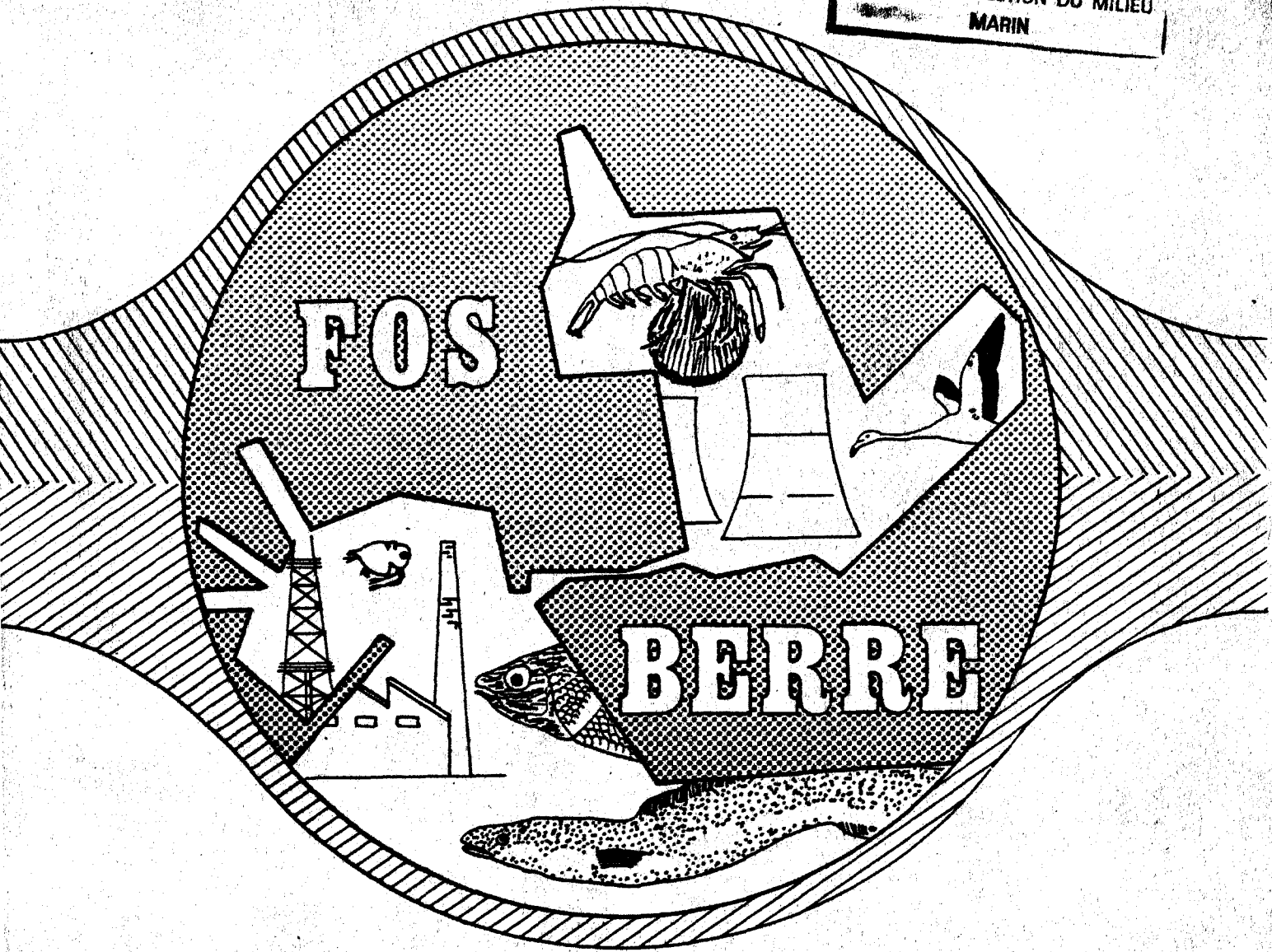


ETUDE REGIONALE INTEGREE

# Etang de Berre Cartographie des Sédiments et des Peuplements benthiques

DÉPARTEMENT ENVIRONNEMENT  
LITTORAL ET GESTION DU MILIEU  
MARIN



STATION MARINE D'ENDOUME · CENTRE OCEANOLOGIQUE DE MARSEILLE  
FACULTE DES SCIENCES DE LUMINY  
LABORATOIRE DE GEOLOGIE MARINE ET SEDIMENTOLOGIE APPLIQUEE  
LABORATOIRE DE BIOLOGIE DES INVERTEBRES MARINS  
LABORATOIRE D'ÉCOLOGIE DU BENTHOS

**IFREMER**      **JUILLET 1985**

Direction de l'Environnement et des Recherches Océaniques  
Département Environnement Littoral · Centre de Toulon

## S O M M A I R E

### AVANT-PROPOS

#### I - SEDIMENTOLOGIE

##### I.1 INTRODUCTION

##### I.2 METHODES D'ANALYSES

##### I.3 RESULTATS

##### I.3.1 COULEUR DES SEDIMENTS

##### I.3.2 PROPORTION DES FRACTIONS FINES DANS LE SEDIMENT

##### I.3.3 ETUDE DE LA FRACTION GROSSIERE

##### I.3.4 ETUDE DE LA FRACTION FINE

##### I.4 CONCLUSIONS

#### II - PEUPELEMENTS MACROBENTHIQUES

##### II.1 INTRODUCTION

##### II.2 GENERALITES

##### II.3 RESULTATS ET DISCUSSION

##### II.3.1 SITUATION DES PEUPELEMENTS MACROBENTHIQUES EN OCTOBRE 1983

##### II.3.2 ETUDE DE LA DYNAMIQUE DES PEUPELEMENTS BENTHIQUES DE L'ETANG DE BERRE

##### II.3.3 DISCUSSION

##### II.4 CONCLUSIONS

#### III - MEIOFAUNE BENTHIQUE ET MATIERE ORGANIQUE

##### III.1 INTRODUCTION

##### III.2 METHODES D'ANALYSE

##### III.3 RESULTATS

##### III.4 EVALUATION DE LA MATIERE ORGANIQUE TOTALE

##### III.5 BIOMASSES DES NEMATODES

##### III.6 EVALUATION DE L'ATP DANS LES SEDIMENTS

##### III.7 DISCUSSION ET CONCLUSION

#### IV - ETUDE CARTOGRAPHIQUE ET QUANTITATIVE DES PEUPELEMENTS A POTAMOGETON PECTINATUS

##### IV.1 INTRODUCTION

##### IV.2 ETUDE CARTOGRAPHIQUE

##### IV.2.1 BASSIN DE DELIMONAGE

##### IV.2.2 AUTRES SECTEURS

##### IV.3 ETUDE QUANTITATIVE DES PEUPELEMENTS

##### IV.3.1 BIOMETRIE DES PEUPELEMENTS

##### IV.3.2 FLORAISON - FRUCTIFICATION

##### IV.4 CONCLUSION

#### V - CONCLUSION GENERALE

#### BIBLIOGRAPHIE

## AVANT-PROPOS

— La zone de Fos-Berre a subi de profondes transformations au cours des 20 dernières années : implantation d'un vaste complexe portuaire et industriel, augmentation de la population, modifications consécutives à l'aménagement du Bas-Rhône et de la Durance.

Dès 1971, la création du S.P.P.P.I. a permis pour la première fois en France, de mettre en place une action coordonnée entre les administrations, les scientifiques, les élus et les usagers, destinée à préserver le milieu naturel des différents types de pollution engendrée par ce développement. —

De ce fait, un grand nombre de travaux scientifiques ont été réalisés depuis, la plupart du temps en vue d'estimer et, si possible, quantifier, l'impact des activités humaines sur le milieu.

La dernière cartographie exhaustive (sédiments et peuplements benthiques) date de 1977. Aucun travail d'envergure n'a été réalisé depuis.

Par contre, un certain nombre d'actions ont été entreprises depuis 1973 qui tendent à réduire les flux de matières en suspension et de polluants vers l'étang de Berre. Nous retiendrons surtout 3 actions :

- la mise en place par la Secrétariat Permanent pour la Prévention des Pollutions Industrielles (S.P.P.P.I.) d'un programme important de réduction des pollutions industrielles,
- la construction par EDF d'un bassin de délimonage à Cadarache (1980) et l'arrêt du fonctionnement du canal usinier dès que la teneur en matières en suspension dépasse les 5 000 mg/l, (1966-1967),
- la poursuite du programme d'équipement en stations d'épurations des communes riveraines et de celles situées dans le bassin versant de l'étang.

L'ensemble des efforts consentis devrait conduire à une amélioration sensible de l'ensemble de l'étang, en particulier au niveau du fond, intérateur à long terme de l'évolution du milieu aquatique.

Ce nouvel état de référence (1983) fait l'objet de ce rapport.

Deux nouveaux paramètres ont été cartographiés. Ils concernent les compartiments biologiques suivants :

- la phanaérogamme *Potamogeton pectinatus* (côtière)
- le méiobenthos, ensemble d'organismes de petite taille (moins d'un millimètre).

Cette étude qui s'est déroulée en novembre 1983, a été réalisée avec la collaboration des organismes suivants :

- . le Centre d'Océanologie de Marseille (C.O.M.), laboratoire de sédimentologie chargé de la cartographie sédimentaire,
- . le Centre d'Océanologie de Marseille (C.O.M.), laboratoire du benthos chargé de la cartographie du macrobenthos

- . la Faculté des Sciences de Luminy, laboratoire de Biologie des Invertébrés Marins (L.B.I.M.) chargé de la cartographie du méiobenthos et de la matière organique,
- . la Faculté des Sciences de Luminy, laboratoire d'écologie du benthos (L.E.B.) chargé de la cartographie du peuplement de phanaérogames.

Les personnes ayant participé à cette étude sont :

- MOSSE R.A., chercheur, L.E.B.
  - ROUX M., maître de conférences, C.O.M.
  - GABRIE C., chercheur, C.O.M.
  - STORA G., maître de recherches, C.O.M.
  - VITIELLO P., professeur, L.B.I.M.
- sous la responsabilité de L.A. ROMANA, IFREMER.

CHAPITRE I

SEDIMENTOLOGIE

## I - SEDIMENTOLOGIE

### I.1 Introduction

L'étude sédimentologique présentée dans ce rapport est un support aux études de biocoenoses benthiques. Un petit nombre d'échantillons répartis sur l'ensemble de l'étang ont été prélevés durant le mois de novembre 1983 par prise mécanique à la benne de type orange peel. Le calcul des proportions de lutites (inf. à  $63 \mu$ ) a été réalisé sur 14 échantillons. Par ailleurs, 8 échantillons, correspondant à une radiale Nord-Sud et deux extensions Nord-Ouest et Nord-Est, ont fait l'objet d'analyses plus poussées.

### I.2 Méthodes d'analyses

Après avoir déterminé la teinte des sédiments humides, par comparaison aux teintes et valeurs du code MUNSELL, utilisé en pédologie, les analyses effectuées sont les suivantes :

- le sédiment est séché pour déterminer sa teinte à sec, puis tamisé sous l'eau au tamis de côté de maille  $a_2 = 63 \mu$  (diagonale :  $a_2 = 8 \mu$ ) afin de séparer les fractions grossières et fines (ou lutites).
- la fraction grossière, lorsqu'elle est suffisamment abondante (plus de 100 g), après avoir été séchée et pesée, subit un tamisage mécanique à sec, sur colonne de tamis AFNOR. Lorsque la fraction grossière n'est pas suffisamment abondante, elle subit un tamisage limité aux tamis 2,5 mm, 1 mm, 0,5 mm et 0,25 mm.
- la fraction grossière fait également l'objet d'un comptage et d'une détermination des grains afin de quantifier l'apport bioclastique : dans chacune des fractions suivantes : supérieure à 2,5 mm, 2,5 - 1 mm, 1 - 0,5 mm, 0,5 - 0,25 mm, et inférieure à 0,25 mm, 100 grains ont été déterminés et comptés.
- la fraction fine (inférieure à  $63 \mu$ ) est tamisée sous l'eau aux tamis de côté de maille  $40 \mu$  ( $57 \mu$ ) et  $20 \mu$  ( $28 \mu$ ). Les refus de tamis sont pesés. Cette fraction a également fait l'objet d'une analyse de coulter counter, afin de tester la méthodologie pour d'éventuelles utilisations ultérieures. Nous avons utilisé deux tubes (70 et 200), capables de mesurer du matériel de taille comprise entre 64 et 1 micron. Les résultats obtenus, un nombre de particules par canal, sont ensuite convertis en volumes.

NOTA : Sauf indication contraire, les valeurs données pour les dimensions de tamis, correspondent à la dimension du côté de la maille. Les chiffres entre parenthèses correspondent à la dimension de la diagonale.

### I.3 Résultats

#### I.3.1 Couleur des sédiments

##### Les sédiments humides

La couleur des sédiments humides permet de distinguer 3 types de sédiments (figure 1) :

- les sédiments gris foncés (code 5Y 3/1 et 5Y 5/1) sont localisés dans le sud de l'étang (échantillons 4,6 et 16) et au nord ouest (échantillons 67 et 76), au débouché de l'Arc.
- les sédiments marrons foncés (code 5Y 3/2 et 5Y 2/2) occupent la partie centrale de l'étang (échantillons 43,30 et 32) ainsi que l'extrême nord (échantillon 91)
- les sédiments noirs (code 5Y 2/1) dominant. Ils caractérisent le nord et le centre de l'étang (échantillons 84, 76, 65, 62 et 48).

##### Les sédiments secs

La teinte des sédiments secs est plus homogène : les teintes grises dominent : échantillons 91, 76, 79, 67, 48, 4 et 6 (code 5Y 6/1) et échantillons 62, 43, 30 et 16 (code 5Y 5/1). Quelques taches plus claires apparaissent (échantillons 65, 84 et 32, code 5Y 7/1).

#### I.3.2 Proportions de fraction fine ( $< 63 \mu$ ) dans le sédiment (lutites)

Les proportions de fraction fine dans le sédiment permettent de distinguer 4 types de sédiments (fig. 2 et tableau 1) :

- les vases pures, à plus de 90 % de fraction fine (proportions variant entre 95,9 et 99,9) sont les plus abondantes. Elles occupent toute la partie nord de l'étang et s'étendent le long du Mont Calaraou jusqu'à la station 32 (échantillons 91, 84, 76, 79, 65, 62, 67, 48 et 32)
- les vases bioclastiques (90 - 75 % de fraction fine) sont localisées à l'échantillon 6 dans l'extrême sud de l'étang
- les vases sableuses (75 - 50 % de fraction fine) sont également réparties dans le sud (échantillons 4, 16 et 30 : 53 à 73 %)
- les sables ne sont représentés que par l'échantillon 43, au centre est de l'étang (seulement 11 % de fraction fine).

Si l'on considère la diagonale de maille comme dans les rapports précédents, ces résultats sont identiques.

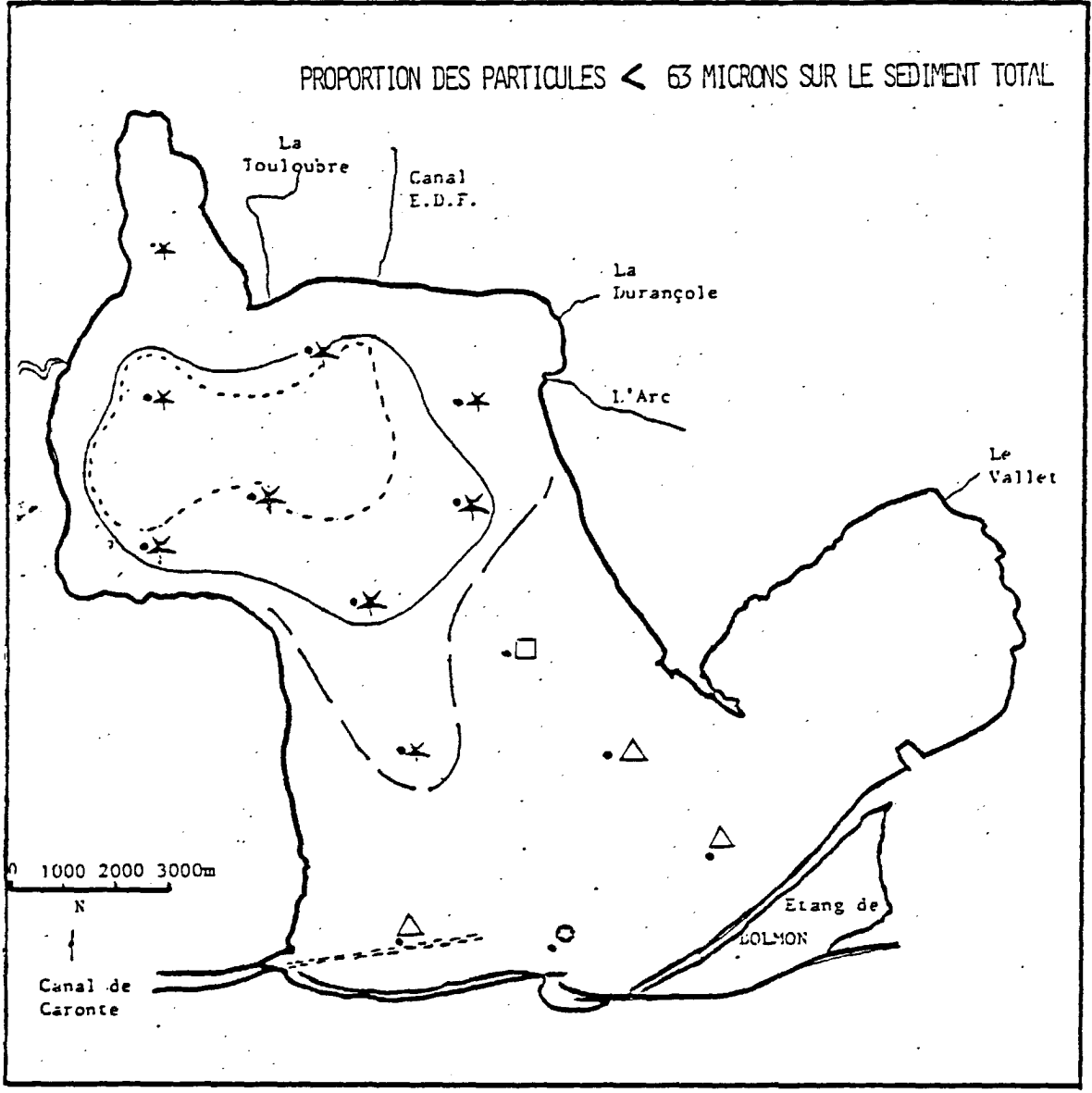
Numéro éch.	Poids total sédiment prélevé (gr)	Fraction $>63\mu$ poids		Fraction $<63\mu$ poids	
		gr	%	gr	%
43	733.17	652.3	88.97	80.87	11.03
62	561.5	0.63	0.11	567.87	99.89
65	482.41	0.07	0.01	482.34	99.99
67	413.85	0.84	0.2	413.01	99.8
76	171.62	0.5	0.29	171.12	99.71
79	202.15	8.27	4.09	193.88	95.91
84	192.80	0.43	0.22	192.37	99.78
91	313.66	8.44	2.69	305.22	97.31
04	824.8	224.94	27.27	599.86	72.73
16	491.3	230.43	46.9	260.87	53.1
48	391.26	0.48	0.12	390.78	99.88
06	727.2	94.74	13.03	632.46	86.97
32	371.63	4.05	1.09	367.58	98.91
30	728.65	276.92	38.	451.73	62.

TABEAU 1 - Proportions de fraction inférieure à  $63\mu$  dans le sédiment total.



# ETANG DE BERRE

## PROPORTION DES PARTICULES < 63 MICRONS SUR LE SEDIMENT TOTAL



Limite de la tâche à 99% en 1976 -----  
 en 1983 \_\_\_\_\_  
 Limite de la tâche à 90% en 1983 - - - -

- Plus de 99% ✕
- de 90' à 99% ✕
- de 75 à 90% ⊙
- de 50 à 75% △
- moins de 20% □

FIGURE 2

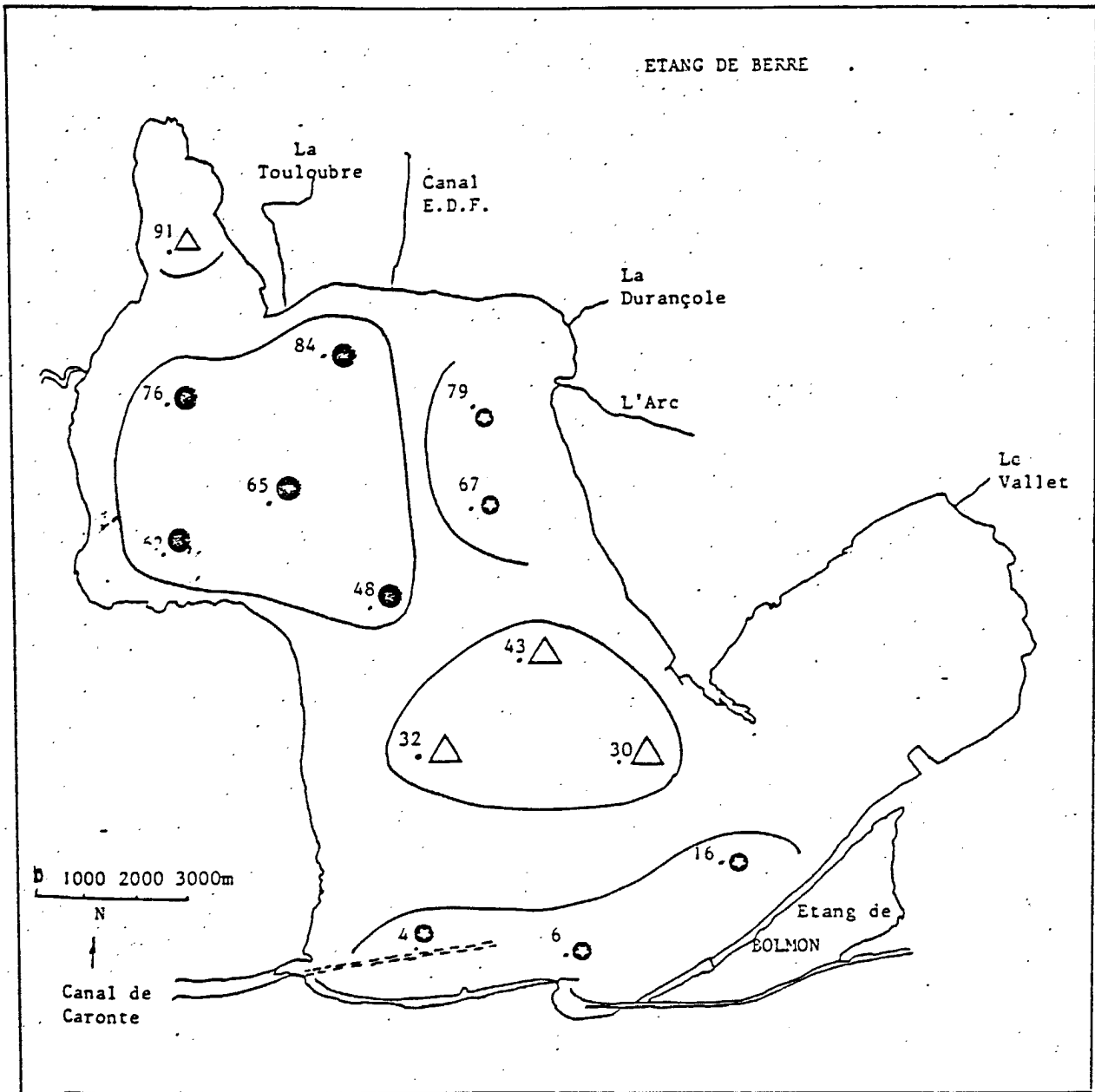


FIGURE 1 : Couleur des sédiments humides.

- △ Teintes marrons foncées.
- Teintes noires
- Teintes grises foncées

### I.3.3 Etude de la fraction grossière (> 63 $\mu$ )

#### A - Granulométrie

Comme nous venons de le voir, parmi les échantillons étudiés, la fraction grossière est pratiquement absente. Elle représente moins de 5 % et le plus souvent moins de 1 % de l'ensemble du sédiment. C'est la fraction supérieure à 2,5 mm qui est la mieux représentée dans les échantillons 67, 79 et 32 tandis que dans tous les autres échantillons, c'est la fraction inférieure à 0,25 mm.

Ainsi, seul l'échantillon 6 situé dans l'extrême sud de l'étang possédait suffisamment de fraction grossière pour subir un tamisage mécanique. Cet échantillon correspond à des granules (taille moyenne : 4,25 mm) très mal classées ( $S_0 = 4,32$ ).

#### B - Constitution du sédiment

Pour les 8 échantillons pour lesquels l'apport bioclastique a été quantifié, on constate que (fig. 3) :

- la fraction supérieure à 2,5 mm est toujours à dominance de coquilles de bivalves, essentiellement des Cardium (elles représentent entre 80 et 100 % dans la fraction). Les autres organismes, faiblement représentés sont les Serpulidés et les Gastéropodes. Dans cette fraction, les minéraux sont toujours absents sauf dans l'échantillon 6 où la fraction minérale représente 20 %.
- dans la fraction comprise entre 2,5 mm et 1 mm et celle comprise entre 1 et 0,5 mm, les débris de bivalves sont toujours dominants (resp. de 50 à 94 %, et 33 à 86 %). Mais les proportions des autres débris d'organismes augmentent. Il s'agit essentiellement des gastéropodes, des serpulidés, des crustacés et des échinodermes. A l'exception de l'échantillon 6 où ils sont dominants (resp. 65 et 79 %), les minéraux sont absents de la fraction 2,5 - 1 mm. Ils commencent à apparaître dans la fraction 1 - 0,5 mm (de 1 à 13 %)
- dans la fraction comprise entre 0,5 et 0,25 mm, on note une nette diversification des débris bioclastiques. Toutefois, les coquilles de bivalves dominent toujours (de 35 à 71 %). Les tests de foraminifères font leur apparition. Ils peuvent représenter jusqu'à 6 % (échantillon 48) et sont essentiellement représentés par Ammonia becarii. Il faut également signaler l'accumulation de valves d'ostracodes dans l'échantillon 84, au débouché du canal EDF (jusqu'à 19 %). L'importance de la fraction minérale augmente encore (entre 2 et 46 %).

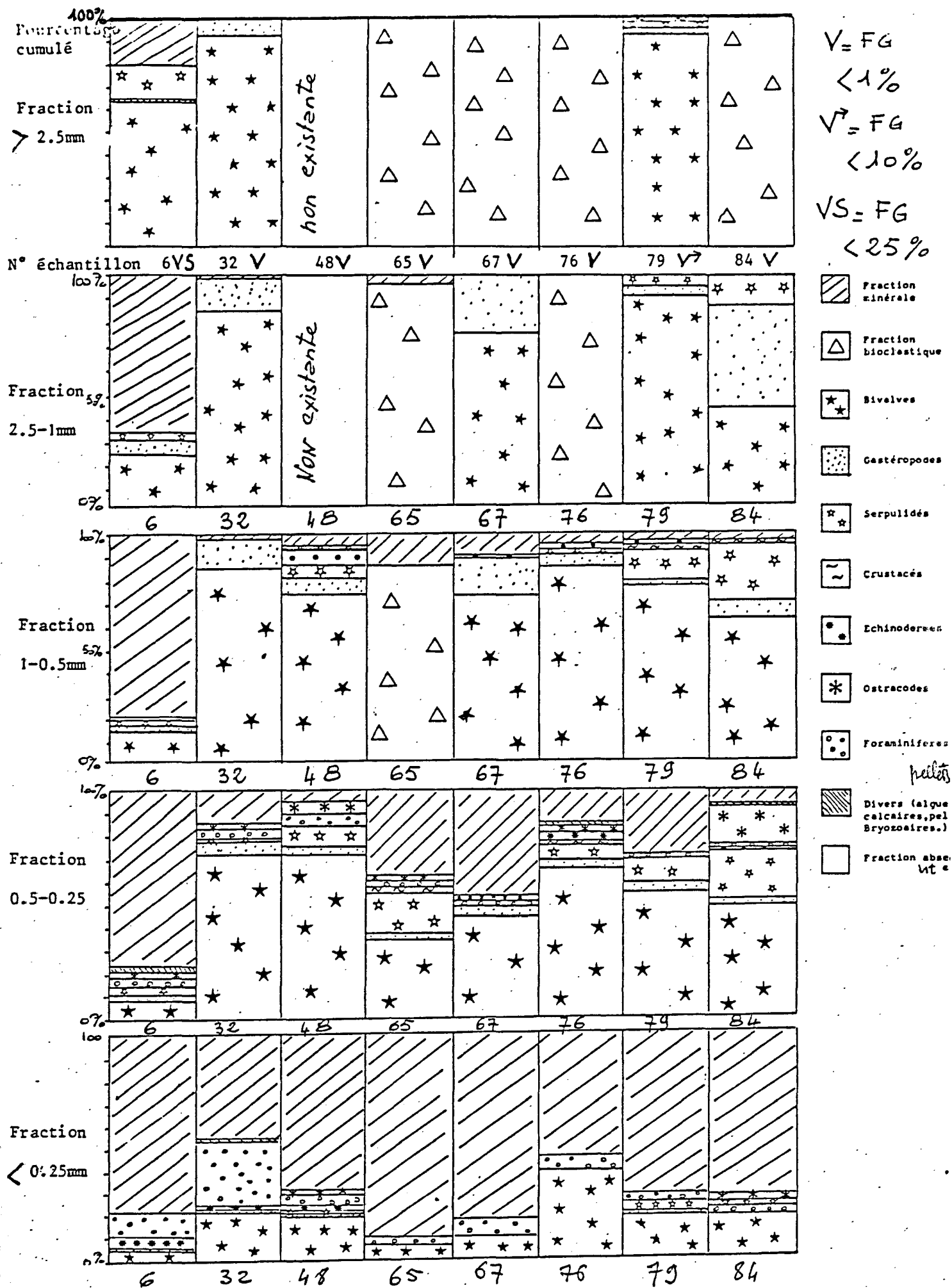


FIGURE 3 : Pourcentages cumulés des constituants sédimentaires des diverses fractions granulométriques.

- dans la fraction comprise entre 0,25 et 0,063 mm, les minéraux sont nettement dominants (42 à 89 %). Dans la fraction bioclastique, les débris de bivalves dominant toujours, mais les foraminifères peuvent présenter des accumulations importantes (jusqu'à 31 % dans l'échantillon 32).

#### I.3.4 Etude de la fraction fine (< 63 $\mu$ )

La séparation de la fraction fine en fractions 63 - 40  $\mu$ , 40 - 20  $\mu$  et inférieure à 20  $\mu$ , révèle que dans tous les sédiments, la fraction inférieure à 20  $\mu$  est très largement dominante (de 95 à 99 %). La fraction comprise entre 63 et 40  $\mu$  est très faible, toujours inférieure à 1 %, tandis que celle comprise entre 40 et 20  $\mu$  ne représente pas plus de 5 %. Tous ces sédiments appartiennent donc au type I défini en 1976. (figure 4 et tableau 2)

Examinons maintenant les résultats obtenus au coulter counter, sans oublier que l'on travaille non plus en poids, mais en volume. Ceci ne pose pas de problème, à condition que les densités des grains soient sensiblement identiques. Dans notre cas, il existe une fraction bioclastique et une fraction minérale dont les densités sont différentes. Cependant, comme nous l'avons vu, dans les fractions fines, le matériel biogène est peu abondant.

Les résultats obtenus au coulter counter sont légèrement différents de ceux obtenus avec la méthode classique. Toutefois, les conclusions sont identiques, à savoir :

- la plus grande partie de la fraction inférieure à 63  $\mu$  est comprise dans la fraction 28,2 - 2  $\mu$  (entre 50 et 65 %) (tableau 4). Tous les sédiments appartiennent donc au type I défini en 1976
- la fraction inférieure à 2  $\mu$  varie de 14 à 33 %
- signalons le cas des échantillons 84 et 79, situés dans le nord est de l'étang, pour lesquels les proportions de fraction supérieure à 57  $\mu$  sont plus importantes que dans les autres zones

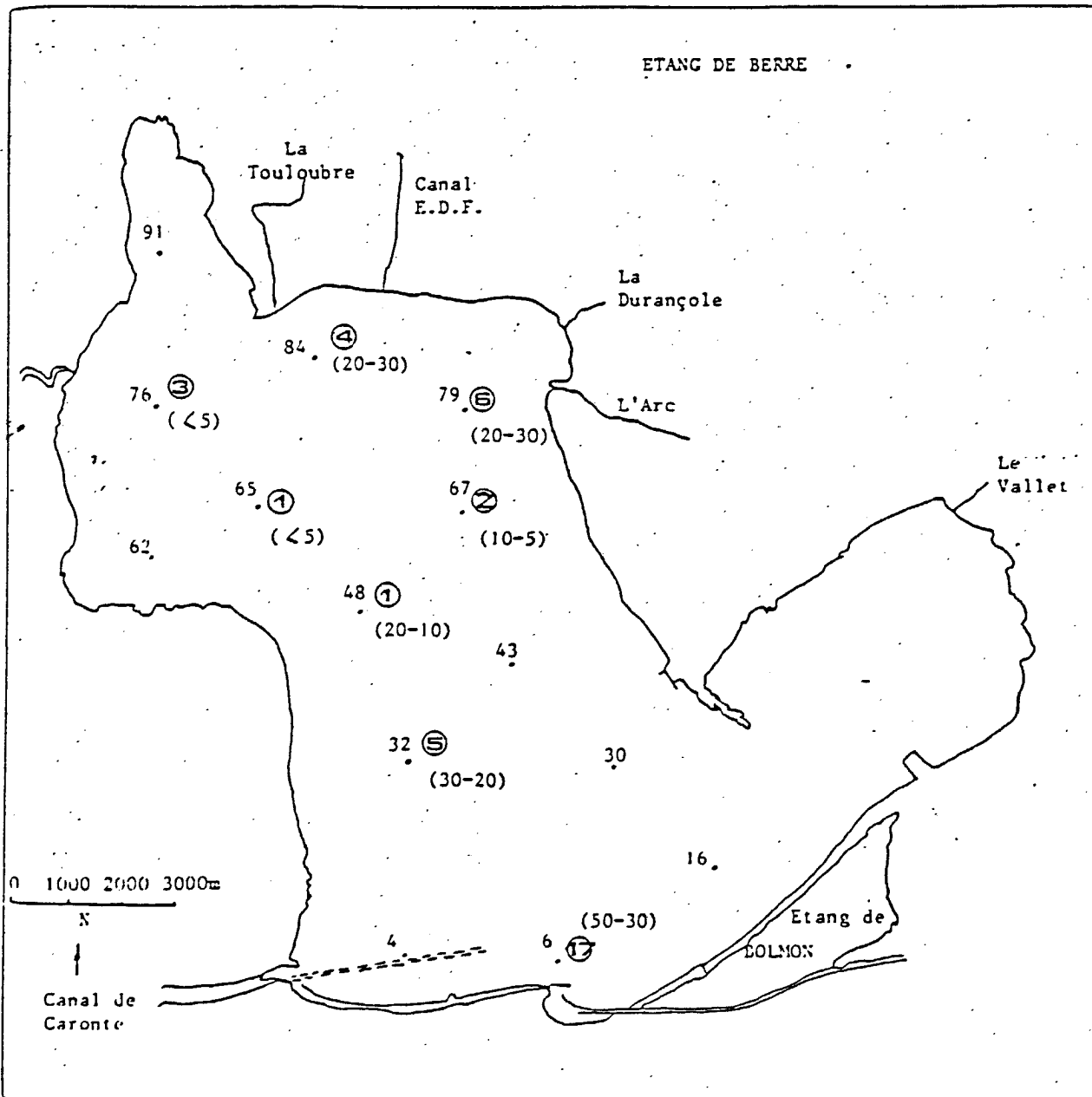


FIGURE 4 : Proportions de fraction supérieure à 20 $\mu$  dans le sédiment total.

⊖ Valeurs en 1983 , (X-Y) : plages de valeurs en 1976.

Numéro d'échantillon	20 $\mu$	
	%	%
06	17.24	82.76
32	5.38	94.62
48	1.08	98.92
65	0.67	99.33
67	1.67	98.33
76	2.56	97.44
79	5.9	94.1
84	3.97	96.03

TABLEAU 2 : Proportions de fraction inférieure à 20 $\mu$  dans  
la fraction inférieure à 63 $\mu$

Numéro d'échantillons	a $\sqrt{2}$ a	(89 $\mu$ ) 63 $\mu$			(57 $\mu$ ) 40 $\mu$		(28 $\mu$ ) 20 $\mu$	
Zone 1	91	2.69	97.31					
	84	0.22	0.25	3.5	96.03			
	76	0.29	0.25	2.02	97.44			
	79	4.09	0.22	1.59	94.1			
	65	0.01	0.07	0.59	99.33			
	67	0.2	0.18	1.28	98.34			
	62	0.11	99.89					
Zone 2	48	0.12	0.14	0.82	98.92			
	32	1.09	0.05	4.24	94.62			
	43	88.97	11.03					
Zone 3	30	38	62					
	16	46.9	53.1					
	04	27.27	72.73					
	06	13.03	1.06	3.15	82.76			

TABLEAU 3 : Proportions des différentes fractions granulométriques dans  
le sédiment total (entre parenthèses = valeurs pour la diagonale).

#### I.4 Conclusion

Les études réalisées en 1962 et en 1976 avaient conduit à déterminer 3 zones sédimentaires :

- une zone septentrionale à dominance de vases pures,
- une zone méridionale à dominance de vases bioclastiques et de vases sableuses,
- une zone médiane de sédiments intermédiaires.

Si l'on se base sur ce découpage, la présente étude, bien que réalisée sur un petit nombre d'échantillons, conduit aux résultats suivants :

- dans la partie septentrionale, les vases pures dominant à plus de 90 % de fraction fine. Une tache centrale, qui englobe les échantillons 84, 62, 65 et 67 correspond à des sédiments noirs appartenant au domaine à plus de 99 % de fraction fine (tableau 3),
- dans la partie médiane, les sédiments correspondent également à des vases pures, à l'ouest, le long du Mont Calaraou (échantillons 32 et 48). L'échantillon 48, au nord de cette zone, appartient au domaine à plus de 99 % de fraction fine. A l'ouest, par contre, l'échantillon 43 correspond à un sable à nette dominance bioclastique (nombreuses coquilles de Corbula gibba, de moules et de Cardium),
- la partie sud est occupée par des vases bioclastiques et des vases sableuses. La fraction grossière est à dominance bioclastique : coquilles de Cardium dans les échantillons 16 et 30 à l'ouest, et tubes de Mercerielles dans l'échantillon 4 à l'est, le long du canal de Caronte. Seul l'échantillon 6 présente une fraction grossière à dominance minérale. Par ailleurs, si l'on se réfère aux 7 types sédimentaires définis en 1976, en fonction des proportions en fraction inférieure à 20  $\mu$ , on constate que tous les sédiments appartiennent au type I, à plus de 60 % de fraction inférieure à 20  $\mu$ .

En résumé, l'étude présente montre que :

- les 3 zones sédimentaires sont sensiblement identiques à celles décrites dans les rapports précédents. Cependant, par rapport à 1962 et 1976 on note :
  - . une très nette extension vers le sud et l'ouest de l'étang, de la zone à plus de 99 % de fraction fine. Celle-ci, qui se limitait en 1976 à une tache dans l'extrême nord, englobe actuellement les échantillons 62, 67 et 48



Numéro d'échantillon		57 $\mu$	21.5 $\mu$	2 $\mu$
76	1.61	8.66	56.18	33.55
67	6.03	14.49	65.29	14.13
06	1.2	11.97	64.52	22.31
65	5.58	11.57	65.4	17.45
84	19.88	11.47	54.38	14.27
32	1.2	5.88	62.7	30.22
48	4.35	12.34	60.77	22.54
79	10.13	20.9	51.1	17.87

TABLEAU 4 : Proportions des différentes fractions inférieures à  
63 $\mu$  . ANALYSE AU COULTER COUNTER.

- . une augmentation marquée des proportions de fraction inférieure à  $20\ \mu$  dans l'ensemble de l'étang, et ceci dans des proportions importantes puisque tous les sédiments étudiés en comprennent plus de 90 %.
- Par ailleurs, ainsi que le signalaient déjà les rapports précédents, la fraction grossière est, à l'exception de l'échantillon 6, à dominance biogène, et ceci jusque dans les fractions supérieures à 0,25 mm. Celle-ci est le témoin des anciennes biocoenoses locales, antérieures aux rejets massifs d'eau douce. A partir de 0,25 mm, les rapports biogène/terrigène s'inversent, au profit de la fraction minérale. C'est également à partir de cette limite qu'apparaissent les accumulations de tests de foraminifères, représentés essentiellement par Ammonia becarii, assez commune dans certains biotopes envasés et pollués littoraux de la région (Ph. LOEILLET, 1983)
  - Enfin, il faut mettre l'accent sur tous les avantages de l'utilisation du coulter counter en granulométrie. N'ayant été que peu utilisée en granulométrie jusqu'à maintenant, la méthode nécessite une mise au point un peu longue, notamment en ce qui concerne les concentrations. Toutefois, une fois cette mise au point réalisée, la méthode est très précise et surtout très rapide, si l'on compare aux méthodes classiques (pipette d'Andreasen, densimétrie). De plus, elle ne nécessite qu'une petite quantité de matériel.

CHAPITRE II

PEUPLEMENTS MACROBENTHIQUES

## II - PEUPELEMENTS MACROBENTHIQUES

### II.1 Introduction

Depuis plus de 10 ans des aménagements importants ont été réalisés dans l'étang de Berre visant à réduire les rejets d'altéragènes par les usines et les villes environnantes. Ces aménagements entre autre ont abouti dès 1980 à une réduction de près de 90% de la charge polluante rejetée (STANKIEVITCH 1983). La dernière cartographie détaillée des peuplements macrobenthiques de l'étang de berre ayant été effectuée en 1977 (STORA et ARNOUX 1983), une étude actualisée s'avérait nécessaire préalablement à la mise en route d'un programme à long terme intégrant une étude dynamique des peuplements. Ce rapport présente donc la cartographie et la composition de ces peuplements macrobenthiques au cours du mois d'Octobre 1983.

### II.2 Généralités

Les prélèvements ont été réalisés le 13 et 14 octobre 1983 dans l'étang de berre et le 21 octobre dans l'étang de Vaine. Au total 41 stations ont été étudiées recouvrant l'ensemble des étangs (fig 5). L'engin de prélèvement utilisé est une benne Orange Peel. A chaque station, 4,5 dm<sup>3</sup> de sédiments sur une surface de 1/12 de m<sup>2</sup> ont été prélevés. Cette surface et ce volume de sédiments correspondant au volume et à la surface minimaum pour le peuplement lagunaire et euryhalin (LEE) de l'étang (STORA 1982) ont été obtenus par la réunion d'1/4 de prélèvements de 4 coups de benne. Les sédiments prélevés ont été tamisés sur place sur un tamis de maille de 1.3 mm de côté et conservés dans une solution de formol à 10%. Au laboratoire, l'ensemble des prélèvements ont été triés et tous les organismes vivants prélevés. Dans un deuxième temps dans 8 stations particulières dont le choix sera précisé ultérieurement les animaux récoltés ont été déterminés, séparés espèce par espèce et comptés.

### II.3 Résultats et discussion

La figure 6 et le tableau (1) présentent la situation et la composition des peuplements benthiques de l'étang de berre en octobre 1983.

ETANG DE BERRE

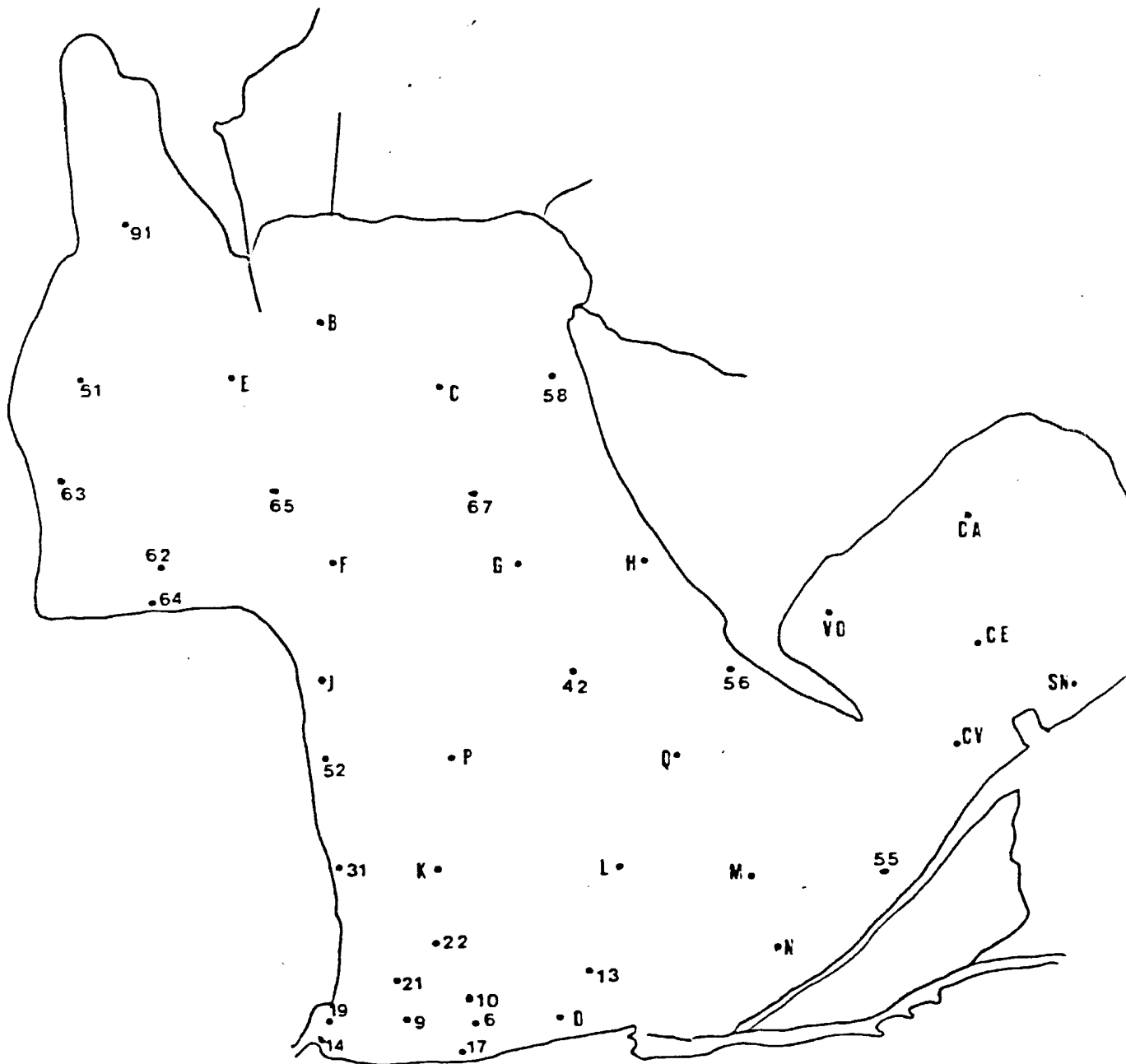


Fig 5 : Localisation des stations de prélèvements.

### II.3.1 Situation des peuplements macrobenthiques en octobre 1983

#### a) Cartographie des peuplements.

4 zones peuvent être mises en évidence où les peuplements sont variables qualitativement et quantitativement et adaptés à vivre en milieu marin ou saumâtres. Ces quatre zones sont:

- La partie centrale de l'étang,
- La zone sud-ouest dans les fonds de 5 à 9 m,
- Le chenal de l'étang de Berre,
- La bordure côtière jusqu'à 5 m de profondeur

##### a.1) La partie centrale de l'étang

L'étude des stations situées entre 5 m et le fond de l'étang, à l'exception du chenal de navigation et la zone sud ouest, révèle une absence totale d'espèce macrobenthique. Alors que dans le sud les refus de tamis sont constitués de valves de Pélécy-podes morts, la plupart des prélèvements dans le nord n'ont permis de ramener que de la vase pratiquement pure montrant une extension marquée du bassin de décantation (Cf chapitre I). Il faut cependant noter la présence de quelques larves de Chironomides dans les fonds de 6 m dans le nord de l'étang.

##### a.2) La zone sud ouest

Dans ce secteur sous l'influence directe des courants de marées, seule la Polychète *Capitella capitata* a pu être récoltée dans des fonds de 8 m au nord du chenal de navigation. Dans les autres stations notamment dans les fonds de 5 à 7 m seul un peuplement LEE extrêmement dégradé quasi inexistant se maintient.

##### a.3) Le chenal de navigation.

Dans le chenal de navigation dragué à 9 m de profondeur, un peuplement référé à la biocénose des sables vaseux de mode calme (SVMC) se maintient. A plus de deux milles de Martigues en direction du centre de l'étang ce peuplement SVMC cède la place à un peuplement LEE dégradé qui disparaît très rapidement.

##### a.4) La bordure côtière jusqu'à 5 m de profondeur.

Les prélèvements réalisés sur cette bordure côtière permettent de constater le maintien d'un peuplement plus ou moins dégradé se référant à la biocénose LEE.

Dans l'étang de Vaine seuls les fonds de la partie sud proches du seuil faisant communiquer l'étang de Vaine et l'étang de Berre présentent un peuplement "florissant". Dans le reste de l'étang le peuplement LEE est extrêmement dégradé et même inexistant dans les fonds de 3m de la partie nord de l'étang.

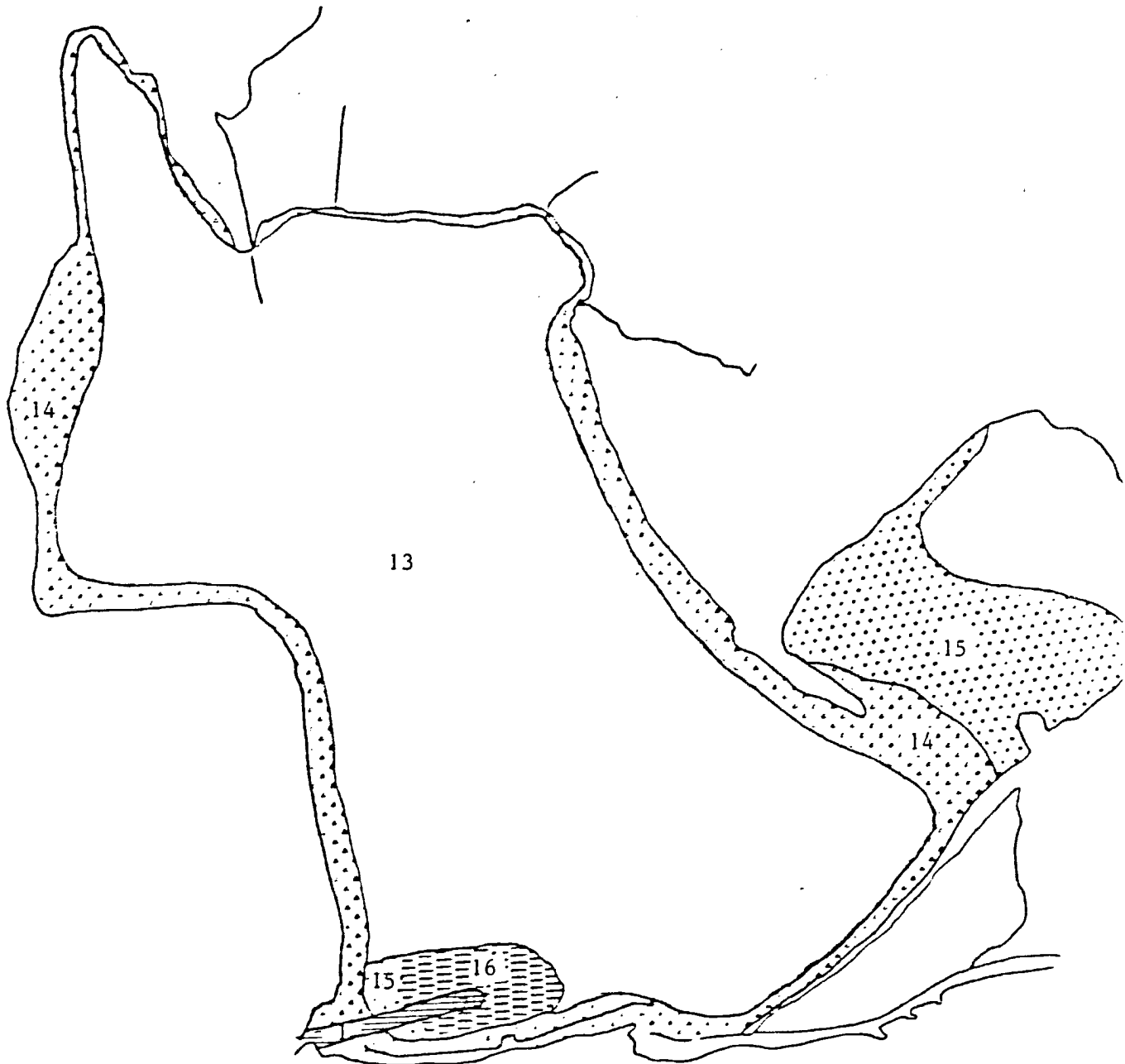
ETANG DE BERRE

Fig. 6 Situation des peuplements benthiques de l'étang de Berre en Octobre 1983. 1) Biocenose SVMC 7) Zone de transition SVMC-LEE, 13) Zone azoïque, 14) Peuplement LEE, 15) Peuplement LEE très dégradé 16) Zone très dégradé a *Capitella capitata*.

## b) Analyse qualitative et quantitative

Les stations choisies pour cette étude détaillée sont les stations 9,19,31,56,58,61,64 et CV. La station 9 dans le chenal de navigation est une station charnière ou en fonction des conditions de salinité le peuplement oscille entre une tendance marine ou saumâtre avec prédominance des espèces caractéristiques exclusives de la biocénose SVMC ou LEE. Les autres stations sont réparties sur toute la bordure cotière. Situés dans des fonds entre 3,5 et 4m. De ce fait la richesse qualitative et quantitative du peuplement LEE au sein de ces stations est directement le reflet de la pression des divers facteurs altératifs s'exerçant dans le milieu sans influence du paramètre bathymétrie.

## b.1: Le chenal de navigation (tableau 1 en annexe)

Dans le chenal de navigation, le peuplement en place à la station 9 est référable à la biocénose SVMC. Les espèces caractéristiques exclusives de cette biocénose récoltées sont *Cereus pedunculatus*, *Aonides oxycephala*, *Loripes lacteus*, *Venerupis aurea* et *Venerupis decussata*. On peut considérer que l'affinité du peuplement en place est proche de 100% pour cette biocénose SVMC. Seule *Abra ovata* espèce caractéristique exclusive de la biocénose LEE a pu être trouvée et ne représente que 0.55% du peuplement en place. Les espèces indicatrices de perturbation présentes sont les indicatrices de richesse en matière organique *Cerianthus lemnaceus*, *Cereus pedunculatus*, *Mediomastus cf californiensis*, *Venerupis aurea*, *Venerupis decussata*, *Corbula gibba* et l'espèce à large répartition écologique *Lumbrineris latreilli*.

## b.2 : La bordure cotière (Tableau 1 en annexe)

Les espèces caractéristiques exclusives de la biocénose LEE récoltées sur la bordure cotière sont *Nereis succinea*, *Mercierella enigmatica*, *Hydrobia cf ulvae*, *Brachidontes marioni*, *Cerastoderma glaucum*, *Balanus eburneus*, *Cyathura carinata*, *Sphaeroma hookeri* et *Corophium insidiosum*. Il est à noter que dans les tableaux des espèces ne figurent pas l'abondance et la dominance de la Polychète *Mercierella enigmatica*. En dehors des difficultés pratiques de réalisation du comptage de tous les individus dans leur tube calcaire ces Polychètes ont la possibilité de se rétracter très rapidement au fond de leur tube. Cette réaction de fuite au moment du choc provoqué par le coup de benne peut entraîner une source d'erreur dans l'évaluation de l'abondance de cette espèce. De ce fait les dominances calculées sont des dominances partielles.

Les tapis de tubes de *Mercierelles* mortes ou vivantes sont particulièrement importants sur la bordure cotière ouest et nord est de l'étang.

Le peuplement LEE de la bordure cotière se caractérise par un faciès à *Balanus eburneus* florissant. L'installation de cette espèce au moment des prélèvements est extrêmement récente dans la mesure où la plupart des individus se présentent sous une forme juvénile. Il en est de même pour *Cerastoderma glaucum*.

Comme le montre les dendrogrammes de la fig 7, ce faciès présent sur toute la bordure cotière entraîne une affinité quantitative élevée entre les



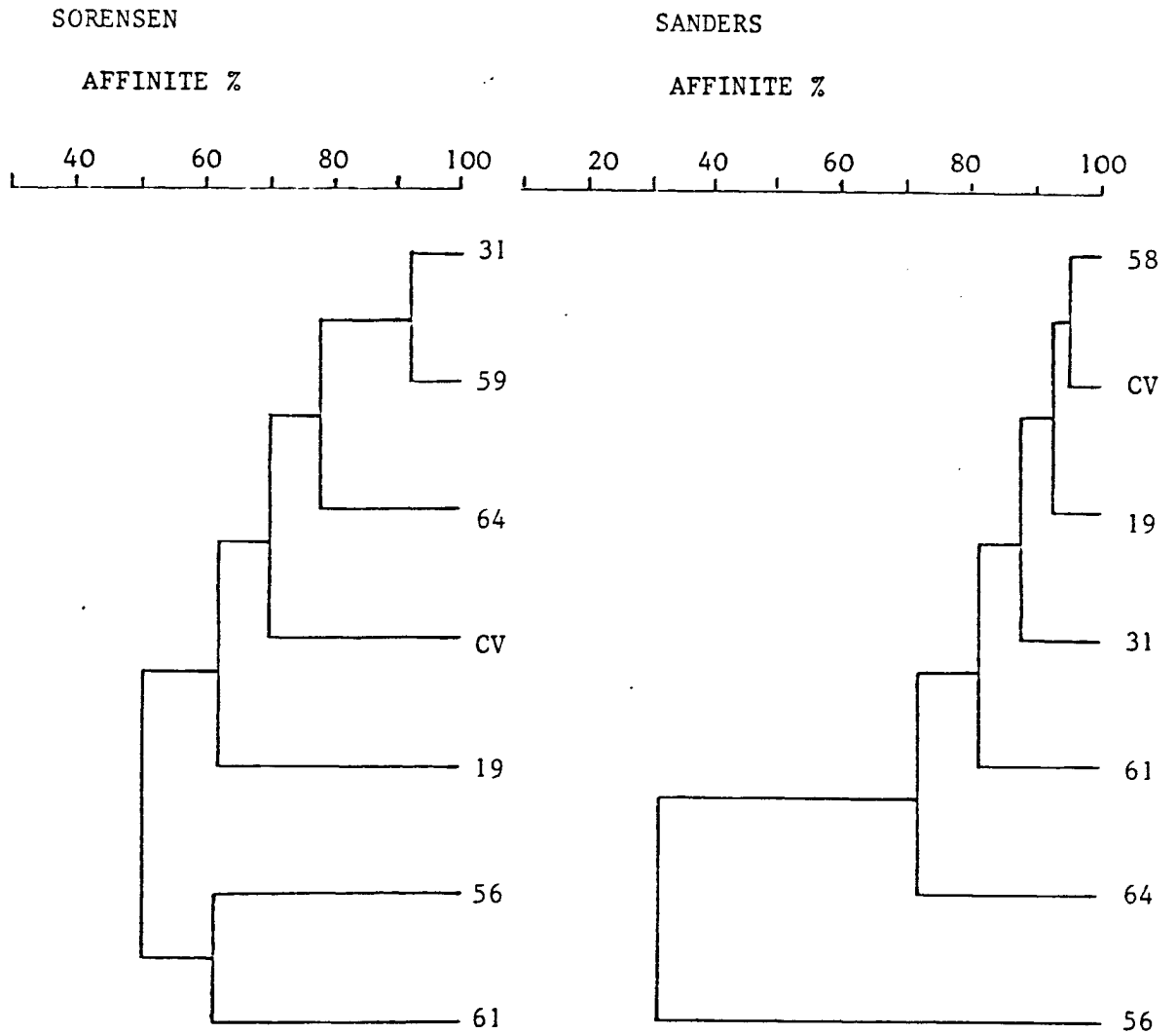


Fig. 7 Degré d'affinité du peuplement LEE des stations de la bordure côtière.

stations. A l'exception de la station 56 particulièrement pollué ou le faciès à *B.eburneus* cède la place à un faciès à *N.succinea*, le coefficient de SANDERS est supérieur à 70 x entre les stations. Toutefois l'affinité qualitative est importante avec un coefficient de Sorensen supérieur à 50% pour l'ensemble des stations. Cette affinité qualitative et quantitative importante montre le développement d'un peuplement homogène sur la bordure côtière en octobre 1983.

On peut cependant constater que sur la cote ouest la dégradation des conditions de vie du Sud au Nord de l'étang se traduit par un appauvrissement marqué de la richesse quantitative et à un degré moindre de la richesse spécifique de ce peuplement LEE (tableau 2).

Tableau 2 Evolution de l'abondance et de la richesse spécifique du peuplement LEE le long d'une radiale Sud-Nord.

Stations	19	31	64	61
Abondance	8239	4688	2015	315
Nbre d'espèces	12	6	9	3

### II.3.2 Etude de la dynamique des peuplements benthiques de l'étang de Berre

#### a) Evolution spatio temporelle.

La distribution des peuplements benthiques de l'étang de Berre en 1972 (STORA 1976) (fig.8) comparée à celle de 1983 ne permet pas de mettre en évidence une différence marquée. Le peuplement LEE reste limité à la bordure côtière et à l'exception de la zone sud ouest et du chenal de navigation, la plus grande partie de l'étang ne présente aucun peuplement macrobenthique.

#### b) Evolution qualitative et quantitative des peuplements.

Cette étude comparative a été effectuée sur les stations 9, 19, 31, 64 et 58 suivie régulièrement d'octobre 1972 à janvier 1976. L'évolution tant qualitative que quantitative des peuplements de ces stations n'est absolument pas en relation avec les saisons mais directement sous la dépendance des conditions altérantes du milieu. Cependant les comparaisons ont été effectuées sur des prélèvements réalisés au mois d'octobre intégrant de ce fait une éventuelle action du facteur saisonnier. Il est bien évident qu'il ne s'agit pas en comparant les prélèvements de 1972 à 1976 à ceux de 1983 de mettre en évidence une évolution continue des peuplements mais de rechercher les similitudes ou les différences pouvant exister dans la composition des peuplements antérieurs ou actuels au sein d'une même station pour une période de prélèvement identique.

#### b.1 Peuplement du chenal (tableau 3 en annexe).

ETANG DE BERRE

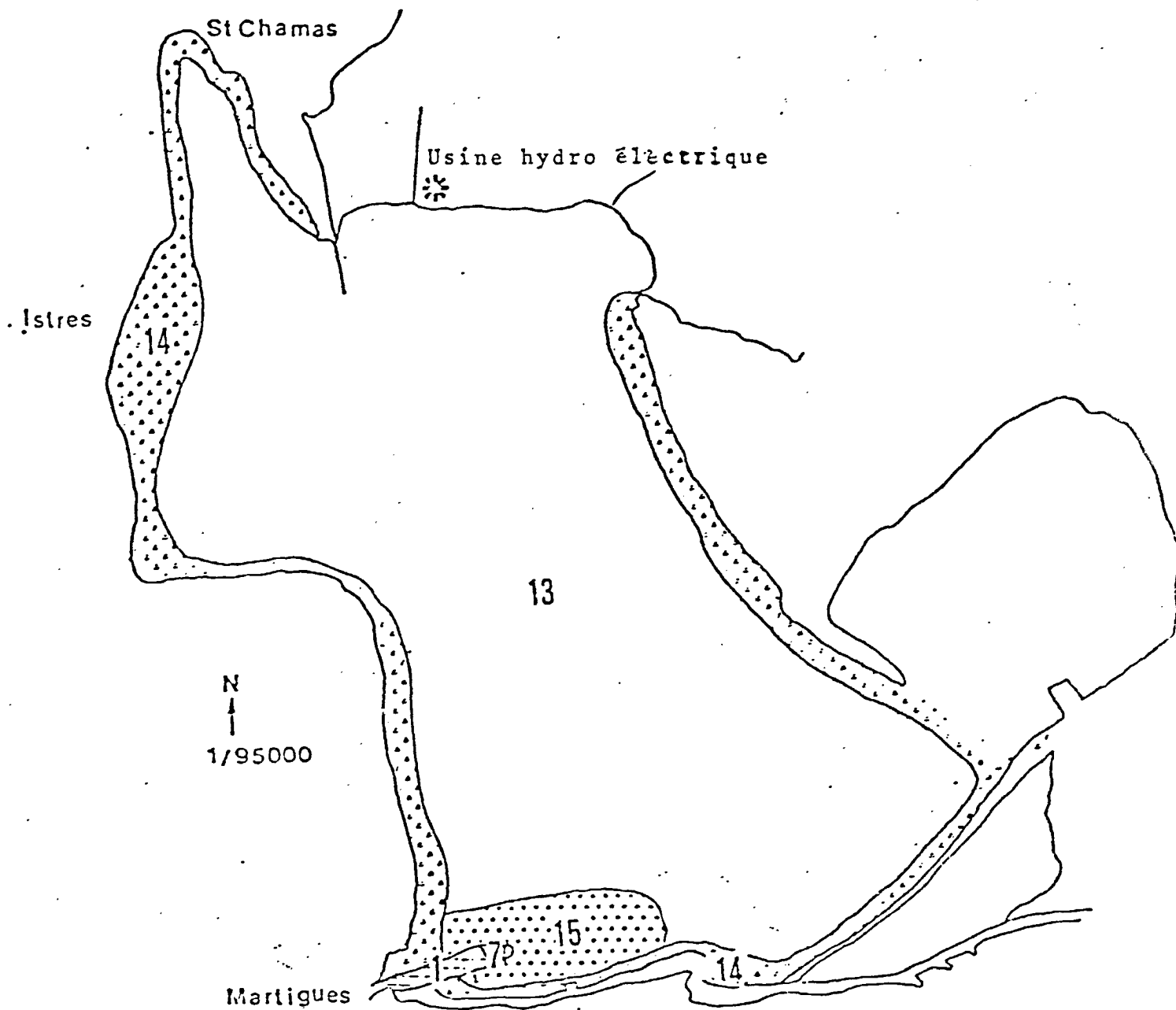


Fig. 8 Situation des peuplements benthiques de l'étang de Berre en 1972 . 1) Biocénose SVMC. 7) Zone de transition SVMC-LEE. 13) Zone azoïque. 14) peuplement LEE. 15) Peuplement LEE dégradé.

Le tableau 6 présente diverses composantes du peuplement présent à la station 9 aux cours des différentes années de prélèvements. Le nombre d'espèces et l'abondance du peuplement en 1983 est proche des valeurs obtenus en 1972 et 1974. Il en est de même pour l'indice de Shannon et l'équitabilité qui reste dans des valeurs moyennes par rapport aux autres années. La dominance des indicateurs biologiques de perturbation que sont les espèces indicatrices de pollution, de perturbation maximale; de richesse en matière organique ou à large répartition écologique est élevée en 1983 dénotant un milieu perturbé mais correspond à une dominance de ces espèces habituellement trouvée à la station 9.

Les dendrogrammes établies à partir du coefficient de Sorensen (fig.10) montre une composition qualitative du peuplement qui reste assez semblable au cours des différentes années d'étude. Par contre le coefficient de Sanders met en évidence le regroupement particulier des prélèvements 1975 - 1983 et à un pourcentage d'affinité moindre les prélèvements des années 1972, 1973 et 1974.

Comme le montre le tableau 3 le regroupement des prélèvements 1975 - 1983 tient plus particulièrement à la dominance élevée de *Lumbrineris latreilli*. Cette espèce indicatrice de perturbation qui apparaît pour la première fois comme espèce dominante en octobre 1975 occupe la même position en 1983.

Enfin, l'étude de l'évolution temporelle de la structure du peuplement de la station 9 par les diagrammes rangs-fréquences (fig.11) montre que la courbe obtenue en 1983 est très proche de celles des peuplements en 1972 et 1974 correspondant à un état mature.

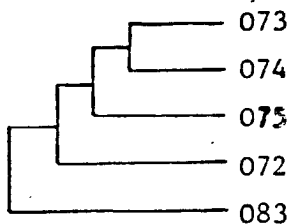
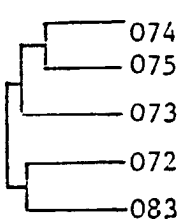
#### b.2 peuplement de la bordure cotière. (Tableau 4 -5 en annexe)

Pour les stations de la bordure cotière, l'étude du tableau 6 ne montre pas de différences significatives entre le nombre d'espèces récoltées dans les différentes stations en octobre 1983 par rapport aux autres années. Par contre à une exception près ( station 58 en octobre 1974 ) c'est en octobre 1983 que l'on obtient une abondance maximale du peuplement LEE. Comme nous l'avons vu précédemment, cette abondance marquée tient à l'installation d'un faciès à *Balanus eburneus* présent sous une forme juvénile. En règle générale si la présence de faciès est relativement normale dans un peuplement LEE, leur dominance dépasse rarement 60% du peuplement en place. Ces faciès sauf dans les stations très perturbés ont tendance à se surimposer à un peuplement LEE et non à l'écraser. Or si l'on considère l'abondance du peuplement de chaque station pour 4.5 dm<sup>3</sup> de sédiment en l'absence de l'espèce dominante (tableau 6) on peut constater pour les stations du sud et notamment la station 31 l'extrême appauvrissement du peuplement en octobre 1983 par rapport aux autres années.

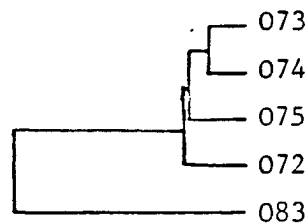
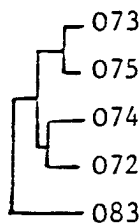
De même si la dominance des espèces indicatrices de perturbation maximale est peu élevé du fait de la prédominance de *Balanus eburneus* on peut constater que dans la plupart des stations on retrouve en octobre 1983 *Nereis succinea*, *Hydrobia cf ulvae* et les larves de chironomides en position subdominantes traduisant un déséquilibre important du peuplement LEE.

L'incidence de ce faciès juvénile écrasant le peuplement se traduit cependant par des indices de diversité et une équitabilité extrêmement faible en octobre 1983. L'étude des dendrogrammes établis d'après le coefficient qualitatif de Sorensen (fig. 10) met en évidence une affinité importante du peuplement de chaque station au cours des différentes années de prélèvements. Le pourcentage d'affinité est rarement inférieur à 50% montrant la constance du peuplement dans le temps. Par contre l'affinité du peuplement de chaque station au cours du temps calculée par le coefficient quantitatif de Sanders

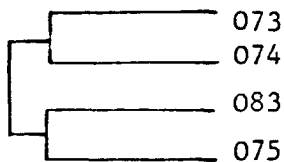
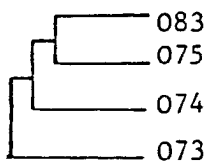
SORENSEN AFFINITE%	SANDERS AFFINITE %	SORENSEN AFFINITE %	SANDERS AFFINITE %
40 60 80 100	0 20 40 60 80 100	40 60 80 100	0 20 40 60 80 100



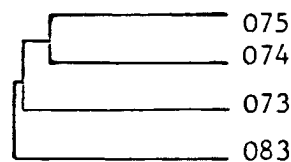
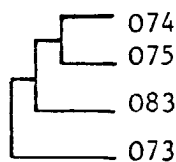
ST. 19



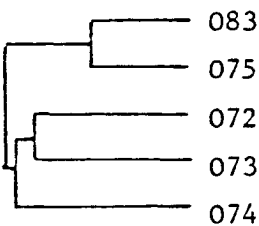
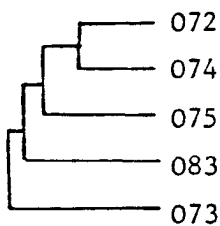
ST. 31



ST. 64

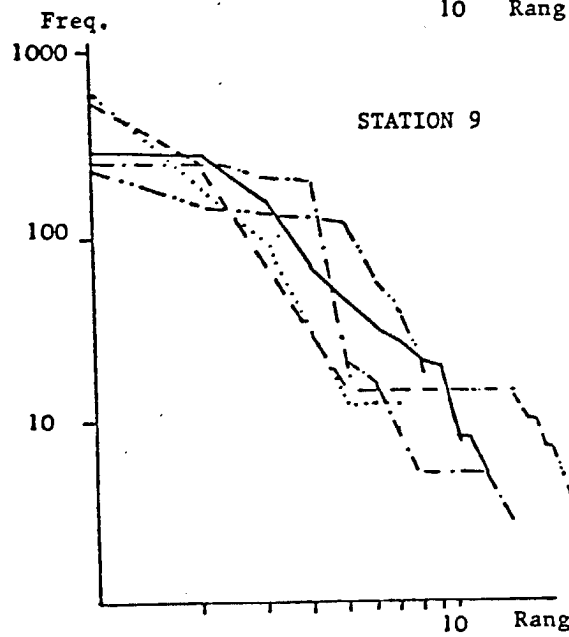
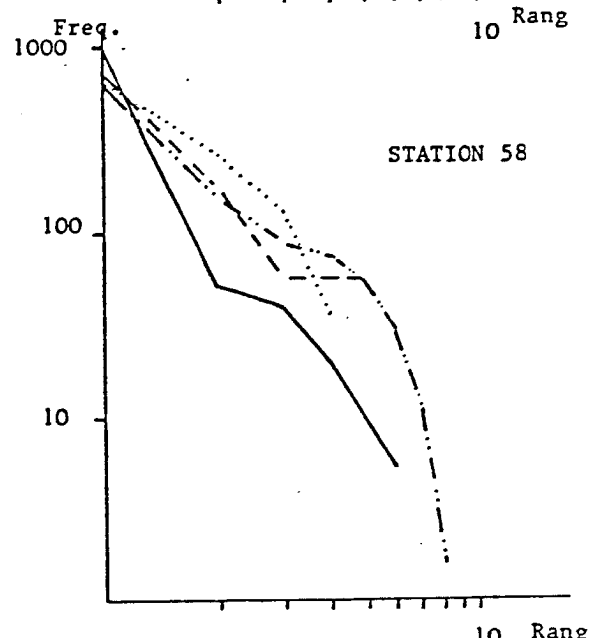
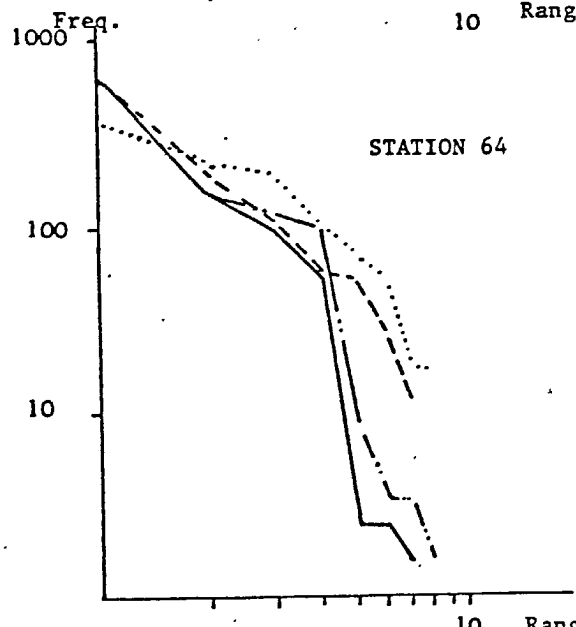
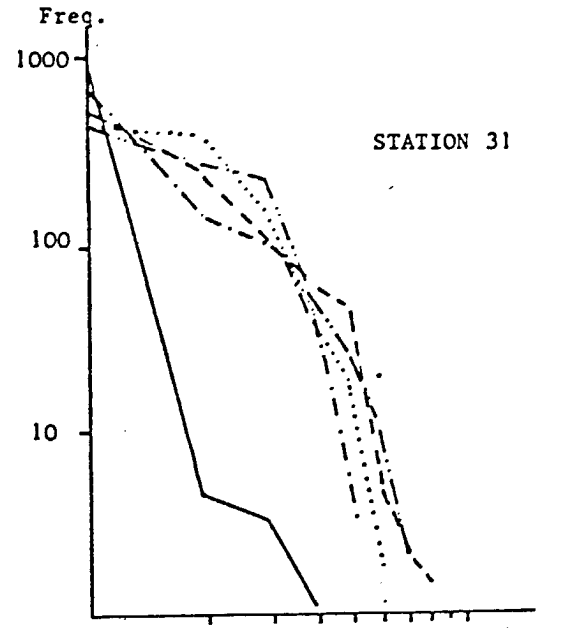
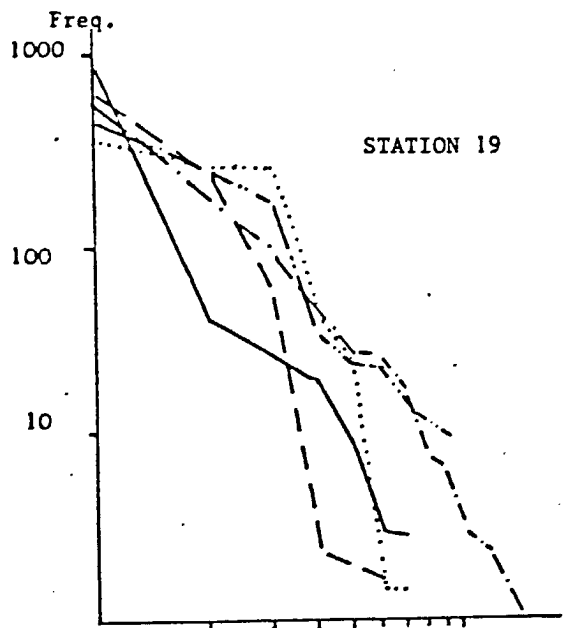


ST. 58



ST. 9

Fig.10-Affinité au cours du temps du peuplement des différentes stations étudiées.



- · — · — · — · — Octobre 1972
- Octobre 1973
- - - - - Octobre 1974
- · - · - · - · - · - Octobre 1975
- Octobre 1983

Fig.11-Evolution temporelle des diagrammes rangs-frequences.

est extrêmement faible du fait du développement au cours du temps de différents faciès. Seule la station 31 montre un regroupement marqué des années 1972, 1973, 1974 et 1975 du fait du maintien à cette station d'un faciès à *Brachidontes marioni*.

L'étude de l'évolution temporelle de la structure du peuplement LEE de chaque station par les diagrammes rangs fréquences confirme en 1983 le caractère juvénile du peuplement en place. Ce caractère semble la règle pour les stations appauvries du nord de l'étang (stations 64 et 58), les courbes obtenues pour les différentes années étant proches de celles obtenues en 1983. Pour les stations 19 et notamment la station 31 la destructuration du peuplement par rapport aux autres années est particulièrement importante.

### II.3.3 Discussion

Les études réalisées in situ dans l'étang de Berre de 1972 à 1976 et in vitro sur des espèces caractéristiques de la biocénose LEE ont montré que la distribution et la dynamique des peuplements benthiques de l'étang de Berre sont influencées plus particulièrement par 4 facteurs principaux qui sont les variations erratiques des rejets d'eaux douces et leur incidence directe sur la salinité, les décharges de limons, les faibles taux d'oxygène dissous en profondeur ainsi que la pollution chimique du milieu. (STORA 1982, STORA et ARNOUX 1983)

#### - Les variations erratiques d'eaux douces.

Les apports d'eaux douces dans l'étang de Berre sont extrêmement fluctuants. De ce fait les animaux sont soumis à des variations de salinité importantes. Beaucoup d'espèces ont leur optimum de développement dans des tranches de salinité basses ou élevées mais ne supportent pas de variations rapides et de fortes amplitudes.

#### - Les apports de limons

Les eaux douces sont chargées en limon. L'action de ces limons est en règle générale limitée dans la partie nord de l'étang mais par effet de chasse l'influence de ce facteur altérage peut être marquée jusque dans la partie sud. C'est ainsi qu'au cours du deuxième semestre 1975 l'ensemble du peuplement LEE de la bordure cotière a été enfoui sous une importante couche de limon entraînant une mortalité extrêmement importante du peuplement.

#### - L'oxygène dissous

L'extension du peuplement LEE au delà de -5 m est limitée entre autre par les faibles taux d'oxygène dissous ou les conditions anoxiques temporaires régnant en profondeur. Lors de forts débits l'appauvrissement du milieu en oxygène dissous est directement lié à l'absence de mélange entre les eaux de surface et les eaux de fonds. Pour des débits faibles l'augmentation de salinité favorise le développement d'une production primaire importante qui contribue lors de sa dégradation à l'appauvrissement du milieu en oxygène dissous. (MINAS 1973)

### - Les polluants

Toutes pollutions domestiques et industrielles confondues ,les polluants sont apportés essentiellement par les eaux marines en provenance du golfe de Fos , par les affluents d'eaux douces naturels ou artificiels et par les rejets des villes et industries installées sur la bordure de l'étang.

En règle générale et sauf pour les faibles taux d'oxygène dissous, aucun des facteurs altérageènes n'est franchement limitant. Le plus souvent la mortalité ou l'absence de colonisation sont la résultante d'effets synergiques dues à la réunion de deux ou plusieurs conditions subcritiques.

Depuis près de dix ans un certain nombre de mesures ont été prises pour améliorer la situation de l'étang de Berre. Parmi ces mesures, la plus importante est sans nul doute la réduction de la charge polluante déversée. Etant donné la situation des peuplements benthiques en 1983 la résorption de plus de 90 % des rejets polluants au sein de l'étang ne semble pas avoir pour le moment une incidence marquée sur le devenir de l'écosystème benthique.

Ceci en fait peut se comprendre par la prédominance marquée des effets synergique entre altérageènes par rapport à l'action de concentrations de polluants sensu stricto dans la dégradation des peuplements de l'étang.

Pour une pollution chimique moins importante, le peuplement LEE du nord de l'étang s'est toujours présentée sous une forme appauvrie par rapport au sud plus pollué (ARNOUX et STORA 1979) du fait de l'instabilité des conditions du milieu liée aux décharges d'eaux douces. D'autre part si la réduction des rejets polluants peut avoir une incidence directe sur les concentrations de la phase liquide, les sédiments de l'étang constituent une formidable réserve à polluants pouvant dans certaines conditions telles qu'une augmentation de salinité être relargués dans le milieu.

Parmi les quatre grands facteurs altérageènes décrits précédemment, les trois premiers sont directement sous la dépendance des rejets d'eaux douces. Or si la création d'un nouveau bassin de décantation a pu limité les dépôts de limon dans l'étang, les décharges d'eaux douces et leur incidence sur les variations de salinité et l'isolement de la couche profonde des années 1970 à 1983 sont restées les mêmes (CONTAT 1983). La continuité de ces rejets est sans nul doute responsable de la persistance d'un peuplement limite LEE sur un mince liseré côtier. Le peuplement en place en octobre 1983 est un peuplement juvénile postérieur à une forte mortalité qui a certainement son origine dans la variation des débits passant de 579000000 m<sup>3</sup> en juin à 618770000 m<sup>3</sup> en Aout 1983. Une telle mortalité du peuplement LEE de la bordure cotière ,à la suite d'une chute brutale des rejets d'eaux douces a pu être observé en mars 1973 et en juillet 1974 (STORA 1982, STORA et ARNOUX 1983).



#### II.4 Conclusion

La comparaison de la distribution des peuplements benthiques de l'étang de Berre ainsi que leur composition ne permet pas de mettre en évidence une évolution particulière de ces peuplements en 1983 par rapport à 1972.

Ceci sont limités sur un mince liseré cotier, dans le chenal de navigation et la zone sud ouest sous l'influence des courants de marées. Le peuplement LEE de la bordure cotière reste le même, caractérisé par une richesse spécifique faible et un grand nombre d'individus liée à l'explosion monospécifique d'une ou quelques espèces trouvant des conditions optimales de vie. En règle générale, ces faciès temporaires ou permanents se surimposent au peuplement normal. En octobre 1983 un faciès à *Balanus eburneus* juvénile écrase le peuplement LEE traduisant un déséquilibre important de ce peuplement.

L'absence de toute évolution malgré les aménagements réalisés pour réduire la pollution chimique sensu stricto confirme le caractère perturbateur majeur du rejet des eaux douces dans la dégradation de l'écosystème benthique.

CHAPITRE III

MEIOFAUNE BENTHIQUE ET MATIERE  
ORGANIQUE

### III - MEIOFAUNE BENTHIQUE ET MATIERE ORGANIQUE

#### III.1 Introduction

Durant les vingt dernières années l'étang de Berre a subi de très profondes modifications en raison d'une part de la dessalure induite par la permanence d'importantes arrivées d'eau douce au niveau de l'usine EDF de Saint-Chamas, d'autre part de sa pollution à partir des industries implantées sur son pourtour. Ces modifications ont affecté la structure hydrologique de l'étang caractérisée aujourd'hui par le non mélange d'une couche d'eau douce s'écoulant en surface depuis l'usine jusqu'à la mer et d'une couche d'eau salée d'origine marine et localisée en profondeur; cette situation s'est accompagnée d'un appauvrissement progressif en oxygène des zones profondes, voire de cas d'anoxie.

Sur le plan biologique les peuplements macrobenthiques, qui, avant 1966, occupaient la totalité de l'étang, ont été également atteints; leur évolution s'est traduite par leur disparition sur la plus grande partie de l'étang; actuellement, ils sont limités à un mince liseré côtier. La zone centrale ainsi que le nord de l'étang sont totalement dépourvus de macrofaune benthique, ce qui a conduit parfois à évoquer une "désertification" de l'étang.

L'étude que nous avons réalisée a concerné le méiobenthos, ensemble des métazoaires de petite taille (inférieure à 1mm), qui n'avait, jusqu'à présent, fait l'objet d'aucune investigation au niveau de l'étang de Berre. Or ces organismes sont connus pour peupler tous les milieux aquatiques, marin, saumâtre et d'eau douce, et, ce, en assez grande abondance. Le caractère spécifique de réaction des différents groupes ou espèces qui en font partie peut permettre une analyse fine de l'impact des perturbations subies par un milieu.

### III.2 Méthodes d'analyse

Au début de l'automne 1983 (29 sept.- 14 oct.) des échantillons de fond ont été effectués en plongée pour éviter toute perturbation du sédiment et de sa structure verticale. Douze stations ont été prospectées et, à chacune, un certain nombre de prélèvements réalisés à l'aide de microcarottiers manuels de 10 cm<sup>2</sup> de surface et 30 cm de haut.

A chaque station ont été réalisées:

- 4 carottes (parfois 2) destinées à l'étude de la méiofaune,
- 1 carotte destinée à l'évaluation de la matière organique totale,
- 1 prise d'eau au voisinage du fond pour détermination de la salinité,
- 1 mesure in situ de la température à proximité du fond,

La situation des différentes stations est indiquée sur la fig. 12. Trois sont situées au voisinage des rejets d'eau douce de l'usine de Saint-Chamas (stations 3, 4 et 5): une à 3,5m de profondeur, les deux autres en dessous de 5m.

Cinq, échelonnées selon un arc depuis le secteur précédent jusqu'au droit du débouché du canal de Caronte, sont localisées dans la zone profonde, au-dessous de 7,5m (stations 1, 6, 7, 8 et 9).

Quatre correspondent au secteur côtier peu profond (3,5m) peuplé en macrobenthos: - la station 2 un peu au sud du débouché de l'Arc,

- la station 10 légèrement au nord de l'arrivée du canal de Caronte.

- la station 12 dans l'Anse du Ranquet,

- la station 11 un peu au nord de la précédente sur le littoral ouest.

Les prélèvements destinés à l'étude de la méiofaune, au total 42, ont été débités en strates successives afin de permettre une étude de la répartition des organismes dans l'épaisseur du sédiment. Ont ainsi

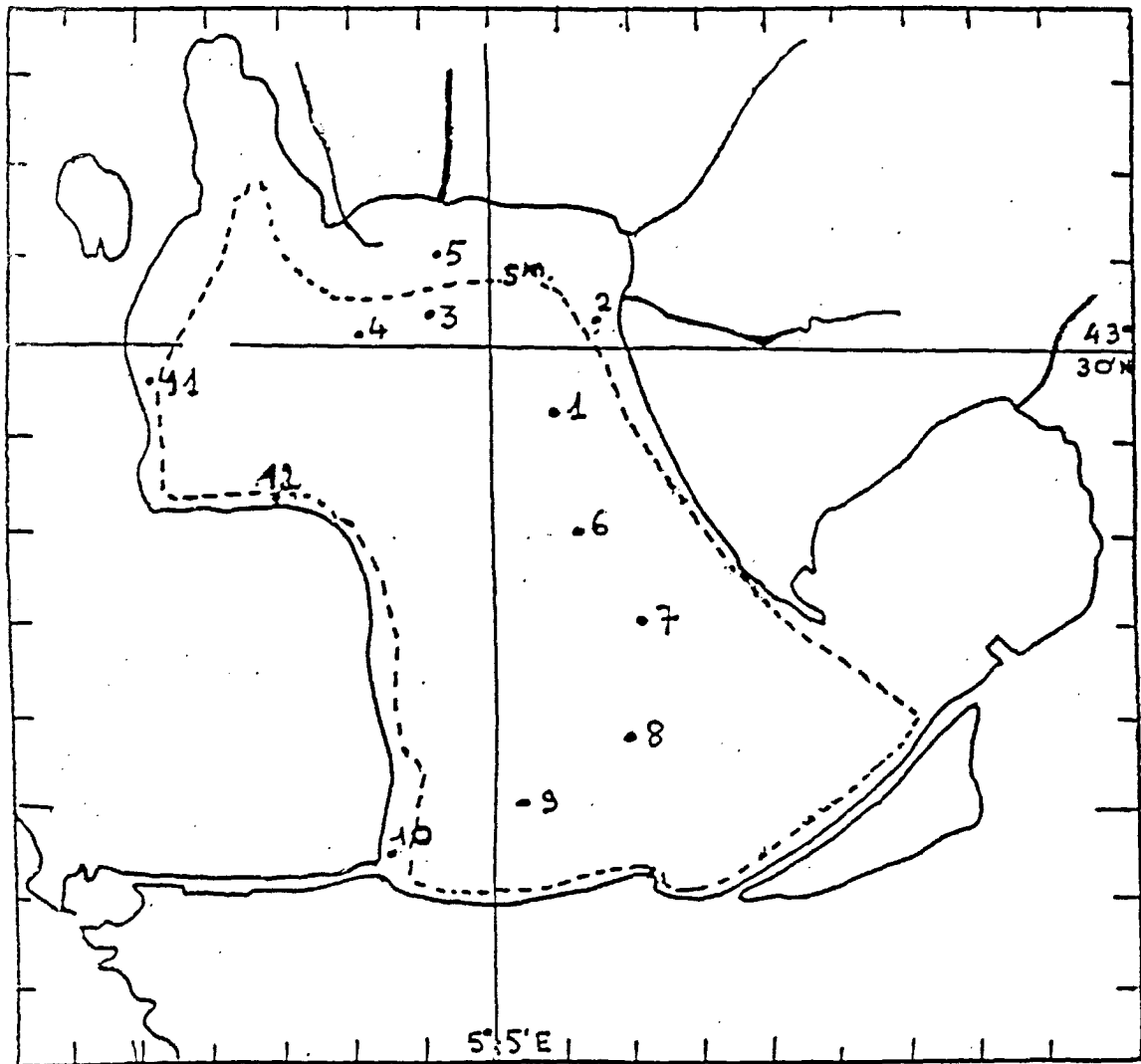


Fig. 12 Localisation des stations prospectées en vue de l'étude du méiobenthos.

été considérés les niveaux 0-1, 1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-7.5, 7.5-10, 10-12.5, 12.5-15 et 15-20 cm. Chacun des 10 sous-échantillons ainsi isolés a été fixé au formol neutre à 4%.

Au laboratoire, chaque échantillon a été coloré pendant 12h au moyen d'une solution de Rose Bengale, puis passé à travers une série de deux tamis, l'un à maille de 1mm pour éliminer les éventuelles fractions grossières et les organismes du macrobenthos, l'autre à maille de 40  $\mu$ m de façon à éliminer la fraction fine et à recueillir les organismes colorés du méiobenthos. Le refus du tamis de 40  $\mu$ m est ensuite soumis à une série de centrifugations (6000 tours/min. pendant 5 minutes) dans une solution de silice colloïdale de densité proche de celle des organismes; cette opération permet de séparer les particules sédimentaires dans le culot de centrifugation des organismes qui sont concentrés dans le surnageant. Celui-ci est ensuite versé dans une cuve à fond quadrillé; les numérations sont réalisées par examen de toutes les cases de la cuve de comptage.

La salinité a été déterminée à l'aide d'un salinomètre Beckman.

### III.3 Résultats

Le détail de l'évaluation quantitative du méiobenthos des 42 échantillons correspondant aux 6 secteurs prospectés figure en annexe. Pour chaque échantillon considéré est analysée la répartition des divers groupes zoologiques en fonction des différentes strates du sédiment.

Les moyennes établies par station à partir des données de base figurent dans le tableau 1, ci-après, dans lequel sont indiquées les caractéristiques de chaque station. L'analyse de ce tableau récapitulatif met en évidence les caractéristiques du méiobenthos de l'étang de Berre.

1. La méiofaune est présente dans tout l'étang de Berre, y compris dans les secteurs dépourvus de macrobenthos et ayant pu, de ce fait, être considérés comme azoïques, en particulier:

- au Nord de l'étang, à faible profondeur, dans le secteur dessalé (12 à 15 ‰ de salinité);
- en dessous de 5m de profondeur, dans toute la partie centrale, donc dans des secteurs dont on sait qu'ils sont temporairement ou en permanence dépourvus d'oxygène.

2. L'abondance totale des organismes varie de 139 000 à 3 160 000 individus par mètre carré. Elle est donc très variable selon les sites. Ces variations ne sont pas sous la dépendance d'un facteur unique, que ce soit la profondeur (variations de 504 000 à 3 160 000 ind./m<sup>2</sup> pour les stations 2, 5, 10, 11 et 12, toutes situées à 3.2-3.5m), ou la salinité (variations également de 504 000 à 3 160 000 ind./m<sup>2</sup> pour les stations 2, 3, 4 et 5, de salinité comprise entre 12 et 15 ‰).

3. L'examen des variations de l'abondance des organismes selon les stations permet de distinguer trois ensembles (fig. 13).

- Au nord, dans un secteur dessalé (S‰ : 12 à 15) et dans lequel le sédiment est très fin (pourcentage de fraction fine inférieur

STATIONS	PROFONDEUR	MEIOFAUNE/M <sup>2</sup>	NEMATODES %	MACROFAUNE	SALINITE FOND
1	7,9m	139 000	99,45 %	0	32,25 ‰
2	3,2	504 000	81,75 %	+	13,31 ‰
3	6	2 015 000	99,65 %	0	14,79 ‰
4	5,5	3 130 000	99,45 %	0	13,66 ‰
5	3,5	3 160 000	92,44 %	0	12,39 ‰
6	8,4	620 000	99,72 %	0	33,29 ‰
7	8,8	1 016 000	99,97 %	0	34,92 ‰
8	9,2	854 000	99,97 %	0	34,72 ‰
9	8,3	1 595 000	99,92 %	0	34,82 ‰
10	3,5	1 875 000	92,27 %	+	-
11	3,5	698 000	94,70 %	+	-
12	3,5	1 634 000	89,41 %	+	-

Tableau 1. Abondance du méiobenthos dans l'étang de Berre; octobre 1983



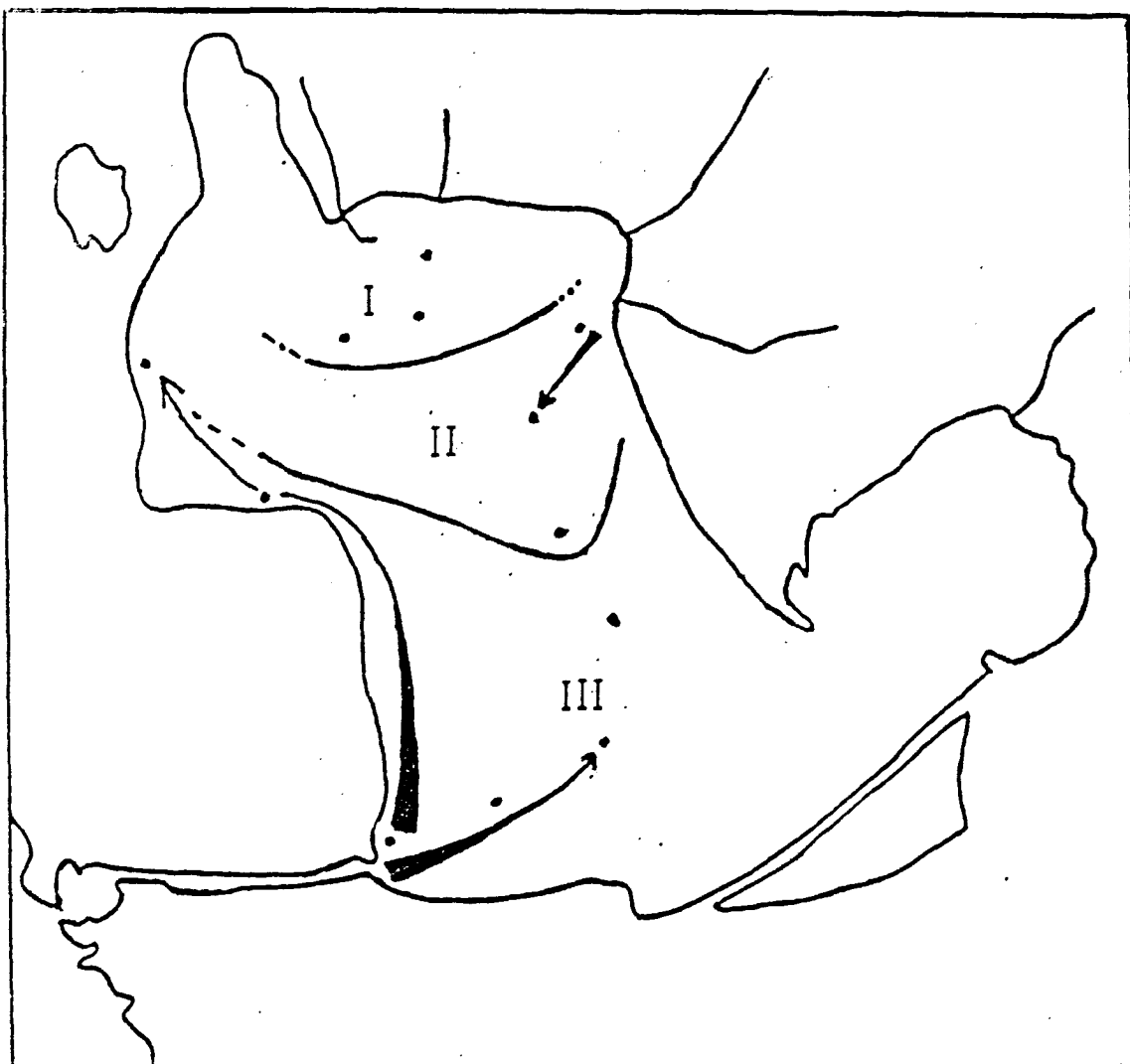


Fig. 13 Délimitation des trois zones de l'étang de Berre correspondant à des modalités différentes de peuplement par le méiobenthos.

à 2  $\mu\text{m}$  dépassant 99%), se trouve la zone la plus riche (stations 3, 4 et 5) avec une moyenne de 2 800 000 individus/ $\text{m}^2$ . Il est à signaler que de telles valeurs élevées ne sont pas connues en eau douce; il y a donc là un secteur d'enrichissement en méiobenthos.

- Au sud de ce secteur et, en quelque sorte, le ceinturant, se trouve la zone la plus pauvre (stations 2, 1 et 11) avec une moyenne de 500 000 ind./ $\text{m}^2$ . Cette pauvreté n'est pas liée à un facteur bathymétrique puisque les stations s'échelonnent de 3.2 à 7.9m. Il est à noter que ce secteur correspond à celui où la pollution chimique au niveau du fond est forte (travaux de Arnoux) et où les particules sédimentaires détritiques sont un peu plus importantes (travaux de Roux).

La très grande pauvreté de la station 2, proche de l'Arc (seulement 500 000 ind./ $\text{m}^2$ ), alors qu'elle est localisée dans un secteur peu profond, oxygéné et favorable à la vie comme l'atteste la présence de macrofaune, laisse supposer une influence délétère des apports de l'Arc.

Tout ce secteur pauvre est une région de transition entre les parties nord et sud de l'étang. Les organismes y sont soumis à une grande variabilité des conditions ambiantes (salinité, oxygène dissous, apports de matière organique, qualité de la sédimentation), variabilité qui est liée non seulement au cycle saisonnier, mais aussi aux conditions météorologiques

- La partie sud de l'étang correspond à des abondances intermédiaires, avec une moyenne de 1 400 000 ind./ $\text{m}^2$ . Dans cette zone, dont la plus grande surface correspond au secteur le plus profond de l'étang susceptible d'être dépourvu d'oxygène, l'analyse des variations des densités traduit la diminution de l'influence marine vers les parties plus continentales de l'étang. Ainsi, le long du littoral ouest, en s'éloignant du canal de Caronte vers le nord, soit de la station 10 à la 12 puis à la 11, ces stations étant à même profondeur, la densité passe de 1 875 000 ind./ $\text{m}^2$  à 1 634 000 puis à 854 000. De même, avec l'augmentation de profondeur vers l'intérieur de l'étang, de la station 10 à la 9 puis à la 8, la densité passe de 1 875 000 à 1 595 000 puis à 854 000 ind./ $\text{m}^2$ .

4. Le nombre de groupes zoologiques présents est faible: Nématodes, Copépodes, Polychètes, quelques Ostracodes et larves de Chironomes. La proportion des différents groupes est assez déséquilibrée puisque les Nématodes, qui représentent le groupe le plus important, constituent toujours au moins 81% du peuplement.

On constate que, dans les zones dépourvues de macrobenthos, ces Nématodes sont même les seuls métazoaires présents puisqu'ils correspondent à plus de 99% de la faune (stations 1, 3, 4, 6, 7, 8 et 9) et atteignent même pratiquement 100%, et ceci quelle que soit la salinité. Seule la station 5, dessalée et la plus proche des apports d'eau douce de l'usine de Saint-Chamas, fait exception avec 92,5% de Nématodes; ceci s'explique par l'apparition à ce niveau d'éléments à affinité marquée pour les eaux douces ou très dessalées, comme les Ostracodes et les larves de Chironomes.

Dans les zones où existe du macrobenthos, les conditions plus favorables permettent à d'autres groupes du méiobenthos d'être recensés, en particulier des Copépodes et des Polychètes, mais sans jamais atteindre une grande importance.

5. La numération de la faune, essentiellement donc des Nématodes, horizon par horizon, permet d'analyser la répartition verticale des animaux à l'intérieur du sédiment. Deux aspects sont mis en évidence.

- Les Nématodes colonisent profondément le sédiment, jusqu'à 15 - 20 cm, donc même à des niveaux totalement dépourvus d'oxygène et riches en  $H_2S$ . Les plus fortes abondances se trouvent entre la surface et 10 cm; ensuite se manifeste une chute rapide et le peuplement disparaît entre 15 et 20 cm.

- Les modalités de colonisation varient localement mais peuvent se ramener à trois schémas (figure 14).

. décroissance régulière de la faune depuis la surface du sédiment jusque vers les niveaux inférieurs; cas peu fréquent (stations 2, 10 et 11);

. augmentation de la faune depuis la surface jusqu'à une certaine profondeur, puis diminution, ce qui fait que le maximum

de densité ne se trouve pas en surface mais à une certaine profondeur, entre 3 et 7 cm; cas le plus fréquent (stations 1, 3, 7, 8 et 9);

. quelquefois observation de 2 maximums faunistiques, l'un en surface, l'autre à une certaine profondeur (stations 4, 5 et 6) .

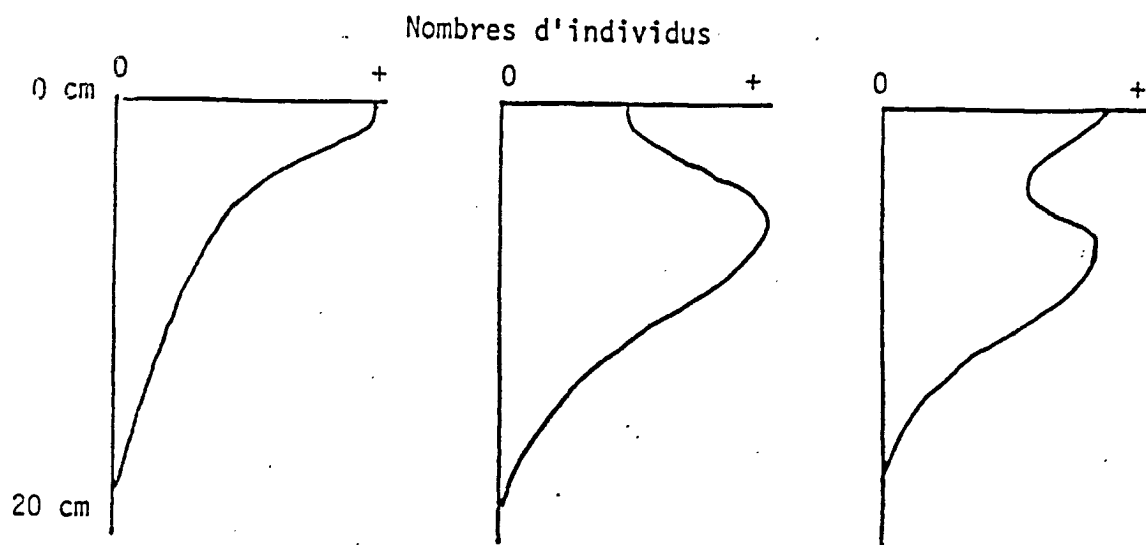


Figure 14 Différents types de colonisation du sédiment par les Nématodes.

### III.4 Evaluation de la matière organique totale

L'évaluation de la matière organique, en pourcentage par rapport au poids de sédiment, montre que les taux varient de 1,1 à 16,4% selon les stations et ne semblent pas conditionner directement le peuplement de Nématodes, puisqu'ils fluctuent de 5,9 à 13,2% pour les stations les plus peuplées et de 1,1 à 14,1% pour les plus pauvres.

L'analyse de ces pourcentages strate par strate indique que, dans la grande majorité des cas, les taux sont plus élevés en surface du sédiment et qu'à partir de ce niveau il y a une décroissance plus ou moins régulière vers les couches profondes, deux stations (5 et 9) faisant exception à ce schéma général. (Tableau 2).

En réalité, la comparaison des pourcentages relevés aux différentes stations ne permet pas une évaluation des quantités réellement présentes de matière organique; ces taux, dépendant du poids de sédiment, dépendent en fait de la composition granulométrique de celui-ci; d'une façon générale, l'expression en % de la matière organique amène à des sous-estimations relatives dans le cas de sédiments plus grossiers ou comportant des fragments de coquilles comme c'est le cas à la station 2. De même, si on compare les stations 1 et 8, on constate que les pourcentages respectifs de matière organique sont de 13,2 et 10,9% alors que les poids respectifs sont de 10,5 et 15 kg/m<sup>2</sup>.

La technique d'échantillonnage utilisée (carottage en plongée et séparation des carottes en strates) a permis d'évaluer le poids de matière organique par m<sup>2</sup> de sédiment ainsi que la répartition des quantités correspondantes dans l'épaisseur du sédiment.

Il apparaît dans ces conditions et pour 15 à 20 cm d'épaisseur de sédiment, que, selon les secteurs de l'étang, il y a de 3 à 15 kg de m.o./m<sup>2</sup>. Les valeurs sont généralement élevées et les plus fortes, de 10 à 15 kg/m<sup>2</sup>, se trouvent dans les zones profondes (stations 1, 3, 6, 7, 8 et 9, toutes situées en dessous de 6 mètres). Les zones moins profondes ont moins de matière organique et la valeur la plus faible (2,6 kg) est relevée à la station 2, proche des apports de l'Arc (3,2 m de profondeur).

Tableau 2. Quantité de matière organique dans les sédiments des différentes stations et répartition dans l'épaisseur du sédiment (pourcentages en italiques; poids en g/m<sup>2</sup>).

Niveau	Station 1		Station 2		Station 3		Station 4		Station 5	
	%	Poids	%	Poids	%	Poids	%	Poids	%	Poids
0-1	<i>25,58</i>	529,4	<i>2,37</i>	377,1	<i>21,03</i>	1542,4	<i>11,08</i>	582,6	<i>5,56</i>	595
1-2	<i>19,08</i>	730,7	<i>2,04</i>	371,3	<i>23,36</i>	1278,4	<i>7,91</i>	533,5	<i>6,71</i>	597
2-5	<i>18,72</i>	1938,1	<i>1,05</i>	463,4	<i>10,27</i>	2457	<i>8,36</i>	1800	<i>3,38</i>	975,1
5-10	<i>10,15</i>	2248,5	<i>1,00</i>	727,7	<i>8,28</i>	2675,7	<i>9,09</i>	1771,2	<i>6,35</i>	3117,1
10-15	<i>12,46</i>	2467	<i>0,91</i>	662,4	<i>6,89</i>	3021,2			<i>7,71</i>	2140,8
15-20	<i>12,26</i>	2575,3								
% moyen	<i>13,24</i>		<i>1,63</i>		<i>13,24</i>		<i>8,83</i>		<i>5,92</i>	
Poids total		10489		2601,9		10974,7		4687,3		7425

Niveau	Station 6		Station 7		Station 8		Station 9		Station 10	
	%	Poids	%	Poids	%	Poids	%	Poids	%	Poids
0-1	<i>20,68</i>	932,8	<i>20,67</i>	618,8	<i>17,40</i>	527,9	<i>12,32</i>	656	<i>14,88</i>	368,5
1-2	<i>20,75</i>	396,7	<i>16,99</i>	245,4	<i>13,91</i>	559,9	<i>13,58</i>	818,2	<i>15,56</i>	506,4
2-5	<i>17,14</i>	1510,5	<i>15,58</i>	1860,9	<i>13,39</i>	2016,3	<i>11,61</i>	1852,1	<i>13,14</i>	1766,9
5-10	<i>11,48</i>	2462,2	<i>11,20</i>	2182,6	<i>12,55</i>	4448,6	<i>22,68</i>	7334,4	<i>9,30</i>	3591,8
10-15	<i>14,01</i>	2739,7	<i>13,82</i>	3321,6	<i>7,95</i>	3231,8	<i>13,94</i>	4687,8		
15-20	<i>13,51</i>	2182,3	<i>8,51</i>	3188,5	<i>10,74</i>	4443,3				
% moyen	<i>14,12</i>		<i>11,72</i>		<i>10,96</i>		<i>16,45</i>		<i>10,78</i>	
Poids total		10224,2		11417,8		15227,8		15348,5		6233,6

L'analyse , niveau par niveau, des poids de m.o. montre que, contrairement aux résultats obtenus en considérant les pourcentages, plusieurs cas peuvent se présenter (Figure 15).

- la décroissance régulière de la m.o. à partir de la surface du sédiment est assez rare (station 2, et à, un moindre titre, 3) alors que cette répartition apparaissait plus générale en considérant les %;

- le plus souvent, on note qu'après une diminution à partir de la surface, les quantités de m.o. restent ensuite sensiblement les mêmes en profondeur ou même augmentent (stations 4, 5, 1, 6 et 7) ;

- dans quelques cas, il y a une augmentation de la surface vers les couches profondes, parfois irrégulière (stations 8 et 9), parfois régulière (station 10).

Cette grande variabilité de l'évolution pondérale de la m.o. dans l'épaisseur du sédiment traduit surtout les fluctuations très nettes qui caractérisent la couche de surface et qui s'expliquent par l'instabilité de celle-ci; l'horizon superficiel est en fait un mélange d'eau et de particules vaseuses, ce qui en rend, même en plongée, le prélèvement très difficile, la délimitation précise de l'interface eau-sédiment étant parfois impossible.

Ces observations montrent que la matière organique, au niveau du fond, est très peu dégradée; elle s'accumule au fur et à mesure que la sédimentation augmente et se compacte en profondeur.

La matière organique présente dans les sédiments de l'Étang de Berre correspond d'une part à des apports de matériel mort en provenance du système pélagique (et des arrivées d'eau douce dans l'étang), d'autre part à des organismes vivant dans le sédiment. Dans la plus grande partie de l'étang, ceux-ci sont représentés essentiellement par des microorganismes (surtout bactéries) et en ce qui concerne les métazoaires, nous l'avons vu, uniquement par des nématodes. Nous avons tenté d'estimer l'importance quantitative de cette matière organique vivante en considérant la biomasse des Nématodes d'une part, les quantités d'A.T.P. d'autre part.

### III.5 Biomasses des nématodes

En considérant une biomasse moyenne individuelle de  $0,5 \mu\text{g}$  en poids sec, on constate que la biomasse totale des Nématodes semble très faible

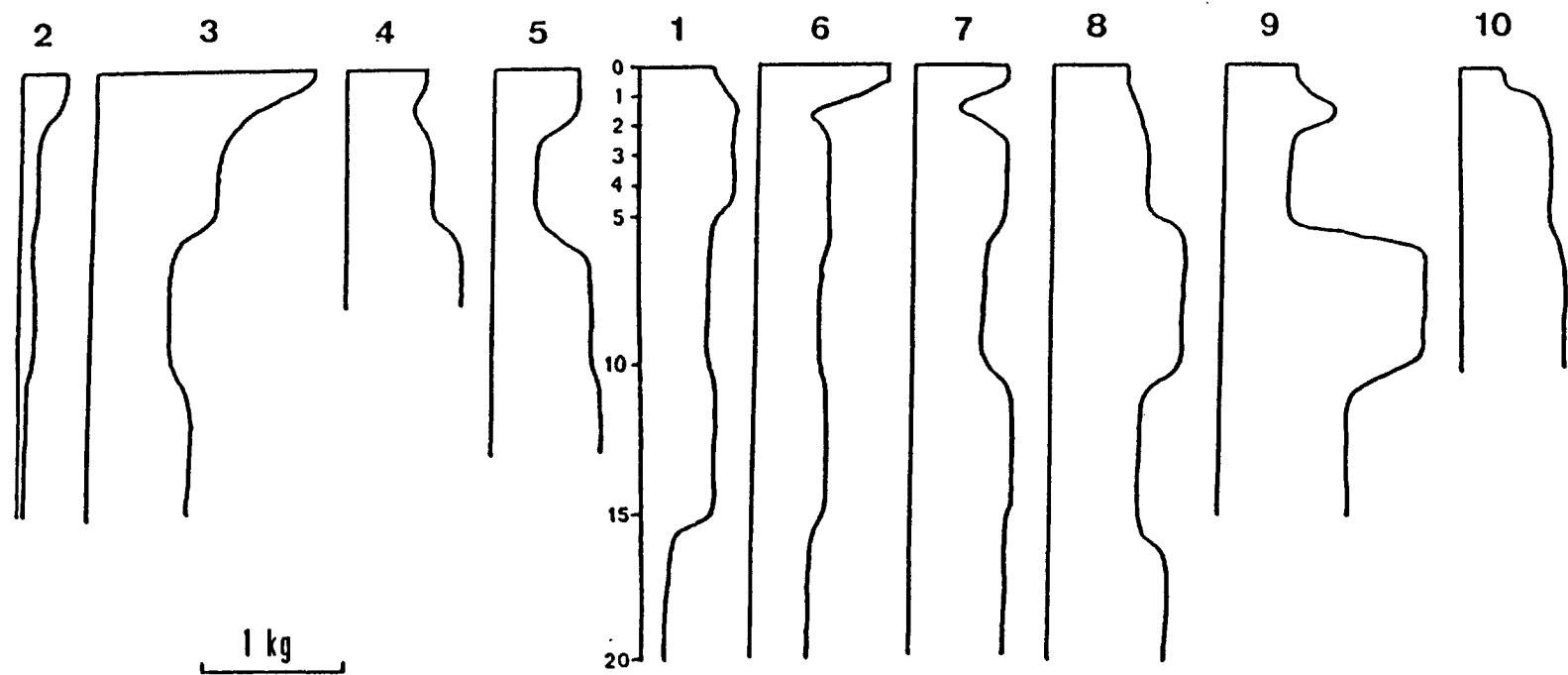


Figure 15 Evolution des quantités de matière organique dans l'épaisseur du sédiment et selon les stations.



dans l'ensemble de l'étang, puisqu'elle varie de 0,06 à 1,5 g/m<sup>2</sup> (tableau 3).

Tableau 3. Biomasse globale des Nématodes aux différentes stations. (en g poids sec/m<sup>2</sup>).

Stations	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Biomasses	0,0685	0,2065	1,0040	1,5560	1,4605	0,3095	0,5085	0,4275	0,7970	0,8645	0,3305	0,7305

Comparées aux quantités totales de matière organique, ces biomasses de Nématodes n'en représentent qu'une infime partie (entre 0,06 et 3/10000). Cependant, une comparaison avec d'autres aires montre qu'elles ne sont pas négligeables.

En Mer du Nord, la biomasse des Nématodes varie de 0,38 à 0,57 g/m<sup>2</sup> et la moyenne générale en est de 0,45 g/m<sup>2</sup>. En ce qui concerne l'étang de Berre, soumis à des stress très importants, la variabilité de la biomasse d'une station à une autre est très forte et il ne saurait être proposé une valeur moyenne pour l'ensemble de l'étang. Toutefois certaines interprétations sont possibles au niveau des trois secteurs définis en fonction de l'abondance des Nématodes. C'est ainsi que le secteur intermédiaire (correspondant aux stations 1, 2, 6 et 11) apparaît, avec une moyenne de 0,23 g/m<sup>2</sup>, anormalement appauvri par rapport à la Mer du Nord, en particulier au niveau de la station 1 qui est six fois plus pauvre. Au contraire, le secteur Nord (stations 3, 4 et 5) est 2,2 à 3,4 fois plus riche que la Mer du Nord; la biomasse moyenne y est de 1,34 g/m<sup>2</sup>; ce secteur semble devoir être considéré, tout au moins au niveau de l'étang, comme anormalement enrichi. Le Sud de l'étang, par contre (stations 7, 8, 9, 10 et 12) et bien que correspondant en grande partie au secteur profond, parfois anoxique, a des biomasses du même ordre de grandeur que la Mer du Nord, la moyenne en étant de 0,64 g/m<sup>2</sup>

### III.6 Evaluation de l'ATP dans les sédiments

L'adénosine triphosphate (A.T.P.) est une composante caractéristique des cellules vivantes. Son évaluation, qui fournit une estimation directe de l'activité biologique et donc de la biomasse active, a été réalisée au niveau de la couche superficielle du sédiment (0-1 cm) de certaines stations (tableau 4).

Tableau 4. Matière organique totale (en mg/10 cm<sup>2</sup>), nombre de Nématodes (pour 10 cm<sup>2</sup>) et quantité d'A.T.P. (en 10<sup>-3</sup> µg/ml<sup>-1</sup> de sédiment humide) dans la couche superficielle (0-1 cm) des sédiments de l'étang de Berre.

Stations	A.T.P.	M.O.	Nématodes
1	34,0	477	17
3	26,8	1536	70
4	37,4	547	610
6	38,2	930	94
7	65,2	616	59
8	77,6	522	27
9	108,5	654	260
10	97,0	367	1306

L'examen de quelques échantillons de subsurface a montré que l'A.T.P. est surtout concentrée dans le niveau 0-1 cm, donc en surface du sédiment; c'est ainsi qu'il a été déterminé 23,1 . 10<sup>-3</sup> et 11,8 . 10<sup>-3</sup> µg entre 1 et 3 cm respectivement aux stations 1 et 4 et 23,8 . 10<sup>-3</sup> µg entre 1 et 2 cm à la station 3. Bien qu'il ne puisse être établi de corrélations entre les quantités respectives d'A.T.P. et de matière organique ni avec le nombre de Nématodes, on constate que les taux d'A.T.P. sont élevés. Il est à remarquer qu'ils augmentent régulièrement depuis le nord de l'étang vers le sud et que les valeurs les plus fortes se rencontrent au niveau des stations 7, 8 et 9, les plus profondes et temporairement anoxiques.

### III.7 Discussion et conclusion

La présence de Nématodes dans des zones jusque là considérées comme dépourvues de peuplement animal, s'explique d'une part par la capacité de certains représentants de ce groupe à supporter, ou même à préférer, des conditions sévères d'anoxie, d'autre part par la mise à disposition de ces animaux d'une abondante nourriture qu'ils sont seuls à pouvoir exploiter et qui est représentée par des bactéries; le développement de celles-ci est directement lié à la forte accumulation de matière organique sur le fond.

Les peuplements de Nématodes des secteurs étudiés. peuvent revêtir des significations diverses, les espèces étant probablement différentes selon les sites considérés.

Dans le nord, la très forte abondance faunistique, liée à une dessalure prononcée, peut être due au développement d'espèces d'eau saumâtre ou d'origine dulcicole qui, par suite de la disparition des espèces sténohalines d'origine marine consécutive à la baisse de salinité, ont pu s'installer et proliférer en l'absence de concurrence.

Par contre, dans la zone profonde, pauvre ou dépourvue d'oxygène et bénéficiant d'une salinité de type marin, le peuplement a certainement une origine marine (encore que cela reste à prouver) et doit correspondre au développement privilégié des espèces résistantes à l'anoxie qui, à partir d'un foyer initial peu abondant, car ne représentant qu'une faible fraction d'une communauté plus diversifiée de type marin, ont pu là aussi proliférer après disparition des formes plus sensibles.

Une étude qualitative de ces peuplements, basée sur leur analyse spécifique et leur diversité, peut permettre de confirmer, ou non, ces hypothèses. En fonction de la tendance qui pourrait ainsi être mise en évidence, cette analyse pourrait permettre de prévoir l'évolution à long terme de ces peuplements de Nématodes. Cet aspect peut être traité à partir des prélèvements déjà effectués.

D'un autre point de vue, il serait également intéressant de considérer l'évolution de ces peuplements au cours d'un cycle annuel, donc à court terme. En effet, il est connu par des recherches récentes que les Nématodes, par leur activité constante de fouissage et bioturbation, favorisent l'activité bactérienne en maintenant, entre autres possibilités, les colonies bactériennes dans une phase active. Or, c'est de cette activité que dépend la dégradation de la matière organique dont on constate actuellement une très forte accumulation sur le fond de l'étang. Les peuplements de Nématodes jouant donc en définitive un rôle dans la régulation de la matière organique, la connaissance de leur dynamique pourrait permettre, en fonction de l'évolution saisonnière des apports de matière organique sur le fond, d'évaluer dans quelle mesure cette dernière sera dégradée. Ceci permettrait de répondre à la question de savoir si l'état actuel des fonds de l'étang est irréversible (en l'absence de toute intervention humaine) ou si la maturité atteinte par les peuplements de méiofaune, après une longue phase initiale de restructuration, peut permettre d'espérer, par une dégradation plus active de la matière organique, un renversement du bilan entre les apports et la destruction de celle-ci.

Une telle connaissance nécessiterait, en liaison avec l'analyse des fluctuations de température, salinité, teneur en oxygène et apports de matière organique, de suivre le peuplement de Nématodes en une ou quelques stations sélectionnées en fonction des études actuelles et, ce, durant un cycle annuel.

CHAPITRE IVETUDE CARTOGRAPHIQUE ET QUANTITATIVEDES PEUPELEMENTS A POTAMOGETONPECTINATUS

#### IV - ETUDE CARTOGRAPHIQUE ET QUANTITATIVE DES PEUPEMENTS A POTAMOGETON PECTINATUS

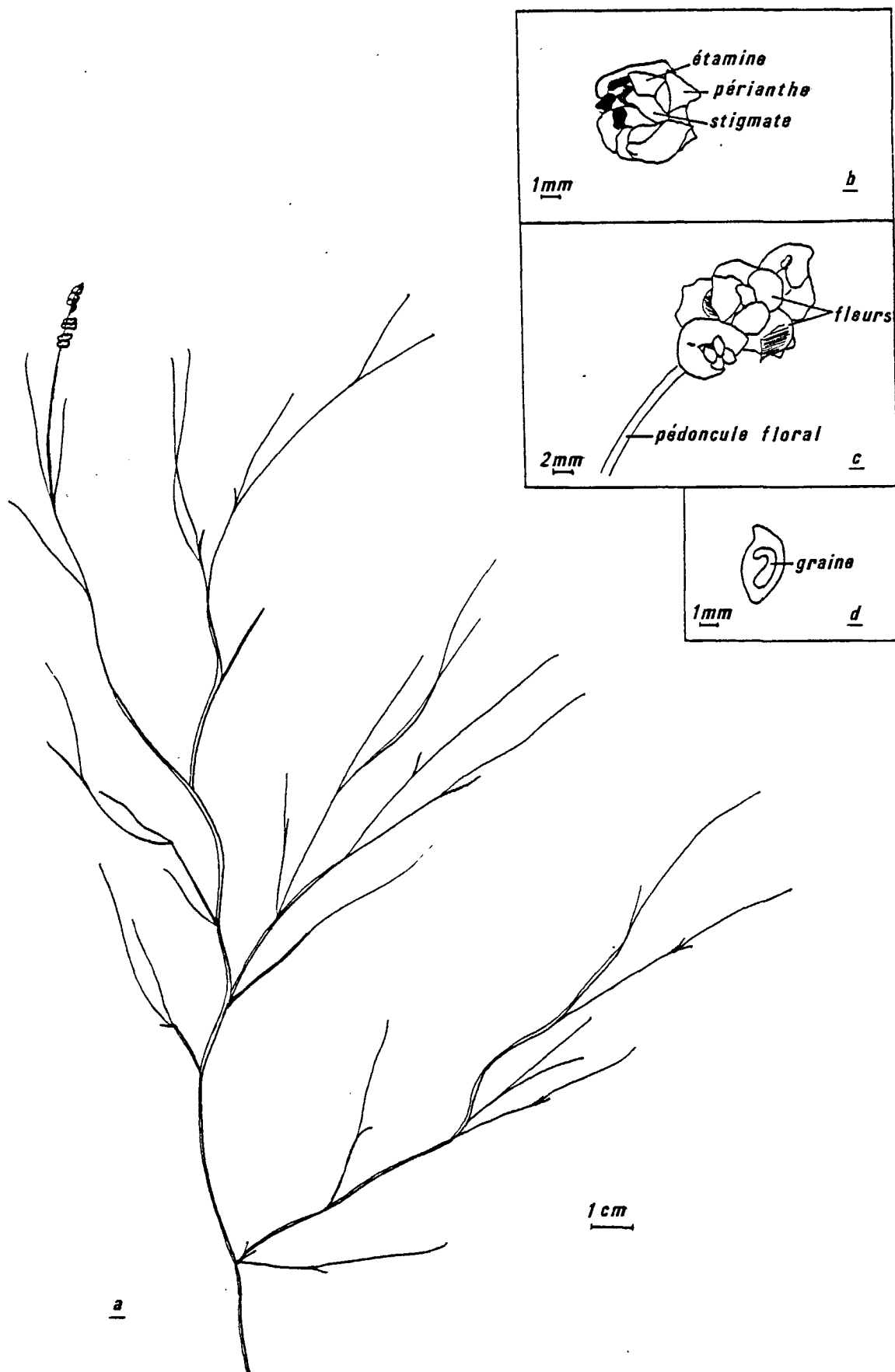
##### IV.1 Introduction

#### 1 - LES PEUPEMENTS A POTAMOGETON PECTINATUS DANS LE MONDE.

Potamogeton pectinatus, phanérogame de la famille des Potamogetonaceae, est une espèce très cosmopolite, répandue dans le monde entier; son aire de répartition est la plus vaste de tous les Potamogeton (LACHAVANNE et WATTENHOFER, 1975).

C'est une plante de couleur brun-verdâtre, à tiges cylindriques très ramifiées et portant des feuilles linéaires très étroites, engainantes à la base et très nombreuses (Fig.16a). Les feuilles possèdent de une à cinq nervures et sont striées transversalement (RIOUALL, 1972; COSTE, 1937). Lorsque la partie supérieure de la plante atteint la surface de l'eau, elle s'y étale sous forme d'éventail. Les fleurs, en épi, d'abord protégées par deux bractées et peu visibles, apparaissent progressivement au bout d'un pédoncule grêle, après écartement des bractées (Fig.16c, 17, 18). Ce pédoncule est toujours plus long que l'épi. Les fleurs, régulières, sont hermaphrodites : elles sont formées d'un périanthe à quatre divisions, entourant quatre étamines à filet court et anthères à deux loges, et quatre stigmates (Fig. 16b). Chaque fruit est formé de quatre carpelles libres et sessiles, assez gros (4 mm x 3 mm), à dos arrondi terminé en un bec (Fig. 19). Les carpelles contiennent chacun une seule graine (Fig.16d). Lorsque les épis portent des fruits, ils sont formés de quelques verticilles (jusqu'à quatre) plus ou moins espacés (Fig.16a).

Outre les graines, Potamogeton pectinatus produit trois autres types d'organes d'hibernation : tubercules, tiges quiescentes, bourgeons; une forte densité de diaspores est ainsi produite à chaque endroit colonisé. Les tubercules sont formés 10-20 cm au dessous de la surface du sédiment et sont donc très résistants à la turbulence de l'eau, à la sécheresse et au gel (VERHOEVEN, 1980). La croissance des tiges peut être horizontale et souterraine (on parlera de rhizomes plagiotropes) ou verticale (tiges ou rhizomes orthotropes, selon que l'on considère leur partie enterrée ou située au dessus du sédiment). Les rhizomes restent intacts très longtemps. La croissance vigoureuse des tiges, la formation rapide de tiges verticales, la très grande résistance des tubercules et l'importance de la production de diaspores à l'endroit qui est colonisé expliquent, là où les conditions sont satisfaisantes, l'extension très rapide des peuplements à Potamogeton pectinatus aux dépens de la végétation préexistante. Dans le cas de la compétition avec des populations à Ruppia



**Fig. 16** a. Tige feuillée portant un épi à 3 verticilles  
 b. Fleur  
 c. Epi floral  
 d. Coupe longitudinale d'un carpelle

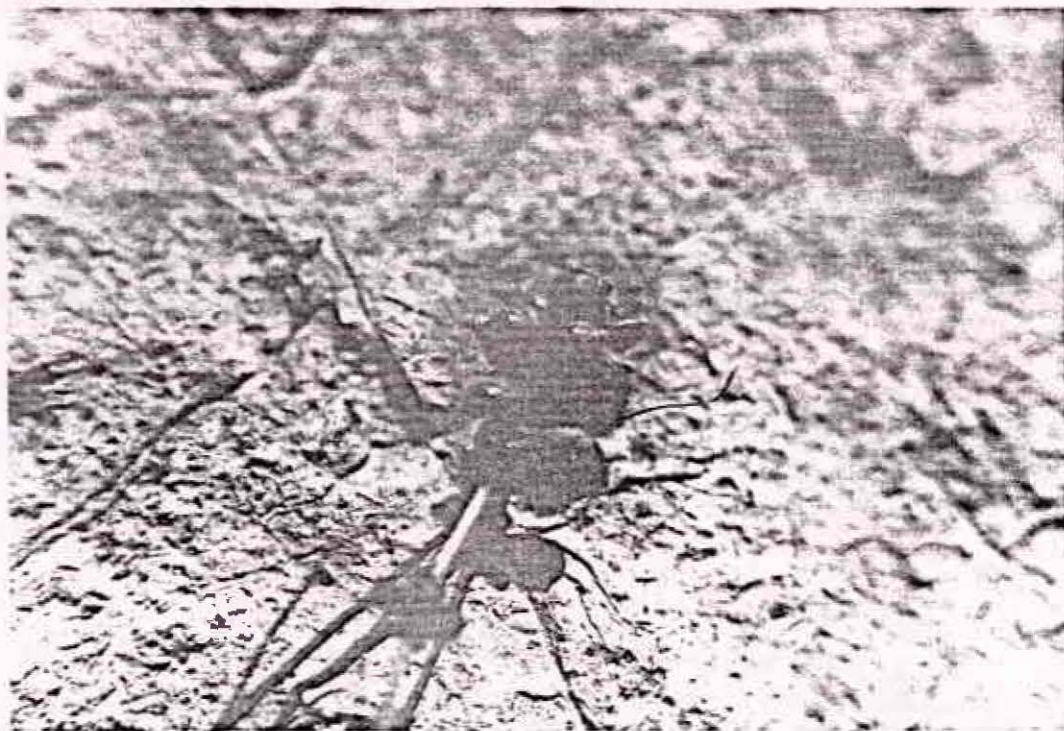


*Fig. 1 Fleurs en bouton (x 1.5)*



*Fig. 2 Fleurs épanouies (x2)*





*Fig. 11 Grappe de fruits, chaque masse ovoïde représente un carpelle (x 2)*

(Potamogetonaceae), VERHOEVEN (1980) note que la croissance de P. pectinatus est cinq fois supérieure à celle de Ruppia cirrhosa. La productivité est elle aussi plus importante par unité de surface.

ANDERSON (1978) a décrit le cycle d'apparition de cette phanérogame pour un lac canadien : la croissance est généralement initiée, à partir des tubercules, entre la mi-Mai et la mi-Juin. Les plantes atteignent la surface de l'eau et la floraison commence à la mi-Juillet. C'est à la fin Août que l'on observe le maximum de feuillage. Les plantes meurent à partir de Septembre et disparaissent complètement avant les premiers froids. Dans le cas d'un lac plus chaud (Lac Germiston en Afrique du Sud), la biomasse atteint effectivement un pic en été puis décline, mais l'aire occupée par Potamogeton pectinatus reste à peu près constante durant les quatre saisons, la plante variant uniquement en biomasse et en densité (VERMAAK et al., 1981).

Potamogeton pectinatus peut former en certains endroits des peuplements extrêmement denses, souvent sous forme de touffes s'enchevêtrant les unes dans les autres; il arrive fréquemment qu'il soit accompagné d'espèces algales, notamment de Characées (VERHOEVEN et VIERSEN, 1978). Les feuilles supérieures sont fortement couvertes d'épiphytes : Ceramium, Enteromorpha, Cladophora, Amphipleura (RIOUALL, 1972; VERHOEVEN et VIERSEN, 1978). P. pectinatus sert de substratum pour des populations d'invertébrés (Musculus virgiliae) ainsi que de nourriture pour les oiseaux aquatiques, de nourriture et d'abri pour les poissons (HOWARD-WILLIAMS et ALLANSON, 1981; ANDERSON, 1978; GOURRET, 1907).

La répartition quantitative de P. pectinatus est influencée par divers paramètres :

\* La nature et la texture du fond : Les fonds meubles sont les plus aptes à permettre l'implantation et le développement de Potamogeton pectinatus. Ces macrophytes abonderont principalement sur des sédiments sableux, sablo-vaseux ou limoneux (RICKETT, 1922; VERHOEVEN et VIERSEN, 1978; VERMAAK et al., 1981) avec une prédilection pour les fonds vaseux (LACHAVANNE et WATTENHOFER, 1975). Ces sédiments d'accueil sont généralement pauvres en argile et riches en matières organiques (BULGAREANU et al., 1980). Ils sont d'autre part nécessairement riches en phosphore que la plante absorbe par ses racines (HOWARD-WILLIAMS et ALLANSON, 1981). Par contre, la présence de potassium dans les sols semble être un facteur limitant (ANDERSON, 1978).

\* La pénétration de la lumière : L'intensité de la lumière détermine les limites bathymétriques de P. pectinatus. La limite de profondeur varie avec la transparence des eaux (ANDERSON, 1978; WILSON et al. 1975), et est en règle générale de quelques mètres. Ainsi HO (1979) dans le lac Forfar (Ecosse), décrit des peuplements quantitativement importants, s'étendant entre 0.5 et 2 m de profondeur. Potamogeton pectinatus ne se trouve pas au delà de 1.20 m

dans le lac Manitoba (Canada) (ANDERSON, 1978) et n'occupe que la portion située entre 15 cm et 85 cm dans l'étang de Biguglia en Corse (VERHOEVEN et VIERSEN, 1978). Seul le lac Léman est peuplé jusqu'à 5 m de profondeur, mais le peuplement n'est dense qu'entre 1.5 et 3 m. Il faut noter, que P. pectinatus descendait, au début du siècle, jusqu'à 8 à 12 m dans le Léman. Ce recul de la limite inférieure est évidemment lié à une augmentation de la turbidité (LACHAVANNE et WATTENHOFER, 1975).

\* L'exposition et l'action des vagues : Les vagues et les courants jouent également un rôle très important dans la répartition de P. pectinatus (surtout dans les premiers mètres de profondeur), tant par leur action directement destructrice que par leur intervention sur le modelage du sol. Potamogeton pectinatus forme des peuplements très abondants dans les régions protégées des vents dominants. Il peut cependant se maintenir dans des stations aux conditions hydrodynamiques difficiles grâce à ses rhizomes rampants situés entre 10 et 15 cm de profondeur.

\* La température : Les références au facteur température sont peu nombreuses dans la littérature. Ce facteur est déterminant dans le cas des peuplements à Potamogeton pectinatus du lac Wabamun. Ces peuplements n'y apparaissent que lors de la période de rejet des eaux de refroidissement d'une usine thermo-électrique, c'est à dire dans les zones de température maximale (BULGAREANU et al., 1980).

\* Le niveau trophique et la qualité des eaux : Formant une ceinture étroite sur le pourtour des lacs ou des étangs, les Potamogeton sont sous l'influence directe des rejets qui se font à la côte.

Potamogeton pectinatus est signalé comme une espèce typique des eaux dures et riches en éléments solides dissouts (SEDDON, 1972, WILSON et al., 1975). Une analyse en composantes principales permettant de corrélérer les paramètres physico-chimiques de différents lacs avec les associations de macrophytes aquatiques (SEDDON, 1972) a permis de distinguer plusieurs groupes d'espèces aux limites de tolérance différentes. D'après cette étude, P. pectinatus appartiendrait au groupe des espèces "hautement eutrophes" n'apparaissant que dans des eaux dont le rapport de dureté\* (hardness ratio) est supérieur à 5 et dont la conductance est supérieure à 200  $\mu$ mhos, ce qui correspond à un index trophique supérieur à 1000. D'autre part, les lacs à P. pectinatus sont tous des lacs de plaines basses, floristiquement riches et hautement productifs. De nombreuses études ont signalé Potamogeton pectinatus comme une espèce s'adaptant particulièrement bien aux milieux les plus pollués. La dégradation progressive de la qualité des eaux dans de nombreux lacs et étangs a donc conduit à une expansion spectaculaire de cette phanérogame (lac Léman, lac de Constance : LACHAVANNE et WATTENHOFER, 1975; lac Forfar où elle se maintient à 10 m du débouché d'un égout : HO, 1979). On note,

\*: Rapport du poids de Ca + Mg précipités sous forme de carbonate au poids de Na + K.

toutefois, la présence de Potamogeton pectinatus dans un lac d'Afrique oligotrophe et non pollué (HOWARD-WILLIAMS et ALLANSON, 1981).

Potamogeton pectinatus supporte de forts pH : il est capable d'effectuer sa photosynthèse jusqu'à un pH de 10.5. Il utilise l'ion bicarbonate comme source de carbone pour la photosynthèse. Il s'ensuit une précipitation de  $\text{CaCO}_3$  à la surface de la plante. Potamogeton pectinatus est classé comme une espèce calcicole croissant dans des eaux dont la teneur en Ca est inférieure à  $25 \text{ mg.l}^{-1}$  (HO, 1979).

Enfin le facteur primordial pour les peuplements à Potamogeton pectinatus est la salinité. Ces peuplements ne se rencontrent que dans des eaux dont la salinité moyenne est inférieure à  $9\text{‰}$  (Cl) mais ils connaissent une vitalité maximum pour des concentrations en sel inférieures à  $4\text{‰}$ . Entre 4 et  $9\text{‰}$ , la vitalité de l'espèce décroît graduellement. Une végétation mixte comprenant des Ruppia est alors plus fréquente; plus la salinité est importante et plus Ruppia domine le peuplement. Dans les milieux où il y a de fortes variations de salinité, Potamogeton pectinatus domine au printemps où la salinité est basse, et certaines espèces de Ruppia en été quand la salinité augmente (VERHOEVEN, 1980). VERHOEVEN et VIERSEN (1978) ont également observé cette opposition dans l'étang de Biguglia en Corse. Cet étang a vu sa salinité décroître entre les années 1967 et 1976, et bien que toujours relié à la mer, ses peuplements à Ruppia cirrhosa et Zostera noltii, majoritaires en 1967, sont maintenant remplacés par des peuplements à Potamogeton pectinatus, dominants dans presque tout l'étang. Dans ce cas, les peuplements se répartissent le long d'un gradient de salinité allant de  $1.4\text{‰}$  à  $7.3\text{‰}$ ; à partir de  $8.3\text{‰}$ , ils disparaissent. De même, la bordure continentale de l'étang de l'Or (Hérault), soumise à des apports d'eaux douces est envahie par Potamogeton pectinatus, alors que sa côte méridionale est toujours bordée de Zostera noltii et Ruppia maritima (GUELORGET et MICHEL, 1979).

Potamogeton pectinatus peut donc être considéré comme une espèce dulçaquicole.

## 2 - LES PEUPELEMENTS A POTAMOGETON PECTINATUS DANS L'ETANG DE BERRE.

La première modification dans la répartition des phanérogames de l'étang de Berre est signalée par GOURRET en 1907. Cet auteur raconte que les pêcheurs de la baie de St-Chamas se plaignent du creusement du canal de Caronte qui, reliant l'étang au golfe de Fos, a amené des eaux salées, ce qui a fait disparaître les peuplements à Potamogeton pectinatus au profit de ceux à Ruppia. Or, les feuilles de P. pectinatus, pérennantes, protégeaient les poissons de la chaleur en été et du froid en hiver, tandis que celles de Ruppia

tombent en hiver. La pêche est donc devenue impossible dans cette région. La salinité n'a cessé de s'accroître dans l'étang, jusqu'à une valeur moyenne de 32‰ en 1947 (MARS, 1949, 1966); valeur qui s'est maintenue à peu près constante jusqu'en 1966.

En 1966, une usine hydro-électrique est mise en service près de St-Chamas, rejetant annuellement dans l'étang jusqu'à 3 à 4 fois son volume d'eau douce en provenance de la Durance. Le courant de sortie des eaux douces l'emporte alors sur celui d'entrée des eaux marines, et le dessalement est spectaculaire. De nombreuses études, tant sur le plan floristique que faunistique, ont été menées depuis cette mise en service, en vue de déterminer les modifications biologiques résultant de cet apport d'eau douce (KIENER et LONGUEMARE, 1967; STORA, 1976). Dans une étude très complète de la flore de l'étang, effectuée entre 1969 et 1971, RIOUALL (1972) montre une répartition très localisée de Potamogeton pectinatus, au nord de Martigues et dans le port des Heures-Clares, tandis que Ruppia maritima forme avec Zostera noltii un herbier mixte sur une étendue assez considérable sur tout le pourtour de l'étang. Cependant, en 1975, ce même auteur (RIOUALL, 1977) ne retrouve plus les peuplements de Potamogeton observés en 1972 tandis que l'herbier mixte est toujours présent. Il en conclut que la dessalure n'est pas suffisante pour permettre aux Potamogeton de se développer au maximum de leurs possibilités. STORA (1976) n'en fait également aucune mention.

Depuis lors, la dessalure de l'étang s'est accentuée, et de vastes peuplements à Potamogeton pectinatus se sont installés un peu partout sur son pourtour : l'étude de ces peuplements fait l'objet du présent rapport.

## IV.2 Etude cartographique

Certaines zones cartographiées ont été parcourues en Zodiac, celles dont l'accès était rendu impossible par la présence de filets de pêcheurs ou par la trop faible profondeur des eaux ont été étudiées depuis le rivage.

### IV.2.1 BASSIN DE DELIMONAGE DE L'USINE HYDRO-ELECTRIQUE DE ST-CHAMAS

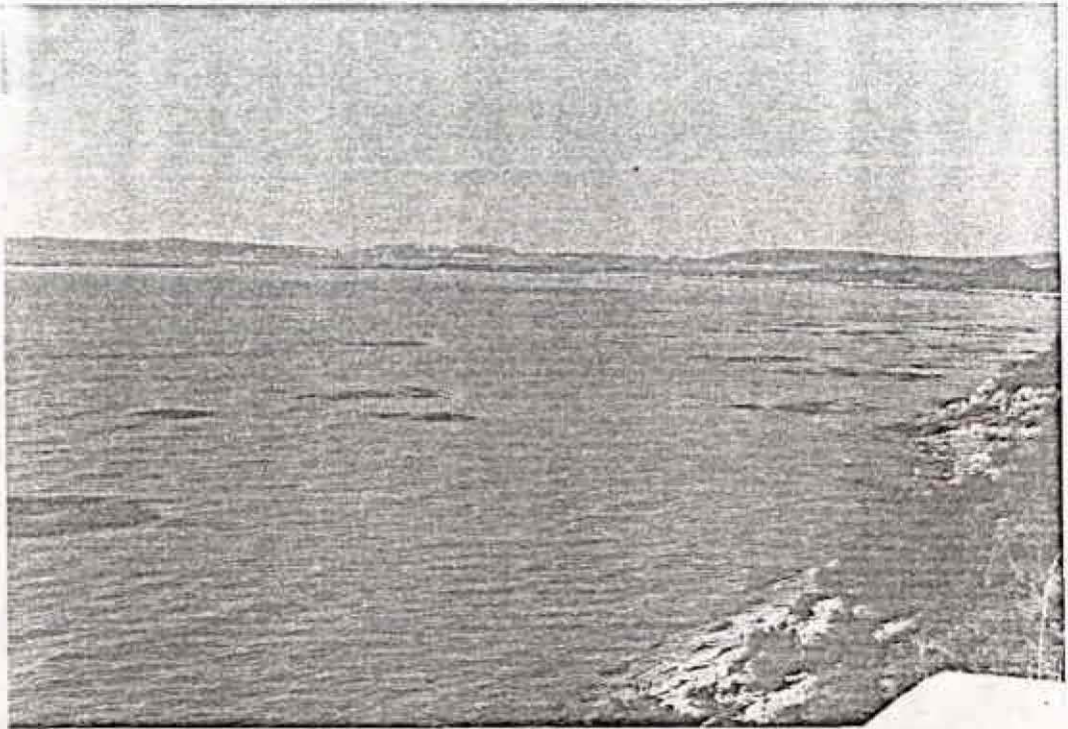
Les peuplements à Potamogeton pectinatus, qui jusqu'en 1975 n'occupaient qu'une aire très réduite ont subi depuis lors une extension considérable, notamment devant l'usine hydro-électrique de St-Chamas (Fig. 25 et 27). A ce niveau (dans le bassin de délimonage de l'usine, délimité par deux digues en enrochement), ils forment des taches au contour bien défini, plus ou moins circulaire ou elliptique (Fig. 20, 21, 22).

La surface réelle des taches (surface tenant compte des parties périphériques non émergentes et non visibles) est très variable (de 9 m<sup>2</sup> à 207 m<sup>2</sup>; m = 55, s = 44). La représentation, sous forme d'histogramme de fréquences (Fig. 24), de la surface de 50 taches mesurées au hasard, montre l'existence d'une gradation de ce paramètre. Les taches de grande surface ne résultent pas de l'extension d'une seule tache mais de la confluence de plusieurs taches (Fig. 21). Si l'on suppose que la vitesse d'extension est sensiblement la même pour toutes les taches, l'existence d'une gradation dans leur surface montrerait que la population n'est pas statique et que de nouvelles taches s'initient régulièrement.

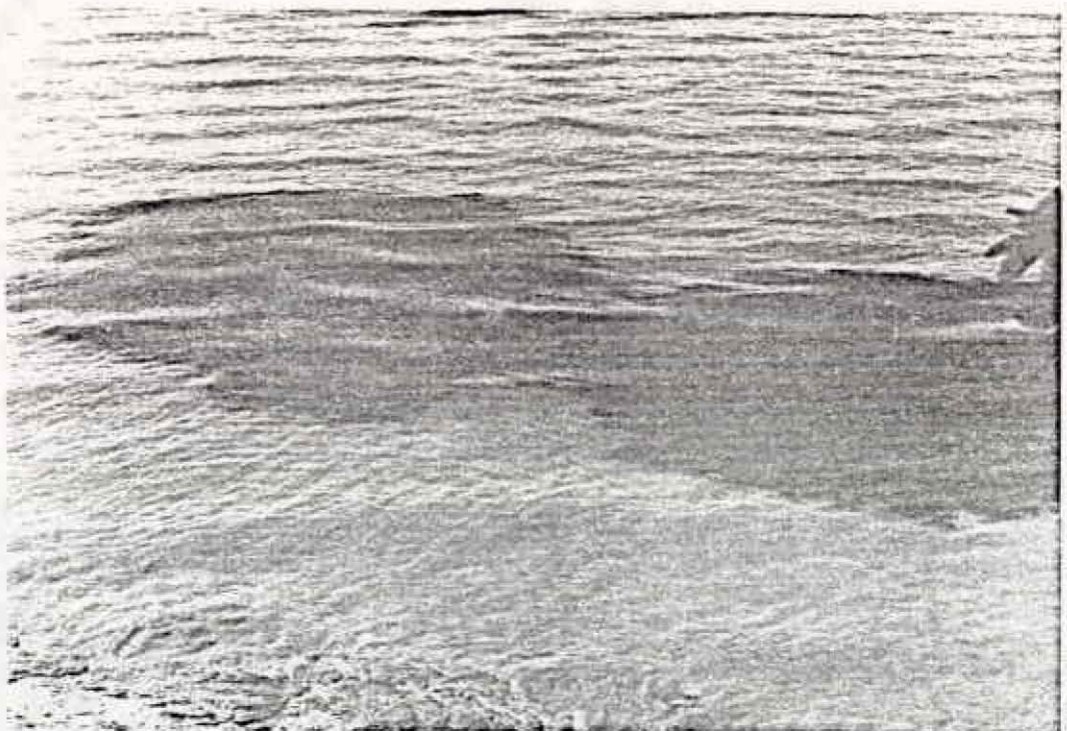
Ces peuplements s'étendent jusqu'à 200 m de la côte, ce qui correspond à une profondeur ne dépassant pas 80 cm; ils ont pris naissance sur des sédiments homogènes, fortement réduits (faciès euxinique), de couleur gris-foncé (chapitre I). Ce sédiment contient des débris coquillers en grande quantité ainsi que des bois roulés. Aucun autre peuplement macrophytique n'est visible entre les massifs à Potamogeton pectinatus. Sur une portion de 500 m de côte (soit 10 hectares de surface), les massifs (au nombre de 70) occupent 4% de la surface totale.

La date d'apparition de ces peuplements n'a pu être déterminée avec précision, elle se situe probablement entre 1975, date à laquelle RIOUALL (1977) constate leur disparition, et 1978, date à laquelle des spécimens de P. pectinatus ont été récoltés (à Martigues : herbier Lab. Ecol. du Benthos, détermination M. VERLAQUE) et

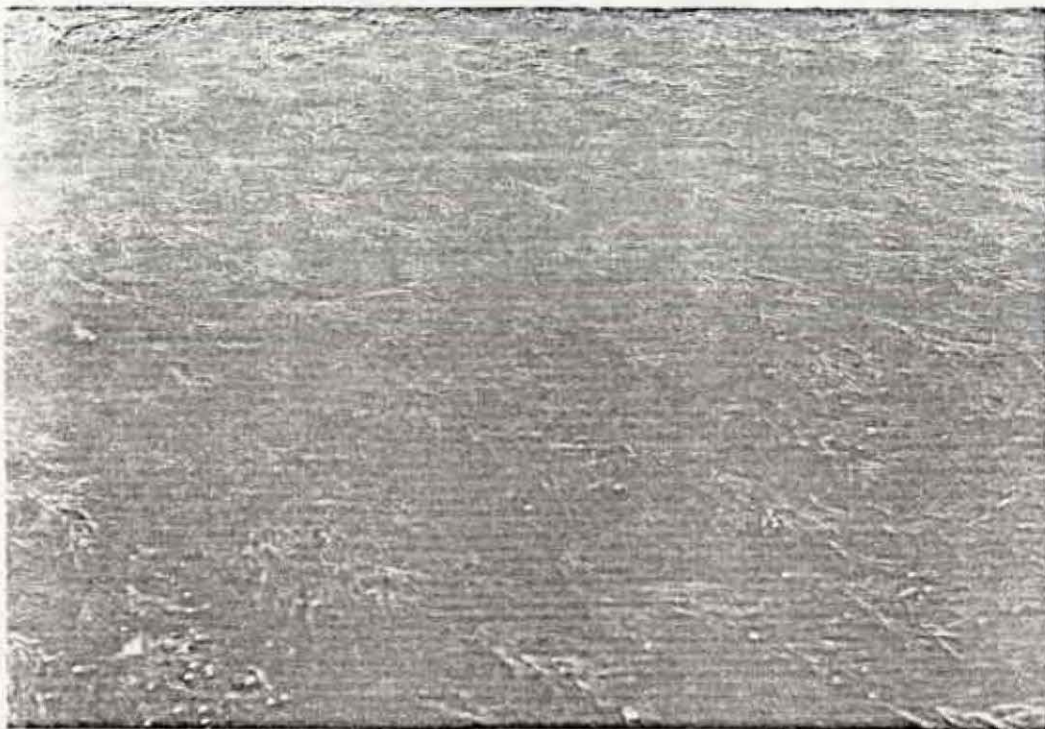




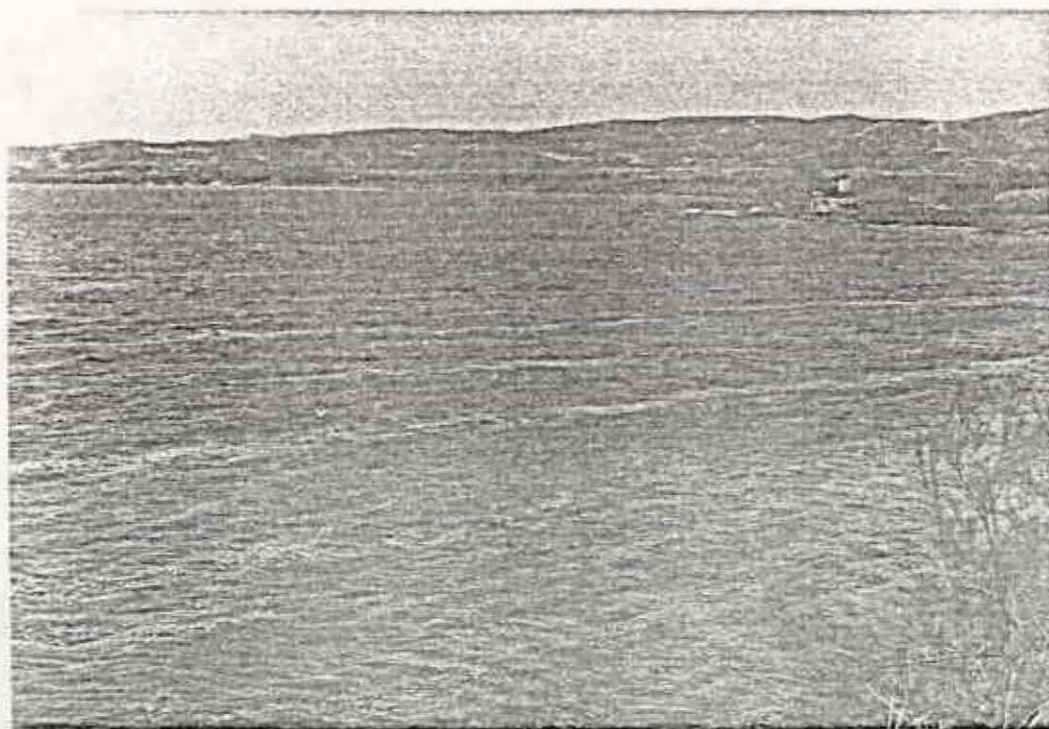
**Fig. 20:** *Taches de Potamogeton pectinatus dans le bassin de délimonage de l'usine hydro-électrique de St-Chamas*



**Fig. 21:** *Deux taches accolées*



*Fig. 20: Vue rapprochée d'une des deux taches de la Fig. 11*



*Fig. 21: Peuplement à Potamogeton pectinatus dans l'anse de Merveille*



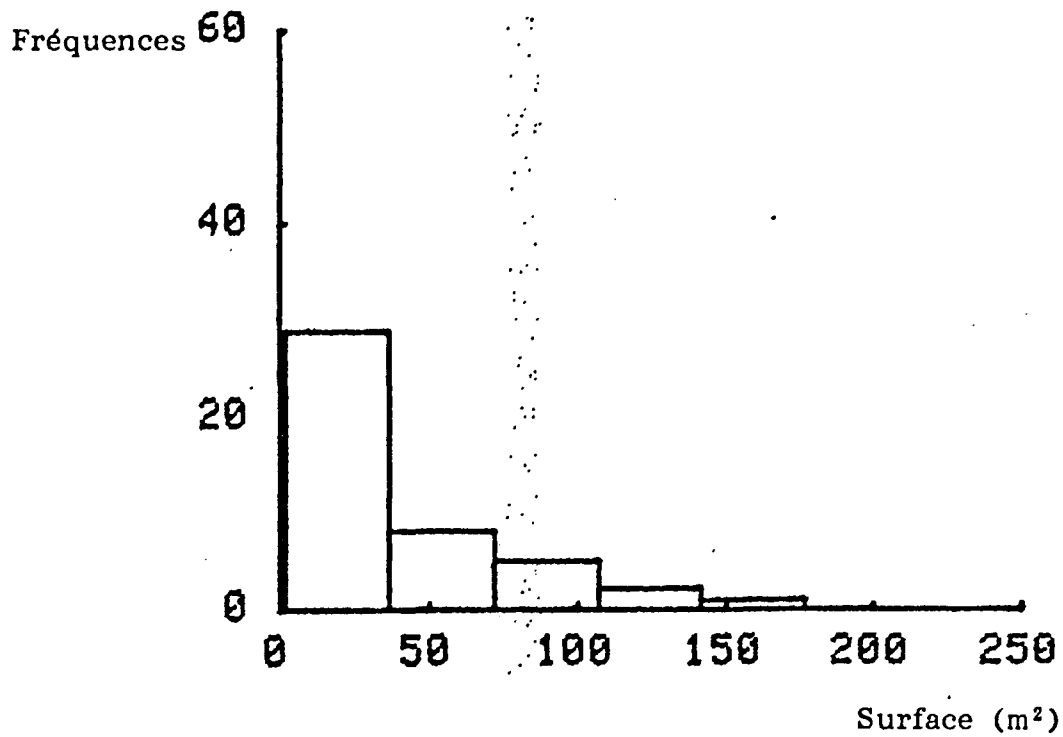
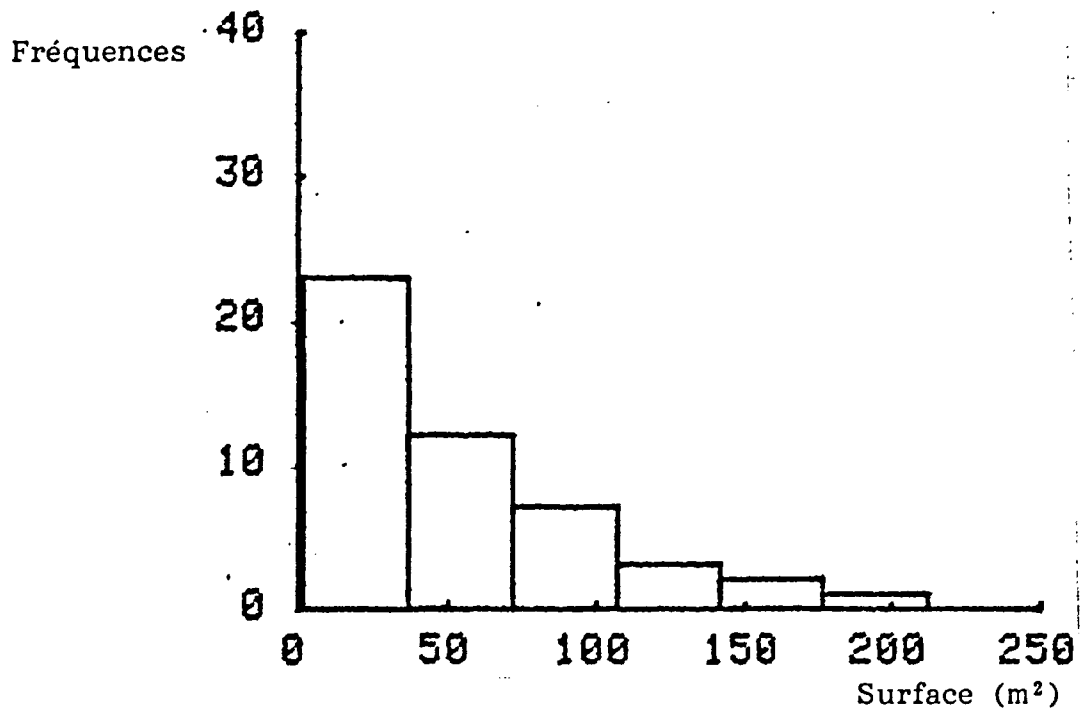


Fig. 24 : Histogrammes de fréquences de la surface de 50 taches de *Potamogeton pectinatus*, situées dans le bassin de délimonage de l'usine hydro-électrique de St-Chamas, mesurées au hasard.

En haut : Surfaces émergées

En bas : Surfaces réelles (surfaces émergées plus parties périphériques non émergentes et non visibles).

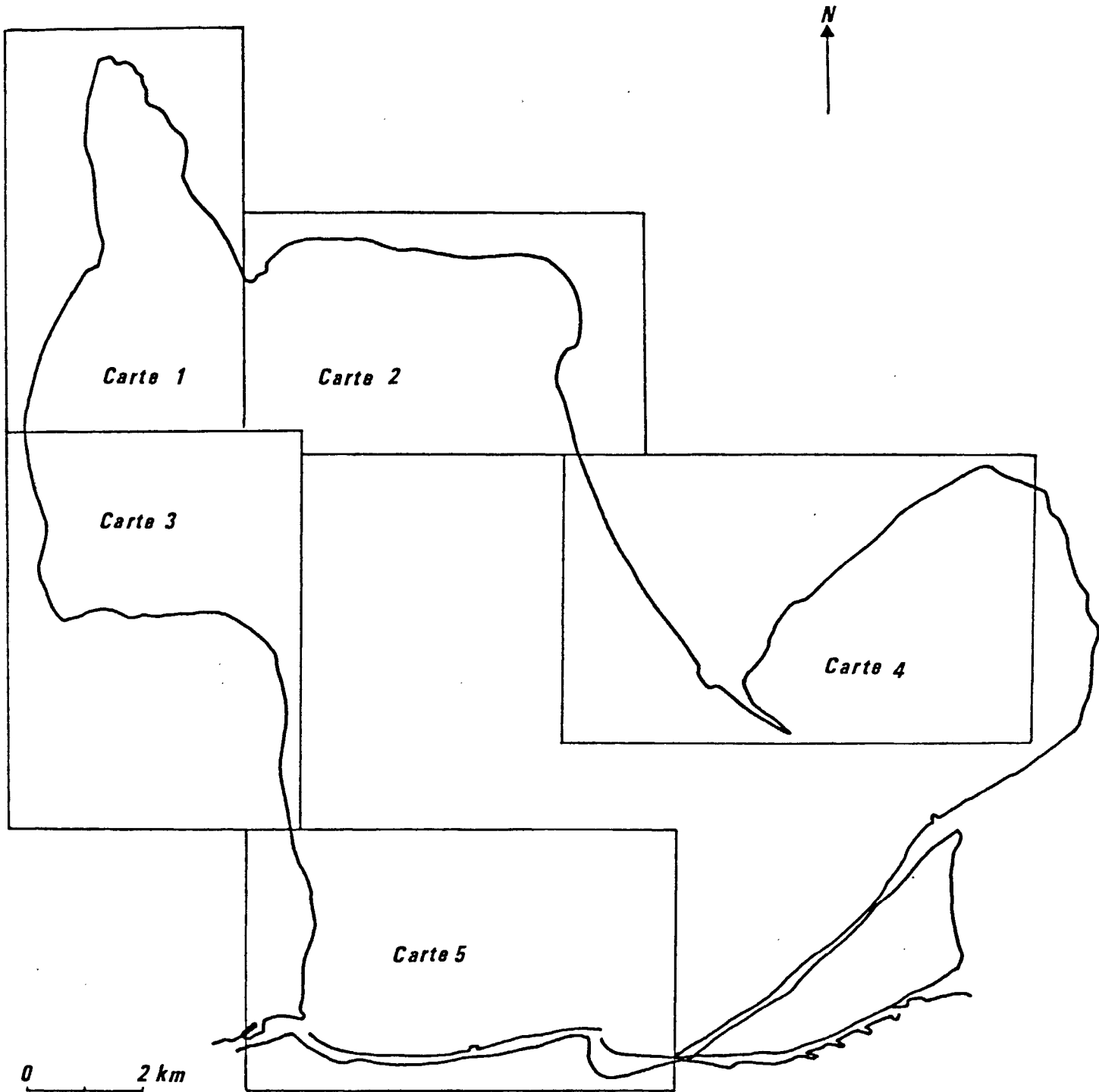


observés (à l'usine de St-Chamas : A. JEUDY DE GRISSAC, communication verbale). Il est à noter que, selon les années, les apports limoneux en provenance de la Durance ont subi d'importantes fluctuations. De 1969 à 1976, les apports annuels ont été en moyenne de  $750.10^3$  tonnes. Au cours de l'année 1977, les apports solides ont été particulièrement importants ( $1641.10^3$  tonnes). Les apports qui ont suivi ont été beaucoup plus faibles, surtout depuis la mise en service du délimoneur de Cadarache en 1980, qui a permis de ramener les rejets à une moyenne annuelle comprise entre  $300.10^3$  et  $350.10^3$  tonnes et de ne rejeter dans l'étang que les particules de plus petite dimension (ROUX, 1983). Au vu de ces résultats, il y a coïncidence entre l'apport inhabituel de particules solides à la sortie de l'usine et l'apparition (entre 1976 et 1978) à ce même endroit de peuplements à Potamogeton pectinatus; il n'est donc pas impossible que ces deux faits soient liés par une relation de cause à effet.

#### IV.2.2 Autres secteurs






Les autres peuplements à Potamogeton pectinatus de l'étang de Berre ne présentent pas ce faciès particulier en taches circulaires. Ils forment soit des bandes allongées parallèles à la côte (Nord de Martigues : Fig. 25 et 30), soit des peuplements continus (dans l'anse de Merveille : Fig. 23, 25 et 27; et à l'extrémité Nord de la baie de St-Chamas : Fig. 25 et 26.). On en trouve dans les ports (Martigues, Heures-Claires), ce qui confirme la tolérance de ces peuplements pour les milieux pollués. Dans les ports et dans les endroits contaminés par des eaux polluées (côte ouest de la baie de St-Chamas, entre Berre et la Pointe de Berre : Fig. 25 et 29), les peuplements sont complètement couverts par des algues vertes épiphytes (Enteromorpha). Potamogeton pectinatus ne descend guère en profondeur; les spécimens les plus profonds (quelques touffes éparées) ont été trouvés à 1.10 m de profondeur dans la baie de St-Chamas. Il est à signaler que le long de la côte Ouest (notamment entre l'anse du Ranquet et le mont Calaraou : Fig. 25 et 28), Potamogeton pectinatus n'existe que très localement, généralement aux deux extrémités abritées des anses formées par le rivage; ces peuplements, très peu denses, n'ont pas été reportés sur les cartes.

Si l'on compare la carte de répartition des peuplements à Potamogeton pectinatus avec celle des courants issus du rejet durancien (ROUX, 1983), on observe une certaine analogie. En effet, ces courants, déviés vers l'Ouest par la digue située immédiatement à la sortie de l'usine, vont butter contre la seconde digue. Par temps calme, ils se dirigent au Sud et vont longer la côte ouest à partir du mont Calaraou, par Mistral, ils se dirigent vers le Sud-Est, et par temps de pluie, ils remontent au Nord-Ouest. Il n'est donc pas impossible de penser que tous les peuplements observés dans l'étang sont issus en fait de diaspores (graines, tiges ou bourgeons) amenées par



*Fig.25 : Assemblage des cartes de localisation des peuplements à Potamogeton pectinatus dans l'étang de Berre.*

Légende des cartes de localisation des peuplements à  
Potamogeton pectinatus dans l'étang de Berre.

-  L'espèce est absente ou présente sous forme de taches isolées de très petite surface (inférieure à 1 m<sup>2</sup>). Le recouvrement est négligeable.
-  Le peuplement est constitué de taches éloignées les une des autres, de petite dimension (les plus grandes taches n'atteignent pas 10 m<sup>2</sup> de surface). Le recouvrement est également négligeable.
-  Le peuplement constitue des taches isolées mais le recouvrement est appréciable, il est de moins de 2 %.
-  Le peuplement est constitué de taches isolées ou qui commencent à devenir confluentes, certaines taches dépassent les 100 m<sup>2</sup>. Le recouvrement est compris entre 2 et 10 %.
-  Le peuplement est plus ou moins continu et le recouvrement est supérieur à 10%.

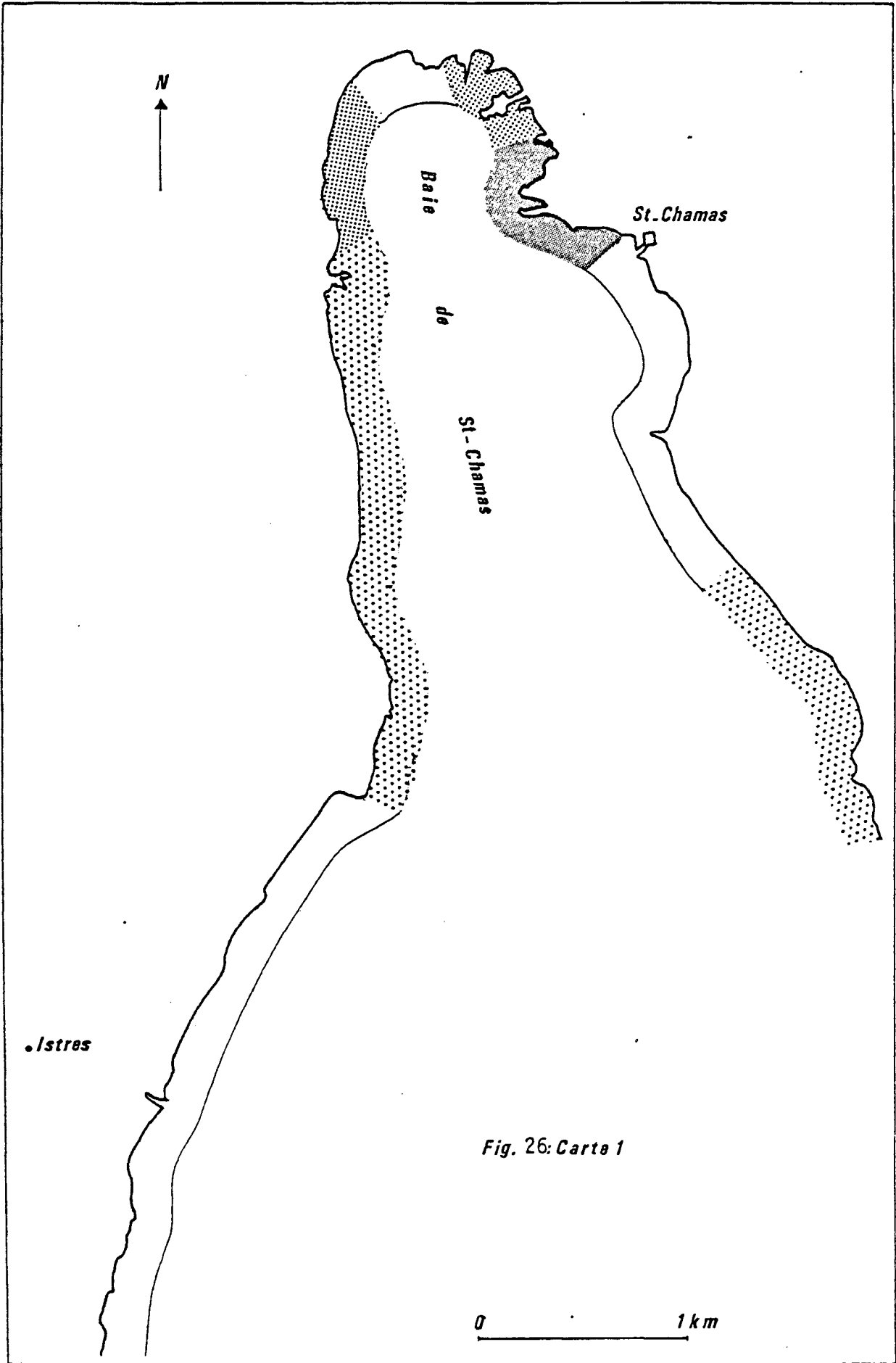


Fig. 26: Carte 1

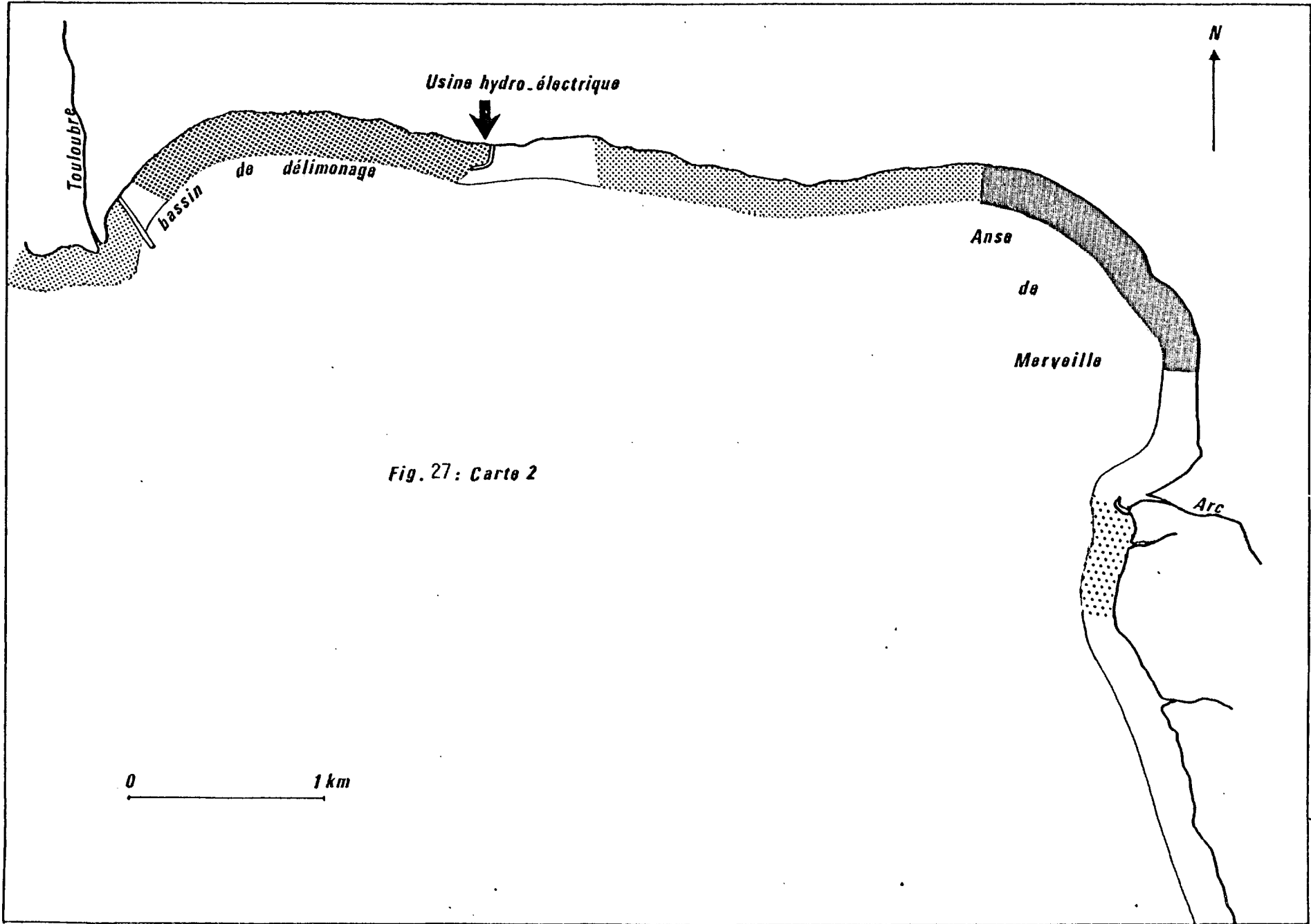
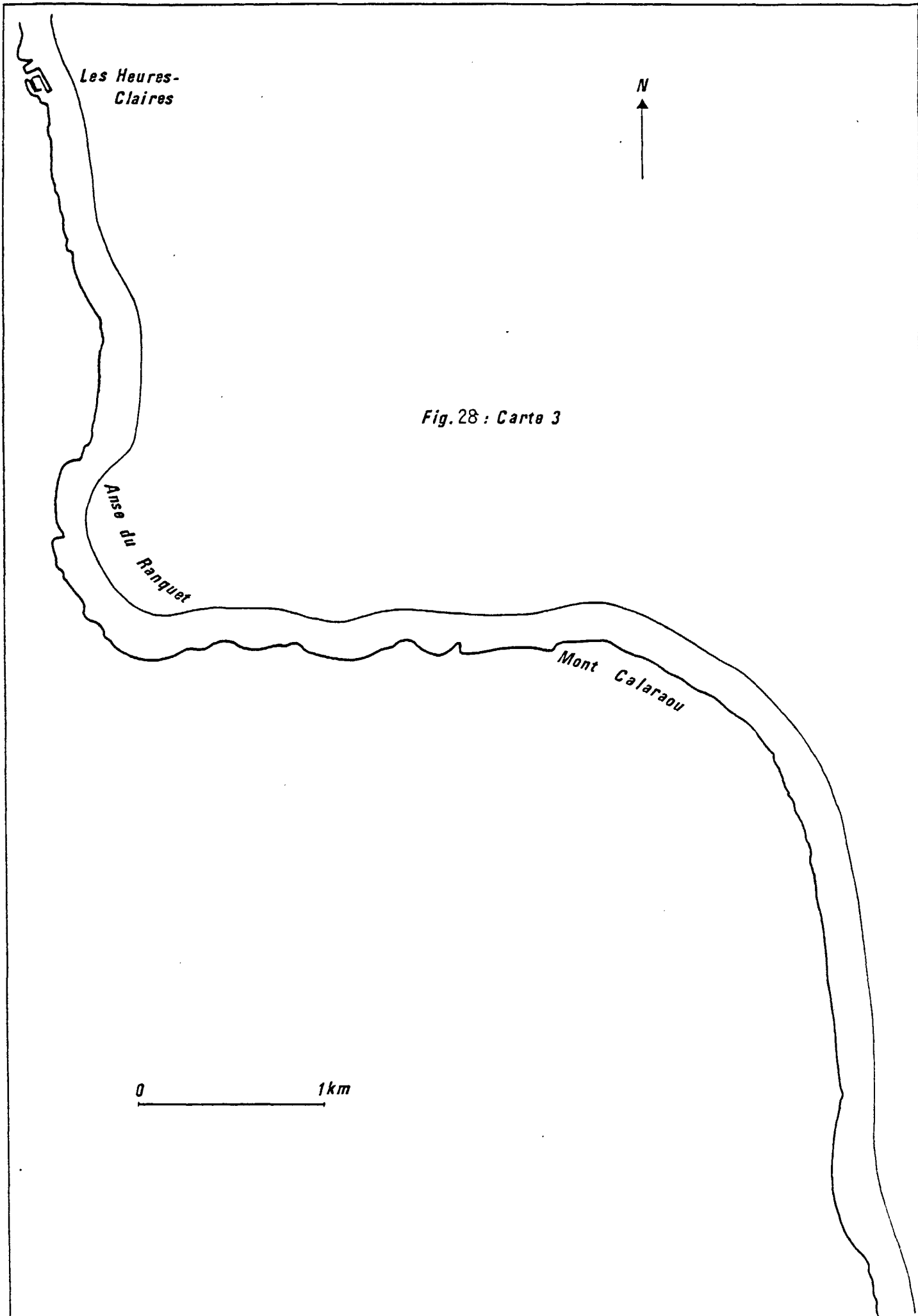


Fig. 27: Carte 2



Les Heures-Clares

N

Fig. 28 : Carte 3

Anse du Ranquet

Mont Calaraou

0 1km

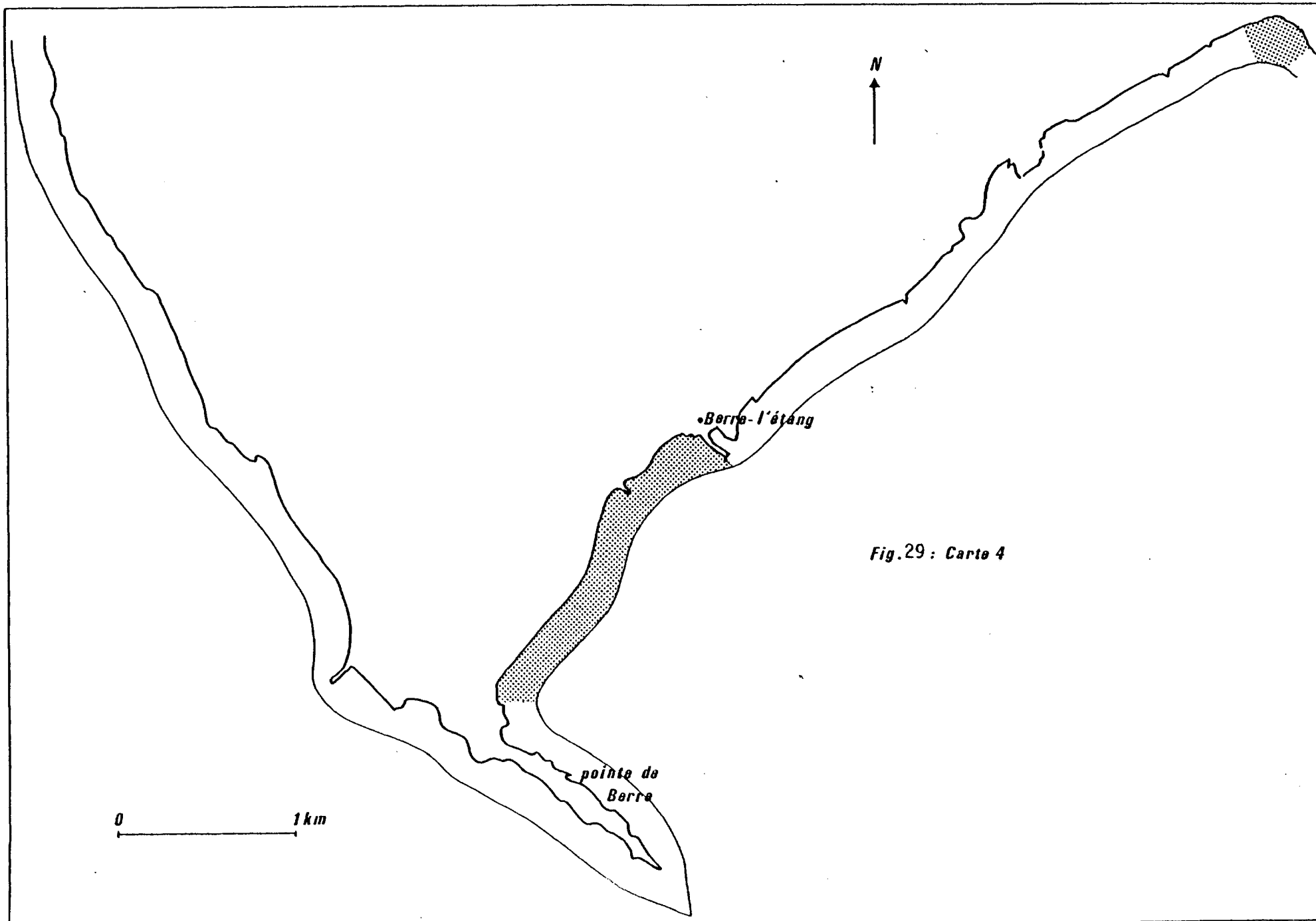


Fig.29 : Carte 4



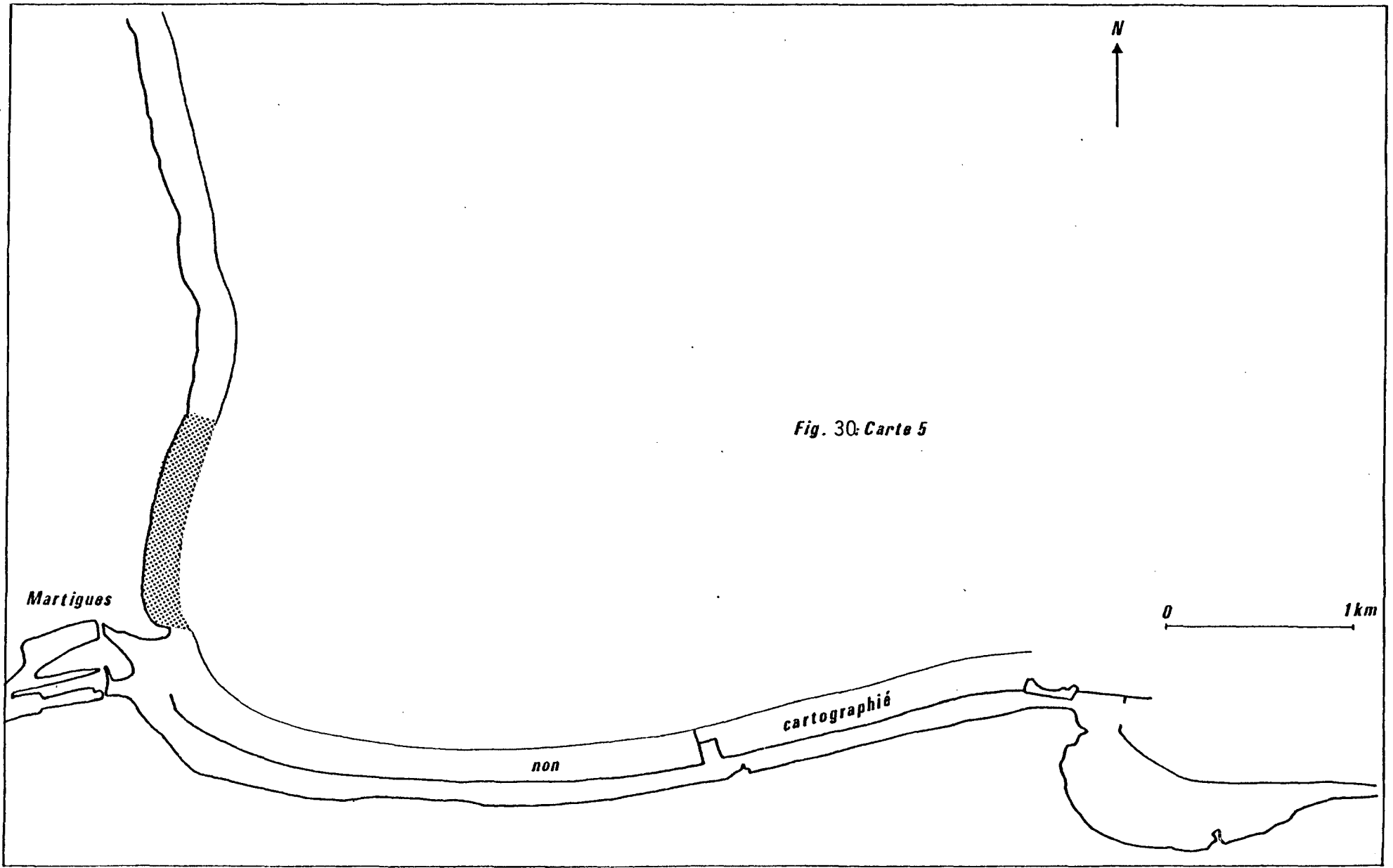


Fig. 30: Carte 5

les courants depuis les peuplements initiaux de l'usine, ces peuplements étant, comme on le verra ultérieurement, extrêmement fructifères. Quant aux peuplements, également très denses, situés dans l'anse au Nord de l'Arc, il est probable qu'ils ont été favorisés par les eaux douces rejetées par l'Arc.

### IV.3 - Etude quantitative des peuplements

#### IV.3.1 Biométrie des peuplements

Quatre échantillons, répartis au hasard dans les taches de Potamogeton pectinatus, et correspondant à des quadrats de 40 x 40 cm ont été prélevés en divers endroits. Pour chacun d'eux, des mesures de biomasse, de densité et de longueur des tiges orthotropes (à partir de la surface du sédiment jusqu'à l'extrémité des tiges) ont été effectuées. Les biomasses sont déterminées après plusieurs lavages à l'eau douce afin d'éliminer les épiphytes qui sont enchevêtrés avec les feuilles. La biomasse des épiphytes, relativement très faible, n'a pas été prise en compte. Les moyennes obtenues à partir de ces mesures sont résumées dans le tableau I.

	Biomasse épigée (g PS.m <sup>-2</sup> )	Densité des tiges ortho- tropes.m <sup>-2</sup>	Longueur des tiges ortho- tropes (cm)
Rejet usine profondeur : 45cm	m = 377.0 s = 58.1	m = 231.0 s = 15.1	m = 55.4 S = 6.6
Rejet usine profondeur : 65cm	m = 531.6 s = 143.6	m = 322.0 s = 40.8	m = 60.1 s = 10.9
Rejet usine profondeur : 80cm	m = 539.6 s = 58.2	m = 248.0 s = 16.2	m = 73.2 s = 11.8
Baie de St-Chamas profondeur : 110m	m = 612.6 s = 78.0	m = 227.0 s = 20.6	m = 88.9 s = 14.9

Tabl. I : Etude quantitative des peuplements à Potamogeton pectinatus. m = moyenne, s = écart-type, PS = poids sec.

Les valeurs de densité semblent assez faibles par rapport à l'étude de HOWARD-WILLIAMS et ALLANSON (1981) faisant mention d'une densité de 1000 tiges orthotropes par m<sup>2</sup>. Mais cette étude concerne un lac d'Afrique du Sud, aux eaux beaucoup plus chaudes favorisant le développement de P. pectinatus (BULGAREANU et al., 1980). Les

peuplements ne sont, dans ce cas-là, pas vraiment comparables.

Les valeurs de biomasse, quant à elles, sont supérieures à celles fournies par la littérature, ces dernières étant comprises entre 50 et 250 g.m<sup>-2</sup> (en fonction de la profondeur dans l'étude d'ANDERSON, 1978) et entre 4 et 294 g.m<sup>-2</sup> (en fonction du cycle de croissance de Potamogeton pectinatus dans celle d'HOWARD-WILLIAMS et ALLANSON, 1981).

En résumé, nous pouvons estimer :

\* que la biomasse n'atteint jamais le kilogramme par m<sup>2</sup>, elle est plutôt de l'ordre du demi-kilo par m<sup>2</sup>.

\* que la densité est de l'ordre de quelques centaines de tiges orthotropes par m<sup>2</sup>.

Une étude plus détaillée d'une "tache" caractéristique du rejet de l'usine hydro-électrique de St-Chamas a été entreprise (Fig. 31). Outre les mesures précédemment citées, d'autres mesures ont été effectuées. Elles concernent principalement la totalité des parties souterraines. En effet, entre 10 et 15 cm sous la surface du sédiment, le peuplement se présente sous forme d'un enchevêtrement de rhizomes plagiotropes portant des tiges orthotropes. Les parties souterraines se distinguent des parties aériennes par une couleur beaucoup plus blanche. Si en moyenne le diamètre des rhizomes plagiotropes ( $m = 2.3$  mm,  $s = 0.8$ ) n'est pas significativement différent de celui des rhizomes orthotropes ( $m = 2$  mm,  $s = 0.6$ ), un rhizome plagiotrope porte toujours des rhizomes orthotropes de plus faible diamètre que lui. Le prélèvement, assez malaisé dans une vase compacte et visqueuse, ne permet pas de ramener tous les rhizomes plagiotropes entiers. Beaucoup de petits fragments sont également collectés, dont il est difficile de savoir s'il s'agit de fragments orthotropes ou plagiotropes. Les longueurs indiquées (Tabl. II) correspondent donc à la somme des longueurs de tous les fragments (orthotropes et plagiotropes) récoltés.

Le positionnement des quadrats sur la tache est donné par la figure 31. Deux quadrats ont été prélevés au hasard pour chacune des positions choisies.

Il semble que les parties non émergentes de la tache sont les plus riches en portions souterraines et en tiges orthotropes. Les parties centrales et périphériques de la zone émergente des taches sont par contre les plus pauvres. Cette structure traduit la dynamique d'expansion des taches.

La diminution de la densité et de la biomasse à la périphérie de la partie visible des taches pourrait s'expliquer par le déchaussement des individus sous l'action des vagues. Les individus situés au centre des taches échappent à cette action (on constate effectivement un échauffement de l'eau à la surface du centre des taches) et peuvent se développer plus abondamment. On pourrait songer

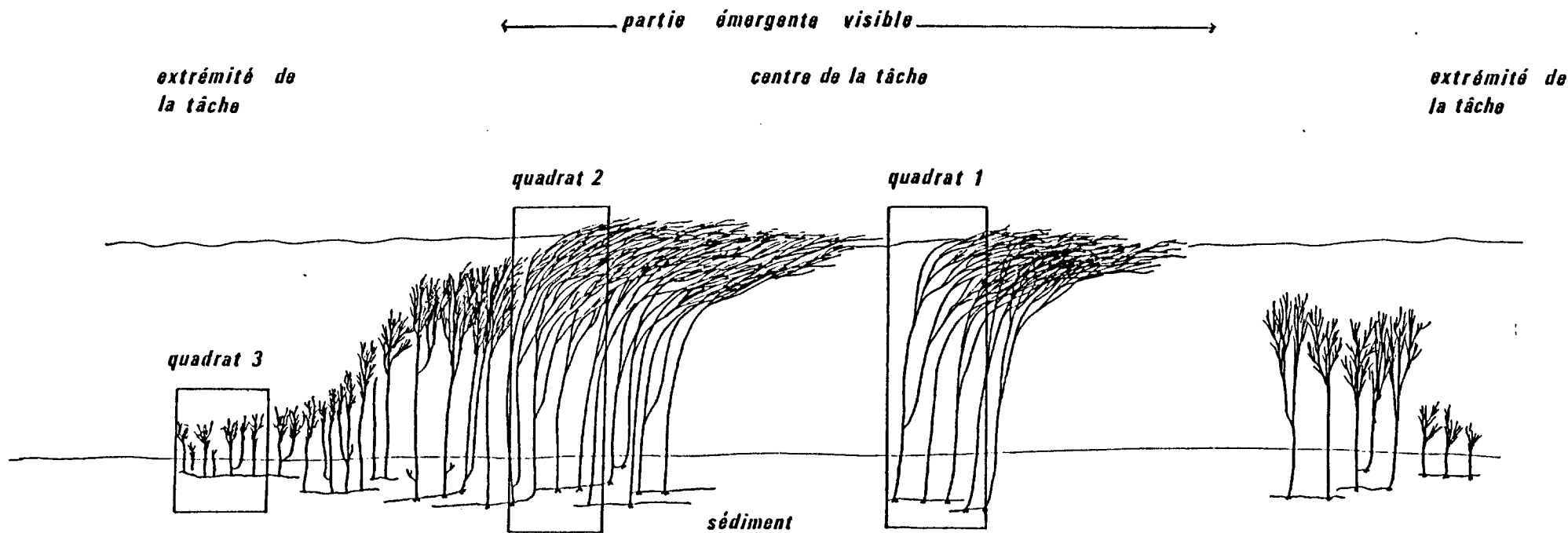


Fig 31: Positionnement des quadrats d'étude d'une tâche située dans le bassin de délimonage de l'usine à 65 cm de profondeur.

également à la mort sur place de certains individus, mais aucun fragment de rhizome mort n'est trouvé dans le sédiment.

	Densité des tiges orthotropes (m <sup>-2</sup> )	Longueur des tiges orthotropes (cm)	Longueur cumulée des rhiz.(m.m <sup>-2</sup> )	Biomasse (g PS. m <sup>-2</sup> ) des		
				tiges orthotropes	rhizomes	racines
Quadrat intérieur (1)	m = 357.5 s = 23.0	m = 62.2 s = 12.0	m = 119.6 s = 17.0	m = 623.3 s = 223.3	m = 31.1 s = 10.4	m = 0.4 s = 0
Quadrat extérieur (2)	m = 286.5 s = 16.5	m = 58.0 s = 9.2	m = 76.5 s = 20.4	m = 482.0 s = 59.2	m = 28.2 s = 10.1	m = 0.5 s = 0.1
Quadrat partie non émergente (3)	m = 346.6 s = 8.1	m = 35.0 s = 8.2	m = 156.0 s = 33.8	m = 387.3 s = 111.1	m = 37.4 s = 6.2	m = 0.6 s = 0

Tabl. II : Etude d'une tache au rejet de l'usine hydro-électrique de St-Chamas, à 65 cm de profondeur. m = moyenne, s = écart-type, PS = poids sec.

#### IV.3.2 Floraison et fructification

Au mois d'Août, au rejet de l'usine, les tiges orthotropes de P. pectinatus s'étalant à la surface de l'eau semblaient si chargées en inflorescences (épis florifères) (Fig.22), qu'il semblait intéressant d'étudier plus en détail la reproduction.

Des tiges orthotropes ont été prélevées (mi-Août) au hasard dans différentes taches. Pour chacune d'elles, il a été fait la distinction entre les inflorescences portant des fleurs en bouton, celles portant des fleurs épanouies et celles portant des grappes de fruits.

Au total, il apparaît que chaque tige orthotrope porte en moyenne 12.1 (s = 7.1) inflorescences se décomposant comme suit : 5.9 (s = 4.4) épis à fleurs en bouton, 1.5 (s = 2.1) épis à fleurs épanouies et 4.7 (s = 2.4) épis à fruits. Le nombre d'inflorescences par tige orthotrope est représenté par l'histogramme de la figure 32. Un rapide calcul permet d'estimer l'immense "potentiel de reproduction"

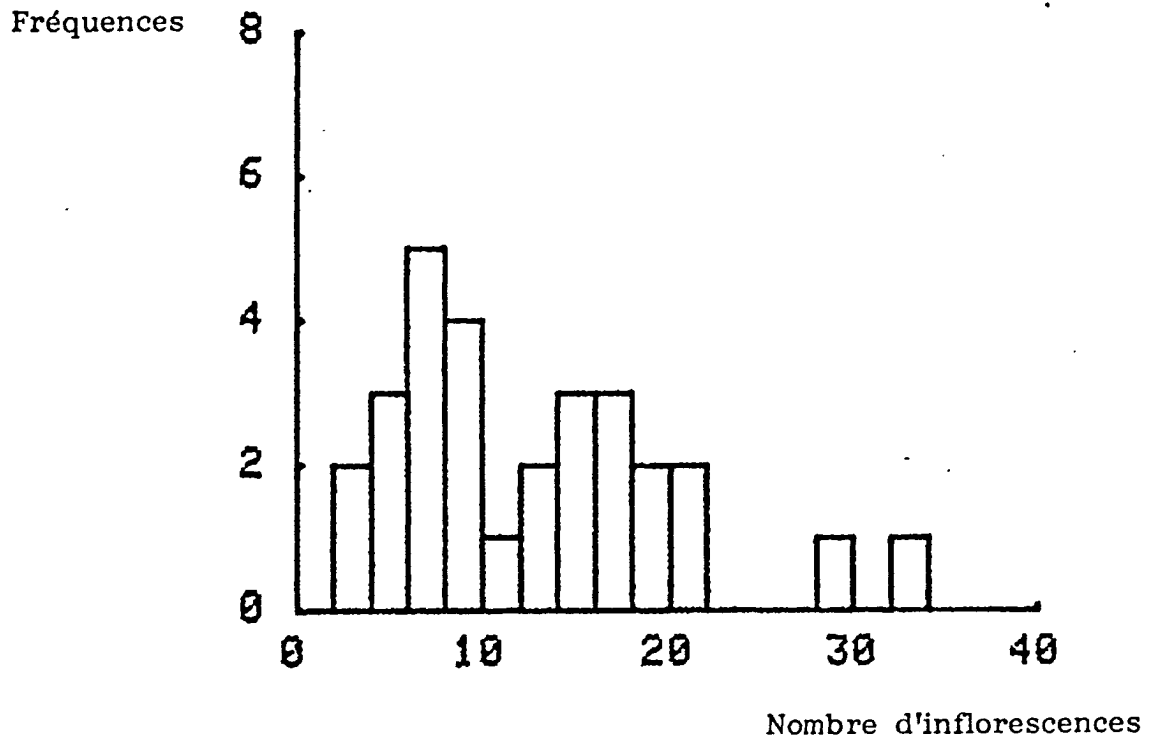


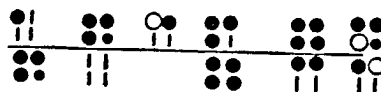
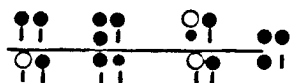
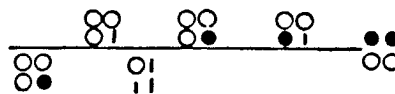
Fig. 32 : Histogramme de fréquences du nombre d'inflorescences portées par les tiges orthotropes de Potamogeton pectinatus dans le bassin de délimonage de l'usine hydro-électrique de St-Chamas.

dont est doté Potamogeton pectinatus. En effet, chaque épi à fruits porte en moyenne 16 carpelles ( $s = 7.4$ ). Le nombre de carpelles portés par chaque tige orthotrope est donc de 75.2. Si l'on utilise une moyenne de 267 tiges orthotropes par  $m^2$ , de 55  $m^2$  par tache et de 70 taches par hectare, on arrive à près de 80 millions de carpelles par hectare, ce qui est considérable.

Cependant, ces carpelles ne sont pas tous mûrs en même temps. Si l'on représente de manière schématique un épi à fruits (Fig. 33), on observe que se côtoient à un instant donné des carpelles vides, des carpelles mûrs (estimés comme tels car ils ont atteint la taille de 3 x 4 mm), des carpelles immatures (moins de 3 x 4 mm) ainsi que des pistils (ensemble des organes femelles, ovaire, style et stigmate, non encore fécondés). La maturation des carpelles s'étale donc sur une durée qui reste à déterminer (probablement plusieurs mois), permettant un largage régulier des graines et augmentant donc considérablement les chances de colonisation.

Notons que le calcul du nombre de carpelles à l'hectare effectué plus haut n'a été pris en compte que pour les inflorescences portant des fruits. Il y a également 7.4 inflorescences portant des fleurs par tige orthotrope. Ces inflorescences suivront, avec un décalage, le même processus de maturation. L'hypothèse d'une initiation des autres peuplements à Potamogeton pectinatus de l'étang, à partir des graines rejetées par les individus du bassin de délimonage de l'usine, ne semble donc pas dénuée de sens.





*Fig. 33: Exemples de représentation schématique d'une inflorescence à fruits*

- *Carpelle mur*
- *Petit carpelle*
- *Carpelle vide*
- | *Pistil*

#### IV.4 Conclusion

Cette étude, bien que limitée dans le temps, a permis de dégager un certain nombre de points quant à la dynamique des peuplements à Potamogeton pectinatus de l'étang de Berre.

(i) Le rejet massif d'eau douce en provenance de la Durance, a conduit, quelques années après son initiation, à la mise en place de ces peuplements et leur expansion rapide. Ces derniers permettent maintenant de caractériser l'étang de Berre comme un milieu devenu dulçaquicole.

(ii) Les peuplements à P. pectinatus, qui sont par endroits les seuls colonisateurs macrophytiques du sédiment, sont assez denses. Ils peuvent se présenter sous des formes très particulières, circulaires ou elliptiques. L'originalité des figures formées par cette phanérogame, au point de rejet de l'eau douce, facilitera de manière notable un suivi de sa dynamique. La possibilité de suivre régulièrement dans le temps une "tache", repérée et balisée, de P. pectinatus permettra d'apprécier avec précision les modalités d'expansion de cette phanérogame.

(iii) La capacité de reproduction de P. pectinatus, enfin, est particulièrement remarquable et devrait conduire dans un avenir plus ou moins proche à une extension considérable des lieux et surfaces colonisés.

CHAPITRE VCONCLUSION GENERALE

Du point de vue de la sédimentologie de l'étang de Berre, les études réalisées en 1962 et 1967 avaient conduit à la définition de trois zones sédimentaires :

- une zone septentrionale à dominance de vases pures,
- une zone méridionale à dominance de vases bioclastiques et de vases sableuses,
- une zone médiane de sédiments intermédiaires.

L'étude effectuée en 1983 montre que ces 3 zones restent sensiblement identiques à celles décrites auparavant. Cependant, les surfaces effectuées ont été modifiées. Nous constatons en particulier une très nette extension vers le sud et l'ouest de l'étang, de la zone à plus de 99 % de fraction fine. Celle-ci, qui se limitait en 1976 à une tache dans l'extrême nord, englobe actuellement les échantillons 62, 67 et 48. Par ailleurs, cette étude met en évidence une augmentation marquée des proportions de fraction inférieure à 20  $\mu$  dans l'ensemble de l'étang, et ceci dans des proportions importantes puisque tous les sédiments étudiés en comprennent plus de 90 %.

Ce fait doit être mis en rapport avec les rejets introduits par le canal usinier de St Chamas et ce, malgré l'effort consenti ces dernières années pour réduire le flux sédimentaire.

En outre, ce rejet massif d'eau douce en provenance de la Durance a conduit, quelques années après son introduction à la mise en place progressive d'un peuplement à phanérogames (*Potamogeton pectinatus*) ayant une expansion rapide depuis 1975.

Ces peuplements, qui sont par endroits les seuls colonisateurs macrophytiques du sédiment, sont assez denses. Ils peuvent se présenter sous des formes très particulières, circulaires ou elliptiques.

Dans certaines zones sous influence des rejets sédimentaires de St Chamas, et en particulier de part et d'autre de la digue EDF, sous l'influence des rejets de la Touloubre, ces peuplements jouent le rôle de pièges à sédiments.

De ce fait, certains fonds près de la côte se sont rehaussés de plusieurs dizaines de centimètres, permettant ainsi aux peuplements plus près de la surface et donc de la lumière, de s'étendre sur des zones atteignant les 200 mètres de large.

La capacité de reproduction de *P. pectinatus* est particulièrement remarquable et devrait conduire dans un avenir plus ou moins proche à une extension considérable des lieux et surfaces colonisés.

Les herbiers à phanérogames sont reconnus comme source de nourriture pour oiseaux et poissons et abri pour les juvéniles de ces derniers.

La comparaison de la distribution des peuplements macrobenthiques de l'étang de Berre ainsi que leur composition ne permet pas de mettre en évidence une évolution particulière de ces peuplements en 1983 par rapport à 1972.

Ceux-ci sont limités sur un mince liseré côtier, dans le chenal de navigation et la zone sud ouest sous l'influence des courants de marées. Le peuplement LEE de la bordure côtière reste le même, caractérisé par une richesse spécifique faible et un grand nombre d'individus liée à l'explosion monospécifique d'une ou quelques espèces trouvant des conditions optimales de vie. En règle générale, ces faciès temporaires ou permanents se surimposent au peuplement normal. En octobre 1983, un faciès à *Balanus eburneus* juvénile écrase le peuplement LEE traduisant un déséquilibre important de ce peuplement.

Dans l'état actuel, 75 % de la surface de l'étang de Berre est azoïque (macrofaune), 20 % présente un peuplement dégradé.

L'absence d'évolution de ces peuplements dégradés malgré les aménagements réalisés pour réduire les apports polluants (matières en suspension, matière organique, polluants chimiques) confirme, d'une part, le caractère perturbateur majeur du rejet des eaux douces et, d'autre part, la persistance possible d'un certain nombre de polluants chimiques dans les sédiments.

Du point de vue de la méiofaune, l'ensemble de l'étang de Berre, y compris les secteurs dépourvus de macrobenthos, abrite des peuplements denses dont l'abondance varie de 140 000 à 3 160 000 individus par m<sup>2</sup>.

La répartition quantitative des animaux traduit la double influence des apports d'eau douce au nord et du domaine marin au sud.

Dans tous les secteurs, le groupe des Nématodes domine. Il est même le seul présent dans les aires soumises à des conditions anoxiques.

Les sédiments de l'étang sont caractérisés par un très fort enrichissement en matière organique qui s'accumule sur le fond et n'y est que très faiblement dégradée. Dans les zones profondes, les quantités de matière organique atteignent 10 à 15 kg/m<sup>2</sup>. Les organismes (micro-organismes et Nématodes) n'interviennent que pour très peu dans la matière organique totale. Cependant, leurs activités contribuent à une certaine régulation de celle-ci.

L'oxydation de cette matière organique, surtout dans les zones profondes, n'est pas compensée par de l'oxygène d'origine atmosphérique, du fait d'une stratification de l'eau qui joue le rôle d'un écran. Ceci conduit à une anoxie épisodique des eaux.

Ces conditions difficiles d'oxygénation, la persistance de la pollution dans le sédiment, la variation cyclique des conditions de salinité montrent que l'étang de Berre n'a pas encore commencé à évoluer de manière positive.

BIBLIOGRAPHIE

## BIBLIOGRAPHIE

- ANDERSON (M.G.), 1978. Distribution and production of sago pondweed (Potamogeton pectinatus L.) on a northern prairie marsh. Ecology, U.S.A., 59 (1) : 154 - 160
- ARNOUX A., STORA G., 1979. Distribution de quelques alterogenes présents dans l'étang de Berre : leur influence sur la répartition de la macrofaune benthique. Rapp. int. Mer Médit., 25/26, 3 : 149 - 150
- BULGAREANU (V.A.C.), IONESCU-TECULESCU (V.), IOANITescu (E.) et HANNICH (D.), 1980. Plant-mud-water relations for Potamogeton pectinatus and Cladophora fracta in muddy ("pelogene"), brackish water Lake Balta Alba (Buzau, Romanian plain). Rev. Roum. Biol. - Biol. Veg. Roum., 25 (1) : 65 - 77
- CONTAT H., 1983. Impact du rejet d'eaux turbides par une centrale hydro-électrique. Cas de la centrale de Saint Chamas. Diplôme d'état Docteur en Pharmacie. Univ. Aix-Marseille : 131 p.
- COSTE (H.), 1937. Flore descriptive et illustrée de la France, de la Corse et des contrées limitrophes. Tome III. Paris, Librairie des Sciences et des Arts : 1 - 807
- GOURRET (P.), 1907. Topographie zoologique des étangs de Caronte, de Labillon, de Berre et de Bolmon. Flore, faune, migrations. Ann. Mus. Hist. Nat. Marseille, Zool., Fr., 11 : 1 - 166
- GUELORGET O. et MICHEL P., 1979. Répartition des herbiers de phanérogames dans les étangs littoraux du complexe palavasien. Biol. écol. méditer., Fr., 6 (3-4) : p 255
- HO Y.B., 1979. Inorganic mineral nutrients level studies on Potamogeton pectinatus L. and Enteromorpha prolifera in Forfar loch, Scotland. Hydrobiologia, Netherl., 62 (1) : 7 - 15
- HOWARD-WILLIAMS C. et ALLANSON R., 1967. Evolution de l'étang de Berre en fonction des grands travaux d'équipement de l'Electricité de France sur la Durance. Houille blanche, Fr., 5 = 507 -513
- LACHAVANNE J.B. et WATTENHOFER R., 1975. Contribution à l'étude des macrophytes du Léman. Commission internationale pour la protection des eaux du Léman contre la pollution. Conservatoire botanique de Genève : 1 - 147
- MARS P., 1949. Contribution à l'étude biologique des étangs méditerranéens. Quelques aspects de l'évolution de l'étang de Berre. Bull. Soc. linn. de Provence. Fr., 17 : 8 - 16
- MARS P., 1966. Recherches sur quelques étangs du littoral méditerranéen français et sur leurs faunes malacologiques. Vie Milieu, Fr., Suppl. 20 : 1 - 359
- MAC CAVE I.N. et JARVIS J., 1973. "Use of the T coulter counter in size analysis of fine to coarse materiel". Sedimentology 20, 305 - 315
- MINAS M., 1973. Sur la synthèse et la dégradation de la matière organique dans l'écosystème de l'étang de Berre. Dynamique et bilans. Rapports avec le régime hydrologique. Thèse doctorat. Univ. Aix Marseille II : 340 p



- PHILIPPE-LOEILLET S., 1983. Contribution à l'étude des foraminifères benthiques de zones soumises à la pollution urbaine. Thèse 3ème cycle. Univ. Aix Mars. II - 200 p
- RICKETT H.W., 1922. A quantitative study of the larger aquatic plants of Lake Mendota. Trans. Wisc. Acad. Arts Sci. Lett., 20 : 501-517
- RIQUALL R., 1972. Contribution à l'étude de la flore des étangs de Berre et de Vaine (B.d.R.). Thèse doctorat spécialité Univ. Aix Marseille II : 1 - 528
- RIQUALL R., 1977. Evolution de la flore benthique des étangs de Berre et de Vaine (B.d.R.) de 1971 à 1975. Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille, Fr., 37 : 141 - 147
- ROUX R.M., 1983. L'étang de Berre : sédiments et dynamique sédimentaire. Centre National pour l'Exploitation des Océans : 1 - 64
- ROUX M., 1977. Etude sédimentologique de l'étang de Berre in "Etude sédimentologique, minéralogique et physicochimique des sédiments superficiels de l'étang de Berre, état juin 1976". Rapport pour le Port Autonome de Marseille 87 p
- ROUX M., 1983. L'étang de Berre : sédiments et dynamique sédimentaire. Rapport pour le CNEXO. 64 p
- SEDDON B., 1972. Aquatic macrophytes as limnological indicators. Freshwater Biol. England, 2 : 107 - 130
- STANKIEVITCH A., 1983. Traitement des effluents d'une raffinerie de pétrole. Diplôme d'état Docteur en pharmacie. Univ. Aix Marseille - 47 p
- STORA G., 1976. Evolution des peuplements benthiques d'un étang marin soumis à un effluent d'eaux douces. Bull. Ecol., Fr. 7(3) : 275 - 281
- STORA G., 1982. Recherches de bionomie descriptive et expérimentale (in vivo, in vitro) dans quelques biotopes littoraux soumis à des variations naturelles ou artificielles des conditions du milieu (notamment dans l'étang de Berre et le golfe de Fos). Thèse doctorat. Univ. Aix-Marseille II : 327 p + annexes
- STORAG., ARNOUX A., 1983. Effects of large freshwater diversions on benthos of a mediterranean lagoon. Estuaries 6(2) : 115 - 125
- VERHOEVEN J.T.A. et VIERSEN W. V., 1978. Structure of macrophytes dominated communities on two brackish lagoons on the island of Corsica, France. Aquatic botany, Netherland, 5 (1) : 77 - 86
- VERMAAK J.F., SWANEPOEL J.H. et SCHOONBEE H.J., 1981. The phosphorus cycle in Germiston Lake. 1. Investigational objectives and aspects of the limnology of the lake. Water 7 (3) : 160 - 165
- WILSON R.S., MAXWELL T.R.A., MANCE G., SLEIGH M.A. et MILNE R.A., 1975. Biological aspects of Chew Valley and Blagdon lakes, England. Freshwater Biol. England, 5 : 379 - 393

## ANNEXES

ANNEXE 1 - Peuplements macrobenthiques. Distribution et évolution temporelle

ANNEXE 2 - Evaluation quantitative de la méiofaune des différents prélèvements.  
Pour chaque prélèvement, pour chaque niveau considéré ainsi que pour la totalité de l'échantillon, la densité des différents groupes et la densité totale sont exprimées pour 10 cm<sup>2</sup>

ANNEXE 3 - Répartition des Nématodes dans l'épaisseur du sédiment aux différentes stations (densités exprimées pour 10 cm<sup>2</sup>)

ANNEXE 1

TABLEAU I: Peuplements du chenal de navigation et de la bordure cotière  
en Octobre 1983

TABLEAU ESPECES : MERRE

	st. 64	st 19	st. 61	st. 58	st. cv	st 56	st. 31	st. 10
<i>Cerianthus acranaceus</i> *								1 0.27
<i>Careus pedunculatus</i> *								24 6.55
<i>Nereis succinea</i>	111 5.51	220 2.67	1 0.32	39 3.98	115 5.13	30 60.00	15 0.32	
<i>Luabrinereis latreilli</i> *								107 23.23
<i>Scoloplos arziger</i> *								2 0.53
<i>Nainereis laevigata</i> *								2 0.53
<i>Aonides oxycephala</i> *								1 0.27
<i>Polydora caeca</i> *								58 15.85
<i>Polydora ciliata</i> +	5 0.25			5 0.51				12 3.23
<i>Prinospio cirrifera</i> *								1 0.27
<i>Mediomastus cf californiensis</i> *								7 1.91
<i>Heterocirrus alatus</i>		4 0.05						
<i>Capitella capitata</i>		7 0.08						
<i>Clymene</i> sp *								1 0.27
<i>Owenia fusiformis</i> *								2 0.53
<i>Polyania residensis</i> *								1 0.27
<i>Mercierella enigmatica</i>								
<i>Hydrobia cf. ulvae</i>	322 15.98	348 4.22		50 5.11	119 5.31		21 0.45	
<i>Ranania ephippium</i>								
<i>Brachidontes marioni</i>	3 0.15	23 0.28		1 0.10	9 0.40		3 0.06	
<i>Mytilus galloprovincialis</i> *								3 0.82
<i>Loripes lacteus</i> *								3 0.82
<i>Cerastoderma glaucum</i>	196 9.73	65 0.79		9 0.92	2 0.09	3 6.00	2 0.04	
<i>Venerupis aurea</i> *								104 23.42
<i>Venerupis decussata</i> *								10 2.73
<i>Petricola lithophaga</i> *								1 0.27
<i>Abra ovata</i> *								2 0.53
<i>Corbula gibba</i> *								8 2.13
<i>Balanus eburneus</i>	1368 67.89	7391 89.71	252 80.00	857 87.54	1872 83.46	16 32.00	4642 99.02	
<i>Cyathura carinata</i>		1 0.01						
<i>Sphaerooa hookeri</i>	5 0.25	148 1.80			15 0.67			
<i>Corophium insidiosum</i>		23 0.28						
<i>Corophium</i> sp2					2 0.09			
<i>Gammarus aequicauda</i>					4 0.18			
<i>Gammarus insensibilis</i>	2 0.10				8 0.35			
<i>Leptocheirus pilosus</i>	3 0.15							
<i>Penaeidea</i> indet.					1 0.04			
<i>Aphiura chiajei</i> *								16 4.37
Larves de Chironomides		8 0.10	62 19.63	18 1.84	96 4.28	1 2.00	5 0.11	
<i>Gobius</i> sp.		1 0.01						
<b>TOTAUX</b>	2015 100	8239 100	315 100	979 100	2243 100	50 100	4623 100	365 100
<b>NOBRE D'ESPECES</b>	9	12	3	7	11	4	6	21

\* Especies presentes dans le chenal de navigation

+ Espeece presente dans le chenal et la bordure cotiere

Tableau III Evolution temporelle du Benthos de la station 9

Station 9	Oct. 1972	Oct. 1973	Oct. 1974	Oct. 1975	Oct. 1983
<i>Cerianthus membranaceus</i>					1 0.27
<i>Cereus pedunculatus</i>	1 0.26		16 5.59	1 1.41	24 6.56
<i>Nemertes</i>			1 0.35		
<i>Phoronis psammophila</i>	77 19.69	6 8.82	1 0.35		
<i>Syllis gracilis</i>			1 0.35		
<i>Nereis succinea</i>		2 2.94			
<i>Nephtys hombergii</i>	2 0.52	1 1.47	4 1.40		
<i>Lumbrineris latreilli</i>			1 0.35	41 57.75	107 29.23
<i>Spio decoratus</i>				1 1.41	
<i>Soloplos armiger</i>					2 0.55
<i>Mainereis laevigata</i>					2 0.55
<i>Aonides oxycephala</i>					1 0.27
<i>Polydora caeca</i>					58 15.85
<i>Polydora ciliata</i>	4 1.57	15 22.06	4 1.40	1 1.41	12 3.28
<i>Polydora flava</i>	3 0.79		33 11.54		
<i>Prinospio cirrifera</i>					1 0.27
<i>Heterocirrus alatus</i>			2 0.70	1 1.41	
<i>Mediomastus cf californiensis</i>	79 20.73	41 60.29	35 12.24	5 7.04	7 1.91
<i>Heteromastus filiformis</i>	2 0.52		3 1.05		
<i>Capitella capitata</i>			65 22.73		
<i>Clymene sp</i>					1 0.27
<i>Owenia fusiformis</i>	2 0.52	1 1.47			2 0.55
<i>Polyania residensis</i>					1 0.27
<i>Calyptrea sinensis</i>			3 1.05		
<i>Hydrobia cf ulvae</i>			41 14.34		
<i>Cyclonassa neritea</i>	1 0.26		4 1.40	1 1.41	
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	1 0.26		5 1.75		3 0.82
<i>Loripes lacteus</i>	2 0.52		4 1.40		3 0.82
<i>Parvicardium exiguum</i>			1 0.35		
<i>Cerastoderma glaucum</i>	2 0.52		11 3.85		
<i>Venus gallina</i>	1 0.26				
<i>Venerupis aurea</i>	94 24.67		37 12.94	16 22.54	104 28.42
<i>Venerupis decussata</i>	8 2.10		1 0.35	2 2.82	10 2.73
<i>Spisula subtruncata</i>	1 0.26		4 1.40		
<i>Petricola lithophaga</i>					1 0.27
<i>Scrobicularia piperata</i>			1 0.35		
<i>Aora alba</i>			1 0.35		
<i>Aora ovata</i>	98 25.72	1 1.47	2 0.70	1 1.41	2 0.55
<i>Corbula gibba</i>	2 0.52	1 1.47	5 1.75	1 1.41	8 2.19
<i>Sphaeroma hookeri</i>	1 0.26				
<i>Aphiura chiajei</i>					16 4.37
<b>Totaux</b>	<b>381 100</b>	<b>68 100</b>	<b>286 100</b>	<b>71 100</b>	<b>366 100</b>
<b>Nbre d'espèces</b>	<b>19</b>	<b>8</b>	<b>26</b>	<b>11</b>	<b>21</b>

TABLEAU IV Evolution temporelle du peuplement des stations 19 et 31

BERRE ST. 19

	oct. 1972	oct. 1973	oct. 1974	oct. 1975	oct. 1983
<i>Nereis diversicolor</i>	121 4.52				
<i>Nereis succinea</i>	260 9.71	530 37.59	112 .95	247 5.79	220 2.67
<i>Spio decoratus</i>					
<i>Polydora ciliata</i>	6 .22				
<i>Streblospio shrubsolei</i>	1 .04				
<i>Heterocirrus alatus</i>					4 .05
<i>Capitella capitata</i>					7 .08
<i>Mercierella enigmatica</i>					
<i>Hydrobia cf ulvae</i>	48 1.79		175 1.48		348 4.22
<i>Brachidontes earioni</i>	1533 57.27	375 26.6	3070 26.04	10 .23	23 .28
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	14 .6	69 4.49	142 1.2	1128 26.43	
<i>Cerastoderma glaucum</i>		2 .14			65 .79
<i>Abra ovata</i>	8 .3	2 .14		1 .02	
<i>Balanus eburneus</i>	3 .11	30 2.13	410 3.48		7391 89.71
<i>Cyathura carinata</i>	20 .75				1 .01
<i>Idotea viridis</i>				14 .23	
<i>Sphaeroma serratum</i>				4 .09	
<i>Sphaeroma hookeri</i>	513 19.16		276 2.34	1 .02	148 1.8
<i>Corophium insidiosum</i>	71 2.65	402 28.51	5248 44.52	2848 66.73	23 .29
<i>Echinogammarus stocki</i>	76 2.84		267 2.26		
<i>Gammarus insensibilis</i>			1 .01	8 .19	
<i>Melita palmata</i>			2088 17.71	7 .15	
Larves de Chironomides	2 .07				8 .1
<i>Gobius niger</i>					1 .01
<i>Anguilla anguilla</i>					
Totaux	2676 100	1410 100	11789 100	4268 100	8239 100
Nbre d'especes sans <i>M. enigmatica</i>	14	7	10	10	12

BERRE ST:31

	Oct. 1972	Oct. 1973	Oct. 1974	Oct. 1975	Oct. 1983
<i>Nereis succinea</i>	296 14.16	1110 40.12	29.60	379 25.35	15 .32
<i>Polydora ciliata</i>	1 0.05		2.56		
<i>Mercierella enigmatica</i>					
<i>Hydrobia cf ulvae</i>	117 5.60	405 14.54	22.61	89 6.07	21 .45
<i>Brachidontes earioni</i>	1453 69.49	1092 39.47	528 40.27	763 52.05	3 .06
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	6 0.29		.15	69 4.71	
<i>Cerastoderma glaucum</i>	1 0.05	4 0.14		3 0.20	2 .04
<i>Abra ovata</i>	217 10.36	107 3.97	12 .92	7 0.48	
<i>Balanus eburneus</i>		49 1.77	4.88	154 10.50	4542 99.02
<i>Idotea viridis</i>					
<i>Sphaeroma hookeri</i>				2 .14	
Larves de Chironomides					5 .11
Totaux	2691 100	2767 100	540 100	1465 100	4588 100
Nbre d'especes sans <i>M. enigmatica</i>	7	6	7	7	6

## BERRE ST.64

Oct. 1973 Oct. 1974 Oct. 1975 Oct. 1983

<i>Nereis diversicolor</i>		1	0.16					
<i>Nereis succinea</i>	1	1.79	5	0.82	109	57.07	111	5.51
<i>Spio decoratus</i>	12	21.43						
<i>Polydora ciliata</i>	18	32.14	70	11.44	10	5.24	5	0.25
<i>Marcierella enigmatica</i>								
<i>Hydrobia cf. ulvae</i>			64	10.46			322	15.98
<i>Brachidontes marioni</i>			2	0.33	20	10.47	3	0.15
<i>Mytilus galloprovincialis</i>					5	2.62		
<i>Parvicardium exiguum</i>			1	0.16				
<i>Cerastoderma glaucum</i>	6	10.71	92	15.03	11	5.76	196	9.73
<i>Cerastoderma sp</i>	1	1.79						
<i>Venerupis aurea</i>			1	0.16				
<i>Abra ovata</i>	3	5.36	1	0.16	2	1.05		
<i>Lentidium mediterraneum</i>			2	0.33				
<i>Balanus eburneus</i>					34	17.80	1368	67.89
<i>Cyathura carinata</i>	11	19.64						
<i>Sphaeroma hookeri</i>							5	0.25
<i>Coropium orientale</i>	4	7.14	373	60.95				
<i>Sammarus insensibilis</i>							2	0.10
<i>Leptocheirus pilosus</i>							3	0.15
Totaux	56	100	612	100	191	100	2015	100
Nbre d'especes								
sans <i>M. enigmatica</i>	8		11		7		9	

## BERRE ST.58

Oct. 1973 Oct. 1974 Oct. 1975 Oct. 1983

<i>Nereis succinea</i>	1	3.33	71	5.27	6	17.14	39	3.98
<i>Polydora ciliata</i>	18	60.00	205	15.22	2	5.71	5	0.51
<i>Streblospio shrubsolei</i>			2	.15				
<i>Marcierella enigmatica</i>								
<i>Oligochetes</i>	7	23.33						
<i>Hydrobia cf. ulvae</i>			117	8.69			50	5.11
<i>Brachidontes marioni</i>			800	59.39	2	5.71	1	0.10
<i>Mytilus galloprovincialis</i>			99	7.33	23	65.71		
<i>Cerastoderma glaucum</i>							9	0.92
<i>Abra ovata</i>			15	1.11				
<i>Balanus eburneus</i>	4	13.33	38	2.82	2	5.71	857	87.54
Larves Chironomides							18	1.84
Totaux	30	100	1347	100	35	100	979	100
Nbre d'especes								
sans <i>M. enigmatica</i>	4		8		5		7	

TABLEAU VI Evolution temporelle de differents parametres des  
peuplements SVMC et LEE de l'etang de Berre.

STATION 9	OCT.1972	OCT.1973	OCT.1974	OCT.1975	OCT.1983
Nbre d'especes	19	8	26	11	21
Abondance	381	68	285	71	366
Shannon	2.55	1.74	3.51	1.96	2.86
Equitabilite	0.60	0.58	0.75	0.57	0.65
Dominance indic. biol.perturbation	77.56	66.17	77.64	94.38	71.86

STATION 19	OCT.1972	OCT.1973	OCT.1974	OCT.1975	OCT.1983
Nbre d'especes	14	7	10	10	12
Abondance	2676	1410	11789	4268	8239
Abondance sans sp D.	1143	880	6541	1420	848
Shannon	2.00	1.91	2.12	1.23	.71
Equitabilite	0.52	0.68	0.64	0.37	0.20
Dominance indic. Biol.pert.max. %	16.39	37.73	.95	5.81	2.77

STATION 31	OCT.1972	OCT.1973	OCT.1974	OCT.1975	OCT.1983
Nbre d'especes	7	6	7	7	6
Abondance	2091	2767	1311	1466	4688
Abondance sans sp D.	638	1657	713	703	46
Shannon	1.37	1.76	1.95	1.86	0.10
Equitabilite	0.49	0.68	0.69	0.66	0.04
Dominance indic. Biol.pert.max. %	30.12	58.63	52.13	32.40	0.77

STATION 64	OCT.1973	OCT.1974	OCT.1975	OCT.1983
Nbre d'especes	8	11	7	9
Abondance	56	612	191	2015
Abondance sans sp D.	38	239	82	647
Shannon	2.51	1.72	1.91	1.44
Equitabilite	0.84	0.50	0.68	0.45
Dominance indic. Biol.pert.max. %	7.15	11.5	1.52	21.49

STATION 58	OCT.1973	OCT.1974	OCT.1975	OCT.1983
Nbre d'especes	4	8	5	7
Abondance	30	1347	35	979
Abondance sans sp D.	12	547	12	122
Shannon	1.48	1.90	1.54	0.79
Equitabilite	.74	.63	.66	.28
Dominance indic. Biol.pert.max. %	3.33	14.11	17.14	10.93



ANNEXE 2

	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-7,5	7,5-10	10-15	15-20	Total
Nématodes	20	0	8	4	10	6	1	1	0	50
Copépodes	9									9
Total	29	0	8	4	10	6	1	1	0	59

	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-7,5	7,5-10	10-12,5	Total
Nématodes	15	15	27	6	36	64	6	0	169

	0-2	2-5	5-10	10-15	15-20	Total
Nématodes	51	71	54	7	4	187

	0-2	2-5	5-10	10-15	15-20	Total
Nématodes	58	65	15	2	0	140

## STATION 1

	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-7,5	7,5-10	10-15	15-18	Total
Nématodes	55	2	3	6	2	3	4	6	2	83
Copépodes	4									4
Polychètes	50	3			1	1				55
Ostracodes	5	4	3	2						14
Mollusques	5	1	1							7
Divers	1	1	(larves)							2
Total	120	11	7	8	3	4	4	6	2	165

	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-7,5	7,5-10	Total
Nématodes	361	85	37	27	24	20	12	566
Copépodes	11							11
Polychètes	17	4	1	3	3	2		30
Ostracodes	0	0	1					1
Mollusques	17	1	2					20
Divers	2	(larve + Isopode)						2
Total	408	90	41	30	27	22	12	630

	0-2	2-5	5-10	10-15	Total
Nématodes	519	46	6	17	588
Copépodes	18	1	1		20
Polychètes	73	5			78
Ostracodes	0	0	2		2
Mollusques	14	0	4		18
Divers	8	(larves + 3 Isopodes)			8
Total	633	52	13	17	714

## STATION 2

	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-7,5	7,5-10	10-12,5	12,5-15	15-18	Total
Nématodes	52	89	627	584	625	443	56	12	7	0	2495
Copépodes	2										2
Polychètes											
Mollusques											
Total	54	89	627	584	625	443	56	12	7	0	2497

	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-7,5	7,5-10	10-12,5	12,5-15	15-18	Total
Nématodes	89	60	672	386	639	547	97	43	9	3	2545
Copépodes	6	1									7
Polychètes	2	2	1	0	1	0	0	1			7
Total	97	63	673	386	640	548	98	44	9	3	2559

	0-2	2-5	5-10	10-15	15-18	Total
Nématodes	145	1102	432	33	6	1718
Copépodes	1					1
Polychètes	3					3
Mollusques	1					1
Total	150					1723

	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-7,5	7,5-10	10-15	15-18	Total
Nématodes	63	49	310	157	285	329	31	30	20	1274
Copépodes	4	0	1							5
Polychètes	1	0	0	1						2
Total	68	49	311	158	285	329	31	30	20	1281

## STATION 3

	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-7,5	7,5-10	10-12,5	12,5-15	15-18	Total
Nématodes	551	367	152	471	748	833	125	15	2	2	3266
Polychètes	8	2	1								11
Copépodes	0	4									4
Total	559	373	153	471	748	833	125	15	2	2	3281

	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-7,5	7,5-10	10-12,5	12,5-15	15-18	Total
Nématodes	669	203	219	748	478	547	85	6	2	1	2958
Polychètes	8	0	2	2							12
Copépodes	7	1									8
Mollusques	2										2
Total	686	204	221	750	478	547	85	6	2	1	2980

## STATION 4

	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-7,5	7,5-10	10-12,5	12,5-15	15-19	Total
Nématodes	1143	327	335	345	484	834	250	46	10	5	3779
Copépodes	14	3	3	1							21
Polychètes	79	13	98	22	0	1	0	0	1	0	214
Mollusques	3										3
Total	1239	343	436	368	484	835	250	46	11	5	4017

	0-2	2-5	5-10	10-15	15-19	Total
Nématodes	582	158	1299	17	6	2062
Copépodes	22	2				24
Polychètes	113	11	3			127
Mollusques	4					4
Ostracodes	1	1				2
Divers	0	82	3			85
Total	722	254	1305	17	6	2304

## STATION 5

	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-7,5	7,5-10	10-12,5	12,5-15	15-20	Total
Nématodes	96	182	96	105	76	111	59	33	11	5	774
Copépodes	0	1	1								2
Total	96	183	97	105	76	111	59	33	11	5	776

	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-7,5	7,5-10	10-12,5	12,5-15	15-20	Total
Nématodes	192	101	53	119	51	45	24	11	27	24	647

	0-2	2-5	5-10	10-15	15-19	Total
Nématodes	76	133	136	74	106	525
Divers	1	2	1			4
Total	77	135	136	74	106	529

	0-5	5-15	15-20	Total
Nématodes	261	220	49	530
Divers	0	1		1
Total	261	221	49	531

## STATION 6

	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-7,5	7,5-10	10-12,5	12,5-15	15-20	Total
Nématodes	34	64	93	92	126	196	74	66	92	11	848

	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-7,5	7,5-10	10-12,5	12,5-15	15-20	Total
Nématodes	83	280	161	259	171	240	63	11	8	2	1278

	0-2	2-5	5-10	10-15	15-20	Total
Nématodes	178	378	324	72	2	954

	0-2	2-5	5-10	10-15	15-20	Total
Nématodes	282	411	249	35	9	986
Copépodes				1		1
Total	282	411	249	36	9	987

## STATION 7

	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-7,5	7,5-10	10-15	Total
Nématodes	25	83	149	154	133	116	59	13	732

	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-7,5	7,5-10	10-12,5	12,5-15	15-20	Total
Nématodes	28	106	154	122	108	189	25	24	3	0	759

	0-2	2-5	5-10	10-15	15-16,5	Total
Nématodes	450	306	206	16	3	981
Copépodes	1					1
Total	451	306	206	16	3	982

	0-2	2-5	5-10	10-15	15-18,5	Total
Nématodes	271	384	272	9	10	946

## STATION 8

	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-7,5	7,5-10	10-12	Total
Nématodes	479	538	590	357	180	124	166	97	2531

	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-7,5	7,5-10	10-12,5	12,5-15	Total
Nématodes	299	163	229	143	86	129	36	11	3	1099

	0-2	2-5	5-10	10-12,5	Total
Nématodes	881	174	160	137	1352
Copépodes	1				1
Total	882	174	160	137	1353

	0-2	2-5	5-10	10-12,5	Total
Nématodes	872	424	85	12	1393
Copépodes	4				4
Divers	0	0	0	1 (Acarien)	1
Total	876	424	85	13	1398

## STATION 9

	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-7,5	7,5-10	Total
Nématodes	428	37	75	73	44	7	4	668
Copépodes	15	2	2	4	3			26
Polychètes	17	2						19
Divers	50	4						54
Total	510	42	77	77	47	7	4	767

	0-2	2-5	5-10	10-15	Total
Nématodes	2382	324	82	3	2791
Copépodes	97	1			98
Polychètes	51	3			54
Ostracodes	1				1
Divers	38	1			39
Total	2569	329	82	3	2983

## STATION 10

	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-7,5	7,5-10	Total
Nématodes	130	214	156	81	44	27	2	654
Copépodes	5	1						6
Polychètes	28	10	6	5	2			51
Total	163	225	162	87	46	27	2	711

	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	Total
Nématodes	244	222	42	51	109	668
Copépodes	6	4				10
Polychètes	2	0	1	1		4
Divers	0	1	0	0	1	2
Total	252	227	43	52	110	684

## STATION 11

	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-7,5	7,5-10	10-11,5	Total
Nématodes	349	209	106	153	67	128	117	22	1151
Copépodes	73	4	3	1					81
Polychètes	20	16	6	4	6	3	2	2	59
Ostracodes	0	0	3						3
Divers	0	0	0	1	1	1			3
Total	442	229	118	159	74	132	119	24	1297

	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-7,5	7,5-10	Total
Nématodes	911	244	156	147	154	101	58	1771
Copépodes	35	7	1	2	4	12		61
Polychètes	29	38	36	19	8	0	1	131
Ostracodes	1							1
Divers	1	2	0	0	1	0	2	6
Total	977	291	193	168	167	113	61	1970

## STATION 12

Niveau	1	2	3	4	5	6
0 - 1 cm	22,4	260,3	55,6	610	883,6	125,2
1 - 2	8,7	55,0	59,1	285	252,7	123,4
2 - 3	22,4	25,0	517,9	186	258,8	65,2
3 - 4	6,2	21,3	386,5	610	266,7	97,4
4 - 5	28,7	16,3	503,6	613	374,2	55,6
5 - 7,5	43,6	15,0	394,4	690	644,7	67,8
7,5 - 10	3,8	10,0	60,6	105	193,4	35,7
10 - 12,5	1,2	3,8	22,3	10	35,6	19,1
12,5 - 15	0	3,8	4	2	7,6	16,5
15 - 20		2,5	4	1	3,8	13,1
Total	137	413	2008	3112	2921	619

Niveau	7	8	9	10	11	12
0 - 1 cm	56,4	31,0	341,2	1108	187	630
1 - 2	164,4	108,8	308,0	96	218	227
2 - 3	121,4	173,1	358,8	194	99	131
3 - 4	168,2	158,2	219,3	189	66	150
4 - 5	141,5	138,7	116,7	114	75	111
5 - 7,5	208,4	174,2	111,4	18	15	114
7,5 - 10	65,9	48,1	88,6	10	1	87
10 - 12,5	37,2	19,5	47,3	0	0	11
12,5 - 15	47,8	3,4	2,7			0
15 - 20	5,8	0	0			
Total	1017	855	1594	1729	661	1461

Répartition des Nématodes dans l'épaisseur du sédiment  
aux différentes stations (densités moyennes par 10 cm<sup>2</sup>)