

UNIVERSITE DE TUNIS
INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE DE TUNISIE

MEMOIRE DU CYCLE DE SPECIALISATION
DE L'I.N.A.T.
Section : Halieutique

**IMPACT D'UN DÉVASEMENT EXPERIMENTAL
SUR LE MILIEU ET SUR LES COQUILLAGES
ÉLEVÉS DANS L'ETANG DE THAU**

par

LASRAM ABDELLAZIZ

Soutenu, le Février 1989 devant la Commission d'Examen

Président : M. AZOUZ A.

Examineurs



SOMMAIRE.

RESUMES.

Français

Arabe

Anglais

INTRODUCTION.

p. 4

CHAPITRE I - L'ÉTANG DE THAU.

1. Présentation de l'étang de Thau. p. 8

1.1. Généralités. p. 8

1.2. Hydrologie. p. 10

1.3. Le fond. p. 18

2. Rappels des conditions d'élevage à Thau. p. 23

2.1. Les zones conchylicoles. p. 23

2.2. Description des différentes méthodes de culture. p. 28

2.3. Biomasse et production. p. 38

2.4. La biodéposition. p. 40

CHAPITRE II - PROTOCOLE EXPERIMENTAL - MATERIELS ET METHODES.

A - Stations d'étude. p. 41

1. Choix des sites expérimentaux.	p. 41
2. Caractéristiques des sites.	p. 43
2.1. Positionnement des tables dans les îlots.	p. 43
2.2. Aspect du fond.	p. 43
B - Aspect technique de l'expérience.	p. 45
1. Cahier des charges.	p. 45
2. Description des méthodes utilisées pour le dévasement.	p. 46
2.1. Extraction des sédiments.	p. 47
2.2. Evacuation des sédiments.	P. 56
C - Aspect scientifique de l'expérience.	p. 61
1. Le sédiment.	p. 61
1.1. Classification des sédiments.	p. 61
1.2. Méthodes de prélèvement et de conservation des échantillons de sédiment.	p. 61
1.3. Protocole expérimental pour l'étude du sédiment	p. 62
2. La croissance et la qualité des coquillages élevés.	p. 64
2.1. Description du matériel mis en culture par les parqueurs sur les différents sites.	p. 64
2.2. Méthodes d'étude de la croissance des coquillages et stratégie d'échantillonnage.	p. 69
2.3. Méthodes d'étude de l'indice de qualité.	p. 78

3. Les conditions hydrobiologiques.	p. 80
3.1. Les paramètres étudiés.	p. 81
3.2. Réseau de prélèvement.	p. 82
3.3. Fréquence des sorties - Calendrier de prélèvement.	p. 84

CHAPITRE III - RESULTATS.

A - Résultats techniques acquis à la faveur des opérations expérimentales de dévasement.	p. 86
1. Déroulement des opérations début 1988.	p. 86
2. Les techniques expérimentales.	p. 87
2.1. Dévasement à la pompe Toyo.	p. 87
2.2. Dévasement au godet rétro.	p. 91
2.3. Dévasement à la benne preneuse.	p. 92
3. Aspect du fond sous les tables dévasées dans les différents sites expérimentaux.	p. 95
3.1. Site n° 1.	p. 95
3.2. Site n° 2.	p. 96
3.3. Site n° 3.	p. 96
3.4. Site n° 4.	p. 97
B - Résultats des observations effectuées sur les conditions du milieu.	p. 97
1. Le sédiment.	p. 97
1.1. Site n° 1.	p. 97

1.2. Site n° 2.	p. 102
1.3. Site n° 3.	p. 106
1.4. Site n° 4.	p. 110
2. Les conditions hydrobiologiques.	p. 114
2.1. Température, salinité, chlorophylle a.	p. 114
2.2. Oxygène dissous.	p. 119
2.3. Hydrogène sulfuré et ammoniacque.	p. 125
C - Résultats des observations effectuées sur la croissance et la vitalité des coquillages élevés.	p. 126
1. Site n° 1.	p. 126
2. Site n° 2.	p. 129
2.1. Huîtres en pignes.	p. 129
2.2. Huîtres collées par IFREMER.	p. 132
3. Site n° 3.	p. 134
3.1. Huîtres en pignes.	p. 134
3.2. Huîtres collées par IFREMER.	p. 142
3.3. Huîtres collées par le parqueur.	p. 147
3.4. Moules placées par IFREMER.	p. 151
4. Site n° 4.	p. 153
4.1. Huîtres en pignes.	p. 153
4.2. Huîtres collées par IFREMER.	p. 158

CHAPITRE IV - DISCUSSION.

A - Aspect technique de l'expérience.	p. 163
B - Aspect scientifique de l'expérience.	p. 166
1. Le sédiment.	p. 166
2. Les conditions hydrobiologiques.	p. 168
2.1. Température, salinité et chlorophylle a.	p. 168
2.2. L'oxygène dissous.	p. 169
2.3. L'hydrogène sulfuré.	p. 169
3. La croissance et la qualité des coquillages élevés.	p. 171
3.1. Site n° 1.	p. 171
3.2. Site n° 2.	p. 171
3.3. Site n° 3.	p. 172
3.4. Site n° 4.	p. 175
CONCLUSION.	p. 178
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.	
ANNEXES.	

AVANT-PROPOS.

A l'issue du présent travail, réalisé au laboratoire Ressources Aquacoles de l'IFREMER à Sète, je tiens à assurer de toute ma gratitude :

Messieurs Albert CAMPILLO, Chef de la Station et Dominique BUESTEL, Responsable du laboratoire, pour leur accueil,

Monsieur Henri TOURNIER, qui a bien voulu diriger mes travaux et dont les critiques constructives m'ont très souvent aidé,

Madame Geneviève GUILLOUET qui a accepté d'assurer la frappe de ce mémoire.

Je tiens aussi à exprimer ma reconnaissance à tous les membres du laboratoire Ressources Aquacoles pour leur collaboration toujours empreinte d'amitié; ainsi que tous les membres du personnel de la Station pour leur sympathie.

Il m'est agréable aussi de remercier Messieurs GROS, PALATZI, SAMBUCCO et CUCURULLO qui ont bien voulu nous laisser disposer de leurs parcs conchylicoles,

que Mesdames et Messieurs les professeurs du département halieutique de l'I.N.A.T., Abdelrazak AZOUZ, Youssef KRICHEN, Founoun KTARI, Mohamed Salah RHOMDHANE et Jeanne ZAOUALI qui ont accepté de juger ce travail, trouvent ici le témoignage de mon profond respect,

que mes parents, mes beaux parents, ma fiancée Asma MEDELGI, ma soeur Dorsaf et mon frère Elyes, mes amis Yadh et Maher ZAHER, ainsi que tous les proches et amis soient remerciés pour l'aide morale qu'ils m'ont prodigué.

RESUME.

L'étang de Thau est le siège de la principale production de coquillages d'élevage du sud de la France.

Périodiquement il subit, en période estivale, une crise dystrophique, appelée localement "malaïgue", susceptible de détruire une part plus ou moins importante du cheptel.

Différents moyens de lutte contre ce risque ont été envisagés dont le dévasement sous les tables conchylicoles qui fait l'objet de la présente étude entreprise à l'initiative de l'IFREMER de Sète.

Quatre sites expérimentaux ont été suivis après intervention de différents types d'engins utilisés pour éliminer une couche de vase.

Les paramètres étudiés portent sur les sédiments, l'eau et les coquillages élevés dans le but de comparer les résultats obtenus sur des tables dévasées et des tables témoins.

D'après les conclusions techniques et biologiques obtenues, l'intervention envisagée sur l'ensemble des structures d'élevage de l'étang apparaît une mesure qui serait non seulement bénéfique mais encore techniquement réalisable.

SUMMARY.

The lagoon of Thau is the most important center for the production of cultured shell-fish in the South of France.

At regular intervals during the Summer, a dystrophic crisis happens, locally called "malaïgue"; it can destroy a more or less important part of the livestock.

Different ways of reducing this risk have been considered, one of them being the removal of the bottom mud under the rearing structures which is the object of the present study undertaken under IFREMER's initiative in Sète.

Four experimental sites were observed after the intervention of different types of mechanical appliance used for the removal of a layer of mud.

The parameters studied concerned sediment, water and cultured shell-fish, in order to compare the results under mud-cleared structures and check-structures.

According to the technical and biological conclusions obtained, the intervention under consideration on all the rearing structures in the lagoon seems to be, not only benefic but technically feasible.

INTRODUCTION.

Première lagune languedocienne de par sa superficie (7 500 ha), l'étang de Thau est le lieu de la plus importante production conchylicole des côtes méditerranéennes françaises, 25 000 t en 1985 d'huîtres Crassostrea gigas Thunberg et de moules Mytilus galloprovincialis Lamarck (CEP 1986).

La surface des concessions conchylicoles couvre actuellement 1 324 ha ce qui assure une activité à 2 000 personnes environ.

Du fait de la très faible amplitude des marées, c'est la méthode de culture en suspension sous tables fixes qui est employée à Thau. Le nombre de ces tables qui d'après le plan de remembrement doit atteindre 2 816 à terme était de 2 585 en 1987 supportant une biomasse de coquillages en élevage de 30 526 tonnes. La quantité totale de fèces et de pseudofèces rejetée en 1987 par les mollusques élevés à Thau a été estimé par HAMON et TOURNIER (1988) à 43 686 t en poids sec.

L'accumulation de ces biodépôts se traduit par un certain réhaussement et surtout un enrichissement important des fonds en matière organique, KURC (1961) estime que cet envasement peut atteindre l'épaisseur de 30 cm par siècle. Divers auteurs ont montré que cet envasement est susceptible d'avoir un effet nocif sur les cultures. ITO et IMAI (1955), ont attribué le déclin de la productivité de la zone ostréicole japonaise de Matsushima à l'accumulation de la matière organique sur les fonds marins où les élevages ont été pratiqués en permanence. Plus

récemment KUSUKI (1977, 1978) a montré l'influence des biodépôts sur la détérioration des zones conchylicoles : les rejets peuvent provoquer après minéralisation la formation d'azote ammoniacal et de sulfures néfastes pour les cultures.

SORNIN (1983) précise que le recyclage de quantités importantes de matière organique augmente la consommation d'oxygène et a noté jusqu'à quatre fois plus d'hydrogène sulfuré (H₂S) dans les zones de cultures intensives d'huîtres que dans les zones témoins non exploitées.

De même, l'impact écotoxicologique de ce gaz sur la faune a été signalé par THEEDE et al. (1969).

Ainsi l'influence néfaste de cette pollution organique peut s'exercer progressivement et régulièrement en réduisant les performances de croissance et d'engraissement des coquillages. Son stade ultime, peut être durant les étés chauds en absence de vent, l'apparition de crises dystrophiques appelées "malaïgue" en Languedoc.

Les élevages conchylicoles de l'étang de Thau ont été touchés gravement deux fois, en 1975 dans la totalité des zones de cultures et en 1987 dans deux zones sur trois. Cette dernière malaïgue a provoqué des pertes estimées par les Affaires Maritimes à 2 000 t de moules et 8 500 t d'huîtres représentant une valeur de 43.4 millions de francs. Enfin une autre crise plus diffuse et moins dévastatrice a été observée en 1982. Mais il est vrai aussi que des fermentations localisées se produisent presque chaque année, souvent dans les secteurs côtiers qui montrent bien que le risque de crise est permanent en été.

L'inquiétude des professionnels de voir se développer à nouveau une malaïgue de la gravité de celle de 1975 est grande. Ces derniers sont donc très intéressés par toute possibilité d'amélioration des conditions de milieu et en particulier de l'état du fond.

Divers essais d'intervention sur les fonds en zones conchylicoles ont été entrepris sur la côte Atlantique :

- Epannage de craie (FEUILLET ET GOULEAU, 1977).
- Laveurs artificiels (SORNIN, 1981).
- Herbage et "riboulage" du sol (SORNIN, 1981).

Ces techniques ont la particularité de ne pouvoir être utilisées que dans le cas où les fonds sont découverts pendant la marée basse.

En ce qui concerne l'étang de Thau quelques expériences ont été tentées dans le passé : épannage de craie et de bauxite, oxygénation artificielle, mais pour des raisons diverses elles n'ont apparemment abouti à aucune pratique reconnue.

La possibilité d'enlever la vase putride en dessous des tables conchylicoles avait déjà été évoquée au cours des années passées notamment par les professionnels. Leur demande s'est trouvée renforcée à la suite des destructions occasionnées par la malaïgue de 1987. Le laboratoire des Ressources Aquacoles d'IFREMER à Sète a alors décidé d'établir un programme de recherche systématique avec l'aide financière de la région Languedoc-Roussillon, pour définir les possibilités d'amélioration de l'état du fond et de réduction du risque d'avènement des malaïgues par dévasement des fonds conchylicoles.

Ce travail, dont le détail du protocole est donné dans le chapitre II devait répondre aux deux axes de préoccupations :

- faisabilité technique de telles opérations,
- effet exact du dévasement pour le milieu et pour les mollusques élevés.

CHAPITRE I - L'ETANG DE THAU.

1. Présentation de l'étang de Thau.

1.1. Généralités.

1.1.1. Morphologie (fig. 1).

Première lagune languedocienne de par sa superficie (7 500 ha), l'étang de Thau est situé, à environ 30 km au sud-ouest de Montpellier, entre 43° 20' et 43° 28' de latitude nord et 3° 32' et 3° 42' de longitude est (KURC, 1961). Il s'étend suivant un axe sud-ouest-nord-est de Marseillan à Sète, sur une vingtaine de kilomètres. Sa largeur n'excède pas 5 km.

On y distingue classiquement 3 zones :

- L'étang des Eaux Blanches entre Sète et la pointe du Barrou au sud et Balaruc les Bains au nord. De 600 ha de superficie, sa profondeur maximale est de 6 m.

- La crique de l'Angle au nord d'une ligne Balaruc-Bouzigues. D'une superficie de 200 hectares, sa profondeur ne dépasse 3 m qu'au "gouffre" de la Bise (24 m) d'où s'échappent trois sources chaudes.

- Le Grand Etang, qui occupe 6 800 ha, et dans lequel sont implantés les parcs conchylicoles. Il s'étend de Bouzigues au nord-est à Marseillan au sud-ouest. Sa profondeur maximale est de 10.5 m.

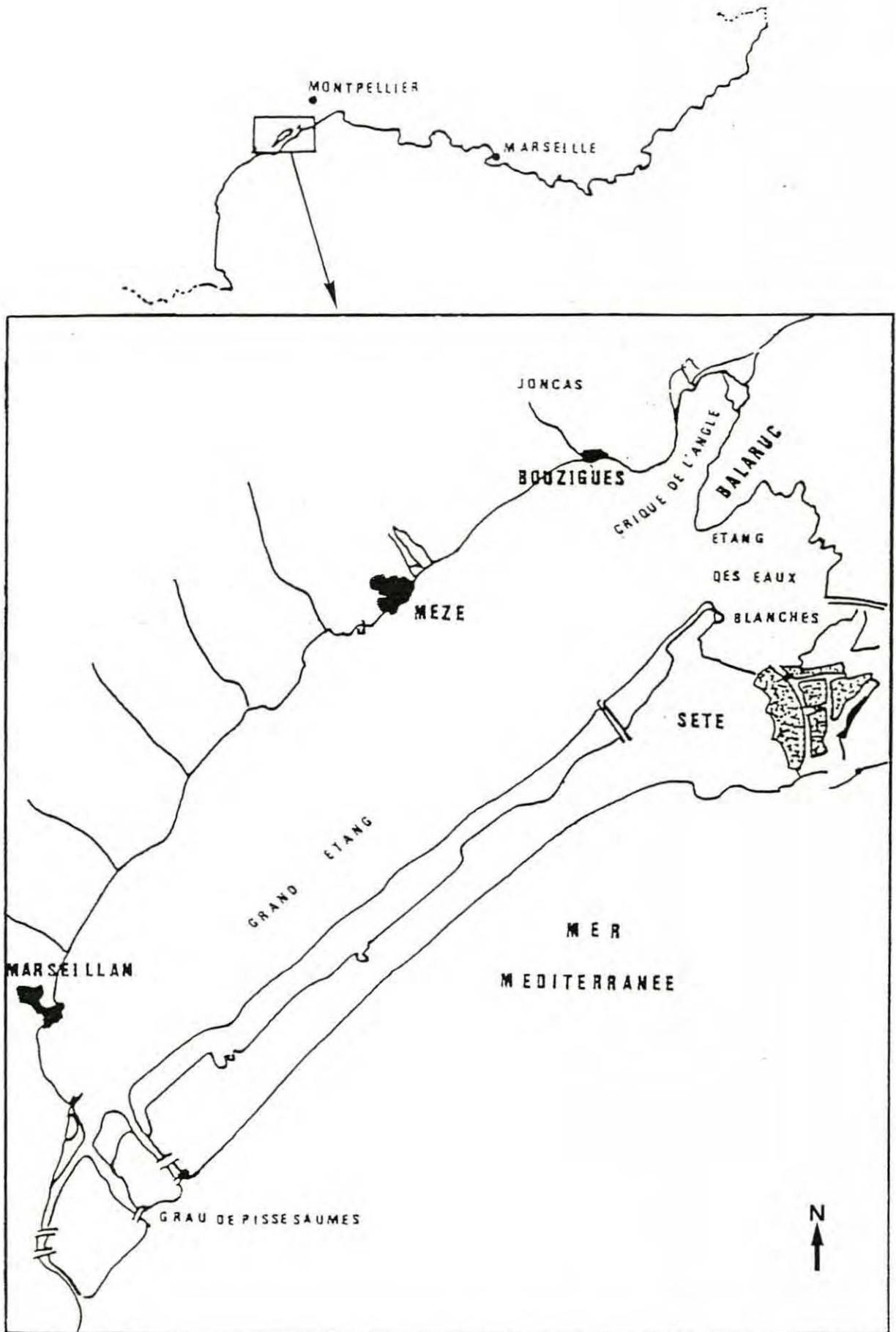


Fig. 1 : L'étang de Thau.

1.1.2. Communication avec la mer.

L'étang de Thau est en communication permanente avec la mer par les canaux de Sète qui ont une section de 44 x 7 m (canal maritime). Au sud ouest, depuis 1973, le Grand Etang a été mis en communication avec la mer par le grau de Pisse Saumes (section 20 x 2.50 m) très souvent ensablé du côté étang, l'influence marine ne se faisant pratiquement pas sentir (HAMON, 1983).

1.1.3. Arrivées d'eau douce.

Cet étang reçoit un certain nombre de petits ruisseaux drainant un bassin de 35 000 hectares. A l'exception du Joncas, ces ruisseaux sont intermittants et ne semblent pas affecter les caractères hydrologiques de la lagune sauf pendant les périodes de fortes précipitations.

1.2. Hydrologie.

1.2.1. Principaux facteurs du régime hydrologique.

SUDRY en 1910, AUDOUIN en 1962 puis CHASSEFIERE en 1968, ont montré que les facteurs météorologiques ont une influence prépondérante sur les eaux de l'étang de Thau.

a - La température de l'air.

Les variations de la température de l'air entraînent des changements rapides dans celles de l'eau, en premier lieu en surface. Généralement minimale en février et maximale en juillet elle a une valeur moyenne de 13.7° C (AUDOUIN, 1962).

D'après les statistiques météorologiques, on remarque que si les maxima ne diffèrent pas d'une année à l'autre de plus de 5° C, les minima peuvent varier de plus de 12° C.

b - La pluviosité.

Les pluies à caractère typiquement méditerranéen (orages violents l'été, fortes pluies d'automne et d'hiver), influent sur la dilution des eaux, provoquant en particulier une chute nette de la salinité surtout en surface (CHASSEFIERE, 1968). Un mélange rapide s'opère avec la couche inférieure du fait du vent (TOURNIER, 1982). La quantité d'eau qui tombe en moyenne par an est de l'ordre de 640 mm.

c - Les marées.

AUDOUIN en 1962 a démontré que l'amplitude moyenne des marées qui en mer est de 14 à 15 cm, est moindre dans l'étang (1 à 5 cm). Il indique que ces marées ne sont sensibles et actives que dans les canaux du port de Sète et dans l'étang des Eaux Blanches. Dix ans plus tard, LAVENU, grâce à la télédétection, a pu préciser le déplacement des masses d'eau sous l'influence des marées :

- à marée montante, un courant d'eau de mer pénètre dans l'étang des Eaux Blanches, s'infléchit vers le Grand Etang. Ensuite cette arrivée d'eau est freinée par les tables des zones conchylicoles.

- à marée descendante, un courant N-NE à S-SW apparaît dans les installations conchylicoles ensuite s'infléchit vers l'est. Dans la région de Marseillan par contre, l'eau tourbillonne et rejoint le cordon littoral, qu'elle longe jusqu'à l'étang des Eaux Blanches, pour enfin, sortir en mer par les canaux de Sète.

d - Les vents.

Les vents dominants de secteur nord sont le Mistral (nord-nord-est) et la Tramontane (nord-ouest). Ils sont frais et secs, souvent plus forts dans la période allant d'octobre à avril. Viennent ensuite le Grec (E) et surtout le Levant (S) et le Labech (SW). Ces deux derniers, chauds et humides, soufflent surtout l'été (CHASSEFIERE, 1968). La force des vents est assez variable, ainsi KRICHEN (1981) indique qu'en 1980, la vitesse moyenne du vent a été inférieure à 2 m/s pendant seulement quatre journées, alors qu'elle a été, supérieure à 10 m/s pendant 70 jours. Ces vents constituent un facteur hydrodynamique beaucoup plus actif que les marées : ils peuvent déterminer une forte agitation des masses d'eau, créer des courants intenses et faciliter le brassage et l'oxygénation des eaux.

LAVENU (1972) précise que les vents de terre provoquent des tourbillons dans l'étang et une sortie d'eau vers la mer. Les vents marins induisent un effet inverse : la hausse du niveau général de la mer entraîne la pénétration des eaux marines dans la lagune.

La fréquence et la répartition des vents diffèrent quelquefois fortement d'une année à l'autre, ce qui peut avoir des conséquences écologiques marquées.

e - L'insolation et l'évaporation.

L'insolation typiquement méditerranéenne, rend compte du réchauffement du milieu et de l'évaporation de l'eau. Cette dernière favorisée par le vent conduit à l'augmentation estivale des salinités en même temps que l'absence relative de pluie.

1.2.2. Les paramètres hydrobiologiques.

La récapitulation présentée ici s'appuie sur les travaux de GOURRET (1897), PAVILLARD (1905), SUDRY (1910), MATHIAS et TCHERNIAKOWSKI (1932), FATEMI (1938), KURC (1961), AUDOUIN (1962), CHASSEFIERE (1968), HAMON et al. (1979), TOURNIER et al. (1982) qui ont contribué à la connaissance de l'hydrologie de l'étang de Thau.

a - La température.

Le cycle annuel de la température présente sensiblement deux phases séparées par des périodes de transition :

- une phase de type hivernal qui dure d'octobre à mars, et se caractérise par des températures moyennes mensuelles comprises entre 8 et 10° C.

- une phase de type estival qui s'étend de mai à septembre avec des températures comprises entre 19° C et 23° C.

- entre les deux, les phases de transition printanière et automnale sont brèves.

Notons que selon les années, les températures extrêmes peuvent fortement différer : les maxima enregistrés étaient par exemple de 23° C en 1977 et de 29.4 en 1975, les minima de 6.60 en 1975 et de 3.90 en 1976.

La température de l'eau est étroitement liée à celle de l'air ; cependant celle de l'étang des Eaux Blanches s'en écarte légèrement sous l'influence de la mer avec laquelle il communique. L'amplitude thermique annuelle y est moins grande qu'aux stations terminales du Grand Etang où les influences terrestre et atmosphérique sont plus marquées. C'est ainsi que l'écart thermique moyen entre le début du secteur conchylicole A proche des canaux de Sète et la fin du secteur conchylicole C situé à l'extrême ouest de l'étang atteint 1.4° C durant le mois de juillet.

b - La salinité.

L'évolution des conditions météorologiques et principalement de la pluviométrie rend compte des variations de la salinité, au cours de l'année.

D'une façon générale, une baisse de salinité apparaît à la fin de l'hiver et au début du printemps. La concentration augmente ensuite plus ou moins rapidement jusqu'au maximum atteint en fin d'été.

Entre 1974 et 1980, le minimum absolu enregistré a été de 27.35 ‰ en février 1979 et le maximum de 40.36 ‰ en août 1975. Les moyennes annuelles se situent entre 34 et 38 ‰.

c - L'oxygène dissous.

Les principaux facteurs augmentant la teneur de l'eau de l'étang en oxygène dissous sont l'activité photosynthétique de la flore benthique et du phytoplancton, le brassage par le vent et le renouvellement par des entrées marines. De fortes variations ont quelquefois lieu entre le jour et la nuit du fait de l'interruption de la photosynthèse.

L'oxygène est consommée par la respiration des organismes vivants mais aussi par tous les éléments réducteurs présents dans le milieu comme lors de la dégradation aérobie de matières organiques. Son abaissement extrême conduit à l'asphyxie des êtres vivants et à leur intoxication du fait de l'apparition de produits toxiques de la dégradation anaérobie (hydrogène sulfuré). Cet accident appelé "malaïgue" en Languedoc sera décrit en détail plus loin.

L'oxygène se révèle être ainsi un paramètre assez variable aussi bien dans le temps que dans l'espace. Cependant,

le plus souvent les eaux de l'étang sont bien oxygénées notamment en surface. Généralement le risque d'anoxie vise en premier lieu les secteurs profonds, et se trouve centré sur juillet-août.

d - Le pH.

Le pH est relativement élevé pendant la première partie de l'année alors que les eaux sont bien oxygénées ; il s'abaisse ensuite avec l'accumulation de matières réductrices d'origine organique sur les fonds et l'enrichissement en gaz carbonique. On observe en effet un net parallélisme entre l'évolution du pH et celle de l'oxygène dissous. La valeur du pH a varié de 1974 à 1980 entre 7.8 et 8.3. Les pH les plus bas ont été notés par TOURNIER et al. (1982), strictement aux lieux et moments des désoxygénations avec un minimum de 7.2, le 5 août 1975, près du fond.

e - Les sels nutritifs.

* Phosphates.

Les réserves de phosphore minéral sont très importantes dans l'étang où les sédiments jouent vraisemblablement un rôle de réservoir.

Il est possible de mettre en évidence trois périodes dans le cycle des phosphates étudié par TOURNIER et al. en 1982 :

- diminution des phosphates de janvier à avril avec un minimum de 0.46 $\mu\text{atg/l}$ de P-PO₄,

- augmentation au printemps, suivi d'une stabilisation en été avec un maximum de $8.83 \mu\text{atg/l}$,

- nouvelle baisse en automne.

Le relargage de phosphates dissous est en rapport en même temps avec les températures les plus élevées et avec la plus forte activité biologique.

* L'azote.

L'azote a été dosé dans l'étang de Thau sous ses deux principales formes, les nitrates et les nitrites. Les faibles teneurs déterminées ont montré sa pauvreté générale, l'azote apparaissant comme le facteur limitant de la production phytoplanctonique. (HENARD, 1976 ; TOURNIER et al., 1982 ; FRISONI, 1984).

* Les silicates.

L'abaissement des teneurs en silicates se produit au printemps et au début de l'été, cette diminution s'expliquant par les proliférations massives de diatomées consommatrices de ces sels. La concentration maximale du mois d'octobre ($20 \mu\text{atg/l}$) correspond à des mortalités massives de diatomées qui débutent en août, dans des conditions qui ne sont favorables à un retour de la silice minéralisée au niveau des sédiments que plus tard, à partir de novembre. Les silicates sont plus abondants près du fond qu'en surface ce qui confirme leur accumulation dans les sédiments.

f - La chlorophylle a.

Le phytoplancton de l'étang de Thau est constitué de 57 % de diatomées, 20 % de péridiniens et 10 % de flagellés (LAFFONT, 1985), son abondance peut être connue à travers la mesure des pigments, principalement la chlorophylle a (BOUGIS, 1974 ; JEFFREY, 1975 ; MADGWICH, 1966 ; PAULMIER, 1972).

La cartographie de l'abondance en chlorophylle a représente bien la répartition de la richesse alimentaire des eaux de l'étang (TOURNIER et PICHOT, 1987). Ces auteurs étudiant la chlorophylle a du phytoplancton de taille inférieure à 50 μ , ont montré qu'il existe une gradation de cette richesse qui s'opère de manière décroissante du début de l'étang des Eaux Blanches jusqu'à l'extrême ouest de l'étang, ainsi que de l'extérieur vers l'intérieur de chacune des trois zones conchylicoles.

1.3. Le fond.

1.3.1. La bathymétrie (fig. 2).

Le travail effectué par SUDRY en 1910 sur la bathymétrie a été repris en 1961 par KURC qui a utilisé un sondeur à ultrason. Les résultats qu'il a obtenus restent voisins de ceux de SUDRY.

La répartition en % des profondeurs qu'il a établie est la suivante :

- 42 % des fonds sont compris entre 0 et 3.5 m.

- augmentation au printemps, suivi d'une stabilisation en été avec un maximum de 8.83 $\mu\text{atg/l}$,

- nouvelle baisse en automne.

Le relargage de phosphates dissous est en rapport en même temps avec les températures les plus élevées et avec la plus forte activité biologique.

*** L'azote.**

L'azote a été dosé dans l'étang de Thau sous ses deux principales formes, les nitrates et les nitrites. Les faibles teneurs déterminées ont montré sa pauvreté générale, l'azote apparaissant comme le facteur limitant de la production phytoplanctonique. (HENARD, 1976 ; TOURNIER et al., 1982 ; FRISONI, 1984).

*** Les silicates.**

L'abaissement des teneurs en silicates se produit au printemps et au début de l'été, cette diminution s'expliquant par les proliférations massives de diatomées consommatrices de ces sels. La concentration maximale du mois d'octobre (20 $\mu\text{atg/l}$) correspond à des mortalités massives de diatomées qui débutent en août, dans des conditions qui ne sont favorables à un retour de la silice minéralisée au niveau des sédiments que plus tard, à partir de novembre. Les silicates sont plus abondants près du fond qu'en surface ce qui confirme leur accumulation dans les sédiments.

f - La chlorophylle a.

Le phytoplancton de l'étang de Thau est constitué de 57 % de diatomées, 20 % de péridiniens et 10 % de flagellés (LAFFONT, 1985), son abondance peut être connue à travers la mesure des pigments, principalement la chlorophylle a (BOUGIS, 1974 ; JEFFREY, 1975 ; MADGWICH, 1966 ; PAULMIER, 1972).

La cartographie de l'abondance en chlorophylle a représente bien la répartition de la richesse alimentaire des eaux de l'étang (TOURNIER et PICHOT, 1987). Ces auteurs étudiant la chlorophylle a du phytoplancton de taille inférieure à 50 μ , ont montré qu'il existe une gradation de cette richesse qui s'opère de manière décroissante du début de l'étang des Eaux Blanches jusqu'à l'extrême ouest de l'étang, ainsi que de l'extérieur vers l'intérieur de chacune des trois zones conchylicoles.

1.3. Le fond.

1.3.1. La bathymétrie (fig. 2).

Le travail effectué par SUDRY en 1910 sur la bathymétrie a été repris en 1961 par KURC qui a utilisé un sondeur à ultrason. Les résultats qu'il a obtenus restent voisins de ceux de SUDRY.

La répartition en % des profondeurs qu'il a établie est la suivante :

- 42 % des fonds sont compris entre 0 et 3.5 m.

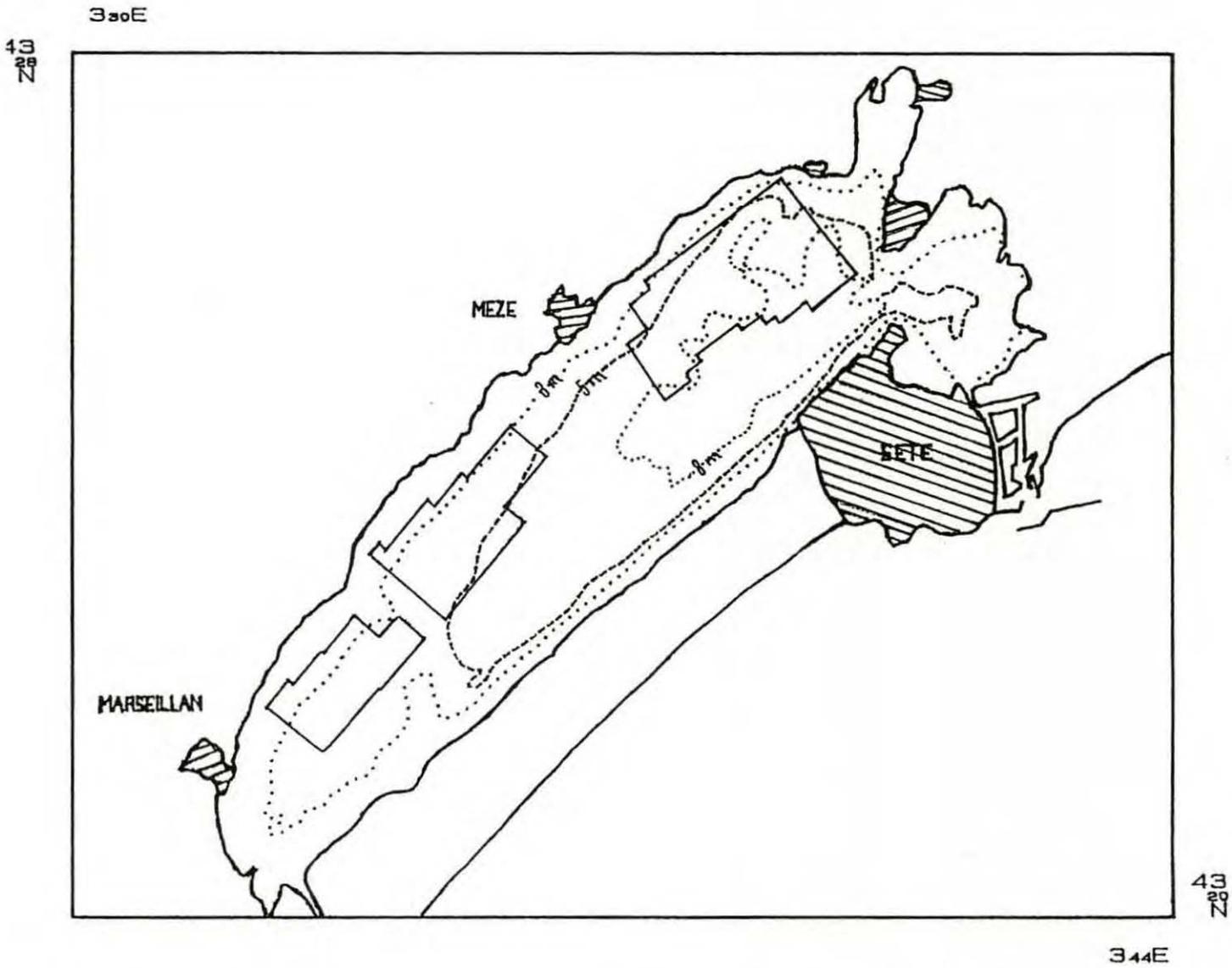


Fig. 2 : Bathymétrie de l'étang de Thau.

- 23 % entre 3.5 et 5.5 m.
- 27 % entre 5.5 et 7 m.
- 7.6 % entre 7 et 9 m.
- 0.4 atteignent 10 m (abstraction faite de la Bise).

1.3.2. Les sédiments.

a - Répartition granulométrique des sédiments.

Les études de SUDRY (1910), KURC (1961) et CHASSEFIERE (1968) montrent que les sédiments qui se sont constitués dans la cuvette de Thau, sous l'effet des conditions hydrodynamiques créées par sa bathymétrie variable sont de deux types :

- grossiers sur les bords et dans les zones de faible profondeur, ils sont bien classés au sud par suite de l'action des houles, mais hétérométriques au nord, car ils dérivent des venues fluviales.

- plus fins au centre de l'étang, ils ont subi un bon classement et un bon triage corrélatif au brassage permanent des eaux sous l'influence des nombreux vents soufflant dans cette région.

Des taches de sédiments riches en débris coquilliers (plus de 35 %) appelées "cadoules" constituent une particularité des fonds de l'étang de Thau. Leur origine reste encore inconnue.

b - Modification granulométrique provoquée par les installations conchylicoles.

KURC (1961) met en évidence des modifications granulométriques provoquées par les installations conchylicoles. En comparant ses résultats à ceux de SUDRY (1910), il constate l'établissement d'une couche de sédiments constituée par de la vase et des débris coquilliers. Cette couche atteint une épaisseur de 4 à 10 cm sous les parcs installés depuis 10 à 30 ans et de 11 à 15 cm sous les parcs plantés depuis 50 ans.

Cet auteur indique que ce réhaussement des fonds n'est pas négligeable et, que faute d'indispensables travaux de dragage, les établissements d'élevage pourraient s'ensaser à échéance relativement brève et devenir impropres à la conchyliculture.

Plus récemment GEHANT et JEANNERET (1984) montrent qu'il existe, sous les parcs conchylicoles, une proportion nettement plus importante de vase. Ce phénomène s'explique par le calme relatif des eaux sous les installations qui en réduisent le mouvement et par l'accumulation intense de la matière organique et minérale issues des mollusques en élevage, appelée biodéposition.

1.4. La malaïgue.

La "malaïgue" est le nom donné en Languedoc aux crises dystrophiques lagunaires. C'est un phénomène naturel qui s'observe fréquemment dans certains étangs littoraux périméditerranéens dont les plans d'eaux sont caractérisés par : des apports terrigènes importants, une faible profondeur, peu ou pas de communication libre avec la mer, et une forte insolation

(AMANIEU et al., 1974 ; CAUMETTE, 1979). En dépit de sa relative profondeur une telle crise se produit quelquefois dans l'étang de Thau dans des conditions climatiques particulières, comme ce fut en 1975, 1982 et 1987, la malaïgue de 1975 ayant été particulièrement dévastatrice (TOURNIER et al., 1979).

Schématiquement, le phénomène peut être décrit de la manière suivante : en période pré-estivale, les conditions de milieu sont très favorables aux processus biologiques et en particulier au développement des masses phytoplanctoniques et des algues macrophytes. Pendant la période de réchauffement intense qui se produit de la fin du printemps au début de l'été, les eaux sont normalement assez fortement aérées et brassées par le vent. En conséquence, la teneur en oxygène dissous conserve un niveau suffisant pour répondre aux besoins des organismes et des processus de dégradations aérobies. Les maxima de température avoisinent alors 25° C.

En revanche, lorsque le vent, unique facteur hydrodynamique, s'atténue ou tombe durant une longue période, sous l'influence de l'insolation, la couche d'eau de surface voit sa température augmenter de telle façon que les échanges avec les horizons inférieurs ne sont plus possibles. Dans certains cas cette stratification a pour effet de provoquer l'asphyxie de la couche d'eau en contact avec le fond puisqu'elle ne dispose plus de source d'oxygène à l'exception de la photosynthèse, laquelle est généralement insuffisante pour réduire le déficit. Le défaut d'oxygène provoque des processus réducteurs de minéralisation anaérobie avec acidification et dégagement de gaz toxique (H₂S) (THEEDE et al., 1969). Cette désoxygénation jointe à la présence

d'H₂S est rapidement mortelle pour la faune et en particulier pour les mollusques d'élevage. Ces mortalités suivies de putréfaction amplifient davantage le processus qui s'étend de proche en proche.

Les eaux des zones atteintes sont extrêmement turbides et ont une coloration anormalement blanchâtre. L'arrêt de la malaïgue survient à la suite d'une reprise durable du vent, celle-ci provoquant une remontée de la teneur en oxygène dissous à la fois par le brassage de l'eau et par renouvellement des apports marins. L'action du vent provoque, en outre, un abaissement des températures, favorisant ainsi une meilleure oxygénation. Les eaux se clarifient peu à peu.

D'après TOURNIER (communication personnelle 1988) il ne faut pas exagérer le rôle de la stratification des couches dans les milieux ^{peu} plus profonds comme Thau, dans l'établissement d'une anoxie. Il faut en effet souligner que si le vent est le principal agent du brassage vertical des eaux, il est aussi le principal agent de forçage de la dissolution de l'oxygène à partir de la surface de la lagune. Ainsi quand il vient à cesser de souffler, ce sont les deux effets simultanément qui disparaissent. Le gradient de désoxygénation va de la surface vers le fond, mais il n'est pas nécessaire d'invoquer de discontinuité pour l'expliquer.

2. Rappels des conditions d'élevage à Thau.

2.1. Les zones conchylicoles.

2.1.1. Organisation des zones conchylicoles.

Les surfaces exploitées pour la culture des coquillages en suspension sur tables, se répartissent en trois zones (fig. 3) appelées, d'est en ouest, zones A, B et C. Elles occupent sensiblement 1/5 de la surface de l'étang (1 324 ha), la surface concédée étant égale à 352 ha et la surface des tables, surface effectivement cultivée, atteint à peu près 150 ha (HAMON et TOURNIER, 1986).

2.1.2. Topographie sous marine des zones conchylicoles.

La bathymétrie des zones conchylicoles a été établie en 1978 par TOURNIER et al.

La topographie sous-marine de la zone A est assez tourmentée par rapport aux deux autres secteurs (fig. 4a et 4b). Observée dans son ensemble et reliée à la morphologie terrestre environnante, sa structure peut être décrite de la manière suivante : à l'ouest, la butte de Mèze se prolonge sous l'eau vers le sud-est ; à l'est, la butte de Bouzigues se poursuit largement vers le sud-ouest délimitant avec le rivage une vallée atteignant 10 m de profondeur, puis la butte de Balaruc les Bains se prolonge également, cernant avec la précédente le prolongement de la vallée de la crique de l'Angle.

En zones B et C, la bathymétrie apparaît beaucoup plus simple comme d'ailleurs son contexte terrestre ; seule la butte de Mont Pénèdre avec ses pointements rocheux progresse vers le sud-est, formant ainsi une délimitation naturelle entre ces deux zones.

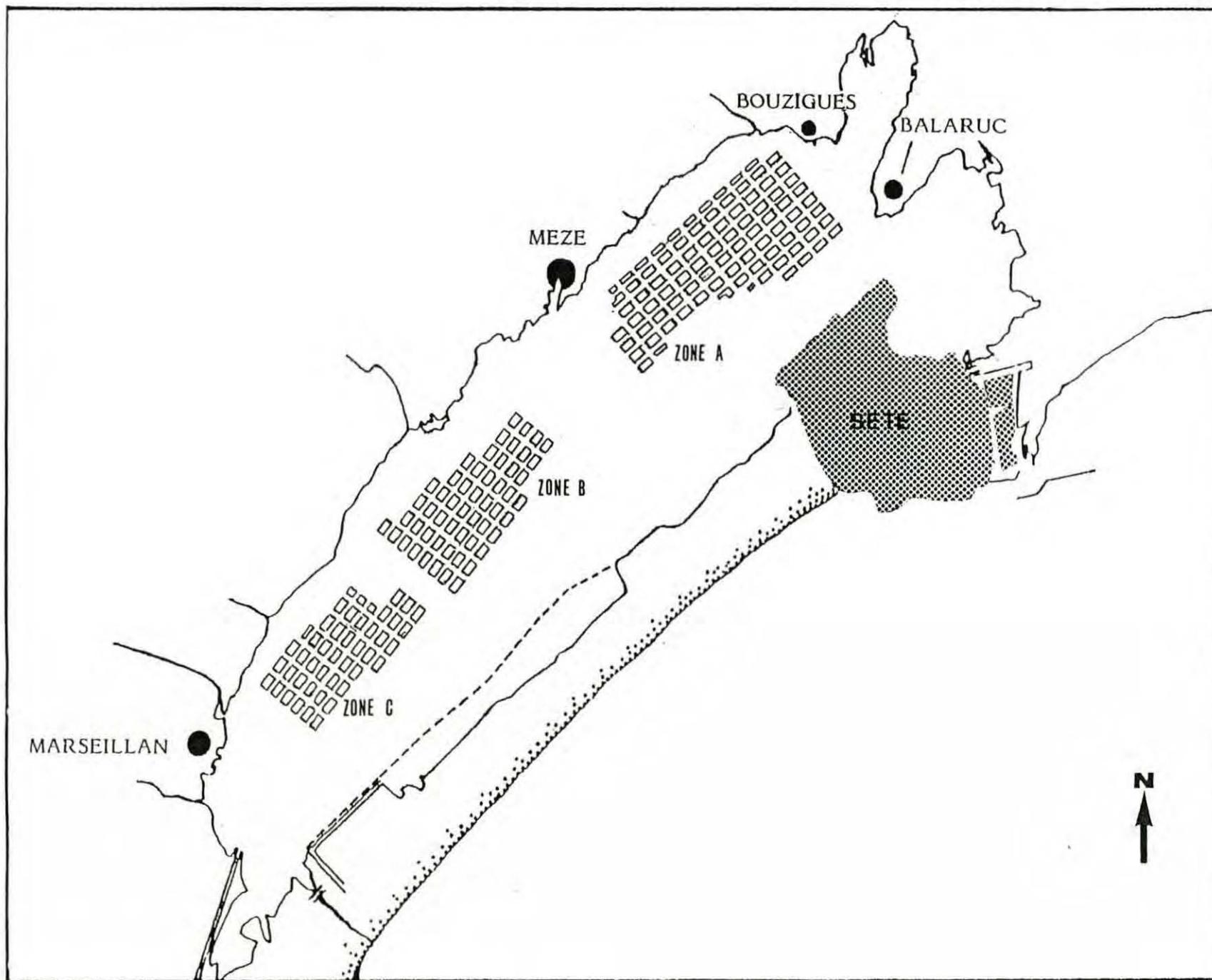


Fig. 3 : Situation des zones conchylicoles dans l'étang de Thau.

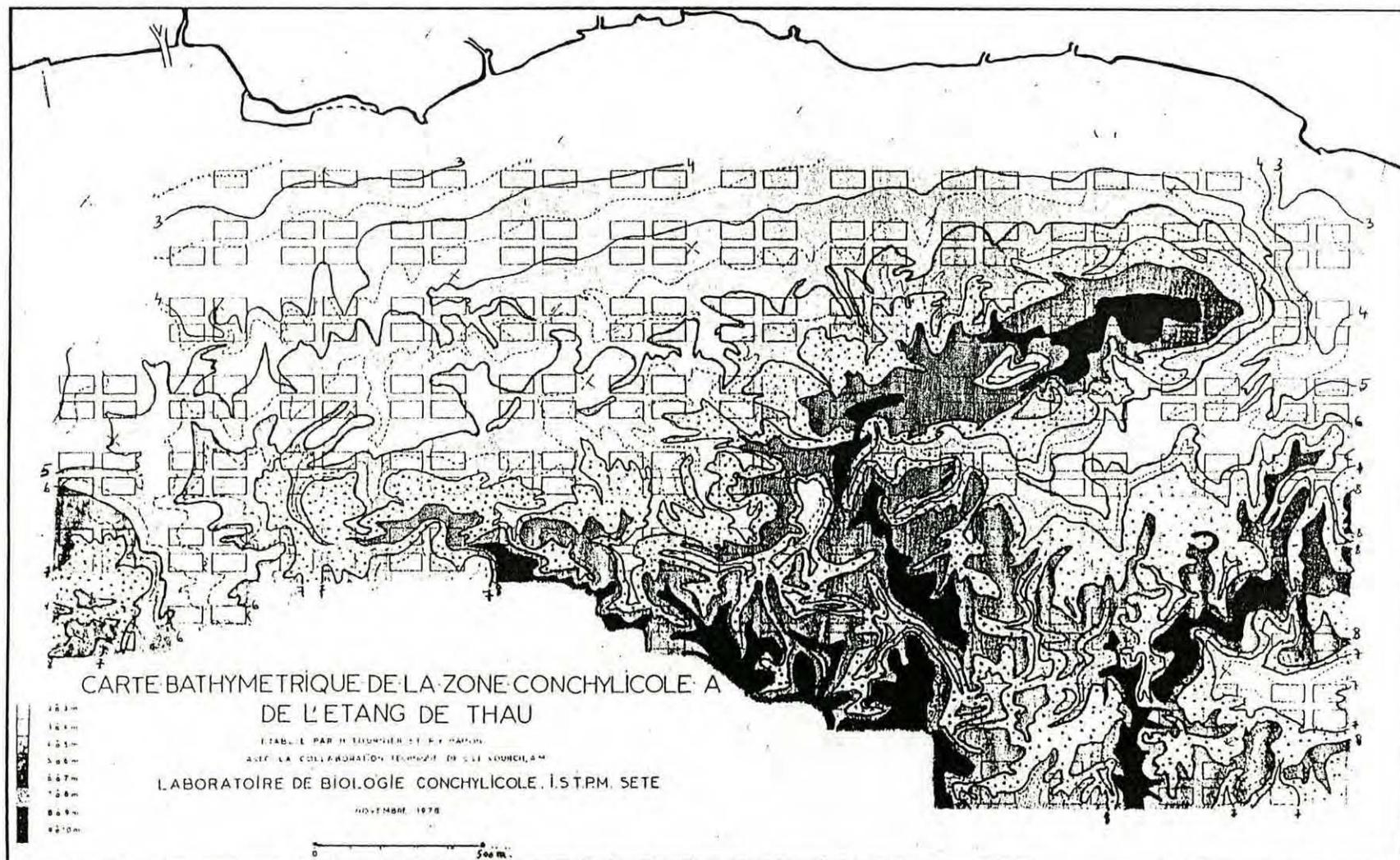
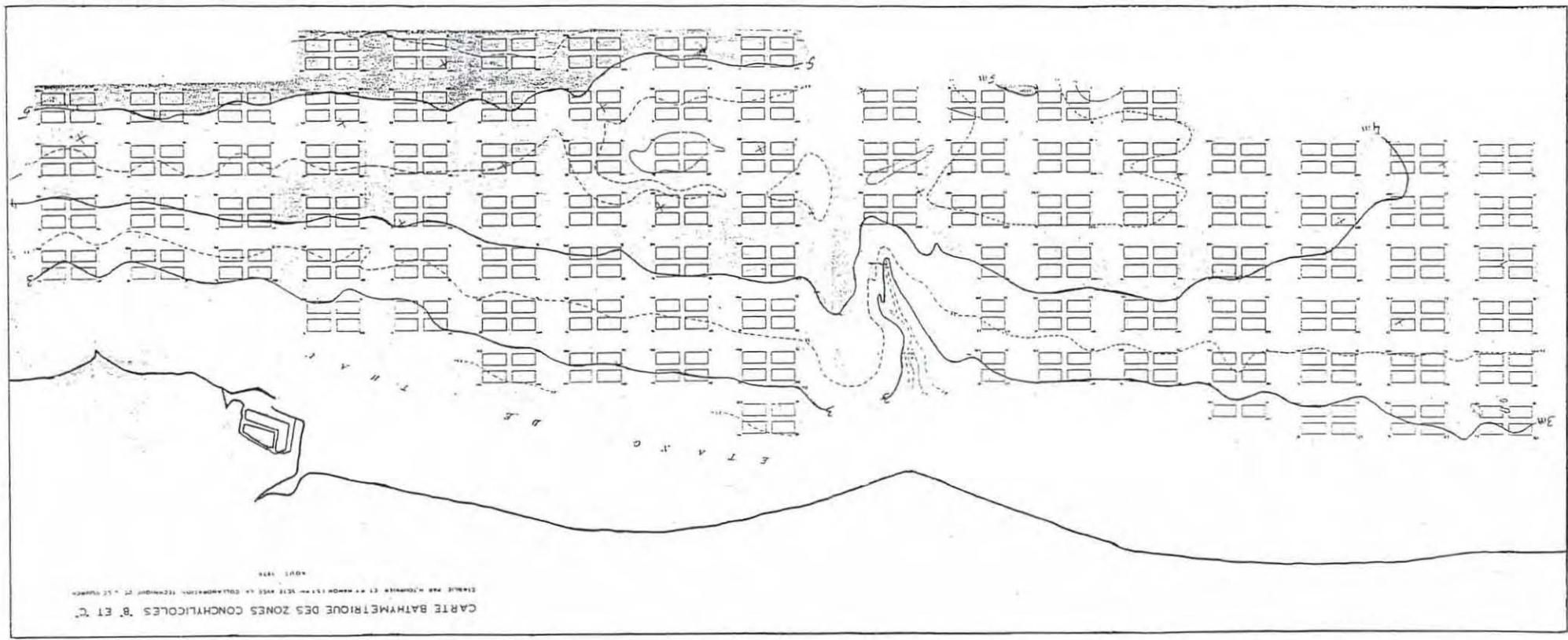


Fig. 4a : Bathymétrie de la zone conchylicole A.

Fig. 4b : Bathymétrie des zones conchylicoles B et C.



CARTÉ BATHYMETRIQUE DES ZONES CONCHYLICOLES B ET C.

AOUT 1978

ÉTABLI PAR M. TOUMIER ET M. MAHON 137 - 5015 VIELLE LA COLLEMBRINNE, TECHNICIEN DE 1^{er} CLASSE

La profondeur maximale des fonds sur lesquels sont implantés les parcs ne dépasse pas les 5.5 m en zone B et 5 m en zone C. Elle avoisine les 10 m en zone A.

Notons enfin que 62 % de l'ensemble des tables des trois zones sont plantées à moins de 5 m de sonde.

2.2. Description des différentes méthodes de culture.

Les élevages pratiqués dans l'étang de Thau relèvent du type "élevage en suspension" qui a été adopté par les méditerranéens du fait de l'absence de fortes marées dans leur région. Cette méthode de culture à la verticale présente des avantages incontestables : une croissance plus rapide favorisée par une immersion continue, une meilleure disponibilité des particules alimentaires réparties dans l'ensemble de la tranche d'eau et enfin l'absence de contact avec les sédiments sous-jacents qui permet au coquillages d'échapper à de nombreux prédateurs benthiques. En contre partie à ces avantages cette méthode nécessite un matériel de support complexe, coûteux en investissement et les opérations très artisanales, pour la mise en culture des mollusques, demandent beaucoup de main d'oeuvre.

Afin de bien concevoir les techniques d'élevage en suspension, il faut comprendre qu'il est toujours nécessaire de faire appel à deux types de supports complémentaires: Les supports primaires, sur lesquels les coquillages sont directement fixés; relativement légers et transportables, ils constituent les unités de manutention. Ce sont les éléments que l'on suspend sur

le deuxième type de support que l'on peut appeler support secondaire. Ce support secondaire est une grosse structure, la table d'élevage.

2.1.1. Un support secondaire, la table fixe.

Une table est essentiellement constituée de pieux (tronçons de rails) plantés par martellement dans le sédiment. Disposés en trois rangées verticales de 11, distants entre eux de 5 m, ces rails émergent de 1.50 m à 2 m dans chaque rangée; leurs sommets sont reliés longitudinalement par des madriers en bois ou des poutrelles métalliques appelées traverses, formant trois lignes continues de 50 m. Enfin, 50 ou 51 barres transversales, appelées localement "perches", d'environ 12 m, forment le dessus de la table. Sur chacune de ces perches, sont fixés par leur corde 6 à 19 supports primaires portant des moules ou des huîtres (HAMON et TOURNIER, 1981) (fig. 5).

L'ensemble de l'installation mesure 50 m de long sur 12 m de large. On y distingue 20 "carrés", un carré étant une fraction de table définie par quatre rails et cinq perches (fig. 5). Quatre tables parallèles séparées par des espaces de 20 m forment un "bloc". Quatre blocs séparés par des "petits couloirs" de 25 m constituent un "îlot". Les îlots sont séparés par des "grands couloirs" de 150 m de large en zones B et C et de 100 m en zone A. (fig. 6).

On compte en 1987, 2 585 tables sur les 2 816 prévues par le plan de remembrement.

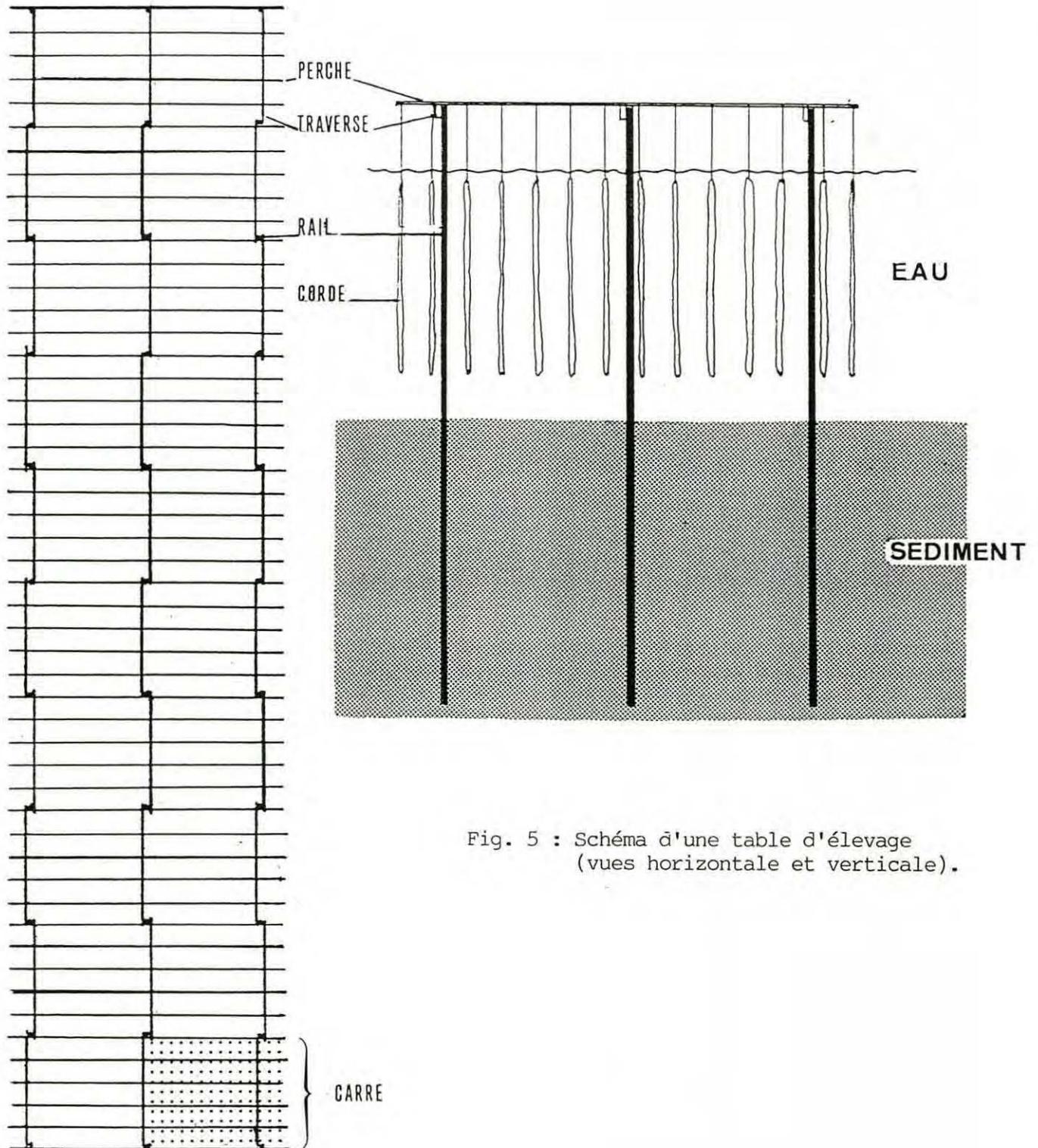


Fig. 5 : Schéma d'une table d'élevage (vues horizontale et verticale).

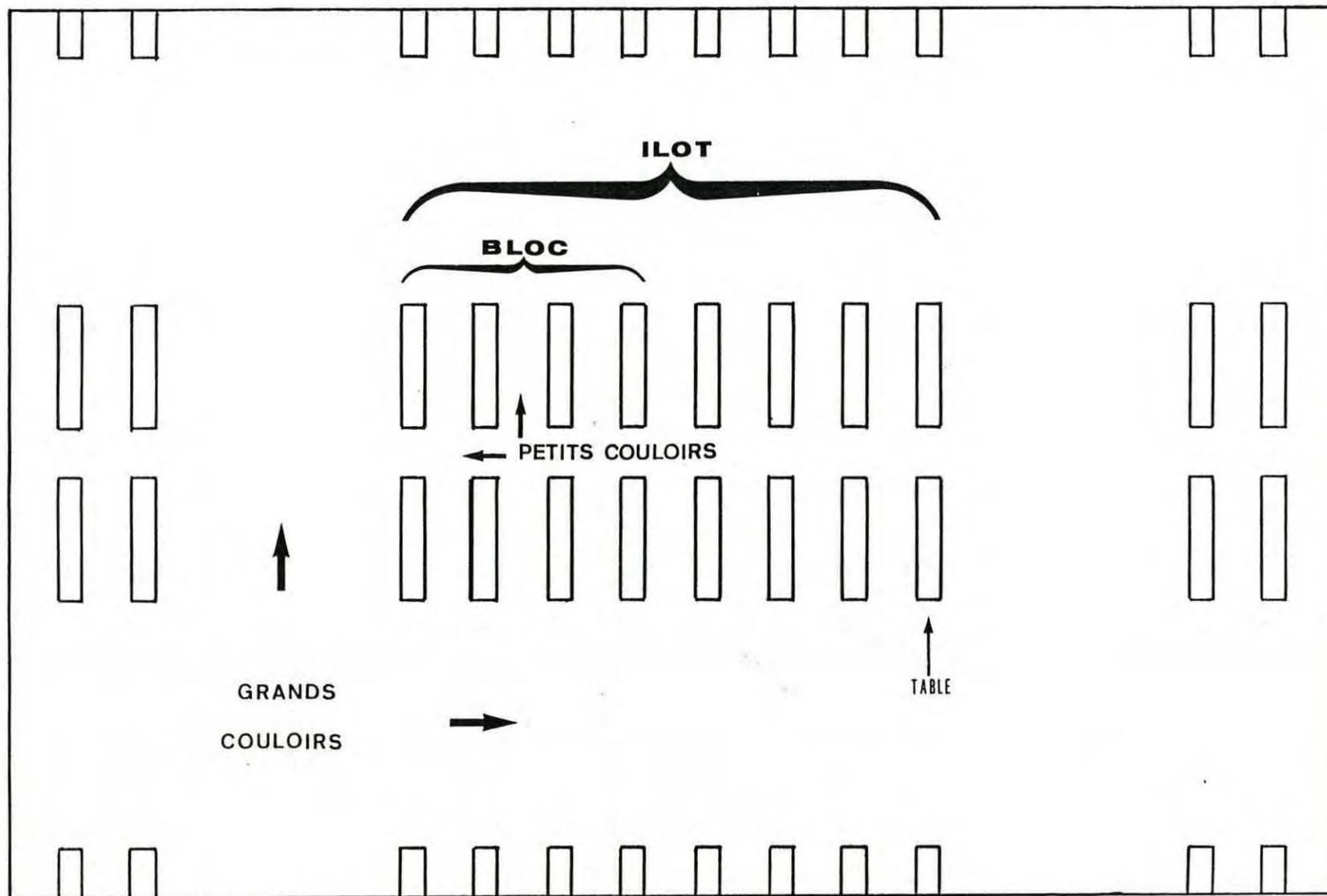


Fig. 6 : Disposition des tables conchylicoles.

2.2.2. Les supports primaires.

Pour être suspendus sur les supports secondaires, les mollusques doivent être regroupés sur des structures relativement légères, maniables et transportables, que nous appelons support primaire.

a - Pour les huîtres.

* Naissain en "torons".

Il s'agit de naissain d'huîtres creuses Crassostrea gigas fixé sur des coquilles collectrices (valves de coquilles St Jacques et de coquille d'huîtres) importées de l'Atlantique. Les collecteurs sont insérés à intervalles réguliers, entre les torons d'une corde de 4 à 7 mm de diamètre (fig. 7).

La longueur de ces cordes varie de 2.5 m à 6 m selon la profondeur des sites exploités.

* Les huîtres en "pignes".

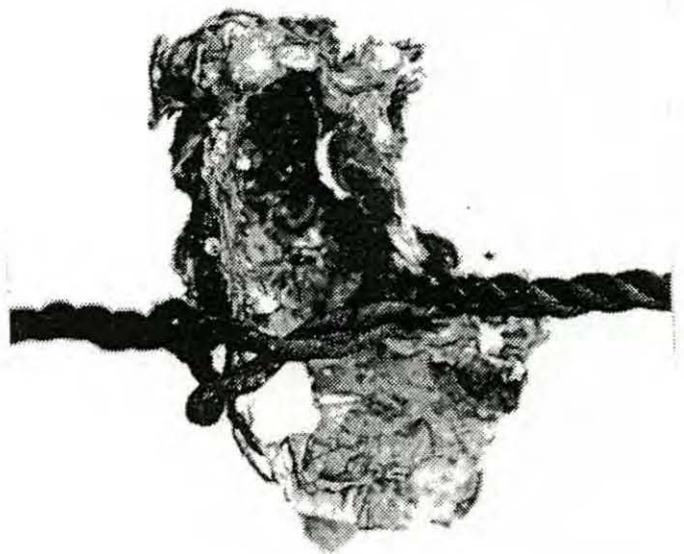
Le développement des huîtres creuses sur les collecteurs engendre des agglomérats appelés "pignes", dans lesquels les formes sont irrégulières car ces mollusques n'y trouvent pas la place nécessaire pour se développer harmonieusement (fig. 8). Avant la vente, l'opération qui consiste à séparer les huîtres s'appelle "le détroquage".

* Les huîtres collées sur corde.



← Fig. 7a : Corde de naissain en torons.

Fig. 7b : Détail d'une coquille collectrice →



Le collage sur corde, relativement récent (1975), a supplanté peu à peu le collage sur barre de bois qui a disparu de l'étang ces dernières années.

La fixation des huîtres est assurée par un mélange de ciment à prise rapide ou "ciment prompt" et de ciment ordinaire. Une même cuillerée de ciment colle ensemble sur la corde 2, 3 et parfois 4 huîtres, selon leur taille, par leur valve creuse. La corde se présente donc comme un chapelet dont les grains seraient formés de 2, 3 ou 4 huîtres (fig. 9).

*** Les pochons.**

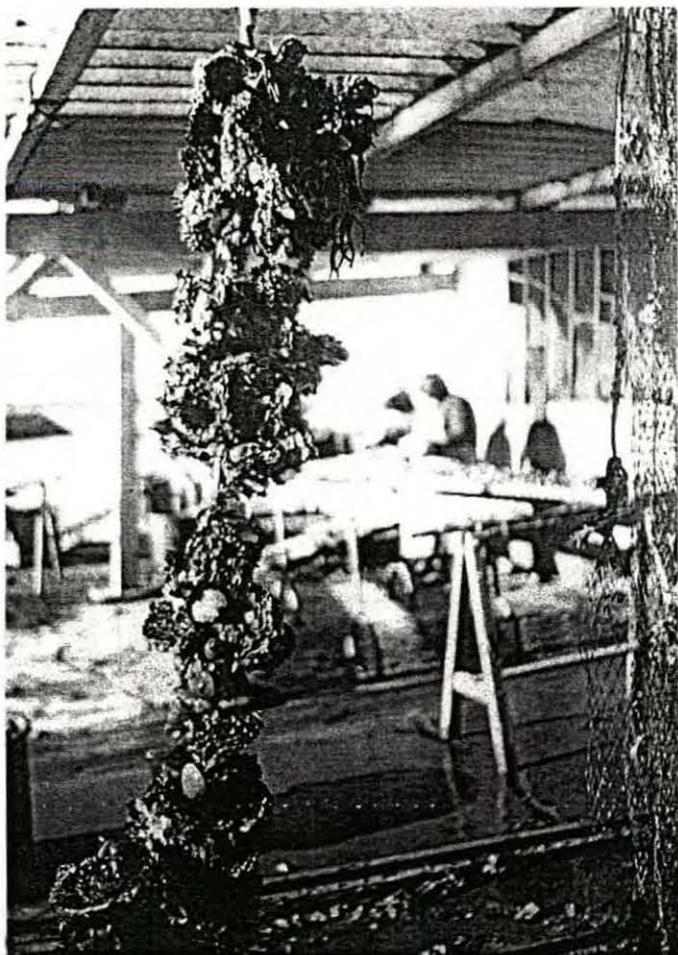
Ce sont des poches de plastique rigide de maillage variable, de 0.5 m sur 1 m, suspendues par une "patte d'oie" (fig. 10). Dans ces pochons les conchyliculteurs disposent des huîtres nettoyées, c'est à dire débarassées de leurs épibiontes dans l'attente de la vente.

La durée d'élevage de Crassostrea gigas dans l'étang de Thau varie de 18 à 24 mois, à partir du naissain fixé reçu de l'Atlantique.

b - Pour les moules.

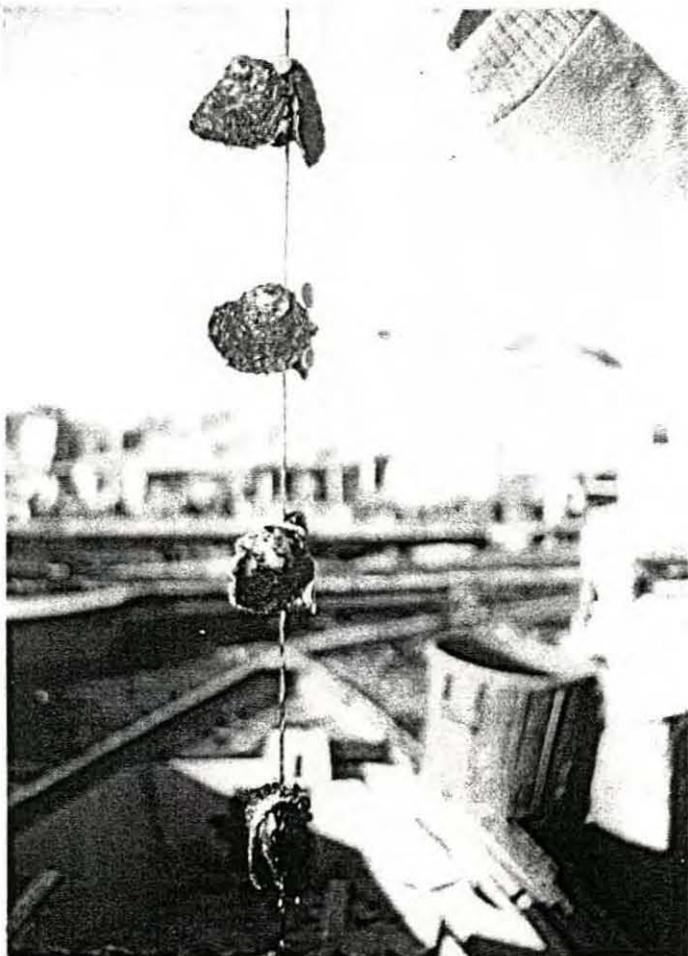
Les supports primaires sont dans tous les cas des filets à mailles plus ou moins larges.

*** Tubulure plastique.**



← Fig. 8 : Corde d'huîtres en pignes.

Fig. 9 : huîtres collées sur corde. →



D'un emploi assez général, ce filet tubulaire en plastique sert indifféremment pour le naissain et pour les moules retriées. La technique de remplissage varie selon la taille des individus.

Le naissain de Mytilus galloprovincialis d'une taille de 3 à 4 cm est récolté sur divers supports en étang ou en mer. Il est ensuite glissé dans le filet en nylon non récupérable. Afin d'empêcher le tassement des mollusques, un étranglement est pratiqué à intervalles réguliers avec du raphia (fig. 11).

Les cordes de grosses moules sont tamisées avant les ventes de manière à éliminer les individus de taille inférieure à la taille commerciale qui sont appelés "moules retriées" ou "demi-moules". Pour les remettre en culture, on procède ensuite de la même manière que pour le naissain.

*** Corde dite "marseillaise".**

Bande de filet à grosses mailles (14 mm au carré) refermée par une couture, ce filet est récupérable. Le naissain ou les moules retriées sont introduites dans un filet de coton à mailles fines dégradable ou roulées dans des feuilles de papier journal, avant la confection du boudin définitif avec la bande de filet à grosses mailles (fig. 12).

Le but de l'emploi du filet en coton ou des feuilles de papier est de maintenir les mollusques durant le temps, très court, qui leur est nécessaire pour se fixer sur la corde.

La durée du cycle d'élevage de la moule est de 3 à 6 mois à partir de la moule récoltée (graine) de 2 à 4 cm.

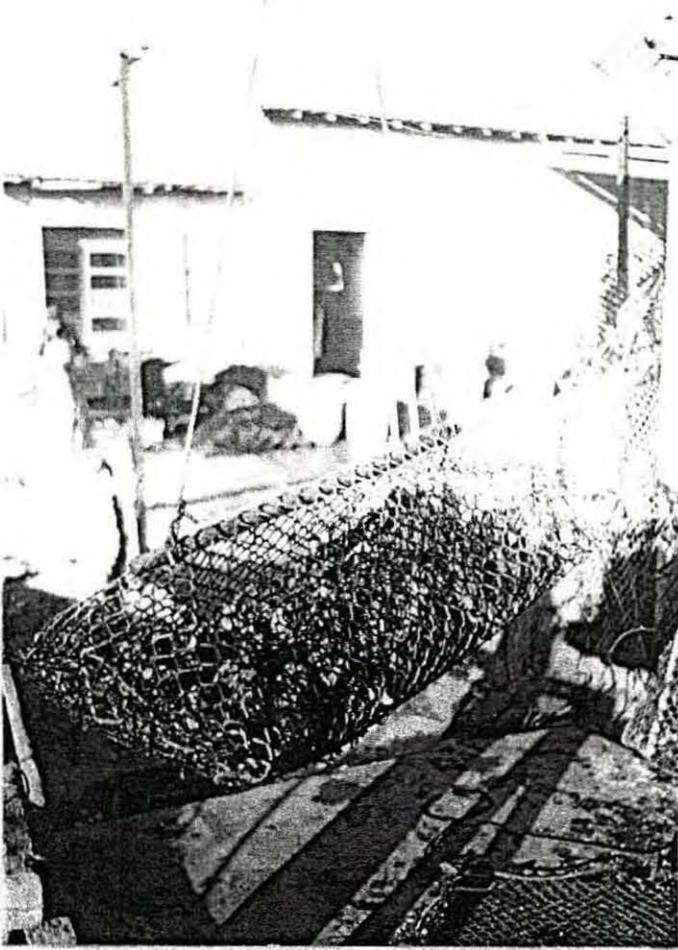


Fig. 10 : Pochons de stockage des huîtres.

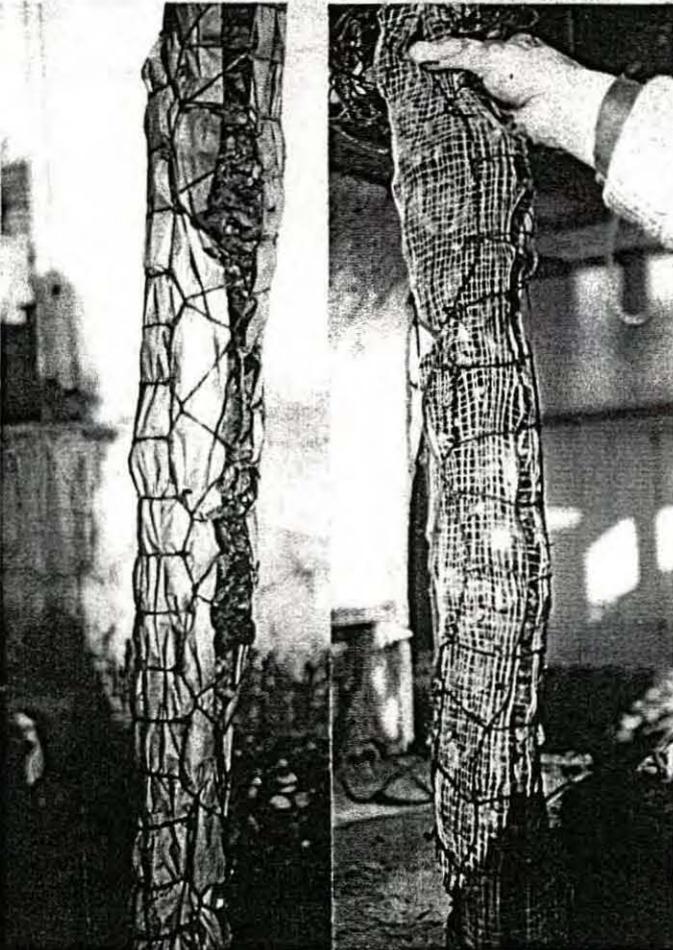
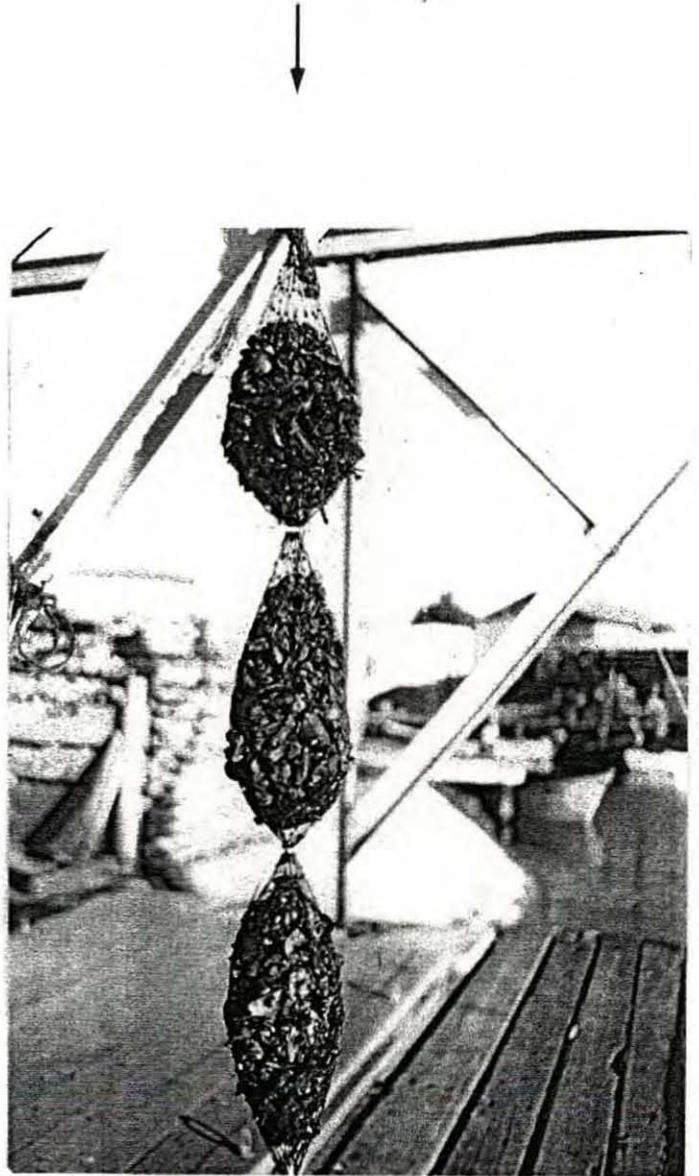


Fig. 11 : Tubulure plastique.



← Fig. 12 : Corde dite marseillaise.

2.3. Biomasse et production.

2.3.1. Biomasse.

L'estimation et l'évolution de la biomasse de mollusques dans l'étang de Thau ont été étudiées par HAMON et TOURNIER (1981, 1986 et 1988). Les résultats de ces travaux, sont récapitulés dans les tableaux suivants :

ANNEE	ZONE A	ZONE B	ZONE C	TOTAL
1980	7 130	5 823	6 236	19 189
1981	9 484	8 569	6 498	24 501
1982	-	-	5 149	-
1983	-	6 415	6 875	-
1984	10 456	8 600	7 598	26 654
1985	10 463	8 752	7 180	26 395
1986	14 694	9 349	8 109	32 152
1987	8 970	5 728	5 848	20 546

Tableau 1 : Biomasse totale des huîtres par zone conchylicole (en tonnes).

ANNEE	ZONE A	ZONE B	ZONE C	TOTAL
1980	8 550	2 490	718	11 758
1981	7 327	1 339	336	9 062
1982	-	-	1 165	-
1983	-	1 314	1 405	-
1984	6 400	929	818	8 147
1985	4 295	455	925	5 675
1986	2 345	213	787	3 345
1987	3 251	823	869	4 943

Tableau 2 : Biomasse totale des moules par zone conchylicole (en tonnes).

Remarquons que pour permettre une meilleure comparaison des résultats tous les calculs effectués par ces auteurs, ont été sur une base fixe des 2 085 tables qui existaient en 1980. Or en sept ans ce nombre de tables a évolué : 500 nouvelles tables

environ ont été plantées et bien qu'une certaine quantité de tables anciennes aient été arrachées, les biomasses sont vraisemblablement sous évaluées.

Pour l'année 1987, les résultats en fonction du nombre réel de tables sont :

huîtres	moules	total
24 726 t	5 800 t	30 526 t

2.3.2. La production.

a - La production officielle.

Les évaluations officielles de production sont établies annuellement d'après les délivrances d'étiquettes sanitaires par l'IFREMER.

Mais ces statistiques sont faussées par la fraude et la sous déclaration (vente directe sans étiquettes).

La production officielle de l'étang de Thau a été, en 1985, de 9 200 tonnes soit : 4 300 t d'huîtres et 4 900 t de moules.

b - La production corrigée.

L'estimation de la production corrigée pour l'année 1985 a été faite par le centre d'Etudes de Projets en 1986. Elle est de 25 000 t de coquillages soit : 17 000 t d'huîtres et 8 000 t de moules ; représentant une valeur de 260 millions de francs.

Ainsi l'étang de Thau, premier centre conchylicole de la méditerranée française, représente environ 12.7 % de la production conchylicole nationale. Son importance est considérable dans l'activité économique de la région du Languedoc.

2.4. La biodéposition.

Dans les zones conchylicoles caractérisées par de fortes densités de mollusques bivalves filtreurs, on observe un fort enrichissement en matière organique particulaire. Cet enrichissement est lié aux produits du métabolisme des mollusques, à savoir les fèces, pseudofèces et mucus. Ce matériel particulaire a tendance à se sédimenter sous formes de biodépôts. L'accumulation de ces biodépôts peut avoir des conséquences graves tel le réhaussement accéléré des fonds ou l'épuisement de l'oxygène de l'eau lié à la dégradation de substances organiques qu'ils contiennent (SORNIN, 1981).

Dans l'étang de Thau, compte tenu de la biomasse importante que représente les élevages conchylicoles et du confinement relatif du milieu, l'évaluation de la biodéposition est d'un intérêt considérable.

HAMON et TOURNIER 1988 l'on estimé pour l'année 1987 à 43 686 t en poids sec.

CHAPITRE II : PROTOCOLE EXPERIMENTAL - MATERIELS ET METHODES.

A - Stations d'étude.

1. Choix des sites expérimentaux.

Nous avons pensé qu'il était souhaitable de réaliser ces expériences sur différents types de fond, c'est pourquoi nous avons choisi des sites répartis dans les trois zones de l'étang de Thau (fig. 13). Chaque expérience, nécessitait la disposition de tables contigües dont nous maîtriserions la charge et dont une partie serait dévasée, l'autre servant de témoin.

Les contacts nécessaires ont été pris avec les professionnels afin de trouver parmi eux, ceux dont les tables étaient déchargées de leur coquillage et qui voulaient bien s'associer à nos expériences.

Après une prospection par plongée et des carottages préliminaires pour connaître l'état d'envasement des fonds sous les parcs, quatre sites ont été retenus. Ce sont :

- en zone A : le site n° 1, constitué de deux tables appartenant à Mr GROS, appelées G3 et G4.
- en zone B : le site n° 2, constitué de deux tables appartenant à Mr PALATZI, appelées P1 et P2; et le site n° 3, constitué de quatre tables appartenant à Mr SAMBUCCO, appelées S1, S2, S3, et S4.
- en zone C : le site n° 4, constitué de quatre tables appartenant à Mr CUCCURULLO, appelées C1, C2, C3, C4.

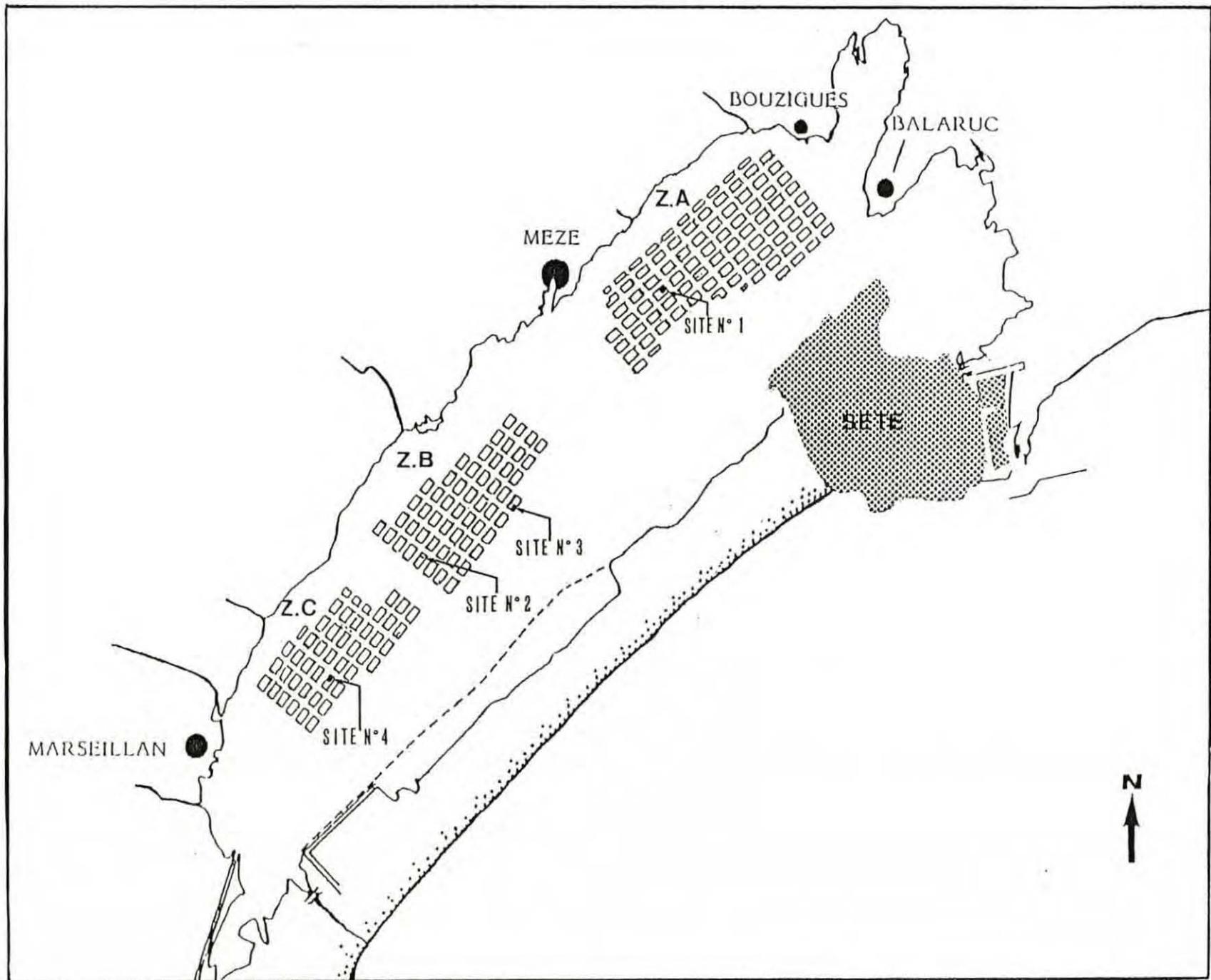


Fig. 13 : Répartition des sites expérimentaux dans l'étang de Thau.

2. Caractéristiques des sites.

2.1. Positionnement des tables dans les îlots

La position des tables dans les îlots qui varie selon les sites, est présentée en figure 14.

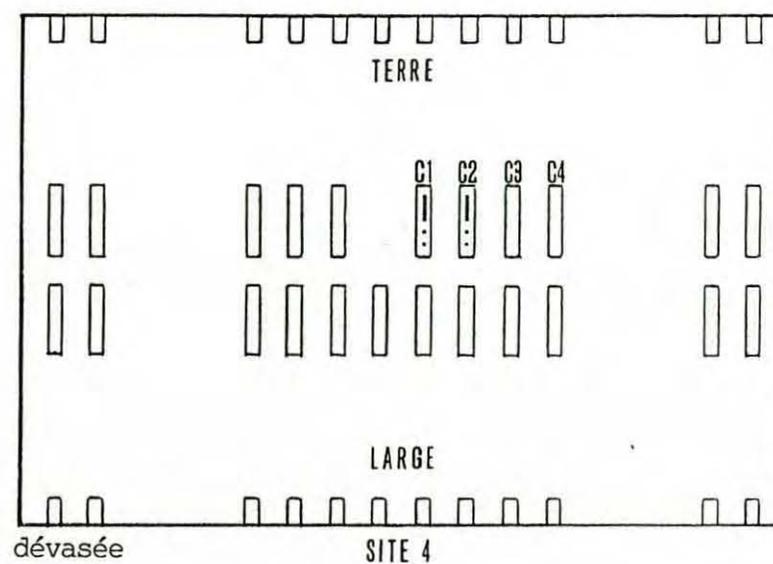
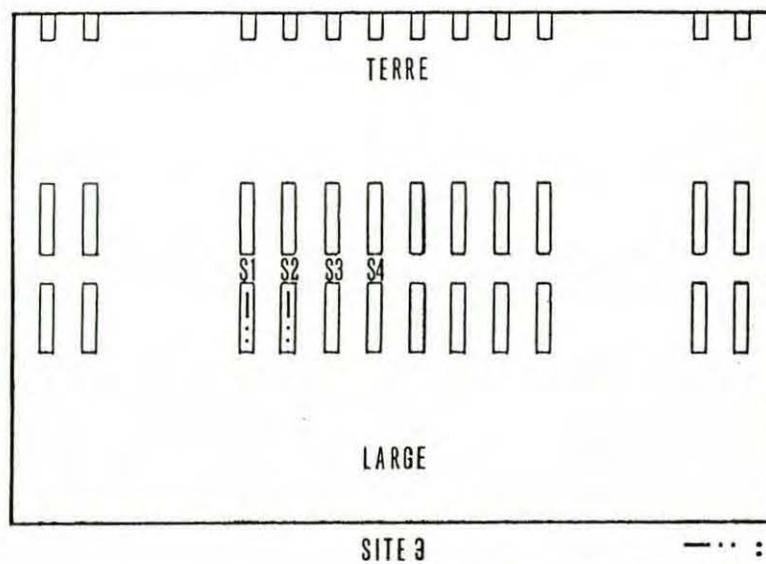
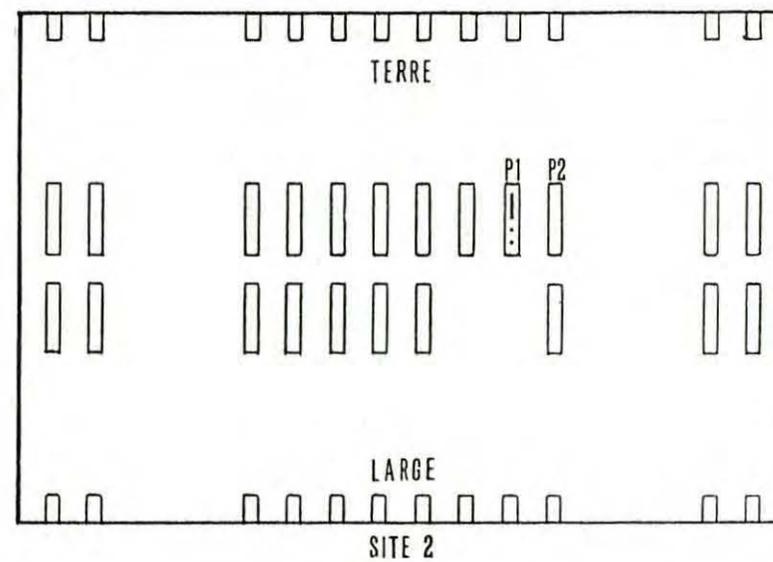
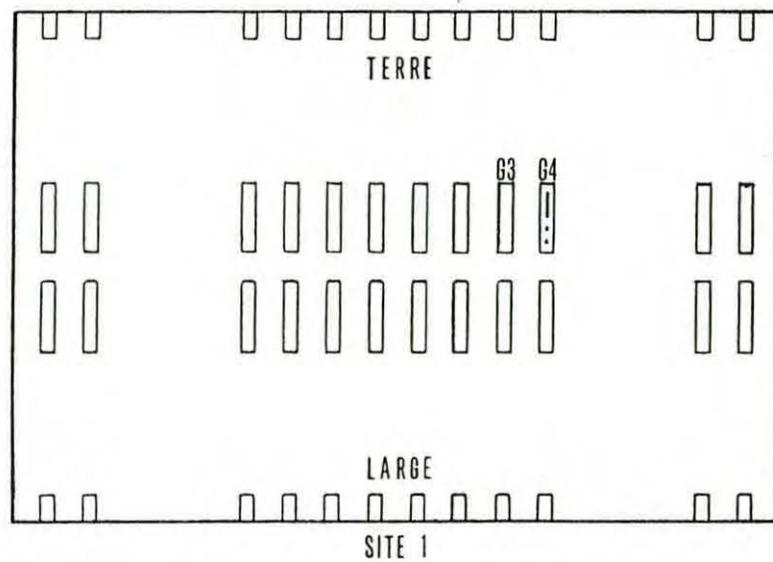
2.2. Aspect du fond.

Les différentes observations relatives à l'aspect du fond sous les tables des sites expérimentaux sont résumées dans le tableau 3.

	Site No 1	Site No 2	Site No 3	Site No 4
Sonde	6.0 m	4.5 m	5.5 m	4.0 m
Topographie du fond	Fond presque plat	Fond plat	Fond plat	Fond plat
Aspect végétation	Inexistante	Inexistante	Inexistante	Algues clairsemées
Coulage de gros matériel	Cordes d'huîtres et quelques pochons	Cordes d'huîtres	Nombreux filets à moules demi enfouis	Cordes d'huîtres Pochons Perches
Épaisseur vase noire réduite	15 cm	10 cm	vase noire très fluide 25 cm	8 cm
Coquille sur le fond	Amas de coquilles d'huîtres	Beaucoup de coquilles d'huîtres	Nombreux débris de coquilles de moules	Multitude de coquilles d'huîtres mortes et vivantes

Tableau 3 : Différentes observations relatives à l'aspect du fond sous les tables expérimentales.

2.3. Choix des tables à dévaser.



— · · : Table dévasée

Fig. 14 : Emplacement des tables dévasée dans les flots des différents sites expérimentaux.

Ce choix a été dicté non seulement par la position respective des tables dans l'îlot, l'aspect du fond étant à peu près semblable pour l'ensemble des parcs d'un même site, mais aussi par la demande du parqueur concerné.

C'est ainsi que, selon les endroits, les tables nettoyées se situent en bordure d'un grand couloir (site 1 et 3) ou en bordure d'un petit couloir (site 2 et 4) (fig. 14).

B - Aspect technique de l'expérience.

1. Cahier des charges.

Avant même d'avoir opéré le choix définitif des sites expérimentaux, un appel d'offre a été lancé par l'IFREMER pour sélectionner les entreprises qui effectueraient le dévasement expérimental sous les tables conchyliques. Un cahier des charges, reproduit ci-après, a été fourni à cet effet.

Cahier des charges.

Sonde : 2.5 à 10 m.

Fond : plat, en pente douce, quelquefois accidenté.

Dimension d'une table : 50 x 10 (12) m.

(20 carrés définis par 33 rails).

Date de dévasement : deuxième quinzaine de janvier.

Nombre de tables à dévaser : 10.

Comme suite aux indications déjà fournies et aux recommandations issues de la concertation entre les représentants

des pêcheurs et des conchyliculteurs, le Service Maritime, l'IFREMER et les Affaires Maritimes, il convient :

1 - D'opérer un enlèvement préalable (ou un tri) du matériel lourd (perches, pochons, tubes, amas de coquilles mortes) qui sera évacué à terre.

2 - De ne pas provoquer de turbidité telle qu'elle puisse porter atteinte aux tables voisines chargées en mollusques.

3 - D'enlever une couche de sédiment d'épaisseur régulière (15 à 35 cm selon les sites) en débordant la table de manière à ne pas créer de "cuvette".

4 - De laisser un fond plat par une opération de nivellement si nécessaire.

5 - D'évacuer la vase putride par dispersion sur des fonds indiqués de manière à en assurer une oxydation aussi poussée que possible.

2. Description des méthodes utilisées pour le dévasement.

Au départ, les contrats passés prévoyaient la mise au point de méthodes adaptées à ce travail assez particulier et leur application sous les tables conchylicoles. En fait ce sont des engins de travaux publics classiques qui ont été proposés par les différentes entreprises.

Il aurait été possible d'attribuer la totalité des crédits disponibles à une seule entreprise de manière à favoriser de sa part un certain effort de recherche et la mise au point

d'un prototype. Cette éventualité qui comportait les risques inhérents au fait de rendre l'expérience dépendante d'un seul intervenant et qui aurait été moins riche en excluant la comparaison de méthodes différentes, n'a pas été retenue.

En définitive, le choix s'est porté sur trois entreprises, proposant des techniques différentes.

2.1. Extraction des sédiments.

Toutes les méthodes utilisées ont nécessité non seulement que les tables soient déchargées de leurs cordes mais encore qu'elles soient entièrement déperchées, c'est à dire débarassées de leurs perches après qu'elles aient été déclouées ou déboulonnées.

2.2.1. Le pompage.

Cette technique a nécessité un ramassage préalable par des plongeurs, du matériel lourd coulé sous les tables (cordes, pochons, perches). La méthode la plus simple (remontée manuelle à bord) a été fortement améliorée par une mécanisation (remontée mécanique de sacs ou de cages grillagées, préalablement posés sur le fond, à la demande des plongeurs) (fig. 15).

A la suite de cette première opération, l'aspiration du sédiment a été réalisée à l'aide d'une pompe immergée Toyo de fort débit (2 000 m³/h) (fig. 16), fixée sous la flèche d'une pelle mécanique Poclain (fig. 17), embarquée sur un ponton équipé de pieds stabilisateur hydraulique (fig. 18).

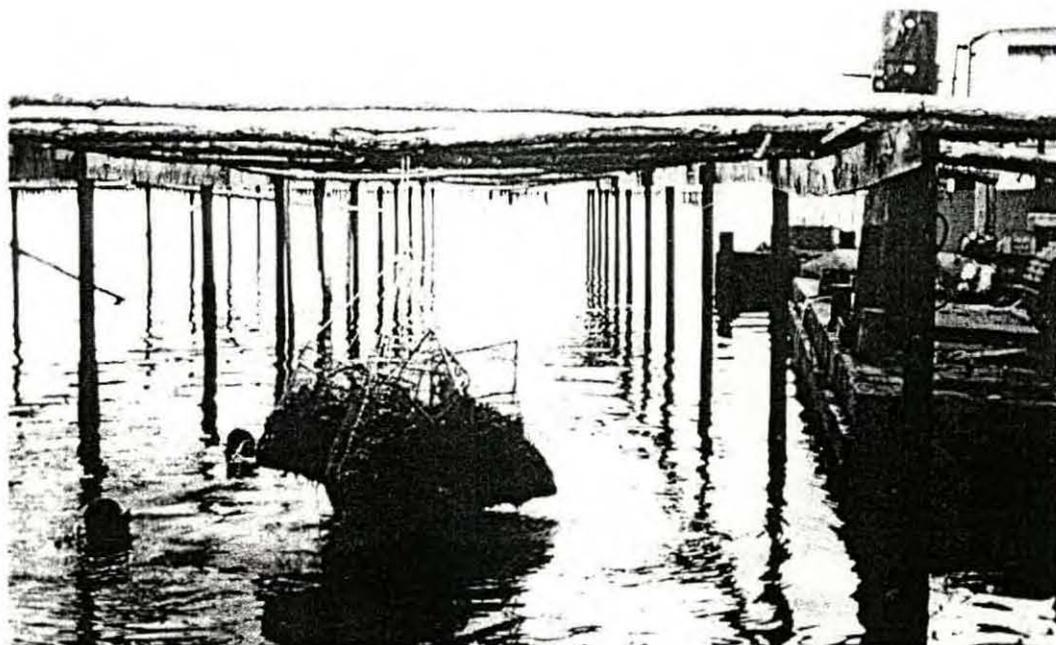


Fig. 15 : Ramassage du matériel lourd par remontée mécanique de sacs grillagés.

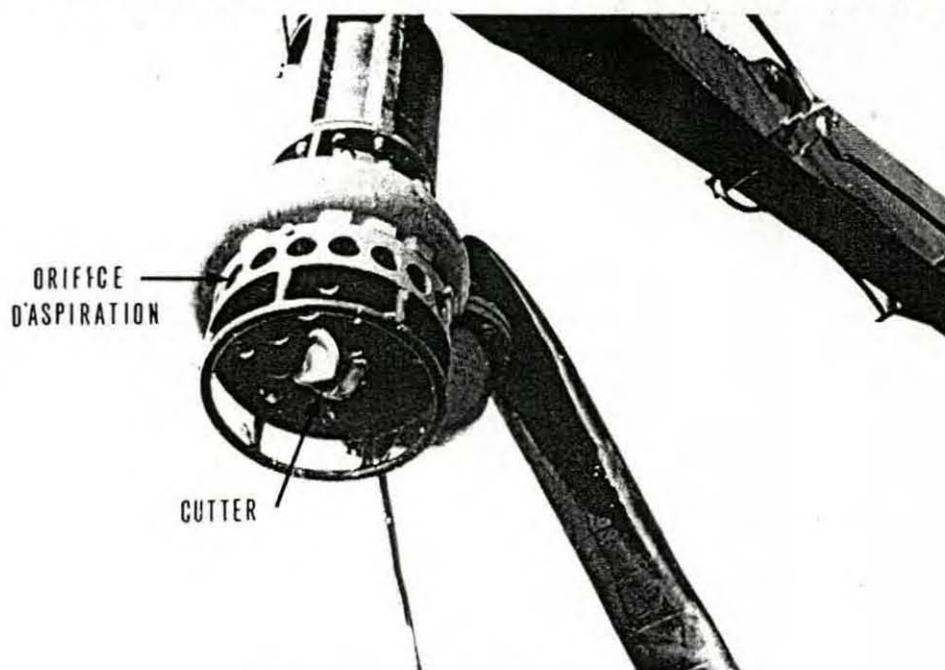


Fig. 16 : Pompe Toyo.

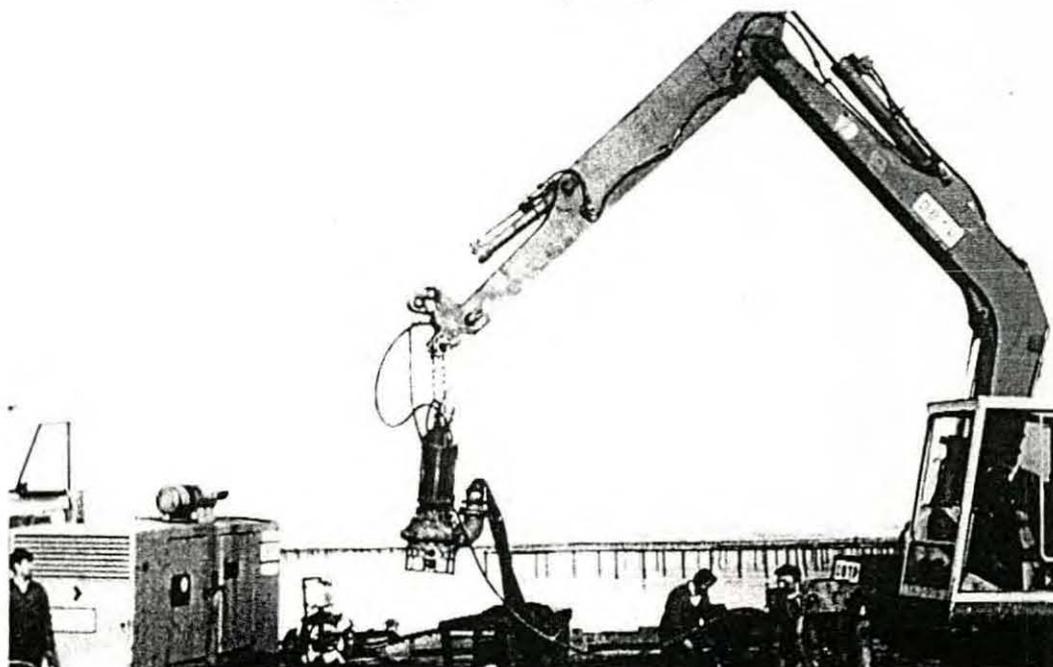


Fig. 17 : Réception de matériel par la rampe de la pelle mécanique.

La table était travaillée de l'extérieur par plongée verticale de la pompe jusqu'au niveau indiqué par un repère et balayage horizontal près du fond ou dans le sédiment (fig. 19).

Du fait de la conception de la pompe (orifice d'aspiration de 80 mm), seuls la vase et les débris de petits calibres étaient aspirés et non les coquilles d'huîtres de tailles commerciales et, à plus forte raison, les pignes entières.

Dans ce procédé, la quantité d'eau représente 80 à 90 % du total aspiré. Pour répondre à l'un des impératifs du cahier des charges, l'eau riche en sédiment réduit était accumulée en totalité dans un grand chaland d'une capacité de 240 m³ et de deux autres de 60 m³ (fig. 20 et 21).

A l'intérieur du chaland, un simple compartimentage avec surverse permettait, du fait de la sédimentation assez rapide, de séparer l'eau turbide de la phase la plus compacte. Les conditions de dispersion des sédiments seront examinées plus loin.

Cette technique a été utilisée pour le dévasement de la table G4 du premier site, et de la moitié seulement de la table P1 du deuxième, alors qu'il était prévu qu'elle soit nettoyée intégralement.

2.1.2. Le dragage.

a - Le godet "rétro".

Une seconde entreprise, à dévasé les tables S1 et S2 du site n°3 à l'aide d'un godet rétro de 2.5 m de

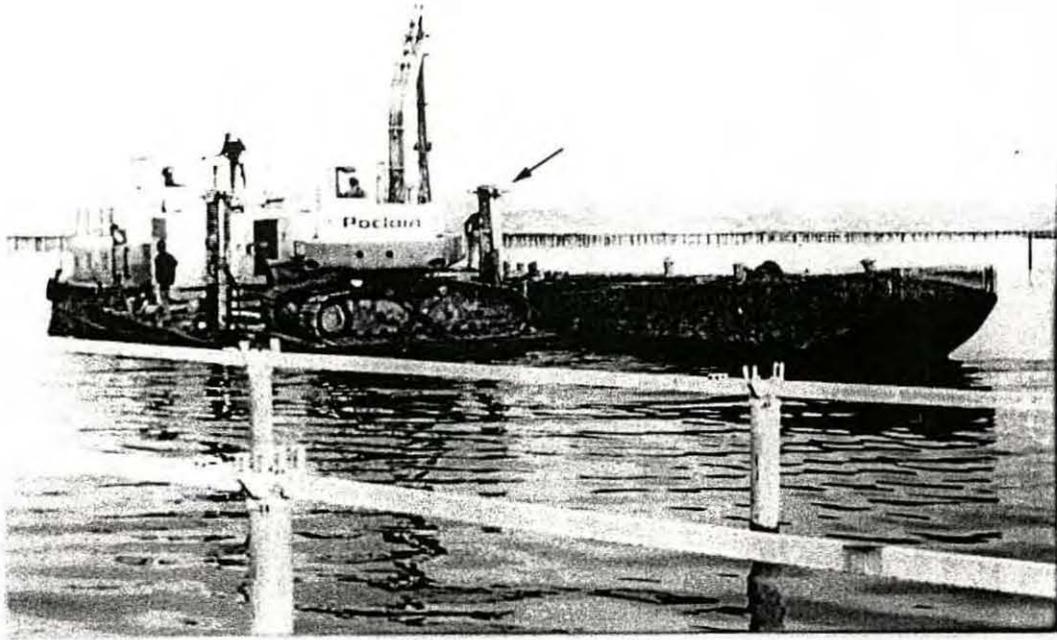


Fig. 18 : Ponton équipé de pieds stabilisateurs.

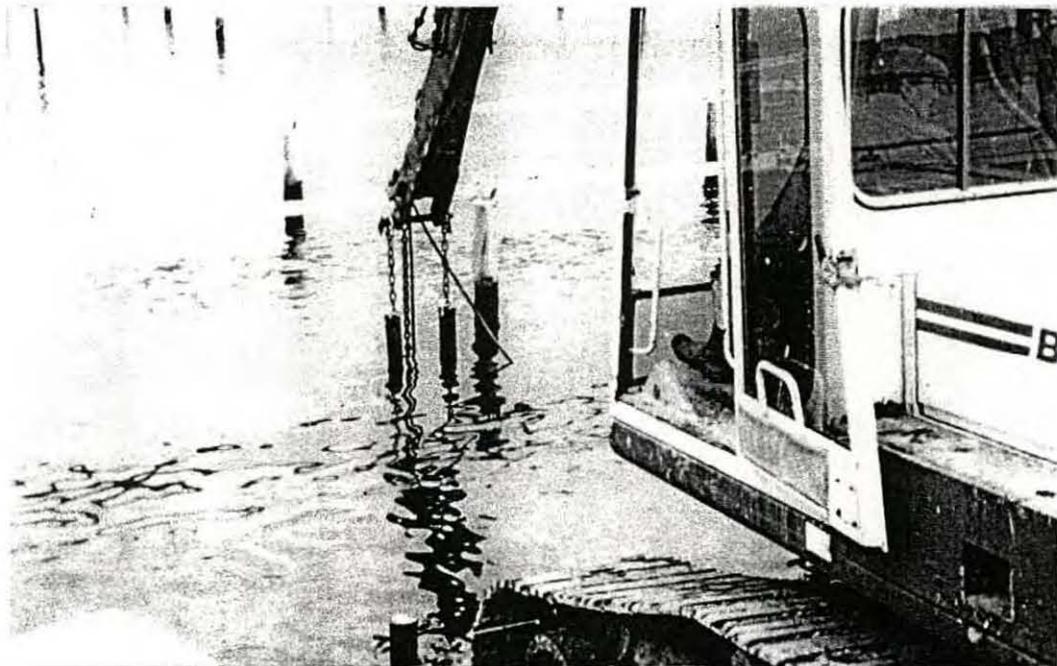


Fig. 19 : Dévasement de la table par plongée verticale de la pompe.

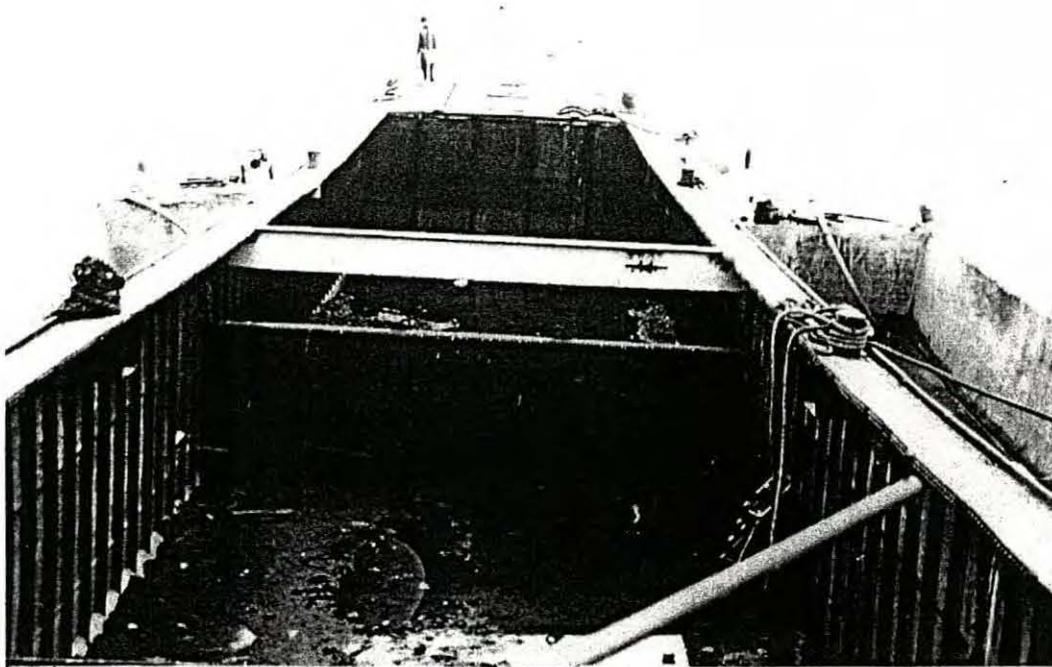


Fig. 20 : Les chalands de stockage de la vase pompée (capacité 240 m³ et 60 m³).

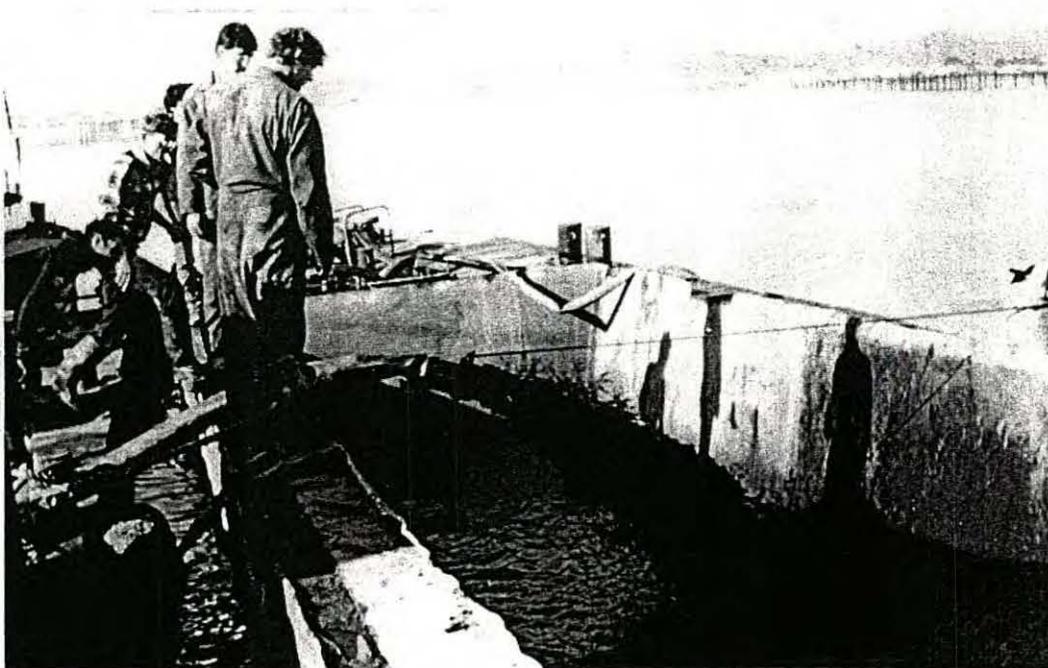


Fig. 21 : Rejet de la vase liquide dans le chaland.

largeur. Le godet monté sur le bras manipulateur de très grande dimension d'une pelle mécanique placée à bord d'un ponton à stabilisateurs importants ne pouvant passer entre les rails, a été utilisé depuis les côtés extérieurs des tables (fig. 22).

Là encore, le déperchage a été nécessaire, le démontage supplémentaire des traverses, bien que souhaitable dans cette technique n'a pas été retenu en raison de l'importance de cette manipulation.

Dans ce cas tout le matériel lourd et le sédiment sont prélevés en même temps et la phase liquide est presque inexistante (fig. 23 et 24).

Les prélèvements ont été évacués à l'aide de deux chalands à clapets automoteurs par les soins de l'entreprise (fig. 25).

b - La benne preneuse.

Cette dernière technique a été utilisée par une troisième entreprise pour dévaser les tables C1 et C2 du quatrième site.

La benne preneuse est manipulée par les bras télescopiques d'une pelle hydraulique montée sur un chaland à clapet automateur dont les dimensions (19 m de long sur 4.5 m de large) permettent le passage entre les deux rangées de rails de la table (fig. 26).

Les dimensions de cette benne sont de 1.5 m de largeur et de 1 m de hauteur, fermée (fig. 27).

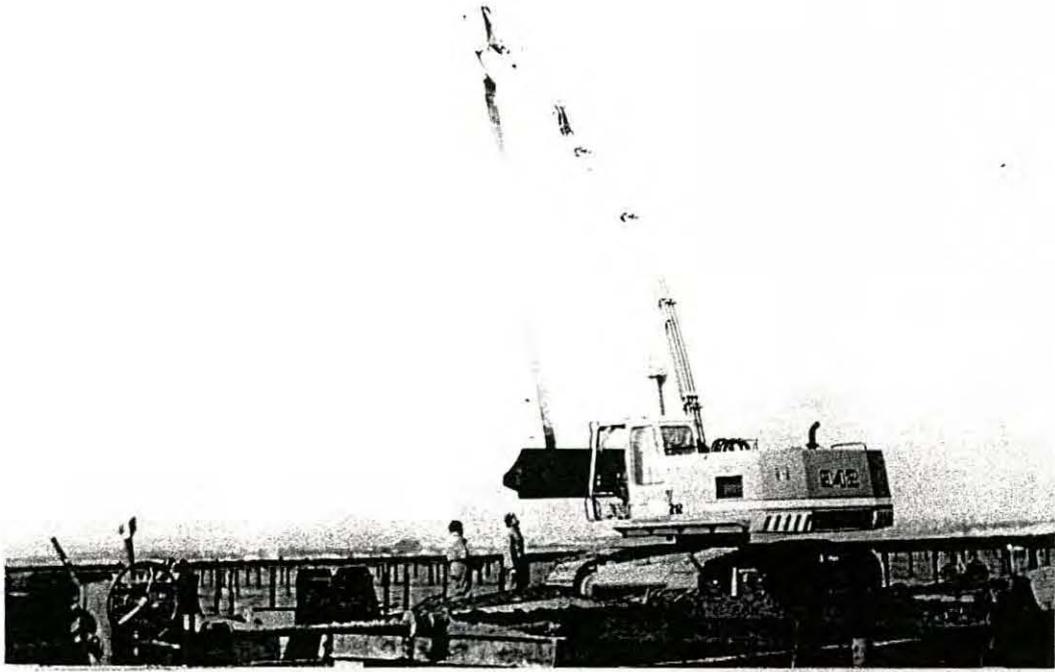


Fig. 22 : Engins utilisant le godet rétro.

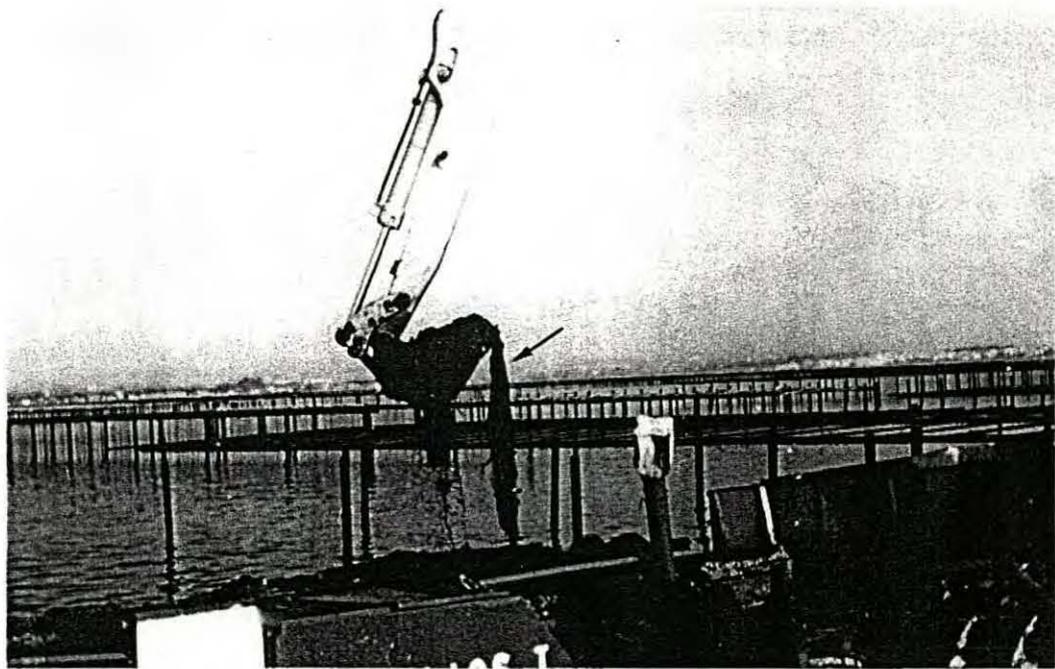


Fig. 23 : Prélèvement simultané du sédiment et du matériel lourd (tubulure plastique) par le godet rétro.

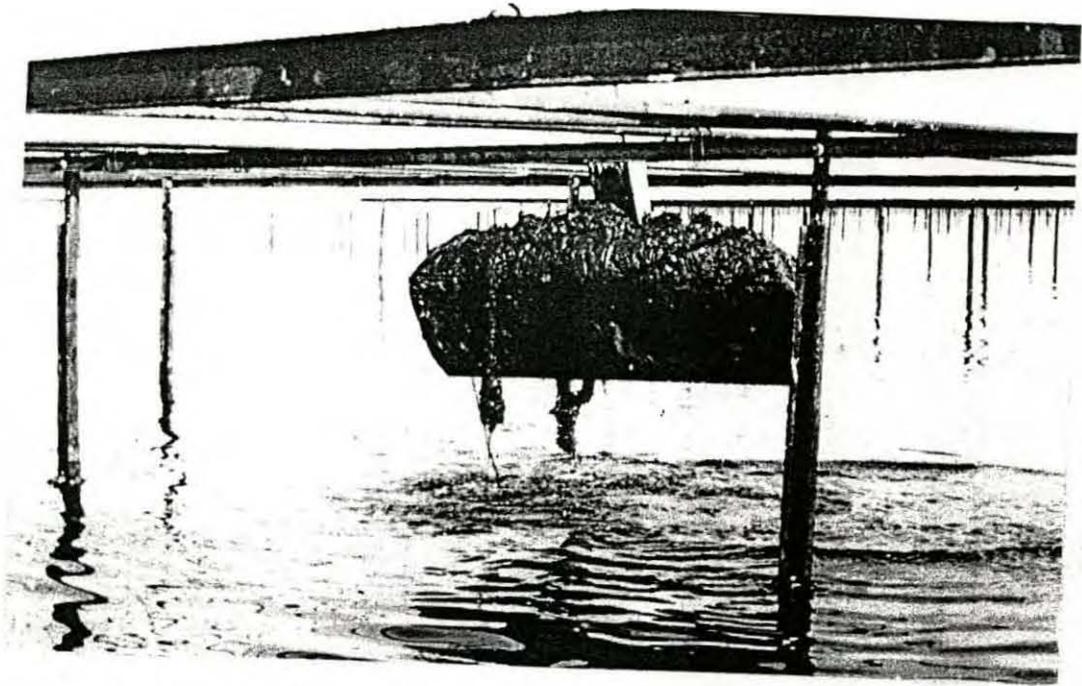


Fig. 24 : Autre vue du prélèvement par le godet rétro.

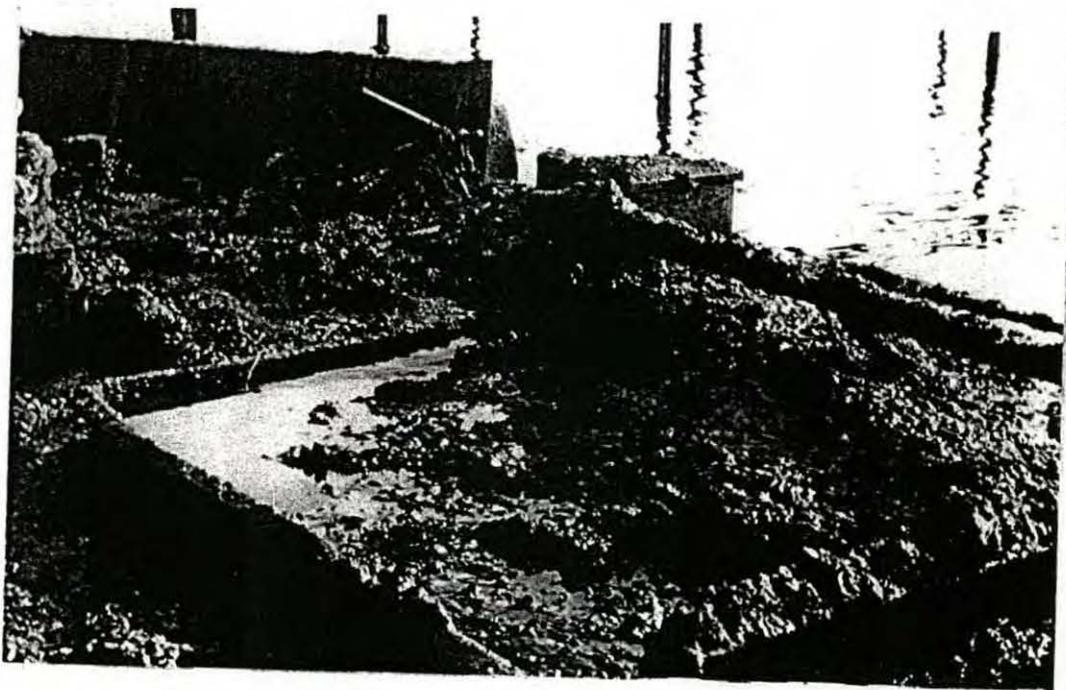


Fig. 25 : Stockage des sédiments dans le chaland à clapet.

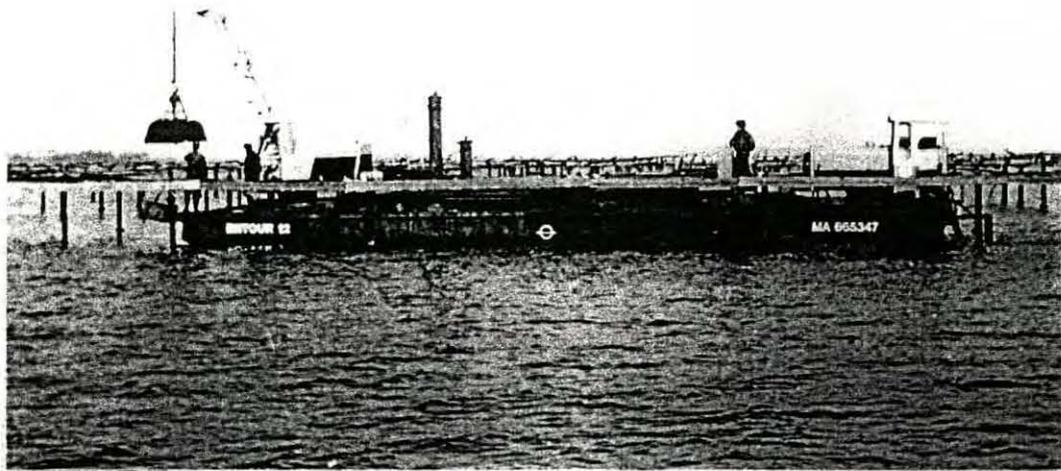


Fig. 26 : Engin utilisant la benne preneuse.

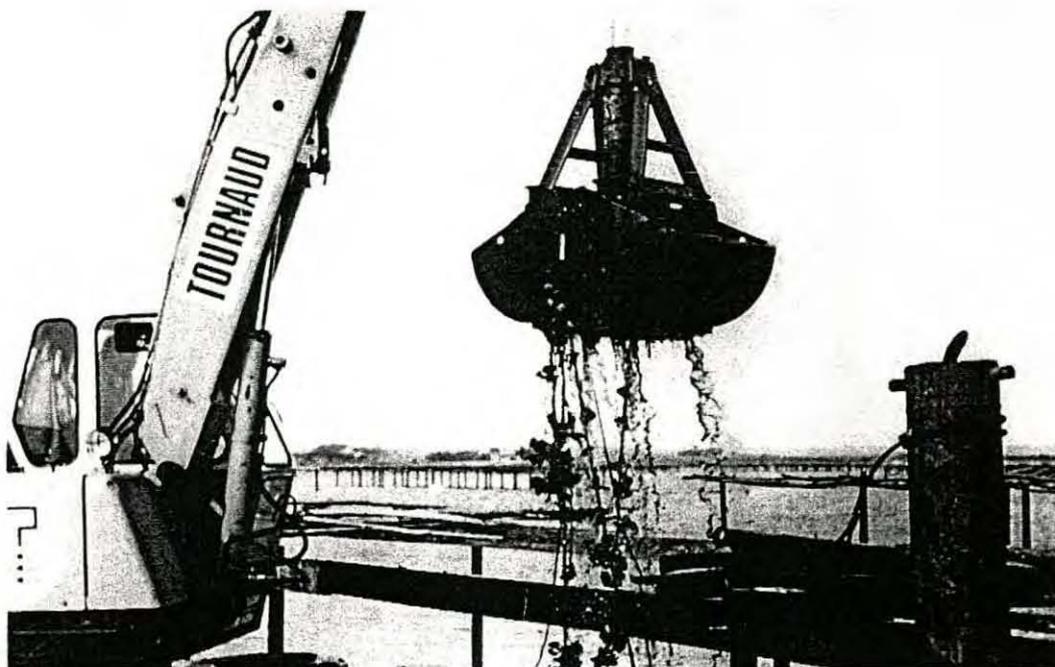


Fig. 27 : Sortie de la benne de l'eau (de nombreuses cordes sont ramassées en même temps que le sédiment).

L'épaisseur du prélèvement est fixée par un repère inscrit sur le bras et amené à fleur d'eau.

L'essentiel du prélèvement ainsi pratiqué est relativement solide, l'eau s'évacuant à la sortie de la benne dans l'air si bien qu'un dégrillage pour séparer phases solide et liquide s'est avéré inutile.

A de légères pertes près par le clapet, tout le matériel a été évacué à terre.

2.2. Evacuation des sédiments.

2.2.1. Dispersion de la vase prélevée par pompage.

C'est dans le seul cas du pompage, conduisant au stockage de grands volumes liquides, qu'en accord avec les représentants des professionnels, les dispersions dans l'étang ont été réalisées. Les endroits choisis étaient la crique de l'Angle lorsque l'entreprise a travaillé dans la zone A pour le site n° 1 et dans le sud de la zone B lorsque le dévasement a été effectué sur le site n° 2 (fig. 28). A l'issue des premiers essais il a été choisi plutôt que d'assurer la dispersion, le chaland faisant route, par repompage et rejet entre deux eaux près du fond, de pratiquer le rejet en gerbes dans l'air en "arrosant" la surface de l'eau (fig. 29) de manière à favoriser la dispersion mais aussi l'aération du matériel rejeté.

2.2.2. Evacuation à terre.

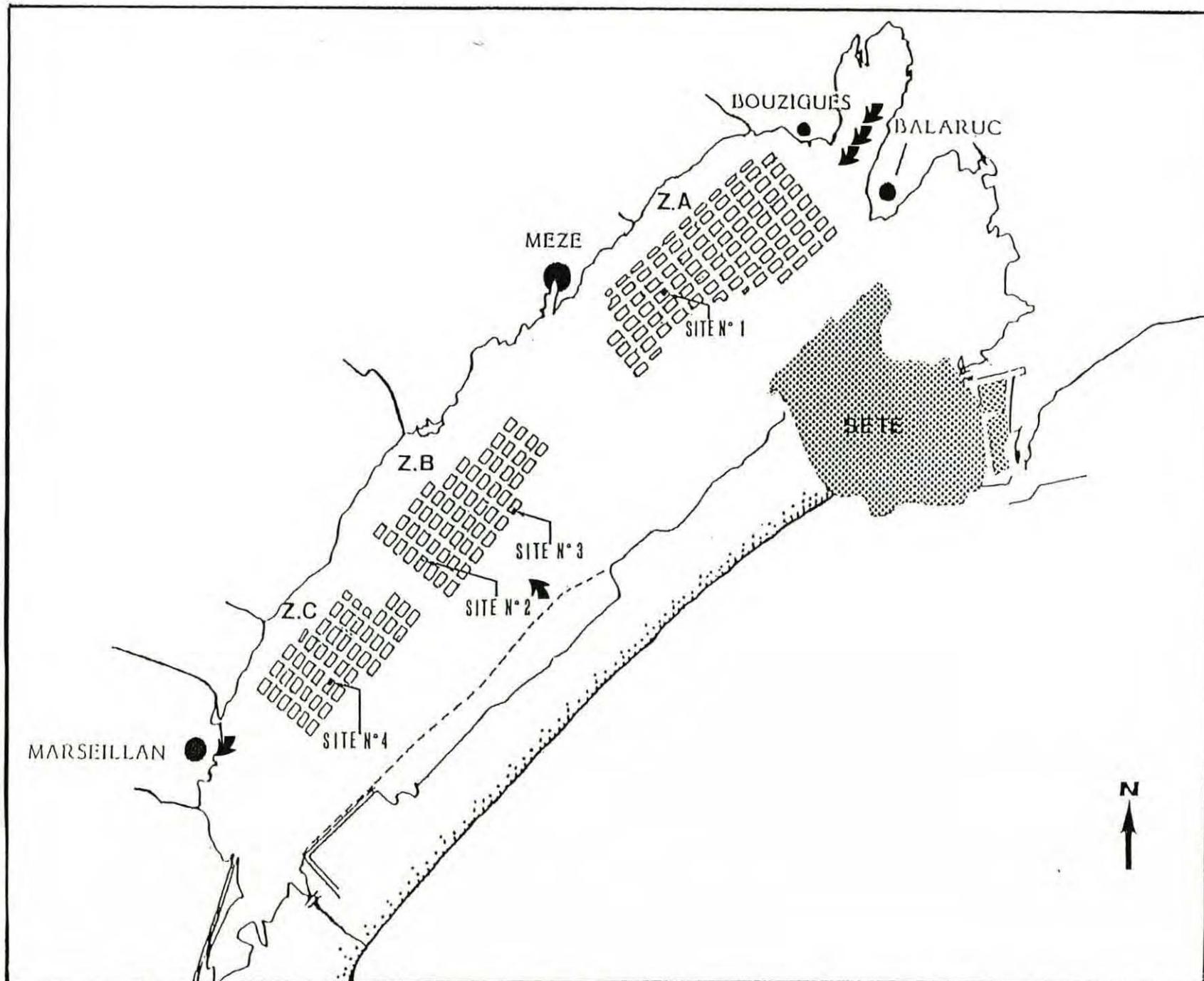


Fig. 28 : Indication des zones de rejets de la vase.

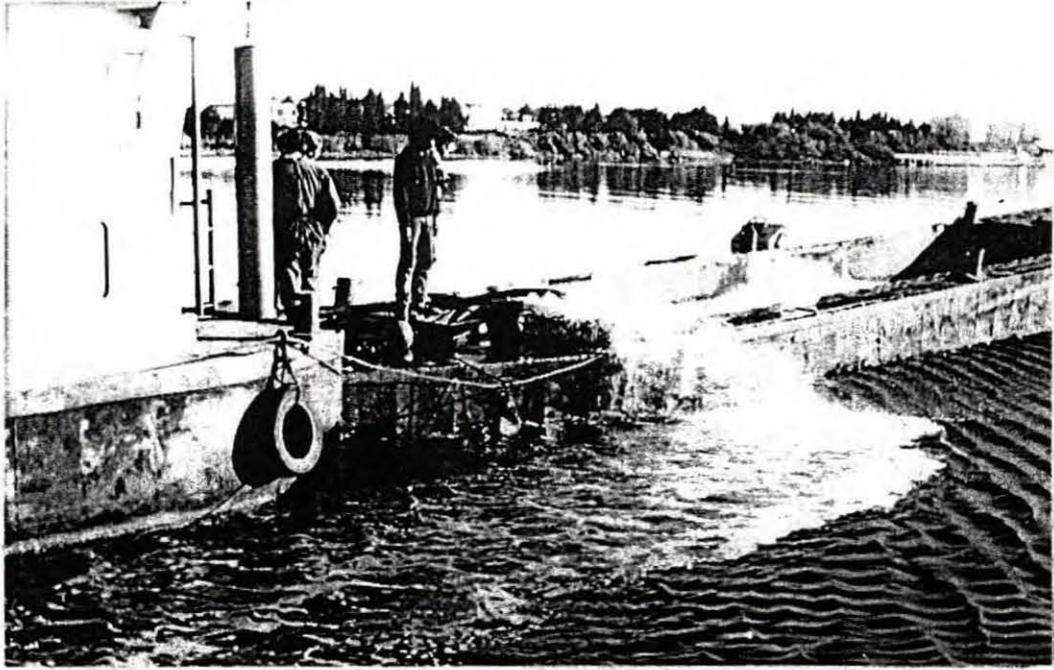


Fig. 29a : Dispersion par pompage de la vase prélevée sous les tables.

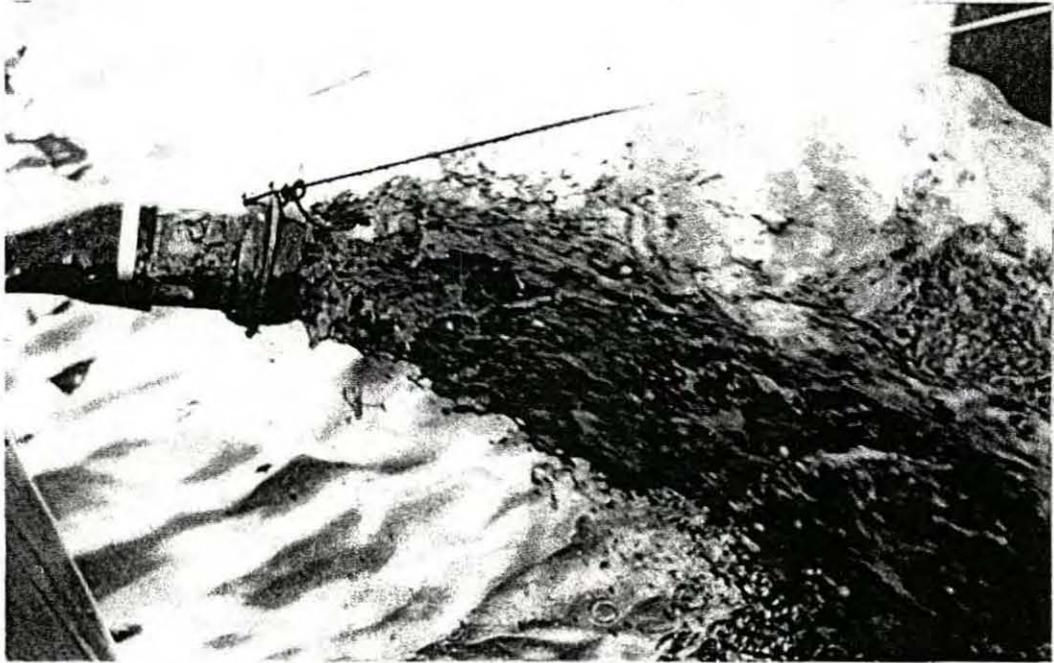


Fig. 29b : Vue rapprochée du rejet de la vase dans l'étang.

L'évacuation de la totalité du matériel lourd et des sédiments prélevés par la troisième entreprise a été réalisée par le biais d'un réseau de ramassage d'ordures ménagères. Des bennes ont été placées à cet effet sur les quais du port de Marseillan, port le plus proche du site n° 4 (fig. 28). Ces containers ont été ensuite directement remplis du sédiment dragué sous les parcs par la benne du chaland s'étant amarré à quai (fig. 30).

Rappelons que la seconde entreprise a aussi évacué la totalité des sédiments à terre par ses propres moyens.

Le tableau 4 permet de récapituler les diverses opérations réalisées.

Sites	Tables dévasées	Technique employée	Evacuation des sédiments
1	G4	Pompe Toyo	Dispersion par pompage dans la Crique de l'angle
2	Moitié de La table P1	Pompe Toyo	Dispersion par pompage dans le sud de la zone B
3	S1 et S2	Godet retro	A terre par les moyens de l'entreprise
4	C1 et C2	Benne preuneuse	Par le reseau de ramassage des ordures au port de Marseillan

Tableau 4 : Récapitulation de la phase technique de l'expérience.

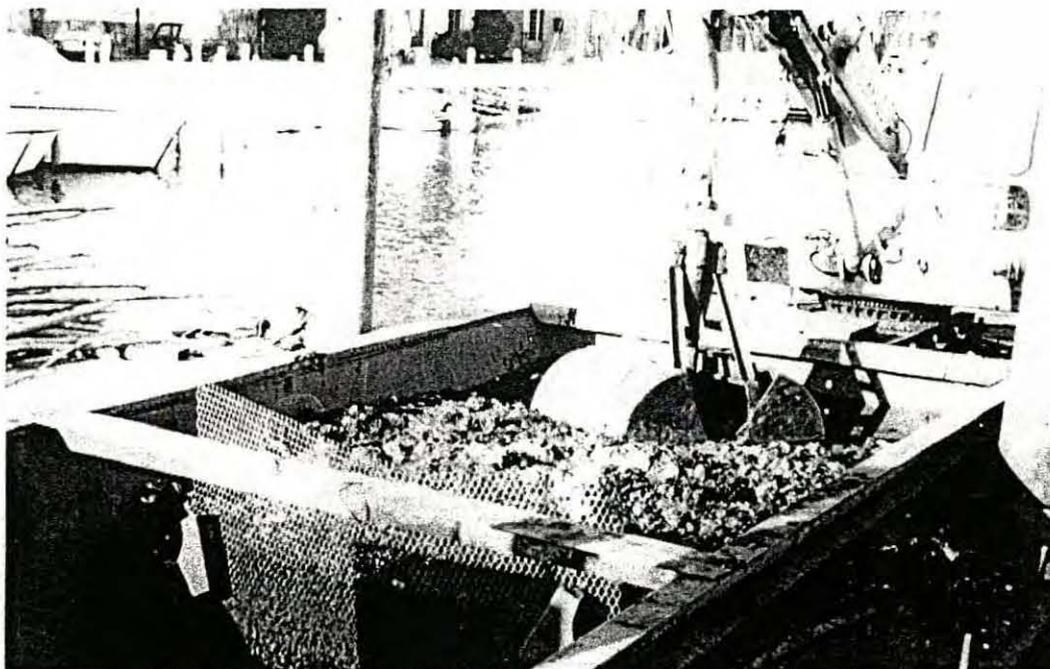


Fig. 30a : Chaland amarré au quai.



Fig. 30b : Remplissage des containers placés sur le quai du port de Marseillan.

C - Aspect scientifique de l'expérience.

1. Le sédiment.

1.1. Classification des sédiments.

L'étude granulométrique des sédiments suppose l'adoption d'une classification basée sur des bornes dimensionnelles. Nous avons distingué comme BELLAIR et POMEROL (1977) une phase grossière ou "sable" séparée d'une phase fine (pélites) par la limite de 63 μ .

Devant l'importance permanente d'une phase biodétritique composée essentiellement de coquilles de mollusques entières ou brisées, il nous a paru indispensable d'opérer une séparation à 2 mm. Cette limite correspond à la retenue quasi-totale des coquilles de bivalves.

Finalement, tout au long de ce travail, nous avons adopté la classification suivante dont les limites granulométriques inférieures et supérieures ont été choisies de manière à caractériser au mieux le sédiment :

coquilles,	phase supérieure à 2 mm
sable grossier	de 2 mm à 400 μ
sable moyen	de 400 à 200 μ
sable fin	de 200 à 63 μ
pélites	inférieure à 63 μ .

1.2. Méthodes de prélèvement et de conservation des échantillons de sédiment.

Les échantillons de sédiment ont été prélevés sous les tables conchylicoles à l'aide d'un carottier de 50 cm de long constitué d'un simple tube en P.V.C. manipulé par un plongeur. Les carottes ainsi obtenues, d'une section de 8 cm, avaient une longueur comprise entre 20 et 50 cm. Au laboratoire, l'eau surnageante ayant servi au cours du transport à conserver la structure et la stratification originelle de la partie supérieure du sédiment est siphonnée, après quoi la carotte dans son carottier est congelée à - 18° C, ceci dans les plus brefs délais. Après solidification complète, elle est extraite de son enveloppe par passage sous un jet d'eau chaude, puis tronçonnée en portions de 5 cm d'épaisseur. Pour chaque carotte les horizons supérieurs, moyens et inférieurs sont numérotés et stockés au congélateur en attente des analyses devant les caractériser, à savoir :

- la granulométrie,
- la teneur en matière organique,
- la teneur en carbonate.

1.3. Protocole expérimental pour l'étude du sédiment.

L'échantillon à analyser est mis à sécher dans une étuve à une température de 40 à 50° C. Un sous échantillonnage de poids sec connu est placé dans une bouteille de 500 ml, dans laquelle on ajoute environ 250 ml d'eau distillée. Ensuite la bouteille est soumise à une agitation pendant environ 2 heures pour homogénéiser le sédiment et rendre le tamisage plus facile.

Le tamisage s'effectue à la main à l'aide d'un tamis normalisé AFNOR de 63 μ . Le sédiment est lavé à l'eau distillée et la fraction inférieure à 63 μ qui sera appelée argile, est recueillie dans un grand saladier (diamètre 22 cm), alors que celle supérieure à 63 μ , appelée sable, est recueillie dans un bol (diamètre 13 cm). On laisse décanter les particules en suspension pendant une durée de 2 à 3 heures au bout de laquelle l'eau surnageante est siphonnée à l'aide d'une grosse seringue.

Les récipients et leurs contenus sont ensuite mis à l'étuve à 60°C jusqu'au séchage complet, ce qui demande environ 24 heures. Après cela le sable sec est pesé et la différence par rapport au poids sec de l'échantillon de départ, fournit le poids de l'argile. Il est préférable de procéder ainsi par différence, car une légère perte d'argile se produit toujours au moment du lavage à l'eau distillée.

Ainsi le sédiment de départ est divisé en deux fractions distinctes l'une sableuse, l'autre argileuse.

1.3.1. Dosage de la matière organique.

La matière organique est estimée globalement dans les deux fractions par une calcination au four (G.VITTADINI model APF 2/1) de 2 heures à 550°C.

Notons que pour l'étude de la fraction sableuse, il faut prendre la précaution d'éliminer au préalable les éléments vivants (filaments d'algues macrophytes). La matière organique est exprimée en pourcentage du poids de sédiment sec.

1.3.2. Granulométrie.

Cette analyse a été réalisée uniquement sur la fraction du sédiment supérieure à 63 μ par tamisage à sec classique à l'aide d'une batterie de tamis normalisés AFNOR, montée sur un tamiseur-agitateur.

1.3.3. Calcimétrie.

Les mesures de la teneur en carbonate de calcium, CaCO_3 , ont été effectuées à l'aide du calcimètre Bernard sur les diverses fractions granulométriques du sable ainsi que sur la fraction "argileuse".

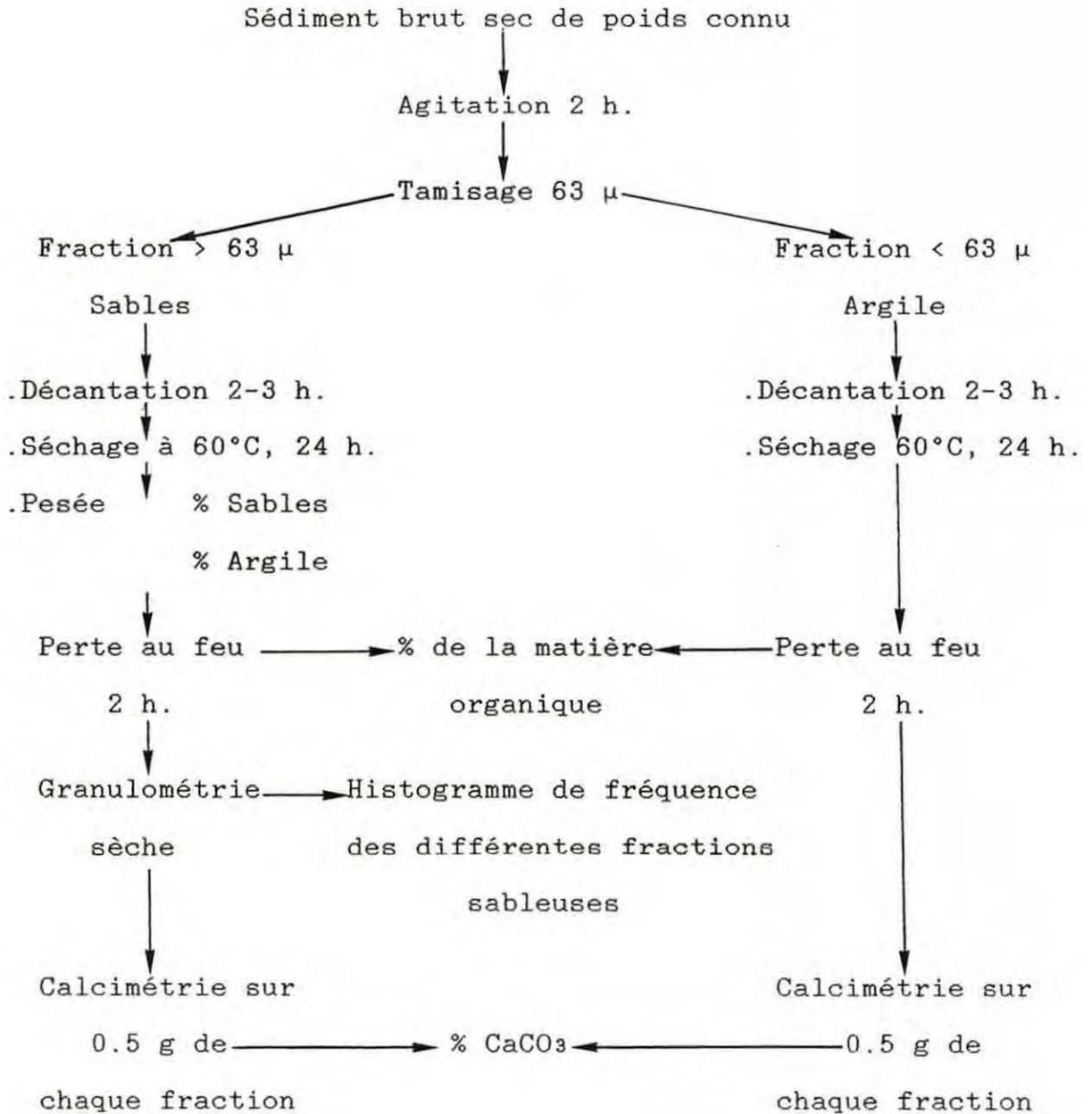
Le schéma présenté sur la page suivante permet de récapituler l'ensemble des techniques d'étude du sédiment.

2. La croissance et la qualité des coquillages élevés.

A la fin des opérations de dévasement, la deuxième phase du programme, à savoir le test biologique, a été mise en oeuvre. Ce test a pour but d'établir les différences globales éventuelles du taux de mortalité, de la croissance et de l'indice de qualité des coquillages élevés sur les tables dévasées et sur les tables témoins non dévasées. Pour ce faire les tables d'un même site expérimental devaient être chargées simultanément selon un plan de chargement alterné, en même densité, à partir d'un lot homogène de matériel (coquillage de même origine et de même âge).

2.1. Description du matériel mis en culture par les parqueurs sur les différents sites.

Récapitulation du protocole expérimental
du traitement du sédiment.



2.1.1. Nature et origine.

Le matériel mis en élevage sur l'ensemble des tables des sites expérimentaux 1, 2 et 4 se compose de naissain d'huître creuse Crassostrea gigas fixé sur collecteurs et provenant de la côte Atlantique. Ces collecteurs sont agencés sur une corde en torons, donnant après le développement des huîtres, ce qu'on appelle les "pignes". Le conchyliculteur exploitant les tables du site n° 3, a, quant à lui, diversifié ses méthodes de culture ainsi que la nature de son cheptel :

- la moitié de chacune de ses quatre tables (10 carrés) a été chargée avec des cordes de naissain en torons provenant de l'Atlantique (fig. 31).

- deux carrés sur les tables S1 et S3 et quatre carrés sur les tables S2 et S4 ont été remplis avec des huîtres creuses collées par quatre sur corde, ce matériel provenant du détroquage d'un même lot de pignes d'huîtres (fig. 31).

- Le reste des carrés a été garni avec des moules Mytilus galloprovincialis de taille semi-commerciale et provenant à l'origine de la région de Port-St Louis.

2.1.2. Dates de chargement.

Les conchyliculteurs participant à l'expérience ont essayé de respecter les impératifs concernant le chargement simultané des différentes tables.

Néanmoins, certain contretemps (table à replanter), a fait que pour le premier site, le parqueur a chargé en premier toute la table dévasée G4, alors que la table G3 devant servir de témoin n'a pu être remplie que deux mois plus tard. Par conséquent ce site ne permettant plus de réaliser une expérience de croissance comparée rigoureuse, a été abandonné.

Le chargement des tables des sites n°2 et n°4 a été réalisé conformément à notre demande, pendant une période s'étalant du 1er au 15.05.88 pour le premier et du 15.03.88 au 01.04.88 pour le second.

En ce qui concerne les huîtres en pignes du troisième site, six carrés sur dix ont été chargés à la même époque, en avril, sur les quatre tables et quatre, de la même façon au mois de mai (fig. 32).

En ce qui concerne les moules et les huîtres collées, le chargement s'est étalé sur une période nettement plus longue, à partir du mois de février pour la table S4 jusqu'au mois d'avril pour la table S1 (fig. 32). Le chargement n'ayant pas été fait de manière identique pour l'ensemble des tables, l'étude des moules mises en élevage par le parqueur est à exclure.

En revanche deux carrés ont été chargés en corde d'huîtres collées, à la même époque, l'un sur une table dévasée (S1) l'autre sur une table témoin (S4).

Ces deux carrés peuvent servir pour la comparaison de la croissance des huîtres collées par le parqueur entre un fond nettoyé et fond témoin, sale.

2.1.3. Densité de chargement des tables.

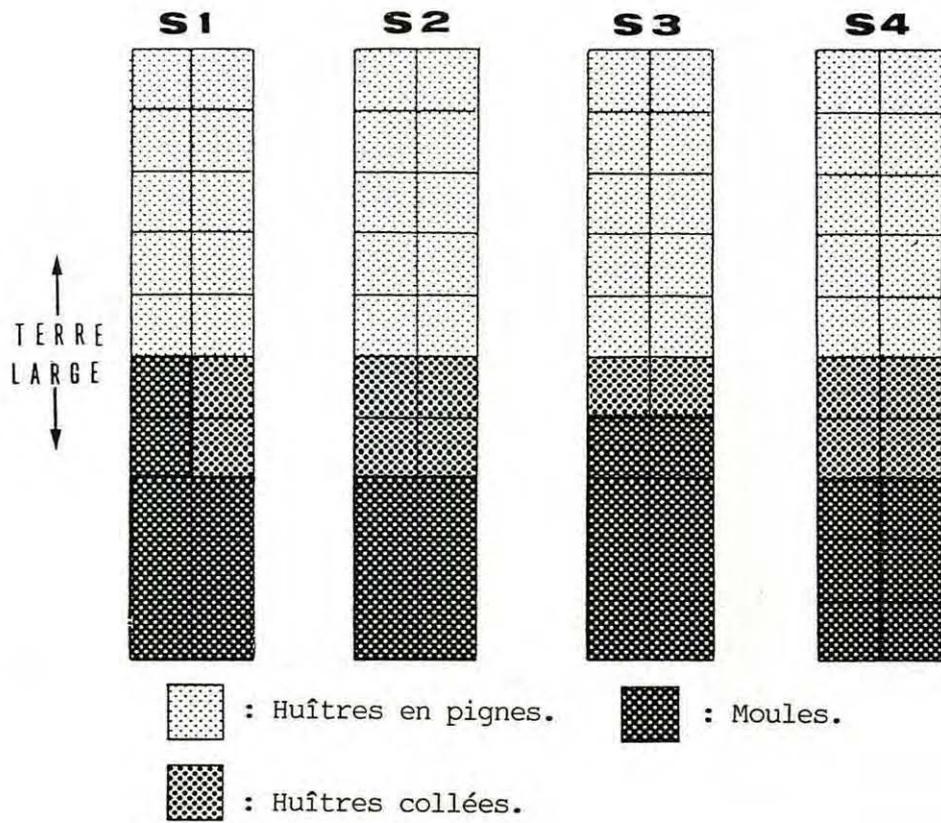


Fig. 31 : Nature du cheptel du site n°3.

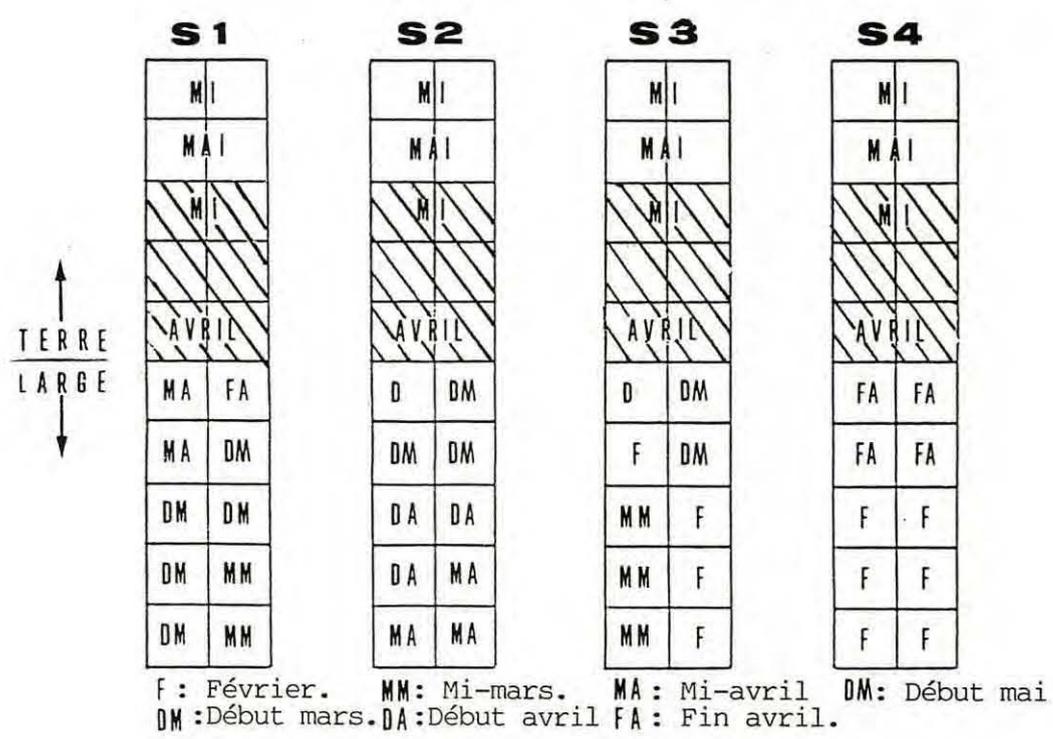


Fig. 32 : Date de chargement du site n°3.

Le comptage du nombre de cordes suspendues par table d'une part et d'autre part du nombre de pignes par cordes nous a permis de constater que la charge est équivalente sur les tables d'un même site expérimental. Le tableau 5, nous donne une idée sur les différentes densités pratiquées par les parqueurs ainsi que les longueurs des cordes utilisées pour supporter le cheptel.

	Nombre moyen de cordes par table	Longueur de corde (m) immergée	Nombre moyen de pignes par corde	Nombre moyen huitres collées par corde
Site No 2	1200 *	3	12.8	-
Site No 3				
Huitres en pignes	624	5	23.4	-
Huitres collées	240 S2-S4 120 S1-S3	4.5	-	145
Filets à moules	240 S2-S4 320 S1-S3	4.5	-	-
Site No 4	1012	3.2	13.5	-

* : 600 Cordes par demi-table.

Tableau 5 : Différentes densités pratiquées par les conchyliculteurs sur les sites expérimentaux.

2.2. Méthode d'étude de la croissance des coquillages et stratégie d'échantillonnage.

Le but de ce travail, n'est pas de préciser la forme de la croissance des mollusques bivalves placés sur chaque site en cours d'année mais de constater les différences globales éventuelles de la croissance entre les tables dévasées et les tables témoins non dévasées. A cette fin, pour chacune des expériences nous avons procédé à l'examen d'un échantillonnage de

départ destiné à vérifier l'homogénéité du matériel initial. Puis à l'issue des expériences, de durée variable selon les sites; à un échantillonnage final dans le but de mettre en évidence, l'existence des différences de croissance auxquelles nous pouvions nous attendre. Les différentes stratégies d'échantillonnage ont été adoptées à la fois en fonction de la nature du cheptel élevé et des objectifs poursuivis.

2.2.1. Les différentes expériences sur la croissance.

a - Huîtres en pignes sur les sites n° 2, 3 et 4.

* Échantillonnage de départ:

L'échantillonnage de départ a été pratiqué sur l'ensemble des tables des sites n° 2, 3 et 4 le 30.05.1988. Le plan d'échantillonnage a été conçu de manière à optimiser la précision des estimations. Une pigne entière a été considérée comme unité de sondage. La configuration tridimensionnelle de la structure d'élevage nous a conduit à prélever, selon les sites, une ou plusieurs pignes au centre de chacun des carrés à échantillonner, à mi-hauteur de corde. Les échantillons correspondent ainsi à 20 pignes par table pour le site n° 4 (1 pigne par carré), 20 pignes par demi-table pour le site n° 2 (2 pignes par carré) et enfin, 18 pignes par table pour le site n° 3 (3 pignes par carré). A ce dernier endroit l'échantillonnage

a porté uniquement sur les six carrés chargés à la même époque sur chaque table (voir paragraphe 2.1.2).

Le choix de cette stratégie d'échantillonnage se justifie par l'hypothèse de départ selon laquelle la pigne du centre d'un carré est représentative de l'ensemble de ce carré.

*** Echantillonnage final.**

L'échantillonnage qui a été adopté en fin d'expérience est différent de celui du départ. Son objectif n'étant pas le même. Il devait pouvoir apporter le maximum de précision sur les résultats escomptés, à savoir des différences de croissance en faveur des sites nettoyés. En partant de l'hypothèse selon laquelle les sédiments très chargés en matière organique doivent avoir un effet négatif sur la croissance des coquillages et que cet effet se ferait ressentir en premier et de manière plus intense sur les huîtres les plus proches du fond, nous avons été amenés à stratifier notre sondage. L'unité de prélèvement étant toujours la pigne, nous avons prélevé la dernière pigne (en bas de corde) placée au centre de chacun des carrés à échantillonner. Le nombre de pignes prélevées sur chaque site reste le même que celui prélevé lors de l'échantillonnage de départ.

Cependant, cet échantillonnage ciblé ne permettant de tirer des conclusions que pour la strate considérée, nous avons été amenés pour apporter d'intéressantes précisions, à pratiquer sur le site n° 3 un échantillonnage parallèle sur la strate du haut constituée des trois premières pignes de trois cordes

centrales dans chacun des six carrés concernés des tables S1, S2, S3 et S4, soit 18 pignes par tables. Cet échantillonnage supplémentaire devait permettre d'interpoler les résultats obtenus sur toute la tranche d'eau.

Le calendrier des prélèvements finaux est le suivant :

- le 24.10.88 pour le site n° 4 (durée d'élevage : 7 mois).
- le 02.11.88 pour le site n° 3 (durée d'élevage : 6 mois et demi).
- le 02.11.88 pour le site n° 2 (durée d'élevage : 6 mois).

b - Huîtres collées sur cordes par IFREMER.

Des expériences complémentaires de comparaison de croissances, ont été montées avec des coquillages indépendants des lots des professionnels par l'IFREMER sur l'ensemble des sites expérimentaux. Les objectifs de ces expériences sont multiples :

- comparer la qualité des tables du premier site où l'étude de la croissance des huîtres en pignes n'a pu être réalisée.

- considérer les résultats obtenus en travaillant sur du matériel calibré et homogène au départ.

- confirmer ou infirmer les observations relatives à la croissance des huîtres en pignes en utilisant une technique de culture différente de celle des parqueurs, tout au moins en ce qui concerne les sites n° 1, 2 et 4.

A partir d'un lot de 1 200 huîtres, de même origine et préalablement calibrées (longueur comprise entre 50 et 80 mm), nous avons confectionné, après répartition au hasard, 20 cordes de 60 huîtres collées au ciment prompt par groupe de 3. Ces cordes ont été placées par paire, en même position sur chaque table d'un même site expérimental, le 15.06.88.

Ainsi toutes les tables des différents sites ont reçu deux cordes à l'exception des tables S1 et S4 du site n° 3 où deux cordes, ont été placées sur chacune des deux tables voisines, l'une dévasée et l'autre non.

L'emplacement de ces cordes sur les différentes tables de chaque site est indiqué par la figure 33.

Au bout de quatre mois d'élevage, le 17.10.88, toutes les cordes ont été prélevées simultanément pour étude.

c - Expériences complémentaires du site n° 3.

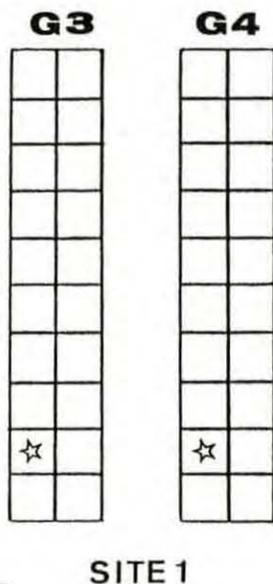
*** Croissance des huîtres collées par le parqueur.**

Le parqueur exploitant ce site ayant diversifié son cheptel et ses techniques de culture (voir paragraphe 2.1.1.), nous avons jugé intéressant d'étudier aussi l'incidence du nettoyage du fond sur les huîtres collées par ses soins. Cette expérience a porté sur deux carrés chargés simultanément, l'un sur la table dévasée S1, l'autre sur la table témoin S4 (fig. 33).

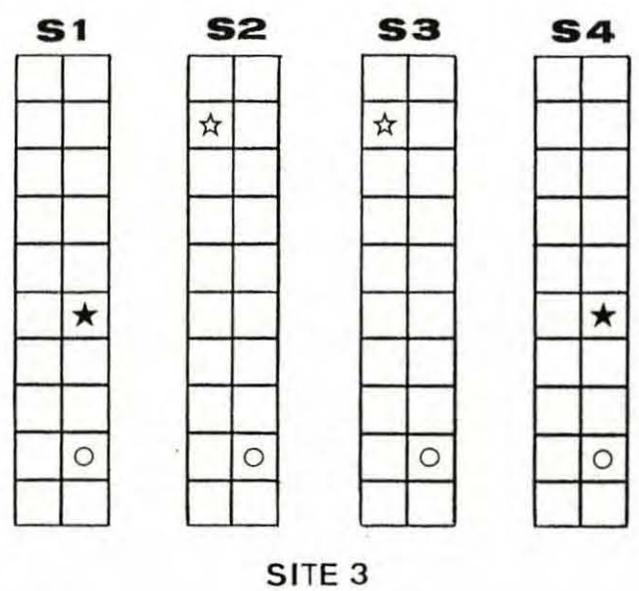
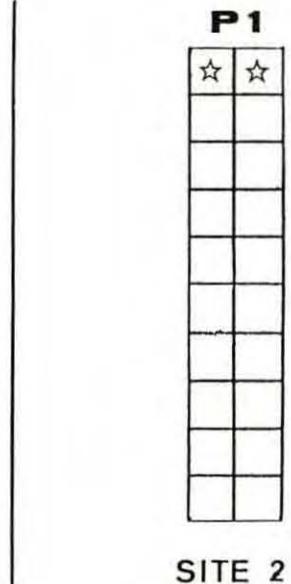
- Echantillonnage de départ.

Fig. 33 : Emplacement des huîtres et des moules placées sur les différents sites par IFREMER.
 Echantillonnage des huîtres collées par le parqueur.
 Effectué sur le site n°3.

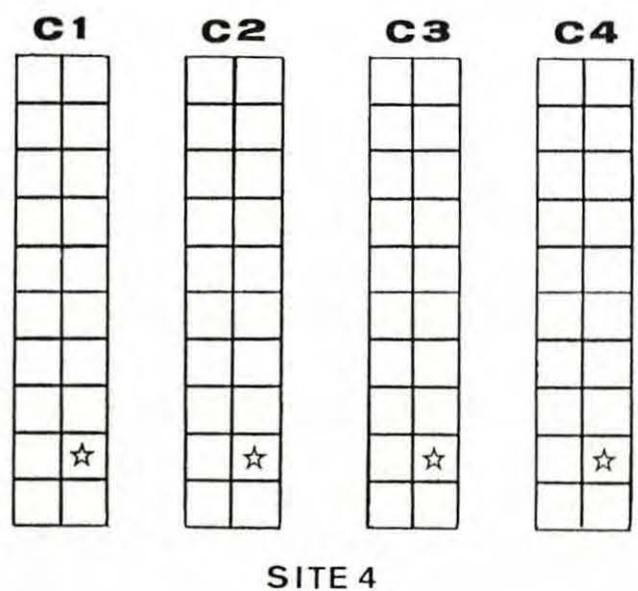
☆ : Cordes d'huîtres collées par IFREMER.
 ★ : Cordes d'huîtres collées par parqueur.
 ○ : Tubulure de moules placée par IFREMER.



↑
TERRE



↓
LARGE



L'unité d'échantillonnage qui a été adoptée dans ce cas, est la corde entière. La corde située au centre du carré a donc été utilisée, considérant qu'elle était représentative de l'ensemble des cordes de ce carré.

Ce premier échantillonnage a été effectué le 31.05.88.

- Echantillonnage final.

L'échantillonnage final a été réalisé le 3.10.88., en adoptant le même plan que précédemment à ceci près que le nombre de cordes prélevées a été doublé.

*** Croissance des moules placées par IFREMER.**

Nous avons été conduits à réaliser cette expérience sur des moules Mytilus galloprovincialis, pour pallier le fait que celles du parqueur ne répondaient pas aux spécifications expérimentales quant aux conditions de chargement.

Nous avons constitué la population de départ avec des individus de taille demi-commerciale provenant du stock élevé par le conchyliculteur. Après mélange et homogénéisation, quatre cordes comparables en tubulure plastique ont été confectionnées puis réparties au mêmes endroits (fig. 33) entre les tables de ce site. Ces cordes ont été placées le 03.06.88 pour être retirées le 27.09.88 après 3 mois et 24 jours d'élevage.

2.2.2. Evaluation de la mortalité.

Après le prélèvement des cordes, les huîtres sont séparées de leurs supports (collecteurs dans le cas des

huîtres en pigne et cordes dans le cas des huîtres collées). Elles sont ensuite débarassées des épibiontes qui les recouvrent (algues, ciones, balanes). Avant d'entreprendre les mesures biométriques, nous avons noté la mortalité ayant pu atteindre les mollusques. Pour cela il suffisait de compter les coquilles vides des huîtres mortes qui restent généralement solidaires de leurs supports.

Le taux de mortalité s'exprime par le pourcentage d'individus morts dans l'ensemble de l'échantillon.

2.2.3. Mesures biométriques.

a - Le naissain.

Seules des mesures de longueur ont été faites sur le naissain car le détroquage de petits individus nécessaire pour déterminer les poids est impossible sans les abîmer. Par ailleurs, en raison du grand nombre de naissains présents sur les coquilles collectrices, nous avons été amené, pour faciliter ce travail, à concevoir un procédé de comptage qui se décrit de la manière suivante :

On mesure directement les naissains sur la coquille collectrice à l'aide d'un compas à pointe sèche. Les écarts reportés sur du papier millimétré sont rangés au fur et à mesure par classe de taille de 10 mm. On obtient ainsi directement pour chaque classe de taille (0-10, 10-20, 20-30 mm...) une fréquence, ensuite simplement convertie en pourcentage.

b - Huîtres et moules adultes.

Pour les adultes la croissance a été définie en longueur et en poids.

- La longueur.

La longueur des bivalves qui correspond à la distance entre l'apex et le bord opposé de la coquille est mesurée au millimètre près à l'aide d'une règle biométrique.

- Le poids de l'individu frais.

C'est le poids total de l'animal qui est étudié, à savoir le poids de la coquille, augmenté du poids de la chair et de l'eau intervalvaire. Il est déterminé au centigramme près à l'aide d'une balance électronique Mettler. Notons que pour éviter une perte d'eau par les coquillages, les pesées sont effectuées immédiatement après l'émersion des mollusques du bac dans lequel ils sont stockés après leur nettoyage.

2.2.4. Méthodes de comparaison des croissances.

La comparaison des croissances linéaires et pondérales des mollusques élevés sur les tables dévasées et sur les tables témoins non dévasées est réalisée à l'aide de l'analyse de variance. Les différences établies peuvent s'exprimer par le calcul des gains.

a - Analyse de variance.

Nous avons utilisé l'analyse de variance comme méthode d'inférence statistique pour tester les hypothèses

faites sur les populations étudiées. Pour appliquer cette méthode il est nécessaire que certaines conditions soient remplies tant du côté de la population d'origine que du côté de la stratégie d'échantillonnage utilisée. Ainsi il faut que les populations étudiées soient normales. Cette condition a été vérifiée à l'aide du test d'ajustement du chi deux de PEARSON (1966).

Par ailleurs les différentes stratégies d'échantillonnage adoptées font que le nombre d'huîtres prélevées à chaque échantillonnage est suffisant mais reste minime par rapport à l'effectif total de la population ce qui d'après DAGNELIE (1985) permet d'assimiler les échantillonnages pratiqués à un échantillonnage aléatoire simple.

b - Gain linéaire et pondéral.

Dans le cas où les moyennes des échantillons étudiés marquaient des différences significatives, nous avons calculé les gains en taille et en poids des mollusques après une durée d'élevage déterminée.

2.3. Méthodes d'étude de l'indice de qualité.

L'étude biométrique classique ne fournit que des renseignements partiels sur l'état de prospérité des coquillages. Les mollusques peuvent avoir une croissance linéaire importante sans pour autant être de qualité à cause de leur maigreur. C'est pourquoi nous évaluons un indice de qualité qui permet de comparer l'état d'engraissement des animaux cultivés sur des parcs nettoyés et sur les parcs envasés.

2.3.1. Qualité des huîtres.

Nous avons choisi l'indice qualité considéré par LUCAS et BENNIGER (1984) comme le plus simple à mesurer chez les mollusques adultes, à savoir l'indice sec de WALNE (1970) dont la formule est:

$$\text{indice W} = \frac{\text{poids de chair sèche (g)}}{\text{poids de coquille sèche (g)}} \times 1\,000$$

Le facteur 1 000 adopté par cet auteur, conventionnel, permet de supprimer les décimales. Plus ce rapport est élevé, plus l'engraissement de l'animal est important et inversement.

Les poids secs de la chair et de la coquille sont déterminés, sur un nombre d'individus choisis au hasard dans chacun des échantillons, après environ 120 heures de dessiccation dans une étuve à 80° C (jusqu'à l'obtention d'un poids constant).

2.3.2. Qualité des moules.

L'indice utilisé pour l'étude de l'état d'engraissement des moules est celui de MEDCOF et NEEDLER (1941) qui s'exprime de la manière suivante.

$$\text{Indice M.N.} = \frac{\text{poids sec (g) de la chair}}{\text{P.vol tot. - P.vol coq. (g)}} \times 1\,000$$

P.vol tot. est le poids en eau du volume total du mollusque fermé.

P.vol tot. est le poids en eau du volume de ses valves.

Dans ce cas aussi le nombre 1 000 sert à éliminer les décimales. Ce rapport donne le poids de chair sec par unité de volume intervalvaire, celui-ci n'étant pas exprimé en millilitres mais par son équivalent pondéral en eau. Ceci tient au mode opératoire dans lequel, pour connaître le volume total du coquillage et le volume des valves, on utilise un vase à débordement ajusté au préalable à son niveau de trop plein. Les volumes d'eau respectifs sont pesés. La différence entre les deux pesées donne le poids en eau du volume intervalvaire.

Le poids sec est établi après séchage de la chair dilacérée à l'étuve à 80° C, jusqu'à poids constant (120 heures).

On considère qu'un index égal ou supérieur à 100, témoigne d'une excellente qualité. Entre 100 et 80 la qualité est encore satisfaisante, au dessous elle est médiocre.

3. Les conditions hydrobiologiques.

Pour la bonne conduite de ce travail, une connaissance précise des paramètres hydrobiologiques du milieu environnant les tables expérimentales était nécessaire afin de voir dans quelle mesure des différences éventuelles de température ou de richesse alimentaire entre les tables d'un même site pourraient rendre compte de différences de croissance et "parasiter" les tests biologiques relativement à l'effet du dévasement.

Sous les parcs, la mesure des teneurs en oxygène dissous, en hydrogène sulfuré (H₂S) et en ammoniacque (NH₄) était programmée pour tenter de chiffrer directement l'importance de l'impact du dévasement sur ce milieu.

3.1. Les paramètres étudiés.

3.1.1. Température et salinité.

La température et la salinité sont mesurées directement sur place à l'aide d'un thermosalinomètre YSI model 33 S.C.T meter.

3.1.2. Chlorophylle a.

Nous évaluons au cours de notre expérience, la richesse alimentaire du milieu à partir de la mesure de la chlorophylle a du phytoplancton de moins de 50 µm, ce dernier étant considéré à priori comme part essentielle de la nourriture des mollusques élevés dans l'étang de Thau (RAIMBAULT, 1966 ; TOURNIER et LAFFONT, 1985). Les analyses sont pratiquées après dégrillage de 2 litres d'eau sur un tamis de 50 µm de vide de maille et filtration sur membrane whatman GF/C imprégnée de 2 ml d'hydroxycarbonate de magnésium à 10 g/l. Cette membrane est ensuite placée dans 10 ml d'acétone à 90 % et conservée une nuit au réfrigérateur à + 6° C à l'abri de l'air et de la lumière. Le lendemain après une centrifugation de 10 minutes à 4500 t/mn, 5 ml d'extrait sont passés au spectrophotomètre Perkin-Elmer 550 SE et analysés aux différentes longueurs d'ondes (AMINOT et

CHAUSSEPIED, 1983). Les teneurs en chlorophylle a, pigment principal de la photosynthèse, sont calculées à partir des relations du SCOR-UNESCO WORKING GROUP (1966).

3.1.3. Oxygène, hydrogène sulfuré et ammoniacque.

* La teneur en oxygène dissous est mesurée avec une sonde YSI model 58. Accessoirement, afin de contrôler ces mesures, l'oxygène est dosé parallèlement avec une trousse HACH - DISSOLVED oxygène test Kit, model OX-DT.

* L'hydrogène sulfuré susceptible d'être libéré par le sédiment est dosé à l'aide d'une trousse HACH - Hydrogène sulfide test Kit, model HS-6.

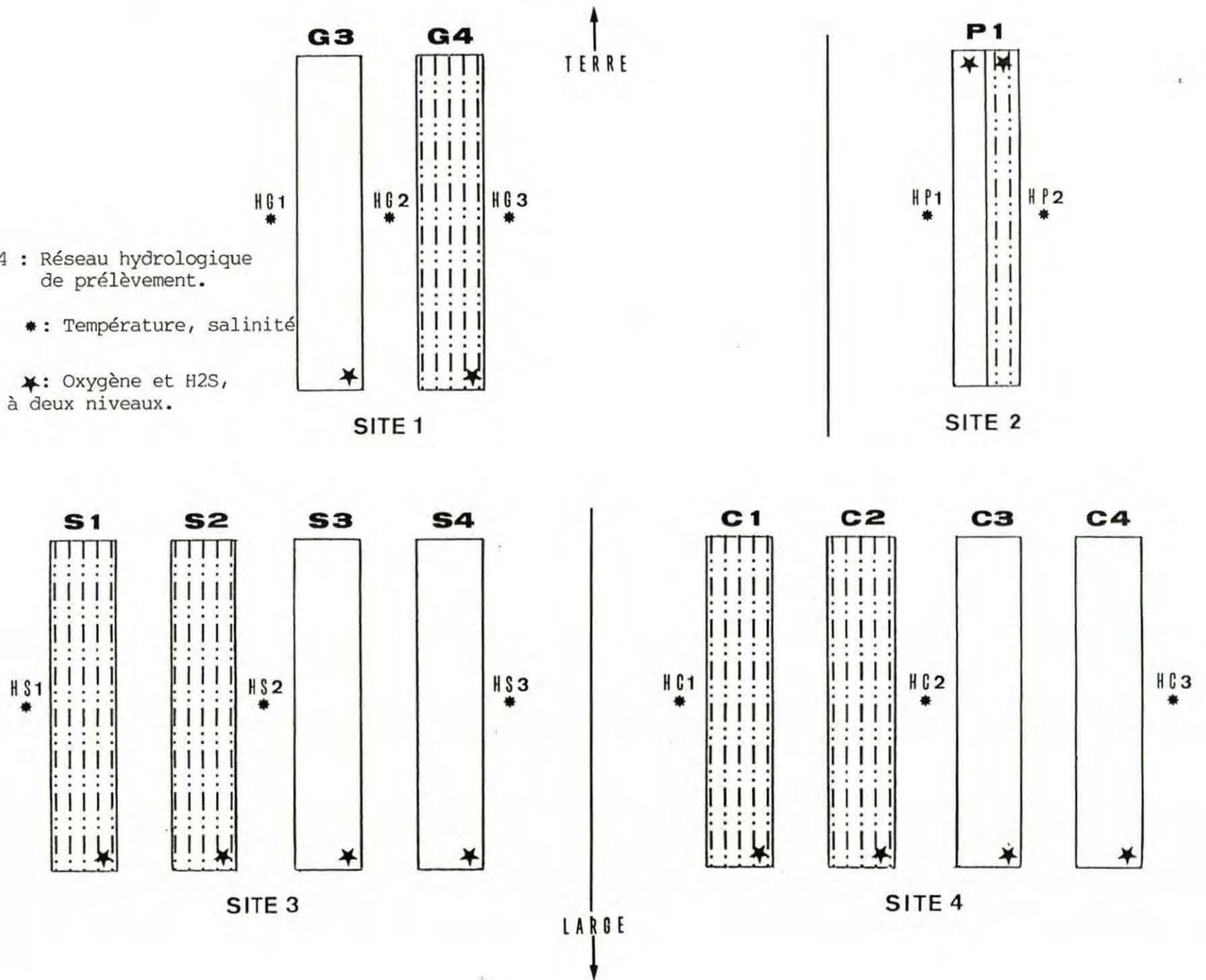
* L'ammoniacque est dosé avec une trousse HACH - Ammonia nitrogen test kit, model NI - 8.

3.2. Réseau de prélèvement (fig. 34).

La température, la salinité et la chlorophylle a sont étudiées à la profondeur de mi-corde sur un réseau de 11 points répartis autour des différentes tables expérimentales. De plus l'oxygène, l'hydrogène sulfuré et l'ammoniacque sont dosés à deux niveaux (à profondeur de mi-corde et à un mètre du fond), sous l'ensemble des tables des différents sites expérimentaux, ce qui constitue un second réseau de 12 points.

Fig. 34 : Réseau hydrologique de prélèvement.

*: Température, salinité
 ☆: Oxygène et H₂S, sondés à deux niveaux.



La profondeur de mi-corde a été choisie comme étant la plus représentative de l'ensemble de la tranche d'eau dans laquelle sont immergés les coquillages. Par ailleurs, les informations recueillies à un mètre du fond, nous permettent de suivre l'évolution des conditions du milieu à proximité du sédiment, siège des émanations de gazs, consommateurs d'oxygène.

Les profondeurs de prélèvement, variables d'un site à l'autre, sont indiquées dans le tableau 6 ci-dessous :

SITES	PROFONDEUR	
	mi-corde	1m du fond
Site No 1	2.35	5.00
Site No 2	1.50	3.50
Site No 3	2.50	4.50
Site No 4	1.60	3.00

Tous les prélèvements ont été effectués à l'aide d'une bouteille de prélèvement PWS Hydrobios de 5 litres de capacité.

Tableau 6: Profondeurs de prélèvements (m)

aux différents sites expérimentaux.

3.3. Fréquence des sorties - Calendrier de prélèvements.

Les prélèvements furent réalisés du 25.05 au 02.11 avec une fréquence moyenne de trois prélèvements par mois. Afin de saisir les éventuelles baisses d'oxygène, en période de risque de dystrophie (debut juillet - fin août), le pas de temps a été ramené à une semaine.

Le calendrier de prélèvement est le suivant :

* du 25.05 au 05.07 tous les 10 jours soit au total 5 tournées.

* à partir du 05.07 au 19.08 inclus toutes les semaines
soit au total 5 tournées (la tournée du 09.08 n'a
pas eu lieu).

* à partir du 19.08 au 02.11 tous les 10 jours.
soit au total 7 tournées.

Remarques : * pendant les trois premières tournées l'oxygène
dissous et l'hydrogène sulfuré ont été mesurés uniquement sous
les tables non dévasées à 1 m de fond.

* La mesure des paramètres hydrobiologiques
(température, salinité, chlorophylle a) a été arrêtée pour les
sites 1 et 4 le 21.10.

CHAPITRE III - RESULTATS.

A - Résultats techniques acquis à la faveur des opérations expérimentales de dévasement.

1. Déroulement des opérations début 1988.

Un calendrier prévoyait que les opérations de dévasement se dérouleraient entre le 25 janvier et le 15 février. Mais ces opérations n'ont débuté que plus tard, pendant la deuxième semaine de février, et se sont achevées à la fin du mois de mars.

Ce retard tient à trois causes :

- Le temps relativement clément fin janvier - début février, alors peu exploité, est devenu très venté par la suite. Il a même rendu l'intervention périlleuse compte tenu des engins utilisés.

- Les engins classiques de travaux publics utilisés pour dévaser les tables étaient quelquefois surdimensionnés et ont de toute manière nécessité un temps d'adaptation avant d'entreprendre le travail projeté.

- La sousestimation par les entrepreneurs des difficultés rencontrées sur l'étang et les tables conchyliques, dans cette activité totalement nouvelle.

Au total cinq tables et demi, réparties sur quatre sites expérimentaux différents ont été dévasées, ceci par l'intermédiaire de trois entreprises. Leur temps effectif de travail varie entre trois et dix jours.

2. Les techniques expérimentales.

A l'issue de cette première expérience, il ne s'agit pas de porter un jugement sur les entreprises qui se sont trouvées confrontées à des difficultés imprévues mais uniquement sur les techniques qu'elles ont employées.

2.1. Dévasement à la pompe Toyo.

2.1.1. Enlèvement préalable du matériel lourd (pochons, cordes, perches) par plongée.

La technique de ramassage du matériel lourd par plongée vaut pour l'essentiel du coulage. Elle est de durée acceptable (1 à 3 heures à deux plongeurs, selon l'état de la table) et paraît de toute manière être nécessaire.

Cette approche pourrait être mise en défaut lorsque des cordes entières se trouvent enfouies dans le sédiment, mais d'une part le cordage employé actuellement a tendance à flotter et à apparaître en surface et d'autre part un ramassage du matériel lourd sera de toute manière nécessaire sous les tables très "sales" lors d'un premier dévasement mais non pour les simples interventions d'entretien ultérieures.

Une autre méthode peut par ailleurs faciliter l'opération dans le cas précédent en particulier en présence de filet à moules généralement enfouis : après un premier ramassage du matériel lourd apparent, le passage sur le fond d'une griffe à crochets de 25 à 30 cm (fig. 35) permet de ramener en surface ou de rassembler sur de courtes distances les cordes et les tringles enfouies.

Lorsque les coquilles mortes ou vivantes sont désolidarisées de leur corde et surtout séparées les unes des autres et cela quelquefois en très grande abondance (20 cm d'épaisseur sous certaines tables par exemple) le ramassage manuel en plongée est certainement prohibitif et elles doivent être traitées avec le sédiment.

Notons que le matériel lourd repérable en plongée ne représente que quelques mètres cubes par table et que son chargement et son évacuation obligatoire à terre ou dans un secteur de remblaiement apparaît comme une contrainte acceptable.

2.1.2. Le pompage.

L'appréciation de la vitesse d'action de ce système est difficile en raison de différents défauts de mise au point (tuyau de refoulement pincé ou décroché, problème de coordination des mouvements du tuyau et de la flèche de la grue, modification de l'assiette du ponton selon de débattement du bras télescopique, manoeuvres diverses pour surpasser les traverses de l'extérieur de la table...). Il semble cependant qu'employée dans un système plus rationnel, une pompe ou une suceuse devrait

pouvoir opérer un enlèvement assez rapide et relativement régulier de la vase semi-liquide seule.

Par ailleurs, les volumes d'eau et de vase pompés et stockés dans les chalands sont extrêmement importants, nécessitant ainsi la présence de trois barges de grande capacité de stockage.

La navigabilité d'un tel système s'est avérée particulièrement défectueuse par suite de problèmes de charge et par la constitution du train flottant dont seul un pousseur assurait la mobilité.

Du fait d'un travail "aveugle" à partir de la surface de l'eau et du manque de référence stable en profondeur, le fond est laissé très irrégulier avec des tranchées allant jusqu'à 50 cm de creux et des secteurs non nettoyés. Rappelons que les grosses coquilles restent en place et que le matériel lourd a été préalablement enlevé par plongée.

Cependant, la turbidité occasionné par la pompe, crainte majeure des représentants des professionnels, est quasiment nulle et se trouve limitée à proximité du fond (fig. 36).

Notons que du fait du refoulement en jet dans le chaland de la vase brassée avec de l'eau et mise au contact de l'air, l'hydrogène sulfuré, très volatil, est éliminé dans l'atmosphère et qu'une première dispersion de la vase dans de l'eau saturée en oxygène a lieu.

2.1.3. Effet immédiat des dispersions de vases liquides dans l'étang.

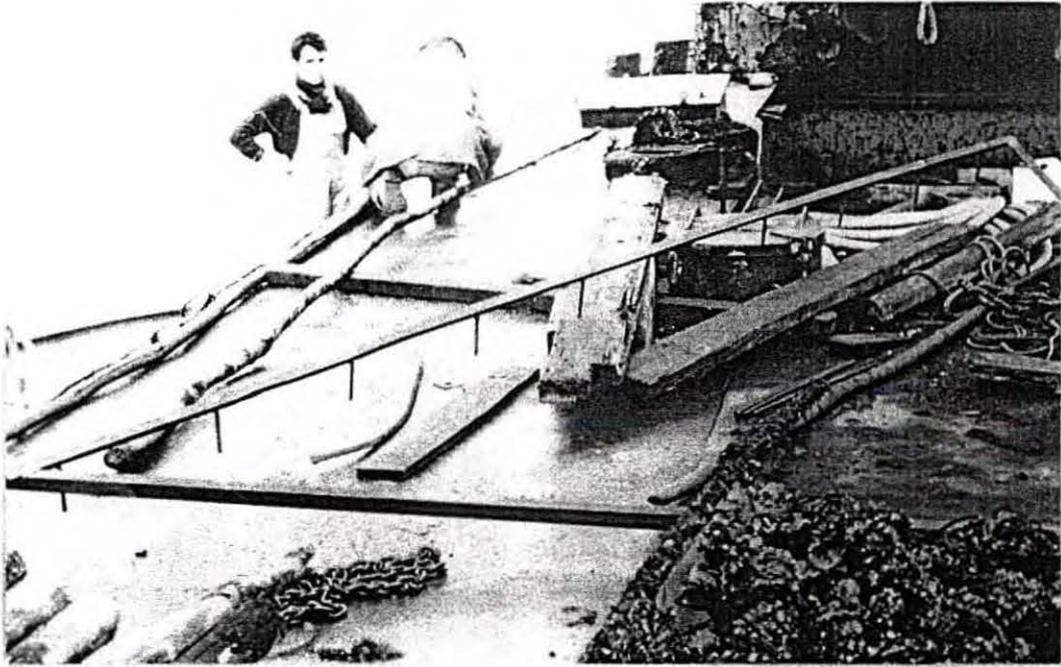


Fig. 35 : Griffe à crochet pouvant faciliter le rassemblement des cordes enfouies dans le sédiment.



Fig. 36 : Turbidité occasionnée par la pompe TOYO.

Les dispersions de vases liquides dans deux secteurs de l'étang, bien que réalisées en surface, n'ont occasionné qu'un trouble apparent très modéré, sans commune mesure avec l'état des eaux lorsqu'elles sont agitées par un coup de vent.

Dans la nappe même du premier rejet (située dans la crique de l'Angle) la teneur en oxygène n'a pas sensiblement varié et s'est maintenue à 9.3 mg/l. Le dosage de l'hydrogène sulfuré s'est montré négatif.

Sur le deuxième rejet (au sud de la zone B), les analyses ont indiqué 10.6 mg/l d'oxygène et une absence d'H₂S. La turbidité modérée était inapparente du fait d'un léger clapot.

Il est d'ailleurs à noter que la coloration noire caractérisant la vase liquide au moment de son prélèvement n'apparaît plus dans le nuage turbide qui se constitue dans l'eau après rejet, son apparence brunâtre étant due à l'effet de dispersion et peut-être aussi à un début d'oxydation ne serait-ce que superficielle des particules.

2.2. Dévasement au godet rétro.

Cette technique particulièrement rapide est apparue en même temps comme particulièrement agressive vis à vis des fonds. Malgré cela il est d'un grand intérêt d'avoir pu constater que même dans ce cas la turbidité occasionnée était très limitée dans l'espace et dans le temps, les tables voisines chargées en mollusques ne pouvant en aucun cas subir de préjudice. Il est certain que dans les vastes plages

correspondant aux coups de godets le nettoyage est total mais aussi très excessif, une partie de la vase brune inférieure étant prélevée en même temps que la tranche supérieure réduite. Plus de 200 m³ de sédiments en partie très "sales" ont été enlevés sous les tables S1 et S2 et ont été évacués à terre par les soins de l'entreprise contractante.

Les défauts de cette opération sont les suivants :

- Engins très surdimensionnés ne passant pas dans les tables.

- Manipulations agressives et très irrégulières : les coups de godets vont trop profondément constituant des trous allant jusqu'à 80 cm et attaquant le sédiment inférieur brun. Constitution de buttes au niveau des traverses du fait du travail latéral. Risque de déchaussement de rail. Un nivellement a été envisagé mais il n'a pu être réalisé faute de temps, le parqueur souhaitant charger ses tables.

- Travail en "aveugle", l'interface eau-sédiment très fluide ne pouvant être ressentie par le grutier et le système de référence en profondeur étant très approximatif sinon suggestif.

2.3. Dévasement à la benne preneuse.

2.3.1. La technique de prélèvement.

La mise en suspension de la vase provoquée par le dragage est pratiquement négligeable. Elle est un peu plus marquée dans les 50 cm à partir du fond mais n'atteint pas les tables voisines (fig. 37).

Néanmoins cette opération a présenté les défauts suivants :

- Elle est lente : non seulement les moyens mis en oeuvre sont assez lourds mais encore l'épaisseur de sédiment à prélever ne correspond pas à la destination normale de l'engin fait pour être rempli, ce qui nécessite de très nombreuses prises. Il convient de signaler qu'une part de la lenteur est à mettre au crédit d'une réelle application des intervenants.

- Elle est aveugle : en dépit d'une certaine méthode, les prélèvements sont mal répartis ce qui aboutit à de fortes irrégularités, certains endroits étant bien nettoyés alors que d'autres sont restés intacts formant des buttes. C'est d'ailleurs ainsi que quelques pochons et quelques cordes ont échappé à l'intervention.

- Le fond est irrégulier et surcreusé : l'irrégularité du fond provient non seulement du caractère aveugle du système et de l'inadaptation de la benne mais aussi du défaut de référence stable pour fixer la profondeur d'immersion et donc l'épaisseur de la prise (absence d'automatisme et de contrôle périodique, effet du clapot et des variations de niveau de l'eau). Bien qu'une barre métallique amarrée en patte d'oie ait été traînée sur le fond pour tenter de le régulariser, il reste encore des trous de 20 à 30 cm (fig. 38). De plus, alors que l'enlèvement à opérer était fixé à $550 \text{ m}^2 \times 0.15 - 0.20 \text{ m}$, à savoir 80 m^3 , il est d'après les cubages payés pour transport à terre, presque le double. L'intervention a ainsi abouti à la constitution d'une légère cuvette sous la table.

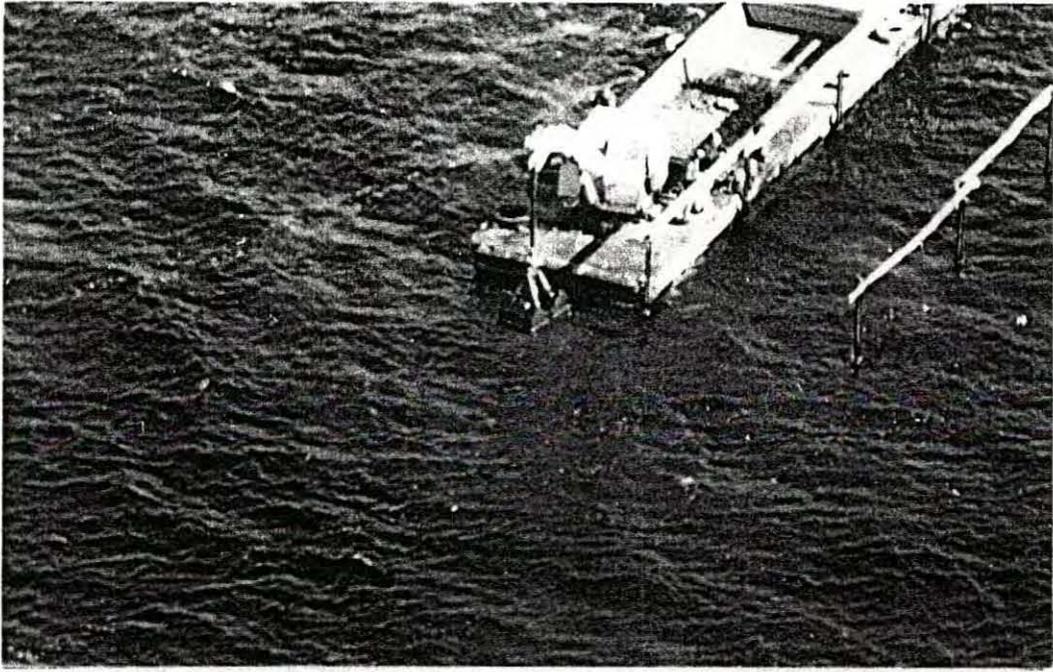


Fig. 37 : Vue aérienne de la turbidité occasionnée par la benne preneuse pendant le dévasement.

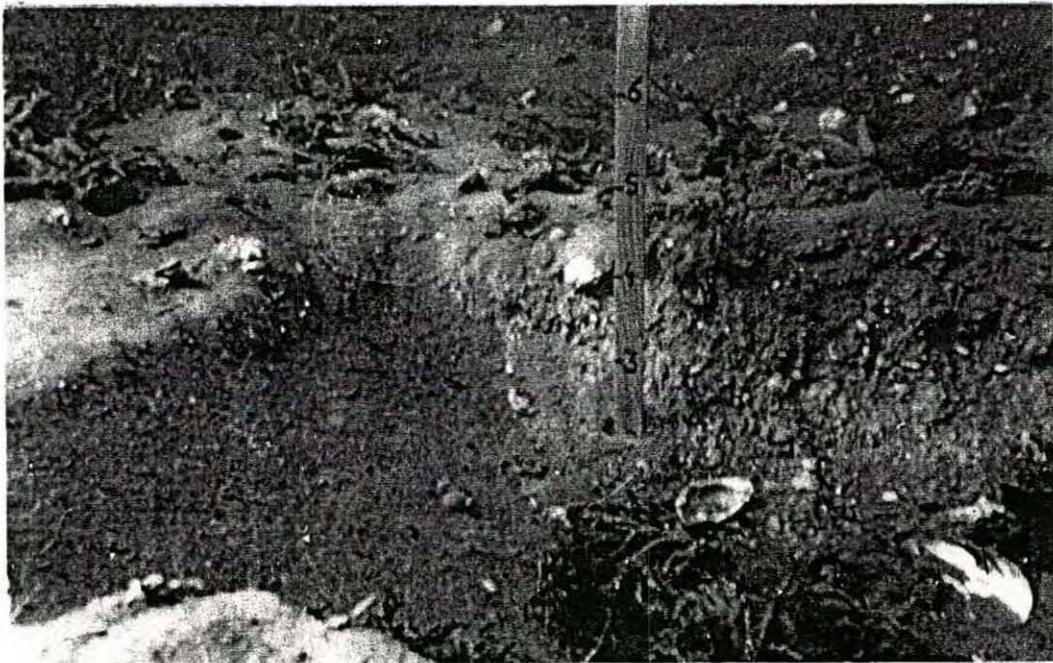


Fig. 38 : Trace de la benne preneuse sur le sédiment.

3.3.2. Evacuation des prélèvements à terre.

Nous avons déjà cité l'évacuation à terre prise en charge par une entreprise à l'aide de ses moyens propres. En ce qui concerne l'évacuation de la totalité des prélèvements (matériel lourd et sédiment) par le biais d'un réseau de ramassage d'ordures ménagères, il apparaît que cette solution est tout à fait prohibitive. En revanche lorsqu'il ne s'agit que de la fraction relativement faible que représente le "matériel lourd" seul, sa reprise dans le circuit de ramassage des déchets conchylicoles, que ce soit directement ou indirectement par l'intermédiaire des concessionnaires des tables nettoyées, paraît correspondre à la vocation de cette organisation.

3. Aspect du fond sous les tables dévasées dans les différents sites expérimentaux.

3.1. Site n° 1.

Le fond sous la table G4 dévasée à la pompe Toyo est très irrégulier. Nous avons observé un grand nombre de tranchées de profondeurs variables, atteignant parfois plus de 50 cm. Au bord de ces tranchées des amas de coquilles, probablement déterrées par le passage de la pompe, et de la vase noire fluide constituent des petites dunes d'une quinzaine de centimètres de hauteur. La technique de nettoyage du fond par balayage horizontal de la pompe, fait que quelques endroits n'ont pas été atteints, l'engin étant guidé approximativement à partir de la

surface. Dans les endroits dévasés, le sédiment est de couleur brunâtre. Il est néanmoins recouvert d'une très fine pellicule de vase noire, qui a sans doute été mise en suspension par la turbulence créée par l'aspiration et qui s'est redéposée par la suite.

3.2. Site n° 2.

Rappelons que le dévasement de la moitié de la table P1 de ce site a été pratiqué à la pompe Toyo. Le résultat de ce travail est similaire à celui constaté sur le site n° 1. Notons que dans ce cas, un essai a été tenté sur les deux premiers carrés où l'engin a été guidé par des plongeurs. Cette manière de procéder a fait qu'une couche de sédiment d'environ 20 cm de profondeur a été enlevée de façon régulière. Par contre, pour le reste de l'opération et sans l'aide des plongeurs, le résultat du travail est nettement moins satisfaisant laissant le fond mamellonné avec de larges secteurs non nettoyés et une multitude de coquilles éparpillées çà et là.

3.3. Site n° 3.

L'utilisation du godet rétro pour dévaser les tables S1 et S2 nous a paru très agressive vis à vis des fonds. En effet nous avons observé sous la table S1 de larges excavations (allant jusqu'à 80 cm de profondeur) au centre des carrés, celles-ci correspondant aux coups de godet. Par contre à l'aplomb des traverses et au niveau des rails (ces endroits ne pouvant être atteint par le bras télescopique de la pelle

mécanique) il y a eu constitution de buttes, vraisemblablement dûes sous les traverses à un effet de raclage du sédiment par le godet. Au niveau de ces buttes la vase noire très fluide est encore présente, ailleurs le sédiment a une couleur gris-brun. Les mêmes remarques peuvent être faites quant à l'aspect du fond sous la table S2 sauf que, du fait peut-être de l'expérience acquise par le grutier le travail semble être moins agressif.

3.4. Site n°4.

L'aspect du fond sous les tables C1 et C2 dévasées à la benne preneuse présente, lui aussi, de nombreuses irrégularités. Les traces de la benne preneuse sur le sédiment se distinguent très nettement. Par ailleurs certains endroits ont manifestement échappé au nettoyage. Notons que dans ce cas aussi, la table C2, faite la deuxième, semble être mieux travaillée, son fond paraît plus régulier.

B - Résultats des observations effectuées sur les conditions du milieu.

Les observations sur les conditions de milieu sont regroupées en deux ensembles relatifs l'un au sédiment l'autre à l'eau.

1. Le sédiment.

1.1. Site n° 1 (table G4).

1.1.1. Description du sédiment.

Une première carotte a été prélevée sous la table G4 avant dévasement. Sa texture est assez compacte, son profil peut-être décrit de la manière suivante : une pellicule superficielle oxydée de couleur claire, suivie d'une couche de vase noire d'une quinzaine de centimètres d'épaisseur contenant de nombreux fragments de coquilles d'huîtres ; en dessous le sédiment a une couleur marron brun. Par ailleurs une forte odeur d'H₂S se dégage de ce sédiment.

Après les opérations de dévasement on a procédé à un deuxième carottage, révélant que la couleur du sédiment prélevé est brune et que l'odeur d'H₂S est imperceptible.

1.1.2. Caractéristiques du sédiment.

a - Nature du sédiment.

Les diverses catégories de sédiment seront désignées dans cette étude selon la terminologie adoptée par SUDRY (1910) :

Sable	: plus de 90 % de sable et moins de 10 % de vase.
Sable vaseux	: de 90 à 75 % de sable et de 10 à 25 % de vase.
Vase très sableuse	: de 75 à 50 % de sable et de 25 à 50 % de vase.
Vase sableuse	: de 50 à 10 % de sable et de 50 à 90 % de vase.

Vase : moins de 10 % de sable et plus de 90 %
de vase.

L'importance relative des fractions sableuse (supérieure à 63 μ) et argileuse (inférieure à 63 μ) observées dans les différents horizons des carottes prélevées avant et après dévasement est indiquée dans la figure 39. On voit que le sédiment avant dévasement était de nature sablo-vaseuse. Logiquement on devrait retrouver un sédiment de même nature après les travaux de pompage effectués sur le fond de cette table. Or contrairement à toute attente la proportion des particules fines a augmenté dans l'horizon de 0 - 5 cm, donnant ainsi un sédiment de nature vaseuse. Cette anomalie sera explicitée dans le chapitre suivant.

b - Granulométrie de la fraction sableuse.

Les résultats de l'étude granulométrique fine des sables sont représentés (fig. 40) par des histogrammes de fréquences pondérales.

Cette étude confirme, en ce qui concerne l'horizon de 10-15 cm, l'observation faite au départ quant à la présence de débris de coquilles. En effet la proportion la plus importante du sable de cet horizon est constituée par des fragments coquillers supérieurs à 2 mm. Par ailleurs la composition granulométrique de la fraction sableuse de l'horizon de 0-5 cm prélevé après le dévasement est différente et en particulier plus riche en sable fin (200-63 μ) que toutes les fractions sableuses examinées avant dévasement.

c - Teneur en CaCo₃.

La teneur en carbonate de calcium du sédiment (fig. 41) avant dévasement varie entre 13.5 et 22.5 %. Après le nettoyage elle est de 22 %.

1.1.3. Teneur en matière organique.

Les résultats de l'évaluation de la teneur en matière organique par calcination au four sont indiqués dans le tableau suivant :

Horizons	Fraction >63 μ Sables	Fraction <63 μ Argiles	Totalité du sédiment
0-5 cm	10.43	14.91	14.10
10-15 cm	5.88	10.89	10.01
25-30 cm	0.87	10.28	9.30
Dévasé 0-5 cm	12.18	11.02	11.10

Tableau 7 : Teneur en matière organique (en %) dans les fractions sableuses et argileuses des horizons des carottes prélevées avant et après dévasement : site n°1, G4.

On constate, quelle que soit la fraction considérée, que la teneur en matière organique est plus importante dans l'horizon supérieur (0-5 cm); elle diminue avec la profondeur. De même il semble que le pourcentage de matière organique est plus

Fig. 39 : Les différentes fractions du sédiment dans les horizons des carottes avant et après dévasement. Site No 1.
Table G4.

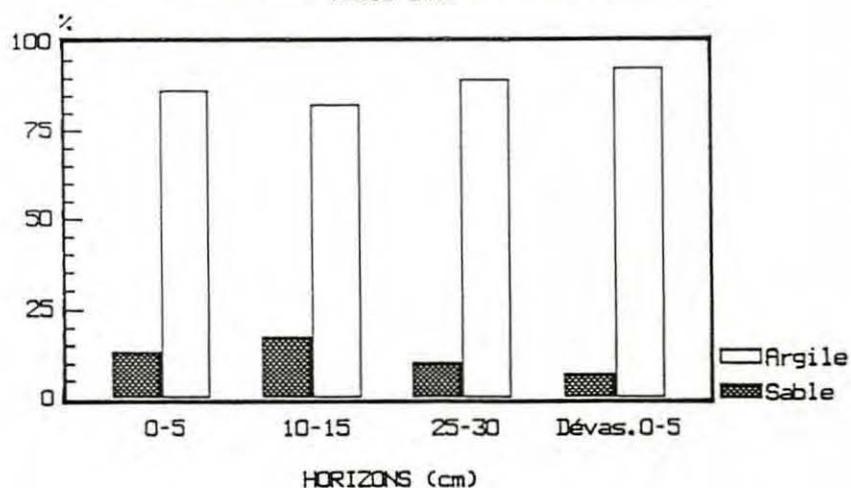


Fig. 40 : Granulométrie de la fraction sableuse dans les horizons des carottes avant et après dévasement. Site No 1.
Table G4.

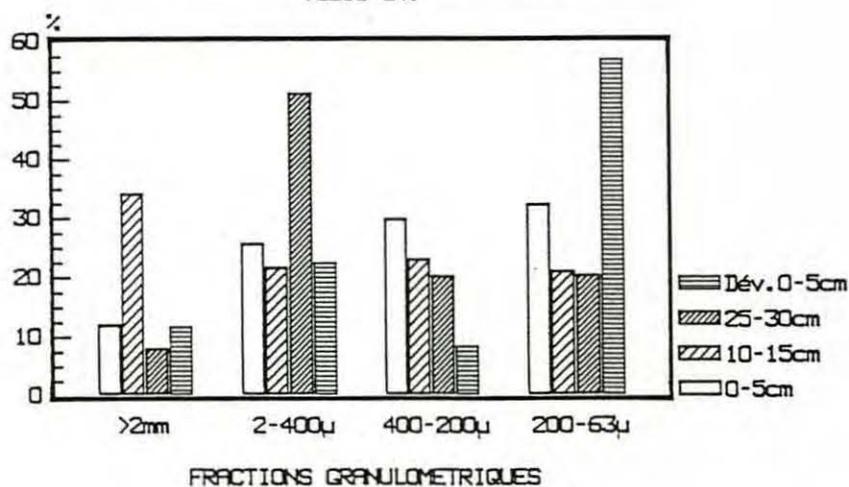
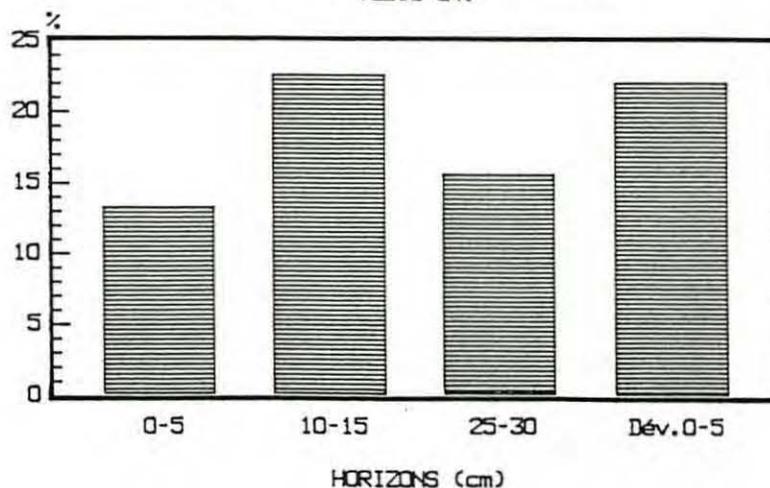


Fig. 41 : Teneur en carbonate de calcium des différents horizons du sédiment avant et après dévasement. Site No 1.
Table G4.



élevé dans la fraction fine (argile) que dans la fraction grossière (sable).

Cette teneur en matière organique à chaque horizon a été calculée pour l'ensemble du sédiment (sable et argile).

On constate qu'après le dévasement, la teneur en matière organique de l'horizon de 0-5 cm a légèrement diminué pour la fraction argileuse. Par contre elle aurait augmenté anormalement dans la fraction sableuse où l'on trouve une valeur supérieure (12.18 %) à la valeur initiale (10.43 %).

1.2. Site n° 2 (demi-table P1).

1.2.1. Description du sédiment.

L'aspect des carottes prélevées sur le fond de la table P1 avant et après dévasement est ici sensiblement variable. Le profil de la carotte avant dévasement est le suivant :

- une pellicule superficielle grisâtre épaisse de quelques millimètres.
- une vase noire épaisse d'une dizaine de centimètres.
- le reste de la carotte d'une couleur marron foncé avec un horizon de débris de coquilles vers 20-25 cm.

La texture du sédiment est assez molle mais elle reste néanmoins compacte (semblable à de la pâte à modeler). Dans ce cas encore une forte odeur de sulfure était perçue.

Après le dévasement l'horizon de 0-5 cm présente une faible épaisseur de vase noire assez fluide (à peu près 1 cm), le reste est constitué par du sédiment brun. L'odeur d'hydrogène sulfuré est très légèrement perceptible.

1.2.2. Caractéristique du sédiment.

a - Nature du sédiment.

Il apparaît à l'étude de la figure 42 que plus il est profond, plus le sédiment contient des particules fines.

Ainsi les horizons de 0-5 cm et de 20-25 cm sont vaseux alors que l'horizon de 40-45 cm est vaseux. L'horizon de 0-5 cm de la carotte prélevée après dévasement est quant à lui constitué de vase sableuse dont les proportions des fractions granulométriques se rapprochent de celles de l'horizon de 20-25 cm.

b - Granulométrie de la fraction sableuse.

Les résultats des analyses granulométriques de la fraction sableuse des différents horizons des carottes prélevées avant et après dévasement sont indiqués dans la figure 43. On constate que la granulométrie de l'horizon de 0-5 cm après dévasement se rapproche le plus de celle de l'horizon de 20-25 cm prélevé avant dévasement à légères différences près notamment dans la proportion des sables fins et des débris coquilliers.

c - Teneur en CaCo₃.

La teneur globale en carbonate de calcium des différents horizons est représentée par la figure 44. Nous voyons que le CaCo₃ semble se trouver en plus grande quantité dans l'horizon de 20-25 cm (50 %), et avant dévasement, en moins grande quantité dans l'horizon supérieur.

1.2.3. Teneur en matière organique.

Les résultats des dosages de matière organique sont indiqués dans le tableau suivant :

Horizons	Fraction >63 μ Sables	Fraction <63 μ Argiles	Totalité du sédiment
0-5 cm	8.43	16.05	14.05
20-25 cm	6.25	15.62	14.40
40-45 cm	2.58	11.67	11.13
Dévasé 0-5 cm	5.93	15.61	14.12

Tableau 8 : Teneur en matière organique (en %) dans les fractions sableuses et argileuses des horizons des carottes prélevées avant et après dévasement : site n° 2.

Nous voyons que les teneurs en matière organique déterminées dans les deux fractions granulométriques du sédiment prélevé après dévasement ont des valeurs très proches de celles

Fig. 42 : Les différentes fractions du sédiment dans les horizons des carottes avant et après dévasement. Site No 2.
Table P1.

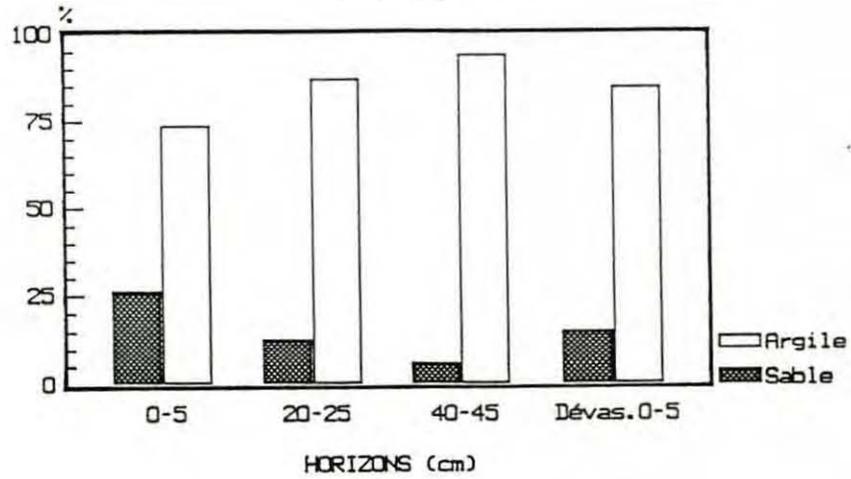


Fig. 43 : Granulométrie de la fraction sableuse dans les horizons des carottes avant et après dévasement. Site No 2.
Table P1.

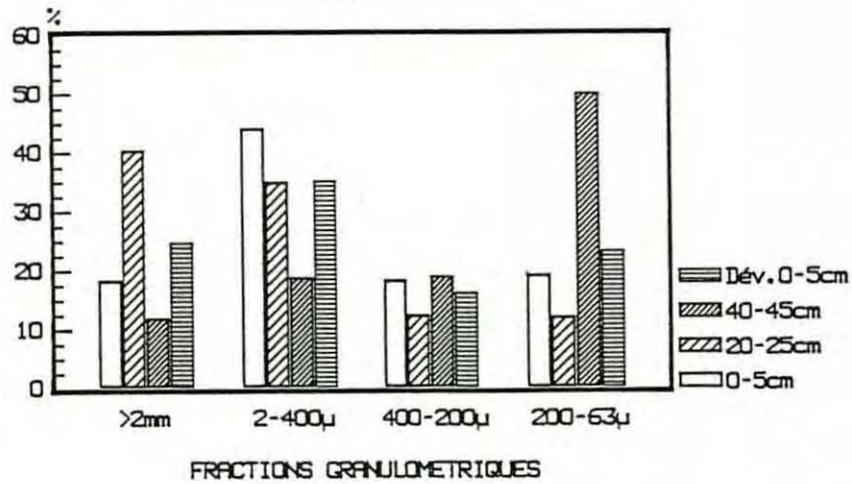
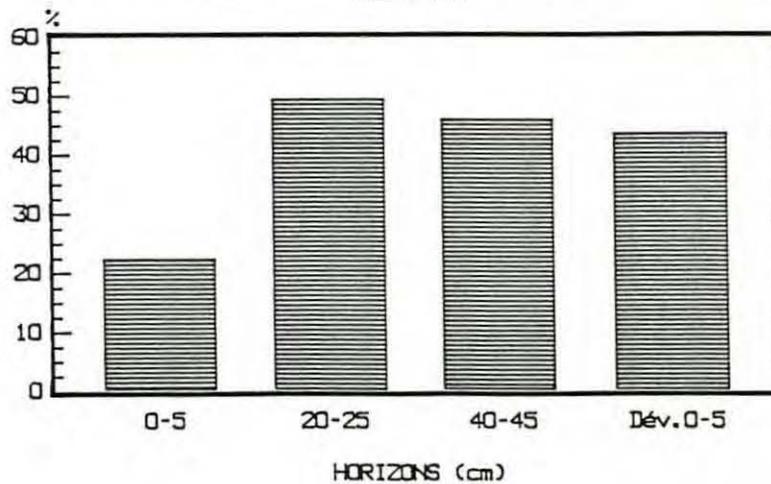


Fig. 44 : Teneur en carbonate de calcium des différents horizons du sédiment avant et après dévasement. Site No 2.
Table P1.



du sédiment de l'horizon de 20-25 cm et ceci notamment pour la fraction argileuse.

1.3. Site n°3 (table S1 et S2).

1.3.1. Description du sédiment.

Dans ce cas deux carottes ont été prélevées sur les deux tables S1 et S2 avant le dragage et deux autres aux mêmes endroits après le dévasement. Nous avons déjà évoqué précédemment la similitude de la nature des fonds sous ces parcs. Les résultats de nos observations confirment cette remarque.

Les carottes prélevées avant dévasement étaient constituées d'une vase noire très fluide, ce qui expliquerait peut-être la faible hauteur de sédiment collecté (20 cm à peine). Cette vase noire dégageait une très forte odeur d'hydrogène sulfuré. Après les travaux de dragage l'aspect du sédiment était totalement différent notamment en ce qui concerne sa texture qui est devenue, bien qu'étant assez molle, beaucoup plus compacte que précédemment. La couleur est brune, et l'odeur caractéristique des sulfures est devenue presque imperceptible.

1.3.2. Caractéristiques du sédiment.

a - Nature du sédiment.

L'importance relative des fractions sableuses et argileuses observées dans les différents horizons des carottes prélevées avant et après dévasement des tables S1 et S2 est fournie dans les figures 45 et 48. Les résultats obtenus pour les

tables S1 et S2 sont très proches. Nous voyons d'après la première série de carottage, avant dévasement, que l'horizon supérieur est constitué par de la vase, les horizons plus profonds étant quant à eux de nature vaso-sableuse. Après l'intervention technique les sédiments de ces deux parcs présentent une granulométrie comprenant moins de 10 % de sable, dénotant leur nature vaseuse.

b - Granulométrie de la fraction sableuse.

Il semble, d'après l'étude des figures 46 et 49 que la structure des fractions sableuses des horizons 0-5 cm après le dévasement ne correspond à aucune de celles des différents horizons du sédiment avant l'intervention.

c - Teneur en CaCo₃.

Les teneurs globales en CaCo₃ du sédiment de la table S1 sont représentées dans la figure 47. Avant le dévasement elles varient selon les horizons entre 39 et 48 %. Après le dragage elles sont de 54 % environ dans l'horizon supérieur.

En ce qui concerne la table S2. Les valeurs sont légèrement inférieures (fig. 50). Avant le dévasement elles sont comprises entre 35 et 47.6 %. et après de 39 %.

1.3.3. Teneur en matières organiques.

Fig. 45 : Les différentes fractions du sédiment dans les horizons des carottes avant et après dévasement. Site No 3.
Table S1.

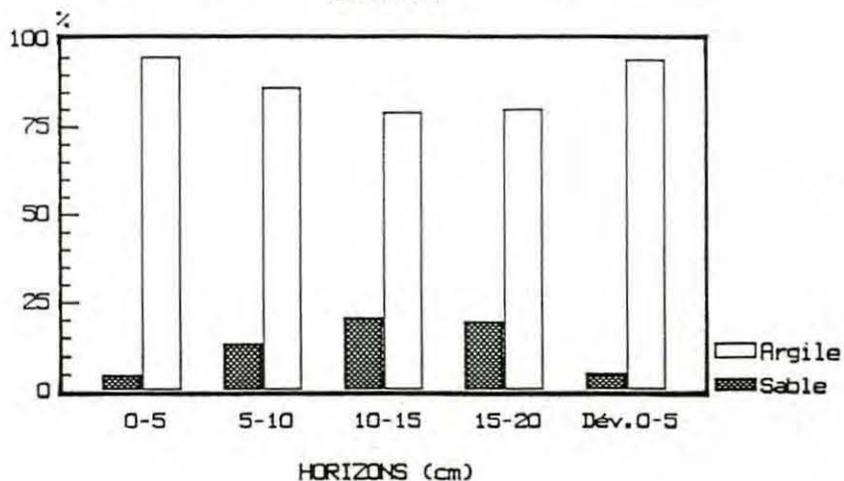


Fig. 46 : Granulométrie de la fraction sableuse dans les horizons des carottes avant et après dévasement. Site No 3.
Table S1.

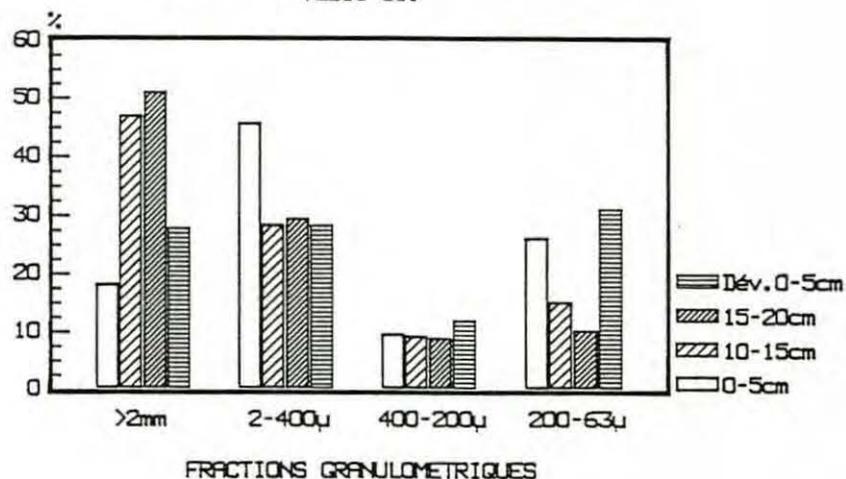


Fig. 47 : Teneur en carbonate de calcium des différents horizons du sédiment avant et après dévasement. Site No 3.
Table S1.

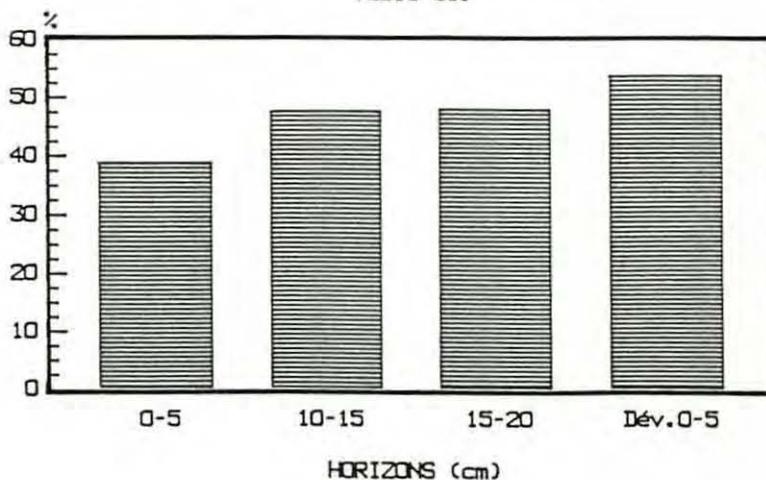


Fig. 48. / Les différentes fractions du sédiment dans les horizons des carottes avant et après dévasement. Site No 3.
Table S2.

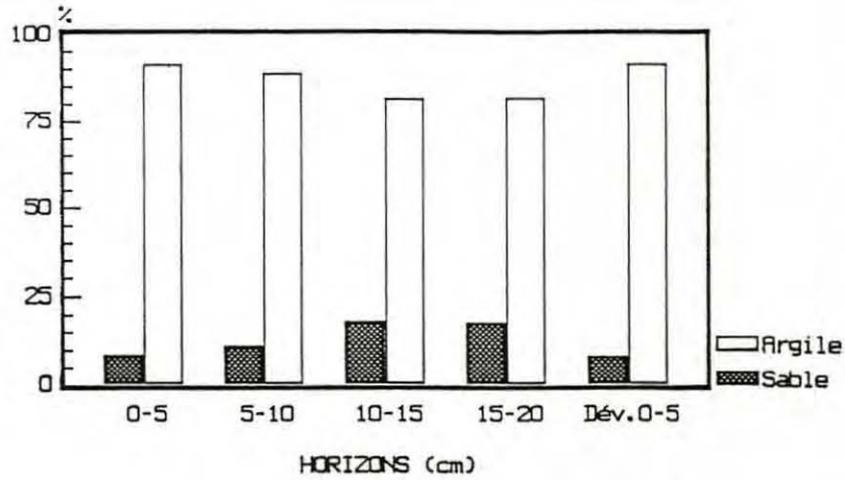


Fig. 49 : Granulométrie de la fraction sableuse dans les horizons des carottes avant et après dévasement. Site No 3.
Table S2.

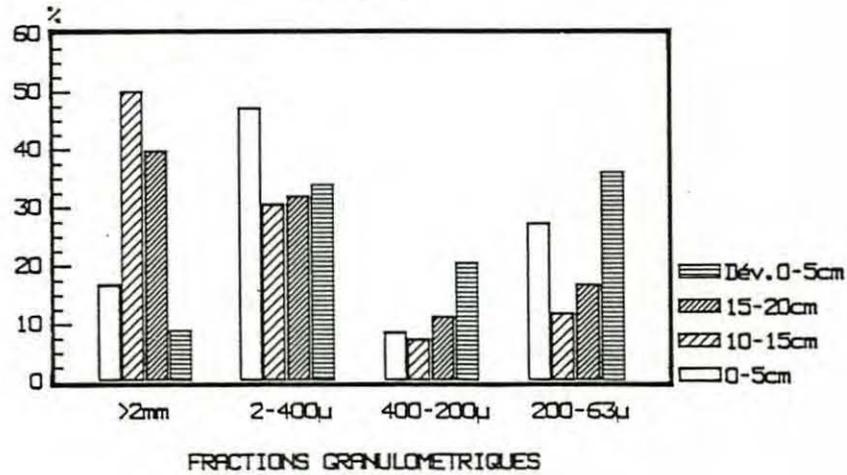
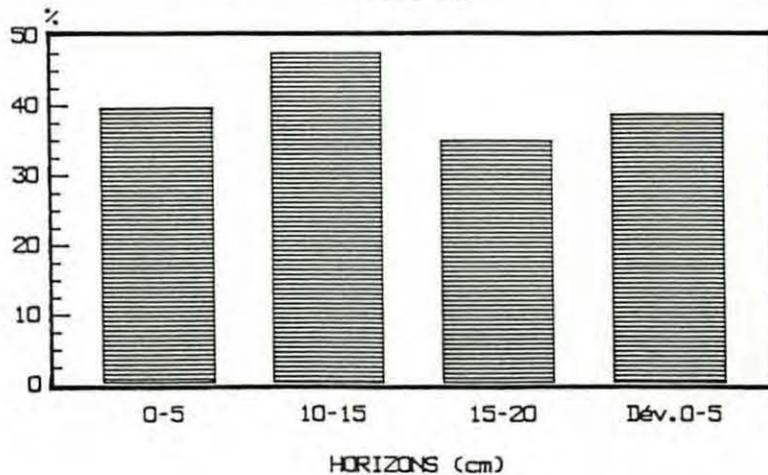


Fig. 50 : Teneur en carbonate de calcium des différents horizons du sédiment avant et après dévasement. Site No 3.
Table S2.



Les résultats du dosage de la matière organique contenue dans le sédiment prélevé sous les tables S1 et S2 sont indiqués dans les tableaux 9 et 10.

Nous remarquons que dans ce cas la teneur en matière organique avant l'opération de dévasement est assez élevée caractérisant ainsi une pollution organique intense. Les hypothèses émises auparavant au sujet du sédiment de la table G4 du premier site se confirment. En effet sous les tables S1 et S2 la teneur en matière organique diminue au fur et à mesure que l'on s'enfonce dans le substrat. Elle se trouve essentiellement dans la fraction argileuse. Après les travaux de dragage, elle s'abaisse sensiblement de plus de 30 % par rapport à sa valeur initiale pour la table S1 et de plus de 45 % pour la table S2.

1.4. Site n° 4 (table C1 et C2).

1.4.1. Description du sédiment.

Les observations faites sur les carottes prélevées sous les tables C1 et C2 avant l'intervention technique permettent de dégager le profil caractéristique du sédiment présent sous ces tables, à savoir : un horizon de vase noire réduite d'environ 8 cm d'épaisseur d'où se dégage une odeur d'H₂S, reposant sur du sédiment de couleur marron-brun, à structure granuleuse et compacte. On note la présence d'un horizon coquillier à la profondeur de 20-25 cm. Après le dragage, un deuxième carottage a été effectué. Le sédiment a le même aspect que l'horizon inférieur du carottage initial.

Horizons	Fraction >63 μ Sables	Fraction <63 μ Argiles	Totalité du sediment
0-5 cm	10.41	19.34	18.91
10-15 cm	4.22	15.46	13.94
15-20 cm	3.10	13.15	11.17
Dévasé 0-5 cm	5.93	13.40	12.99

Tableau 9 : Teneur en matière organique (en %) dans les fractions sableuses et argileuses des horizons des carottes prélevées avant et après dévasement. Site n°3. Table S1.

Horizons	Fraction >63 μ Sables	Fraction <63 μ Argiles	Totalité du sediment
0-5 cm	10.55	20.32	19.47
10-15 cm	3.24	16.38	13.97
15-20 cm	2.99	14.69	12.58
Dévasé 0-5 cm	10.48	11.15	11.09

Tableau 10 : Teneur en matière organique (en %) dans les fractions sableuses et argileuses des horizons des carottes prélevées avant et après dévasement. Site n°3. Table S2.

1.4.2. Caractéristiques du sédiment.

a - Nature du sédiment.

Les figures 51 et 54 présentent l'importance relative des fractions sableuses et argileuses des différents horizons des carottes prélevées avant et après dévasement des tables C1 et C2.

Nous remarquons que sous ces deux tables, le sédiment présente une structure homogène où les proportions de sable et d'argile restent à peu près constante dans les différents horizons considérés, ceci avant et après dévasement. Ce sédiment est vaso-sableux avec une proportion de sable plus importante que dans les autres sédiments étudiés précédemment.

b - Granulométrie de la fraction sableuse.

Il apparaît à l'étude des figures 52 et 55 que la phase sableuse des différents horizons des carottes prélevées avant et après dévasement sous les tables C1 et C2 est constituée en majeure partie de débris coquilliers et de sable grossier (2 - 400 μ), ceci en particulier pour l'horizon de 20-25 cm.

c - Teneur en CaCo₃.

Les teneurs globales en carbonate de calcium du sédiment de la table C1 sont indiquées dans la figure 53. Avant le dévasement cette teneur varie selon les horizons entre

Fig. 51 : Les différentes fractions du sédiment dans les horizons des carottes avant et après dévasement. Site No 4.
Table C1.

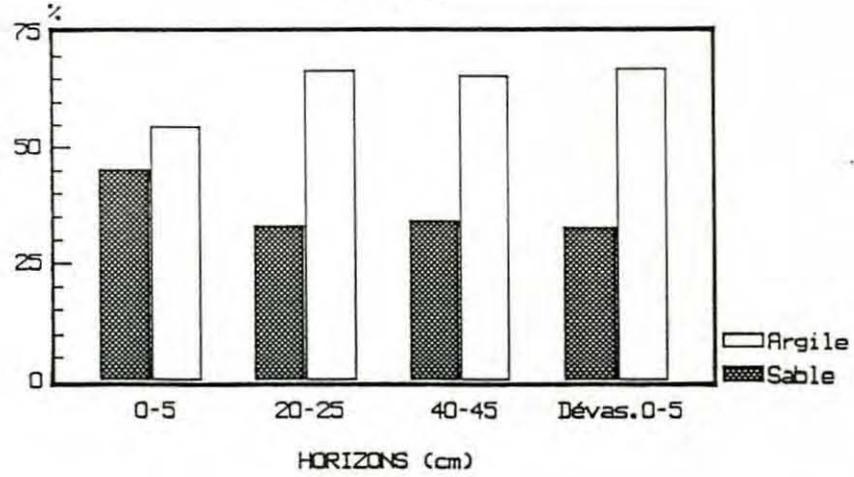


Fig. 52 : Granulométrie de la fraction sableuse dans les horizons des carottes avant et après dévasement. Site No 4.
Table C1.

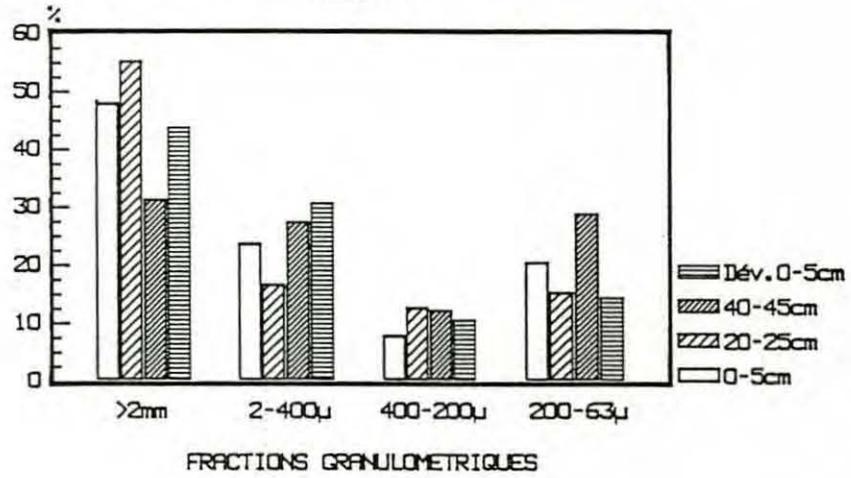
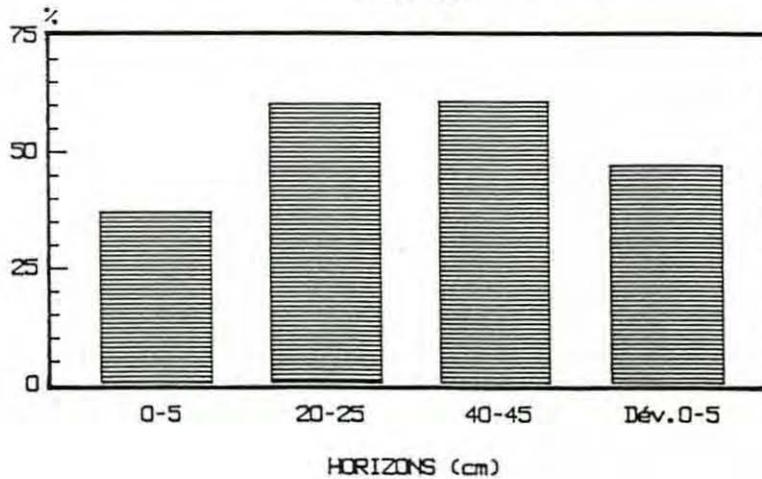


Fig. 53 : Teneur en carbonate de calcium des différents horizons du sédiment avant et après dévasement. Site No 4.
Table C1.



37 et 61 %. Après le dévasement elle est de 47 % dans l'horizon de 0-5 cm. Au niveau de la table C2 et avant le dévasement elle est comprise entre 33 et 62 %; après le dragage elle est de 43 % dans l'ensemble du sédiment (fig. 56).

1.4.3. Teneur en matière organique.

D'après les résultats du dosage de la matière organique contenue dans le sédiment prélevé sous la table C1 (tableau 11), on constate que dans la phase sableuse le teneur en matière organique a nettement diminué après le traitement du fond passant de 5.21 % à 2.76 %. Dans la fraction argileuse, on constate aussi un abaissement mais il est plus modéré. Par ailleurs, et du fait de la composition du sédiment, la valeur calculée de la teneur en matière organique pour la totalité du prélèvement après le dévasement est plus faible de plus de 50 % de celle trouvée initialement, avant dévasement, dans l'horizon supérieur (0-5 cm).

Les remarques formulées pour la fraction sableuse du sédiment de la table C1 restent valables pour le sédiment prélevé sous la table C2 (voir tableau 12). En revanche, en ce qui concerne la fraction argileuse nous obtenons des résultats contraires: la teneur en matière organique au niveau de l'horizon de 0-5 cm après le dévasement y est supérieure (14.38 %) à celle trouvée avant le dévasement (13.46 %).

2. Les conditions hydrobiologiques.

2.1. Température, salinité, chlorophylle a.

Fig. 54 : Les différentes fractions du sédiment dans les horizons des carottes avant et après dévasement. Site No 4.
Table C2.

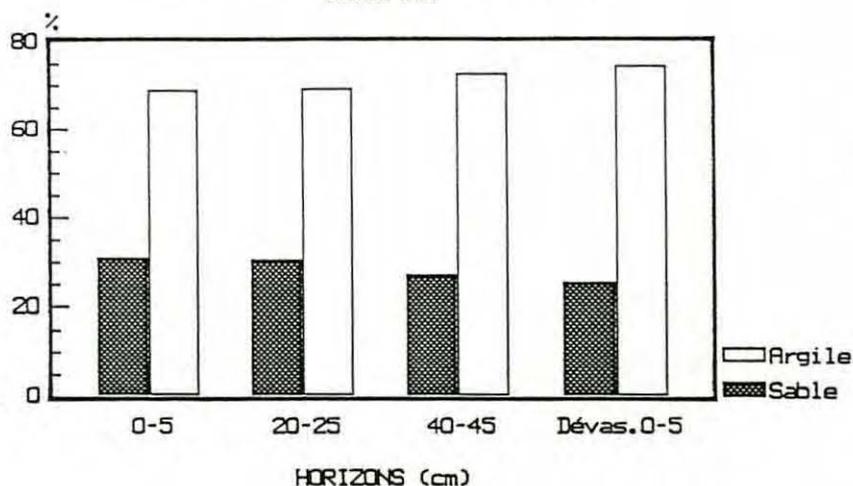


Fig. 55 : Granulométrie de la fraction sableuse dans les horizons des carottes avant et après dévasement. Site No 4.
Table C2.

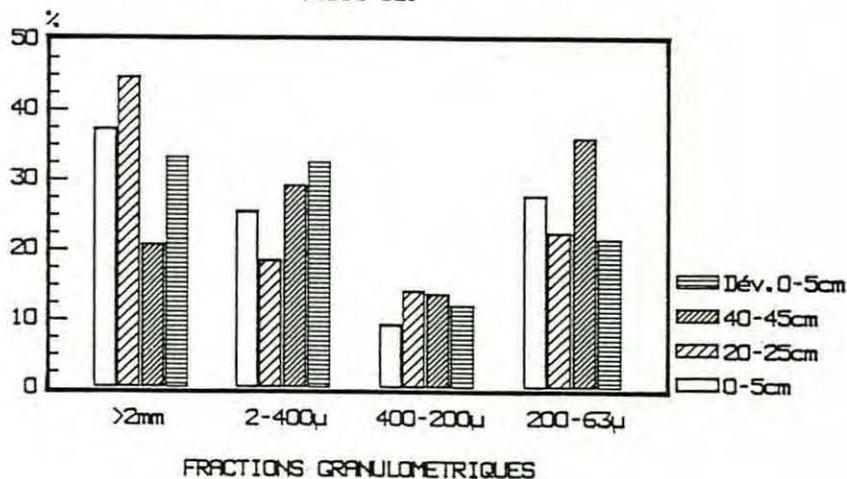
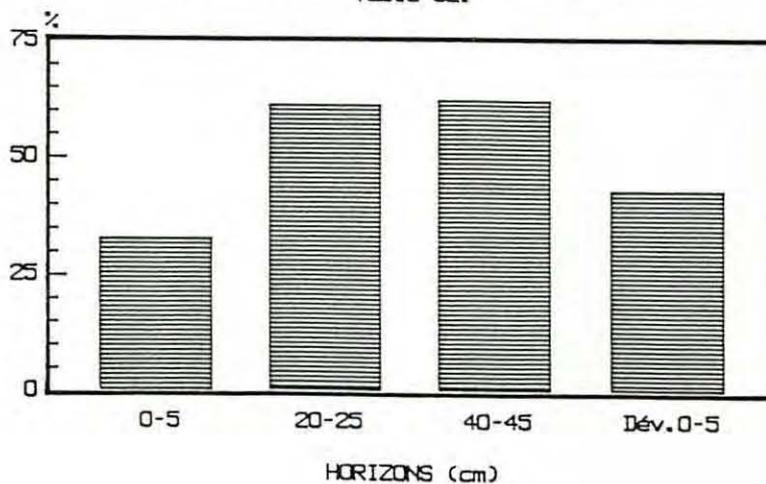


Fig. 56 : Teneur en carbonate de calcium des différents horizons du sédiment avant et après dévasement. Site No 4.
Table C2.



Horizons	Fraction >63 μ Sables	Fraction <63 μ Argiles	Totalité du sédiment
0-5 cm	5.21	17.01	11.67
20-25 cm	3.85	14.05	5.21
40-45 cm	2.52	13.08	4.85
Dévasé 0-5 cm	2.76	15.46	5.44

Tableau 11 : Teneur en matière organique (en %) dans les fractions sableuses et argileuses des horizons des carottes prélevées avant et après dévasement. Site n°4. Table C1.

Horizons	Fraction >63 μ Sables	Fraction <63 μ Argiles	Totalité du sédiment
0-5 cm	6.02	13.46	11.15
20-25 cm	3.29	11.42	8.92
40-45 cm	3.15	13.1	10.39
Dévasé 0-5 cm	2.76	14.38	11.42

Tableau 12 : Teneur en matière organique (en %) dans les fractions sableuses et argileuses des horizons des carottes prélevées avant et après dévasement. Site n°4. Table C2.

2.1.1. Site n° 1.

Les moyennes des paramètres hydrobiologiques établies sur l'ensemble des mesures pratiquées autour des tables G3 et G4 du site n° 1 sont données dans le tableau 13 ci-après :

	HG1	HG2	HG3	VALEURS	
				Min.	Max.
TEMPERATURE	22.56	22.57	22.54	18.65	25.20
SALINITE	36.52	36.54	36.58	34.30	38.20
CHLOROPHYLLE a	0.855	0.800	0.890	0.26	1.97

Tableau 13 : Moyennes de la température (°C), de la salinité (g/kg) et de la chlorophylle a (mg/m³) mesurées sur le réseau des trois points entourant les tables G3 et G4 du site n° 1.

Pour chaque paramètre nous avons comparé, à l'aide de l'analyse de variance, les moyennes établies à chacun des trois points HG1, HG2 et HG3 répartis autour des tables expérimentales. Le résultat du test "F" montre qu'il n'existe pas de différence significative entre ces trois points et ceci pour les trois paramètres étudiés.

2.1.2. Site n°2.

Le tableau 14 donne les valeurs des moyennes des facteurs hydrobiologiques mesurés autour de la table P1.

	HP1	HP2	VALEURS	
			Min.	Max.
TEMPERATURE	21.62	21.64	16.00	25.30
SALINITE	36.11	36.17	34.50	38.20
CHLOROPHYLLE a	0.636	0.581	0.20	1.07

Tableau 14 : Moyennes de la température (°C), de la salinité (g/kg) et de la chlorophylle a (mg/m³) mesurées aux points HP1 et HP2 entourant la table P1.

Le test "F" indique que les moyennes de la température, de la salinité et de la chlorophylle a aux points HP1 et HP2 ne présentent pas d'écart significatif.

2.1.3. Site n°3.

Les moyennes des paramètres hydrobiologiques relevés au cours de cette expérience sur les stations de prélèvement HS1, HS2 et HS3 sont indiquées dans le tableau 15.

	HS1	HS2	HS3	VALEURS	
				Min.	Max.
TEMPERATURE	21.49	21.50	21.47	16.30	25.20
SALINITE	36.14	36.12	36.12	34.30	38.22
CHLOROPHYLLE a	0.738	0.622	0.677	0.26	1.20

Tableau 15 : Moyennes de la température (°C), de la salinité (g/kg) et de la chlorophylle a (mg/m³) mesurées aux points HS1, HS2 et HS3 du site n° 3.

Comme dans les deux cas précédents, le milieu entourant les 4 tables expérimentales semble être sensiblement homogène. En effet les différences, entre les moyennes des paramètres mesurés aux points HS1, HS2 et HS3, testées à l'aide de l'analyse de variance, se sont montrées statistiquement non significatives.

2.1.4. Site n° 4.

Le tableau 16 donne les valeurs des moyennes des paramètres hydrobiologiques mesurées autour du bloc de table du quatrième site :

	HC1	HC2	HC3	VALEURS	
				Min.	Max.
TEMPERATURE	22.03	22.04	22.02	17.60	25.38
SALINITE	35.90	35.92	35.95	34.30	38.26
CHLOROPHYLLE a	0.596	0.590	0.578	0.17	1.06

Tableau 16 : Moyennes de la température (°C), de la salinité (g/kg) et de la chlorophylle a (mg/m³) mesurées au points HC1, HC2 et HC3 du site n° 4.

Pour chacun des trois paramètres étudiés, nous n'avons pas trouvé de différence significative entre les points HC1, HC2 et HC3.

2.2. Oxygène dissous.

2.2.1. Site n° 1.

Les moyennes des teneurs en oxygène dissous mesurées au cours de notre expérience au niveau des tables G3 et G4 à une profondeur intermédiaire (mi corde) et à une profondeur proche du fond (à 1 m du fond) sont indiquées dans le tableau 17 ci-dessous :

	Table G3	Table G4
O2 niv.1	6.43	6.47
O2 niv.2	6.07	6.14

Niveau 1 : à mi-corde; Niveau 2 : à 1 m du fond

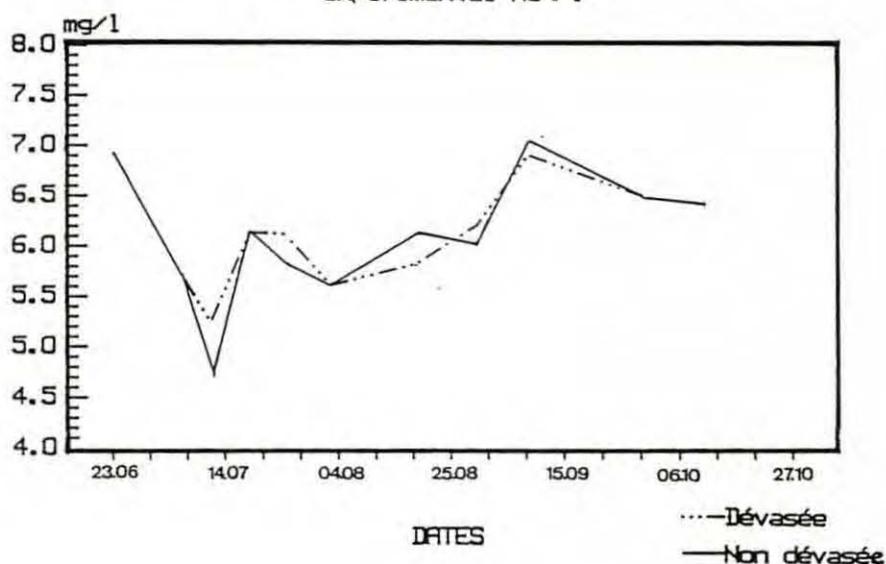
Tableau 17 : Moyennes des teneurs en oxygène dissous (mg/l) mesurées à deux niveaux sous les tables G3 et G4.

A l'aide de l'analyse de variance nous avons comparé dans un premier temps et pour une même table, la moyenne des teneurs en oxygène mesurées à la profondeur de mi-corde (niveau 1) à celle des teneurs en oxygène mesurées à 1 m du fond (niveau 2). Dans un deuxième temps, nous avons comparé les moyennes établies respectivement pour chacune des deux tables, à chacun des deux niveaux.

Dans tous les cas, nous n'avons pas trouvé de différence statistiquement significative.

Par ailleurs lorsqu'on étudie l'évolution dans le temps des teneurs en oxygène dissous au niveau 2 sous les deux tables G3 et G4 (fig. 57), on remarque qu'elle est presque identique sous ces deux tables, les valeurs étant toujours très proches. Il faut cependant noter que l'écart le plus important entre les valeurs mesurées sous les tables dévasées et non dévasées (respectivement 5.3 et 4.7) est observé lorsque la chute de la teneur en oxygène est maximale.

Fig. 57 : Evolution de la teneur en oxygène dissous sous les tables du site expérimental No 1.



2.2.2. Site n° 2.

Le tableau 18 donne les moyennes des teneurs en oxygène dissous mesurées au niveau des moitiés de la table P1, l'une dévasée et l'autre non, aux deux profondeurs.

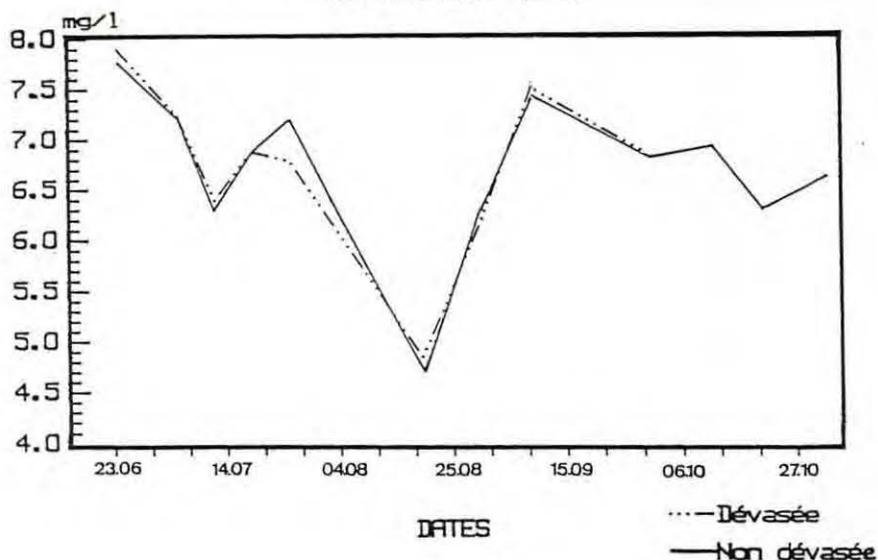
	P non dévasée	P dévasée
O2 niv.1	6.74	6.73
O2 niv.2	6.70	6.69

Niveau 1 : à mi-corde; Niveau 2 : à 1 m du fond

Tableau 18 : Moyennes des teneurs en oxygène dissous (mg/l) à deux niveaux sous la table P1.

Nous avons procédé de la même manière que pour le site précédent pour comparer le niveau d'oxygénation sous les deux moitiés de la table P1. Là encore nous n'avons pas trouvé de différence significative. Ce résultat est confirmé par l'étude de la figure 58 où l'on constate une similitude dans les variations de ce paramètre au dessus des portions dévasées et non dévasées de l'unique table de ce site.

Fig. 58 : Evolution de la teneur en oxygène dissous sous la table du site expérimental No 2.



2.2.3. Site n° 3.

Les moyennes des teneurs en oxygène dissous mesurées sous les quatres tables du site n° 3 sont indiquées dans le tableau 19 ci-après :

	Table S1	Table S2	Table S3	Table S4
O2 niv.1	6.40	6.35	6.26	6.26
O2 niv.2	6.31	6.30	6.10	6.12

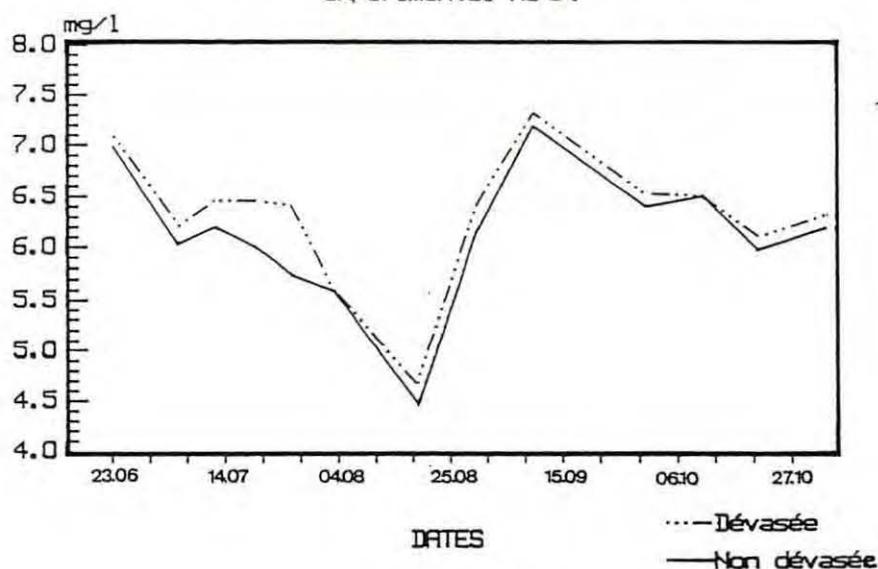
Niveau 1 : à mi-corde; Niveau 2 : à 1 m du fond

Tableau 19 : Moyennes des teneurs en oxygène dissous (mg/l) mesurées à deux niveaux sous S1, S2, S3 et S4.

Le traitement mathématique de ces données n'a pas montré de différences statistiquement significatives entre les moyennes des teneurs en oxygène dissous mesurées sous les tables dévasées et non dévasées.

Néanmoins si l'on compare l'évolution à proximité du fond (niveau 2) de l'oxygénation moyenne des deux tables dévasées (S1 et S2) et des deux tables non dévasées (S3 et S4) (fig. 59), on remarque qu'elle est meilleure sous les tables dévasées, particulièrement au cours du mois de juillet où l'écart est le plus important (6.4 mg/l et 5.2 mg/l le 26 de ce mois).

Fig. 59 : Evolution de la teneur en oxygène dissous sous les tables du site expérimental No 3.



2.2.4. Site n° 4.

Le tableau 20 fournit les moyennes des teneurs en oxygène dissous mesurées sous les quatre tables de ce site.

	Table C1	Table C2	Table C3	Table C4
O2 niv.1	6.56	6.62	6.50	6.46
O2 niv.2	6.52	6.60	6.49	6.44

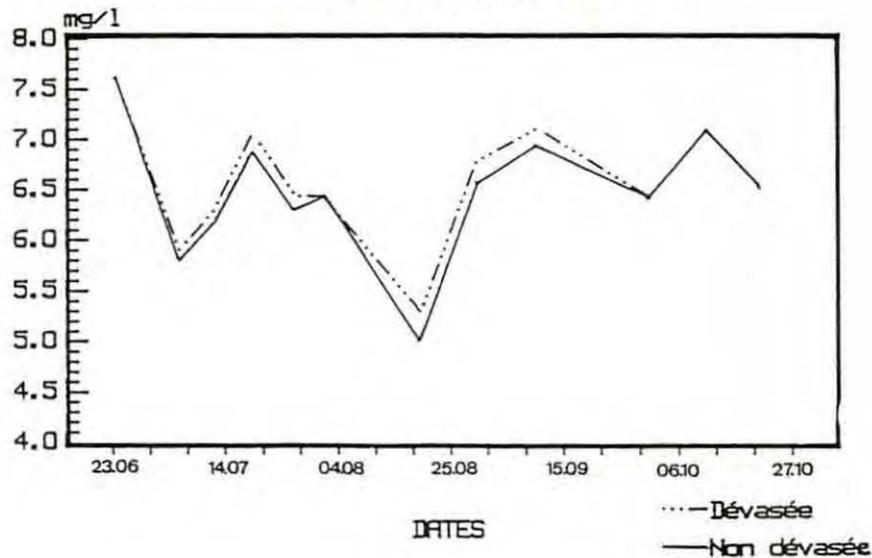
Niveau 1 : à mi-corde; Niveau 2 : à 1 m du fond

Tableau 20 : Moyennes des teneurs en oxygène dissous (mg/l) mesurées à deux niveaux sous C1, C2, C3 et C4.

Les résultats du test "F" n'indiquent pas de différences significatives d'oxygénation entre les différents points du milieu.

Cependant il apparaît à l'étude de la figure 60 que les teneurs en oxygène dissous mesurées sous les tables dévasées (C1 et C2) sont, la plupart du temps, légèrement supérieures à celles mesurées sous les tables non dévasées (C3 et C4) et ceci tout au long de notre expérience.

Fig. 60 : Evolution de la teneur en oxygène dissous sous les tables du site expérimental No4.



2.3. Hydrogène sulfuré et ammoniacque.

2.3.1. Hydrogène sulfuré (H₂S).

La totalité des dosages de l'hydrogène sulfuré ont été négatifs.

2.3.2. Ammoniacque (NH₄).

Pour des raisons techniques le dosage du NH_4 à l'aide de la trousse HACH a été abandonné après plusieurs essais infructueux.

C. Résultats des observations effectuées sur la croissance et la vitalité des coquillages élevés.

1. Site n° 1.

Huîtres collées par IFREMER.

a - Echantillonnage de départ (15.06.88).

* Normalité.

Le test du chi deux utilisé pour répondre quant à la normalité des populations échantillonnées au cours de cette étude a été positif (voir annexe) montrant qu'elles sont normalement distribuées en longueur et en poids.

* Moyennes des longueurs et des poids.

Les moyennes de la longueur et du poids de départ des huîtres qui ont été collées par nos soins sont indiquées dans le tableau 21 ci-après :

Nombre d'individus	96
Moyenne de la longueur	68.83 ± 1.55
Variance de la longueur	60.08
Moyenne du poids	19.76 ± 1.17
Variance du poids	34.54

Tableau 21 : Moyennes et variances de la longueur (mm) et du poids (g) des huîtres collées par IFREMER. Echantillonnage de départ.

b - Echantillonnage final (17.10.88).

*** Evaluation de la mortalité (fig. 61).**

La mortalité comptabilisée sur l'échantillon de la table non dévasée G3 (10 %) est légèrement supérieure à celle de l'échantillon mis en élevage sur la table dévasée G4 (8 %).

*** Moyennes des longueurs et des poids - Analyses de variance.**

Le tableau 22 donne les valeurs moyennes des longueurs et des poids des huîtres collées sur cordes après une période de 4 mois d'élevage sur la table dévasée et sur la table témoin non dévasée. Ces valeurs sont comparées à l'aide de l'analyse de variance : les résultats n'indiquent pas de différence significative (au seuil de 5 %) ni en longueur ni en poids entre les deux échantillons.

Fig. 61 : Mortalité des huîtres collées par IFREMER. Echantillonnage final. Site No 1

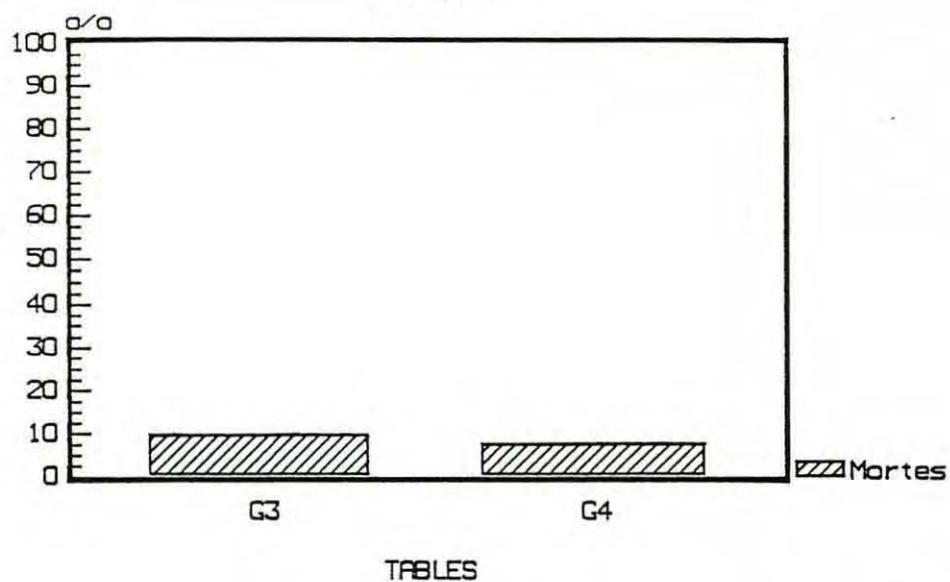


	Table G3	Table G4
Nombre d'individus	93	102
Moyenne de la longueur	81.39 ± 1.90	82.13 ± 2.03
Variance de la longueur	87.67	109.92
Moyenne du poids	43.43 ± 2.47	44.42 ± 2.71
Variance du poids	148.08	195.47

Tableau 22 : Moyenne et variance de la longueur (mm) et du poids (g) des huîtres collées par IFREMER. Echantillonnage final. Site n°1.

* Indice de qualité.

L'indice de qualité a été mesuré sur 20 individus pris au hasard dans chaque échantillon. Sa valeur calculée pour l'échantillon provenant de la table dévasée G4 (36.38) est légèrement supérieure à celle obtenue pour l'échantillon provenant de la table non dévasée (31.50).

2. Site n° 2.

2.1. Huîtres en pignes.

2.1.1. Echantillonnage de départ (30.05.88).

Le tableau 23 fournit les moyennes et les variances des longueurs des naissains placés en début d'expérience sur la demi-table dévasée (P. dévasée) et sur la demi table non dévasée (P non dévasée).

	P non dévasée	P dévasée
Nombre d'échantillons	808	913
Moyenne de la longueur	16.66 ± 0.67	16.75 ± 0.66
Variance de la longueur	96.13	104.38

Tableau 23 : Moyennes et variances de la longueur (mm) du naissain placé sur la table du site n° 2. Echantillonnage de départ.

L'analyse de variance effectuée sur ces moyennes montre qu'au départ il n'existe pas de différence significative entre les échantillons prélevés.

2.1.2. Echantillonnage final (02.11.88).

* Evaluation de la mortalité (fig. 62).

On observe sur le côté non dévasée une mortalité à peu près deux fois plus importante que celle constatée sur le côté dévasé (respectivement 24.10 % et 12.60 %).

* Moyennes des longueurs et des poids -

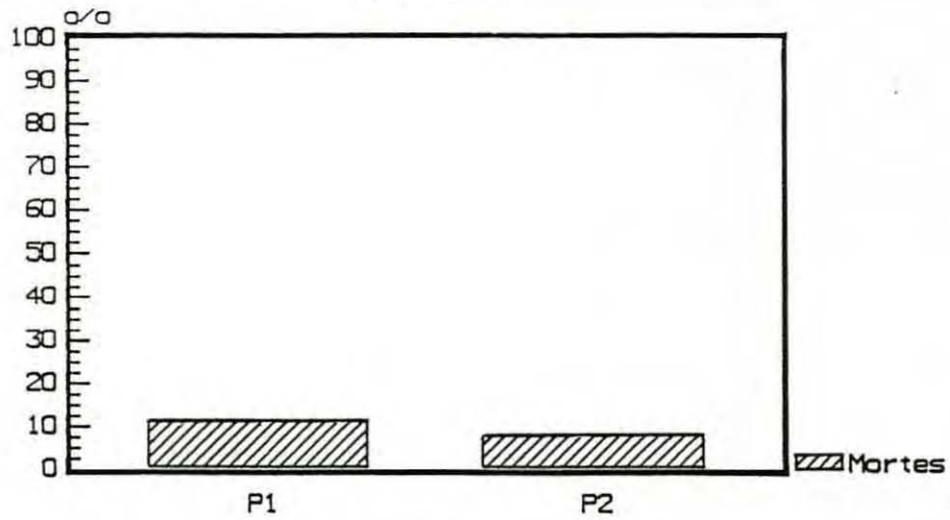
Analyses de variance.

Le tableau 24 indique les valeurs des moyennes et des variances des paramètres biométriques des huîtres en pignes après six mois d'élevage. Lorsqu'on compare ces moyennes à l'aide du test F, on constate qu'un écart significatif, au seuil de probabilité de niveau 5 %, existe entre les moyennes des longueurs. En revanche, la différence entre les moyennes des poids, n'est pas significative. D'après ces résultats nous pouvons conclure qu'en fin d'expérience les huîtres placées sur le côté dévasé de la table ont mieux poussé en longueur que celles élevées sur le côté non dévasé.

* Gains en longueur.

Afin de mieux montrer l'importance relative de la croissance des coquillages par rapport à leur taille au

Fig. 62: Mortalité des huîtres collées par
IFREMER. Echantillonnage final.
Site No 2



TABLES

	P non dévasée	P dévasée
Nombre d'individus	196	246
Moyenne de la longueur	66.77 ± 2.12	69.67 ± 1.71
Variance de la longueur	230.17	187.69
Moyenne du poids	25.37 ± 1.98	26.39 ± 1.72
Variance du poids	200.80	190.18

Tableau 24 : Moyennes et variances de la longueur (mm) et du poids (g) des huîtres en pignes. Echantillonnage final. Site n°2.

départ de l'expérience, la figure 63 représente les gains en longueur des huîtres provenant des deux côtés de la table (l'un nettoyé, l'autre sale). Ces gains après cinq mois d'élevage sont de :

- 52.92 mm pour le côté dévasé.
- 50.11 mm pour le côté non dévasé.

* Indice de qualité.

Les indices de qualité mesurés dans ce cas sur 60 individus sont presque égaux sur les deux côtés de la table. Leurs valeurs sont respectivement de 32.00 pour le côté dévasé et de 31.87 pour le côté non dévasé.

2.2. Huîtres collées par IFREMER.

Dans cette expérience l'échantillonnage de départ est le même que celui qui a été fait pour le site n° 1 (voir paragraphe 1.a) et l'échantillonnage final a été réalisé à la même date qu'au site n°1 (17.10.88).

a - Evaluation de la mortalité (fig. 64).

La mortalité des huîtres des deux cordes placées sur la moitié dévasée de la table est dans ce cas un peu plus importante (11.42 %) que celle enregistrée sur l'autre moitié, non dévasée (8.03 %).

2.2.2. Moyennes des longueurs et des poids -
Analyses de variance.

Fig. 63 : Gain en longueur des huîtres en pignes. Site No 2.

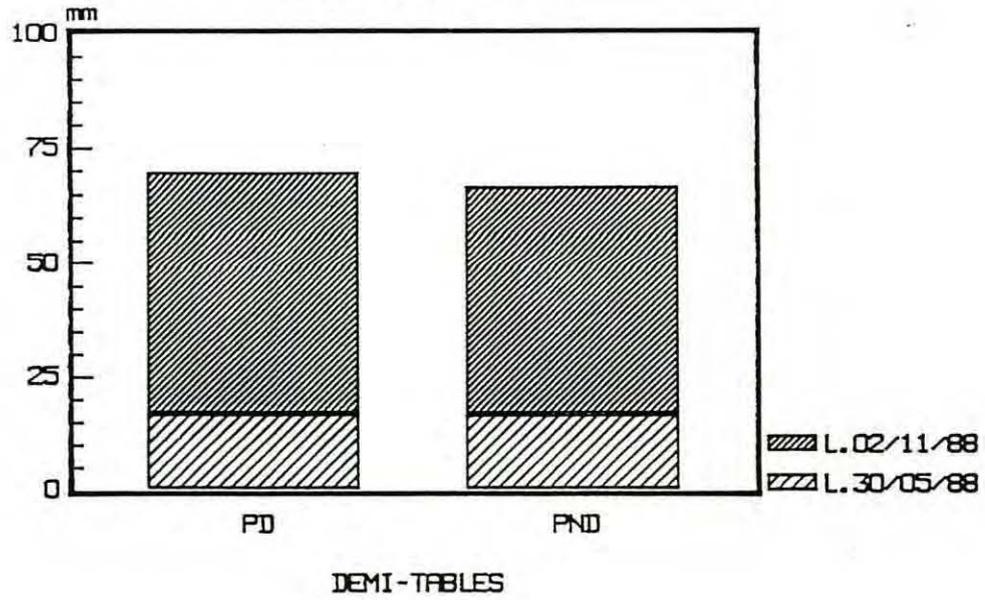
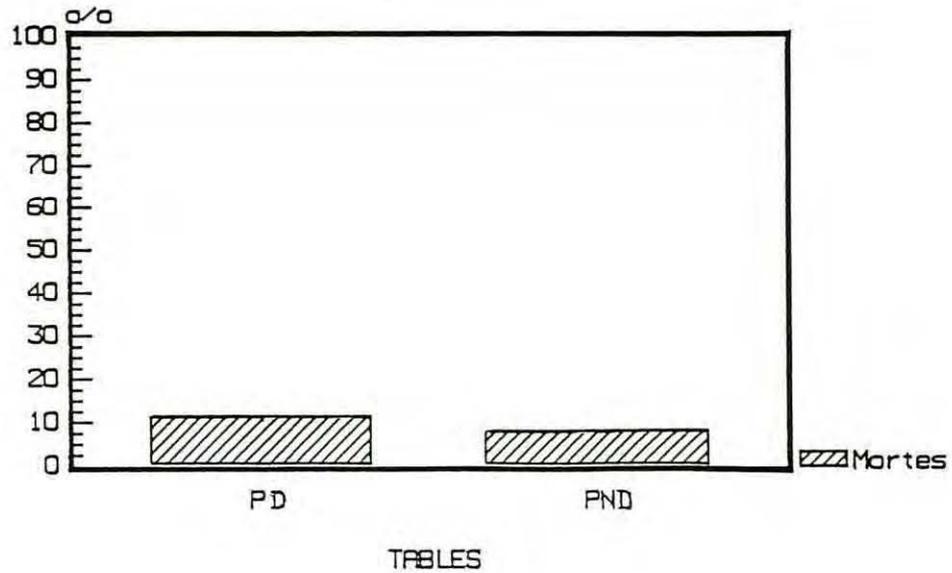


Fig. 64 : Mortalité des huîtres collées par IFREMER. Echantillonnage final. Site No 2



Les résultats des examens biométriques sont indiqués dans le tableau 25 ci-après :

	P non dévasée	P dévasée
Nombre d'individus	98	86
Moyenne de la longueur	83.35 ± 1.86	82.10 ± 1.93
Variance de la longueur	88.42	83.36
Moyenne du poids	42.89 ± 2.12	42.89 ± 2.35
Variance du poids	115.38	124.03

Tableau 25 : Moyennes et variances de la longueur (mm) et du poids (g) des huîtres collées par IFREMER. Site n°2 Echantillonnage final.

La différence entre les moyennes des longueurs, testée par analyse de variance, n'est pas significative. Il en est de même pour les moyennes des poids.

2.2.3. Indice de qualité.

L'indice de qualité des huîtres provenant du côté dévasé (41.37) est égal à celui des huîtres provenant du côté non dévasé (41.36).

3. Site n° 3.

3.1. Huîtres en pignes.

3.1.1. Echantillonnage de départ (30.05.88).

Le tableau 26 donne les valeurs des moyennes et des variances des longueurs des naissains placés en début d'expérience sur les quatre tables du site n° 3.

	Table S1	Table S2	Table S3	Table S4
Nombre d'échantillons	756	720	787	698
Moyenne de la longueur	15.48 ± 0.63	15.58 ± 0.65	15.63 ± 0.62	15.57 ± 0.66
Variance de la longueur	79.77	80.04	79.23	80.01

Tableau 26 : Moyennes et variances de la longueur (mm) du naissain placé sur les tables du site n° 3. Echantillonnage de départ.

De même que sur le site n° 2, il n'existe pas de différence significative entre les longueurs moyennes des naissains prélevés sur chaque table.

3.1.2. Echantillonnage final, strate inférieure (02.11.88).

* Moyennes des longueurs et des poids -
Analyse de variance.

Le tableau 27 fournit les moyennes et les variances des longueurs et des poids des huîtres en pignes prélevées sur les quatre tables de ce site.

Le test F montre que les écarts entre ces moyennes sont hautement significatifs, (tableaux 28 et 29) en fin d'expérience, ce qui permet de constater que les croissances obtenues sur les

	Table S1	Table S2	Table S3	Table S4
Nombre d'individus	207	213	261	267
Moyenne de la longueur	77.70 ± 1.95	74.30 ± 1.82	68.98 ± 1.59	66.43 ± 1.57
Variance de la longueur	206.18	183.92	173.23	172.07
Moyenne du poids	36.54 ± 2.14	32.13 ± 2.11	25.17 ± 1.43	23.46 ± 1.44
Variance du poids	248.23	249.13	140.32	145.67

Tableau 27 : Moyennes et variances de la longueur (mm) et du poids (g) des huîtres en pignes (bas). Echantillonnage final. Site n°3.

	Table S1	Table S2	Table S3	Table S4
Table S1		HS	HS	HS
Table S2			HS	HS
Table S3				NS
Table S4				

Tableau 28 : Test "F" appliqué aux tables deux à deux. Croissance linéaire. Echantillonnage final Site n°3.

	Table S1	Table S2	Table S3	Table S4
Table S1		S	HS	HS
Table S2			HS	HS
Table S3				S
Table S4				

Tableau 29 : Test "F" appliqué aux tables deux à deux. Croissance pondérale. Echantillonnage final. Site n°3.
 NS : Non significatif
 S : Significatif
 HS : Hautement Significatif.

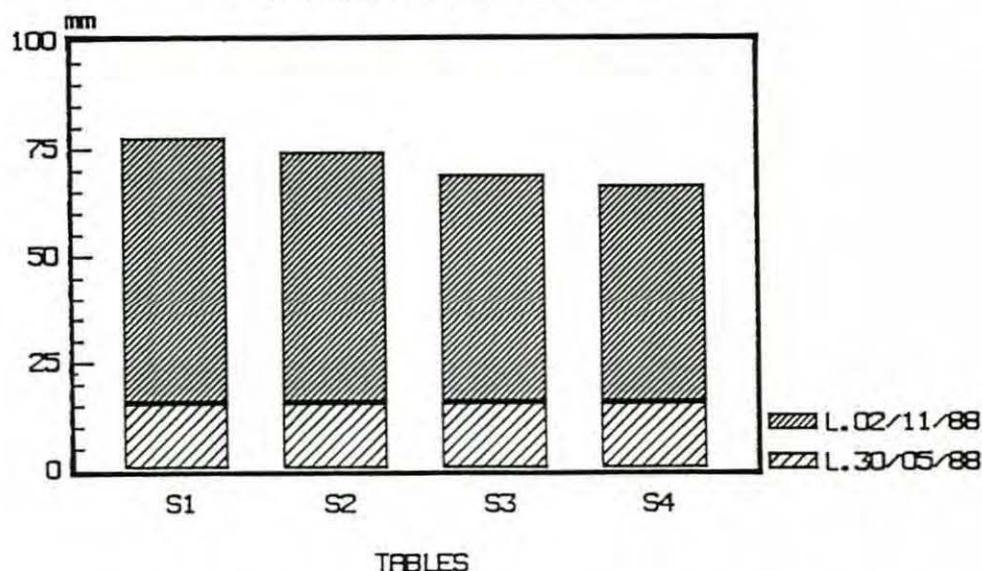
tables dévasées S1 et S2 sont nettement différentes de celles observées sur les tables non dévasées S3 et S4.

D'après l'examen des moyennes nous pouvons aussi conclure que les performances de croissance linéaire et pondérale sont les meilleures sur la table S1 ensuite sur la table S2, puis sur les deux tables non dévasées où les croissances pondérales sont comparables, alors que la gradation se continue pour les croissances linéaires celles de la table S3 étant meilleure que celles de la table S4.

* Gain en longueur.

La figure 65 représente les gains en longueur pour les 4 tables de ce site.

Fig. 65 : Gain en longueur des huîtres des pignes du bas de corde. Site No 3. Tables S1, S2, S3, et S4.



Ces gains en longueur des huîtres sont plus importants sur les tables dévasées S1 et S2 que sur les tables non dévasées S3 et S4.

* Indice de qualité.

Les valeurs de l'indice de qualité mesuré sur un même lot de 60 individus prélevés au hasard dans chaque échantillon sont indiquées dans le tableau 30 ci après :

	Table S1	Table S2	Table S3	Table S4
I.C.*1000	39.66	39.18	36.03	35.73

Tableau 30 : Indices de qualité évalués pour les tables du site n° 3 (pignes du bas).

On remarque la gradation qui s'établit de la table S1 où il est le plus élevé à la table S4 où il est le moins élevé.

3.1.3. Echantillonnage final de la strate supérieure (02.11.88).

* Moyennes des longueurs et des poids -
Analyses de variance.

Les moyennes de la longueur et du poids des huîtres prélevées sur les pignes de la strate du haut sont indiquées dans le tableau 31.

Dans ce cas aussi le test "F" est appliqué aux tables 2 à 2 pour les tailles d'une part et pour les poids d'autre part.

Des différences de croissance linéaire et pondérale hautement significatives apparaissent d'une part entre la table S1 et les trois autres tables (tableaux 32 et 33) et entre la

	Table S1	Table S2	Table S3	Table S4
Nombre d'individus	246	287	289	300
Moyenne de la longueur	90.64 ± 1.90	84.53 ± 1.74	78.94 ± 1.68	83.22 ± 1.95
Variance de la longueur	231.79	225.82	214.47	296.90
Moyenne du poids	52.59 ± 2.50	46.64 ± 2.27	38.48 ± 2.10	44.24 ± 2.47
Variance du poids	402.62	386.01	331.67	477.55

Tableau 31 : Moyennes et variances de la longueur (mm) et du poids (g) des huîtres en pignes (haut).
Echantillonnage final. Site n°3.

	Table S1	Table S2	Table S3	Table S4
Table S1		HS	HS	HS
Table S2			HS	NS
Table S3				HS
Table S4				

Tableau 32 : Test "F" appliqué aux tables deux à deux.
Croissance linéaire. Echantillonnage final
Site n°3.

	Table S1	Table S2	Table S3	Table S4
Table S1		HS	HS	HS
Table S2			HS	NS
Table S3				HS
Table S4				

Tableau 33 : Test "F" appliqué aux tables deux à deux.
Croissance pondérale.
Echantillonnage final. Site n°3.
NS : Non significatif
S : Significatif

table S3 et les tables S2 et S4 d'autre part, l'écart entre ces deux dernières n'étant pas significatif.

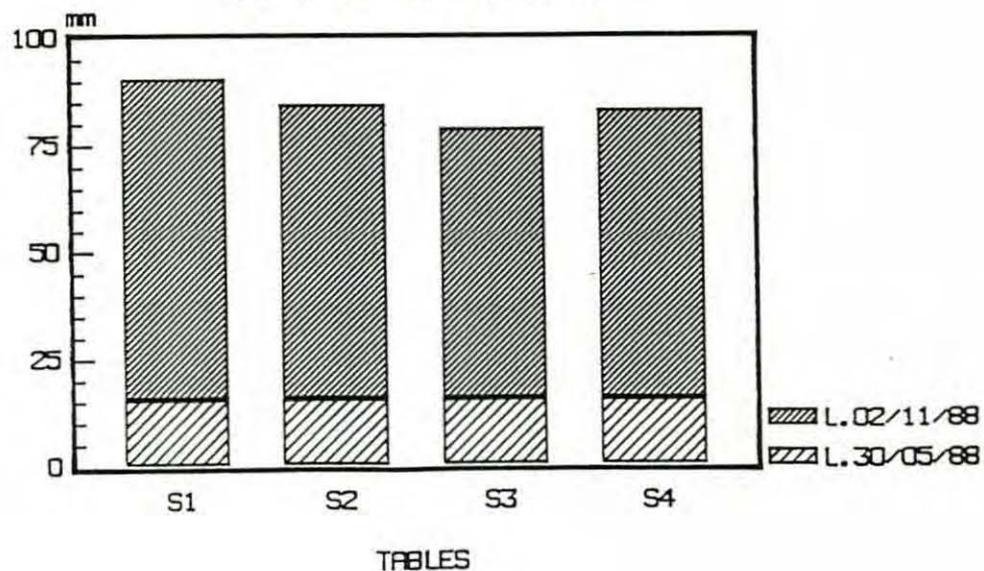
D'après le calcul des moyennes (tableau .31) nous constatons que la table dévasée S1 présente la meilleure croissance en taille et en poids. La table S3, quant à elle présente les plus mauvaises performances de croissance.

Entre ces deux extrêmes, se situent les tables S2 et S4 où les croissances sont comparables.

*** Gain en longueur.**

Il apparaît à l'examen de la figure 66, que les mollusques de la table S1 présentent le meilleur gain en longueur. Ceux des tables S2 et S4 ont des gains comparables, alors que les plus faibles sont observés sur la table S3.

Fig. 66 : Gain en longueur des huîtres des pignes du haut de corde. Site No 3. Tables S1, S2, S3, et S4.



*** Indice de qualité.**

Il semble, à l'étude du tableau 34 que l'indice de condition varie entre les tables de la même manière que la croissance et le gain en longueur. En effet, le meilleur indice est observé sur la table S1, le plus mauvais sur la table S3, ceux des tables S2 et S4 étant comparables. Notons cependant que les écarts entre ces indices ne sont pas très importants.

	Table S1	Table S2	Table S3	Table S4
I.C.*1000	40.05	39.88	36.94	38.11

Tableau 34 : Indices de qualité évalués pour les tables du site n° 3 (pignes du haut).

3.1.4. Comparaison des résultats de croissance entre la strate du haut et la strate du bas.

Il est clair, à l'étude des tableaux 35 et 36 que sur les quatre tables, les différences entre les résultats de croissance linéaire et pondérale des huîtres prélevées dans la strate du haut et ceux des huîtres issues de la strate du bas sont toujours hautement significatives et ceci en faveur de la strate du haut.

Par ailleurs la comparaison de la croissance des huîtres "du bas" avec celle des huîtres du "haut" montre, dans tous les cas que la meilleure pousse a lieu en haut. Cette différence est toujours hautement significative à l'exception des tables S1 et S3 où les moyennes linéaires et pondérales des

huîtres du "bas" de la première sont comparables à celles des huîtres du "haut" de la seconde.

3.1.5. Mortalité des huîtres en pignes en haut et en bas de corde (fig. 67).

La mortalité observée est toujours plus importante sur les tables non dévasées que sur les tables dévasées et ceci quelque soit la hauteur de prélèvement des échantillons sur des cordes d'huîtres. Par ailleurs, nous notons que la mortalité enregistrée sur les pignes du "bas" est toujours supérieure à celle des pignes du "haut".

Si on examine les résultats acquis pour la strate inférieure, la table S1 présente la mortalité la plus faible (19.59 %), la plus forte étant observée sur la table S3 (33.12 %). Notons que cette dernière mortalité est très supérieure, d'environ 70 %, à celle de la première table. Ces remarques sont valables pour la strate supérieure où, là encore, la mortalité la plus faible s'observe sur la table S1, et la plus importante sur la table S3.

3.2. Huîtres collées par IFREMER.

L'échantillonnage de départ est semblable à celui réalisé pour l'expérience du site n° 1 (voir paragraphe 1.a). Il en est de même pour l'échantillonnage final effectué le 17.10.88 dont les résultats sont les suivants :

3.2.1. Evaluation de la mortalité (fig. 68).

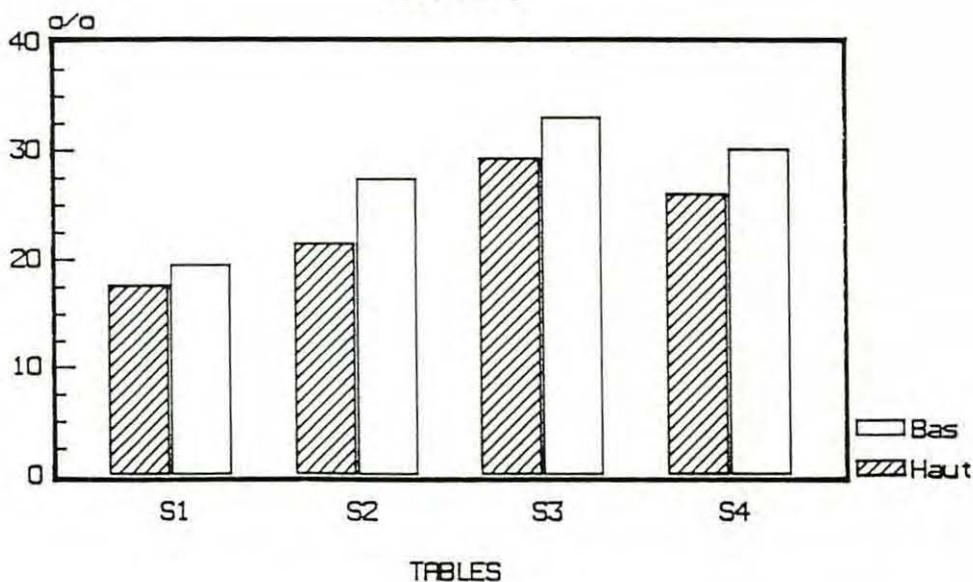
		HAUT			
PIGNES		Table S1	Table S2	Table S3	Table S4
BAS		Table S1	Table S2	Table S3	Table S4
Table S1	HS	HS	NS	HS	
Table S2	HS	HS	HS	HS	
Table S3	HS	HS	HS	HS	
Table S4	HS	HS	HS	HS	

Tableau 35 : Résultats du test "F" appliqué aux tables deux à deux. Comparaison intratable et intertable de la croissance linéaire entre la strate du haut et la strate du bas.

		HAUT			
PIGNES		Table S1	Table S2	Table S3	Table S4
BAS		Table S1	Table S2	Table S3	Table S4
Table S1	HS	HS	NS	HS	
Table S2	HS	HS	HS	HS	
Table S3	HS	HS	HS	HS	
Table S4	HS	HS	HS	HS	

Tableau 36 : Résultats du test "F" appliqué aux tables deux à deux. Comparaison intratable et intertable de la croissance pondérale entre la strate du haut et la strate du bas.

Fig. 67 : Comparaison de la mortalité des huîtres en pignes du haut et du bas de cordes. Site No 3



On remarque que les mortalités observées pour les deux tables S2 et S3 ont des valeurs très proches, respectivement 9.61 % pour le parc dévasé S2 et 10 % pour le parc non dévasé S3.

3.2.2. Moyennes des longueurs et des poids - Analyses de variance.

Le tableau 37 donne les valeurs des moyennes et des variances des longueurs et des poids des mollusques élevés.

Le test "F" appliqué à ces moyennes montre des différences significatives les croissances linéaires et pondérales de la table dévasée S2 étant meilleures que celles de la table témoin non draguée.

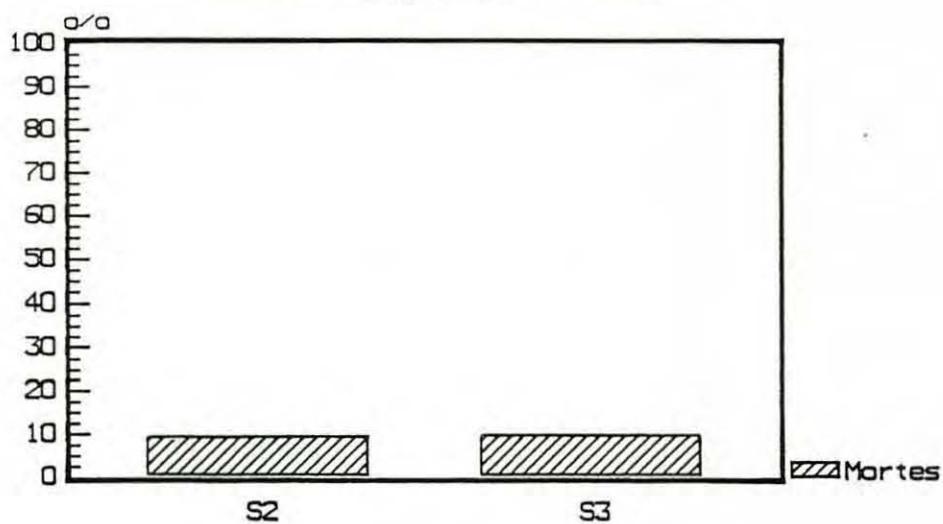
3.2.3. Gains en longueur et en poids.

L'examen des figures 69 et 70 nous montre que les gains en longueur et en poids sont meilleurs chez des huîtres élevées sur la table S2. Notons par ailleurs que la différence des gains en poids (4.06 g) est plus sensible que celle des gains en longueur (3.12 mm).

3.2.4. Indice de qualité.

L'indice de qualité des huîtres placées sur la table S2 (42.00) est meilleur que celui des huîtres élevées sur la table S3 (33.00).

Fig. 68 : Mortalité des huîtres collées par IFREMER. Echantillonnage final. Site No 3



TABLES

	Table S2	Table S3
Nombre d'individus	91	88
Moyenne de la longueur	83.68 ± 2.18	80.56 ± 2.09
Variance de la longueur	112.97	100.66
Moyenne du poids	48.13 ± 2.56	44.07 ± 2.47
Variance du poids	155.77	140.68

Tableau 37 : Moyennes et variances de la longueur (mm) et du poids (g) des huîtres collées par IFREMER. Echantillonnage final. Site n°1.

Fig. 69 : Gain en longueur des huîtres collées
 par IFREMER. Site No 3.
 Tables S2 et S3.

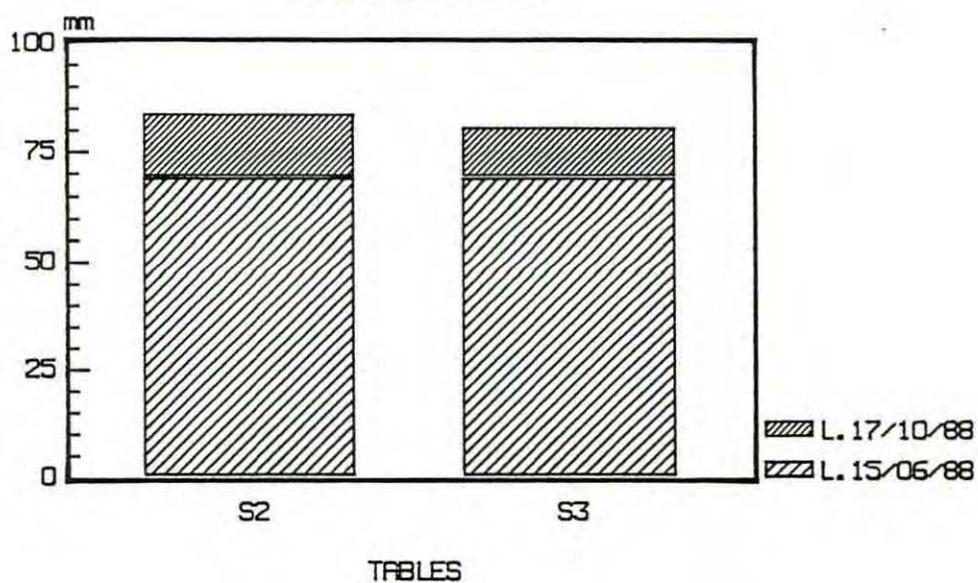
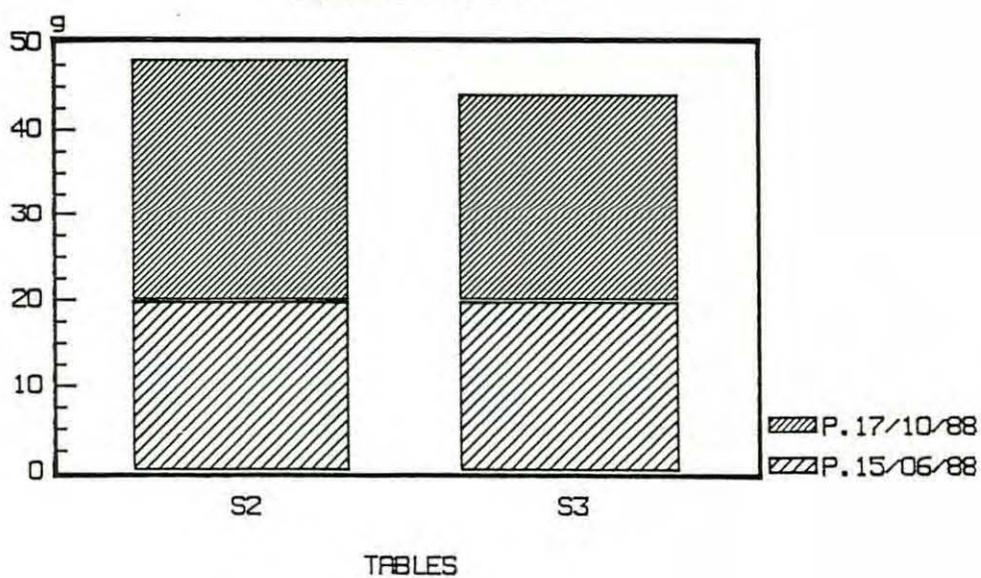


Fig. 70 : Gain en poids des huîtres collées
 par IFREMER. Site No 3.
 Tables S2 et S3.



3.3. Huîtres collées par le parqueur.

3.3.1. Echantillonnage de départ (31.05.88).

* Moyennes des longueurs et des poids -
Analyses de variance.

Les moyennes de la longueur et du poids de départ des huîtres qui ont été collées par le parqueur sont indiquées dans le tableau 38 ci après :

	Table S1	Table S4
Nombre d'individus	130	150
Moyenne de la longueur	65.27 ± 1.51	67.25 ± 1.72
Variance de la longueur	77.67	115.96
Moyenne du poids	25.43 ± 1.41	23.60 ± 1.43
Variance du poids	67.45	80.17

Tableau 38 : Moyennes et variances de la longueur (mm) et du poids(g) des huîtres collées par le parqueur, site n°3. Echantillonnage de départ.

L'analyse de variance appliquée aux moyennes des données biométriques de ces huîtres indique qu'il n'existe pas de différences significatives entre les échantillons prélevés sur ces deux tables.

* Indice qualité.

L'indice de qualité est évalué dans cette expérience sur 40 individus. Celui des huîtres provenant de la table S1 (70.93) est meilleur que celui des huîtres de la table S4 (65.30).

3.3.2. Echantillonnage final (03.10.88).

* Evaluation de la mortalité (fig. 71).

Les mortalités observées sur les tables S1 et S4 sont très proches, 11.90 % pour la table S1 et 10.80 % pour la table S4.

* Moyennes des longueurs et des poids - Analyses de variance.

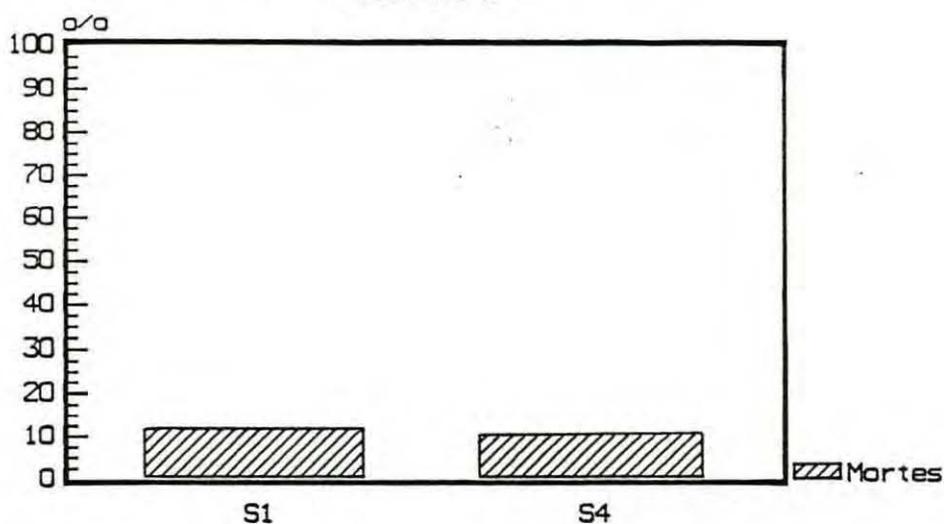
Le tableau 39 fournit les moyennes et les variances des données biométriques mesurées sur les huîtres collées par le parqueur.

Les écarts hautement significatifs, trouvés à l'aide du test "F" appliqué aux moyennes linéaires et pondérales permettent de différencier les croissances obtenues sur la table dévasée S1 de celles obtenues sur la table non dévasée S4 et ceci, d'après le calcul des moyennes, en faveur d'une meilleure croissance des coquillages sur la table nettoyée S1.

* Gain en longueur et en poids (fig.72 et 73)

Après quatre mois d'élevage, nous voyons que les gains en longueur et en poids sont meilleurs chez les huîtres

Fig. 71 : Mortalité des huîtres collées par le parqueur. Echantillonnage final. Site No 3



TABLES

	Table S1	Table S4
Nombre d'individus	279	275
Moyenne de la longueur	86.02 ± 1.63	83.00 ± 1.32
Variance de la longueur	192.23	124.64
Moyenne du poids	57.08 ± 2.09	52.54 ± 1.82
Variance du poids	317.01	236.84

Tableau 39 : Moyennes et variances de la longueur (mm) et du poids (g) des huîtres collées par le parqueur. Echantillonnage final. Site n°3.

Fig. 72 : Gain en longueur des huîtres collées par le parqueur. Site No 3. Tables S1 et S4.

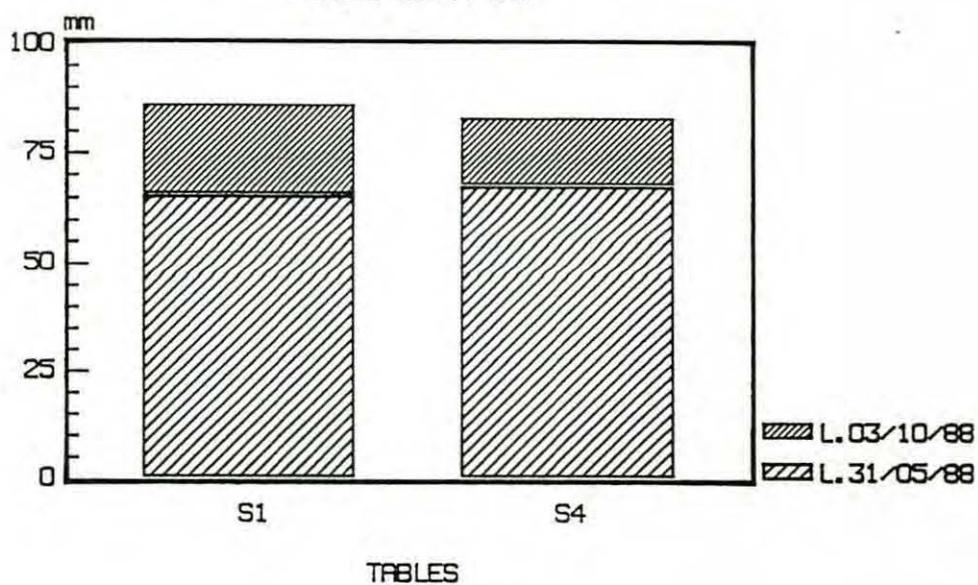
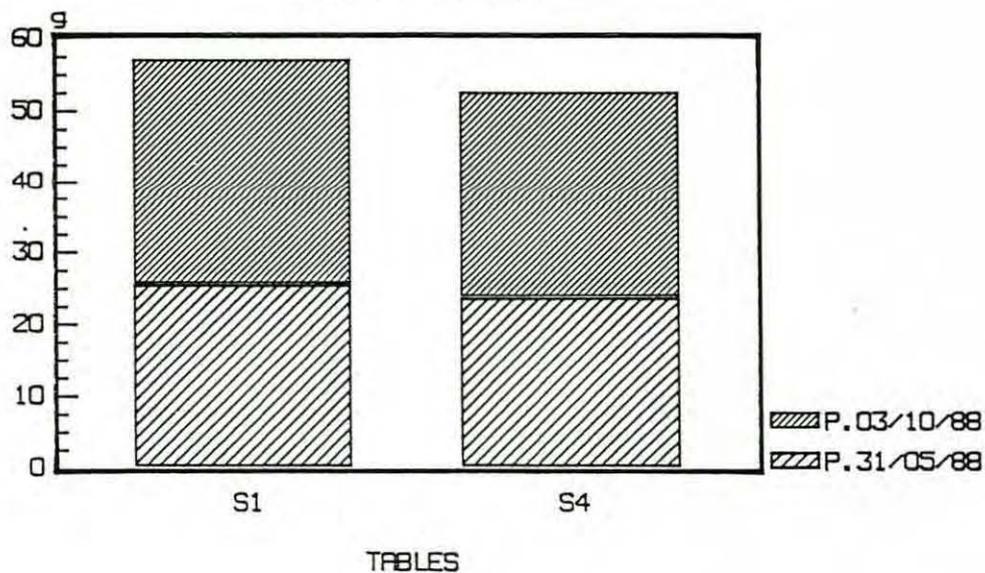


Fig. 73 : Gain en poids des huîtres collées par le parqueur. Site No 3. Tables S1 et S4.



provenant de la table S1. Contrairement à l'expérience réalisée avec des huîtres collées par nos soins, la différence des gains en longueur (5 mm) est plus sensible que celle des gains en poids (2.71 g).

*** Indice de qualité.**

L'indice de qualité des huîtres de la table S1 (43.32) est supérieur à celui des huîtres de la table S4 (33.74).

3.4. Moules placées par IFREMER.

3.4.1. Echantillonnage de départ (03.06.88).

Les moyennes de la longueur et du poids de départ des moules sont indiquées dans le tableau 40 ci-après :

Nombre d'individus	76
Moyenne de la longueur	50.89 ± 1.85
Variance de la longueur	67.83
Moyenne du poids	11.98 ± 1.06
Variance du poids	22.45

Tableau 40 : Moyennes et variances de la longueur (mm) et du poids(g) des moules placées par IFREMER, site n°3. Echantillonnage de départ.

3.4.2. Echantillonnage final (27.09.88).

Le tableau 41 donne les valeurs des moyennes des longueurs et des poids des moules en fin d'expérience.

	Table S1	Table S2	Table S3	Table S4
Nombre d'individus	300	300	300	244
Moyenne de la longueur	58.10 ± 0.72	56.99 ± 0.69	57.42 ± 0.66	57.78 ± 0.82
Variance de la longueur	40.47	37.56	34.73	43.00
Moyenne du poids	18.65 ± 0.63	18.50 ± 0.58	18.22 ± 0.58	18.93 ± 0.71
Variance du poids	31.55	26.88	27.03	32.53

Tableau 41 : Moyennes et variances des longueurs (mm) et des poids(g) des moules placées par IFREMER, site n°3. Echantillonnage final.

Les résultats du test "F" appliqué aux tables prises deux à deux montrent qu'il n'existe pas de différences significatives entre les moyennes des longueurs et des poids sur ces quatre tables, sauf dans un cas; l'écart entre les moyennes en longueur des huîtres des tables S1 et S2 est hautement significatif, les moules élevées sur la table S1 ayant une meilleure croissance en longueur.

* Indice de qualité.

Les valeurs de l'indice de qualité mesuré sur 20 individus sont présentées dans le tableau 42 ci-après :

	Table S1	Table S2	Table S3	Table S4
I.C.*1000	83.95	83.88	77.68	84.24

Tableau 42 : Indices de qualité évalués pour les moules des tables du site n°3.

Nous n'observons pas de différence marquée entre les indices des moules élevées sur les tables S1, S2 et S4 où l'on peut estimer que la qualité est satisfaisante. En revanche l'indice sur la table S3 est moins bon.

4. Site n° 4.

4.1. Huîtres en pignes.

4.1.1. Echantillonnage de départ (30.05.88).

Le tableau 43 fournit les moyennes et les variances des longueurs des naissains placés en début d'expérience sur les quatre tables du site n° 4.

L'analyse de variance effectuée sur les moyennes des longueurs (tableau 44) de départ a montré qu'il existe d'une part une différence hautement significative entre les moyennes sur les tables C1 et C4 et une différence significative entre celles des tables C4 et C2 d'autre part.

Ainsi le naissain placé sur ce site n'est pas homogène, la table C4 présentant des individus dont la taille de départ est

supérieure à celle des huîtres mises en élevage sur les tables C1, C2 et C3.

4.1.2. Echantillonnage final (24.10.88).

* Evaluation de la mortalité.

L'examen de la figure 74 nous permet de constater que la mortalité observée au niveau de la table C1 (7.87 %) est la plus faible. La mortalité la plus forte touche la table C3; sa valeur (21.26 %) est à peu près trois fois plus élevée. Les mortalités enregistrées sur les tables C2 et C4 sont proches.

* Moyennes des longueurs et des poids - Analyses de variance.

Le tableau 45 fournit les moyennes et les variances de la longueur et du poids des huîtres en pignes prélevées sur les quatre tables de ce site. Les écarts hautement significatifs, d'après le test "F" appliqué aux moyennes en longueur et en poids (tableau 46 et 47) permettent de différencier les croissances obtenues sur la table C4 de celles obtenues sur les trois autres tables.

Ainsi d'après les moyennes calculées, la table C4 présente la meilleure performance de croissance linéaire et pondérale, les autres tables présentant des résultats comparables.

	Table C1	Table C2	Table C3	Table C4
Nombre d'échantillons	680	588	596	572
Moyenne de la longueur	24.38 ± 0.65	24.52 ± 0.67	24.66 ± 0.70	25.69 ± 0.74
Variance de la longueur	76.49	68.59	77.19	82.17

Tableau 43 : Moyennes et variances de la longueur (mm) du naissain placé sur les tables du site n°4. Echantillonnage de départ.

	Table C1	Table C2	Table C3	Table C4
Table C1		NS	NS	HS
Table C2			NS	S
Table C3				S
Table C4				

Tableau 44 : Test "F" appliqué aux tables deux à deux. Echantillonnage de départ. Site n°4.

Fig. 74 : Mortalité des huîtres en pignes
Echantillonnage final.
Site No 4

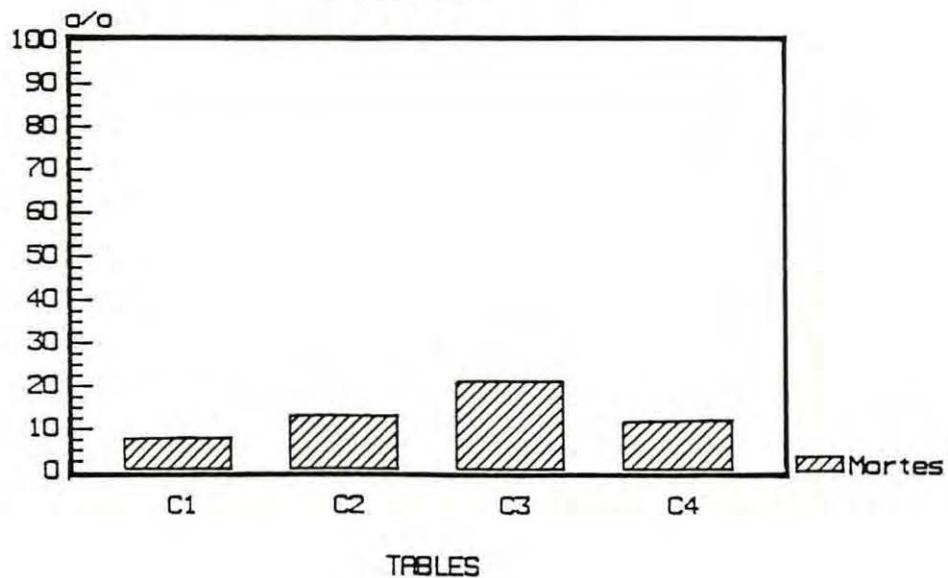


	Table C1	Table C2	Table C3	Table C4
Nombre d'individus	218	225	181	192
Moyenne de la longueur	65.84 ± 1.75	66.24 ± 1.47	64.38 ± 1.78	70.72 ± 1.08
Variance de la longueur	174.63	126.93	149.53	216.37
Moyenne du poids	23.70 ± 1.57	24.30 ± 1.41	24.60 ± 1.76	30.59 ± 2.06
Variance du poids	141.31	117.13	146.04	213.54

Tableau 45 : Moyennes et variances de la longueur (mm) et du poids (g) des huîtres en pignes.
Echantillonnage final. Site n°4.

	Table C1	Table C2	Table C3	Table C4
Table C1		NS	NS	HS
Table C2			NS	HS
Table C3				HS
Table C4				

Tableau 46 : Test "F" appliqué aux tables deux à deux.
Croissance linéaire.
Echantillonnage final. Site n°4.

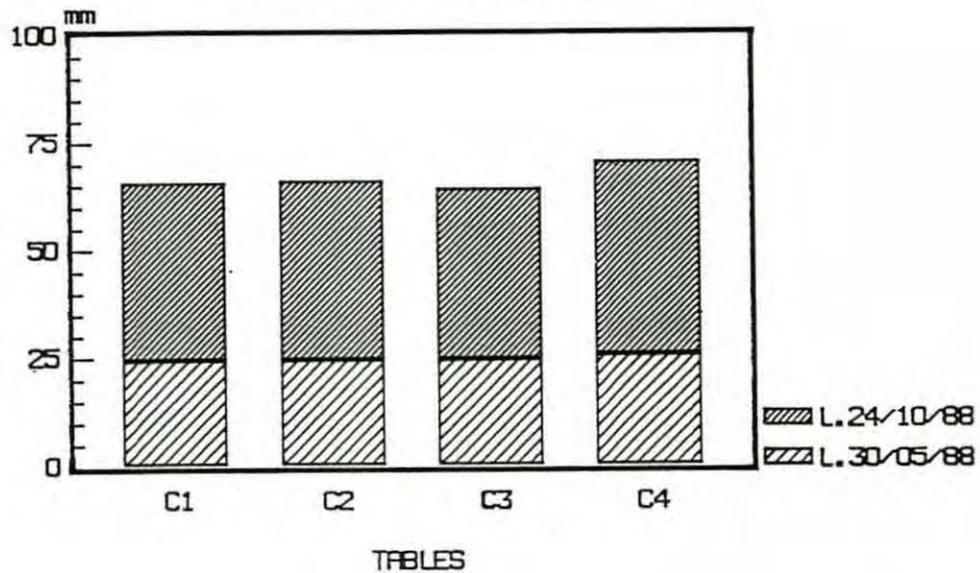
	Table C1	Table C2	Table C3	Table C4
Table C1		NS	NS	HS
Table C2			NS	HS
Table C3				HS
Table C4				

Tableau 47 : Test "F" appliqué aux tables deux à deux.
Croissance pondérale.
Echantillonnage final. Site n°4.

* Gain en longueur.

Il apparaît à l'examen de la figure 75, que la table C4 présente le meilleur gain en longueur. Les tables C1 et C2 ont des gains comparables, alors que le gain le plus mauvais est observé pour la table C3.

Fig. 75 : Gain en longueur des huîtres en pignes. Site No 4. Tables C1, C2, C3, et C4.



* Indice de qualité.

Les valeurs de l'indice de qualité sont indiquées dans le tableau 48 ci-après :

	Table C1	Table C2	Table C3	Table C4
I.C.*1000	36.98	34.03	38.15	37.11

Tableau 48 : Indices de qualité évalués pour les huîtres en pignes des tables du site n°3.

On n'observe pas de différence marquée entre les indices des huîtres élevées sur les tables C3, C4 et C1; par contre la table C2 présente l'indice de qualité le plus mauvais.

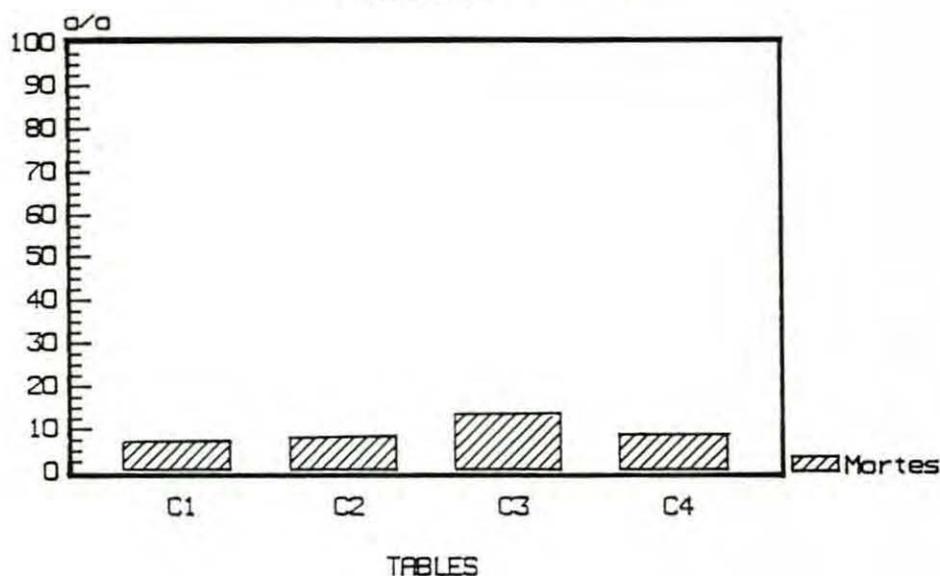
4.2. Huîtres collées par IFREMER.

Rappelons que l'échantillonnage de départ de cette expérience est le même que celui qui a été réalisé pour le site n° 1. Par ailleurs l'échantillonnage final a été effectué comme pour les autres sites le 17.10.88.

4.2.1. Evaluation de la mortalité.

La figure 76 représente les mortalités observées sur les quatre tables du site n° 4.

Fig. 76 : Mortalité des huîtres collées par IFREMER. Echantillonnage final. Site No 4



La mortalité la plus faible est celle de la table C1 (7.29 %). La mortalité la plus forte touche la table C3 (13.76 %).

%). Enfin, les mortalités observées sur les tables C4 et C2 ont des valeurs intermédiaires (respectivement 9.00 % et 8.41 %) qui restent proches.

4.2.2. Moyennes des longueurs et des poids - Analyses de variance.

Le tableau 49 donne les valeurs des moyennes et des variances de la longueur et du poids des huîtres collées par IFREMER et placées sur ce site.

Les résultats de l'analyse de variance effectuée sur les moyennes en longueur et en poids de ces huîtres (tableaux 50 et 51) montrent qu'il n'existe pas de différences significatives entre les longueurs des huîtres élevées sur les tables dévasées et celles des huîtres des tables non dévasées. Par contre la croissance pondérale de la table C4 est meilleure que celle de la table C1; l'écart est hautement significatif.

4.2.3. Gains en longueur et en poids.

Il apparaît à l'étude des figures 77 et 78 que le meilleur gain en longueur s'établit pour les huîtres de la table C2, les gains sur les tables C3 et C4 étant comparables. Enfin les mollusques de la table C1 présentent le gain en longueur le plus faible.

En ce qui concerne les poids, les huîtres de la table C4 présentent le meilleur gain, le plus faible étant celui de la table C1. L'écart entre les deux est de 3.41 g.

	Table C1	Table C2	Table C3	Table C4
Nombre d'individus	85	94	90	97
Moyenne de la longueur	76.01 ± 1.84	79.67 ± 1.64	77.62 ± 2.05	77.40 ± 1.75
Variance de la longueur	75.32	66.12	99.25	77.78
Moyenne du poids	39.68 ± 2.09	41.97 ± 2.06	39.77 ± 2.15	43.09 ± 1.94
Variance du poids	96.80	103.91	108.84	95.21

Tableau 49 : Moyennes et variances de la longueur (mm) et du poids (g) des huîtres collées par IFREMER. Echantillonnage final. Site n°4.

	Table C1	Table C2	Table C3	Table C4
Table C1		HS	NS	NS
Table C2			NS	NS
Table C3				NS
Table C4				

Tableau 50 : Test "F" appliqué aux tables deux à deux. Croissance linéaire. Echantillonnage final. Site n°4.

	Table C1	Table C2	Table C3	Table C4
Table C1		NS	NS	HS
Table C2			NS	NS
Table C3				S
Table C4				

Tableau 51 : Test "F" appliqué aux tables deux à deux. Croissance pondérale. Echantillonnage final. Site n°4.

Fig. 77 : Gain en longueur des huîtres collées
 par IFREMER. Site No 4.
 Tables C1, C2, C3, et C4.

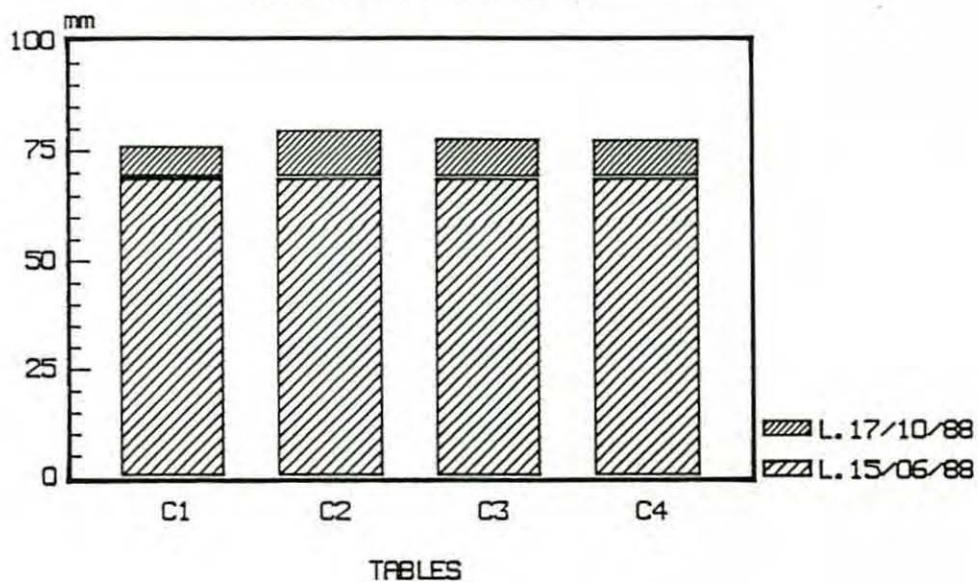
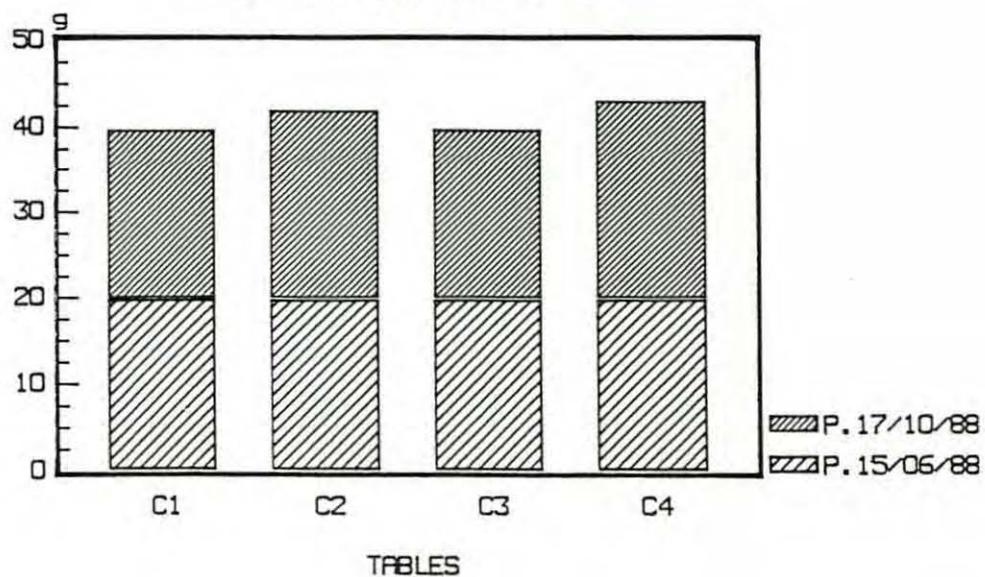


Fig. 78 : Gain en poids des huîtres collées
 par IFREMER. Site No 4.
 Tables C1, C2, C3, et C4.



4.2.4. Indice de qualité.

Les indices de qualité des huîtres cultivées sur ce site sont donnés dans le tableau 52 ci-après :

	Table C1	Table C2	Table C3	Table C4
I.C.*1000	30.04	36.49	34.29	35.97

Tableau 52 : Indices de qualité des huîtres collées par IFREMER, site n°4.

Les indices de qualité des huîtres cultivées sur les tables C2, C3 et C4 ont des valeurs proches alors que sur la table C1 l'indice est le plus faible.

CHAPITRE IV - DISCUSSION.

A - Aspect technique de l'expérience.

Les premières expériences, conduites à l'aide d'engins classiques de travaux publics, ont montré que ces engins ne conviennent pas, pour des raisons techniques et financières :

- les outils utilisés étaient surdimensionnés,
- leur mise en oeuvre était trop lourde, entraînant une longue durée de travail,
- leur manipulation à partir de la surface de l'eau, en "aveugle" avait pour conséquence de nombreuses irrégularités sur le fond.
- le coût d'immobilisation de ces engins était trop élevé. Les sommes forfaitaires allouées aux entreprises pour ce travail ont été dans tous les cas largement dépassées.

En ce qui concerne l'opération même d'enlèvement des sédiments sous les tables, il est acquis que la turbidité engendrée par un engin preneur et à plus forte raison aspirant est négligeable. N'atteignant pratiquement pas les tables voisines elle reste localisée principalement près du fond. Ainsi les risques d'inhibition de l'alimentation des mollusques, au-delà d'une certaine densité de matière en suspension (LOOSANOF et ENGEL, 1947) semble être exclus. Le risque d'accumulation de vase par les coquillages paraît aussi très réduit.

Du point de vue qualitatif, les mesures effectuées sous les parcs au moment des interventions de dévasement ont montré qu'il n'y a aucune diminution appréciable de la teneur en oxygène de l'eau ; ceci nous amène à penser que le dévasement des tables doit pouvoir être envisagé à toutes époques de l'année lorsque l'oxygénation du milieu est bonne, autrement dit presque tout le temps à l'exclusion d'une partie de la période estivale. Par ailleurs aucun dégagement d'H₂S n'a été détecté dans l'eau ce qui indique que cette modeste turbidité ne présente pas de caractère toxique majeur.

De même lors du rejet de la vase liquide dans le chaland nous avons constaté que l'essentiel du H₂S formé s'évacuait rapidement dans l'atmosphère créant une odeur caractéristique. Cette particularité due à la forte diffusion de ce gaz dans l'atmosphère (CAHET, 1965), est très importante car il apparaît que du fait d'un simple transfert au contact de l'air la vase prélevée perd sa toxicité immédiate. Cet effet serait certainement renforcé dans le cas de l'emploi d'une suceuse puisque son fonctionnement repose sur une puissante injection d'air.

Par ailleurs, la dispersion de cette vase liquide en gerbe dans l'étang, qui représente une deuxième occasion de dégazage, n'a pas eu d'effet néfaste apparent (pas de baisse d'oxygène, pas de présence d'hydrogène sulfuré). Ce moyen d'évacuation des sédiments paraît donc tout à fait acceptable, ses répercussions sur le milieu n'étant pas négatives, mais peut-être même positives par le recyclage de sels nutritifs engendrés.

A la suite de l'ensemble de ces expériences il apparaît qu'un effort d'ordre technologique est à fournir pour imaginer et construire un prototype adapté à ce travail. Les critères retenus pour sa conception reposeront au moins en partie sur les résultats des observations effectuées au cours de cette étude :

- ses dimensions doivent lui permettre de passer entre les deux travées de 5 m qui constituent la largeur de la table et sous les perches situées à environ 1.5 m de la surface de l'eau, évitant ainsi leur démontage,

- sa navigabilité doit être étudiée de manière à ce qu'il puisse opérer en période ventée,

- il doit être guidé directement sur le fond pour que le travail soit régulier sans constitution de butte, de trou ou de cuvette,

- son système de remontée des vases aurait avantage à fonctionner sur le principe de la suceuse, avec injection d'air. Les grands volumes de vase liquide prélevés par aspiration ne pouvant être transportés à cause des coûts engendrés par une telle opération, ils devraient alors être recyclés dans l'étang,

- sa capacité de travail doit être importante pour nettoyer au moins une table par jour.

En outre, un deuxième engin autonome doit être conçu pour le ramassage du "matériel lourd" avec l'aide de plongeurs. Il devrait pouvoir transporter et mettre à terre son chargement par une technique peu coûteuse.

Enfin cette activité requiert l'emploi de plongeurs quel que soit le degré de mécanisation atteint, ceci à trois

niveaux : diagnostic du travail à réaliser selon la situation et l'aspect du fond sous la table, enlèvement ou chargement du matériel lourd, réglage initial et contrôle de l'engin dévaseur.

B - Aspect scientifique de l'expérience.

1. Le sédiment.

L'étude sédimentologique nous a permis de mettre en évidence un certain nombre des caractéristiques du sédiment présent sous les tables.

Avant les opérations de dévasement nous avons constaté que dans tous les cas le sédiment présentait un horizon superficiel de couleur noirâtre. DELTREIL et al. (1974) indique que l'observation sur le terrain de la couleur du sédiment est un procédé rapide et parfaitement valable d'appréciation de son état d'oxydation (teintes jaunâtres ou brunâtres) ou de réduction (teintes noirâtres). Selon HUSSENOT et FEUILLET (1988) la couleur noire est due à la combinaison des sulfures formées avec le fer (FeS).

Sous les tables se trouvent donc des vases ou des vases sableuses réduites et riches en sulfures qui dégageaient d'ailleurs une forte odeur d'hydrogène sulfuré. Ce gaz n'a pu être dosé dans le sédiment pour des raisons techniques.

Par ailleurs les dosages de la matière organique ont montré que celle-ci était principalement incorporée à la fraction argileuse. Ce constat a déjà été fait par MOORE (1969) qui indique que la matière organique se rapproche de la fraction la

plus mobile du sédiment, la fraction argileuse, à laquelle elle est souvent liée. DELTREIL (1969) LONGERE et al. (1972) précisent que dans les sédiments, la matière organique est étroitement liée à la richesse en argile, par une relation linéaire.

De plus nous avons observé, dans toutes les carottes prélevées sous les tables à l'exception de la table C2, un gradient révélant la diminution de la teneur en matière organique avec la profondeur. Ce gradient montre que la matière organique tend à s'accumuler et à s'incorporer dans les horizons supérieurs du sédiment en raison de la décantation d'une importante quantité de biodépôts rejetés par les mollusques en élevage.

Les teneurs qui ont été mesurées sont du même ordre de grandeur que celles établies par GEHANT et JEANNERET, (1985) sous d'autres tables d'élevage de l'étang de Thau. Ces auteurs indiquent, que quelle que soit la zone conchylicole, les fonds sous les tables à moules sont nettement plus dégradés que sous les tables à huîtres. Cela est confirmé par nos observations, en effet les fonds des tables S1 et S2 du site n° 3 sur lesquelles on cultive principalement des moules étaient les plus chargés en matière organique.

Après le dévasement, nous avons bien entendu, généralement noté une diminution de la matière organique, cependant dans certains cas (tables G4, C2) des valeurs anormalement élevées ont été trouvées. Une explication de cette anomalie peut être avancée : les plongeurs auraient pratiqué les carottages dans des trous au fond desquels s'est accumulée de la vase fluide riche en matière organique. Cette hypothèse se confirme dans le cas de la table G4 où la fraction fine du

sédiment a augmenté. Cette anomalie est vraisemblablement due au travail de la pompe Toyo qui crée à une certaine distance des mouvements de turbulence centrifuge et une mise en suspension des particules les plus fines qui échappent ainsi au pompage et se redéposent ensuite dans les tranchées creusées par l'engin.

Par ailleurs sur les fonds nettoyés le sédiment paraît plus sain, de couleur brune, sans odeur marquée d'hydrogène sulfuré.

2. Les conditions hydrobiologiques.

2.1. Température, salinité et chlorophylle a.

D'après les résultats obtenus nous sommes conduits à considérer que le milieu environnant les tables d'un même site est homogène. En effet, les conditions physicochimiques (température et salinité) ainsi que la richesse alimentaire (chlorophylle a) n'y présentent pas de variations spatiales notables. De ce fait les différences de croissances observées entre les mollusques élevés sur les tables dévasées et sur les tables témoins sont très vraisemblablement une conséquence directe du dévasement. Néanmoins nous savons que la position des parcs par rapport aux grands couloirs traversant les zones d'élevage où les courants sont libres et où le plancton ne subit pas la prédation des mollusques, peut influencer le développement des bivalves (MEDELGI, 1989). Nous ne pouvons donc exclure de notre raisonnement cette influence sur la croissance, dont il faut tenir compte dans l'interprétation de nos résultats.

2.2. L'oxygène dissous.

Nous n'avons pas pu mettre en évidence des différences mathématiquement significatives entre les teneurs en oxygène dissous sous les tables dévasées et sous les tables non dévasées.

Cela tient notamment au fait qu'au cours de l'été 1988, les conditions climatiques n'ont pas conduit à une crise dystrophique, les coups de vent étant relativement forts (6 m/s en moyenne) et bien répartis dans le temps. La concentration en oxygène dissous des eaux de l'étang n'a pas atteint des valeurs très faibles. Les minima enregistrés dans les fonds les plus importants (9 m en zone A) étaient de 3 mg/l. Dans ces conditions favorables une bonne oxygénation de l'eau s'est maintenue au niveau des tables expérimentales, minimisant de ce fait l'impact du dévasement. Cependant, sur le site n°3 où le nettoyage a été particulièrement efficace nous avons constaté qu'au dessus des fonds nettoyés où la charge du sédiment en matière organique est plus faible, la teneur de l'eau en oxygène était légèrement plus élevée que sur les fonds témoins. Le dévasement effectué semble donc avoir un effet bénéfique sur l'oxygénation de l'eau, effet qui sera sans aucun doute renforcé en cas de crise dystrophique.

2.3. L'hydrogène sulfuré.

Lors des différentes tournées de prélèvement nous n'avons pas pu détecter, à l'aide de la trousse HACH, la présence d'hydrogène sulfuré dans le milieu.

Cependant d'après nos observations montrant la réduction de leur teneur en matière organique, leur couleur brunâtre et l'absence d'odeurs putrides, les sédiments des fonds nettoyés sont potentiellement moins nocifs que ceux des fonds témoins. L'efficacité du dévasement sur l'assainissement des fonds notamment sur la réduction ou l'élimination des dégagements d' H_2S paraît donc évident, malheureusement il n'a pu être confirmé quantitativement par dosage de ce gaz.

En nous appuyant sur les études qui ont été faites sur le processus conduisant au dégagement d'hydrogène sulfuré dans les lagunes saumâtres méditerranéennes (CAHET, 1965 ; KTARI-CHAKROUN, 1972 ; CAUMETTE et BALEUX, 1980) nous pouvons rendre compte de la formation et du dégagement de ce gaz sous les tables conchylicoles :

La dégradation de la matière organique dans le sédiment s'effectue soit par l'intermédiaire des bactéries hétérotrophes putréfiantes soit par celui des bactéries sulfo-réductrices. Cette dégradation aboutit à la libération d'hydrogène sulfuré. Ce gaz sera réoxydé très rapidement à l'interface eau-sédiment en période de bonne oxygénation de l'eau, soit spontanément, par l'action chimique de l'oxygène dissous, soit par les thiobactéries qui le transforment en SO_4^{2-} .

En période de baisse d'oxygène et quand la quantité de matière organique à décomposer est grande, la production d' H_2S est neutralisée par l'oxygène dissous ce qui entraîne une chute brutale de la concentration de ce dernier dans l'eau. Dans le cas extrême d'une malaïgue, l'oxygène dissous dans l'eau finit par s'épuiser totalement; dès lors le gaz toxique n'est plus

transformé, il s'accumule dans l'eau anoxique entraînant des mortalités dans le cheptel élevé. Sa toxicité est équivalente à celle de l'acide cyanhydrique (ITO et IMAI, 1955).

Nous comprenons alors que du fait de la bonne oxygénation de l'eau sous les tables expérimentales nous n'avons pas pu mettre en évidence la présence de H₂S dans le milieu. Cependant il est possible que des émanations se soient produites en particulier pendant la nuit, lorsque la concentration en oxygène baisse, ce qui échappait à nos investigations, non continues.

3. La croissance et la qualité des coquillages élevés.

3.1. Site n° 1.

Si l'unique expérience menée sur ce site n'a pas permis de mettre en évidence de différences de croissance entre la table dévasée G4 et la table témoin G3, le dévasement semble cependant avoir eu un effet bénéfique sur la vitalité et la qualité des huîtres. La différence de qualité correspond à plus de 8 % de la variation maximale de l'indice de qualité (entre 90 et 30) enregistrée dans l'étang de Thau, pour des huîtres collées (LANDREIN, communication personnelle).

3.2. Site n° 2.

L'examen de la croissance des mollusques sur les deux moitiés de la table P1 n'a pas montré de différences entre le côté dévasé et le côté non dévasé : en fin d'expérience ces

huîtres présentaient des caractéristiques analogues. Cela peut s'expliquer par le fait que le dévasement opéré n'a pas été très efficace; présentant de nombreuses irrégularités il a laissé de larges secteurs du fond non nettoyés. Cependant, dans le cas des huîtres les plus proches du fond (huîtres en pignes prélevées en bas de corde) la mortalité est deux fois plus importante du côté non dévasé que du côté dévasé, ce qui confirme nos hypothèses concernant l'effet des émanations à partir du sédiment de gaz toxique qui empoisonne les huîtres. Ces émanations sont restées cette année localisées à proximité du fond.

3.3. Site n° 3.

Parmi les quatre sites expérimentaux, le site n° 3 est le site le plus intéressant en raison :

- de l'état dégradé du fond (plus de 20 % de matière organique),
- de l'efficacité du dévasement (diminution très nette de la teneur en matière organique),
- du nombre d'expériences qui y ont été réalisées.

* Huîtres en pignes.

Les résultats de l'étude de la croissance ont révélé que l'effet bénéfique du dévasement se fait ressentir d'une manière plus intense sur la croissance, la qualité et la vitalité des huîtres les plus proches du fond (prélevées en bas de corde) que sur celles de la strate supérieure. En effet dans le premier cas les tables dévasées S1 et S2 se différencient très

nettement des tables témoins. Dans le second cas la croissance sur la table S1 est meilleure que sur les trois autres tables. Mais si elle est plus forte sur la table S2 que sur la table S3, elle reste de même ordre sur les tables S2 et S4.

L'interprétation de ces résultats montrant que la croissance des mollusques est surtout améliorée à proximité du fond paraît pleinement justifiée si on suppose que les émanations nocives sont supprimées ou du moins fortement diminuées par le traitement.

Cependant, pour répondre à l'objection que nous avons faite nous même à cette interprétation qui est de considérer qu'un effet favorable est lié à la proximité des grands couloirs et en particulier du grand couloir bordant la table S1, différentes remarques sont à souligner :

- les différences de richesse alimentaire, minimes et non significatives au sens mathématique du terme, ne sont absolument pas en rapport avec les différences assez importantes trouvées entre les croissances,

- l'effet des petits couloirs doit aussi exister, à moindre échelle, si on admet un effet des grands,

- si la diffusion ou la dérive des particules alimentaires est facilitée, du fait de l'absence d'obstacle entre un grand couloir et les premières rangées de cordes d'une table qui le borde, il est peu vraisemblable que celle-ci se poursuive dans tout le volume de cette table où la densité des supports suspendus est très importante; si bien que les mollusques de la lisière orientale de la table S1 étaient certainement beaucoup plus influencés par le petit couloir situé à la droite de ce parc

que par le grand couloir situé à sa gauche. Or notre échantillonnage était conçu pour refléter l'état moyen du cheptel sur l'ensemble de cette structure.

Ainsi, nous devons effectivement admettre qu'un "effet couloir", d'ailleurs relatif à la présence des deux types de couloir, interfère avec l'effet dévasement étudié dans ce travail. Cependant, aussi bien à travers les résultats issus des tests mathématiques qu'à travers la synthèse des observations réalisées, il apparaît que l'"effet couloir" est de toute évidence mineur par rapport à l'effet dévasement qui a nettement modifié l'état du sédiment de ce site.

Par ailleurs nous avons remarqué qu'aux tables dévasées ne correspondent pas seulement de meilleures croissances mais surtout de beaucoup plus faibles mortalités qui révèlent l'influence directe de l'état du fond plutôt que toute autre influence.

*** Huîtres collées.**

Les résultats des expériences effectuées sur les huîtres collées soit par IFREMER soit par le parqueur ont montré que dans les deux cas, les huîtres placées sur les tables dévasées présentent la meilleure performance de croissance linéaire et pondérale et le meilleur indice de qualité par rapport à celles placées sur les tables non dévasées.

Ces résultats viennent confirmer ceux obtenus sur les huîtres en pignes. Cependant en ce qui concerne les mortalités, s'agissant d'huîtres collées sur des cordes, occupant toute la tranche d'eau, elles sont équivalentes sur les tables dévasées et

non dévasées, contrairement à l'expérience précédente. Ce résultat indique apparemment une fois de plus, que l'impact du dévasement se fait ressentir de manière plus conséquente sur les huîtres les plus proches du fond.

*** Moules placées par IFREMER.**

Cette expérience n'a pas montré de différence de croissance significative entre les moules placées sur les tables dévasées et celles placées sur les tables témoins. Pour l'expliquer nous pouvons formuler plusieurs hypothèses :

- la durée d'élevage n'était pas suffisante pour pouvoir mettre en évidence des différences de croissance, tout au moins en ce qui concerne les moules,

- les moules sont moins sensibles à l'état d'envasement du sédiment sous jacent,

- une forte densité dans les tubulures implique une gêne mécanique qui a pu contrarier la croissance, de plus en raison de la faible longueur des cordes, les moules n'ont baigné que dans la tranche supérieure de l'eau, alors que l'influence majeure a lieu près du fond.

Notons cependant que l'indice de qualité des moules élevées sur la table S3, non dévasée, est le plus faible.

3.4. Site n° 4.

D'après les résultats obtenus nous pouvons affirmer qu'au premier échantillonnage le naissain placé sur la table C4 avait une taille supérieure à celle du naissain placé

sur les autres tables. Dès lors nous pouvons poser le problème de l'homogénéité du matériel cultivé sur les tables de ce site : selon le parqueur les naissains étaient bien de même origine et ils avaient été placés en même temps sur les quatre tables durant la période du 15.03.88 au 01.04.88. Notre échantillonnage de départ ayant été effectué le 30.05.88 soit après environ un mois et demi, il se pourrait que durant ce laps de temps et profitant de conditions climatiques particulièrement favorables (période printanière caractérisée par des blooms phytoplanctoniques) et peut-être d'un "effet grand couloir", le naissain ait grandi plus rapidement sur la table C4 que sur les autres.

En fin d'expérience les huîtres de la table C4 sont toujours plus grandes que celles des trois autres tables, où les performances de croissance sont comparables.

Une certaine incertitude demeure, rendant les conclusions hasardeuses; remarquons cependant que les différences en taille et en poids des moyennes entre les tables C4 et les trois autres tables sont moins marquées que les différences observées sur le site n° 3.

A l'examen des résultats de l'expérience réalisé avec des huîtres collées par nous même, nous aboutissons aux mêmes conclusions à ceci près qu'il n'y a même pas de différence significative entre les longueurs des huîtres de la table C4 et celles des trois autres.

Cette seconde expérience tend ainsi à minimiser l'influence que nous aurions été tentés d'attribuer au grand couloir d'après les résultats de l'expérience précédente.

Si nous ne sommes pas en mesure d'expliquer avec certitude les résultats observés dans ce site sur la croissance, en revanche l'influence du nettoyage du fond semble être, ici encore, nettement établie par les observations relatives à la strate des coquillages du bas des cordes dans laquelle la mortalité est trois fois supérieure sur la table non dévasée C3 (située sur un petit couloir) que sur la table dévasée C1 (placée à côté d'un espace non planté). De même la mortalité enregistrée sur la table C4 (situé sur le grand couloir) est une fois et demi plus importante que celle observée sur la table C1.

CONCLUSION.

Les expérimentations techniques conduites par IFREMER dans le but d'améliorer les conditions des cultures des mollusques dans l'étang de Thau permettent de constater que les engins classiques de travaux publics utilisés pour dévaser les tables conchylicoles ne conviennent pas du fait de leur inadaptation à cette activité totalement nouvelle : cependant ces essais étaient nécessaires pour ouvrir la voie à une recherche technologique dont le but est de mettre au point un engin bien adapté, en bénéficiant de l'expérience acquise à l'occasion du présent travail, à l'issue duquel les spécifications essentielles ont pu être formulées.

Du point de vue écologique, les opérations systématiques de dévasement apparaissent tout à fait réalisables. En effet les conditions du milieu ne sont pratiquement pas perturbées :

- la turbidité occasionnée reste localisée à proximité du fond,
- l'oxygénation du milieu n'est pas sensiblement modifiée,
- le rejet dans l'étang des vases prélevées tel qu'il a été pratiqué n'entraîne pas d'effet néfaste apparent.

En ce qui concerne le sédiment sous les tables, les traitements ont montré un début d'amélioration de son état se traduisant dans la plupart des cas par la diminution de la teneur

en matière organique et la disparition de la couleur noire et de l'odeur caractéristique des sulfures.

Cet assainissement des fonds doit pouvoir limiter sinon exclure les émanations d'hydrogène sulfuré par le sédiment.

Par ailleurs il semble que le dévasement entraîne une meilleure oxygénation de l'eau sur les fonds nettoyés. Cet effet observé sur le site n° 3 n'a pu être très marqué du fait de l'absence de crise dystrophique pendant l'année d'observation.

En ce qui concerne les tests biologiques entrepris sur les quatre sites, il apparaît que le dévasement favorise principalement la vitalité (ensemble des sites étudiés) mais aussi la qualité (site n° 1 et 3) et la croissance (site n° 3) des huîtres élevées à proximité du fond.

L'étude que nous avons menée n'est qu'une première approche du programme "dévasement", elle n'avait nullement l'ambition de résoudre tous les problèmes s'y attachant, mais uniquement d'apporter une première contribution quant à la faisabilité technique et l'impact d'une telle intervention sur le milieu et sur la croissance des coquillages élevés. A la suite de ce travail et parallèlement à l'effort de recherche technologique qu'il convient de fournir, il est important d'effectuer un certain nombre de travaux nécessaires sur les sédiments de l'étang de Thau notamment sur :

- les processus d'échange à l'interface eau-sédiment,
- l'aspect microbiologique du mécanisme de formation et de libération de l'hydrogène sulfuré,
- le traitement, le recyclage et éventuellement la valorisation des vases prélevées.

Il convient de souligner par ailleurs que le dévasement sous les tables conchylicoles dans l'étang de Thau est un des moyens de prévention envisagé pour lutter contre la "malaïgue" et éviter ou limiter les destructions qu'elle occasionne périodiquement au cheptel. Mais il en est d'autres, tels que le ramassage des déchets conchylicoles ou la récupération des algues (quelques fois très abondantes) qui méritent aussi d'être étudiés. De même certains moyens de lutte destinés à une intervention instantanée et ponctuelle, par exemple l'aération artificielle par diffusion d'air comprimé, doivent retenir l'attention des chercheurs.

La comparaison des résultats de différentes solutions apportées à un même problème ne peut être que riche en enseignements, notamment en offrant la possibilité de moduler les techniques pour les adapter à des milieux naturels différents de l'étang de Thau.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AMANIEU M., BALEUX B., GUELORGET O. et MICHEL P., 1974. - Etude biologique et hydrologique d'une crise dystrophique (malaïgues) ; application à l'étang du Prévost à Palavas (Hérault). Vie et Milieu, 1974, vol. XXV. fasc. 2, ser. B : p. 175-204.
- AMINOT A. et CHAUSSEPIED M., 1983. - Manuel des analyses chimiques en milieu marin. CNEXO , p. 395.
- AUDOUIN J., 1962. - Hydrologie de l'étang de Thau. Rev. Trav. Inst. Pêches marit., 26 (1) : p. 5-100.
- BELAIR P. et POMEROL C., 1977. - Elément de géologie. Armand COLIN. Paris, p. 528.
- BOUGIS P., 1974. - Ecologie du plancton marin. I le phytoplancton. II le zooplancton. Paris. MASSON et Cie, p. 1-196; 1-200.
- CAHET G., 1965. - Contribution à l'étude des eaux et des sédiments à l'Etang de Bages-Sigean (Aude) III: Réduction des composés soufrés. Vie et Milieu ser. B : 16 (2 b) 917-981.
- CAUMETTE P., 1979. - Participation des bactéries phototrophes sulfo-oxydantes dans le métabolisme du soufre en milieu lagunaire méditerranéen (Etang du Prévost). Etude des crises dystrophiques (malaïgues). Thèse de 3ème cycle, U.S.T.L. Montpellier, p. 160.

- CAUMETTE P. et BALEUX B., 1980. - Etude des eaux rouges dues à la prolifération des bactéries photosynthétiques sulfo oxydantes dans l'Étang du Prévost, lagune saumâtre méditerranéenne. *Marine biology* 56, 183-194.
- CENTRE d'ETUDE de PROJET. Université de Montpellier. - Etude économique des filières d'élevage aquacole en Méditerranée française. Juin 1986. Contrat de recherche CEP-IFREMER n° 86-1-590906.
- CHASSEFIERE B., 1968. - Sur la sédimentologie et quelques aspects de l'hydrologie de l'étang de Thau (Hérault). Thèse de 3ème cycle. Université de Montpellier, p. 131.
- DAGNELIE P., 1985. - Théorie et méthodes statistiques. Vol. 1 : p. 377.
- DELTREIL J.P., 1969. - Observations sur les sols ostréicoles du Bassin d'Arcachon. *Rev. Trav. Inst. pêches marit.* 33 (3) p. 343-349.
- DELTREIL J.P., FEUILLET M., GRAS P., MARIN J. et MARTEIL L., 1974. - Le milieu physicochimique. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.* 38 (3) : p. 217-337.
- FATEMI M., 1938. - Variations saisonnières du plancton de l'étang de Thau à l'embouchure du canal de Sète. Thèse de Doct. Sciences Montpellier.
- FEUILLET M., GOULEAU D., 1977. - Action des épandages de craie (ou CaCo₃) sur les vases des claires et des parcs

ostréicoles. Rev. Trav. Inst. Pêches marit. 19 (4) : p.
501-579.

FRISONI G.F., 1984. - Contribution à l'étude du phytoplancton dans le domaine paralique. Thèse Docteur Ingénieur option écologie aquatique. USTL Académie de Montpellier.

GEHANT P. et JEANNERET H., 1984. - La macrofaune benthique de l'étang de Thau : approche biocenotique. Thèse de 3ème cycle. Univ. Scienc. Techn. LANGUEDOC, p. 115.

GEHANT P. et JEANNERET H., 1985. - Etude sur l'impact des activités aquacole dans l'étang de Thau. Rapport CEPRALMAR/CNARBRL p. 41.

GOURRET P. 1897. - Les étangs saumâtres du midi de la France et leurs pêcheries. Ann. Mus. Hist. Nat. Marseille, zoologie. 5 (1) : p. 1-55.

HAMON P.Y., TOURNIER H. et ARNAUD, 1979. - Cycles annuels de quelques paramètres physico-chimiques de l'étang de Thau. Rapp. Comm. Int. Mer Médit., 25/26 (3) : p. 99-100.

HAMON P.Y., et TOURNIER H., 1981. - Estimation de la biomasse en culture dans l'étang de Thau (été 1980). Sciences et Pêches. Bull. Inst. Pêches marit. n° 313 : p. 1-23.

HAMON P.Y., 1983. - Croissance de la moule dans l'étang de Thau. Estimation des stocks de mollusques en élevage. Thèse

d'état. Université des Sciences techniques du
Languedoc, Montpellier, p. 331.

HAMON P.Y., et TOURNIER H., 1986. - Evolution de la biomasse de mollusques en élevage dans l'étang de Thau de 1980 à 1984. Rev. Trav. Inst. Pêches Marit., 48 (1 et 2) : p. 33-44.

HAMON P.Y. et TOURNIER H., 1988. - A paraître. Evolution de la biomasse en élevage dans l'étang de Thau de 1980 à 1987. Impact sur le milieu.

HENARD D., 1976. - Production primaire d'une lagune méditerranéenne. Etang de Thau (Hérault). Année 1976. Thèse USTL Montpellier, p. 167.

HUSSENOT J. et FEUILLET-GIRARD M., 1988. - Le sédiment des marais salés aquacoles de la côte atlantique. Recherche de paramètres indicateurs de la qualité des fonds, l'exemple des bassins d'élevage de la crevette impériale. Aquarevue n° 17.

ITO S. IMAI T., 1955. - Ecology of oyster bed on the decline of productivity due to repeated cultures. The Tohoku Journal of Agricultural Research. 4 p. 251-268.

JEFFREY S.W., 1975. - New spectrophotometric equations for determining chl_a, b, c₁, c₂ in higher plants, algae and natural phytoplankton. Biochem. physiol., p. 167.

KRICHEN Y., 1981. - Contribution à l'étude de la conchyliculture

en mer. Biologie comparée avec celle du milieu lagunaire et techniques d'élevage. Mémoire cycle spécialisation INAT., p. 222.

- KTARI-CHAKROUN F., 1972. - Etude physico-chimique et microbiologique du lac de Tunis (partie nord). Bull. Inst. Oceanogr. Pêche Salammbô. 2 (3) : p. 417-444.
- KURC G., 1961. - Foraminifères et Ostracodes de l'Étang de Thau. Rev. Trav. Inst. Pêches marit., 25 (2) : p. 131-247.
- KUSUKY Y., 1977. - Fundamental studies on the deterioration of oyster growing grounds II : organic content of faecal materials. Bulletin of the Japanese society of Scientific fisheries 43 (2) : p. 167-171.
- KUSUKY Y., 1978. - Relationship between quantities of faecal material produced and of the suspended matter removed by japanese oyster. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries 44 (11) : p. 1183-1185.
- LAFFONT J.M., 1985. - Approche d'une évaluation de l'alimentation des mollusques en élevage dans l'étang de Thau. DESU, U.S.T.L. Montpellier, p. 84.
- LAVENU F., 1972. - La télédétection des radiations infrarouges, appliquées à l'étude hydrologique des étangs côtiers, et plus particulièrement à celle de l'étang de Thau. Thèse 3ème cycle Univ. Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, p. 74.

- LONGERE P., DOREL D. et MARIN J., 1972. - Etude bathymétrique et sédimentologique des étangs de DIANE et d'URBINO en Corse. Rev. Trav. INSt. Pêches marit. 36 (1): p. 31-45.
- LOOSANOF V.L. et ENGLE J.B., 1947. - U.S. Dept. of the Int. Fish and wildlife sev. Fishery bull 42.
- LUCAS A. et BENINGER P.G., 1984. - The use of physiological condition indices in marine bivalve aquaculture. Aquaculture, 44 : p. 187-200.
- MADGWICH J.C., 1966. - Chromatographic determination of chlorophylls in algae cultures and phytoplankton. Deep Sea Research., 13 : p. 459-466.
- MATHIAS P. et TCHENIAKOFFSKY, 1932. - Etude de l'étang de Thau. Bull. Soc. Cent. Aquic. Pêche. 10-12 : p. 1-20.
- MEDCOF J.C. et NEEDLER W.H., 1941. - The influence of temperature and salinity on the condition of oyster Ostrea virginica. I. fist. Res. Bd. Can. 5 : p. 253-257.
- MEDELGI A., 1989. - Influence de la densité d'élevage sur la croissance de l'huître creuse Crassostrea gigas Thunberg dans l'étang de Thau. Mémoire du cycle de spécialisation de l'INAT. Université de Tunis.
- MOORE L.R., 1969. - Geomicrobiology and geomicrobiological attrack on sedimented organic matter In : organic geochemistry.
- PAULMIER G., 1972. - Seston et microphytobenthos en rivière

- d'Auray. Leur rôle dans le cycle biologique des huîtres (*Ostrea edulis* L.). Rev. Trav. Inst. Pêches marit., 36 (4) : p. 373-506.
- PAVILLARD J., 1905. - Recherches sur la flore pélagique (phytoplankton) de l'étang de Thau. Trav. Inst. Bot. Univ. Montpellier, n° 2 : p. 1-113.
- PEARSON K., 1966. - Second supplément to a memoir on skew variation. Phil. Transactions Roy. Soc. London, 216 : p. 429-457.
- RAIMBAULT R., 1966. - L'alimentation des mollusques phytoplanctonophages in "éléments de planctonologie appliquée". Rev. Trav. Inst. Pêches Marit., 30 (2) : p. 112-138.
- SCOR UNESCO, 1966. - Determination of photosynthetic pigments in sea water. Monographs oceanogr. method. UNESCO I : p. 60.
- SORNIN, 1981. - Influences des installations conchylicoles sur l'hydrologie et sur la morphologie des fonds. Rev. Trav. Inst. Pêches marit. 45 (2) : 127-139.
- SORIN J.M., 1983. - Processus sédimentaires et biodéposition liés à différents modes de conchyliculture. - Thèse de 3ème cycle. Université de Nantes p. 188.
- SUDRY L., 1910. - L'étang de Thau : essai de monographie océanographique. Anns. Inst. Oceanogr. Monaco, série

mixte, 3 : p. 1-207.

THEEDE M., PONAT A., HIROKI K. et SCHLIEPER C., 1969. - Studies on the resistance of marine bottom invertebrates to oxygen deficiency and hydrogen sulfide. Mar. Biol. 2 (4) p. 325-337.

TOURNIER H., et HAMON P.Y., 1978. - Cartes bathymétriques des zones conchylicoles de Thau. In "Science et Pêche, Bull. Ins. Pêches marit., n° 313, mai 1981".

TOURNIER H., HAMON P.Y., ARNAUD P., 1979. - Développement de la "Malaïgue" en 1975 dans l'étang de Thau. Rapp. Comm. Int. Mer Médit., 25/26 (3) : p. 103-104.

TOURNIER H., HAMON P.Y., LANDREIN S., 1982. - Synthèse des observations réalisées par l'ISTPM sur les eaux et le plancton de l'étang de Thau de 1974 à 1980. Rev. Trav. Inst. Pêches marit., 45 (4) : p. 283-318.

TOURNIER H. et LAFFONT J.M., 1985. - Composition de l'alimentation de l'huître creuse Crassostrea gigas en milieu naturel. Rapp. Comm. Inst. Mer Médit., 29 (4) : p. 4.

TOURNIER H., PICHOT Y., 1987. - Répartition de la chlorophylle a dans l'étang de Thau. Richesse nutritive pour les mollusques d'élevage. Rev. Trav. Inst. Pêches marit., 49 (1 et 2) : p. 13-24.

WALNE P.R., 1970. - The seasonal variation of meat and glycogen

content of seven populations of oysters Ostrea edulis
L. and a review of the literature. Fish. Invest.
London. Ser. 2, 26 (3) : p. 33.

ANNEXES

NORMALITE DES DIFFERENTES POPULATIONS ECHANTILLONNEES.

RESULTATS DU TEST DU CHI DEUX.

	Nombre de degré de liberté	CHI DEUX calculé	CHI DEUX théorique
Longueur	5	2.53	15.06
Poids	5	0.39	15.06

Annexe 1 : Expérience des huîtres collées par IFREMER.
Echantillonnage de départ.

TABLES		Nombre de degré de liberté	CHI DEUX calculé	CHI DEUX théorique
G3	Longueur	6	0.91	12.59
	Poids	8	1.35	15.51
G4	Longueur	7	1.26	14.07
	Poids	9	10.91	16.92

Annexe 2 : Huîtres collées par IFREMER. Site n°1.
Echantillonnage final. 17/10/1988.

		Nombre de degré de liberté	CHI DEUX calculé	CHI DEUX théorique
P non dévasée	L.	9	3.93	16.92
	P.	8	4.34	15.51
P dévasée	L.	9	4.99	16.92
	P.	7	6.30	14.07

Annexe 3 : Huîtres en pignes. Site n°2.
Echantillonnage final. 02/11/1988.

		Nombre de degré de liberté	CHI DEUX calculé	CHI DEUX théorique
P non dévasée	L.	7	3.42	14.07
	P.	7	0.58	14.07
P ⁱ dévasée	L.	6	2.53	12.59
	P.	7	2.48	14.07

Annexe 4 : Huîtres collées par IFREMER. Site n°2.
Echantillonnage final. 02/11/1988.

TABLES		Nombre de degré de liberté	CHI DEUX calculé	CHI DEUX théorique
S1	Longueur	9	5.32	16.92
	Poids	10	14.68	18.31
S2	Longueur	9	12.51	16.92
	Poids	9	10.75	16.92
S3	Longueur	10	12.96	18.31
	Poids	7	7.69	14.07
S4	Longueur	10	8.55	18.31
	Poids	8	13.99	15.51

Annexe 5 : Huîtres en pignes (bas). Site n°3.
Echantillonnage final. 02/11/1988.

TABLES		Nombre de degré de liberté	CHI DEUX calculé	CHI DEUX théorique
S1	Longueur	11	10.66	19.68
	Poids	12	7.17	21.03
S2	Longueur	10	11.04	18.31
	Poids	9	3.72	16.92
S3	Longueur	11	3.65	19.68
	Poids	11	5.89	19.68
S4	Longueur	13	13.20	22.36
	Poids	11	10.56	19.68

Annexe 6 : Huîtres en pignes (haut). Site n°3.
Echantillonnage final. 02/11/1988.

TABLES		Nombre de degré de liberté	CHI DEUX calculé	CHI DEUX théorique
S2	Longueur	9	8.43	16.92
	Poids	8	4.84	15.51
S3	Longueur	6	5.76	12.59
	Poids	7	0.29	14.07

Annexe 7 : Huîtres collées par IFREMER. Site n°3.
Echantillonnage final. 17/10/1988.

TABLES		Nombre de degré de liberté	CHI DEUX calculé	CHI DEUX théorique
S1	Longueur	6	0.81	12.59
	Poids	7	8.14	14.07
S4	Longueur	8	3.98	15.51
	Poids	7	4.46	14.07

Annexe 8 : Huîtres collées par le parqueur. Site n°3.
Echantillonnage de départ. 31/05/1988.

TABLES		Nombre de degré de liberté	CHI DEUX calculé	CHI DEUX théorique
S1	Longueur	10	9.17	18.31
	Poids	11	4.12	19.68
S4	Longueur	8	2.14	15.51
	Poids	10	9.66	18.31

Annex 9 : Huîtres collées par le parqueur.
Echantillonnage final. 03/10/1988.

	Nombre de degré de liberté	CHI DEUX calculé	CHI DEUX théorique
Longueur	7	8.02	14.07
Poids	6	4.98	12.59

Annexe 10 : Moules placées par IFREMER sur le site n°3.
Echantillonnage de départ. 03/06/1988.

TABLES		Nombre de degré de liberté	CHI DEUX calculé	CHI DEUX théorique
S1	Longueur	5	3.51	11.07
	Poids	7	6.79	14.07
S2	Longueur	6	3.22	12.59
	Poids	9	6.02	16.62
S3	Longueur	5	3.32	11.07
	Poids	7	5.56	14.07
S4	Longueur	6	4.24	12.59
	Poids	10	16.19	18.31

Annexe 11 : Moules placées par IFREMER sur le site n°3.
Echantillonnage final. 27/09/1988.

TABLES		Nombre de degré de liberté	CHI DEUX calculé	CHI DEUX théorique
C1	Longueur	9	4.09	16.62
	Poids	7	11.64	14.07
C2	Longueur	8	0.29	15.51
	Poids	8	3.75	15.51
C3	Longueur	8	3.67	15.51
	Poids	8	13.45	15.51
C4	Longueur	10	4.57	18.31
	Poids	8	5.86	15.51

Annexe 12 : Huîtres en pignes. Site n°4.
Echantillonnage final. 24/10/1988.

TABLES		Nombre de degré de liberté	CHI DEUX calculé	CHI DEUX théorique
C1	Longueur	7	2.63	14.07
	Poids	7	3.27	14.07
C2	Longueur	6	3.44	12.59
	Poids	7	6.88	14.07
C3	Longueur	6	1.11	12.59
	Poids	7	4.66	14.07
C4	Longueur	6	1.32	12.59
	Poids	7	2.89	14.07

Annexe 13 : Huîtres collées par IFREMER. Site n°3.
Echantillonnage final. 17/10/1988.