

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la recherche Scientifique

Institut des Sciences de la Mer et d'Aménagement
du littoral

MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme
d'ingénieur d'Etat en Aménagement du littoral.

THEME

CARTOGRAPHIE BIOMORPHOSEDIMENTOLOGIQUE
DE L'ANSE DE KOUALI W. TIPAZA

JURY:

Président : Mr. LARID M.
Promoteur : Mr BELKESSA R.
Co-Promoteur : Mr SEMROUD R.
Examineurs: Mr. BENTELLIS H.
Mlle. ILLLOUL H.

Présenté par:

Mlle :SEGUENI Ouissena
Mlle: NACEUR Yasmina Karima

Année Universitaire 1995 - 1996

SOMMAIRE

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
-------------------	---

CHAPITRE I : LES GENERALITES

1. La situation géographique.....	4
2. Le cadre de la géologie locale.....	4
3. Les données climatiques.....	7
3.1. Les houles.....	7
3.2. Les courants.....	7

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

1. La morphologie:.....	9
1.1. La partie continentale.....	9
1.1.1. Le trait de côte, l'arrière plage et la limite supérieure de la végétation.....	9
1.1.2. Les profils.....	9
1.2. La partie sous-marine:.....	9
1.2.1. Les profils des petits fonds marins.....	9
1.2.2. La bathymétrie.....	9
1.2.3. Le chenal de passe.....	10
2. La sédimentologie:.....	11
2.1. La granulométrie.....	11
2.1.1. Prélèvement des échantillons.....	11

2.1.2. Analyses au laboratoire.....	11
2.1.3. Traitement des données.....	12
2.2. La calcimétrie.....	14
2.3. La morphoscopie.....	14
3. La carte biocénotique.....	15

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS

1. La morphologie.....	16
1.1. La partie continentale.....	16
1.1.1. Le couvert végétal.....	16
1.1.2. L'arrière plage.....	22
1.1.3. Les grés dunaires.....	22
1.1.4. Les plate-formes ou trottoirs.....	24
1.2. La partie sous-marine.....	25
1.2.1. Le premier ensemble : Le lagon.....	25
1.1.2. Le deuxième ensemble : L'herbier à Posidonie.....	33
1.1.3. Le troisième ensemble : Le chenal de passe.....	33
2. La sédimentologie.....	39
2.1. La granulométrie.....	39
2.1.1. La carte des pélites.....	39
2.1.2. La carte des médianes.....	39
2.1.3. La carte du décile supérieur (P90).....	39
2.1.4. La carte du décile inférieur (P10).....	39
2.1.5. Le mode.....	39
2.1.6. Le classement (So).....	39

2.1.7. L'asymétrie (Sk).....	39
2.1.8. Le facteur hydrodynamique (Fl).....	45
2.2. La calcimétrie.....	45
2.3. La morphoscopie.....	45
Conclusion.....	47
3. La carte biocénotique.....	48
3.1. Etage supralittoral.....	48
3.2. Etage médiolittoral.....	48
3.2.1. Le médiolittoral supérieur.....	49
3.2.2. Le médiolittoral inférieur.....	49
3.3. Etage infralittoral.....	49
Conclusion.....	50
 CONCLUSION GENERALE.....	 56
 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	 58
 ANNEXE.....	 62

INTRODUCTION

INTRODUCTION

La cartographie a pour but, la conception, la préparation et la réalisation des cartes. Sa vocation est la représentation d'une zone sous une forme graphique et géométrique. Elle est tributaire du progrès des connaissances des instruments (sondeurs, satellites...) et des méthodes d'observation et d'évaluation des phénomènes qu'elle a pour mission de représenter.

Pendant longtemps, la cartographie des fonds marins a été effectuée à l'aide du fil à plomb pour mesurer la profondeur, et la benne pour une détermination sommaire de la nature du substrat. Les premières cartes des fonds marins sont celles de MARION (1883) et de PRUVOT (1894), et les premiers travaux intégrant la notion d'associations sous-marines sont de ZALOKAR (1942) (NIERI, 1991).

MOLINIER et PICARD (1953) ont élaboré la première carte biocénotique à partir d'une carte des peuplements marins des parages des Pyrénées orientales. Depuis 1970, un progrès considérable a été apporté à la cartographie marine par AUGIER et BOUDOURESQUE (1967) qui ont utilisé pour la première fois la plongée en scaphandre autonome. Actuellement, on dispose de techniques de plus en plus performantes, d'une grande variété. (AUGIER, 1986). Les cartes à grandes et moyennes échelles (1/1000-1/5000) sont levées par photo-interprétation et interprétation de sonogrammes. Etant donné que la validité des résultats obtenus dépend de facteurs tels que l'éclairage, la nébulosité, la turbidité et le degré d'agitation et d'irisation de l'eau, il est nécessaire de compléter ces cartes par des plongées d'identification.

Les cartes à faibles et moyennes échelles (1/50000-1/5000) sont établies à partir de parcours rectilignes (transects) ou effectuées le long de limites de peuplements. Ces parcours sont réalisés en scaphandre autonome ou à l'aide de submersible. D'autres méthodes sont utilisés tels les transects permanents (permettant une surveillance rigoureuse des modifications des peuplements à court et moyen terme, à une échelle réduite), les carrés permanents (permettent l'obtention des informations à tendance locale de la dynamique des peuplements) et l'imagerie satellitaire (AUGIER, 1986; NIERI, 1991).

La carte biomorphosédimentologique de l'anse de Kouâli, présentée dans cette étude, a été levée pendant l'été 1996. Sa réalisation s'est basée sur la technique du cheminement à l'aide d'un théodolite, les profils aériens et les transects marins, l'utilisation de l'échosondeur et la plongée sous-marine.

Cette carte recouvre un secteur de la baie de Bou-Ismaïl qui s'étend sur une surface de 5km². La profondeur qui y est observée ne dépasse pas les 10m. Une grande échelle (1/1000) a donc pu être choisie pour mieux discerner sa biomorphologie. Plusieurs campagnes de reconnaissances ont été effectuées dans le but d'acquérir des informations complètes.

Ce travail, réalisé pour la première fois, met en évidence la parfaite harmonie qui règne dans l'anse de Kouâli. La quasi-absence de l'activité anthropique, sa situation stratégique et sa morphologie abritée, font d'elle un site exceptionnel. Sa partie sous-marine présente une végétation dense et diversifiée. La phanérogame marine *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile, endémique de la méditerranée, occupe 65% de sa surface, atténuant localement les forces de l'hydrodynamisme.

La posidonie est constituée de tiges rampantes (plagiotropes) ou dressées (orthotropes) désignées sous le nom de rhizomes (BOUDOURESQUE & JEUDY DE GRISSAC, 1983).

Ces rhizomes croissent verticalement de sorte que l'enchevêtrement qu'ils forment, avec les racines et les sédiments piégés qui viennent combler les interstices, permet l'édification d'une structure appelée matte (MOLINIER & PICARD, 1952b; PERES & PICARD, 1964).

Dans l'anse de Kouâli, ces mattes ont pu croître de telle manière que les extrémités des feuilles viennent affleurer la surface d'où constitution d'un «récif-barrière» (MOLINIER & PICARD, 1952a, 1952b) à 55m du rivage. Ce récif-barrière, même s'il n'est pas spécialement caractérisé par une composition faunistique ou floristique particulière, est l'expression d'un équilibre parfait entre la vie et les conditions de milieu non perturbé par l'activité humaine (BOUDOURESQUE *et al*, 1990).

Malheureusement, ce paysage marin est en voie d'extinction en Méditerranée, car il présente une grande sensibilité aux perturbations artificielles tels que les grands ouvrages portuaires, les importants aménagements littoraux (complexes...), le piétinement et l'arrachement par l'encrage des embarcations.

Il est donc nécessaire de protéger ce récif-barrière en établissant un système de surveillance (balisage, cartographie...) qui va permettre de suivre avec précision son évolution (BOUDOURESQUE *et al*, 1975; AUGIER & NIERI, 1988). Ce récif isole derrière lui un «lagon» occupé par d'autres phanérogames constituant une prairie à *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson et *Zostera noltii* Horneman qui se trouve entre 5-16m du trait de côte.

Le but de ce présent travail est de cartographier et d'interpréter le plus fidèlement possible, aussi bien le côté terrestre que le côté sous-marin, l'anse de Kouâli sur le plan morphologique, sédimentologique et biologique. L'étude morphologique se base sur l'étude

T

bathymétrique, la délimitation du trait de côte, de l'arrière-plage, du couvert végétal et du chenal de passe (structure érosive dans la matte de posidonie).

L'étude sédimentologique permet l'analyse du sédiment, sur le plan granulométrique, calcimétrique et morphoscopique.

L'étude biologique donne le moyen de répartir les biocénoses des différents étages et en particulier l'étage infralittoral.

Enfin, cette carte biomorphosédimentologique «instantanée» de la situation actuelle, devrait permettre à l'avenir de suivre l'évolution de ce site et de proposer des approches de protection et d'aménagement.

GENERALITES

1. Situation géographique:

L'anse de Kouâli est située dans la baie de Bou-Ismaïl à 70 km à l'Ouest d'Alger. Cette baie est orientée Sud-Ouest à Nord-Est et délimitée par Ras-Acrata à l'Est, le mont Chénoua à l'Ouest, la plaine de la Mitidja au Sud et la Méditerranée au Nord. Elle s'étend de 2°25' à l'Ouest à 2°55' à l'Est, sur une surface de 350km² et avec ouverture de 40km.

Son plateau continental présente une extension maximale au niveau de l'embouchure du Mazafran (11km) et une valeur minimale au niveau du massif du Chenoua (4km) (LECLAIRE, 1972). (Fig.1)

Les principaux oueds qui se déversent dans la baie de Bou-Ismaïl sont l'oued Nador à l'Ouest et l'oued Mazafran à l'Est.

Délimitée à l'Ouest par le village C.E.T de Tipaza, l'anse de Kouâli (ex-ferme Monchy) occupe une surface de 5km². Le réseau hydrographique qui y débouche est constitué de:

- L'oued Gasbayan à l'Ouest
- Un petit cours d'eau au centre reliant l'oued Seris et l'oued Hadjidjid
- Un ravin à l'est

Par ailleurs, la présence d'un goulet qui protège l'anse des houles de secteur Nord d'une part, et l'existence d'un îlot rocheux de grès calcaire et d'un récif-barrière de *Posidonia oceanica* d'une autre part, ménagent une zone de calme hydrodynamisme (Boumaza, 1993).

2. Le cadre de la géologie locale:

L'anse de Kouâli se situe dans la région côtière du littoral Ouest algérois au pied d'un complexe plio-quadernaire connu sous le nom de bourrelet sahélien. Ce dernier est limité à l'Ouest par l'ossature primaire qu'est le massif de Bouzaréah et par la dépression synclinale de la plaine de la Mitidja au Sud (SAOUDI, 1989; BETROUNI, 1983).

Une coupe (Fig.2) réalisée par SAOUDI (1989) à 500m à l'Est du C.E.T permet la localisation d'une terrasse marine d'âge sicilien quasi-continue depuis 30m jusqu'à 120m d'altitude. Elle est caractérisée par un faciès à poudingues et lumachelles à pétoncles ainsi qu'un faciès à grosses coquilles d'huîtres.

Le thyrrénien se présente, du point de vue stratigraphique, sous forme de grès dunaire constituant le substratum de l'anse de Kouâli..

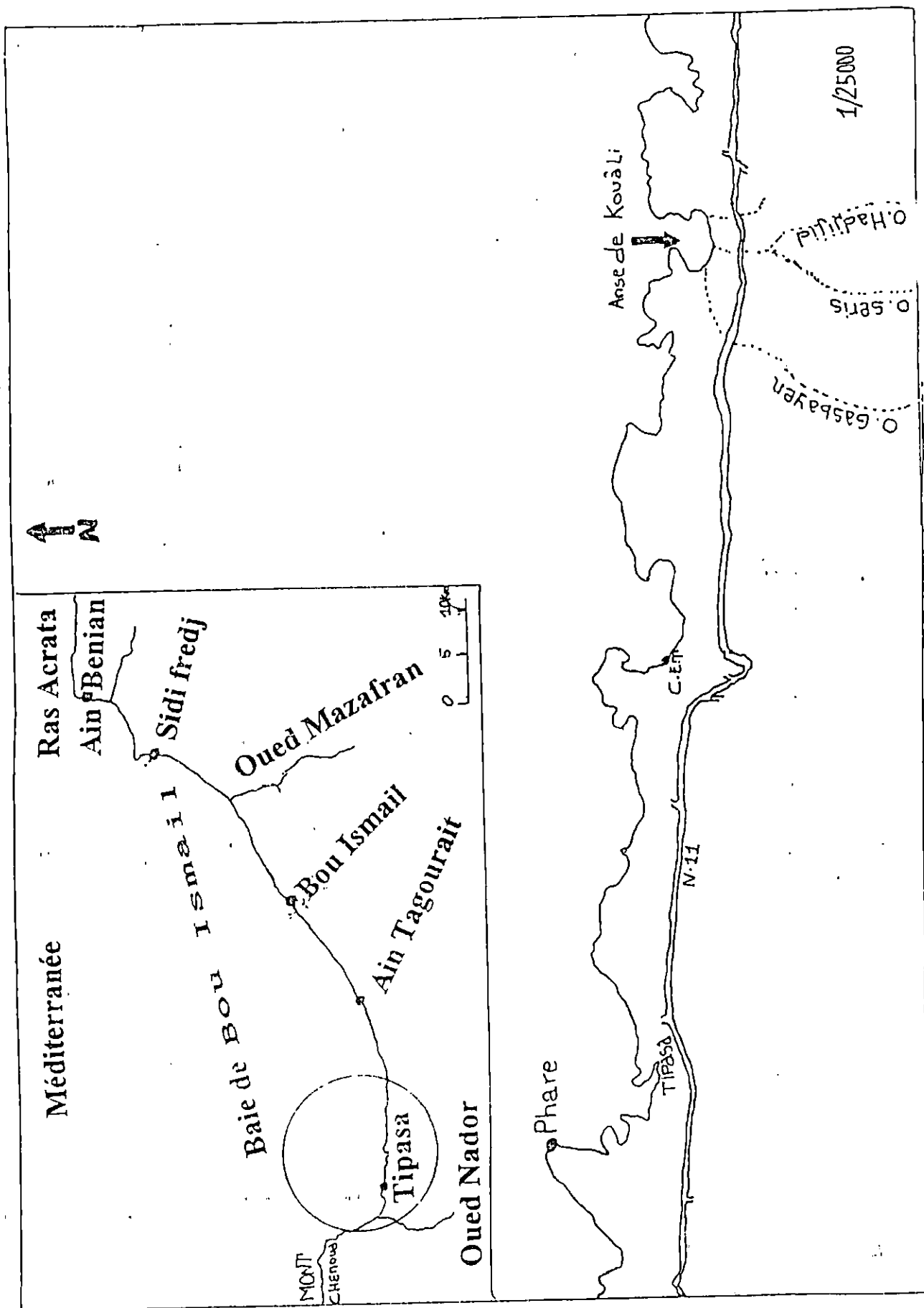


Figure 1 : Localisation géographique de la zone d'étude

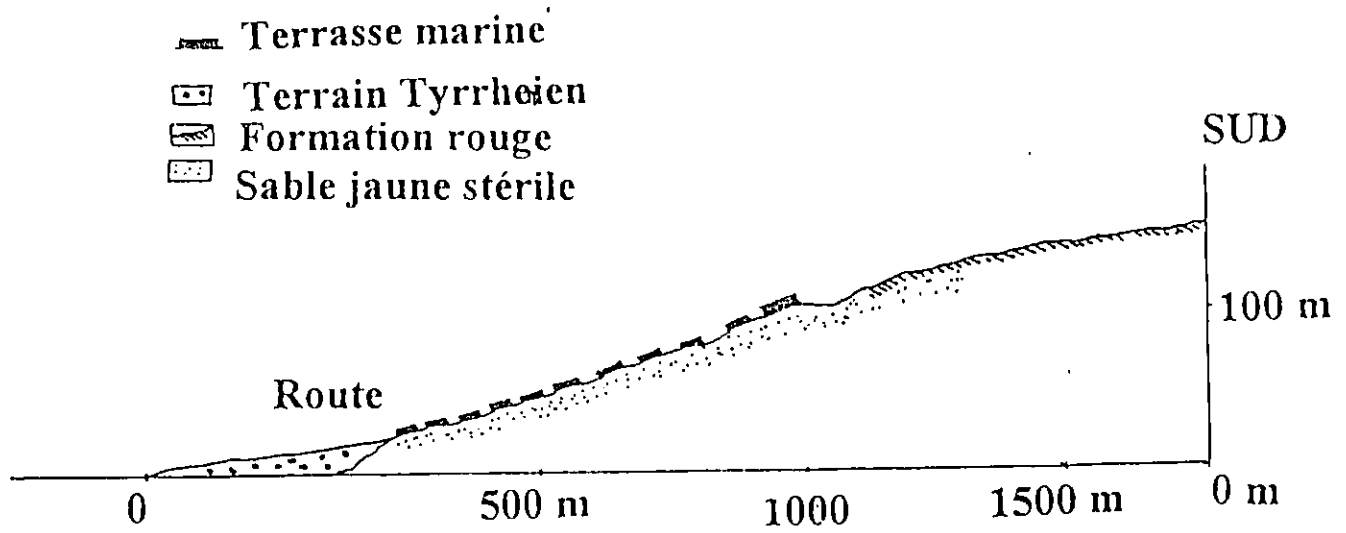


Figure 2 : Coupe géologique de Kouâli (selon SAOUDI, 1989)

3. Les données climatiques:

3.1. Les houles:

La houle est une oscillation superficielle du plan d'eau. En liaison avec l'orientation de la baie de Bou-Ismaïl, les houles hivernales de direction Ouest et Nord-Ouest arrivent perpendiculairement à la côte engendrant une remise en suspension de matériel dur existant dans le matériel en place. Ces houles montrent une fréquence de 30% et une amplitude supérieure à 1m.

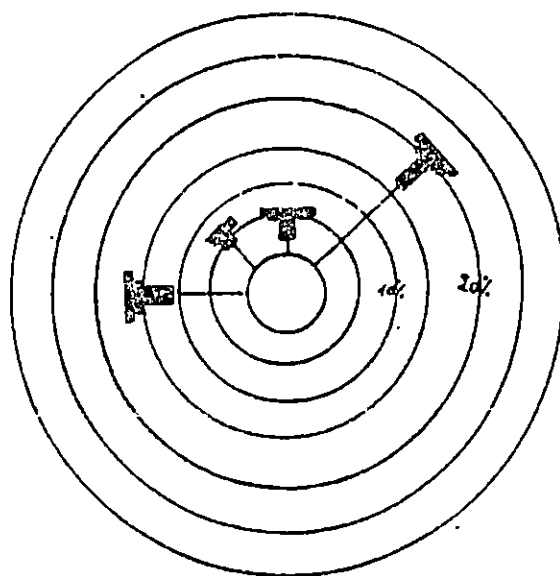
Par contre, en été, les houles sont de direction Nord-Est et sont tangentielles à la côte, entraînant une dérive littorale de l'Est vers le Sud-Ouest qui s'accompagne par un engraissement du rivage. Elles sont associées à des fréquences de 23% et à des amplitudes le plus souvent inférieures à 1m (BRAIK, 1989). (Fig.3)

3.2. Les courants:

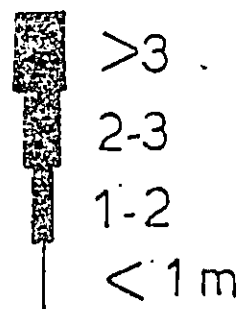
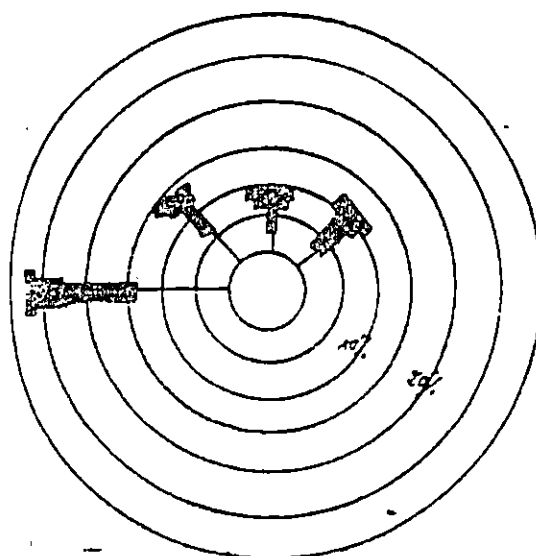
La côte algérienne est parcourue par un courant d'origine Atlantique de direction Ouest Est. Il demeure au contact de la côte sous l'effet de la force de Coriolis et du régime des vents. Sa vitesse varie de 0.5 à 1m/s le long de la côte algéroise. Cependant, il crée des contre-courants littoraux de direction Nord-Est vers Sud à Sud-Ouest (DEGIOVANNI, 1973).

Au niveau de l'anse, la présence d'une passe (goulet), entraîne l'augmentation de l'hydrodynamisme dû à la concentration de l'énergie du courant. Il en résulte une érosion du fond de l'herbier à posidonie qui aboutit à la formation d'un chenal parallèle aux lignes de forces appelées «chenal de passe» (CLAIREFOND & JEUDY DE GRISSAC, 1979). D'une autre part, l'action effective des courants de fonds donne naissance à des rides ou «ripple-marks» visibles au niveau du chenal de passe.

été



hiver



amplitude

Figure 3: Roses de la houle au large de la baie de BOU-ISMAIL

données de l'U. S. Naval weather 1963-1970

MATERIEL ET METHODES

1. La morphologie:

La cartographie morphologique a pour objet la description et l'explication du relief de la terre, continental et sous-marin. Elle est fondée sur de nombreux levés de terrain et sur l'exploitation des données.

1.1. La partie continentale:

1.1.1. Le trait de côte, l'arrière plage et la limite supérieure de la végétation:

L'établissement du trait de côte, de l'arrière plage et de la limite supérieure de la végétation ont été réalisés par les mêmes méthodes et le même matériel, lors de 6 sorties sur le terrain (cf. plan de sortie).

Le calcul des angles et des distances a été fait à l'aide d'un théodolite (type WILD) et d'une mire, à partir d'un point fixé sur le terrain (base de protection civile «SA»).

La première position du théodolite est appelée «SA», et dès que la portée limite est atteinte en un autre point, le positionnement de ce dernier est calculé à partir du point précédent.

En joignant les différents points, la carte finale est obtenue.

1.1.2. Les profils:

Le calcul des distances et des dénivellations des 10 profils de plage a été exécuté à l'aide d'un théodolite et d'une mire.

1.2. La partie sous-marine:

1.2.1. Les profils des petits fonds marins:

Les profils marins ont été exécutés selon des transects dans la partie du lagon (pré-récif). Ces transects ont été réalisés par le déroulement d'un pentadécamètre (pour l'identification des biocénoses et le positionnement de leur limite), et à l'aide d'une barre métallique de 2.5m graduée tous les 10cm (pour la mesure des profondeurs).

1.2.2. La bathymétrie:

La bathymétrie a été réalisée en 2 étapes:

a)-La première étape: pour les profondeurs supérieures à 1m, à l'extérieur du récif-barrière.

Elle a été exécutée en une sortie, à bord d'un zodiaque muni d'un échosondeur (type Royal-model RF320R12V) ayant pour rôle l'enregistrement du signal réfléchi par le fond, d'un

sabot collecté à l'échosondeur par un tangon portant en sa partie inférieure un dispositif d'émission et de réception immergé à 30 cm de profondeur.

Deux théodolites placés sur terre nous permettent de positionner le début et la fin de chaque radiale. Etant donné l'agitation de la mer (houle Nord-Est) et la dérive du zodiaque, les radiales obtenues ne suivent pas le même balayage choisi.

b)-La deuxième étape: pour les profondeurs situées entre 0.1 et 1m , à partir du récif-barrière jusqu'au trait de côte.

Elle a été accomplie à l'aide d'un fil à plomb gradué tous les 10 cm. En reliant les points des différentes profondeurs, la carte bathymétrique est obtenue.

1.2.3. Le chenal de passe:

La délimitation du chenal au niveau de la passe d'entrée de l'anse a été réalisée à l'aide d'une bouée de signalisation, maintenue à la verticale du fond par un plongeur. Le positionnement des points a été obtenu par deux théodolites.

2. La sédimentologie:

La sédimentologie est «la géologie des dépôts sédimentaires» (CHAMLEY, 1987). Elle permet de connaître l'origine des composants sédimentaires (carbonates, silicates...), leurs caractères (granulométrie, morphoscopie...), leurs processus de mise en place (transport, mécanismes de sédimentations.), ainsi que leur milieu de dépôt. De ce fait, la sédimentologie reconstitue au cours du temps, l'évolution de ces milieux et de leur climat.

2.1. La granulométrie:

L'analyse granulométrique sert à déterminer la distribution des poids des particules des matériaux suivant leurs dimensions. Ces particules sont assimilées lors des mesures à des sphères de volume équivalents.

Elle permet, par ailleurs, d'obtenir des courbes et paramètres granulométriques d'un ou de plusieurs échantillons aidant à caractériser les milieux de sédimentation.

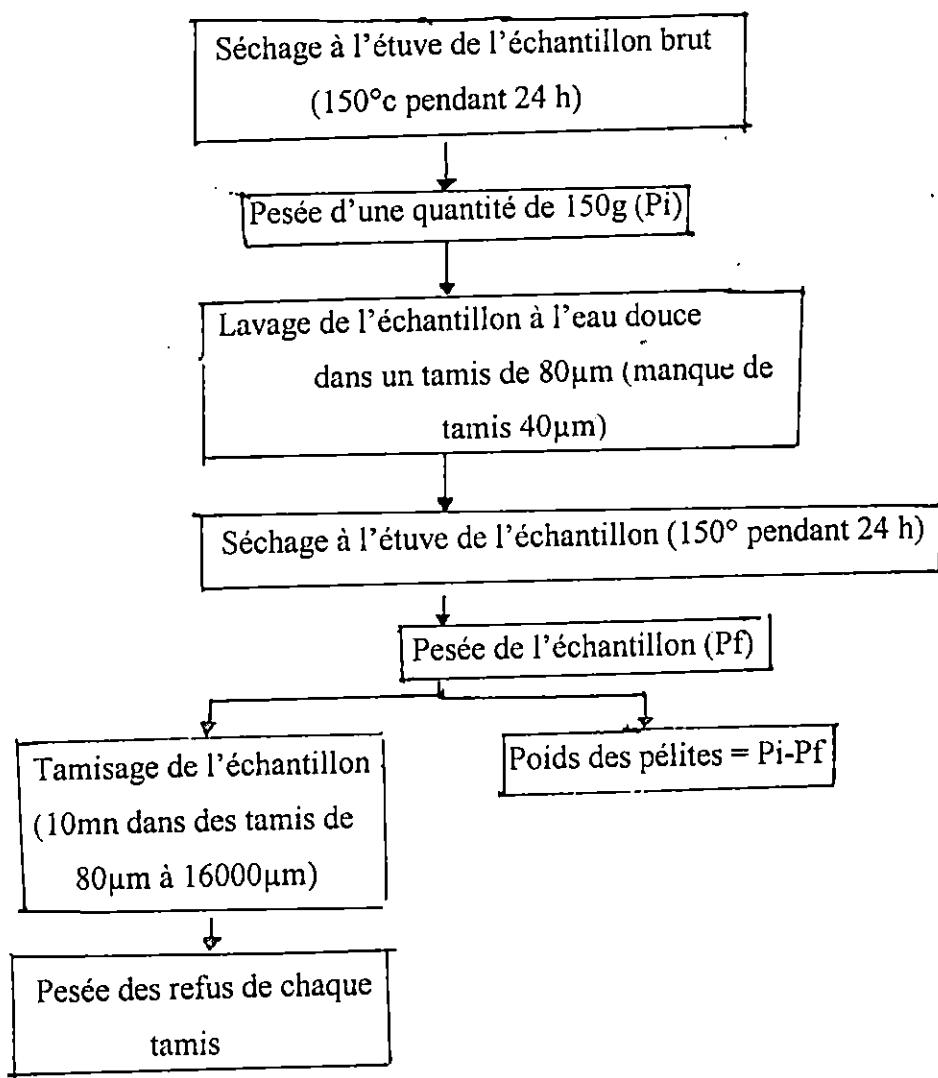
2.1.1. Prélèvement des échantillons:

Dix-sept échantillons ont été prélevés dans la plage aérienne, en fonction de profils, de la dénivellation et de la morphologie de la plage.

Pour le milieu marin, nous avons réalisé une carte théorique des stations de prélèvement réparties selon des mailles 20m (Est - Ouest) x 30m (Sud- Nord) ; les prélèvements au nombre de 14 n'ont été effectués que dans les stations dépourvues de phanérogames marines.

2.1.2. Analyses au laboratoire:

Elle se fait comme suit:



2.1.3. Traitements des données:

Les données des analyses granulométriques représentées sous forme d'histogrammes de fréquence et de courbes cumulatives, permettent d'évaluer la dominance d'une ou de plusieurs fractions dans un même échantillon. Ceux-ci sont appelés les modes. Ainsi on distingue trois types de courbes (RIVIERE 1977):

- Courbe unimodale: C'est la dominance d'un seul stock sédimentaire.
- Courbe bimodale: C'est la dominance des deux stocks sédimentaires.
- Courbe plurimodale: C'est la dominance de plusieurs stocks sédimentaires

Par ailleurs les courbes cumulatives aident à mesurer les indices granulométriques suivants:

- **La médiane (Q50)**: Elle correspond à l'abscisse qui a pour ordonnée la valeur 50%
- **Le premier quartile (Q25)**: Il correspond à l'abscisse qui a pour ordonnée la valeur 25%
- **Le troisième quartile (Q75)**: Il correspond à l'abscisse qui a pour ordonnée la valeur 75%

- **Le décile inférieur (P 10):** Il correspond au diamètre du grain dont l'ordonnée est 10%. Il indique les zones de dynamisme minimale.

- **Le décile supérieur (P 90):** Il correspond au diamètre du grain dont l'ordonnée est 90%. Il indique les zones de dynamisme maximal.

- **Indice de dispersion de TRASK ou indice de classement (So):**

$$So = (Q75/Q25)^{1/2}$$

Il permet de connaître la dispersion des tailles par rapport à la moyenne de l'échantillon (BERTHOIS, 1975) selon les limites suivantes:

<u>Indice</u>	<u>Signification</u>
$So < 2.5$	Sédiment très bien classé
$2.5 < So < 3.5$	Sédiment normalement classé
$3.5 < So < 4.5$	Sédiment assez bien classé
$So > 4.5$	Sédiment mal classé

- **Indice d'asymétrie ou de SKEWNESS (Sk):**

$$Sk = (Q25 \times Q75) / (Q50)^2$$

Il permet d'évaluer la prépondérance ou non des particules fines ou grossières par rapport à la moyenne de l'échantillon, selon les limites suivantes:

<u>Indice</u>	<u>Signification</u>
$Sk > 1$	Asymétrie du côté grossier
$Sk = 1$	Symétrie par rapport à la médiane
$Sk < 1$	Asymétrie du côté fin

- **Le facteur hydrodynamique (Fh):**

Il nous renseigne sur l'aptitude du sédiment au transport exprimé:

$$Fh = ((\Phi_{95} - \Phi_5) / 2.44 (\Phi_{75} - \Phi_{25})) - (\Phi_{75} - \Phi_{25}) / 2$$

Selon les limites suivantes (BERTHOIS, 1975):

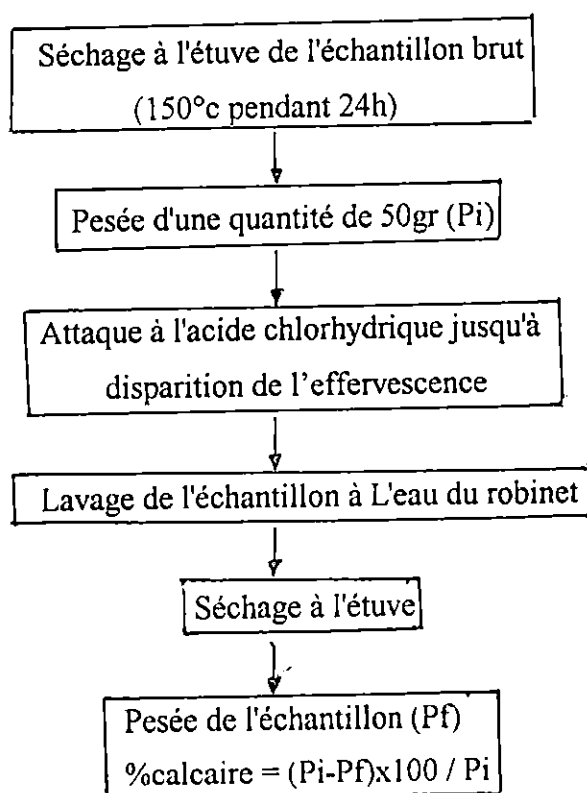
<u>Indice</u>	<u>Signification</u>
---------------	----------------------

Fh>0	Hydrodynamisme actif
Fh=0	Hydrodynamisme nul
Fh<0	Hydrodynamisme faible

2.2. La calcimétrie:

L'attaque à l'acide chlorhydrique dilué à 30% dans de l'eau distillée, permet de connaître et de mesurer l'importance de la fraction calcaire dans le sédiment.

Après le choix de 10 échantillons représentatifs en rapport avec le débit des oueds et la morphologie de l'anse, on procède comme suit:



2.3. La morphoscopie:

Les grains de sable sont examinés à l'aide d'une loupe binoculaire et éclairés par une source lumineuse ponctuelle. On peut ainsi observer, à sec, leurs formes, leurs éclats et leurs couleurs. Pour cela, on choisit les mêmes échantillons que ceux utilisés pour la calcimétrie et on prend 50 grains au hasard pour chacun d'eux. Les résultats obtenus sont exprimés en pourcentages.

3. La carte biocénotique:

Le but du présent travail est de cartographier et d'interpréter la répartition des biocénoses dans l'anse de Kouâli. Douze transects correspondants aux profils des petits fonds marins permettent d'établir la répartition des phytocénoses pré-récifales.

Etant donné l'importance qu'occupe l'herbier à posidonie dans l'anse de Kouâli on a jugé nécessaire de cartographier sa limite supérieure. Ceci a été fait grâce à une bouée de signalisation maintenue à la verticale du fond par un plongeur. Le positionnement des points se fait à l'aide de deux théodolites placés à terre. En joignant les différents points, la limite supérieure de l'herbier est obtenue.

RESULTATS ET DISCUSSION

Plan de sorties

DATE	REALISATION
28/04/96	Etablissement du trait de côte et arrière-plage
5/05/1996	Etablissement du trait de côte et arrière-plage
14/05/96	Etablissement des profils terrestres Prélèvement des échantillons terrestres.
20/05/96	Bathymétrie pour les grandes profondeurs
22/05/96	Bathymétrie pour les petites profondeurs
15/06/96	Etablissement du trait de côte et du trottoir. La bathymétrie.
02/06/96	Délimitation de la végétation.
16/06/96	Délimitation de la végétation.
25/06/96	Etablissement des profils terrestres.
03/07/96	Etablissement du trait de côte et du trottoir
04/07/96	Les prélèvements sous-marins.
05/07/96	Les prélèvements sous-marins.
12/08/96	Etablissement des transects (profils sous-marins).
19/10/96	Prise de photos
29/10/96	Délimitation du chenal de passe

1. La morphologie:

Longue et large d'environ 250m, l'anse de Kouâli s'enfonce en pente douce vers le large; à l'entrée de l'anse la profondeur est déjà de 8m. La plage excavée au fond de l'anse est encadrée par deux pointes de grès dunaires consolidés.

La description morphologique de l'anse s'est faite en 2 parties:

- La partie continentale
- La partie sous-marine






Les résultats obtenus sont dans la figure 4

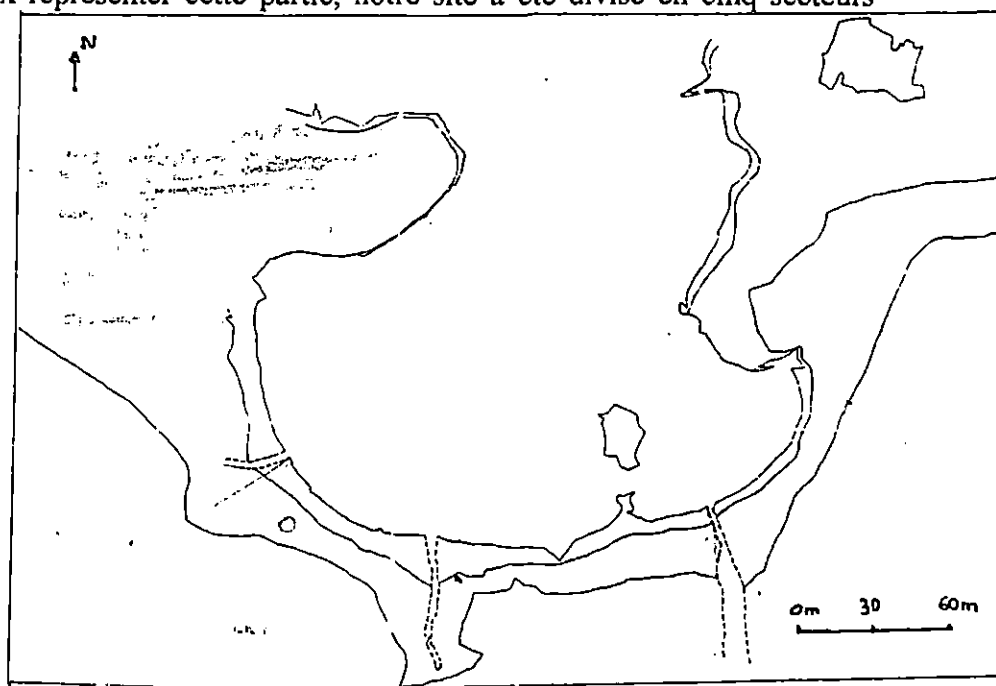
1.1. La partie continentale:

Pour mieux représenter cette partie, notre site a été divisé en cinq secteurs

(Fig.5):

Figure 5 : Les secteurs terrestres

-  Secteur A
-  Secteur B
-  Secteur C
-  Secteur D
-  Secteur E



selon la morphologie de l'anse.

1.1.1. Le couvert végétal:

Il occupe les secteurs B,C,D. Sa limite inférieure coïncide avec la limite supérieure de l'arrière-plage (Fig.6). Il surplombe une crête de 3.72m d'altitude formée par une dune littorale (Fig.7). Cette végétation de type continentale, *Pistascia lentiscus* (Amacardiacees) et *Olea europea*, a un rôle important dans la fixation du sol (OTTOMAN,1964).

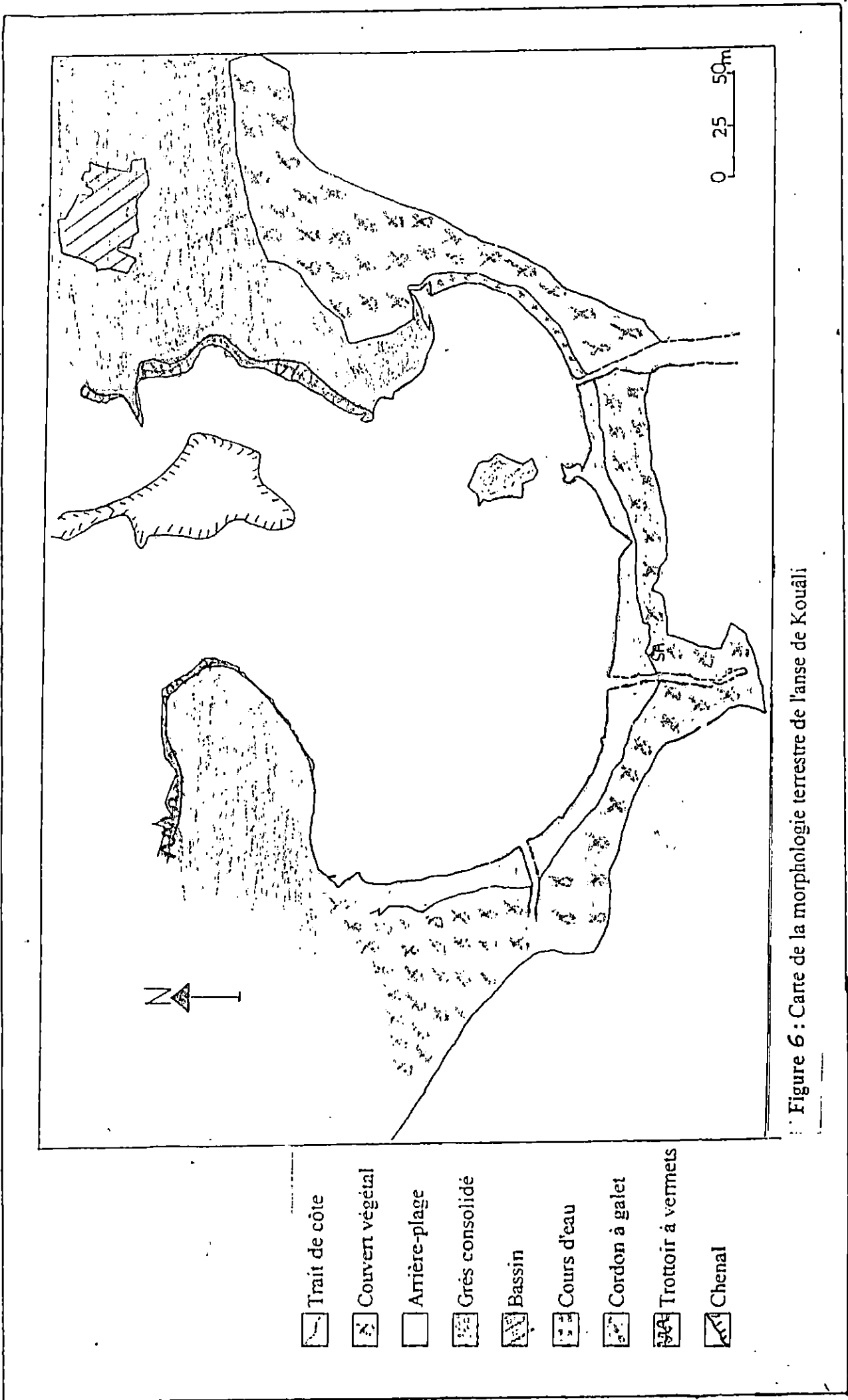


Figure 6 : Carte de la morphologie terrestre de l'anse de Kouali

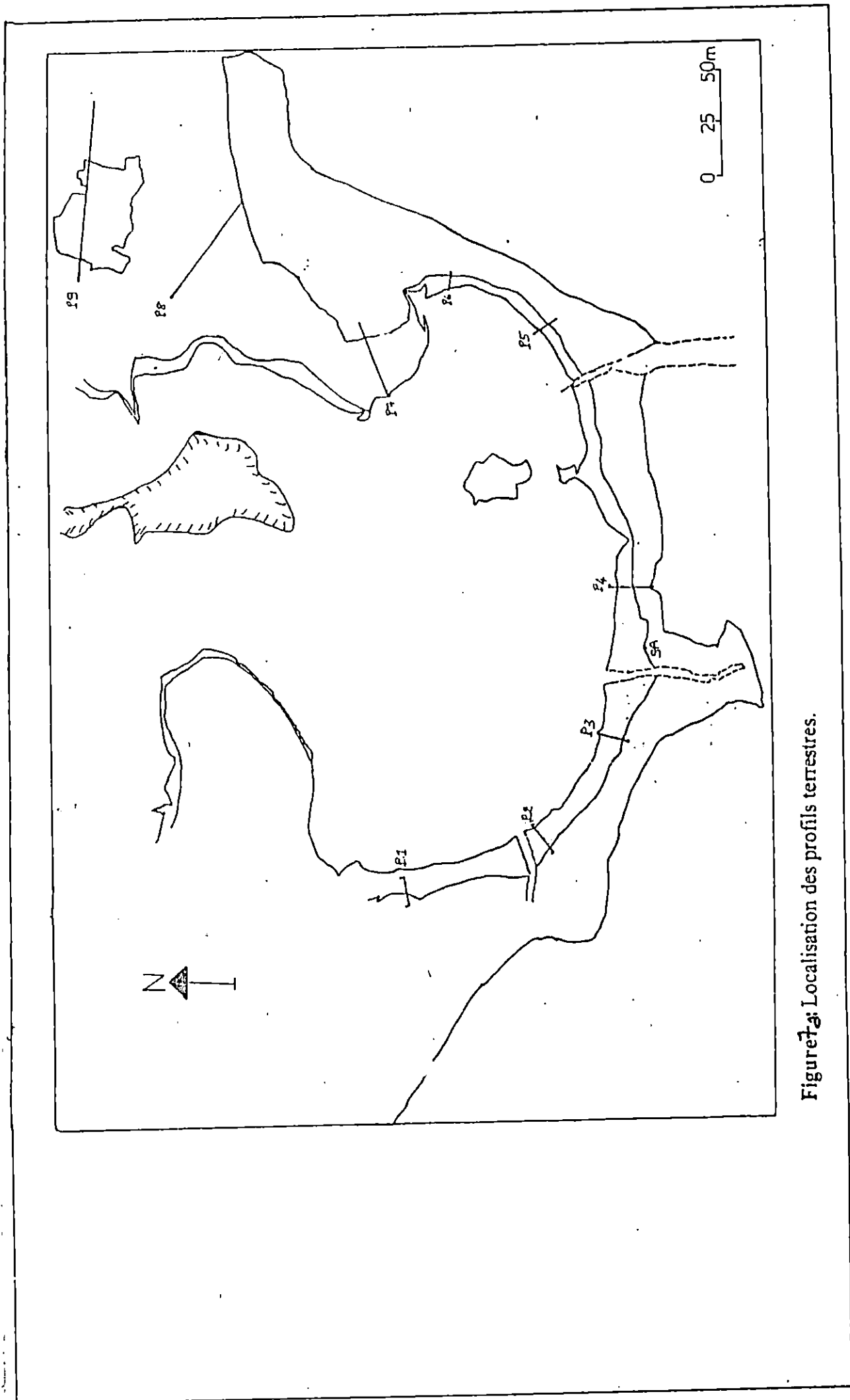


Figure 7a: Localisation des profils terrestres.

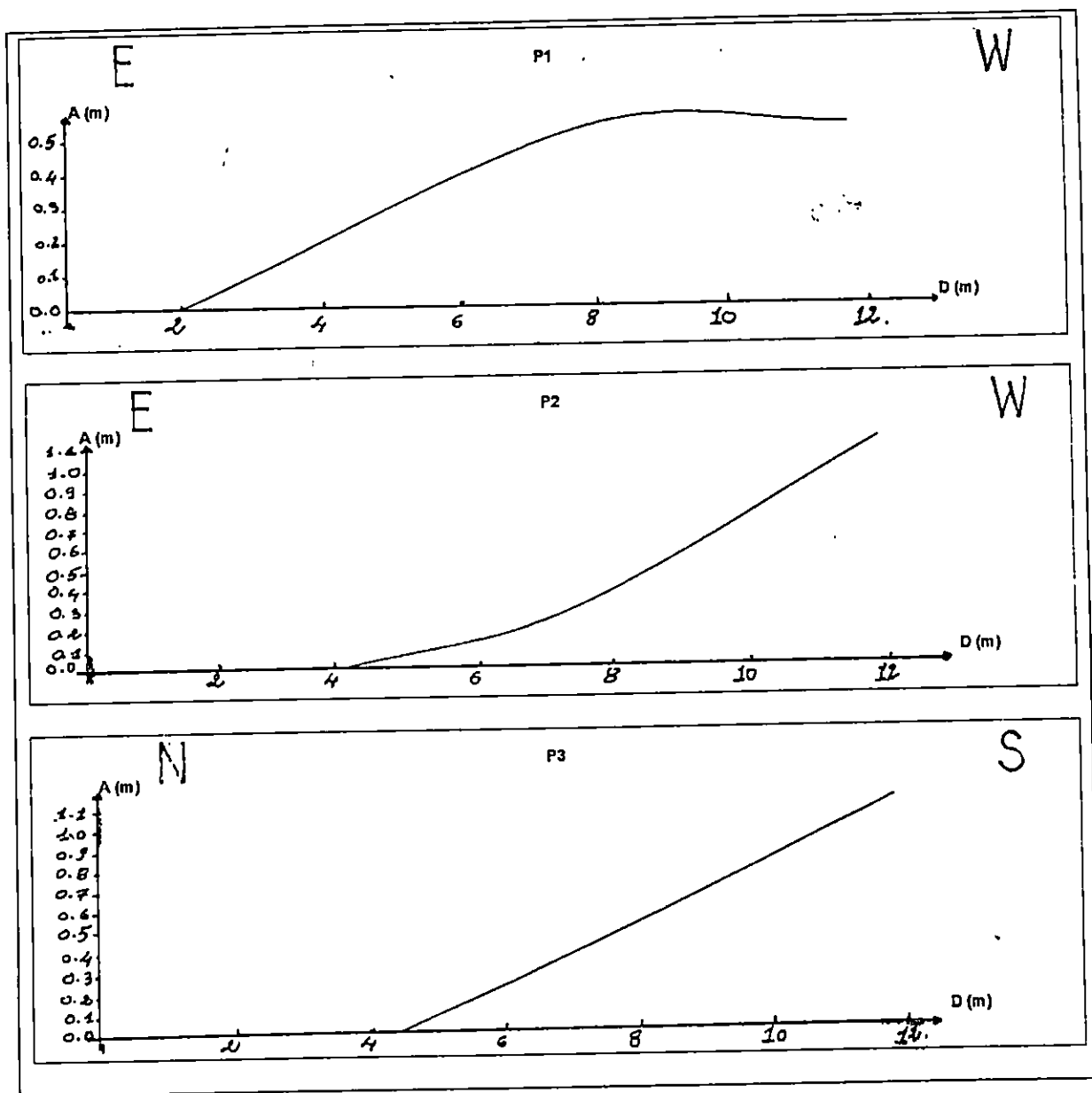


Figure 7/6: Profils terrestres.

D (m) : Distance en mètre.

A (m) : Altitude en mètre.

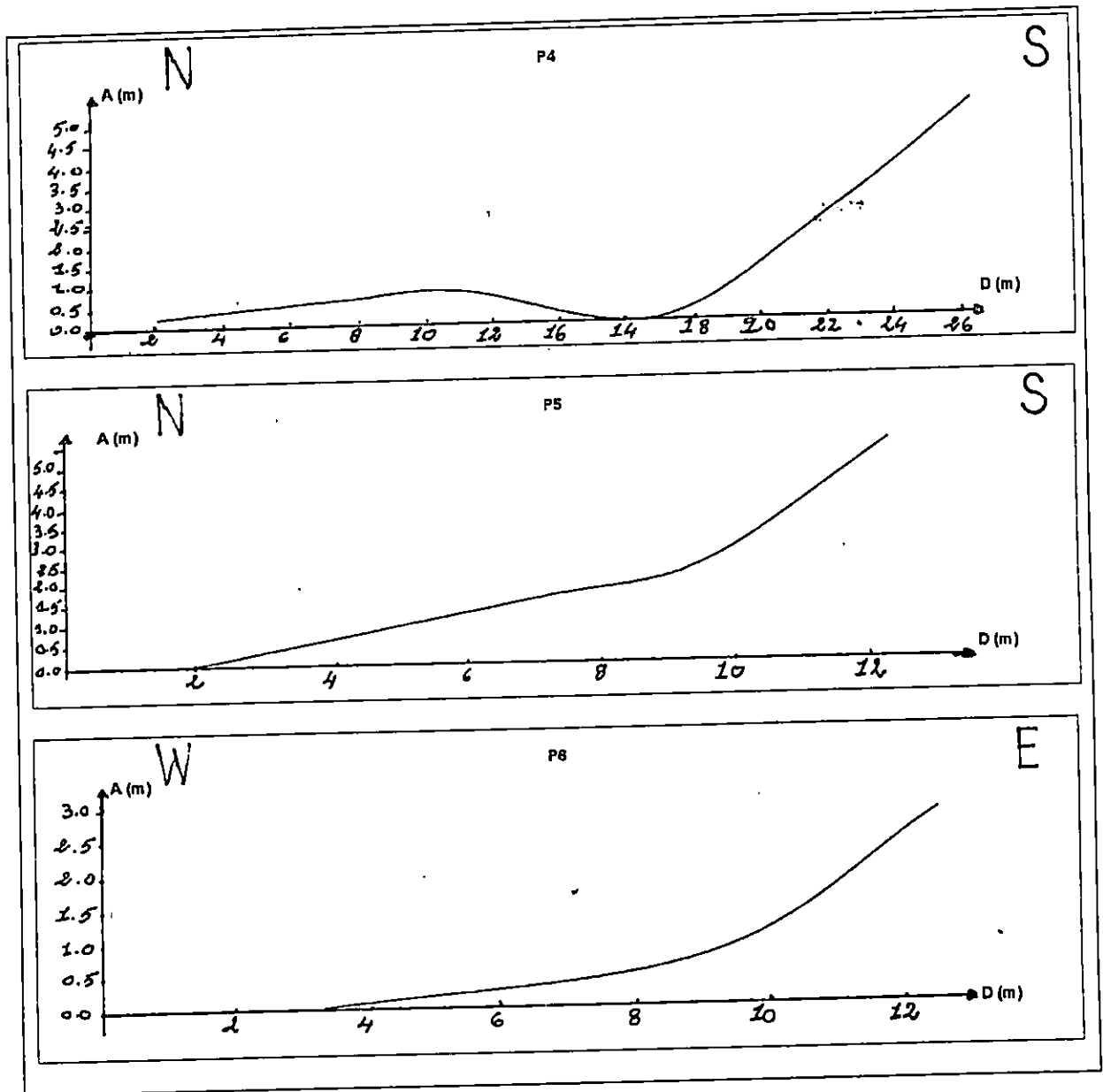


Figure 7b: Profils terrestres (suite).

D (m) : Distance en mètre.

A (m) : Altitude en mètre.

1.1.2. L'arrière plage:

C'est la zone qui s'étend du pied des dunes (limite supérieure) à la ligne de rivage (limite inférieure) (Fig.6). La limite supérieure est marquée par une rupture de pente d'environ et par l'absence de la végétation. La largeur de la haute plage est liée à la pente moyenne de la plage, elle est en moyenne de 8m dans le secteur C et 6m dans le secteur D. Elle est bien développée pour des pentes faibles (16m en moyenne dans le secteur B) (Fig.7). Les secteurs B et C sont occupés par des plages de sables fins à grossiers (cf.à la sédimentologie) alimentés par le jet de rive, les apports terrigènes et la désagrégation des grés. Le secteur D est caractérisé par un cordon à galets de 9m de longueur; provenant soit de la destruction des roches littorales avoisinantes, soit des apports continentaux du troisième oued (TRICART,1977) dont le débit dépend des vicissitudes du climat. Dans le secteur C, une légère avancée du trait de côte (1m) est remarquée, qui se prolonge vers le platier rocheux. Ce dernier, ménage une zone de calme hydrodynamisme, permettant une accumulation des sédiments plus importante au niveau de la ligne de rivage (GUILCHER,1957).

Notons aussi, que les feuilles de *Posidonia oceanica* après leur chute, sont exportées vers la côte où elle s'accumulent sous forme de «banquettes» putrides d'environ 70cm d'épaisseur. Ces banquettes, constituées d'un mélange de feuilles, de fibres de posidonie, de sédiments et d'eau, forment un véritable bouclier contre l'érosion de la plage (JEUDY DE GRISSAC & AUDOLY,1985; JEUDY DE GRISSAC,1984).

1.1.3. Les grés dunaires:

L'anse de Kouâli présente deux importantes grésifications apparentes au niveau de son goulet (secteur A et secteur E). Ce sont des grés calcaires consolidés de couleur marron, liée à la présence de fer (Fig.6). Leur épaisseur varie de 0 à 4m au-dessus du niveau marin.(Fig.7). Ces grés sont soumis à des mécanismes érosifs littoraux à effets spectaculaires. Le déferlement des vagues sur eux entraîne leur désagrégation. Ses effets de pressions et chocs, lors du jet de rive et de succion, lors du retrait sur les fissures existantes dans les grés, entraînent l'arrachement des parois de ces derniers (DERRUAU,1974).

Par ailleurs, les actions chimiques et biochimiques ont un rôle important dans le façonnement des grés. L'action du sel et des microorganismes telles que les littorines (mollusques gastéropodes) et les algues endolithes, se traduit par la formation de zones extrêmement déchiquetées qu'on appelle «lapiez» aux arêtes aigues parfois tranchantes. Les vasques de corrosion ou cuvettes de dissication y sont bien développées, et sont dues à l'action combinée

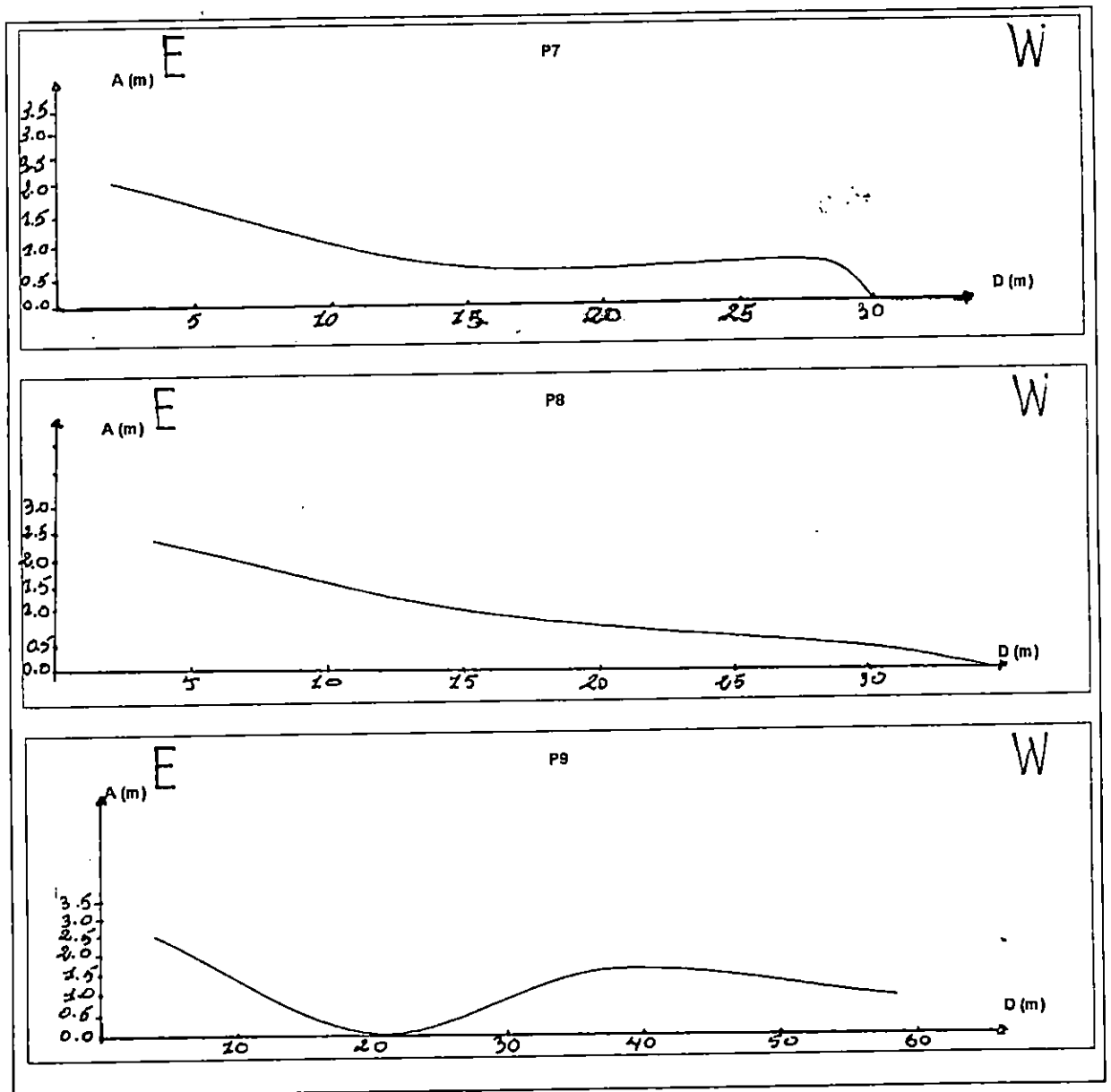


Figure 7b Profils terrestres (suite et fin).

D (m) : Distance en mètre.

A (m) : Altitude en mètre.

T

de la corrosion par l'eau d'aspersion, la désagrégation par haloclastisme et par les cyanophycées (algues bleues) (TRICART, 1977).

Ces cuvettes permettent, en été, la cristallisation du sel apporté par l'eau de mer. Plusieurs encoches caractérisent les grés du secteur A où leur développement est favorisé par l'étroitesse du trottoir et l'intense activité hydrodynamique. Ces encoches peuvent être responsables de son écroulement.

Dans le grés du secteur E, se trouve un bassin permanent alimenté d'eau de mer par vagues de tempêtes, résultant de l'exploitation d'une ancienne carrière.

1.1.4. Les plate-formes ou trottoir:

Au pied des grés consolidés (secteur A et secteur E) et au niveau de la mer (Fig.6), se forme un trottoir continu en partie recouvert par le déferlement des vagues. Il est édifié par une association étroite entre une algue calcaire corallinée *Néogoniolithon notarisii* (Dufour) Setchell et Mason et un gastéropode prosobranch de la famille des vermétidés, *Dempromma* (*Novastoa*) *petraeum* (Monterosato), souvent désigné dans la littérature sous le nom de *Vermetus cristatus* Biondi (PERES & PICARD, 1952).

Ces trottoirs sont des structures biogéniques littorales, thermophiles qui apparaissent dans la partie méridionale et Sud-orientale de la Méditerranée (Algérie, Israël, Sicile) (MOLINIER & PICARD, 1953; PANDOLFO *et al*, 1992). Ces plate-formes sont composées de 3 parties (MOLINIER & PICARD *in* PANDOLFO, 1992):

- Une partie externe en forme de mamelon rocheux exposée aux déferlement des vagues.
- Une cuvette toujours recouverte d'eau qui donne lieu, en été, à des flaques sursalées. Elle constitue un habitat préférentiel pour des espèces tels que les chitonidés et les micro-gastéropodes.
- Une partie inférieure reproduisant partiellement la partie extérieure.

Ces formations ont une grande tolérance aux conditions climatiques locales et une grande sensibilité à la turbidité de l'eau et la pollution chimique et biologique (PERES & PICARD, 1964).

Ils sont en outre très sensibles à la pression humaine. La cartographie de ce paysage marin et le classement de ce bioconcrétionnement en monument naturel permettra sa meilleure protection (BOUDOURESQUE *et al*, 1990. BELLAN-SANTINI *et al*, 1994).

Le trottoir du secteur A (4m valeur maximale) est moins large que celui du secteur E (10m valeur maximale) à cause de l'action des houles Nord-Est qui brise son extrémité. Il a un rôle important dans la redistribution des attaques corrosives. Quelques trous souffleurs sont






+

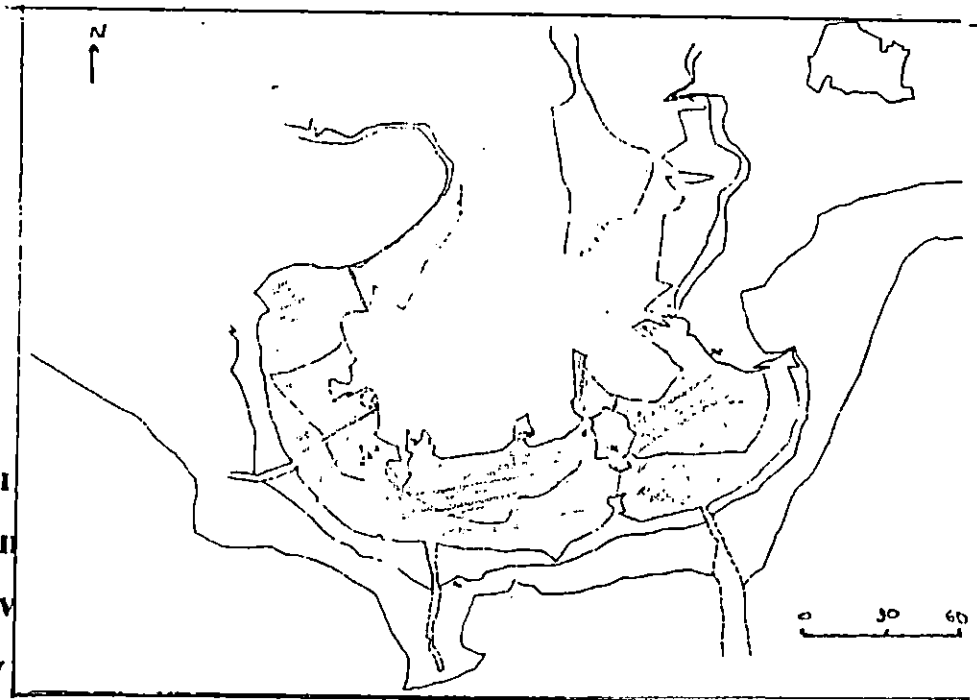
remarqués, indiquant l'importance du démentellement de son substrat (DALONGEVILLE, 1986).

1.2. La partie sous-marine:

Du point de vue morphologique (Fig. 8) la partie sous-marine de l'anse de Kouâli peut être divisée en 3 ensembles caractéristiques (Fig.9) :

Figure 9 : Les secteurs marins

-  Sécteur I
-  Sécteur II
-  Sécteur III
-  Sécteur IV
-  Sécteur V



- Le premier ensemble: du trait de côte jusqu'à la limite supérieure de l'herbier à *Posidonia oceanica* (sécteur I, II, III)
- Le deuxième ensemble: L'herbier à posidonie (sécteur IV)
- Le troisième ensemble: Le chenal de passe (sécteur V)

1.2.1. Le premier ensemble:

Il correspond à la plage sous-marine, qui s'étend de la ligne moyenne des hautes mers (trait de côte) jusqu'à la limite supérieure de l'herbier à posidonie (en moyenne 55m du rivage). La carte bathymétrique (Carte.1 et Fig. 10) et les profils marins (Fig. 11) montrent une topographie du fond assez irrégulière.

Le fond marin du Sécteur I, large de 50m, est formé par un substrat rocheux tapissé de galets. Il descend en pente douce (30%) jusqu'à la limite supérieure de l'herbier à posidonie où la profondeur remonte à 0.60m. La profondeur dans le Sécteur II est variable (0.10-0.70m) car le fond est assez accidenté. Le Sécteur II constitue avec le Sécteur III le «*daigon*» qui est recouvert par une importante prairie mixte à *Cymodocea nodosa* et *Zostera noltii* sur matre, de litière (dépôt de feuilles mortes de posidonie), de sable et de quelques galets et roches qui

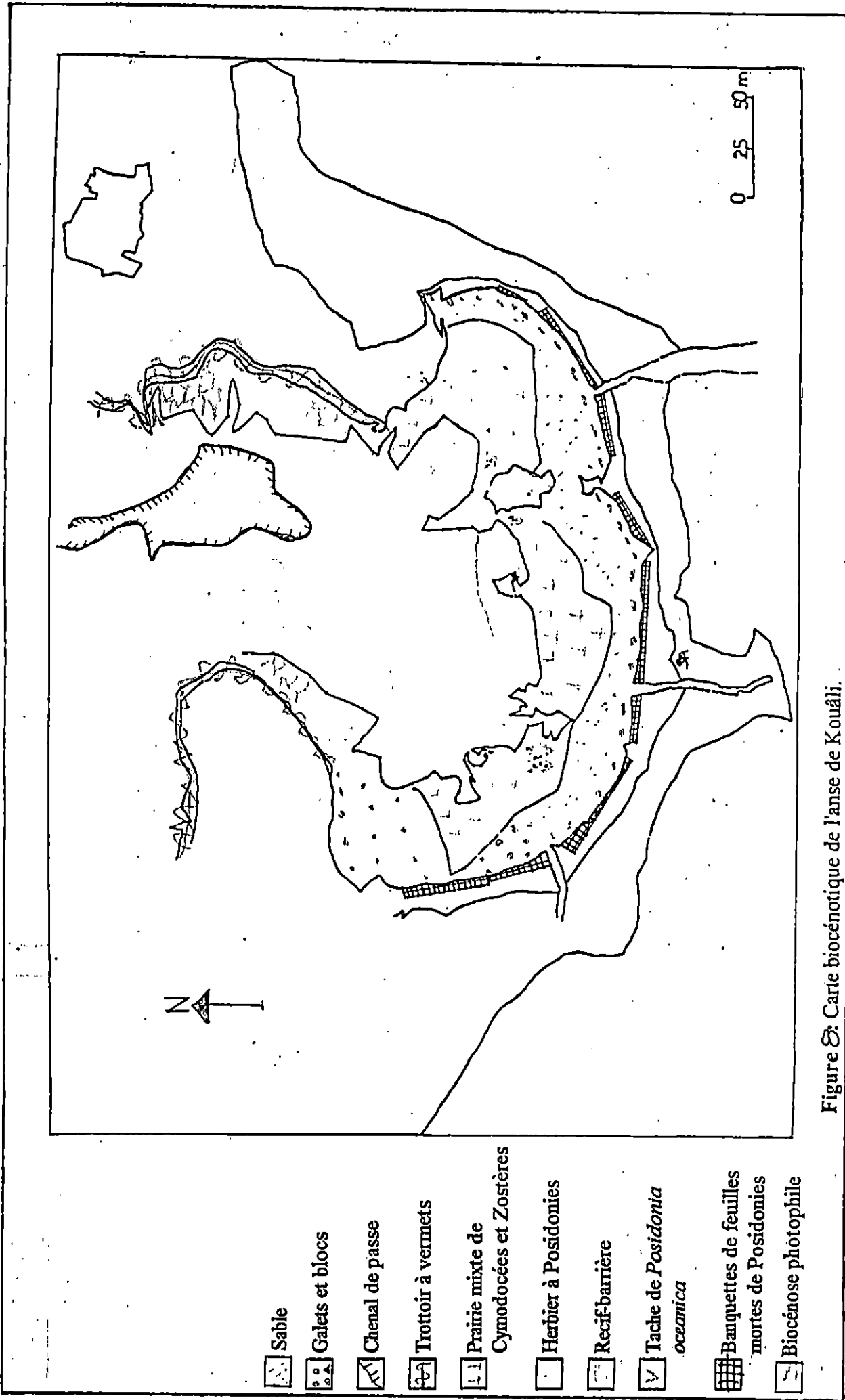


Figure 8: Carte biocénétique de l'anse de Kouali.

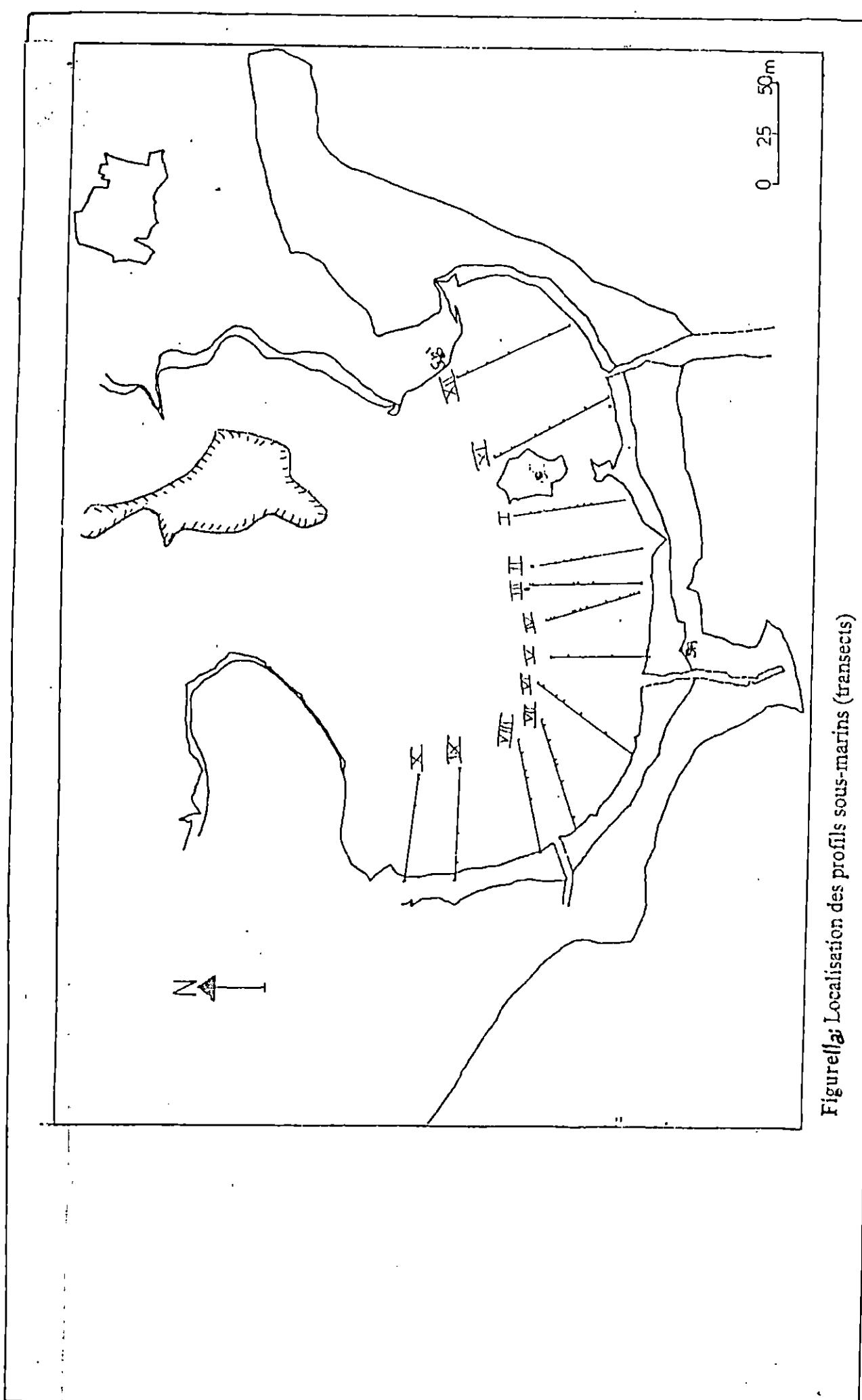


Figure 1a: Localisation des profils sous-marins (transects)

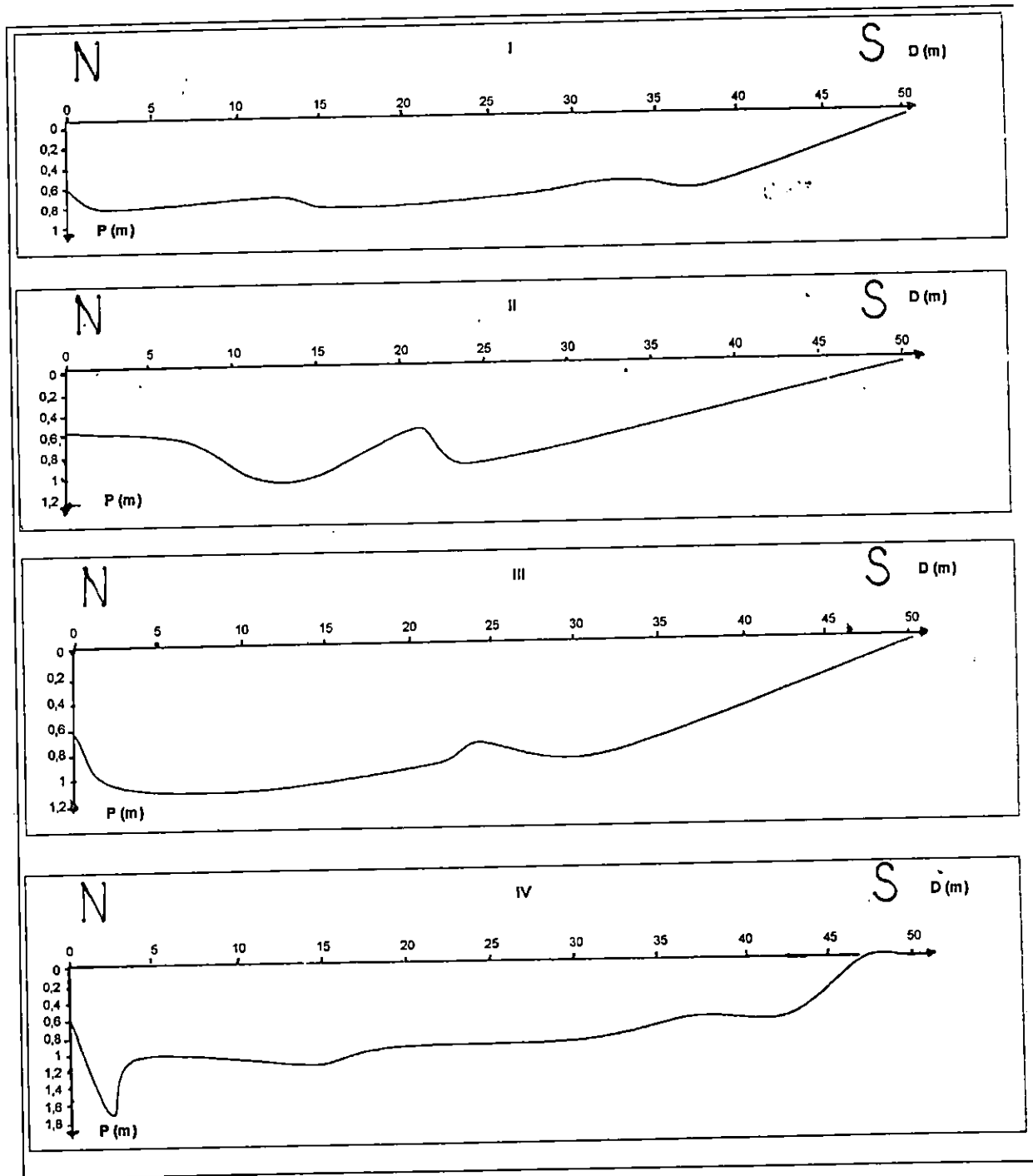


Figure 11: Profils marins (sans la répartition de la biocénose)

D (m) : Distance en mètre.

P (m) : Profondeur en mètre.

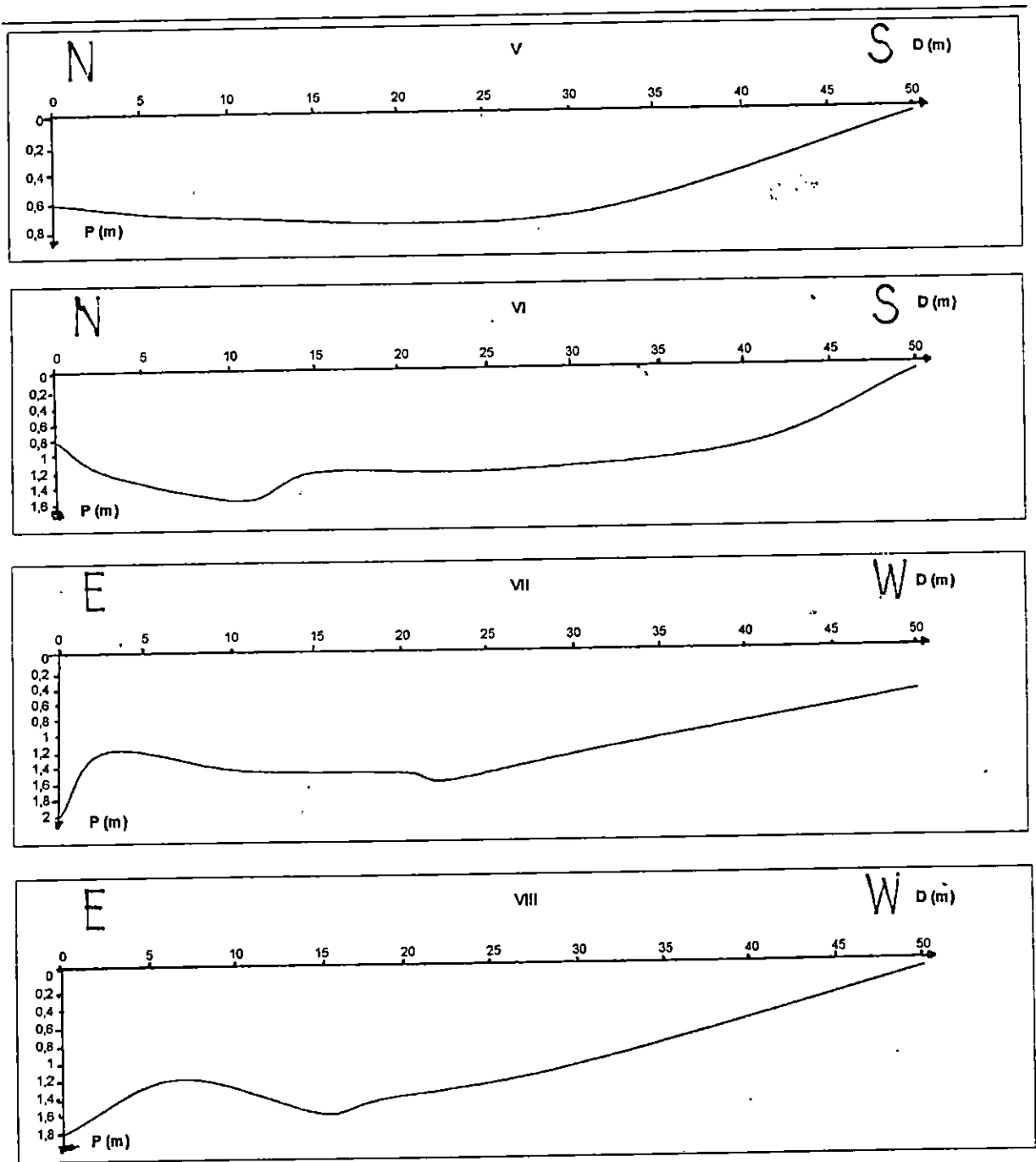


Figure 11: Profils marins (sans la répartition de la biocénose) (suite).

D (m) : Distance en mètre.

P (m) : Profondeur en mètre.

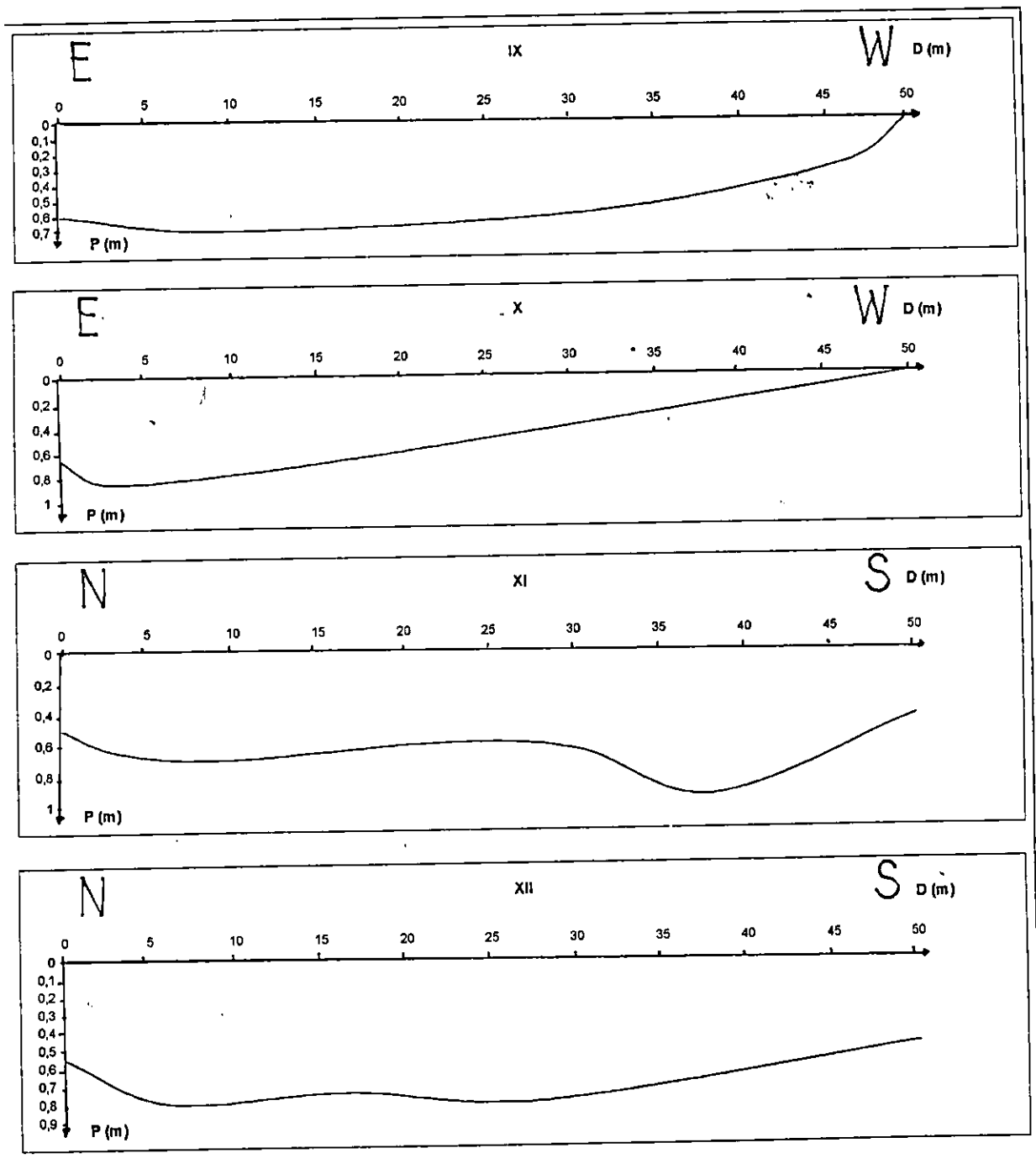


Figure 12b Profils marins (sans la répartition de la biocénose) (suite et fin).

D (m) : Distance en mètre.

P (m) : Profondeur en mètre.

T

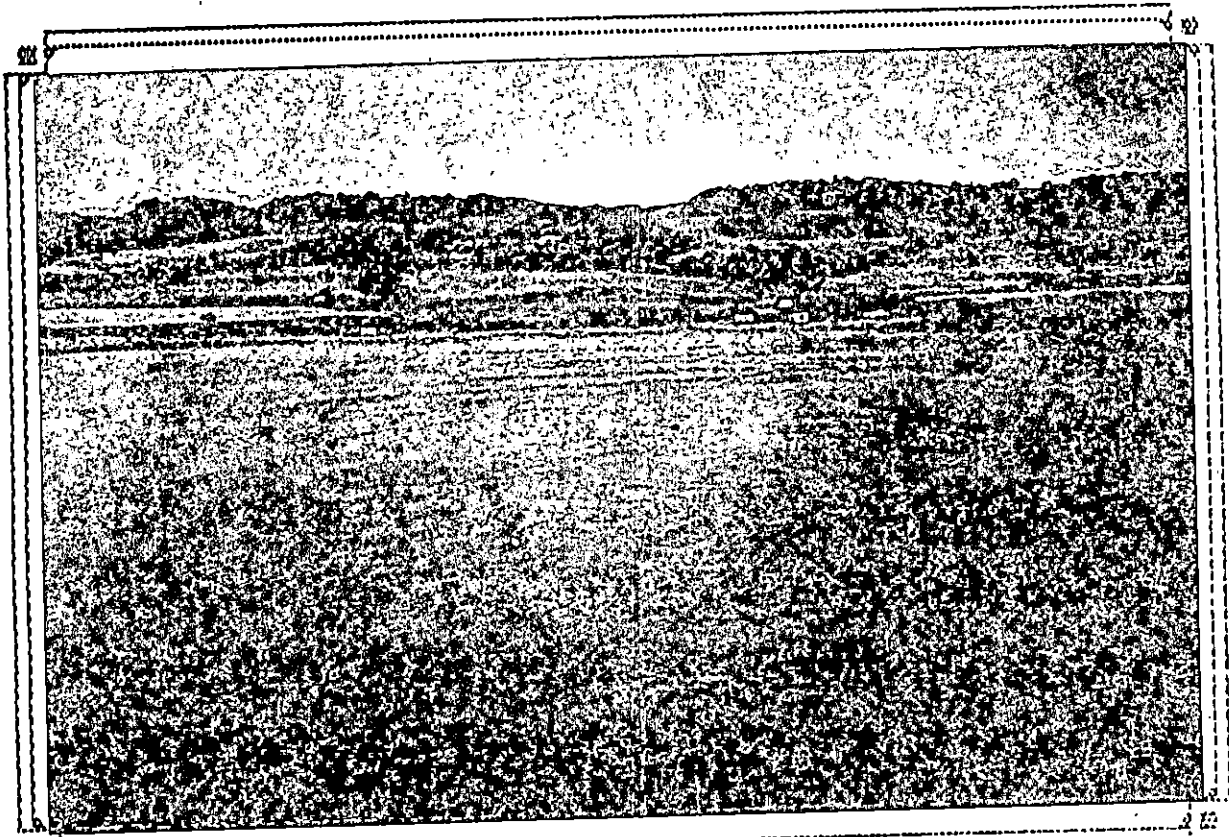
bordent la ligne de rivage. Le Sécateur III est à mode calme, représentant les mêmes irrégularités du fond que le Sécateur II. Il est occupé par les cymodocées et les zostères, du sable et des galets qui bordent le rivage.

1.2.2. Le deuxième ensemble:

Il est constitué par la phanérogame marine *Posidonia oceanica* (Sécateur IV). C'est une formation peu profonde qui atteint les 10m au niveau du goulet, limite de notre zone d'étude. Cependant, la limite inférieure de l'herbier se situe à 20m (SEMROUD, 1996. communication personnelle). Nous avons remarqué, notamment, l'existence de plusieurs marmites d'érosion et d'intermattes que nous n'avons pas fait figurer sur la carte finale. Ces structures sont liées à l'action dynamique tourbillonnaire des courants. Elles se localisent dans les secteurs les moins profonds de l'herbier où l'hydrodynamisme est le plus important (CALVO & FRADA ORESTANO, 1983).

1.2.3. Le troisième ensemble:

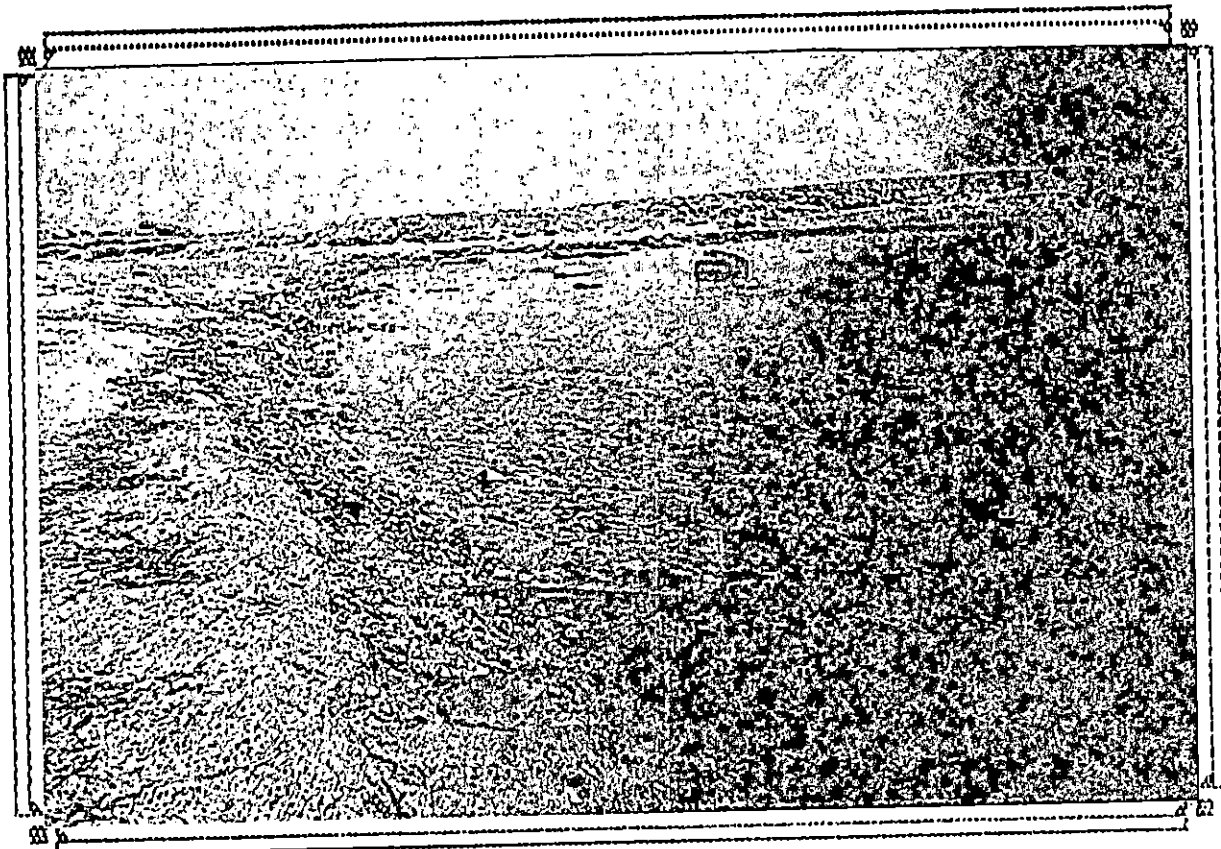
Au niveau du goulet (Sécateur V), il se produit une augmentation de l'hydrodynamisme du fait de la concentration de l'énergie du courant. Il en résulte une intense érosion du fond et de l'herbier qui aboutit à la formation d'un « chenal de passe » (CLAIREFOND & JEUDY DE GRISSAC, 1979) dont la profondeur maximale est de 10m. L'énergie au niveau de ce chenal est maximale, ce qui explique la formation de rides ou ripples-marks symétriques (BLANC & JEUDY DE GRISSAC, 1983).



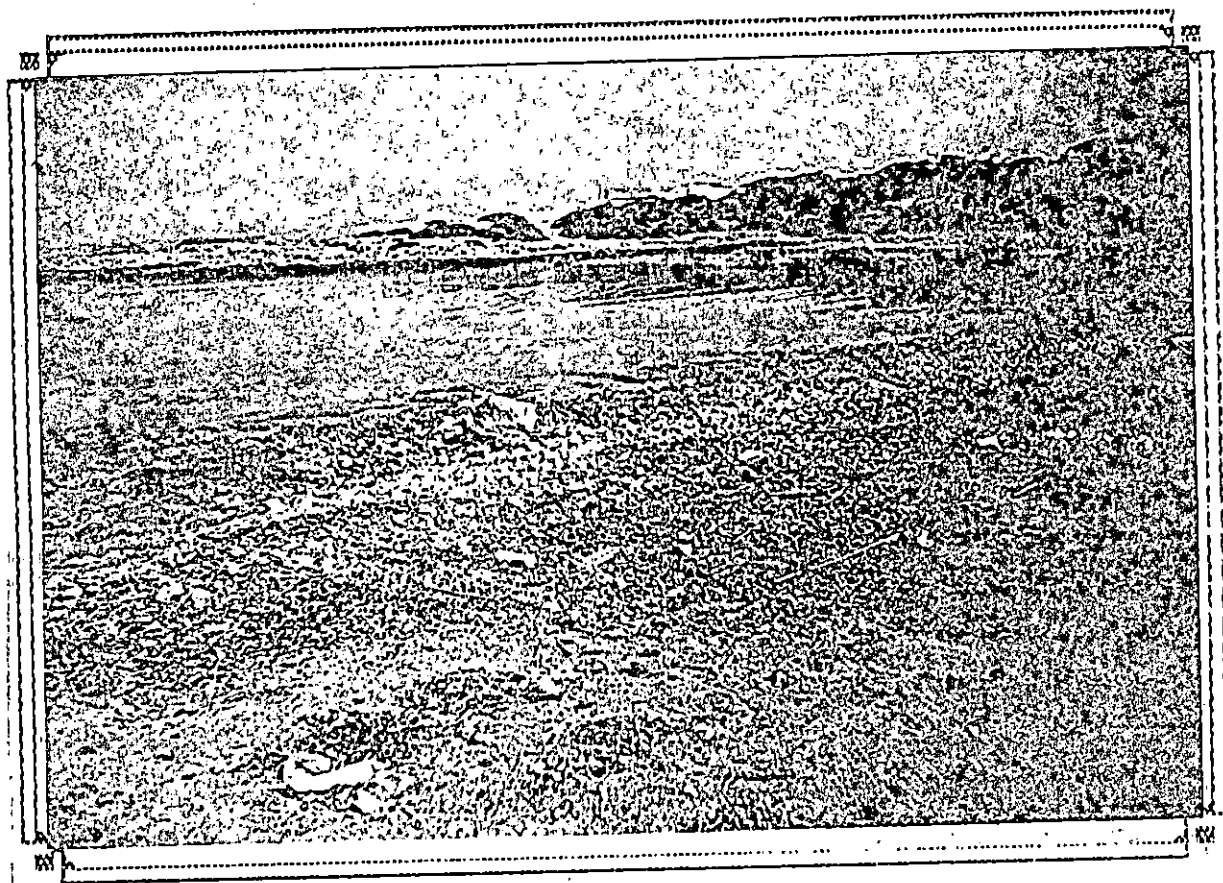
Vue du large sur l'anse de Kouâli



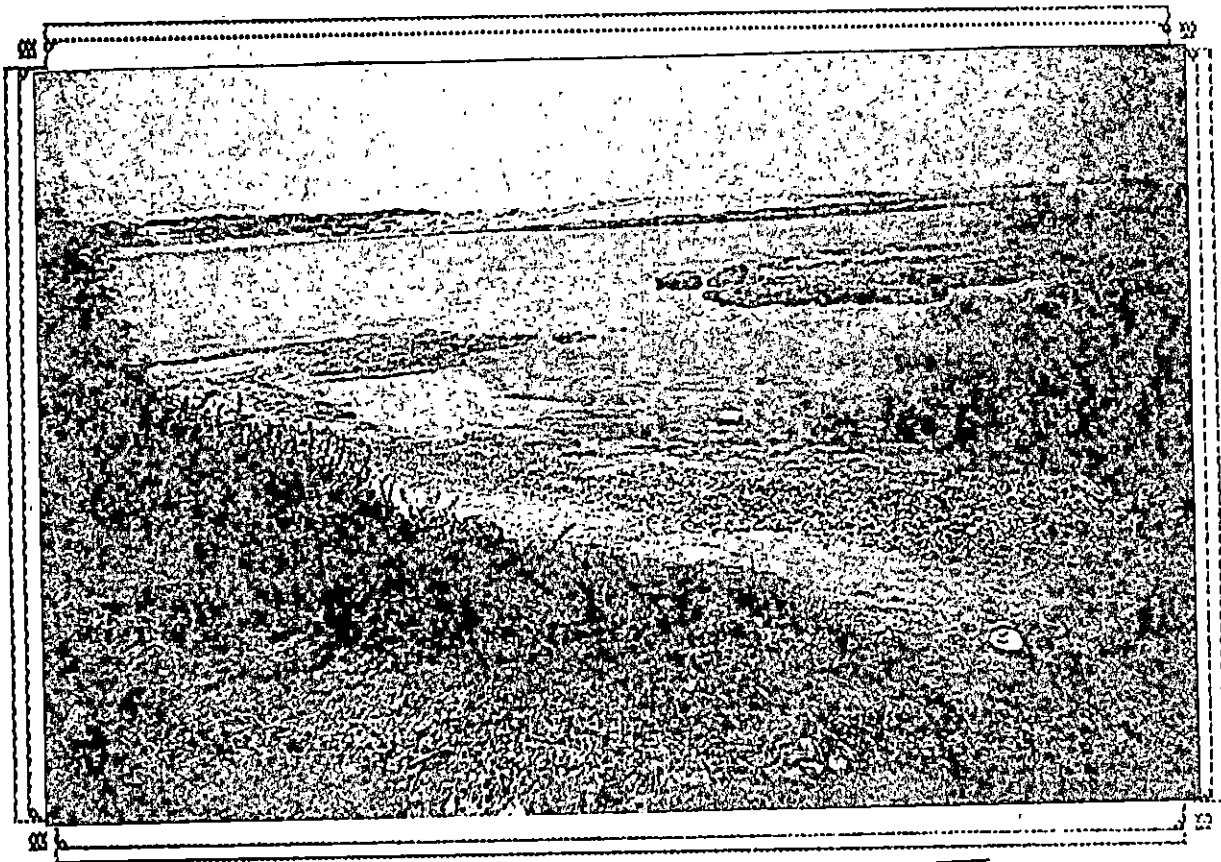
Vue sur le goulet, le secteur A (à gauche) et le secteur E (à droite)



Secteur A, secteur B, secteur I



Secteur D



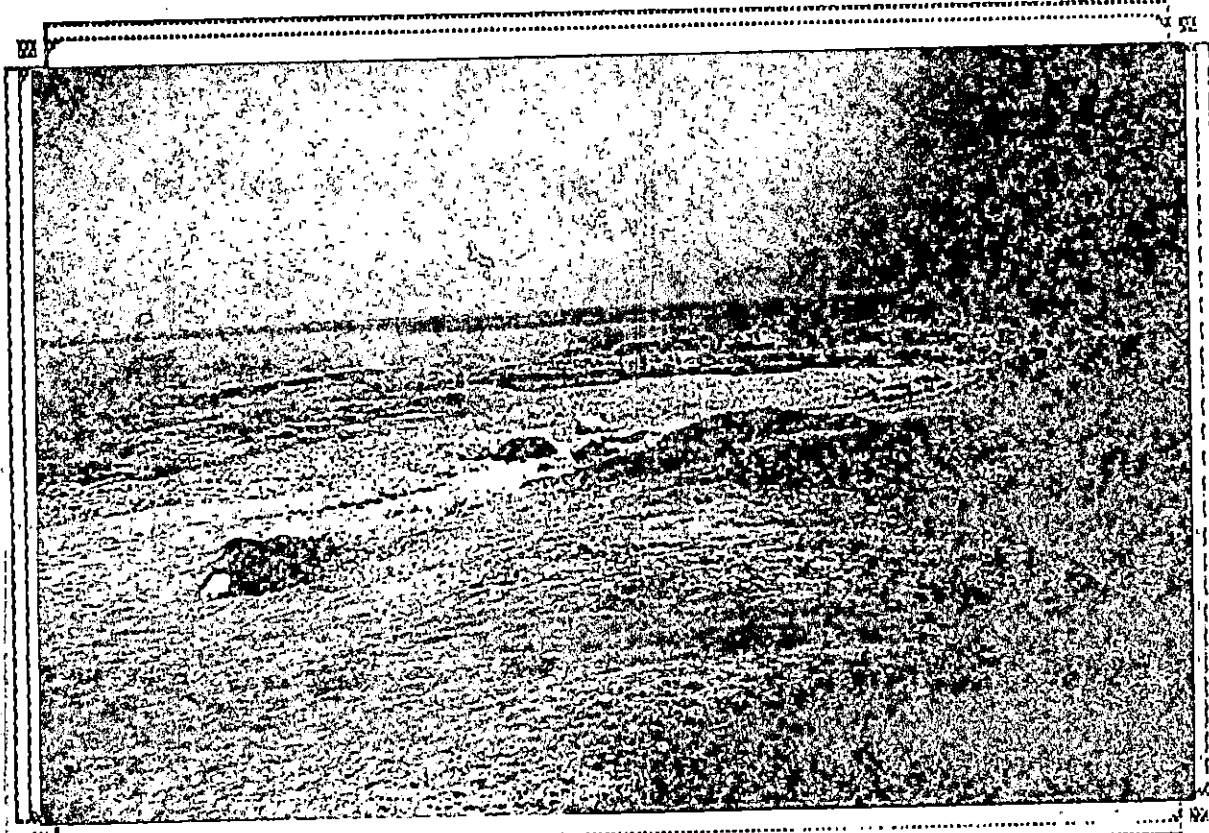
Secteur C (le planier rocheux et l'avancée du trait de côte)



Secteur C



Le couvert végétal



Le bassin (ancienne carrière) (secteur E)

Sel cristallisé dans une vasque de corrosion (cuvette de disséction)
(secteur A et secteur B)



Les lapiez (secteur A et secteur E)



2. La sédimentologie:

2.1. La granulométrie :

2.1.1. La carte des pélites:

Les stations localisées au niveau du pré-récif (ME2 et ME6) et du chenal de passe (ME12 et ME14) présentent les pourcentages en pélites les plus élevées (8-20%). (Fig.12)

2.1.2. La carte des médianes:

Mis à part les zones à galets qui se situent dans le secteur D et les secteurs I et III, l'ensemble des stations terrestres et marines témoignent l'existence de sables moyens (supérieur à 200 μm). (Fig.13)

2.1.3. La carte du décile supérieur (P90):

On note que les valeurs supérieures à 600 μm se localisent dans toutes les stations. les sables moyens sévissent néanmoins au niveau du chenal. (Fig.14)

2.1.4. La carte du décile inférieur (P10):

La fraction 200-600 μm caractérise les stations continentales et la fraction inférieure à 200 μm caractérise les stations marines. (Fig.15)

2.1.5. Le mode:

Parmi les 17 échantillons terrestres, 11 sont unimodales, 4 bimodales et 2 plurimodales. Pour les 14 échantillons marins, 3 sont unimodales, 10 bimodales et 1 plurimodale. (Tab.1, Annexe)

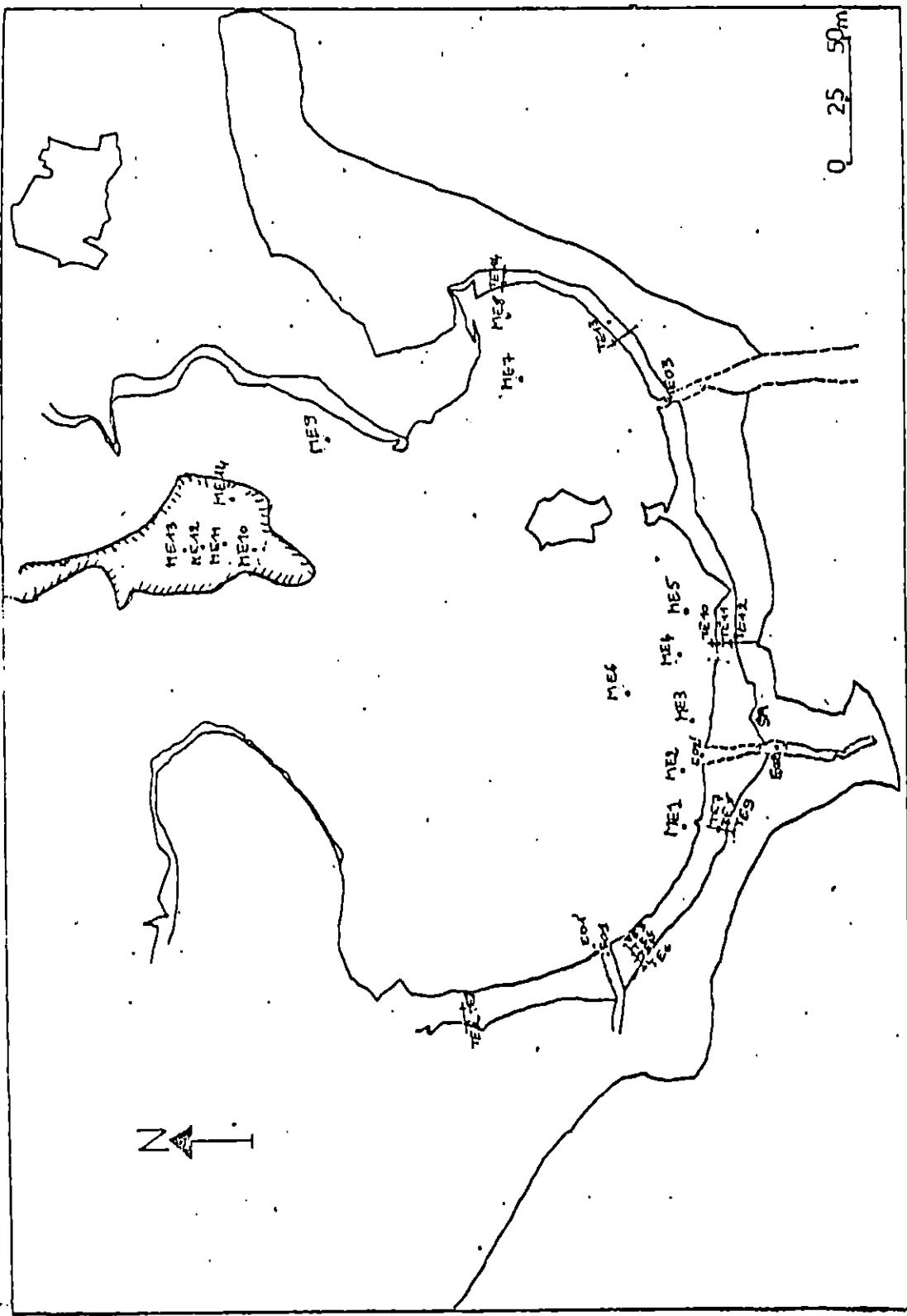
2.1.6. Le classement (So):

Il est pour tous les échantillons inférieur à 2.5. Les sédiments sont donc très bien classés.

2.1.7. L'asymétrie (Sk):

Pour les échantillons terrestres, nous avons noté que 53% d'entre eux avaient un Sk supérieur à 1 et 3.2% présentent un Sk égal à 1. Par conséquent nous pouvons dire qu'il y'a une légère dominance des sédiments grossiers au niveau continental. D'autre part les échantillons marins prélevés comptent 57% dont le Sk est inférieur à 1, soit une dominance vers le fin. Ceci coïncide avec le secteur III et le chenal de passe.

2.1.8. Le facteur hydrodynamique:



ME : Echantillon marin
 TE : Echantillon terrestre
 EO : Echantillon de l'oued

Figure 123 Localisation de prélèvements des échantillons terrestres et sous-marins.

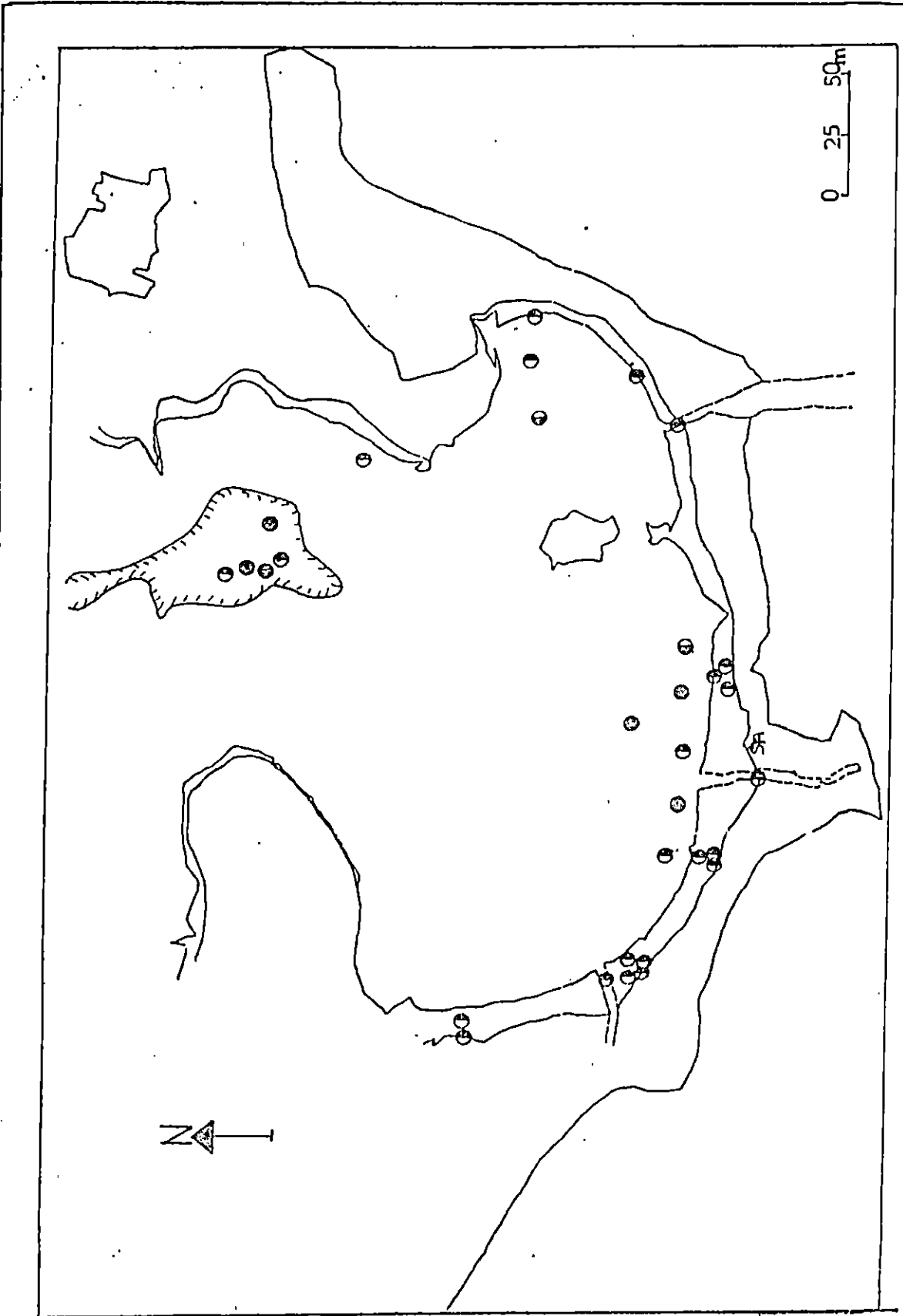


Figure 124 Carte des pélites.

○ $< 8\%$
 ⊖ 8 - 20.

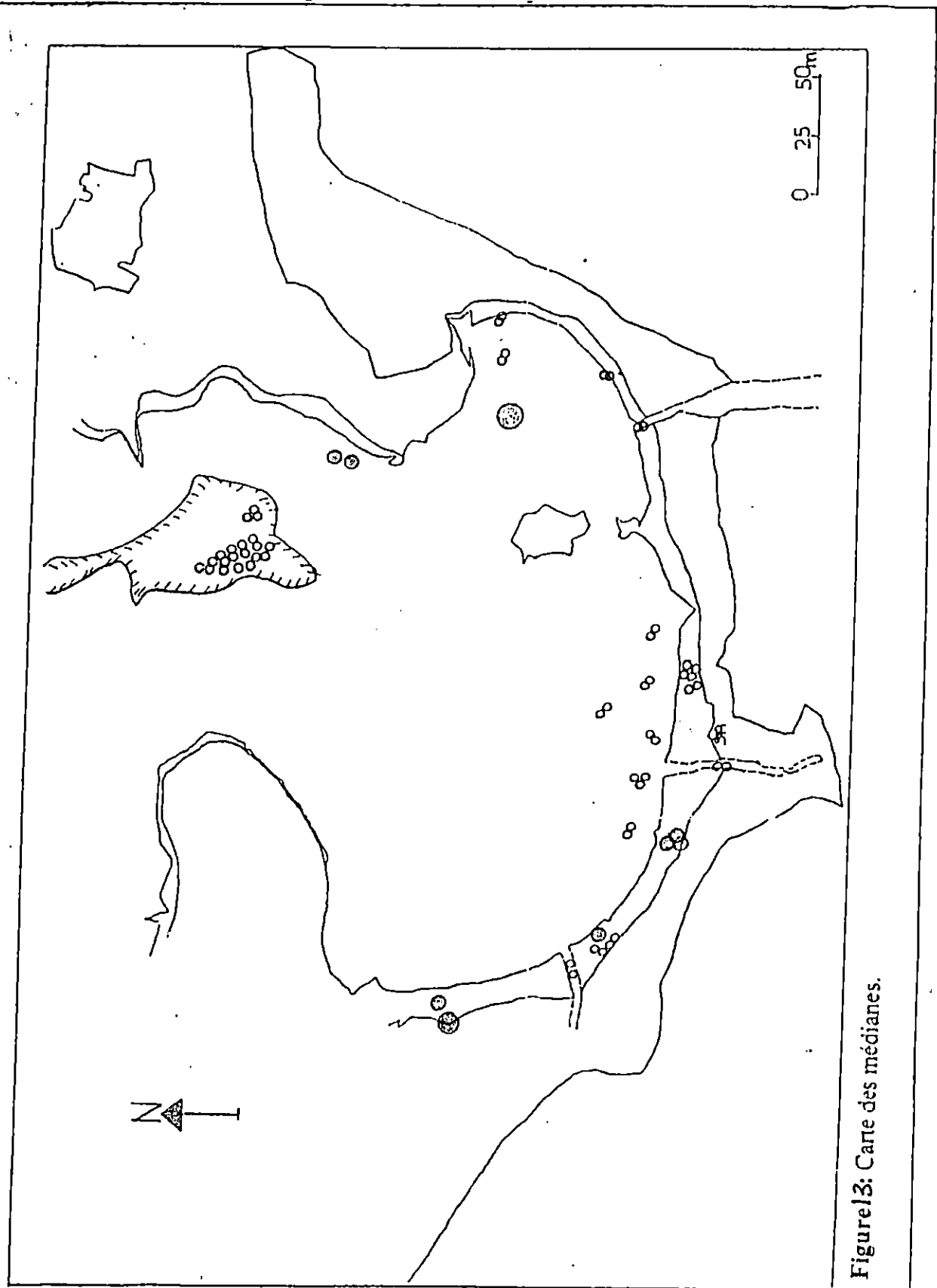


Figure 13: Carte des médianes.

- 0.2 - 0.6mm
- ⊙ 0.6 - 2mm
- ⊗ 2 - 6mm
- ⊕ 6 - 7mm

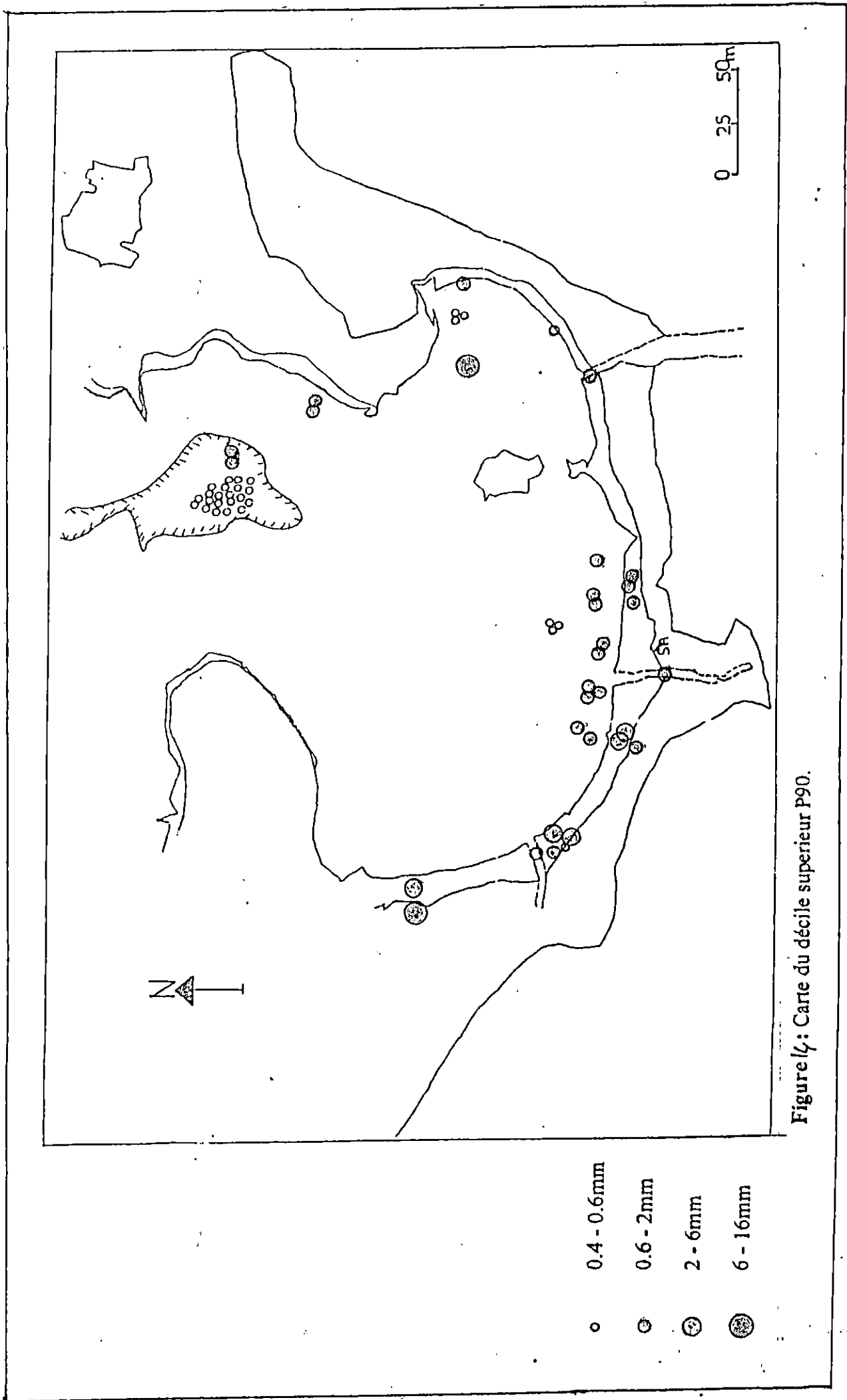


Figure 4: Carte du décile supérieur P90.

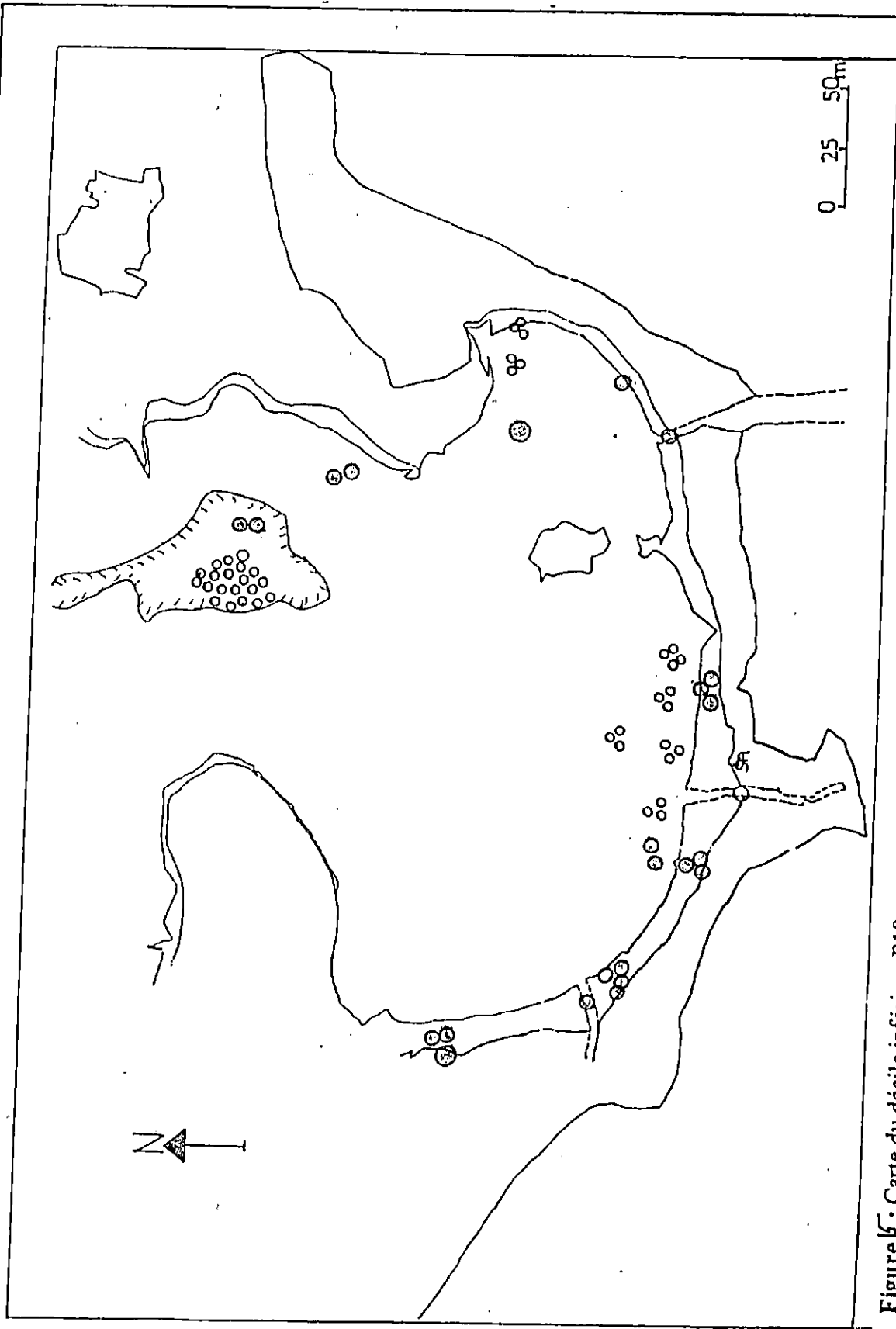


Figure 6: Carte du décile inférieur P10.

- 0.1 - 0.2mm
- ⊙ 0.2 - 0.6mm
- ⊗ 0.6 - 2mm

T

Les échantillons marins des secteurs II et III présentent des Fh inférieurs à 1, démontrant un hydrodynamisme minimal. Ceux se situant dans le chenal de passe, témoignent d'un Fh inférieur à 1, pouvant être expliqué par la concentration de l'énergie de la houle au niveau du goulet.

Ainsi, notre site d'étude présente une certaine disparité granulométrique témoignant de phases sédimentaires différentes. Cependant, en règle générale le diamètre des grains décroît avec la profondeur. La haute plage est caractérisée par des sables moyens à grossiers et par un cordon à galets formant la plage du secteur D probablement d'origine terrigène. Ces galets ont pu être charriés par l'oued lors des grandes crues et déposés lorsque la vitesse de son débit a diminué (BERTHOIS, 1976). De même pour les galets du secteur III qui pourraient provenir du démantèlement des grès et des falaises marines environnantes par les vagues de tempêtes. L'herbier à posidonie (notamment la présence du récif-barrière) forme, par l'enchevêtrement de ses rhizomes et par sa partie épigée (feuilles), un véritable piège à sédiment. Il amortit, aussi, la force des courants ce qui expliquerait l'existence d'une zone de calme sédimentaire dans le secteur II (pourcentages des vases plus ou moins important 8 - 20%).

Enfin, les sédiments présentent dans leur globalité, un classement parfait avec une asymétrie vers le grossier pour les échantillons terrestres et une asymétrie vers le fin pour les échantillons marins.

2.2. La calcimétrie:

Les résultats obtenus (Tab.2, Annexe) permettent de réaliser la carte des carbonates (Fig.16). Cette carte nous indique une croissance des teneurs en calcaire du large vers la côte (27.6 à 64.86%) et d'Est en Ouest (14 à 73.5%). Nous supposons donc que le transit sédimentaire est orientée Ouest-est. Les feuilles mortes de posidonie s'accumulent près de la côte sous forme de litière, les restes de débris coquilliers des organismes morts épiphytes de l'herbier, la désagrégation des grès dunaires et les apports des cours d'eau ont un rôle important dans l'enrichissement des fonds en matière organique. Ceci expliquerait la haute teneur en carbonate dans les sédiments du lagon.

2.3. La morphoscopie:

Dans la partie aérienne, on remarque que la forme dominante est celle émoussée avec un éclat brillant, résultant d'une longue usure principalement mécanique dans l'eau (BERTHOIS, 1976), témoignant d'une origine fluviale. La couleur orange nous informe sur la présence de sédiments plus ou moins anciens.

- ⊙ 5 - 30%
- 30 - 75%

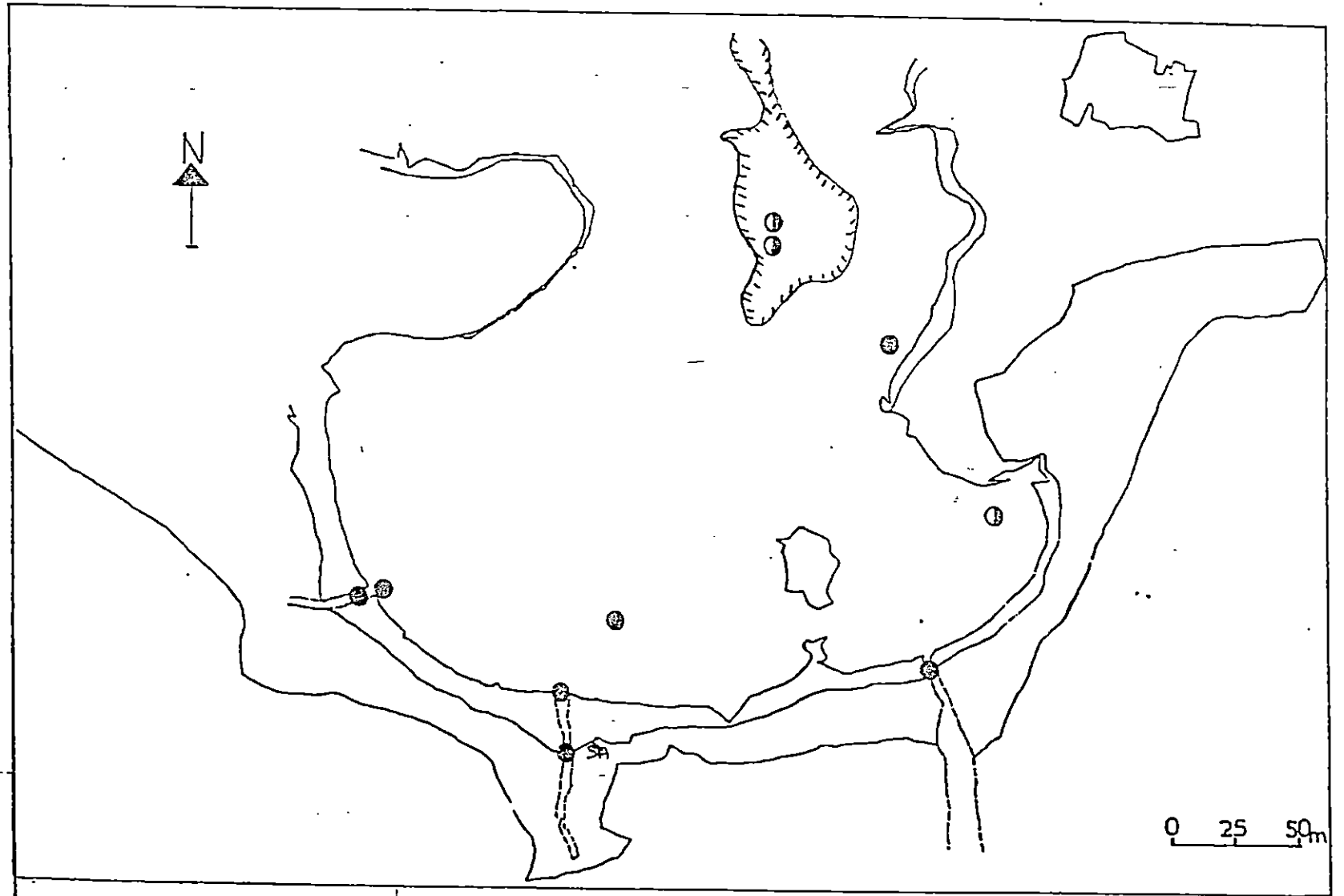


Figure 6: Carte des carbonates.

Concernant les sédiments de la plage sous-marine, la dominance des anguleux luisants est apparente. Ceci démontre que l'érosion marine se fait par arrachement in-situ. La dominance de la couleur blanche confirme la présence de sédiments arrachés récemment (CAILLEUX, 1969 in BERTHOIS, 1976; OTTMAN, 1964). (Tab.3)

Conclusion:

L'étude granulométrique, calcimétrique, morphoscopique des échantillons terrestres et marins démontre la dominance des sables moyens à grossiers qui sont bien classés dont le transit est orienté Ouest-Est. Ces sédiments présentent des teneurs en carbonate variables selon les profondeurs (plus importantes au niveau du lagon).

Par ailleurs, il est important d'expliquer l'influence de la posidonie sur la sédimentation. Les feuilles de *Posidonia oceanica* et les épiphytes qu'elles portent ont un effet de freinage sur les courants (de l'ordre de 40%) permettant ainsi le dépôt des particules sédimentaires au niveau du lacis serré des rhizomes (BOUDOURESQUE & JEUDY DE GRISSAC, 1983). Selon BOUMAZA (1993), les sédiments prélevés au niveau de la matte de posidonie présentent des caractères fins à moyens. Le piégeage de ces sédiments a un rôle important dans le maintien de la ligne de rivage et la conservation de la pente sous-marine (JEUDY DE GRISSAC & LE FUR, 1983). Selon des études faites dans la baie de Port-Cros et celle de Port-Man (France) par JEUDY DE GRISSAC et BOUDOURESQUE (1985), la destruction d'un mètre de matte produirait une couche de 35 à 40 cm de sédiments et le départ de 35% de ceux-ci.

L'emersion du récif-barrière est un facteur important dans la filtration des sédiments à travers les feuillages, ce qui expliquerait la différence de calibrage entre les sédiments lagonaire (sables moyens) et ceux de la matte à posidonie qui sont plus fins. La force des courants est amortie par cette barrière naturelle en arrière de laquelle (côté côte) s'étend un espace peu profond et calme très favorable à la décantation des fines particules en suspension dans l'eau (secteur II et secteur III). L'absence du récif-barrière dans le secteur I expliquerait l'existence d'une zone à gros galets démontrant l'importance de l'hydrodynamisme.

3. La carte biocénotique:

Les fonds de l'anse de Kouâli sont occupés en grande partie par l'herbier à posidonie (secteur IV). Les conditions de vie sur ces fonds sont assez uniformes sauf au niveau des intermattes sableuses. Les variations des facteurs topographiques, bathymétriques et hydrodynamiques nous ont permis de faire un découpage du milieu en de nombreux biotopes occupés par une assez grande variété de peuplements répartis selon l'étagement classique en Méditerranée (MOLINIER & PERES, 1957 in AUGIER, 1985).

3.1. Etage supralittoral:

Cet étage est un milieu sévère pour les êtres vivants: brûlés par le soleil, lessivés par l'eau douce des pluies, mouillés par les vagues de tempête ou de mer forte et desséchés par le vent (PERES, 1962. PERES & PICARD, 1964; BOUDOURESQUE, 1994). Les grés calcaires formant les deux appointements rocheux de l'anse (secteur A et secteur E), sont occupés par la biocénose de la roche supralittorale à *Verrucario-Mélaraphétum néritoidis* (MOLINIER & PICARD, 1953) caractérisée par les gastéropodes *Littorina néritoidis* et *Littorina punctata* existant uniquement en Algérie (BOUDOURESQUE, 1994), le crustacé isopode *Ligia italica*, le crustacé cirripède *Euraphia depressa* et un lichen à couleur noire *Verrucaria amphibia*.

Par ailleurs, dans les vasques des lapiez, se développent des cyanophycées qui sont en partie responsables de leur formation (OTTMAN, 1964).

Au fond de l'anse, au bord de la ligne de rivage (secteur B, C, D), des feuilles mortes de posidonie rejetées lors des tempêtes, forment des banquettes qui atteignent 1m d'épaisseur en période automnale. Leur peuplement est composé d'espèces détritivores dont les prédateurs animaux composent la biocénose des laisses à dissication lente (PERES & PICARD, 1964).

3.2. Etage médiolittoral:

Il est caractérisé par des peuplements qui supportent ou exigent des émergences quelque peu prolongées en temps que phénomènes normales, sans supporter d'immersion continue ou presque continue (PERES & PICARD, 1964; AUGIER, 1981; BOUDOURESQUE, 1994). Cet étage est subdivisé en 2 sous unités:

- Le médiolittoral supérieur: submergé par les vagues
- Le médiolittoral inférieur: immergé par les marées atmosphériques semi-lunaires.

3.2.1. Le médiolittoral supérieur:

Il est situé à la base du grès calcaire consolidé (secteur A et secteur E). Il est caractérisé par l'abondance des *Chtamalus stellatus*, cirripèdes étroitement accrochés à la roche, le gastérode *Patella rustica* et l'algue verte ou chlorophycée *Enteromorpha compressa*.

3.2.2. Le médiolittoral inférieur:

Dendropomma (novastoa) petraem (Monterosato) ou *Vermetus cristatus* édifie une plate-forme communément désignée sous le nom de «trottoir» ayant un rôle important dans la protection de la roche contre l'érosion marine. Il occupe les versants Est et Ouest de l'anse (secteur A et secteur E). Il est plus large dans le secteur E (10m) que dans le secteur A (4m). Ces trottoirs sont des formations biogéniques formées par la concrétion de mollusques vermédés et d'organismes à squelette calcaire (foraminifère et serpulidés).

Notons aussi, que les substrats meubles (la plage) sont occupés par la biocénose détritico-médiolittorale installée sur les galets médiolittoraux.

3.3. Etage infralittoral:

Sa limite supérieure est le niveau à partir duquel les peuplements sont soit toujours immergés, soit très rarement émergés (toute émergence trop prolongée entraîne la mort des espèces constituant le peuplement). Sa limite inférieure est celle qui est compatible avec la vie des phanérogames des algues photophiles, elle s'étend jusqu'à 35 ou 45m de profondeur en Méditerranée, selon la limpidité des eaux (AUGIER, 1981; AUGIER, 1985). Elle se caractérise par une pénétration importante de la lumière, zone dite «euphotique».

- Les substrats durs sont occupés par:

- La biocénose de la roche infralittorale photophile de mode battu (R.I.P.B) ou *Cystoseiratum strictae* (PERES & PICARD, 1964).

Elle se localise dans les secteurs les plus exposés aux perturbations hydrodynamiques superficielles et est caractérisée par la présence d'une ceinture à *Cystoseira stricta*.

- La biocénose de la roche photophile infralittorale de mode relativement calme (R. P. I. C) ou *Cystoseiratum crinitae*.

Elle se localise dans les secteurs II et III. Elle est caractérisée par les algues *Cystoseira crinita*, *Padina pavonica*, *Stypocaulon scoparium*, *Acetabularia acetabulum*, *Jania rubens* et *Dictyota dichotoma*.

- La biocénose de la roche infralittorale photophile dénudée à rhodophycées calcaires encroûtantes et oursins (R. I. P. D. R. C. O) ou *Lithophylle-Arbacietum lixulae* (AUGIER & BOUDOURESQUE, 1976).

Elle se situe dans la partie latérale de l'anse, entre le trottoir et la limite supérieure de l'herbier. Elle est caractérisée par *Litophyllum incrustans* et par l'oursin *Paracentrotus lividus*.

- Les substrats meubles: sont occupés par les peuplements suivants:

- La biocénose de l'herbier à Posidonie (H.P) ou *Posidoniëtum oceanicae* (secteur IV).

Cet herbier à *Posidonia oceanica* occupe en moyenne une surface de 2.5km². Il affleure, près du rivage, la surface de l'eau en constituant un récif-barrière isolant derrière lui un lagon.

- Ce lagon est occupé par la biocénose de la prairie à Cymodocées (P.C) ou *Cymodoceum nodosae* et *Zostera noltii* (PERES & PICARD, 1964 in SEMROUD, 1993) (secteurs I, II, III à environ 16m du rivage) où la profondeur atteint les 1.2m. La carte biocénotique (Fig.8) fait état de 6 taches de *Posidonia oceanica*, denses et importantes.

- La biocénose de la matte morte de *Posidonia oceanica* (M. M. P) caractérisée par *Padina pavonica* (secteur IV).

Douzes transects ont été effectués à partir de la limite supérieure de l'herbier à posidonie jusqu'au rivage (secteur I, II, III) où la profondeur varie entre 0.5 et 1.8m (Fig.17). Ils mettent en évidence:

- L'importance de la prairie mixte à *Cymodocea nodosa* et *Zostera noltii* dont la profondeur de la limite supérieure varie entre 0.30 et 1.20m et la largeur varie de 24m dans le secteur I à 52m dans le secteur III.

- A partir de la limite supérieure de la prairie mixte et jusqu'au trait de côte, nous avons noté l'existence de substrats meubles à rocheux où la végétation devient de plus en plus clairsemée accompagnée de deux espèces d'algues: *Padina pavonica* et *Stypocaulon scoparium*. Ces fonds, sont dans l'ensemble recouverts de litières et de galets.

Conclusion:

L'anse de Kouâli jouit d'une situation privilégiée, car elle se trouve loin des grosses sources de pollution. L'état-actuel de l'herbier à *Posidonia oceanica* et des biocénoses d'une manière générale met en évidence l'équilibre naturel qui y sévit.

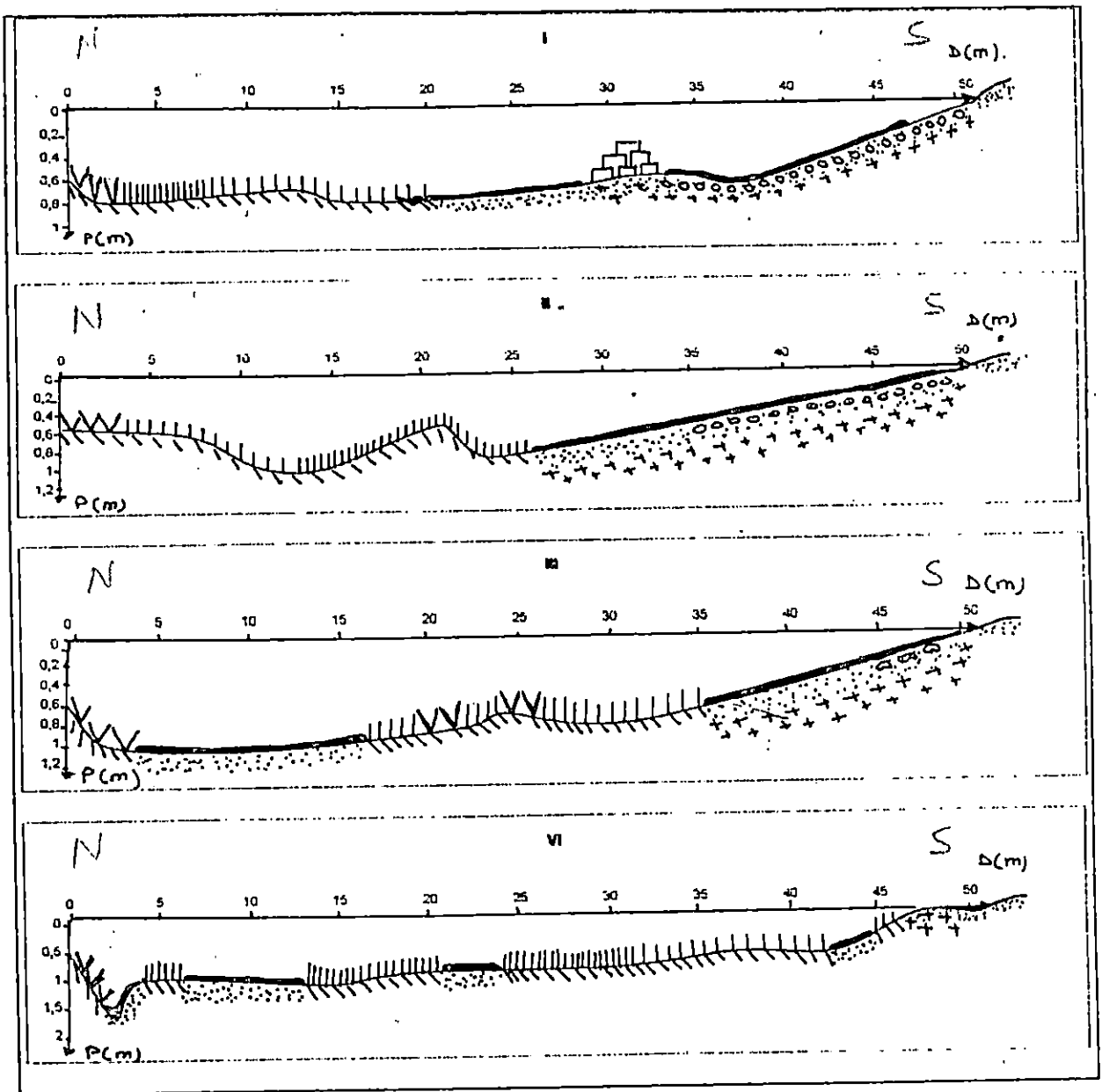


Figure 17 : Transects marins (avec la répartition de la biocénose)

D (m) : Distance en mètre

P (m) : Profondeur en mètre

La Légende est à la fin du chapitre

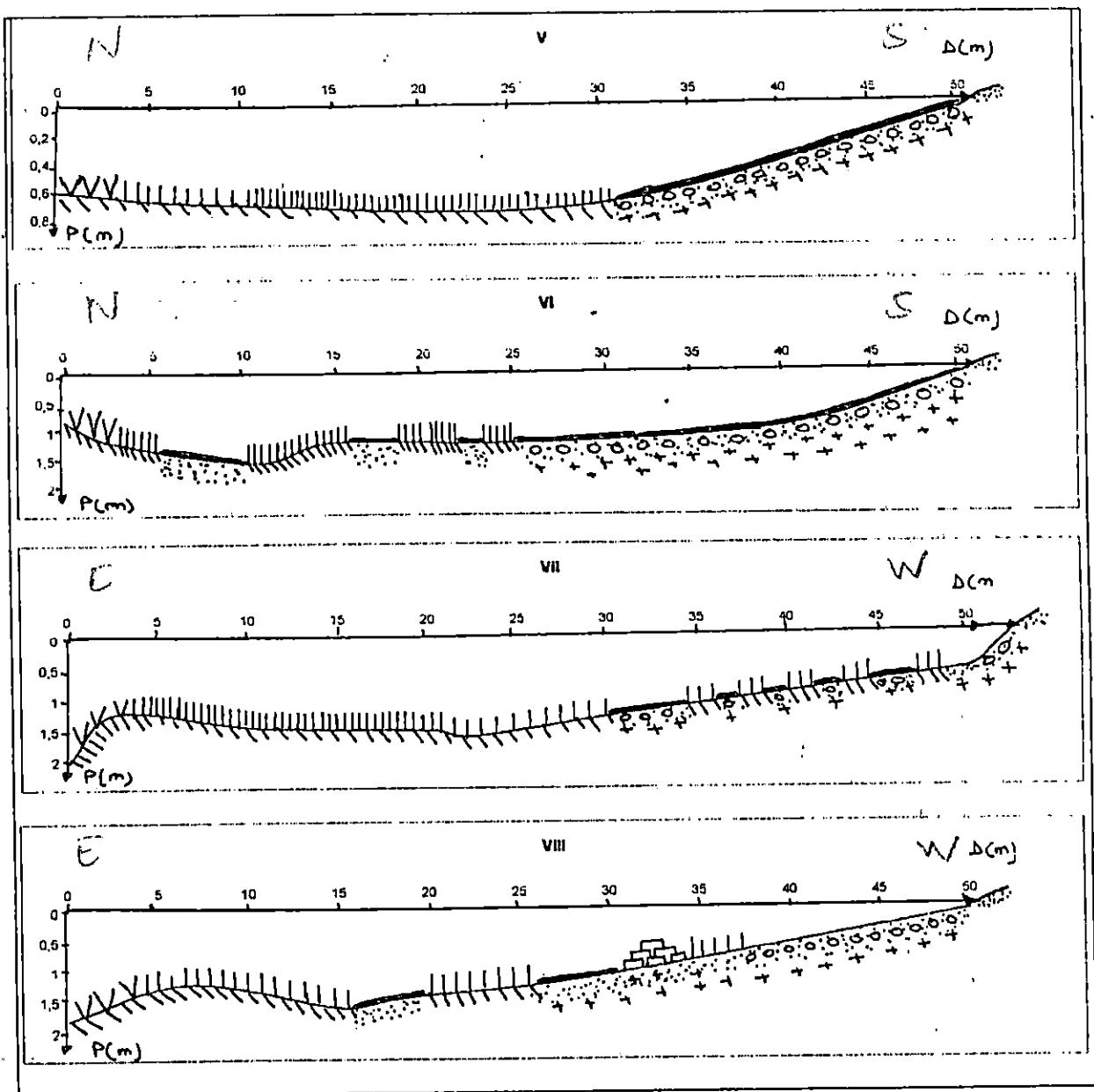


Figure 17 : Transects marins (avec la répartition de la biocénose) (suite)

D (m) : Distance en mètre

P (m) : Profondeur en mètre

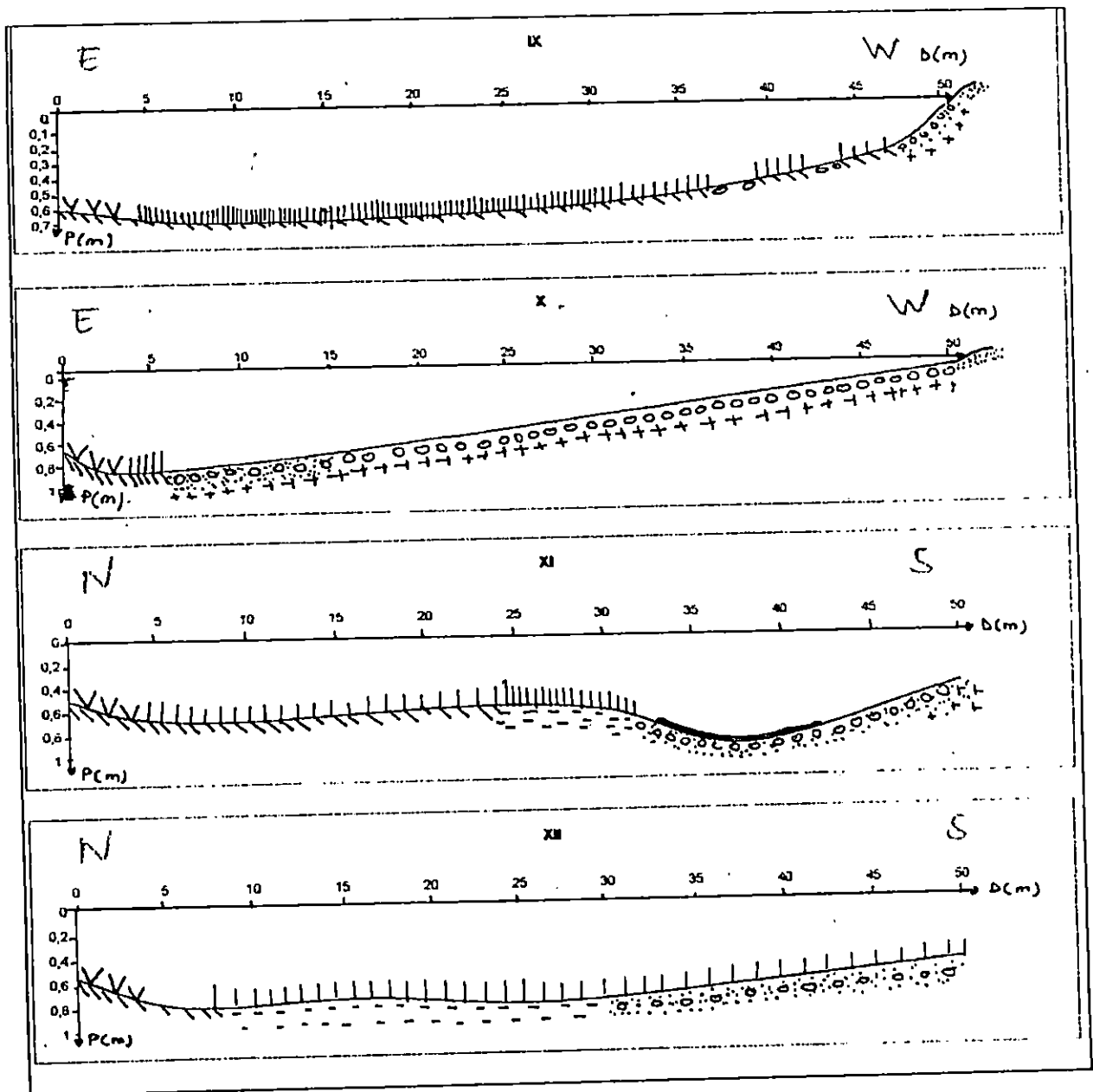



Figure 17 : Transects marins (avec la répartition de la biocénose) (suite et fin)

D (m) : Distance en mètre
P (m) : Profondeur en mètre

Légende :

 Herbier à *Posidonia oceanica*

 Pelouse mixte à *Cymodocea nodosa* et *Zostera nolti* dense

 Pelouse mixte à *Cymodocea nodosa* et *Zostera nolti* clairsemé

 *Cystoseira crinita*

 Litière

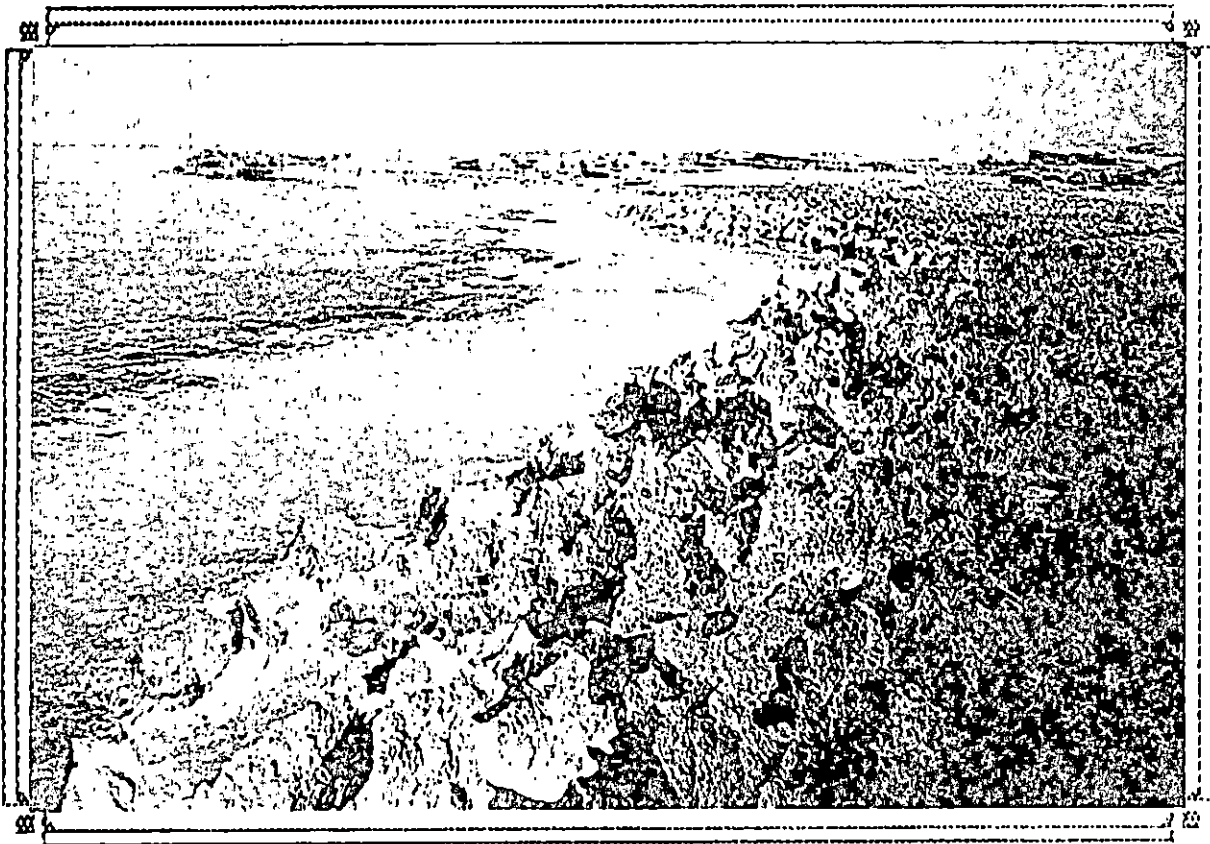
 Matte

 Galet + bloc

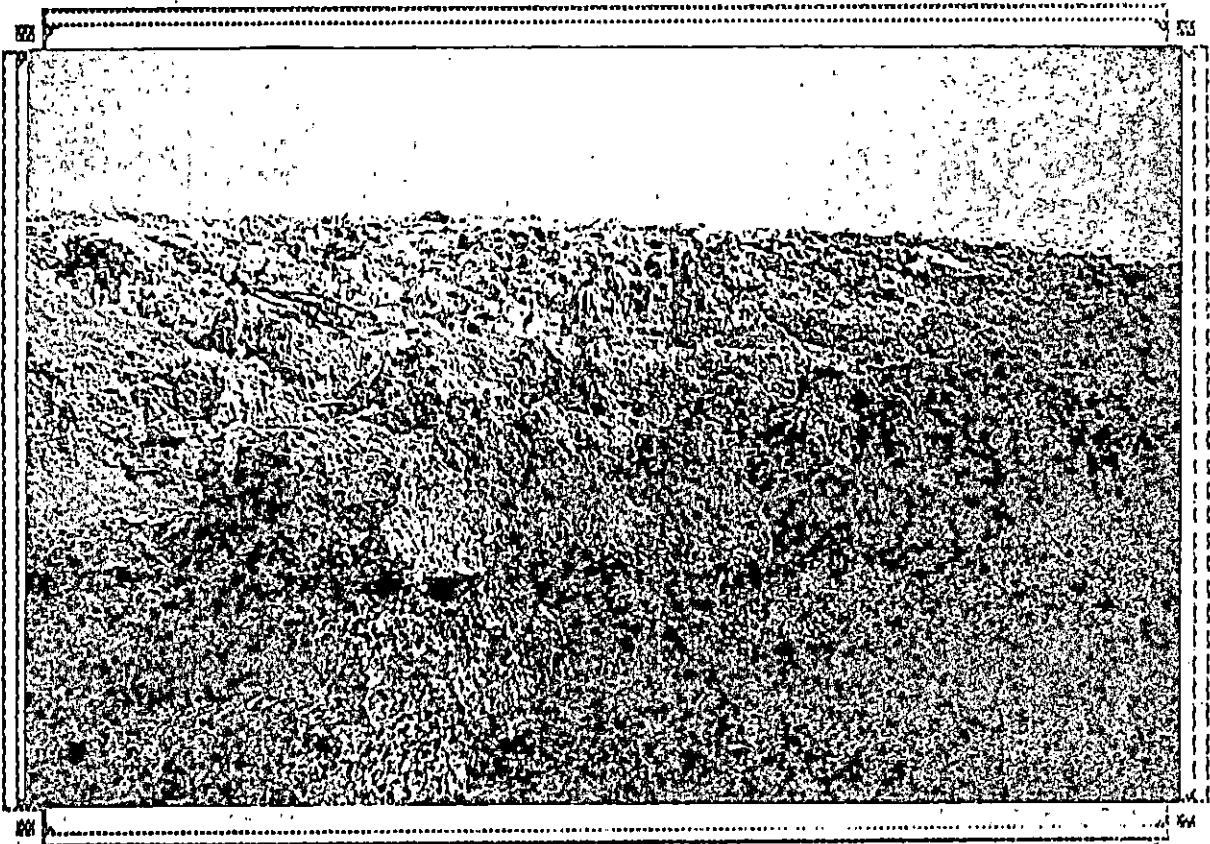
 Substrat rocheux

 Sable

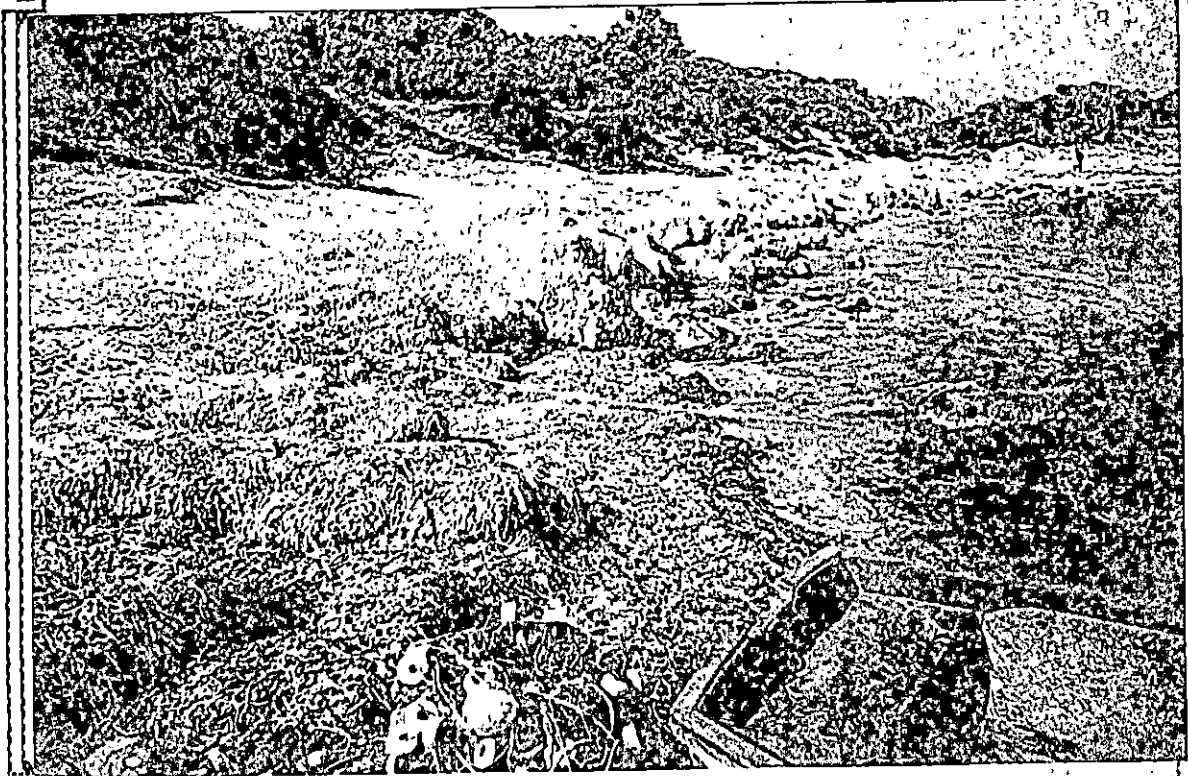
 Sable vaseux



Le trottoir à Vermitus cristatus (secteur A et secteur E)



Le supralittoral et le médiolittoral supérieur et inférieur (secteur A)



Les banquettes de *Posidonia oceanica*



La litière

CONCLUSION GENERALE

Conclusion Générale

La carte biomorphosédimentologique de l'anse de Kouâli, première en son genre, nous permet de connaître, comprendre et par la suite prendre des mesures susceptibles à la préservation des équilibres naturels de l'écosystème, en dépit de l'impact de toute entreprise humaine et naturelle.

Pour cela, cette étude cartographique s'est basée sur une approche morphologique, sédimentologique et biologique.

Dans le cadre morphologique, la plage se trouve encastrée et limitée à son ouverture par deux appointements de grés calcaire qui sont protégés des différents phénomènes d'érosion par des trottoirs à *Vermetus cristatus*. Les dunes qui occupent la partie supérieure de l'anse sont fixés par un couvert végétal. Elles sont responsables de la pérennité de la plage et du maintien de la ligne du rivage.

Du point de vue sédimentologique, l'anse présente une certaine diversité granulométrique. L'arrière plage jouit de la présence de sables moyens à grossiers, sauf dans le secteur D où l'on note la formation d'un cordon à galets dû aux apports continentaux et à l'érosion des grés. La plage sous-marine est caractérisée par la présence de galets dans le secteur I et de sables moyens dans les secteurs I, II, III.

Grâce à sa situation abritée, l'anse de Kouâli peut être considérée comme une réserve naturelle pour la biocénose qui s'y trouve. Son étage infralittoral est formé par les herbiers à phanérogames marines parmi lesquelles *Cymodocea nodosa*, *Zostera noltii* et une immense prairie de *Posidonia oceanica*. Cette dernière constitue, près de la ligne de côte, un récif-barrière, paysage marin en voie de disparition en Méditerranée. En outre, La posidonie joue un rôle d'indicateur biologique de pollution. L'étude faite par OULD-HOCINE et HEDROUG (1993) sur l'herbier à posidonie démontre une faible teneur en métaux lourds dans l'anse de Kouâli.

Malgré l'équilibre naturel qui y règne, l'anse de Kouâli est soumise à certaines nuisances dues à l'action directe ou indirecte de l'homme. La fréquentation intense des dunes et l'écrasement de la végétation peuvent aboutir à l'arasement de celles-ci et à la perte des

individus par tassement. L'enlèvement des laisses de mer (banquettes de posidonie) sur les plages par intérêt touristique entraîne pour la faune la perte d'abrit et de nourriture. Le piétinement et l'abandon de détritiques ainsi que le lessivage par l'eau de ruissellement, activent le développement des algues qui accélèrent la biocorrosion des lapiez (au niveau du grès). L'édification de baraquement sur l'arrière-plage peut avoir un rôle perturbateur dans les échanges sédimentaires et la perte de certaines espèces faunistiques.

L'anse de Kouâli peut être exposée aux aménagements balnéaires tels que la construction d'un site touristique, port de plaisance,... Par la suite, la présence de quelques activités sportives (planche à voile, optimisme, pêche), l'enclavement des petites embarcations seront particulièrement destructifs; car ils perturberont l'équilibre de la communauté animale et initieront dans le cas de l'herbier à posidonie la formation d'intermattes. Par ailleurs, l'augmentation de la turbidité de l'eau de mer due aux rejets d'effluents domestiques non épurés, diminuerait de la transparence de l'eau et provoquerait la remontée de la limite inférieure de l'herbier. Les pêcheurs qui trouvent sur le trottoir un point de débarquement facile, ont un rôle important de leur dégradation (piétinement, arrachement des espèces...).

Des mesures de protection sont donc nécessaires pour le maintien et la préservation de ce type d'écosystème. Au niveau public, une information doit être entreprise de façon à valoriser ce site aux yeux de plaisanciers. La protection des dunes peut se faire, par exemple, par la canalisation du passage de touristes vers le rivage par des escaliers et de les clôturer à l'aide d'un assemblage de branchages consolidés par des pieux (LARID, 1992). La mise en place de ligne de bouées, protégeant la baignade dans le fond de l'anse et par la même occasion le récif-barrière, peut être adoptée comme le cas de la baie de Port-Cros (BOUDOURESQUE et al, 1975).

Cependant, la principale mesure consiste à adopter des arrêtés ministériels faisant de l'anse de Kouâli une réserve naturelle, dans lesquels diverses interdictions seront appliquées pour la protection et la préservation de ses biotopes.

Enfin, joindre la carte biomorphosédimentologique de l'anse de Kouâli aux autres études océanographiques (physique, chimie,...) ne peut qu'aider le scientifique à apporter des réponses pertinentes face aux mystères du monde marin et à mieux gérer ce grand monument naturel et paradisiaque.

**REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES**

Références bibliographiques:

- AUGIER H., 1981. Etude et cartographie des peuplements benthiques de l'île de Porquerolles (Méditerranée, France). *Trav. sci. Parc natio. Port-Cros, Fr.*, 7: 103-117
- AUGIER H., 1985. Etude biocénotique et cartographie de l'anse de la plage de Sud (Parc national de Port-Cros, Méditerranée, France). *Trav. sci. Parc natio. Port-Cros, Fr.*, 11: 23-38
- AUGIER H., 1986 (1985). L'herbier à *Posidonia oceanica*, son importance pour le littoral Méditerranéen, sa valeur comme indicateur biologique de l'état de santé de la mer, son utilisation dans la surveillance du milieu, les bilans écologiques et les études d'impact. *Vie marine, Fr.*, 7: 85-113
- AUGIER H., BOUDOURESQUE C.F., 1970. Végétation marine de l'île de Port-Cros (Parc national): La baie de Port-Man et le problème de la régression de posidonie. *Bul. mus. Hist. nat, Marseille, Fr.* : 145-161
- AUGIER H., NIERI N., 1988. Cartographie et dynamique du récif-barrière à *Posidonia oceanica* de la baie de Port-Cros (Parc national). *Trav. sci. Parc natio. Port-Cros, Fr.*, 14 : 29-40
- BELLAN-SANTINI D., LACAZE J.C., POIZAT C., 1994. Les biocénoses marines et littorales de Méditerranée, synthèse, menaces et perspectives. *Mus. natio. Hist. nat., Paris, Fr.* : 1-246
- BERTHOIS L., 1975. Etude sédimentologique de roches meubles (techniques et méthodes). édit., Doin, Paris, Fr. : 1-277
- BETROUNI M., 1983. Le pléistocène supérieur du littoral Ouest algérois. Thèse. Doct. de 3^{ème} cycle. Univer. Aix-Marseille II, Fr. : 1-300

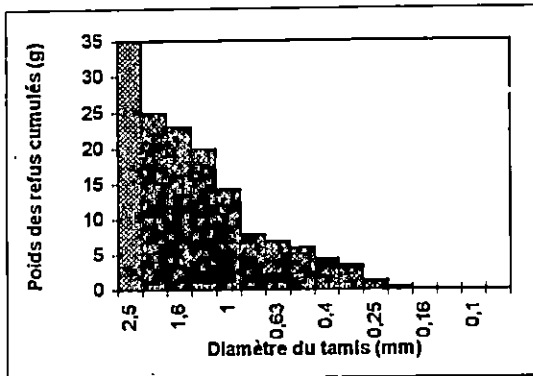
- BLANC J.J., JEUDY DE GRISSAC A., 1984. Erosion sous-marine des herbiers à *Posidonia oceanica* (Méditerranée). International Workshop on *Posidonia oceanica* beds, Boudouresque C.F., Jeudy de grissac A., Olivier J. édit., Gis Posidonie publ., Fr., 1: 23-28
- BOUDOURESQUE C.F., 1994. Excursion au Cap-Croisette (Marseille): Le milieu marin. 7^{ème} édition. doc. Pédagogique, Fr.: 1-25
- BOUDOURESQUE C.F., AUGIER H., BELSHER T., COPPEJANS E., PERRET M., 1975. Végétation marine de l'île de Port-Cros. La régression du récif-barrière de Posidonie. *Trav. sci. Parc natio. Port-Cros*, Fr., 1: 41-46
- BOUDOURESQUE C.F., JEUDY DE GRISSAC A., 1983. L'herbier à *Posidonia oceanica* en Méditerranée: Les interactions entre la plante et le sédiment. *Inst. rech. oceano.*, Fr., 8 (2-3) : 99-122
- BOUDOURESQUE C.F., MEINEZ A., BALLESTRO E., BEN MAIZ N., BOISSET F., CIRIK S., CORMACI M., JEUDY DE GRISSAC A., LABOREL J., LANFRANCO E., LUNDBERG B., MAYHOUB H., PANA YOTIDIS P., SEMROUD R., SINNASSAMY J.M., SPAN A., 1990. Livre rouge «GERARD VUINIER» Des végétaux, peuplements et paysages marins. Menaces de Méditerranée, 43. Aires spécialement protégées, Athènes: 1-250
- BOUMAZA S., 1995. Phénologie, biomasse, lépidochrologie et production primaire de l'herbier à *Posidonia oceanica* (L) Délile de l'anse de Kouâli, Tipaza (Algérie). Thèse. Magister. I. S. M. A. L., Alg.: 1-125
- BRAIK D., 1989. Etude de la dynamique sédimentaire devant Bou-Ismaïl : sédimentologie, morphologie, problème d'érosion du littoral, aménagement. Thèse. Magister. Univer. U. S. T. H. B., Alg.: 1-174
- CALVO S., FRADA ORESTANO C., 1984. L'herbier à *Posidonia oceanica* des côtes siciliennes: Les formations récifales du Stagnone. International Workshop on

- Posidonia oceanica* beds, Boudouresque C.F., Jeudy de grissac A., Olivier J.édit., Gis Posidonie publ., Fr., 1: 29-37
- CHAMLEY H., 1987. Sédimentologie. Collection géoscience. édit., Dunod, Fr. : 1-175
- CLAIREFOND P., JEUDY DE GRISSAC A., 1979. Description et analyse des structures sédimentaires en milieu marin: recensement de quelques exemples dans l'herbier de Posidonie autour de l'île de Port-Cros (Parc national). *Trav. sci. Parc natio. Port-Cros*, Fr., 5: 79-104
- DALONGEVILLE R., 1995. Le rôle des organismes constructeurs dans la morphologie des littoraux de la Méditerranée: algues calcaires et vermétidés. *Norois*, Fr.: 73-88
- DEGIOVANI C., 1973. Etude de sédimentologie dynamique à la presqu'île de Sidi-Ferruch (Ouest d'Alger). Thèse de 3^{ème} cycle. Univer. Aix-Marseille II, Fr.: 1-105
- DERRUAN M., 1974. Précis de géomorphologie. édit., Masson et Cie, Fr. : 1-453
- GUILCHER A., 1957. Quelques aspects et problèmes morphologiques et sédimentologiques dans l'île d'Ouessant. *Norois*, Fr., IV, 158 : 289-304
- JEUDY DE GRISSAC A., 1984. Effets des herbiers à *Posidonia océanica* sur la dynamique marine et la sédimentologie littorale. International Workshop on *Posidonia océanica* beds, Boudouresque C. F., Jeudy de grissac A., Olivier J. édit., Gis Posidonie publ., Fr., 1: 437-443
- JEUDY DE GRISSAC A., AUDOLY G., 1985. Etude préliminaire des banquettes de feuilles mortes de *Posidonia océanica* de la région de Marseille (Fr). *Rapp. comm. int. mer Medit.*, 29, 5, : 181-182
- JEUDY DE GRISSAC A., BOUDOURESQUE C.F., 1985. Rôle des herbiers de phanérogames marines dans les mouvements des sédiments côtiers: les herbiers à *Posidonia océanica*. Coll. Fr. Japon. Océanogr. Marseille. 16-21 sep: 143-151

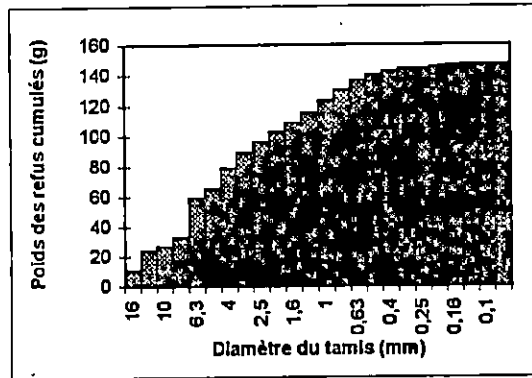
- JEUDY DE GRISSAC A., LE FUR C., 1983. Conditions de dépôts et nature sédimentaire de la rade Sud de Marseille avant les travaux d'aménagement de la plage du Prado. *Eco. Medit., Fr.*, IX (1): 3-17
- LARID M., 1992. Cours d'aménagement du littoral I. doc. pédag. Edit., I. S. M. A. L., Alg : 1-159
- LECLAIRE L., 1972. La sédimentation holocène sur le versant méridional du bassin algéro-baléares. Thèse d'Etat, Fr.: 1-390
- MEINESZ A., BOUDOURESQUE C.F., FALCONETTI C., ASTIER J.M., BAY A., BLANC J. J., BOURCIER M., CINELLI F., CIRIK S., CRISTIANI G., DIGERONIMO I., GIACCONE G., HARMELIN J.G., LAUBIER L., LOVRIC A.Z., MOLINIER R., SOYER J., VANVAKAS C., 1983. Normalisation des symboles pour la représentation et la cartographie des biocénoses benthiques littorales de Méditerranée. *Ann. Int. Océanogra., Paris, Fr.*, 59 (2): 155-172
- MOLINIER R., PICARD J., 1952a. Etudes biologiques sur les herbiers à phanérogames marines à l'Ouest d'Alger (station de Castiglione). *Bull. stat. aqua. Castiglione. Nouv. Série, Fr.*, 4: 1-34
- MOLINIER R., PICARD J., 1952b. Recherches sur les herbiers à phanérogames marines du littoral méditerranéen français. *Ann. Inst. Océanogra., Fr.*, 27 : 157-234
- NIERI M., 1991. Contribution à la surveillance de la cartographie biocénotique des fonds littoraux des Bouches-du-Rhône et du Var (Méditerranée, France). Thèse. Doct. Univ. Aix-Marseille II, Fr. : 1-158
- OTTOMAN F., 1964. Introduction à la géologie marine et littorale. édit., Masson et Cie, Fr. : 1-259

- OULD-HOCINE B., HEDROUG S., 1993. Contribution à l'étude de quelques métaux lourds présents dans les matières en suspension, l'herbier à Posidonie et les sédiments superficiels de la baie de Bou-Ismaïl. Dip. Ing. d'Etat. I. S. M. A. L., Alg. : 1-115
- PERES J.M., 1962. L'étagement des formations benthiques du système littoral. *Publ. stat. zool. Napoli.*, Italie. 32 supp.: 30-43
- PERES J.M., PICARD J., 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la Méditerranée. *Rec. Trav. stat. Mar. Endoume, Fr.*, 31 (47) : 1-150
- RIVIERE A., 1977. Méthodes granulométriques. Techniques et interprétations. édit. Masson et Cie, Fr. : 1-167
- SAOUDI N., 1989. Pliocène et pléistocène inférieur et moyen du Sahel d'Alger. édit., entrep. nation. du livre., Alg. : 1-147
- SEMROUD R., 1993. Contribution à la connaissance de l'écosystème à *Posidonia oceanica* (L) Délile dans la région d'Alger (Algérie) : Etude de quelques compartiments. Thèse. Doct. d'Etat. U. S. T. H. B., Alg. : 1-219
- TRICART J., 1977. Précis de géomorphologie. Géomorphologie dynamique générale. 2. édit., Sedes, Fr. : 1-345

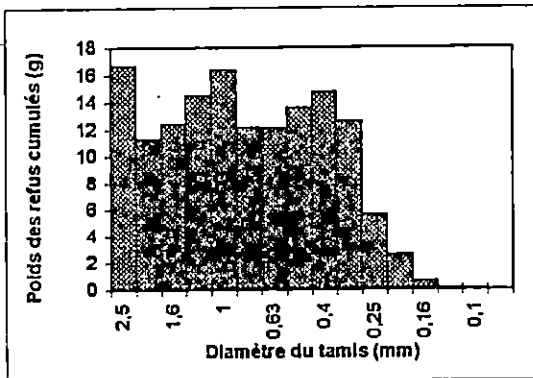
ANNEXE



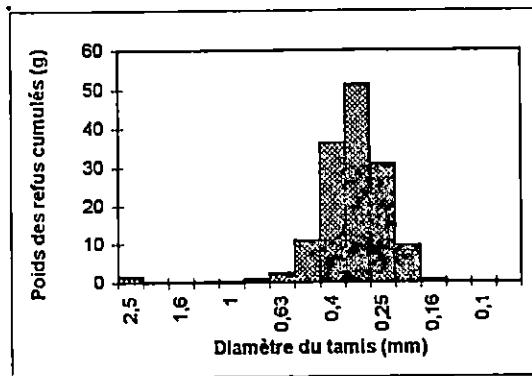
Histogramme de fréquence de l'échantillon terrestre TE1.



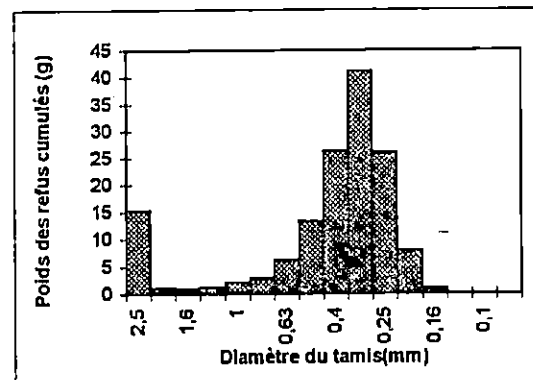
Histogramme de fréquence de l'échantillon terrestre TE2.



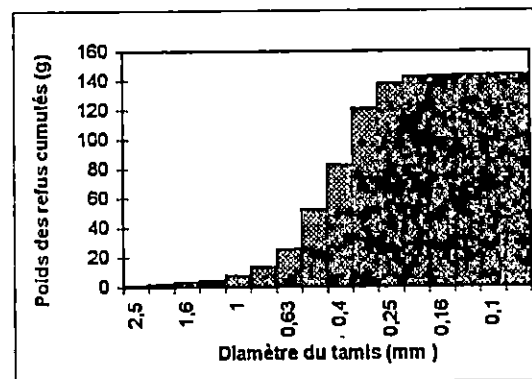
Histogramme de fréquence de l'échantillon terrestre TE3.



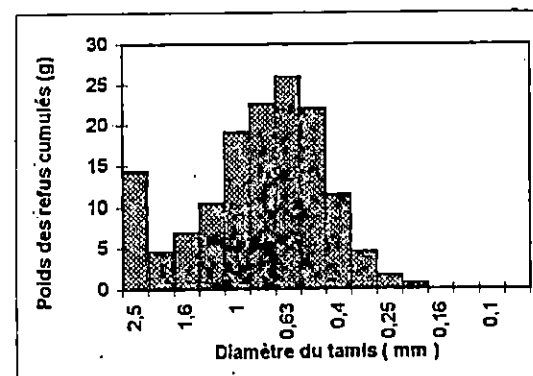
Histogramme de fréquence de l'échantillon terrestre TE4.



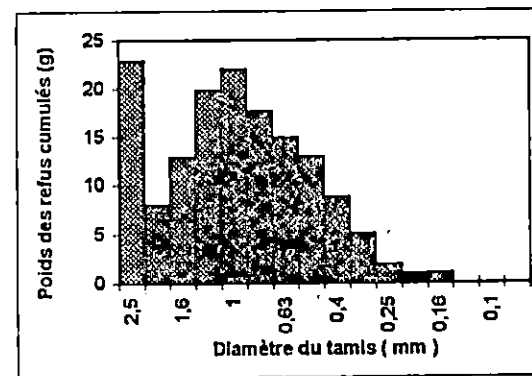
Histogramme de fréquence de l'échantillon terrestre TE5.



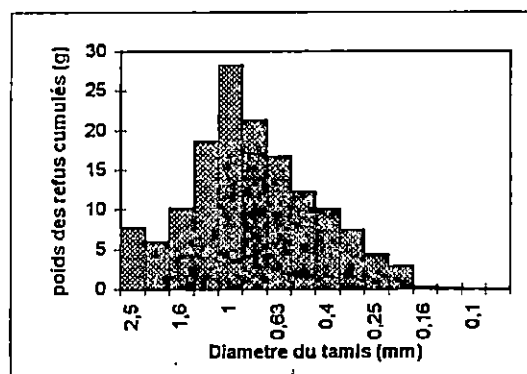
Histogramme de fréquence de l'échantillon terrestre TE6.



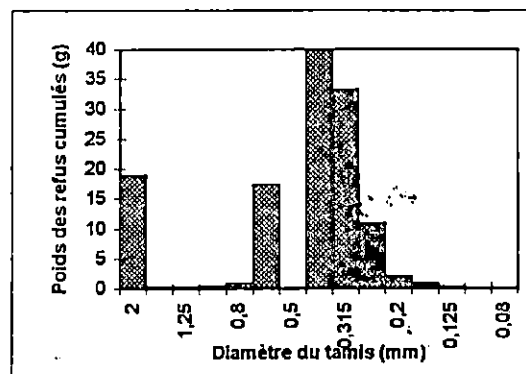
Histogramme de fréquence de l'échantillon terrestre TE7.



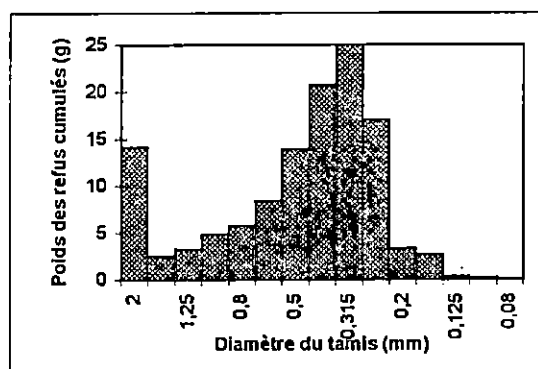
Histogramme de fréquence de l'échantillon terrestre TE8.



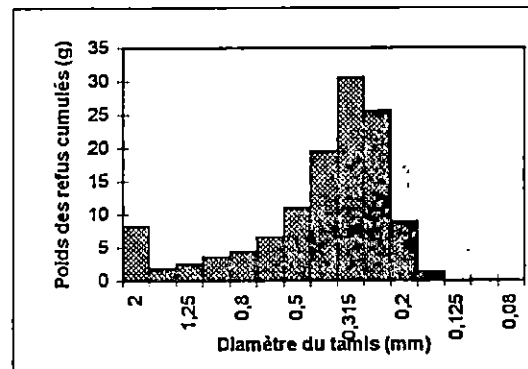
Histogramme de fréquence de l'échantillon terrestre TE9.



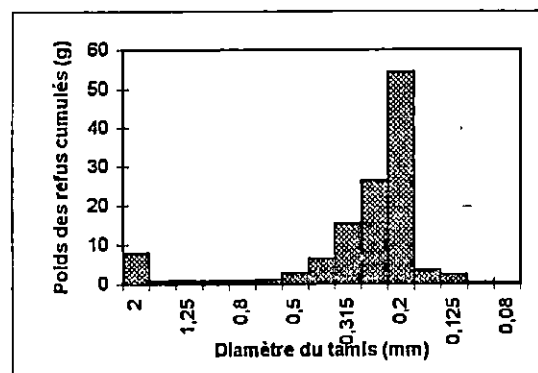
Histogramme de fréquence de l'échantillon terrestre TE10.



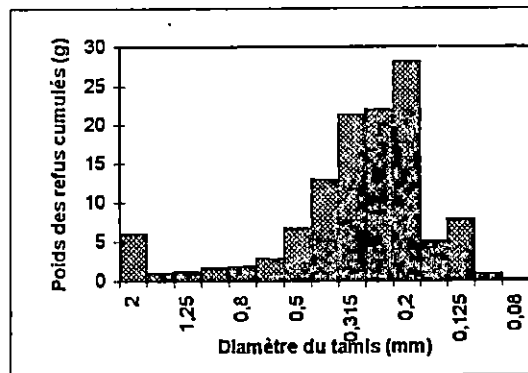
Histogramme de fréquence de l'échantillon terrestre TE11.



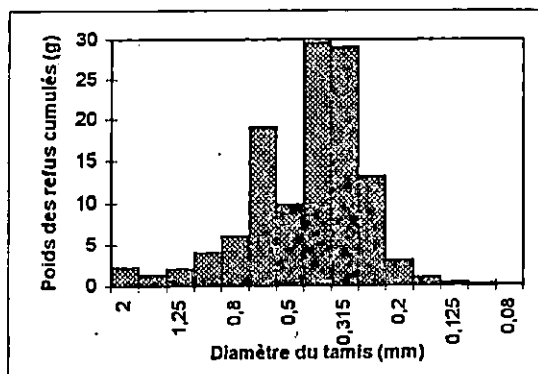
Histogramme de fréquence de l'échantillon terrestre TE12.



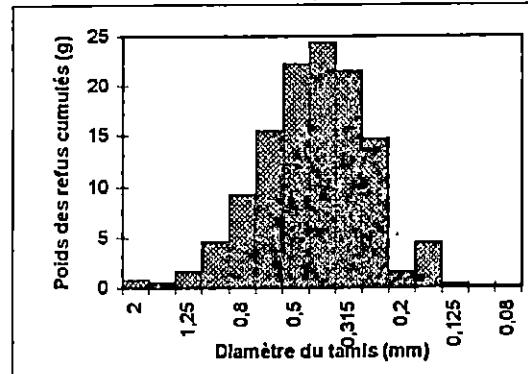
Histogramme de fréquence de l'échantillon terrestre TE13.



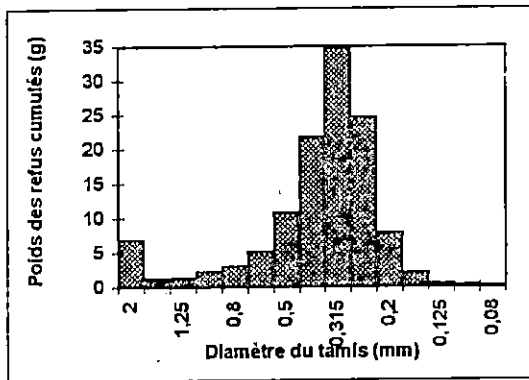
Histogramme de fréquence de l'échantillon terrestre TE14.



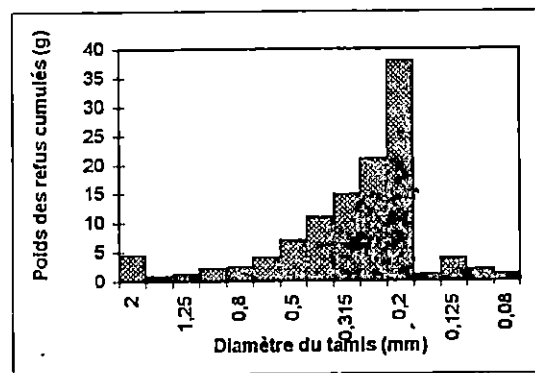
Histogramme de fréquence de l'échantillon de l'oued EO1.



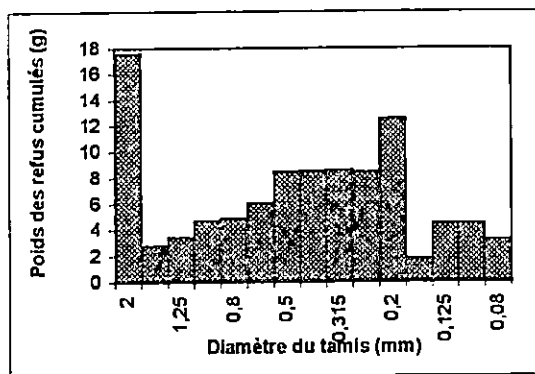
Histogramme de fréquence de l'échantillon de l'oued EO2.



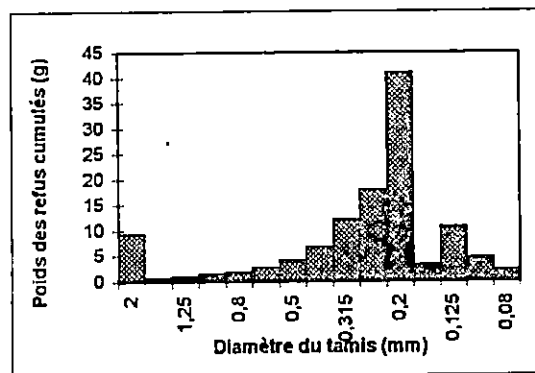
Histogramme de fréquence de l'échantillon de l'oued EO3.



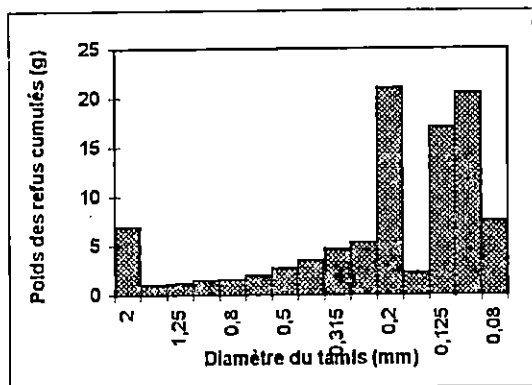
Histogramme de fréquence de l'échantillon marin ME1.



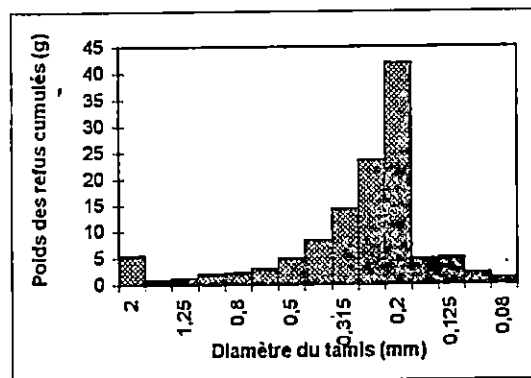
Histogramme de fréquence de l'échantillon marin ME2.



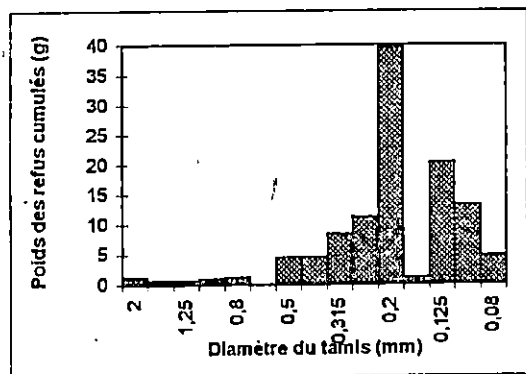
Histogramme de fréquence de l'échantillon marin ME3.



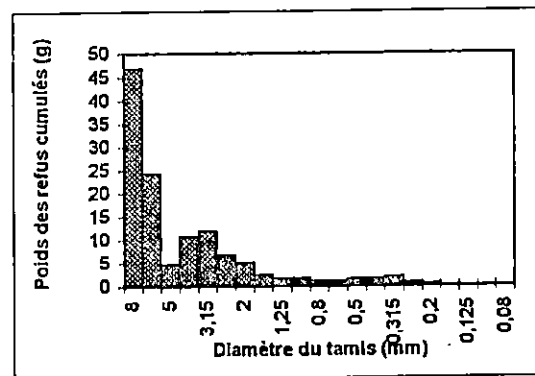
Histogramme de fréquence de l'échantillon marin ME4.



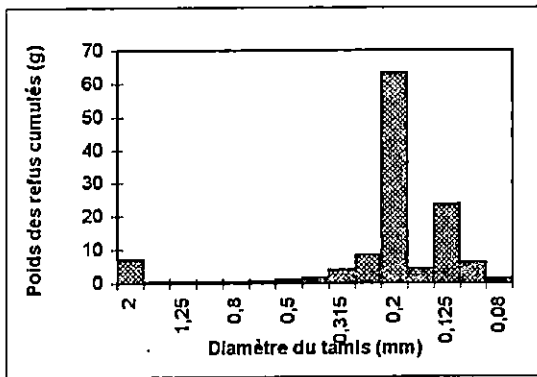
Histogramme de fréquence de l'échantillon marin ME5.



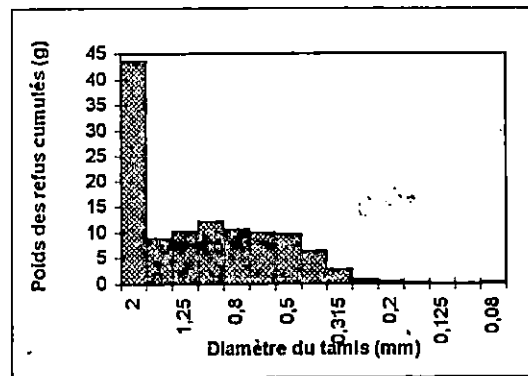
Histogramme de fréquence de l'échantillon marin ME6.



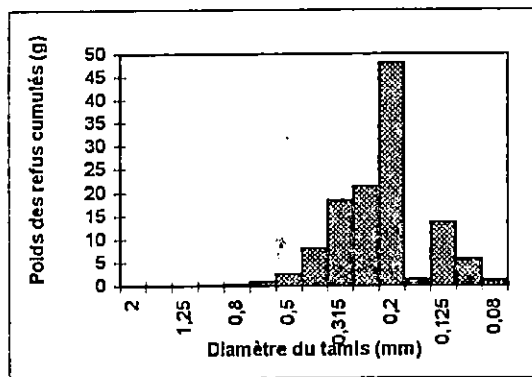
Histogramme de fréquence de l'échantillon marin ME7.



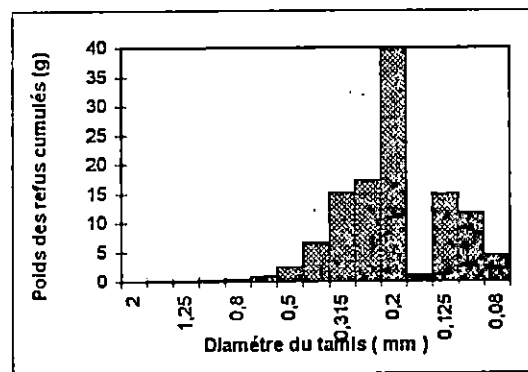
Histogramme de fréquence de l'échantillon marin ME8.



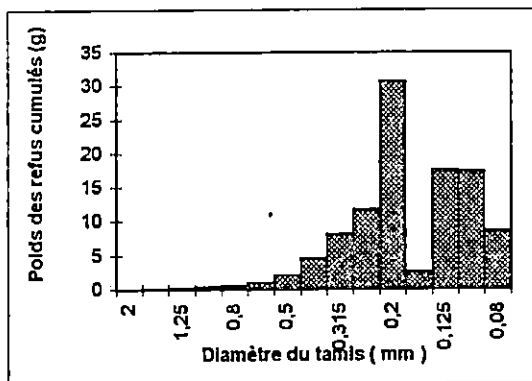
Histogramme de fréquence de l'échantillon marin ME9.



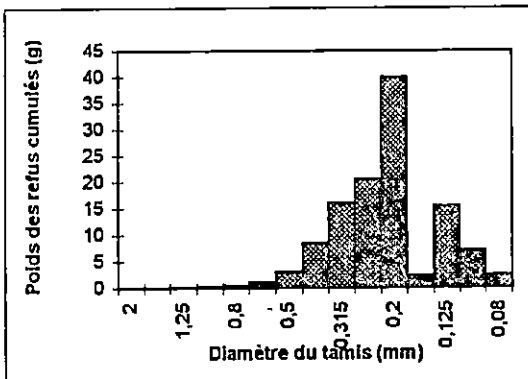
Histogramme de fréquence de l'échantillon marin ME10.



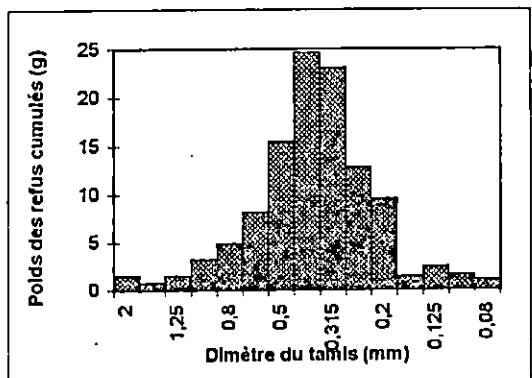
Histogramme de fréquence de l'échantillon marin ME11.



Histogramme de fréquence de l'échantillon marin ME12.



Histogramme de fréquence de l'échantillon marin ME13.



Histogramme de fréquence de l'échantillon marin ME14.

Tableau 1 : Les modes

Station (Echantillon)	Courbe unimodale	Courbe bimodale	Courbe plurimodale
TE1	X		
TE2			X
TE3	X		
TE4		X	
TE5	X		
TE6	X		
TE7	X		
TE8	X		
TE9	X		
TE10		X	
TE11	X		
TE12	X		
TE13	X		
TE14			X
EO1		X	
EO2		X	
EO3	X		
ME1		X	
ME2		X	
ME3		X	
ME4		X	
ME5		X	
ME6		X	
ME7	X		
ME8			X
ME9	X		
ME10		X	
ME11		X	
ME12		X	
ME13		X	
ME14	X		

Tab. 2 : Taux des carbonates (PI = poids initial = 50 grammes)

Echantillons	Poids final (PF) (g)	PI - PF (g)	Pourcentage des carbonates
EO1	18.95	31.05	62.1
EO2	18.99	31.01	62.02
EO3	18.52	31.48	62.96
EO1'	13.25	36.75	73.5
EO2'	17.57	32.43	64.86
ME6	26	24	48
ME8	43	7	14
ME9	27	23	46
ME11	46.21	3.79	7.58
ME12	36.2	13.8	27.6

Tab. : Résultats de la morphoscopie

Echantillons	Forme (%)	Eclat (%)	Couleur (%)
EO1	Arrondis : 26 Emoussés : 56 Anguleux : 18	Brillants : 74 Picotés : 10 Mats : 16	Noirs : 6 Oranges : 34 Pales : 20 Blancs : 18 Transparents : 22
EO2	Arrondis : 20 Emoussés : 60 Anguleux : 20	Brillants : 44 Picotés : 26 Mats : 30	Noirs : 16 Oranges : 34 Pales : 14 Blancs : 18 Transparents : 18
EO3	Arrondis : 32 Emoussés : 56 Anguleux : 12	Brillants : 42 Picotés : 28 Mats : 30	Noirs : 22 Oranges : 28 Pales : 16 Blancs : 10 Transparents : 24
EO1'	Arrondis : 26 Emoussés : 32 Anguleux : 42	Brillants : 36 Picotés : 34 Mats : 30	Noirs : 18 Oranges : 20 Pales : 18 Blancs : 24 Transparents : 20
EO2'	Arrondis : 18 Emoussés : 48 Anguleux : 34	Brillants : 52 Picotés : 16 Mats : 32	Noirs : 18 Oranges : 30 Pales : 16 Blancs : 28 Transparents : 8
ME6	Arrondis : 12 Emoussés : 36 Anguleux : 52	Brillants : 40 Picotés : 28 Mats : 32	Noirs : 20 Oranges : 4 Pales : 0 Blancs : 50 Transparents : 26
ME8	Arrondis : 24 Emoussés : 54 Anguleux : 22	Brillants : 58 Picotés : 18 Mats : 24	Noirs : 16 Oranges : 26 Pales : 14 Blancs : 16 Transparents : 28
ME9	Arrondis : 8 Emoussés : 36 Anguleux : 56	Brillants : 48 Picotés : 12 Mats : 40	Noirs : 22 Oranges : 14 Pales : 18 Blancs : 24 Transparents : 22
ME11	Arrondis : 22 Emoussés : 24 Anguleux : 54	Brillants : 42 Picotés : 24 Mats : 34	Noirs : 22 Oranges : 10 Pales : 10 Blancs : 36 Transparents : 22
ME12	Arrondis : 34 Emoussés : 28 Anguleux : 38	Brillants : 48 Picotés : 22 Mats : 30	Noirs : 26 Oranges : 6 Pales : 14 Blancs : 34 Transparents : 20

