la dominance est pour le mode 200 μm .

La partie sous marine, le mode le plus dominant près de la côte est celui du 160 μm , vers le milieu il existe un mélange entre le mode de 100 μm et 125 μm et au large le mode de 125 μm l'emporte.



Carte n°39: Carte des modes.

C.2.Carte des pelites :

Les valeurs obtenues dans la partie aérienne sont très faibles, elles varient entre 1,52% et 0,25%.

Pour la partie sous marine et au voisinage de la côte, le pourcentage des pelites oscille entre 1% et 5% à l'exception d'une station (St_{10}) qui présente une valeur de 6,14%, au delà (vers le large) ce taux croît jusqu'à des valeurs de 10%, sauf pour deux stations (St_4 et St_{13}) qui présentent des taux de pélite de 3,66 % et 4,4%.

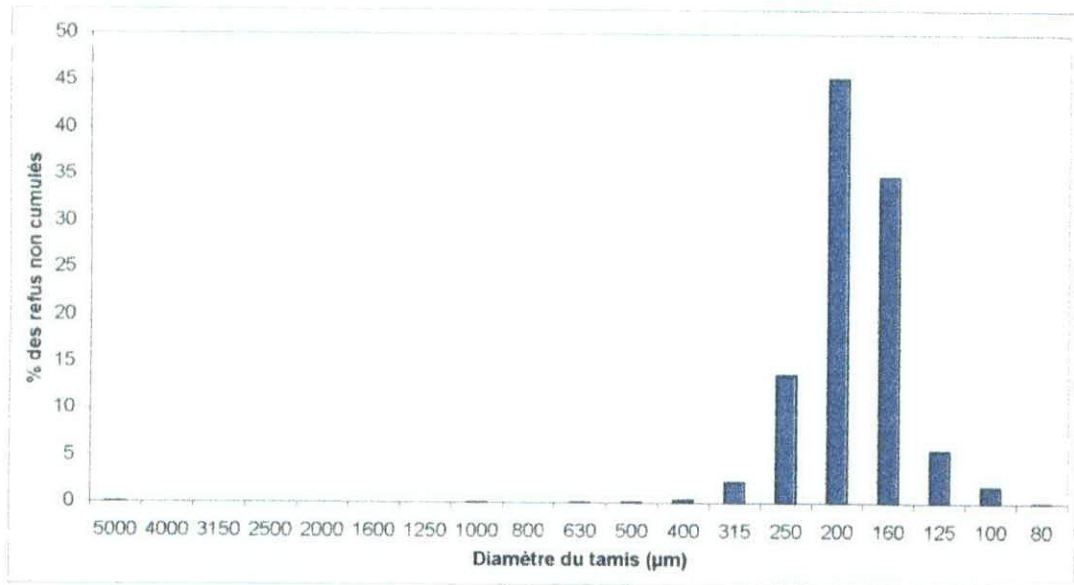


Figure n°22 : Fréquences des modes de la partie aérienne.

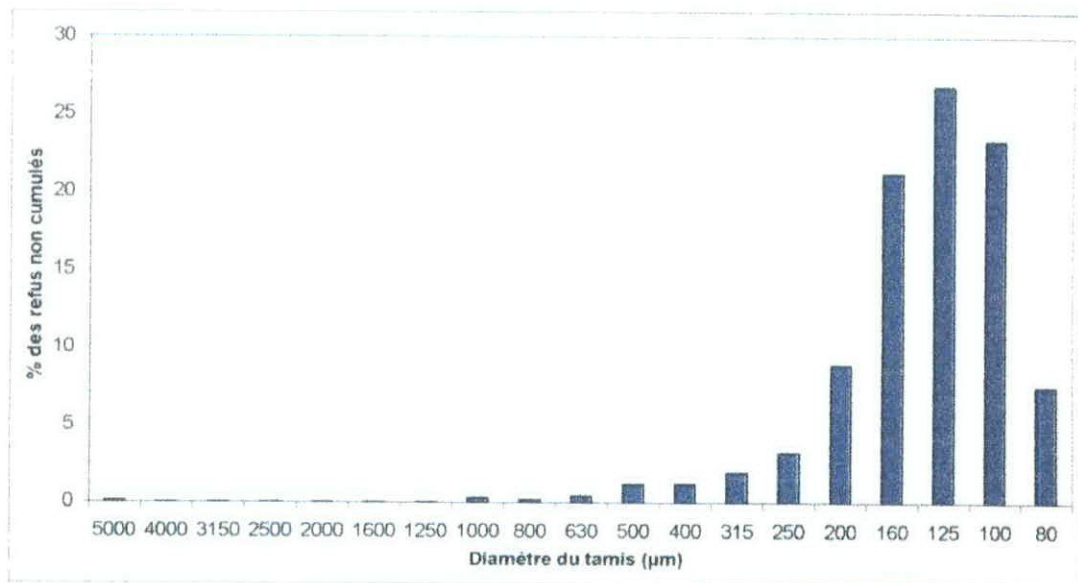
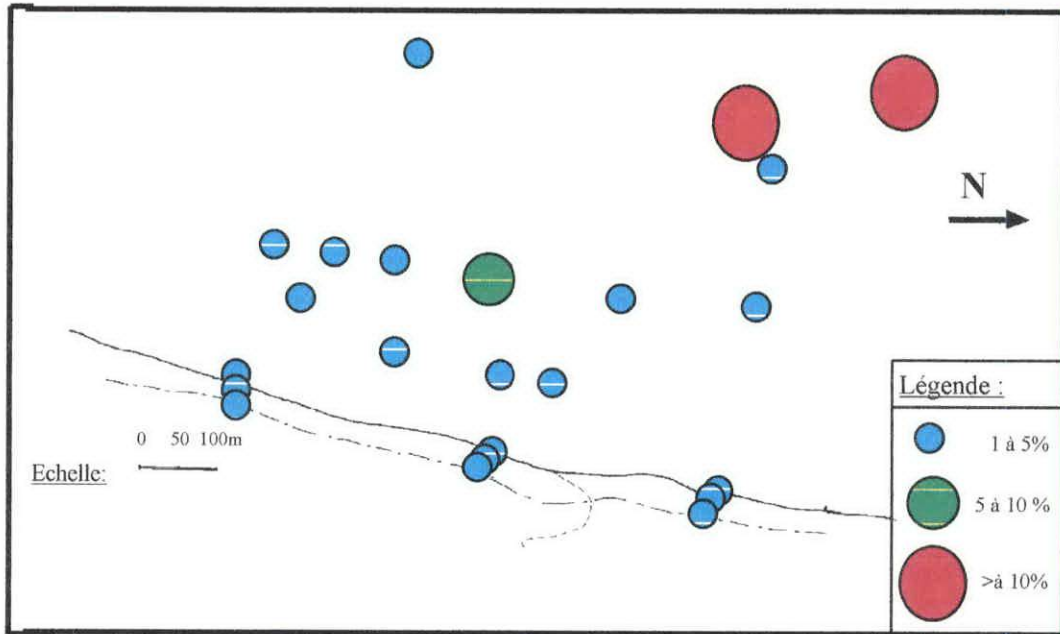


Figure n°23 : Fréquences des modes de la partie sous-marine.

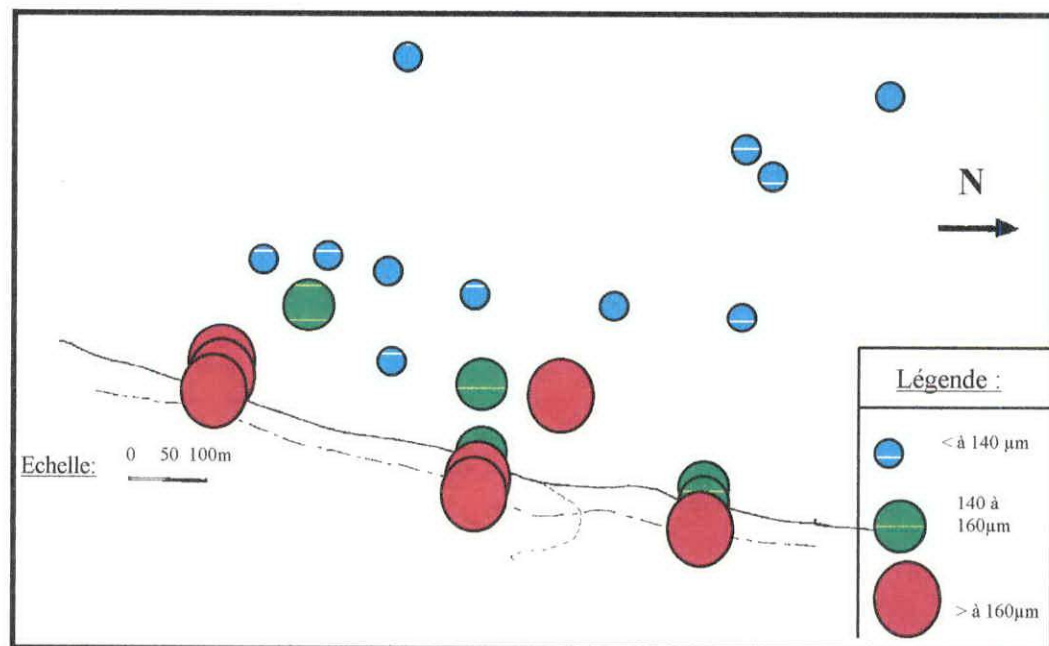


Carte n°40: Carte des pélites.

C.1.3. Carte des médianes :

La partie aérienne présente des médianes supérieures à 160 μm vers le Sud. Au Nord la fraction moyenne est comprise entre 140 μm et 160 μm .

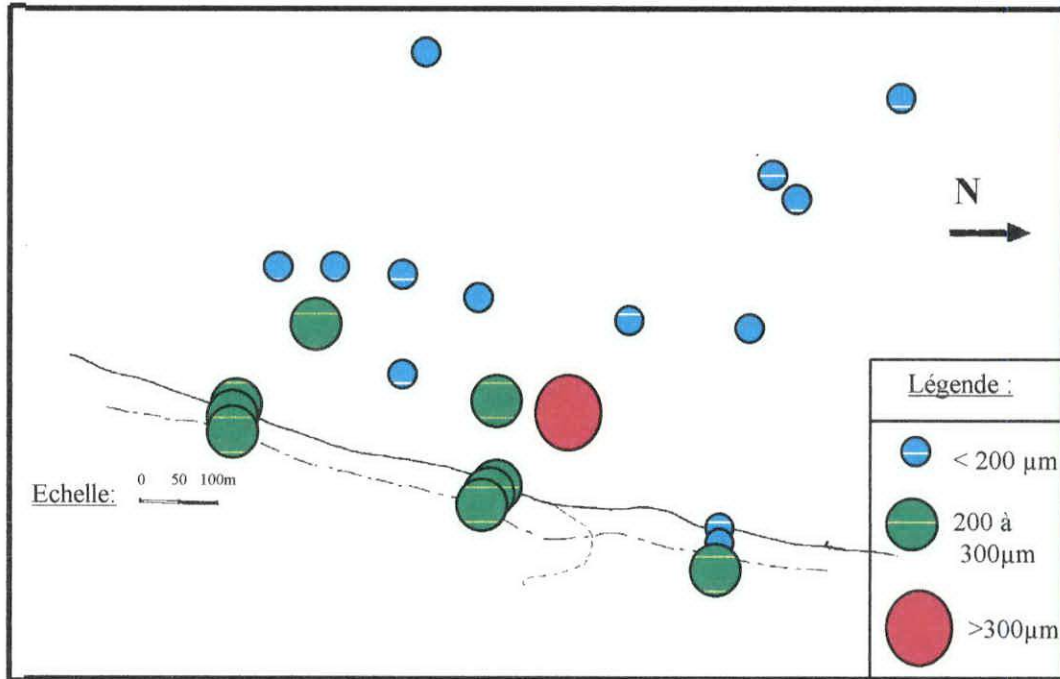
Pour les médianes de la partie sous-marine, les valeurs comprises entre 140 μm et 160 μm et supérieur à 160 μm (St_2) se localisent vers la côte, ceux inférieures à 140 μm sont vers le large.



Carte n°41 : Carte des médianes.

C.4. Le décile supérieur (P90) :

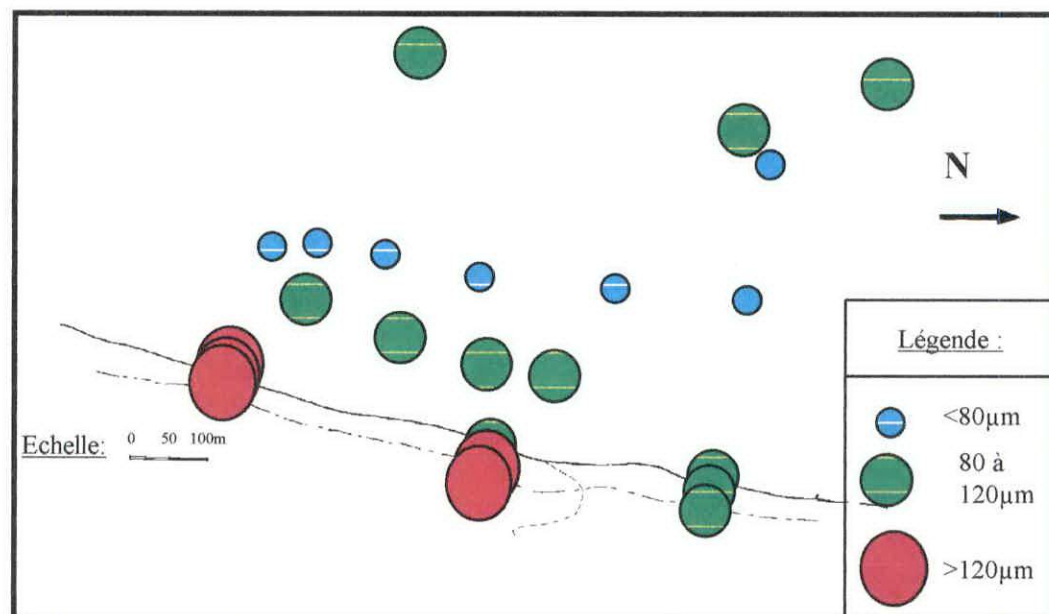
Sur toute la plage les valeurs sont comprises entre 200 μm et 300 μm à l'exception de deux stations ($P_{1,1}$ et $P_{1,2}$). Pour la partie sous-marine la fraction inférieure à 200 μm est présente surtout vers le large, alors que la fraction plus grossière apparaît en général au niveau des petits fonds.



Carte n°42 : Carte du décile supérieur.

C.5. Le décile inférieur (P10) :

Pour la partie aérienne, il est généralement compris entre 80 μm et 120 μm , vers le Sud de la plage les valeurs sont supérieures à 120 μm . Cependant la majorité des stations de la partie sous-marine présente un décile inférieur compris entre 80 μm et 120 μm et inférieur à 80 μm .



Carte n°43 : Carte du décile inférieur.

C.6.L'indice de classement « So »: (Fig. 24)

L'ensemble des échantillons de la partie aérienne et sous marine présentent un S_o inférieur à 2,5, donc le sédiment est très bien classé.

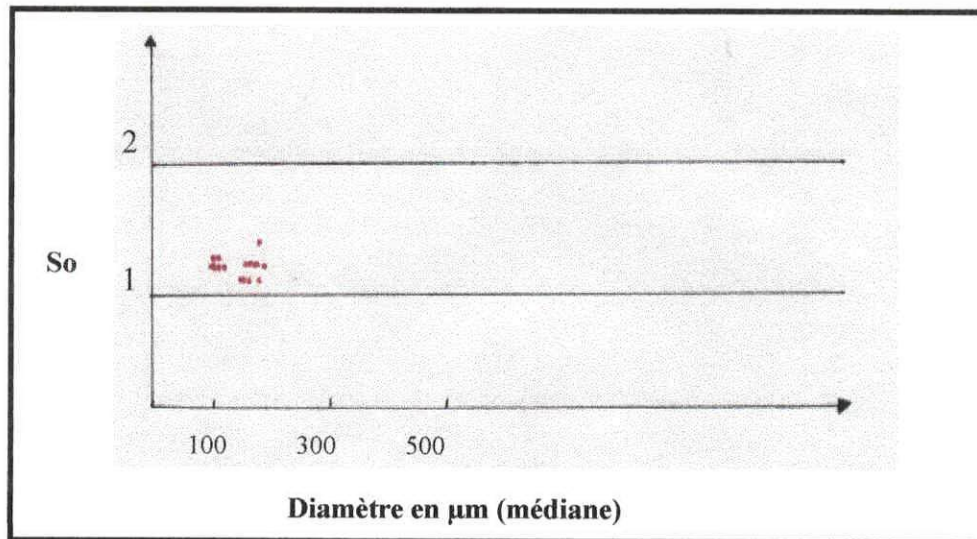


Figure n°24 : Répartition de l'indice de classement.

C.7.L'indice d'asymétrie « Sk »: (Fig. 25)

La majorité des résultats obtenus pour la partie aérienne, sont inférieurs à 1, donc étalement vers les sédiments fins sauf pour le point $P_{3,3}$ qui présente un étalement vers le sédiment grossier ($Sk > 1$). pour la partie sous marine, le sédiment tend vers le grossier au niveau des stations : St_1 , St_2 , St_5 , St_8 et St_{10} et un étalement vers le fin pour les stations St_3 , St_6 , St_{11} , St_{12} et St_{13} .

Le cas de symétrie ($Sk = 1$), il s'observe pour le point $P_{2,3}$ et les stations St_4 , St_7 , St_9 et St_{14} .

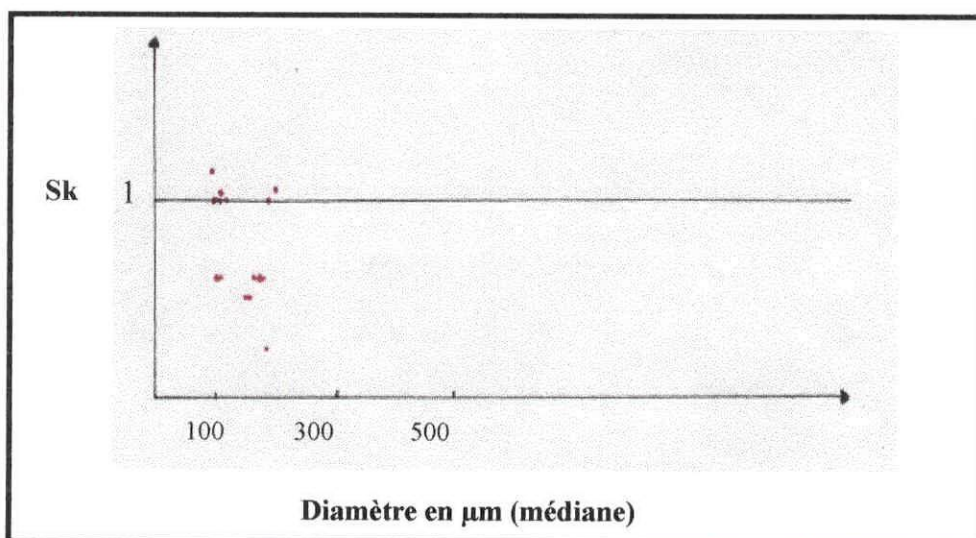
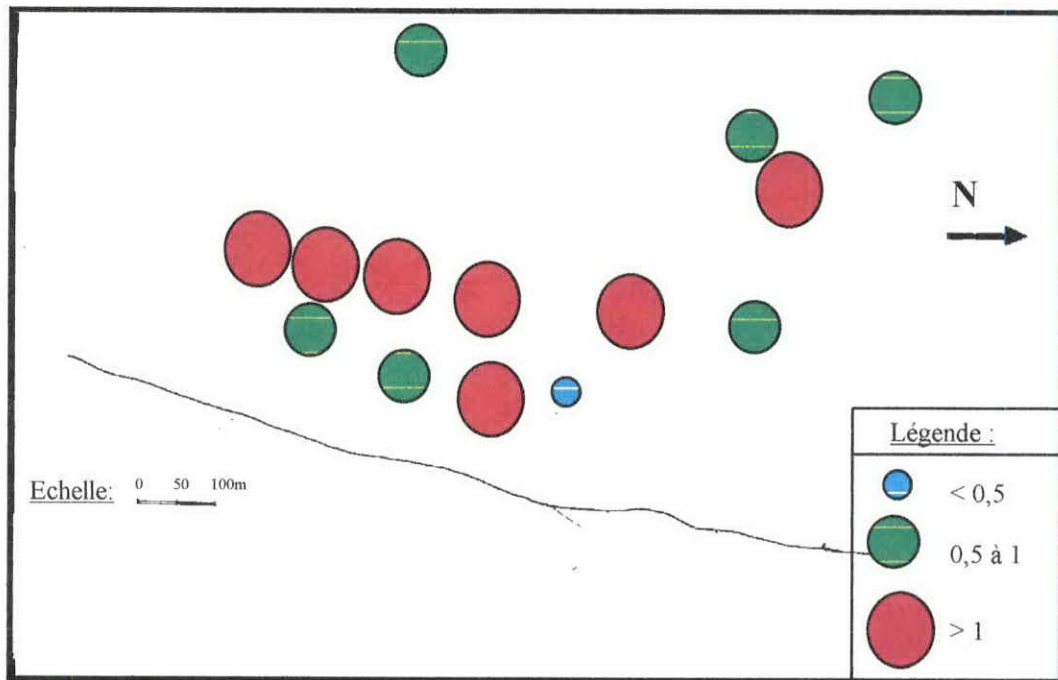


Figure n°25 : Répartition de l'indice d'asymétrie.

C.8.Facteur hydrodynamique « FH »:

Le long de la côte, l'ensemble des échantillons marquent un hydrodynamisme fort témoignant d'une agitation et d'un remaniement sédimentaire assez important et qui diminue vers le large où il est moyen. Cependant une seule station (St₂) présente un FH faible (Carte n°44).



Carte n°44 : Facteur hydrodynamique.

C.9.Diagramme de Passega : (Fig.26)

l'établissement du Diagramme de Passega a permis de constater deux (2) modes de transport QR et QP. Le plus dominant s'effectue par suspension classée (QR) et couvre une bonne partie du site d'étude. Les médianes varient entre 90 μm et 190 μm et le décile supérieur entre 150 μm et 250 μm . Le second mode de transport concerne une seule station près de la côte (St₂), il s'effectue par roulement et saltation (QP), sa médiane est de 180 μm avec un décile supérieur de 360 μm .

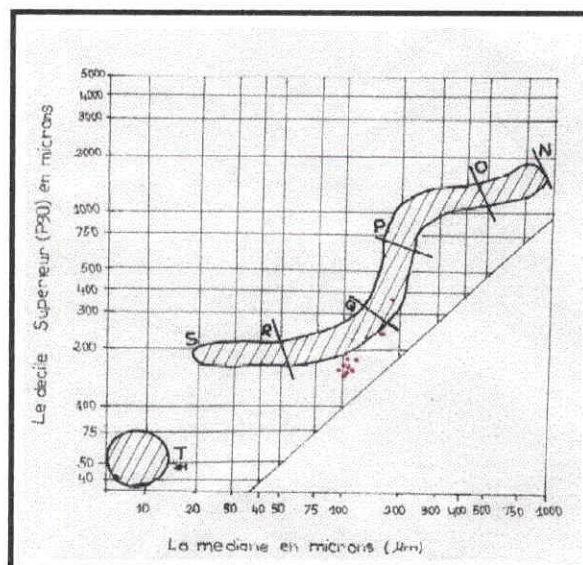
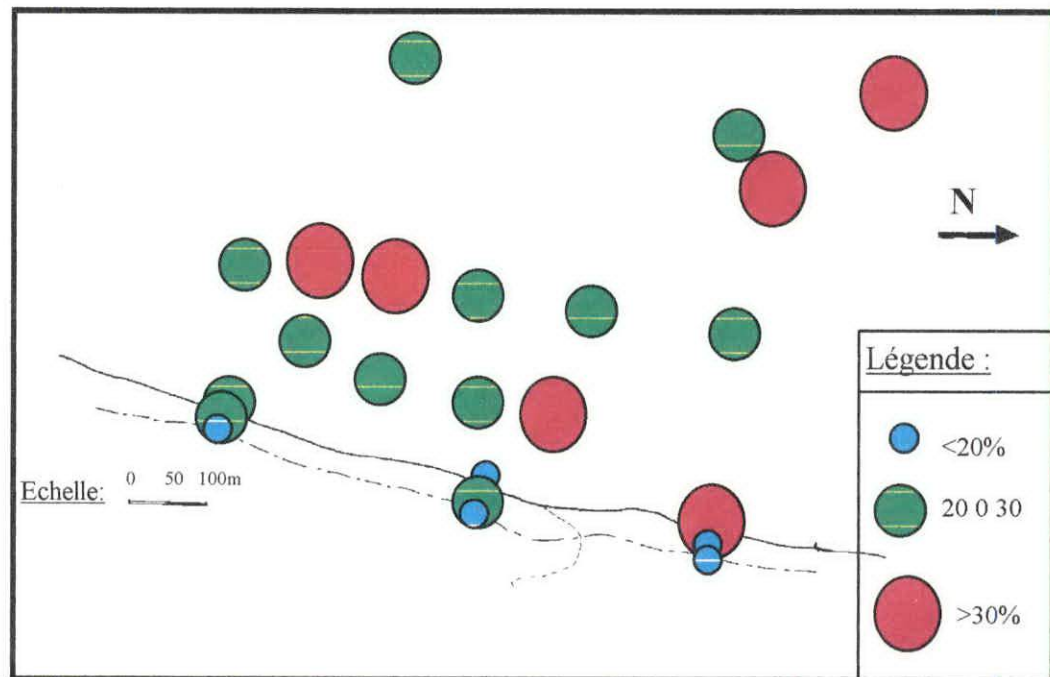


Figure n°26 : Diagramme de Passega.

5.5.1.2. Calcimétrie:

L'étude des carbonates consiste à déterminer pour chaque échantillon sa teneur en calcaire en fonction de la différence de poids, avant et après l'attaque à l'acide chlorhydrique, d'un poids connu de sédiment.

Les valeurs des carbonates de la partie aérienne sont comprises entre 9,35 % et 30,65 %. Pour ceux de la partie sous marine, elles sont comprises entre 21,25 et 35,29 % (Carte n°45).



Carte n°45 : Carte des carbonates.

5.5.1.3. Morphoscopie :

L'analyse morphoscopique, permet de connaître les agents de transport ayant agi sur les grains et l'intensité des actions qu'ils ont subi.

Sur cinquante grains de chaque échantillon marin, l'observation s'est effectuée à la loupe binoculaire afin de déterminer les trois (3) principaux paramètres : la forme, l'éclat et la couleur du grain.

Sur les quatorze (14) échantillons prélevés, huit (8) échantillons sont concernés par cette étude, où un seul paramètre a été déterminé (forme du grain). Les résultats obtenus (Annexe n°45), indiquent et cela pour l'ensemble des échantillons que le pourcentage des émoussés est toujours supérieur (80%) par rapport aux autres (arrondi et anguleux), ce qui d'après Cailloux veut dire une usure certaine par la mer (Bouchenak et al, 1997).

5.6.HYDRODINAMISME :

La connaissance des actions dynamiques marines est fondamentale pour l'étude de l'évolution des formes côtières. Cette étude hydrodynamique nous permet la distinction entre les zones les moins turbulentes et celles qui sont plus turbulentes.

L'étude granulométrique, le tracé des plans de vagues et la carte bathymétrique ont permis d'estimer les vitesses des courants et la dérive littorale.

5.6.1.VITESSES DES COURANTS :

L'estimation de la vitesse des courants se fait par l'utilisation de l'abaque (Fig.27) de L. Berthois (1975).

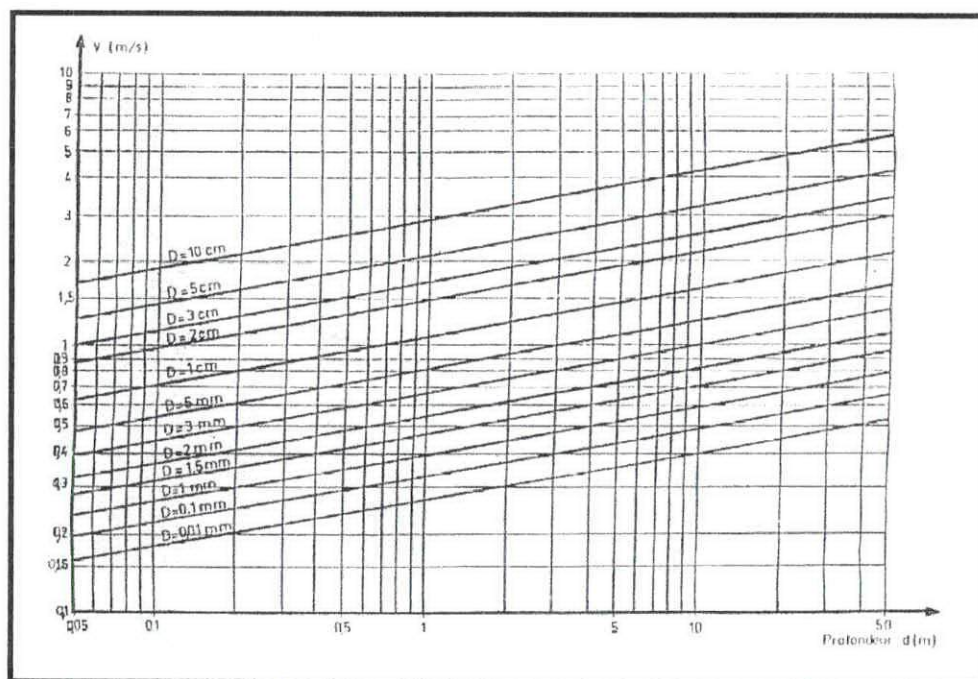
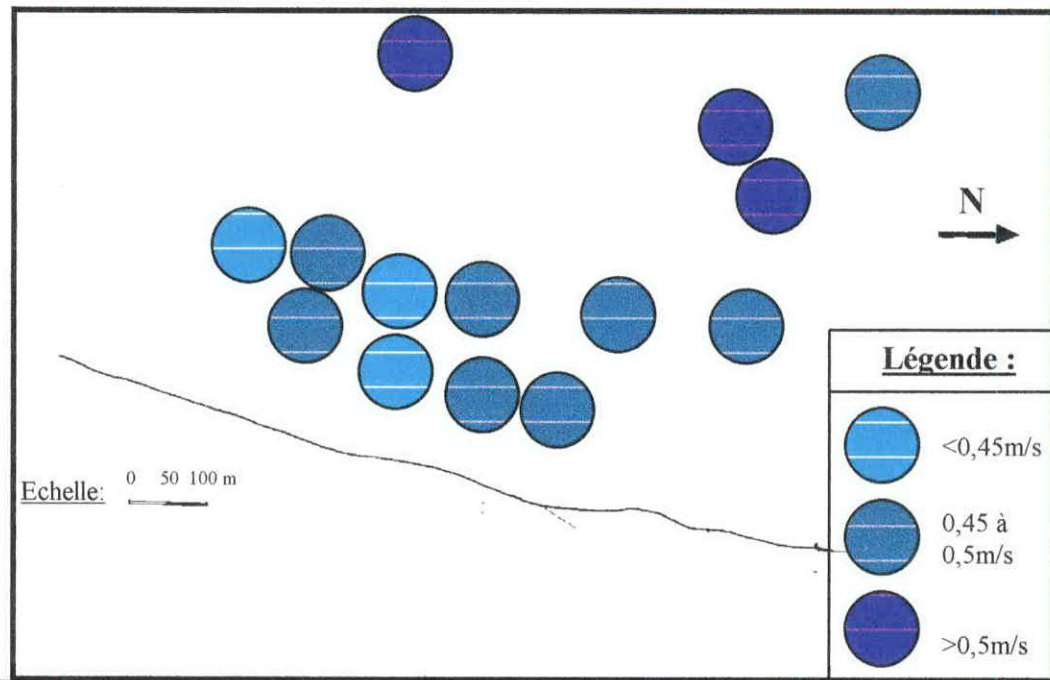


Figure n°27 : Abaque pour l'estimation de la vitesse du courant en fonction du diamètre des sédiments et de la profondeur.

Ayant le diamètre moyen du grain et la profondeur correspondante du point de prélèvement de l'échantillon, la projection sur l'axe des ordonnées donne la vitesse d'entraînement en mètre par seconde (m/s) (Annexe n° 46).

Globalement, les vitesses du courant varient en moyenne entre 0,45m/s et 0,5m/s. Les fortes vitesses se localisent vers le large, probablement liées à la circulation et la turbulence hauturière (Carte n°46).



Carte n°46 : Carte des vitesses du courant.

5.6.2.LA DERIVE LITTORALE :

Lorsque la houle vient à l'assaut du rivage avec une certaine obliquité, elle donne naissance à un courant de dérive littorale, particulièrement dans la zone de déferlement, là où l'énergie est maximale. Ce courant favorise le transport des sédiments parallèlement à la côte.

Abritée du secteur Nord Est, la zone d'étude reçoit des houles du secteur Nord qui engendrent la dérive littorale.

5.6.3.LE COURANT DE RETOUR :

Au lieu de déferlement de la houle, il résulte un courant compensateur sur le fond qui s'effectue vers le large. Ces courants de retour sont produits par les houles frontales venant du Nord Ouest et du Nord Nord Ouest et interviennent dans le transport du sédiment perpendiculairement à la côte ainsi que le remaniement des particules fines.

5.7.EVOLUTION DU TRAIT DE COTE :

La ligne du rivage matérialise l'intersection entre la lithosphère et l'hydrosphère, elle délimite donc le domaine marin et le continent.

Cependant le trait de côte est dynamique par nature, son évolution est déterminé par le gain et la perte des sédiments (Larid, 1992).

En effet, l'existence des phénomènes naturels et les activités humaines qu'ils soient directes ou indirectes perturbent l'évolution du trait de côte soit par l'avancé où le recul de ce dernier.

5.7.1.METHODOLOGIE :

Dans le but d'apporter une approche globale sur l'évolution du trait de côte de la plage de Palm Beach, une carte de comparaison a été établie entre trois (3) tracés (Carte n°47) :

*Un tracé réalisé en septembre 1997, par la méthode topographique à l'aide d'un théodolite et une mire.

*Le deuxième, daté de 1992 obtenu à partir d'une photo-aérienne effectuée par l'Institut National de Cartographie (I.N.C.).

*Le dernier tracé est repris de la carte marine de 1968.

L'évolution de la plage entre 1968 et 1997, est déterminé en calculant la largeur de l'estran avec la ligne de l'arrière plage comme référence.

5.7.2. INTERPRETATION :

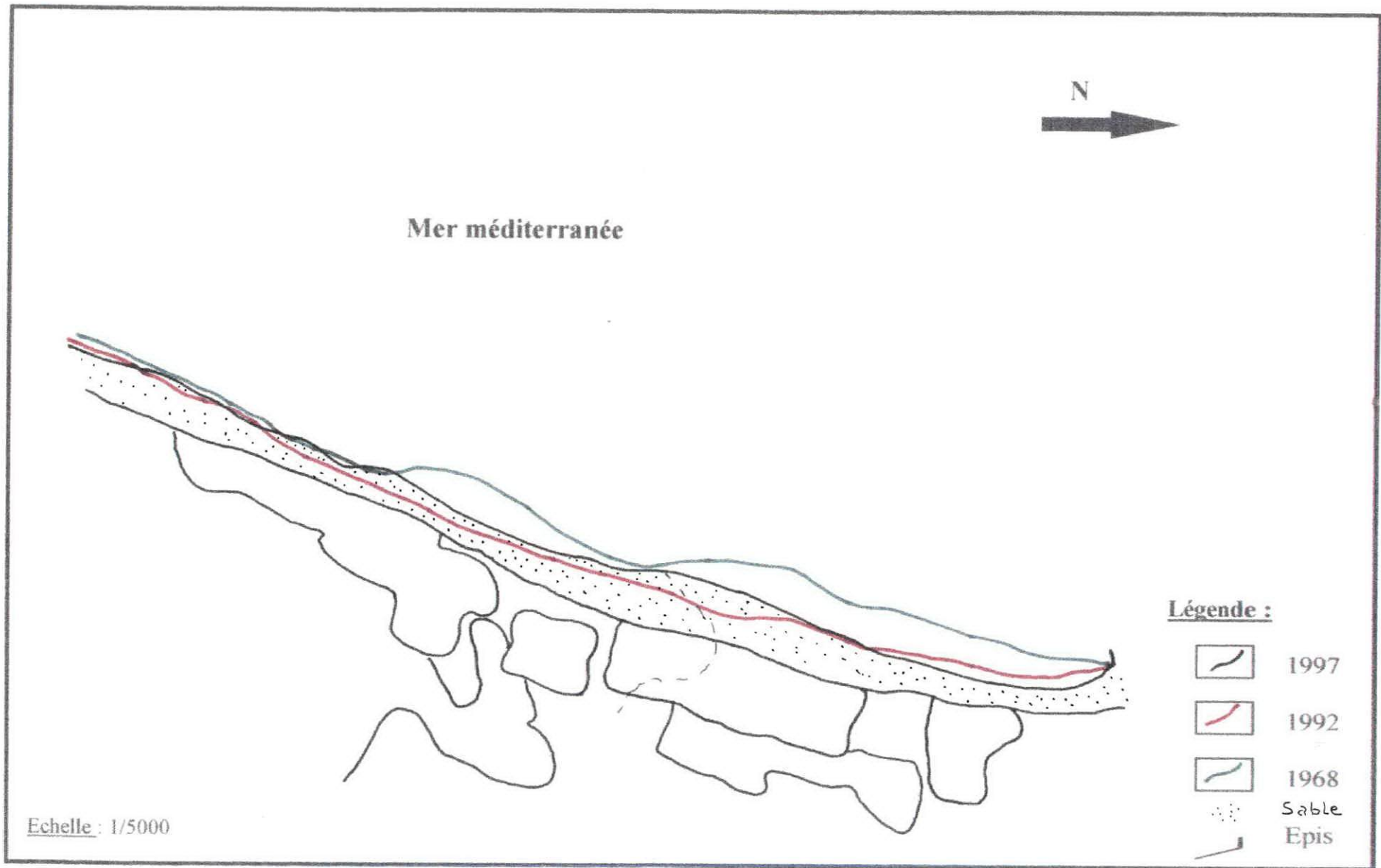
5.7.2.1.La période de 1968 à 1992 :

Le recul du trait de côte, autrement dit le gain de la mer sur le continent est remarqué sur toute la frange littorale, le plus apparent ce voit dans la partie occidentale de la zone d'étude.

5.7.2.2.La période de 1992 à 1997 :

Le trait de côte, par sa dynamique actuelle et les tendances d'évolution a connu durant cette période des variations plus au moins importantes :

Le secteur oriental est exposé à une érosion, où le rivage marin connaît un recul. Ceci peut être le résultat de l'occupation linéaire et surtout l'implantation de l'épis. Par contre le secteur occidental, connaît une stabilité.



Carte n°47 : Evolution du trait de côte de la plage de Palm Beach.

5.8.PERSPECTIVES D'AMENAGEMENT :

Quel que soit son étendue exacte, le littoral constitue un espace côtier de plus en plus sollicité. L'importance de ses intérêts écologiques, scientifiques et économiques conduit à l'artificialisation du site ce qui accentue sa grande fragilité.

La plage de Palm Beach constitue un espace très convoité du fait de l'intérêt que revêtent le littoral en tant que ressource attrayante (forêt, terres agricoles et plages). Parmi les premières activités dévoreuses, le tourisme contribue par la réalisation d'équipements lourds et coûteux à la suroccupation du linéaire côtier ce qui accélère les processus de sa dégradation.

De tel comportement sollicite l'aménagement et la restauration de cet espace, afin de rendre compatible le développement des autres activités économiques avec la sauvegarde de l'environnement.

5.8.1.PROTECTION DE LA PLAGE :

En plus des effets naturels l'impact humain n'épargne pas l'évolution de cette plage caractérisée par un estran sableux intercalé d'espace dunaire avec de faible pente très sollicitée. Pour ces raisons, il est nécessaire de procéder à leur protection et à leur aménagement en tenant compte de la compatibilité de ces interventions avec la spécificité du milieu et en épargnant les champs dynamiques de la plage.

5.8.2.PRESERVATION DE LA DUNE BORDIERE :

Les aspects négatifs de l'impact anthropique, apparaissent surtout au niveau des dunes. Ceci se traduit par le surpâturage de son couvert végétal ainsi que la suroccupation du littoral.

La surfréquentation de la dune est l'une des menaces sérieuses, son problème s'accroît le plus en période estivale (concentration des baigneurs, implantation de bungalows,...

De cela, des mesures doivent être entreprises pour mettre à l'abri les dunes littorales des dégradations humaines. Ces mesures se traduisent par :

- *La clôture de la dune par des ceintures de végétation.
- *Prévoir des passages vers la plage pour les estivants afin d'éviter le piétinement anarchique de la dune bordière.
- *Proscrire l'extraction de sable.

CONCLUSION GENERALE:

La baie de Zemmouri, adjacente au Tell septentrional, se caractérise par un littoral attrayant à alternance de plages parsemés de dunes couvertes de végétations. Elle présente aussi des falaises qui occupent surtout les caps.

Son plateau continental est peu étendu, avec parfois des petits escarpements (îles,...), des dunes sous-marines et des grands encoches à profondeur assez importante (canyons) au rebord du talus continental. Le plateau est couvert d'un sédiment plus ou moins fin.

Pour la géologie, l'étude montre que la région est dominée par les dépôts du quaternaire et les dépôts du paléogène (Tertiaire).

Le climat de la baie de Zemmouri est entièrement soumis à l'influence du climat méditerranéen, il se caractérise en général par l'opposition nette de deux saisons, surtout en ce qui concerne, la température et les précipitations. On peut distinguer une saison relativement humide qui concentre la presque totalité des précipitations annuelles et un été chaud ensoleillé pratiquement sans pluies.

Cependant cette région connaît de légères modifications locale, en fonction du relief et de la couverture végétale ou la brise de mer et de terre soufflent avec une régularité très grande due aux reliefs plats et avec une grande diversité dans les régions aux reliefs variés et boisés (E.N.E.T.,1985).

L'analyse hydrographique a permis de distinguer une dominance du vent du secteur Nord Est pendant la saison estivale et Nord Ouest pendant la saison hivernale. Les vents du Nord sont fréquents et soufflent pendant toute l'année.

Pour les houles sur le site, l'étude a montré la prédominance de celles du Nord Est.

Concernant les facteurs physico-chimiques (Lokmane,1993), la baie de Zemmouri constitue le siège d'un mélange qui se fait entre trois eaux d'origines différentes:

Une eau superficielles ayant les caractéristiques de l'eau atlantique.

Une eau continentale qui se déverse par l'intermédiaire des oueds de la baie.

Une eau qui remonte d'une certaine profondeur située dans la partie Est de la baie.

La baie reçoit un réseau d'oueds très diversifié. Les plus importants apports proviennent de l'oued Isser et Sebaou qui l'alimentent pendant toute l'année, mais la présence de barrages à leur niveau diminue cette alimentation.

L'occupation anarchique du rivage résulte de la progression de la population, l'évolution du cadre bâti... traduisent la gestion irrationnelle de cet espace et la méconnaissance de ces spécificité par les autorités territoriales.

Les agressions esthétiques que connaît l'espace littoral de la baie surtout en sa partie Ouest : dégradation des dunes et l'accélération du processus d'érosion des plages, sont aggravées par la pression anthropique.

La pollution dans la baie n'est pas arrivée à un degré d'irréversibilité, mais en cas de négligence la situation peut s'aggraver dans un proche avenir. En effet le problème d'évacuation des eaux pluviales et des eaux usées se pose avec acuité d'autant plus que le traitement des eaux usées (industrielles et domestiques) est absent, ce qui accélère les phénomènes de dégradation.

Le gain facile et le non respect de la réglementation ont engendré des dégâts importants sur l'environnement, surtout ceux dus à l'extraction de sable. Les dégradations subies par le littoral se multiplient dans le temps et dans l'espace, malgré les tentatives de la wilaya pour les endiguer, cela reste insuffisant.

Une politique de protection générale de la côte, n'est pas la construction de digues où brise lames où encore des épis afin de prévenir l'action de la houle sur la morphologie de la côte, il faut des techniques plus légères et moins coûteuses. Il serait important de privilégier la vocation naturelles des plages qui est d'ordre touristique avec notamment le reboisement des arrières plages qui permettrait le maintien du sable et empêche l'avancé de celui-ci sous l'action éolienne.

L'absence d'information et de « l'éducation » concernant le littoral a engendré une population ignorante des problèmes environnementaux. La priorité est de donner une définition complète du littoral qui peut être le début d'un dispositif juridique de sa protection à moyen et long terme surtout pour les projets qui devraient être réalisés sur ce milieu. Ainsi, les résultats obtenus permettront à l'administration de fixer son choix sur la variante la plus appropriée pour protéger le littoral.

Le site de Palm Beach s'étend sur un linéaire de côte d'environ un kilomètre (1 km), cette plage prenante de la baie de Bou-Ismaïl est délimitée par une côte sableuse avec des espaces dunaires le long du rivage.

Soumis aux houles de différentes directions, le site d'étude présente deux (2) directions majeures pour la réalisation des plans de vague, celle du Nord par son attaque oblique conduit à une dérive littorale donc transit sédimentaire et celle du Nord Ouest avec son attaque frontale induisant des courants de retour (dissémination des sédiments vers le large). Ces houles ne provoquent pas d'effets négatifs sur la côte du fait de la diminution de leur énergies.

L'étude sédimentologique fait ressortir que le site de Palm Beach est caractérisé par un sédiment moyen avec des médianes comprises entre 99 μm et 180 μm . La fraction fine n'est pas très importante, elle est supérieure à 10 % et se localise surtout vers le large, ce faible pourcentage reflète un hydrodynamisme plus où moins faible (moyen). L'analyse calcimétrique et morphoscopique a montré que les apports d'origine marine sont non négligeables. Les courants qui agissent dans le site d'étude ont des vitesses comprises entre 0,45 m/s et 0,5 m/s.

Le trait de côte a connu un recul plus où moins important du fait de l'occupation linéaire et l'implantation de l'épis, en générale la plage est stable mais pour éviter l'amplification des phénomènes de dégradations, il apparaît utile de procéder à la protection de la plage et à la préservation des dunes.

Enfin, cette étude pionnier mérite un enrichissement complémentaire et un suivie annuel et pourquoi pas saisonnier, afin de protéger un milieu qui reste encore très vulnérable aux agressions de l'homme.



BIBLIOGRAPHIE

Ait Ami H., Tala Ighil Y., 1994. Evolution de l'état initial des radio-activités Gamma dans les sédiments superficiels de la baie de Zemmouri et dans les embouchures d'Oueds s'y déversant. *Mémoire d'Ingénieur en Aménagement et Protection de l'Environnement I.S.M.A.L. (Alger)*, 102 p., Annexes.

Ait Yacoub S., 1994. Contribution à un aménagement intégré: Cas de la zone d'El Marsa Boumerdès. *Mémoire d'Ingénieur en aménagement et Protection de l'Environnement I.S.M.A.L. (Alger)*, 102p.

Asso A., 1982. Contribution à l'étude de polluants métalliques chez la moule *Perna-perna (l)* dans la région d'Alger. *Doctorat de 3eme cycle d'oceanographie biologique, l'université Aix-Marseille II*, 138 p.

Bali L., Ouafi I., 199 . Contribution à l'étude des variations physico-chimiques de l'eau des circuits de refroidissement de la Centrale Thermique de Cap Djinet et leur impacts. *Mémoire de D.E.U.A. en Aménagement et Protection de l'Environnement I.S.M.A.L. (Alger)*, 88 p., Annexes.

Bektache A., 1994. Zone Côtière de la ville de Boumerdès. Evolution, Approche morpho-sédimentaire, Perspective d'aménagement. *Mémoire d'Ingénieur en Aménagement et protection de l'Environnement I.S.M.A.L. (Alger)*, 88 p., Annexes.

Belkessa R., 1991. Evolution géomorphologique et sédimentologique du bas Isser et son embouchure. *Thèse de magistère en géomorphologie I.S.M.A.L. (Alger)*, 150 p.

Bouam A., 1989. Contribution à la connaissance de la pollution du marais de Réghaïa. *Thèse d'Ingénieur agronomie, spécialité Forestière I.N.A. El harrach (Alger)*, 68 p.

Bouchenak A., Krim A., Saddiki A., 1997. Baie de Bou-Ismaïl : Contribution à l'élaboration de données de base, avec étude d'un site restreint : le Cas de la baie de Chenoua. *Mémoire d'Ingénieur en Aménagement et Protection de l'Environnement . I.S.M.A.L. (Alger)*, 85 p.

Braik D., 1989. Etude de la dynamique sédimentaire devant Bou-Ismaïl, sédimentation morphologie, problème d'érosion, aménagement. *Thèse de Magistère en Géologie Marine U.S.T.H.B. (Alger)*, 174 p. Annexes.

Benchouk M., Benhouhou A., Sehar H., 1986. Aménagement Touristique du Lac de Réghaïa. *Mémoire de fin de stage, Institut de Technologie Forestière (Batna)*, 46 p. Annexes.

Djama A., Sadouni S., 1994. Contribution à l'étude d'impact d'une station de traitement des eaux usées : Boumerdès. *Mémoire d'Ingénieur en Aménagement et Protection de l'Environnement I.S.M.A.L. (Alger)*, 102 p., Annexes.

Habed H-D., Matouk T., Zair A., 1990. Approche à un aménagement aquacole en mer ouverte site de Cap Djinet (Est d'Alger).
Mémoire d'ingénieur en Halieutique, I.S.M.A.L. (Alger), 129 p., Annexes.

Handis K., Ouafi I., 1996. Projet de la STEP de Boumerdès: Reconnaissance du site, faisabilité et conséquence d'un émissaire d'évacuation des eaux usées au large
Mémoire d'Ingénieur en Aménagement et Protection de l'Environnement I.S.M.A.L. (Alger), 88 p., Annexes.

Hocini F., 1995. Contribution à un aménagement intégré dans la région de Ain Taya.
Mémoire d'Ingénieur en Aménagement et Protection de l'Environnement I.S.M.A.L. (Alger), 72 p., Annexes.

Khiari N., Sabihat A., 1992. Projet de réaménagement du Port de Zemmouri : Etude de la propagation de la houle et de l'agitation dans le Port.
Mémoire de Technicien supérieur de la mer en physico-chimie I.S.M.A.L. (Alger), 57 p.

Knayaz A., Salah-Ahmed Y., 1995. Faisabilité d'un rechargement artificiel, cas de la plage Ouest de Boumerdès.
Mémoire d'Ingénieur en Aménagement et Protection de l'Environnement I.S.M.A.L. (Alger), 97 p., Annexes.

Leclaire L., 1972. La sédimentation holocène sur le versant méridional du bassin Algero-Balnéaire.
Thèse d'état, faculté des Sciences de Paris, 382 p.

Lokmane D., 1993. Caractéristiques physico-chimiques des eaux de la baie de Zemmouri.
Mémoire de D.E.U.A. en science de la mer, I.S.M.A.L.(Alger), 68p., Annexes.

Molinari K., 1989. Etude faunistique et comparaison entre trois (3) situations dans le Marais de Réghaïa.
Ingénieur agronome en protection de végétaux I.N.A. (El Harrach).

Ouacif D., 1995. Evolution et perspectives de protection de la falaise Ouest de Boumerdès.
Mémoire d'Ingénieur en Aménagement et Protection de l'Environnement I.S.M.A.L. (Alger), 73 p., Annexes.

Tamsaouit B., 1991. Perception d'activité et de ressources halieutiques chez les pêcheurs de la région algéroise (Port de Bouharoun et de Zemmouri).
Mémoire d'ingénieur I.S.M. A.L., 170 p., Annexes.

Ouvrages et documents divers

Aminot A., 1983. Manuel des analyses chimiques en milieu marin. *Paris : C.N.E.X.O., 1983*, 395 p.

Agence Nationale pour l'aménagement du territoire, 1995. Zone d'emprunt pour sable et graviers et leur impact sur les principales composantes de l'environnement dans la Wilaya d de Boumerdès.

Bilan d'activité de l'année 1986, 1995, 1996 et 1997 du secteur de pêche au niveau de la Wilaya de Boumerdès (D.P.).

Chamely H., 1987. sédimentologie. *Ed. Dunod*, 175 p.

Chapon J., 1984. Travaux maritimes .Tome 2. *Ed Eyrolles (Paris)*, 365 p.

Direction de la planification et de l'aménagement du territoire de la wilaya de Boumerdès. Annuaire statistique de la wilaya de Boumerdès n°11. , Mars 1996, 71 p.

Direction de la planification et de l'aménagement du territoire de la wilaya de Tipaza. Annuaire statistique de la wilaya de Tipaza, *Septembre 1996*, 141p.

Direction des travaux public de la Wilaya de Boumerdès, 1992. Protection du Site du Cap Djinet. Avant projet sommaire.

Direction des travaux public de la wilaya de Boumerdès. Cahier des charges : relatif à l'occupation temporaire et à l'extraction de matériaux sur le domaine public maritime, terrestre et de l'hydraulique, 28/12/1996.

Direction des travaux public de la wilaya de Boumerdès. Rapport sur les sablières, 10/11/1991, 13p.

Djellouli Y., Medioni K., Dadkri N., Boussouf L., 1993. Etude d'impact de la zone de Saf Saf Nabi : Wilaya de Boumerdès. *Unité de recherche sur les ressources biologiques terrestres. U.S.T.H.B.*, 30 p., annexes.

E.N.E.T., 1985. Etude d'aménagement touristique de la région côtière de la Wilaya de Boumerdès, 123p.

Institut National de Cartographie. Atlas de Boumerdès, 1989, 58 p.

Journal officiel de la république algériene du 3 février 1983 relative à la protection de l'environnement.

Journal officiel de la république algériene n°46 du 14 juillet 1983. Décrets d'application.

Journal officiel de la république algériene n°30 du 19 juillet 1983. Lois et ordonnances.

Journal officiel de la république algérienne n°52 du 2 décembre 1990. La loi relative à l'aménagement et l'urbanisme et la loi domaniale.

Journal officiel de la république algérienne n°22 du 10 avril 1996. Décret exécutif n°96-121 du 6 avril 1996, fixant les conditions et modalités d'exercice de la pêche.

Larid M., 1992. Cours d'aménagement du littoral I. *I.S.M.A.L.*, 159 p.

Lacombe H., 1971. Les mouvements de la mer : Courants, vagues, houles et marée. *Dion, éditeurs, S.A.* 97p.

L.E.M., 1989. Etude d'aménagement d'un abri pour la pêche et la plaisance à rocher noir Avant projet sommaire, 92 p., Annexes.

Millot C., 1989. La circulation générale en Méditerranée occidentale : Aperçu de nos connaissances et projets d'études. *Annales de géographie n°549 XCV III^e année.* 497-515p.

Ministère de l'équipement et de l'aménagement du territoire Direction des travaux public de la Wilaya de Boumerdès, 199. Protection du plateaux Ouest de Boumerdès. 54 p., Annexes. Avant projet sommaire.

Ministère de l'hydraulique de l'environnement et des forêts. Plan d'action anti-pollution, 1985. Marais de Réghaïa, 9 p. + tableaux.

Plan d'aménagement côtier, 1997. Etude préliminaire. *I.S.M.A.L.*, p.

Plan d'aménagement de la wilaya de Boumerdès : Rapport d'orientation 12 octobre 1990. *Agence nationale pour l'aménagement du territoire*, 88p.

Plan directeur d'aménagement et d'urbanisation (P.D.A.U.) de la commune de Ain Taya. Mai 1996

Plan directeur d'aménagement et d'urbanisation (P.D.A.U.) de la commune de Bou-douaou El Bahri

Plan directeur d'aménagement et d'urbanisation (P.D.A.U.) de la commune de Boumerdès. Décembre 1996.

Plan directeur d'aménagement et d'urbanisation (P.D.A.U.) de la commune de Djinet. Septembre 1997.

Plan directeur d'aménagement et d'urbanisation (P.D.A.U.) de la commune de Corso. *Centre national d'étude et de recherche en urbanisme, Edition final*, Mars 1997.

Plan directeur d'aménagement et d'urbanisation (P.D.A.U.) de la commune d'El Marsa. Mai 1995.

Plan directeur d'aménagement et d'urbanisation (P.D.A.U.) de la commune de Heurouaou. *Centre national d'étude appliquées en urbanisme, édition finale*, novembre 1996.

Plan directeur d'aménagement et d'urbanisation (P.D.A.U.) de la commune de Légkata, phase 1. Rapport d'orientation, direction de l'urbanisme opérationnel.

Plan directeur d'aménagement et d'urbanisation (P.D.A.U.) de la commune de Réghaïa. Edition finale, juin 1996, 151p.

Plan directeur d'aménagement et d'urbanisation (P.D.A.U.) de la commune de Thénia. Edition finale, octobre 1996.

Plan directeur d'aménagement et d'urbanisation (P.D.A.U.) de la commune de Zemmouri. Mars 1996.

Protection du rivage de la wilaya d'El Djazair, 1983. Avant projet détaillé . *Note technique n°8, Octobre 1983.*

Rapport final, 1994. Etude de protection contre la pollution des ports et du littoral Algériens. *l'Institut pour la qualité des eaux Danemark en association avec le laboratoire d'étude maritime (Danemark)*, 165 p. annexes.

Rapport préliminaire, 1996. Etude de la délimitation du domaine public maritime. *D.T.P. (Boumerdès) août 1996.*

Rapport intermédiaire, 1997. Etude des conditions des sablières littorale de la Wilaya de Boumerdès, sablière de Zemmouri , 19 p., annexes

Riviere A., 1977. Méthodes granulométriques : Techniques et interprétation. *Masson Ed. Paris*, 170 p.

SOGREAH, 1983. Aménagement du port de pêche de Zemmouri : Reconnaissance géotechnique. *Note technique n°12, Mai 1993.*

SOGREAH, 1983. Protection du littoral de la wilaya d'El Djazair. Avant projet sommaire, . *Note technique n°7 D.T.P.(Boumerdès), Mars 1983.*