

# COMMUNAUTÉS DU ZOOPLANCTON SUPERFICIEL DES TROIS SITES DIFFÉREMMENT ÉLOIGNÉS DE L'ENTRÉE DES EAUX MARINES DANS L'ÉTANG DE THAU

par

**T. Lam Hoai, M. Amanieu et G. Lasserre**

Laboratoire d'Hydrobiologie — C.N.R.S. UA 694  
Université des Sciences et Techniques du Languedoc  
Place E.-Bataillon, 34060 Montpellier-Cédex. France

## Résumé

Des prélèvements mensuels de zooplancton ont été effectués de mars 1982 à mars 1983 dans trois stations peu profondes de Thau, une lagune nord-méditerranéenne. Les milieux étudiés sont soumis à des changements imprévisibles, tant dans la circulation des masses d'eau que dans l'organisation des peuplements zooplanctoniques. Ces modifications sont dues à l'influence prédominante des conditions climatiques. Le zooplancton récolté est constitué d'espèces qui composent habituellement les communautés marines néritiques. Le groupement chronologique des prélèvements et l'analyse des associations d'espèces ont permis d'une part de localiser les groupements d'espèces dans chaque site et d'autre part de mettre en évidence le rôle du recrutement sur la composition du peuplement, processus contrôlé par une certaine « sélection lagunaire » se traduisant par une balance entre espèces, essentiellement holoplanctoniques (45,1 p. 100 des organismes récoltés) et d'origine marine, et méroplanctoniques (53,5 p. 100) des biocoenoses benthiques locales. Il en résulte une répartition asymétrique qui caractérise les systèmes d'interface.

## Introduction

Le zooplancton de la lagune de Thau a été étudié par Fatemi (1938), Mathias et Euzet (1951, 1962). Ces travaux se limitent à un inventaire qualitatif faunistique saisonnier au débouché des canaux de Sète reliant Thau au littoral marin. Tuzet (1947) observe que le zooplancton superficiel proche de Sète, reflète qualitativement celui du Golfe du Lion (Méditerranée nord-occidentale) au large de cette localité. Lam Hoai (1985), étudiant 3 sites peu profonds de Thau, note que les peuplements zooplanctoniques dépendent pour une grande part des apports marins bien qu'en général la méroplancton autochtone soit numériquement important dans les échantillons. C'est à partir du même plan d'échantillonnage que celui utilisé par cet auteur et dans les mêmes sites, placés sur un gradient spatial d'influence marine, que nous étudierons les associations des principales populations observées et les rapports éventuels entre l'holoplancton et le méroplancton. Cette approche a pour objectif d'apprécier le

rôle du recrutement en lagune et celui des apports littoraux dans la constitution du peuplement de chaque localité.

## I. — LE MILIEU ET LES STATIONS

Ancien fossé d'effondrement, profond dans sa partie centrale, Thau est une lagune littorale languedocienne de 7.500 ha, de forme approximativement rectangulaire (19,5 km X 4,5 km) dont la grande dimension s'oriente dans la direction NE-SO (Fig. 1). Elle est divisée en trois secteurs géographiques :

— l'Etang des Eaux-Blanches, à l'est, comprenant le chenal de navigation et les parties contigües aux zones urbaines de Sète et de Balaruc-les-Bains, superficie 600 ha, profondeur maximale 6-7 m ;

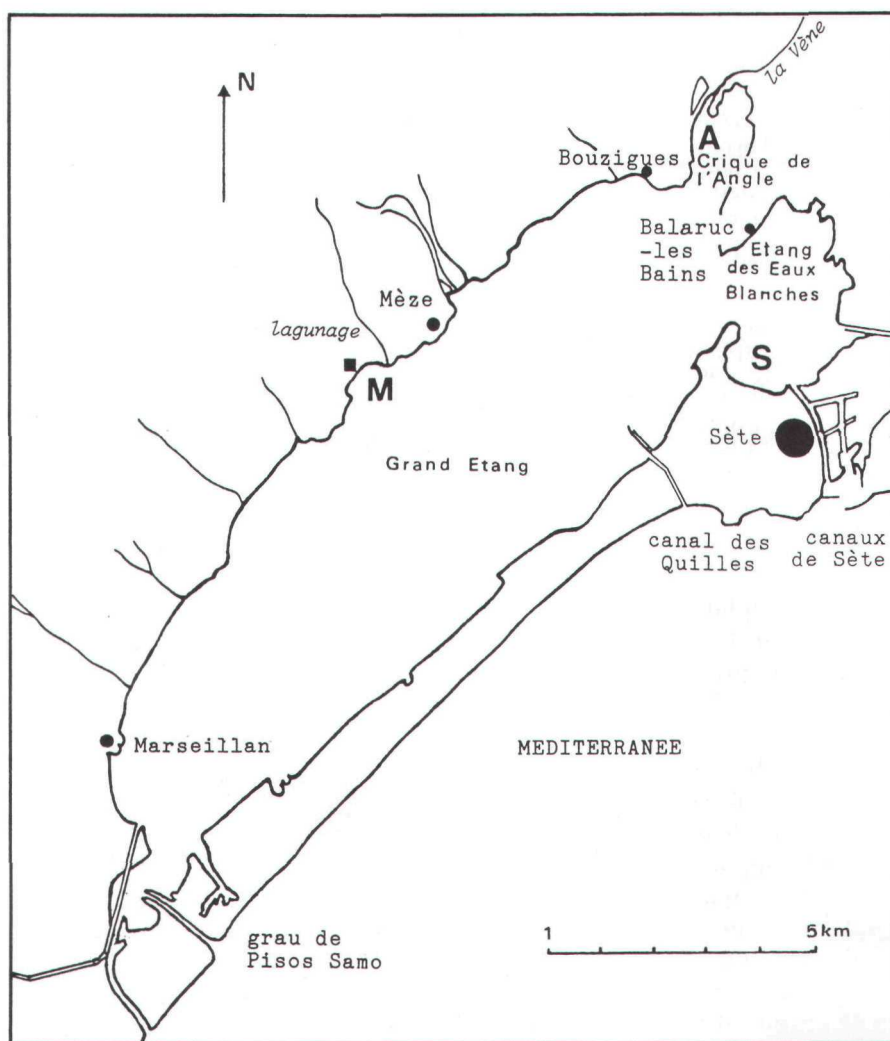


FIG. 1

Etang de Thau. Position des stations de prélèvement. S = anse de la Fangadc, A = crique de l'Angle et M = anse de la Conque.

- la Crique de l'Angle, diverticule au nord, superficie 200 ha, profondeur en général inférieure à 3 m ;
- le Grand Etang s'étendant de Sète à Marseillan, superficie 6.700 ha, profondeur maximale 10-11 m.

La lagune communique avec la mer par diverses ouvertures sur le cordon littoral : au nord-est les canaux de Sète et le canal des Quilles, au sud-ouest le « grau » de Pisos Samo (réouvert en 1974). L'essentiel des échanges mer-étang se fait par les canaux de Sète, en raison de leurs dimensions, surtout de leur profondeur — supérieure à 7 m (Hamon, 1983).

Selon Audouin (1962), Thau bénéficie d'un régime de marée de faible amplitude (0,01 à 0,05m), caractérisé par une inégalité diurne. Deux fois par jour, chaque marée échange entre la mer et la lagune de 750.000 à 3.750.000 m<sup>3</sup> d'eau (soit entre 0,25 et 1,25 p. 100 du volume total de l'étang). Pratiquement l'influence climatique l'emporte sur celle de la marée (Lavenu 1972, Henard 1978). La pression atmosphérique et les vents exercent des actions imprévisibles sur la dynamique des eaux dans l'étang. Les vents de secteur nord, secs et froids, fréquents en hiver, entraînent un écoulement global de l'étang vers la mer; ceux du sud, chauds et humides, surtout en été en automne, provoquent un écoulement de la mer vers l'étang.

Sous le climat méditerranéen, les petits ruisseaux du bassin versant nord sont intermittents. En raison de faibles apports d'eau douce dans la lagune (Canal du Midi, sources immergées de Balaruc-les-Bains, rejets industriels et stations d'épuration) et des échanges importants avec la mer, Th'u constitue un véritable système « sub-marin » (Audouin 1962, Raibaut 1967).

Dans le secteur oriental de Thau, trois stations peu profondes (2 m) ont été choisies :

- l'anse de la Fangade, appelée Sète (S, Fig. 1), située au débouché des canaux de Sète est, parmi les trois, la station la plus proche des eaux côtières marines ;
- la crique de l'Angle, appelée Angle (A), fait directement suite à la précédente par rapport au flux des échanges lagune-littoral marin ;
- enfin l'anse de la Conque, appelée Mèze (M), est celle qui est la plus éloignée des eaux côtières.

Le sable coquillier constitue le fond de ces sites, néanmoins selon la dynamique des eaux, il est plus ou moins envasé par endroits supportant des bancs d'herbiers principalement de *Zostera marina*, associée fréquemment à *Gracilaria verrucosa*, *Cladophora expansa*, *Codium fragile*. Les plages à *Ulva lactinea* et *Enteromorpha compressa* se trouvent plus proches du rivage.

Selon Lam Hoai (1985), les masses d'eau des sites étudiés sont pratiquement homogènes; leur faible épaisseur permet un brassage efficace par le vent. Sur l'ensemble du cycle d'observation, les écarts des mesures de pH, de température et de salinité entre les stations ne sont pas importants. Les différences locales du taux de saturation en oxygène dissous sont plus apparentes à la saison chaude. La turbidité de chaque localité dépend principalement de l'intensité d'agitation des masses d'eau. En général, les tendances sont plutôt saisonnières, toutes stations confondues.

La température varie de 21,8° à 28,5° en été (1982) et de 5,3° à 9 °C en hiver. Les eaux sont les plus chaudes en juin et juillet; des vents fréquents de secteur sud font entrer les eaux littorales dans l'étang, rafraîchissant le milieu lacunaire au mois d'août. Les eaux sont les plus froides en janvier et en février (1983).

Les **minims** de salinité entre 35,8 et 37,2 p. 1.000 se situent de mars à juillet. Les valeurs élevées de 38,1 à 38,9 p. 1.000 sont observées entre août 1982 et février 1983, avec un pic de 41,5 p. 1.000 en octobre. Elles témoignent des phénomènes d'évaporation et de l'insuffisance des apports d'eau douce. Les vitesses connues en mer sont de l'ordre de 34 à 35 p. 1.000 en hiver et de 37 à 38 p. 1.000 pour le reste de l'année. On peut noter que les enux de l'Angle, de mars à août 1982, sont légèrement plus dilués que celles des deux autres stations. Cette dilution est particulièrement

importante en avril en raison des apports continentaux. A partir de septembre, la salinité dans l'Angle devient plus proche de celle de Sète marquant le début d'une période d'influence marine bien connue dans notre région.

La teneur en oxygène dissous dans l'eau des trois stations est très hétérogène, tandis que l'on enregistre des pH assez stables. Mars 1982 marque la fin de la période hivernale avec un pH stabilisé autour de 8 dans un milieu saturé en oxygène dissous. Ce dernier dépasse le taux de saturation avec un pH atteignant 8,3-8,4 en avril, période de floraison phytoplanctonique. La dégénérescence algale en mai abaisse à la fois la teneur en oxygène (particulièrement sensible à l'Angle) et le pH (7,4 à 7,6). La teneur en oxygène continue à diminuer en été mais ne descend pas en-dessous de 75 p. 100 de saturation. Comme l'essentiel de l'oxygénation de l'eau est assuré à cette époque par l'activité photosynthétique (Henard, 1978), l'élévation du pH en juin et juillet correspondrait aux floraisons estivales. La matière détritique qui en résulte subit, par la suite, la transformation anaérobie au fond de l'étang avec chute du taux d'oxygène et du pH. Des saturations en oxygène à Sète et à Mèze, en septembre, avec un pH inférieur à 8, ne peuvent être expliquées que par des vents soutenus, aérant fortement les masses d'eau locales, l'Angle étant plus abritée. De faibles valeurs en oxygène dissous et en pH sont encore enregistrées en automne. En novembre, la saturation en oxygène à Mèze et à l'Angle, est due au nettoyage des fonds par une violente tempête; celle-ci affecte moins Sète, mieux protégée des vents de secteur sud. Sauf en janvier 1983 à Sète où la dégradation détritique se poursuit, la saturation en oxygène en hiver est assurée par un brassage efficace des eaux par des vents fréquents et forts. L'élévation du pH en février 1983 peut être due à l'activité photosynthétique des populations algales hivernales.

## II. — MATÉRIEL ET MÉTHODES

La station de Sète, la plus proche des arrivées marines, constitue la station de référence, par rapport à laquelle le « filtre lagunaire » est apprécié à travers les rapports d'abondances en méroplancton et en holoplancton observées à Mèze et à l'Angle. Ces comparaisons restent toutes relatives, car si le zooplancton de la station de Sète n'est pas typiquement marin, il est celui de l'étang de Thau qui est susceptible de s'en approcher le plus. En outre, nous avons adopté un compromis entre le nombre de stations et le temps de parcours entre les stations. C'est une stratégie d'« échantillonnage à choix raisonné » (Scherrer, 1984) qui a été choisie. Il en résulte le choix d'un trajet fixe reliant les trois stations, de Mèze (M, Fig. 1) à Sète (S) : 40 mn et de Sète à l'Angle (A) : 20 mn. Le parcours d'échantillonnage entre les trois stations prend moins d'une heure et demie et l'on sait que théoriquement, une masse d'eau met environ 2-3 heures pour accomplir la distance de Sète à l'Angle, 5-6 heures entre Sète et Mèze. En raison des contraintes matérielles nous avons réalisé des séries mensuelles de prélèvement.

La récolte de la faune s'effectue par trait vertical, à l'aide d'un filet conique de 0,40 m de diamètre et de 150  $\mu$  de vide de maille. Avec le colmatage et la traction manuelle du filet, l'échantillonneur utilisé retient des organismes à partir de 95  $\mu$  (leur plus grande dimension), comprenant des animaux aussi petits que les végétaux de Lamellibranches. Les mailles habituellement recommandées (200 à 300  $\mu$ ) laissent de côté la fraction supérieure du microplancton qui constitue la masse des larves méroplanctoniques dont les populations parentales benthiques ne sont pas négligeables en lagune.

Chaque prélèvement correspond à trois traits verticaux effectués d'affilée au même point, dans la colonne d'eau superficielle d'un mètre de hauteur. Ce choix permet d'une part l'estimation assez précise du volume d'eau filtrée et, d'autre part, une intégration du plancton dans la tranche d'eau comparable pour l'ensemble des sites étudiés. Le trait vertical filtre théoriquement 126 litres d'eau et l'ensemble des trois traits vise à stabiliser la variance liée aux conditions de prélèvement. Cassie (1968) établit que le coefficient de variation  $V'$  d'un échantillon de plancton, selon la relation ci-dessous (1), se situe entre 23 et 53 p. 100, les variations supérieures à 100 p. 100 n'étant pas rares.

$$V' = 10^{s'} - 1 \quad (1)$$

où  $s'$  représente l'écart-type calculé à partir des logarithmes décimaux des données en effectif.

N

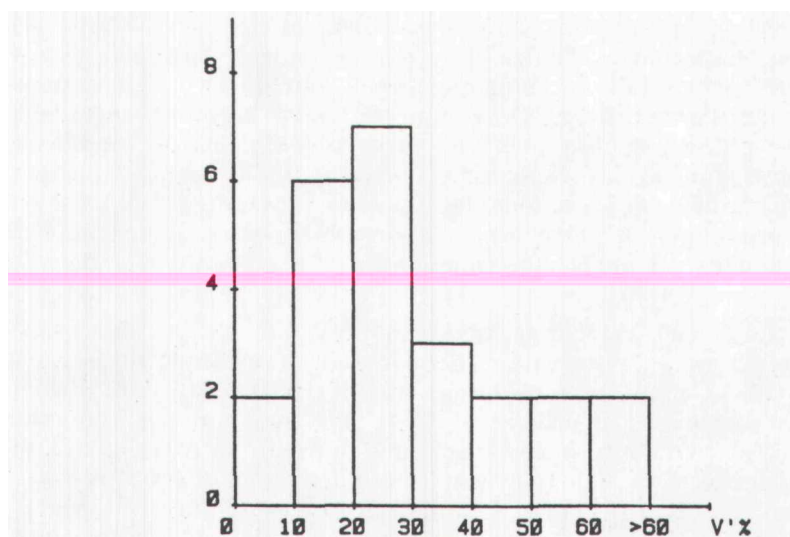


FIG. 2

Répartition des 24 prélèvements, échelonnés de mars 1982 à mars 1983, toutes stations confondues, dans les différentes classes de coefficient de variation  $V'$  (%). N : nombre de prélèvements.

En appliquant cette relation au dénombrement total du zooplancton dans 24 des 39 prélèvements, répartis sur tout le cycle d'observation, toutes les stations confondues, nous obtenons plus de 62 p. 100 des prélèvements ayant un coefficient de variation  $V'$  inférieur à 30 p. 100 (Fig. 2). Il s'avère donc qu'en dépit de l'hétérogénéité de distribution qui caractérise les populations zooplanctoniques, l'échantillonnage est tout à fait acceptable.

Ainsi de mars 1982 à mars 1983 nous avons effectué, par station, 13 prélèvements mensuels de plancton. Le matériel biologique récolté est fixé dans une solution de formol neutre à 4 p. 100, légèrement coloré au rose bengale pour faciliter le tri ultérieur. Connaissant le volume d'eau filtrée par le filet nous ramenons le nombre d'organismes comptés au volume de référence d'un mètre cube.

Les organismes retenus par le filet sont triés par espèces (la majorité de l'holoplancton) ou par groupes taxonomiques ou taxons supérieurs à l'espèce lorsque la détermination fine se révèle impossible (le méroplancton). Les nauplii de quelques copépodes, en raison de leur abondance dans les récoltes, même en l'absence des adultes, sont enregistrés comme taxons dans les listes faunistiques. C'est le cas des nauplii d'*Euterpina acutifrons*, taille supérieure à 150  $\mu$ , et de ceux d'*Acartia*, taille supérieure à 180  $\mu$ . Lorsque plusieurs espèces voisines sont rencontrées dans le même milieu, leurs stades juvéniles seront rassemblés par commodité dans des taxons tels que copépodites d'*Acartia*, copépodites d'*Harpacticus*.

Les quelques formes du benthos et du domaine phytal ont été récoltées en petites quantités, inférieures à 2 p. 100 de l'ensemble des captures. Bien que leur rôle écologique dans le compartiment zooplanctonique soit diversement apprécié, nous les conservons dans les listes, si leur proportion dépasse 0,1 p. 100 des captures, comme mémoire de leur présence dans le peuplement des eaux libres peu profondes. La majorité d'entre elles, par exemple *Harpacticus flexus*, appartiennent en fait au domaine phytal sous-jacent à la tranche d'eau échantillonnée. D'autres, comme *Canuella perplexa* ont réellement une phase planctonique. Plus rares ou accidentelles les formes benthiques, comme les Nématodes, peuvent indiquer une particularité du milieu, par exemple le type de substrat, la richesse en matière organique, la perturbation hydrodynamique... L'ensemble de ces organismes est appelé par commodité « nectobenthos » dans le texte.

Au total 100 catégories taxonomiques ont été identifiées au cours des 13 mois d'observation. En adoptant la méthode utilisée par Dessier (1983), nous ne considérons que les 38 taxons dont l'abondance est égale ou supérieure à 0,1 p. 100 du total des individus récoltés (Tab. 1). Cette opération vise d'une part à privilégier l'importance des espèces bien représentées et partiellement les plus caractéristiques et, d'autre part, à simplifier les procédures de calcul. Les différences, à chaque période et en chaque lieu de récolte, entre les totaux des individus capturés et ceux qui sont conservés après suppression des espèces considérées comme rares et/ou accidentelles sont faibles (Lam Hoai, 1985).

L'étude du peuplement des sites à l'échelle d'une année repose sur deux approches méthodologiques, d'une part examiner la signification des fluctuations temporelles des abondances, d'autre part prospector les tendances qui s'y dégagent. Deux types d'analyse ont été donc envisagés :

1. — Le groupement chronologique des 13 prélèvements mensuels décrits par les abondances des 38 taxons du tableau 1. Les principes de la méthode ont été exposés par Legendre *et al.* (1984). Il s'agit d'une procédure, conçue pour des séries temporelles courtes, de groupement des objets à partir d'une matrice de distances entre objets. (Programme Lienkro, Cnusc Montpellier). Nous avons adopté les options suivantes pour les 3 stations de Thau :

a) la transformation des abondances  $x$  en  $X = \text{Log}(x + 1)$  dans le calcul des similarités afin de réduire les dispersions;

b) le lien intermédiaire comme critère de groupement, établi à une proportion de 0,5;

c) plusieurs niveaux de probabilité (risque a) comme échelles d'observation.

La distance utilisée est le complément (distance) du coefficient

TABLEAU 1

Code et pourcentage des taxons représentés par plus de 0,1 % de captures totales.

Code	Taxons	%
* HOLOPLANCTON		
2	<i>Podocoryne carnea exigua</i> (Haeckel)	0,289
10	<i>Podon polyphemoides</i> (Leuckart)	1,995
11	<i>Evadne nordmanni</i> Muller	1,798
13	<i>Paracalanus parvus</i> Claus	0,321
14	<i>Centropages ponticus</i> Karavaev	0,339
15	<i>Acartia clausi</i> Giesbrecht	5,135
16	<i>Acartia discaudata</i> Giesbrecht	0,452
17	<i>Acartia bifilosa</i> Giesbrecht	5,779
18	<i>Acartia latisetosa</i> Krieczaguin	0,368
20	<i>Oithona nana</i> Giesbrecht	1,696
21	<i>Oithona helgolandica</i> Claus	0,127
23	<i>Euterpina acutifrons</i> Dana	0,813
37	<i>Oikopleura dioica</i> Fol	9,650
12	Nauplii d' <i>Acartia</i>	2,680
19	Copépodites d' <i>Acartia</i>	11,593
22	Copépodites d' <i>Oithona</i>	0,401
24	Nauplii d' <i>Euterpina</i>	1,166
5	Rotifères <i>spp. var.</i>	0,132
* MEROPLANCTON		
1	Leptoméduses d' <i>Obelia</i>	0,155
3	Cercaires de Trématodes	0,135
4	Actinotroques de <i>Phoronis</i>	0,136
7	Larves de Polychètes <i>spp. var.</i>	0,365
8	Larves de Polychètes Spionides	22,010
9	Pluteus d'Echinides	2,229
30	Larves de Cirripèdes	19,901
31	Larves de Décapodes	0,246
32	Larves de Gastéropodes Prosobranches	2,971
33	Larves de Gastéropodes Opisthobranches	0,355
34	Larves de <i>Mytilus</i>	0,158
35	Larves de <i>Cerastoderma</i>	2,516
36	Larves de <i>Venerupis</i>	1,103
38	Larves d'Ascidiacés	1,017
* NECTOBENTHOS		
25	<i>Metis holothuriae</i> (Edwards)	0,120
26	<i>Harpacticus littoralis</i> Sars	0,134
27	<i>Harpacticus flexus</i> Brady et Robertson	0,227
28	Copépodites de <i>Harpacticus</i>	0,275
29	<i>Canuella perplexa</i> T.A. Scott	0,115
6	Nématodes <i>spp. var.</i>	0,186
	Divers	0,912

de similarité de Steinhaus (DS). Elle est indiquée pour une analyse en mode Q (Legendre et Legendre, 1979) :

$$DS(a, b) = 1 - 2W/(A+B) \quad (3)$$

où DS (a, b) est la distance entre deux prélèvements a et b, exprimée en fonction des logarithmes de leurs abondances respectives  $x_{ia}$  et  $x_{ib}$ , avec

$$A = \sum_i X_{ai}, \quad B = \sum_i X_{bi} \text{ et } W = \sum_i (\min(X_{ai}, X_{bi}));$$

$i = 1$  à  $p$  descripteurs taxonomiques.

2. — Le groupement des catégories taxonomiques décrites par leurs abondances (sans transformation préalable) pendant les 13 mois d'observation. Il repose sur une analyse en coordonnées principales (méthode de Gower) de la matrice de distances entre espèces rencontrées. Les enveloppes autour des ensembles de points projetés dans le plan principal ont été réalisées grâce au lien agglomératif flexible ( $\beta = -0,25$ , distance de fusion limitée à 0,9) sur la base de la même matrice de distances (algorithme de Lance et Williams). Nous utilisons la distance de Hellinger (DH) dont les propriétés et les avantages ont été exposés par Gonzalez (1979), Amanieu *et al.* (1981). Cette distance est utilisée ici pour apprécier la proximité des cycles d'abondances. Comme la distance du Chi carré, elle est indiquée pour une analyse en mode R (Programmes SID, LAW, COP en HPL, U.A.694/ U.S.T.L., Montpellier) :

$$DH(a, b) = \sqrt{\sum (\sqrt{x_{ia}/A} - \sqrt{x_{ib}/B})^2} \quad (2)$$

où DH (a, b) est la distance entre deux espèces a et b, exprimée en fonction de leurs abondances respectives  $x_{ia}$  et  $x_{ib}$  avec

$$A = \sum x_{ai}, \quad B = \sum x_{bi};$$

$i = 1$  à  $p$  descripteurs prélèvements mensuels.

De façon pratique, les différents groupes méroplanctoniques sont suffisamment homogènes pour qu'ils puissent être considérés comme des niveaux taxonomiques équivalents à ceux de l'holoplancton. Nous n'avons pas tenu compte des jeunes stades holoplanctoniques. La faune « nectobenthique », faiblement représentée dans l'ensemble des données, sera provisoirement laissée de côté. Cette distinction *a priori* artificielle n'a pour objet que de clarifier l'analyse des successions de populations.

### III. — RÉSULTATS

Globalement le zooplancton récolté dans l'ensemble des 3 stations est composé de 45,10 p. 100 d'holoplancton, 53,51 p. 100 de méroplancton et 1,39 p. 100 de formes « nectobenthiques ».

L'holoplancton est composé essentiellement de Copépodes; viennent ensuite les Cladocères puis les Appendiculaires. La majorité de ces espèces sont également des espèces marines néritiques; quelques-unes comme *Acartia bifilosa* et *Acartia latisetosa*, semblent préférer les milieux lagunaires.

Le méroplancton est essentiellement constitué par les larves de Spionidés et de Cirripèdes; une fraction moins abondante revient à celles d'Ascidies, de Lamellibranches, de Gastéropodes, d'Echinodermes et d'Hydrozoaires. Les larves de Spionidés, de Lamellibranches et d'Echinodermes proviennent de populations vivant sur les fonds meubles (sables, sables vaseux et sables coquilliers). Celles des Gastéropodes se trouvent en général au-dessus des herbiers. En revanche les nauplii des Cirripèdes et des larves d'Ascidies sont issus des organismes fixés aux substrats durs avoisinants (enrochements, pêcheries fixes, parcs conchylicoles, installations portuaires).

#### RICHESSSE TAXONOMIQUE

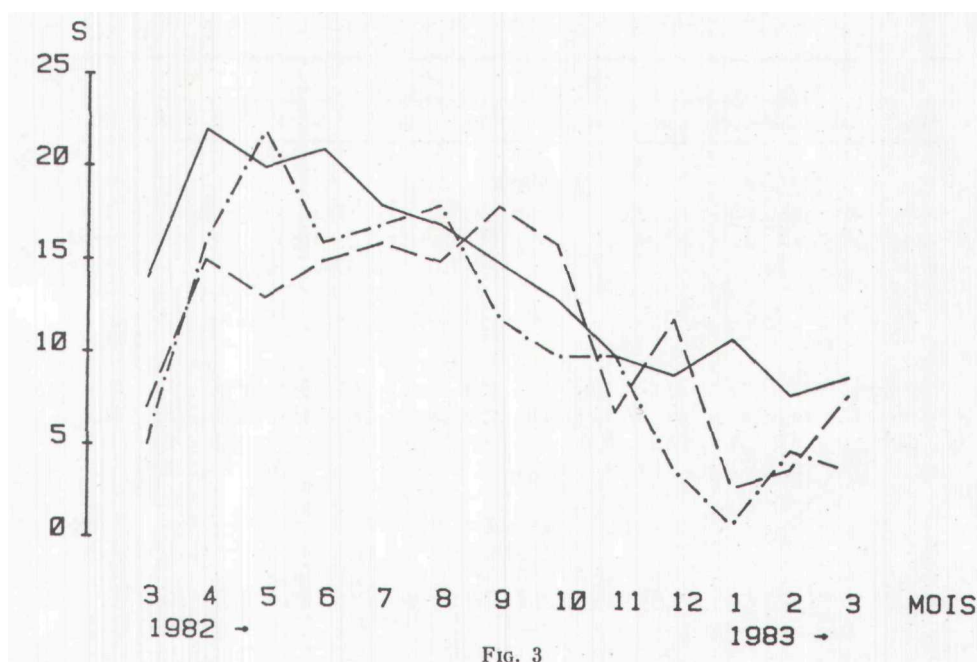


FIG. 3  
Variations de la richesse taxonomique au cours du cycle d'observation. Sète : trait continu, Angle : trait discontinu et Mèze : trait discontinu avec pointillé.

La présence des Hydroméduses *d'Obelia* indique le voisinage des herbiers qui offrent un support à leurs polypes sessiles. Ces différents types d'habitat existent à chaque station prospectée. On note en outre que les différents organismes rencontrés sont également présents sur la frange littorale.

Sur les 13 mois d'observation, la richesse taxonomique moyenne holoplanctonique et méroplanctonique, en général élevée à Sète (14,38), tend à diminuer vers l'Angle (11,46) et Mèze (10,77), bien que ses fluctuations paraissent comparables entre stations (Fig. 3).

A côté de ces deux grandes catégories biologiques, les Copépodes Harpacticoïdes *Harpacticus flexus*, *H. littoralis*, *Metis holothuriae* et *Canuella perplexa* appartiennent au domaine phytal et les Nématodes au domaine benthique.

### A) Analyse chronologique des prélèvements

Au niveau de probabilité  $\alpha$  inférieur ou égal à 0,15, les prélèvements des trois stations se regroupent en deux périodes bien connues dans nos régions tempérées. A Sète et à Mèze, une saison d'activité démographique se situe entre mars et décembre 1982 et une courte période de repos hivernal, entre janvier et mars 1983 (Tab. 2). A l'Angle, la saison d'activité est plus courte, de mars à octobre et la période hivernale commence plus tôt, dès novembre..

TABLEAU 2

Analyse chronologique des prélèvements mensuels.  $\alpha$  = niveau de probabilité ou risque. H : holoplancton, M : méroplancton, NB : « nectobenthos », log N : logarithme de l'abondance globale.

	1982										1983		
Mois	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	01	02	03
SETE													
$\alpha =$													
0,05	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	—	—	—
0,10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	—	—	—
0,15	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	—	—	—
0,20	+	*	*	*	*	0	0	+	+	+	—	—	—
%													
H	86,7	65,5	52,7	61,6	27,6	7,2	77,5	36,4	60,7	80,5	89,1	81,1	85,5
M	12,1	34,0	47,1	38,1	71,9	91,4	22,3	61,7	38,6	19,5	10,5	13,1	11,7
NB	1,2	0,5	0,2	0,3	0,5	1,4	0,2	1,9	0,7		0,5	5,8	2,8
log N	3,40	3,52	4,05	4,07	3,86	4,30	4,04	3,66	3,34	3,45	2,84	2,52	2,76
ANGLE													
$\alpha =$													
0,05	*	*	*	*	*	*	*	*	—	—	—	—	—
0,10	*	*	*	*	*	*	*	*	—	—	—	—	—
0,15	—	*	*	*	*	*	*	*	—	—	—	—	—
0,20	—	*	*	*	*	*	*	*	—	—	—	—	—
%													
H	50,0	23,0	36,0	86,9	31,0	47,3	21,9	32,6	93,7	50,6	48,4	94,3	96,0
M	44,9	75,5	61,5	13,1	68,1	50,9	77,9	63,9	5,5	49,1	25,8	1,2	1,7
NB	5,1	1,5	2,5		0,9	1,8	0,3	3,5	0,8	0,3	25,8	4,5	2,3
log N	2,39	3,31	3,42	4,40	4,00	3,78	4,34	3,87	3,46	3,05	1,79	3,20	2,92
MEZE													
$\alpha =$													
0,05	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	—	—	—
0,10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	—	—	—
0,15	—	*	*	*	*	*	*	*	—	—	—	—	—
0,20	—	*	*	*	*	*	*	*	—	—	—	—	—
%													
H	4,3	45,6	54,6	15,1	48,4	8,0	12,2	38,4	90,1	34,6	27,3	51,1	34,6
M	58,4	53,3	45,2	84,6	49,0	91,8	87,4	60,3	9,6	55,1	45,4	1,3	22,6
NB	37,3	1,1	0,2	0,3	2,6	0,2	0,4	1,3	0,3	10,3	27,3	47,6	42,8
log N	2,71	3,11	4,29	3,97	3,96	4,12	4,09	3,27	3,93	1,89	1,04	2,94	2,43

A un niveau de risque supérieur à 0,20, aucun changement dans les discontinuités n'est observé pour les stations reculées dans Thau (Angle et Mèze) où elles sont déterminées plus par les cycles du méroplancton (Spionidés, Cirripèdes, Ascidies, Lamellibranches, Gastéropodes) que par les fluctuations de l'holoplancton (Fig. 4 et 5). En revanche, à cette échelle d'observation, plusieurs périodes sont mises en évidence à Sète. La diversification printanière (avril à juillet) de l'holoplancton aussi bien que du méroplancton est suivie

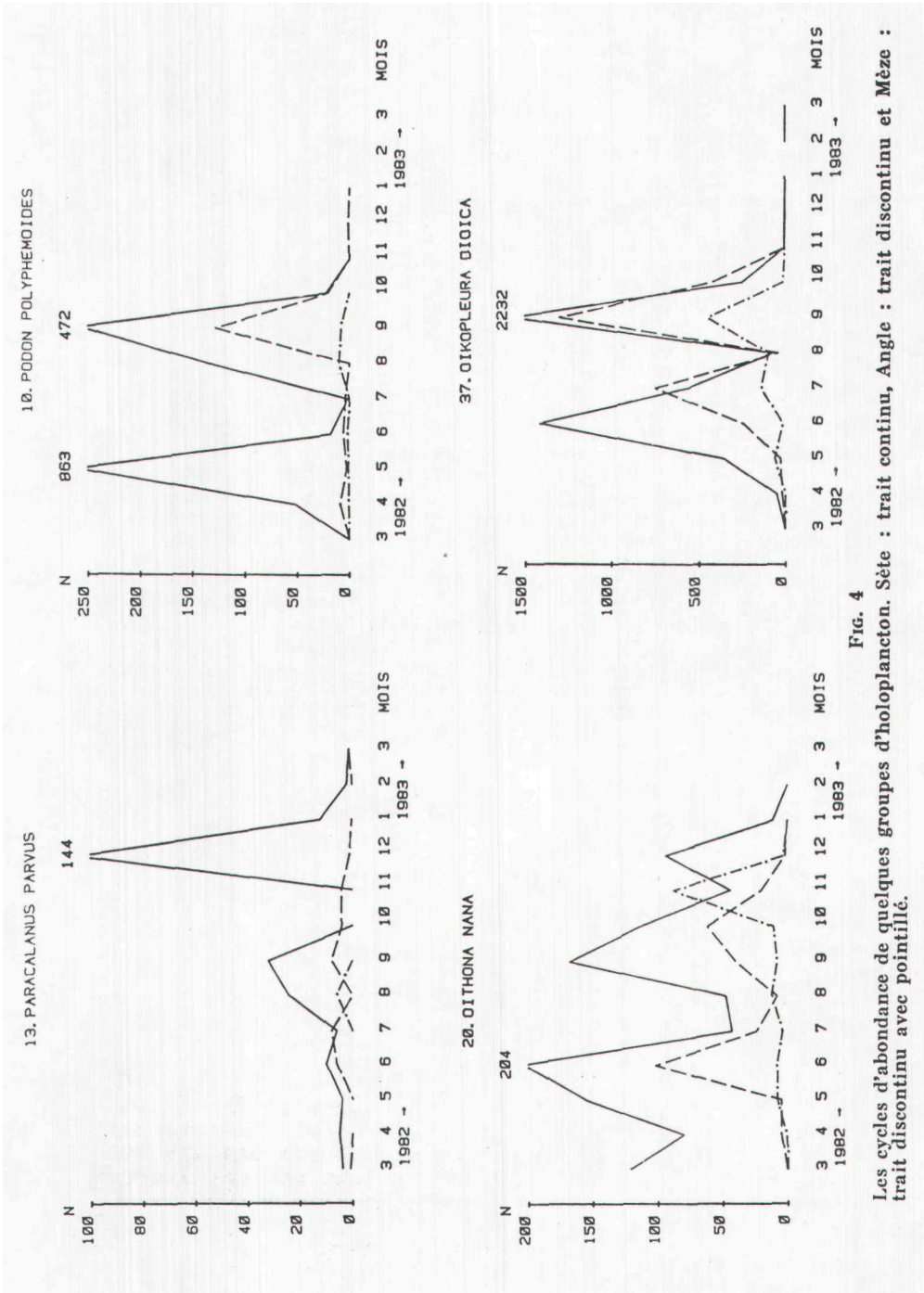


Fig. 4  
Les cycles d'abondance de quelques groupes d'holoplancton. Sète : trait continu, Angle : trait discontinu et Mèze : trait discontinu avec pointillé.

l'une courte période estivale (août, septembre) marquée par des fluctuations importantes de quelques espèces holoplanctoniques, par exemple *Podon polyphemoides*, *Euterpina acutifrons*, *Oikopleura dioica*, que masquent les poussées méroplanctoniques essentiellement de la période de transition automnale (richesse spécifique réduite, chute d'abondance du méroplancton et augmentation des proportions holoplanctoniques) vers l'hiver qui va durer de janvier à mars. Mars 1982 est également une courte transition comparable à celle de l'automne.

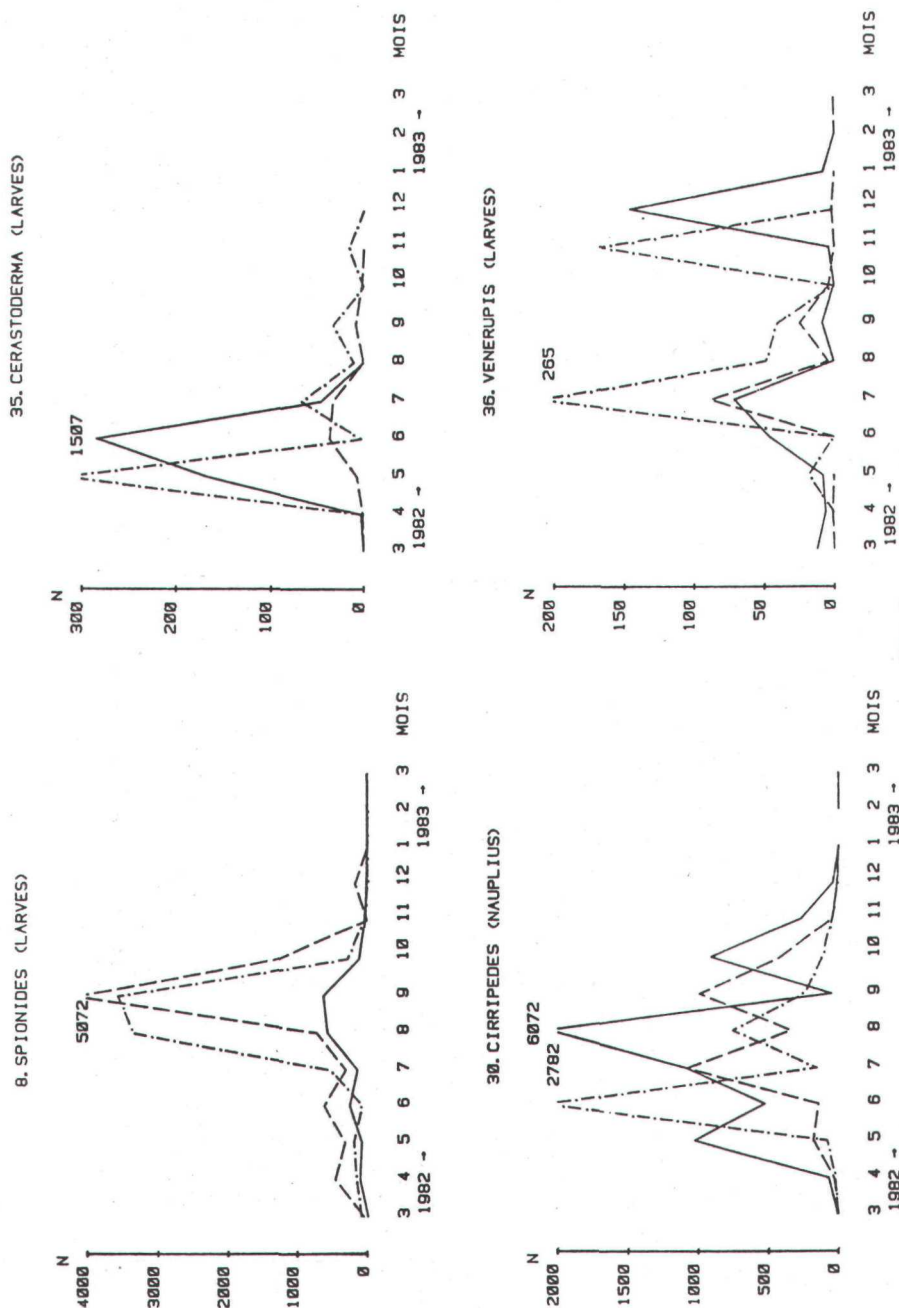


Fig. 5

Les cycles d'abondance des 4 groupes de méroplancton communément présents dans les stations. Sète : trait continu, Angie : trait discontinu et Méze : trait discontinu avec pointillé.

L'abondance globale des prélèvements, la répartition des animaux en grandes catégories biologiques (Tab. 2) et les cycles d'abondance des principales populations (Fig. 4 et 5) montrent effectivement que les discontinuités ont une double origine :

- a) d'une part, elles correspondent au début ou à la fin de ces cycles et,
- b) d'autre part, elles marquent des écarts importants d'effectifs entre deux périodes consécutives.

#### Les résultats conduisent à 2 constatations :

1) Le cycle saisonnier du zooplancton étudié peut être mis en évidence à travers les séquences, bien qu'encore trop brèves, des prélèvements mensuels.

2) Les discontinuités de ces séquences permettent de différencier la station de Sète, proche des arrivées des eaux marines, des stations de Mèze et de l'Angle, plus reculées vers l'intérieur de la lagune. La différence entre stations réside (voir *infra*) dans la différence de composition du peuplement et dans les fluctuations d'abondance des espèces. D'une façon très globale, alors que les proportions de l'holoplancton sont en général plus élevées que celles du méroplancton à Sète, le rapport holoplancton/méroplancton tend à diminuer à l'Angle et à Mèze (Tab. 2) ; on peut remarquer que la contribution des organismes des domaines phytal et benthique (nectobenthos) est particulièrement importante en période hivernale à Mèze. Cette différence suggère également que la « sélection » lagunaire agit en premier lieu sur la production holoplanctonique des apports marins.

On peut remarquer également que durant le début de l'été, dans toutes les stations, les poussées méroplanctoniques de polychètes (Mèze, Angle) et les cirripèdes (Sète, Angle) (Fig. 5), coïncident avec une période de déplétion en stades jeunes (à l'exception de ceux appartenant à *Acartia bifilosa*, bien représentés à l'intérieur de la lagune), d'espèces holoplanctoniques littorales comme *Acartia clausi*, *Oithona nana* et *Euterpina acutifrons* (Fig. 6). Il serait important de vérifier si ce phénomène peut être attribué à l'action « filtrante » des conditions lagunaires en faveur des espèces autochtones ou à la compétition pour l'espace et la nourriture.

Avant de poursuivre l'analyse, on observe déjà à certaines périodes de prélèvement, que les proportions de quelques espèces holoplanctoniques (Fig. 4), comme *Oikopleura dioica* (avril à juillet, septembre), *Podon polyphemoides* (avril à octobre), *Oithona nana* (avril à novembre) et *Paracalanus parvus* (presque toute l'année), vont en diminuant de l'entrée de la lagune (Sète) vers les stations plus internes (Mèze et l'Angle), et que certaines formes méroplanctoniques (Fig. 5) provenant des stocks lagunaires, comme les larves de *Spionidés* (mars à mai, juillet à octobre), de *Cerastoderma* sp. (mai), de *Venerupis* sp. (juillet), se comportent de façon inverse. Nous avons là un indice, sans pouvoir encore le préciser davantage à ce stade de l'étude, d'une répartition asymétrique qui caractérise les domaines d'interface.

## B) Analyse des associations

L'objectif est de rechercher par les cycles d'abondance les différences de composition de peuplement entre stations, différences plus ou moins expliquées par les fluctuations d'abondances des espèces.

L'espace réduit considéré pour chaque station est celui des axes 1 à 3. L'axe 3 a été choisi plutôt que l'axe 2 car l'axe 2, souvent

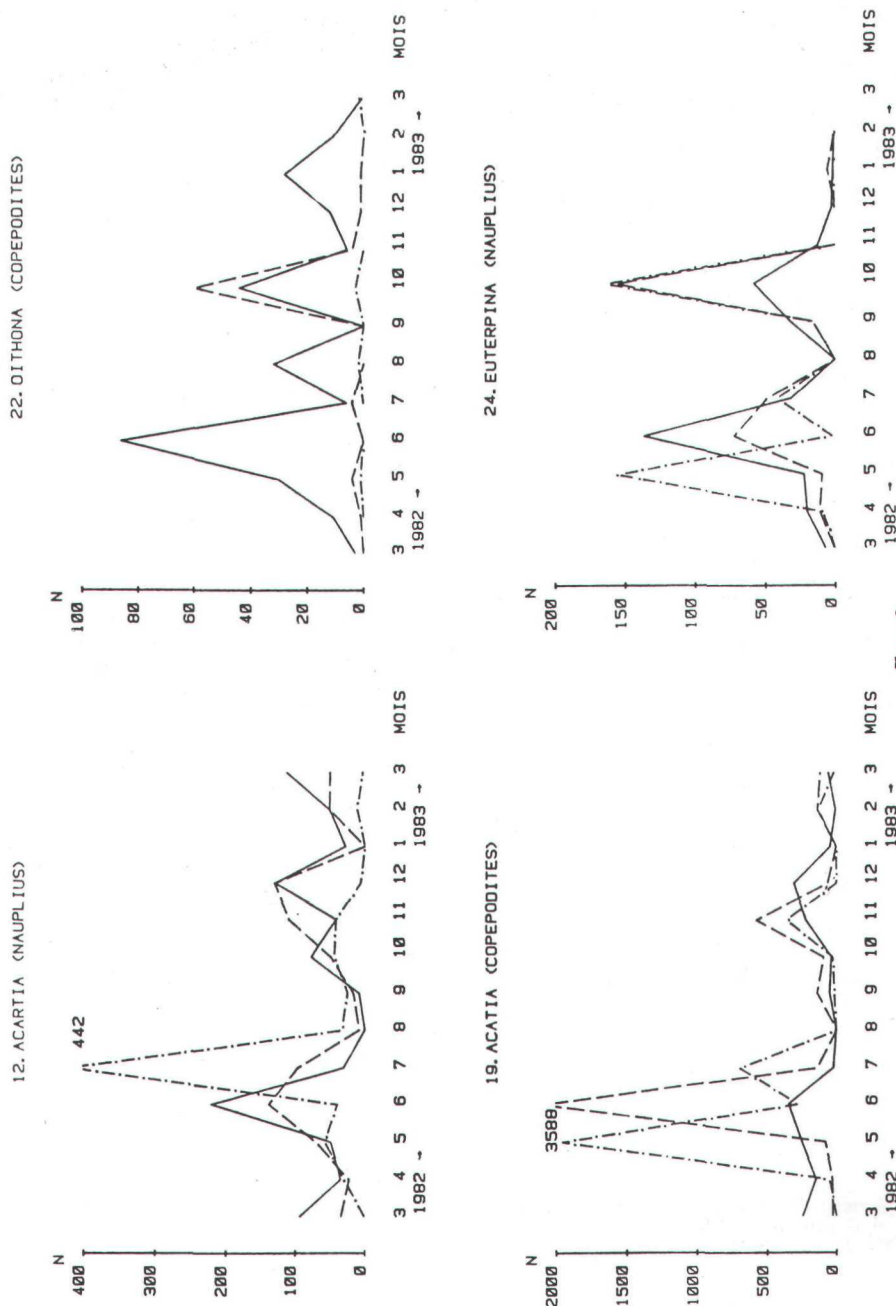


Fig. 6  
Les cycles d'abondance des jeunes stades appartenant à quelques espèces holoplanctoniques. Sète : trait continu, Angle : trait discontinu et Mèze : trait discontinu avec pointillé.

corelle à l'axe 1, rend difficile l'interprétation dans la plupart des cas (l'axe 3 n'enlève pas beaucoup en qualité d'image par rapport à l'axe 2 : 1 à 2 p. 100).

A Sète, plusieurs groupements d'espèces se forment dans l'espace réduit avec 38 p. 100 d'inerties expliquées (Fig. 7 S).

Le groupe S1 est constitué par l'Anthoméduse *Podocoryne carnea* (2) et par le Copépode Calanide *Centropages ponticus* (14); ce

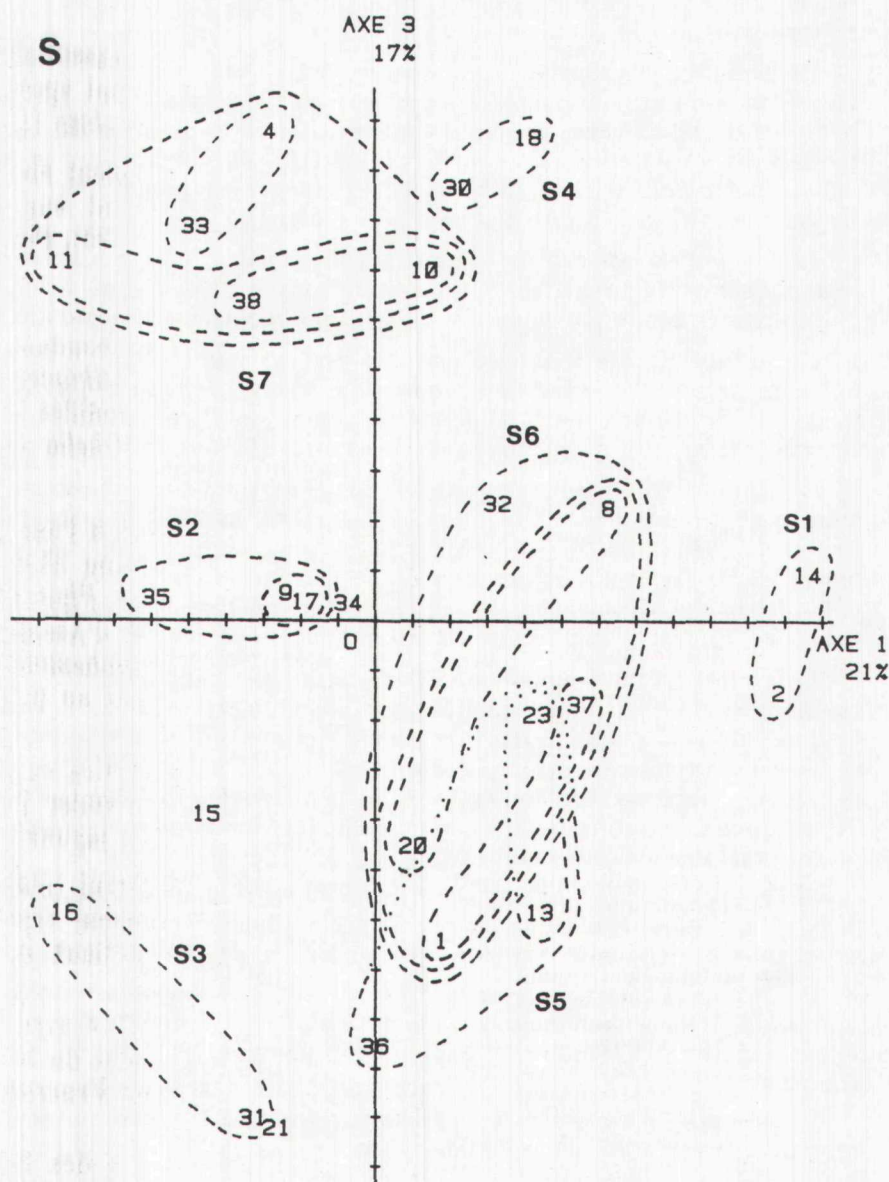


FIG. 7

Regroupement des catégories taxonomiques sur la base de la ressemblance de leurs profils d'abondances. Chacune des espèces est désignée par son code numérique (voir Tab. 1). S : Sète, A : Angle et M : Mèze.

sont des espèces qui fréquentent les eaux marines néritiques et qui représentent à la station une fraction holoplanctonique peu abondante (maximum dans les cycles :  $72 \text{ ind.m}^{-3}$ ).

Le groupe S2, à l'opposé du précédent, rassemble des formes méroplanctoniques abondantes (maximum dans les cycles :  $410 \text{ ind.m}^{-3}$ ) liées au substrat, comme les échinopluteus (9), les larves de *Cerastoderma* (35), auxquels s'associe le Copépode *Acartia bifilosa* (17), beaucoup moins abondante ( $64 \text{ ind.m}^{-3}$ ). Les larves de *Mytilus* (34), bien que plus rares, feraient partie du groupe par leur présence au printemps.

Le groupe S3 comprend des espèces peu et moyennement abondantes (maximum  $180 \text{ ind.m}^{-3}$ ), comme *Acartia discaudata* (16) et les larves de Décapodes (31) dont la majorité est constituée de zoes de *Carcinus*. Les Copépodes *Acartia clansi* (15), espèce abondante, et *Oithona helgolandica* (21), faiblement représenté en lagune, tendent à rejoindre le groupe à une distance plus éloignée.

Le groupe S4 associe les nauplii de Cirripèdes (30), essentiellement du genre *Balanus* dont les proliférations estivales sont spectaculaires (maximum :  $6.070 \text{ ind.m}^{-3}$ ), et le rare *Acartia latisetosa* (18).

Le groupe S5 est constitué par des espèces moyennement abondantes (maximum  $168 \text{ ind.m}^{-3}$ ), que l'on trouve également sur la frange côtière, comme les Copépodes *Euterpina acutifrons* (23), *Paracalanus parvus* (13) et les larves de *Venerupis* (36).

Le groupe S6, situé entre S1 et S2, comprend les populations abondantes (maximum  $2.232 \text{ ind.m}^{-3}$ ) ou moyennement abondantes (maximum  $204 \text{ ind.m}^{-3}$ ), représentées par l'Appendiculaire *Oikopleura dioica* (37), le Copépode *Oithona nana* (20), les larves de Spionidés (8), de Gastéropodes Prosobranches (32) et les méduses d'*Obelia* (1), beaucoup plus rares (maximum  $32 \text{ ind.m}^{-3}$ ).

Le groupe S7, à l'opposé de S3 et de S5 par rapport à l'axe 1, rassemble surtout un méroplancton peu abondant (maximum  $33 \text{ ind.m}^{-3}$ ), récolté au voisinage des herbiers : actinotroques de *Phoronis* (4), larves de Gastéropodes Opistobranches (33) et tétards d'Ascidies (38). A ce groupe se sont joints les Cladocères *Podon polyphemoides* (10) et *Evadne nordmanni* (11), particulièrement abondant au printemps (maximum  $863 \text{ ind.m}^{-3}$ ).

A l'Angle, l'espace réduit représente 39 p. 100 d'inerties expliquées (Fig. 7 A). Le regroupement d'espèces touche en premier lieu les organismes à grande capacité d'adaptation en milieu lagunaire.

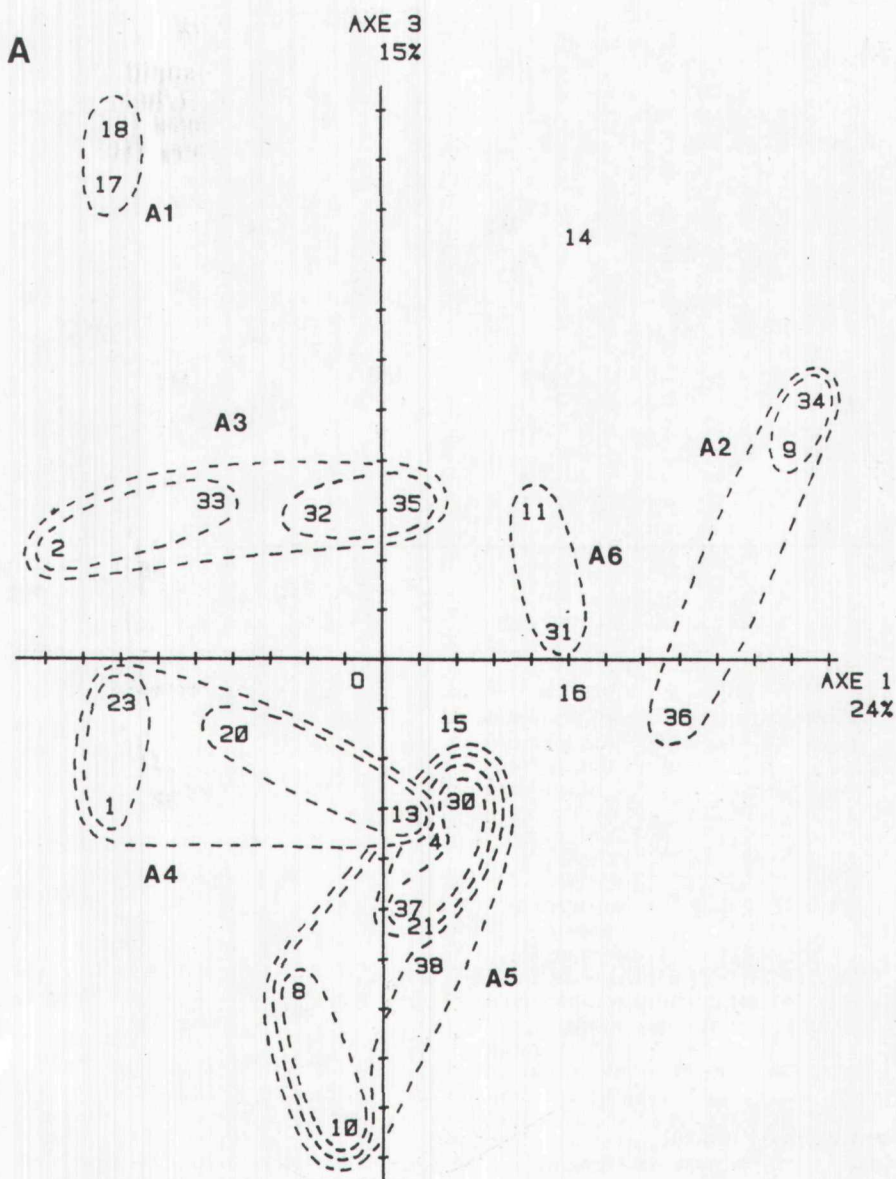
Le groupe A1 associe *Acartia bifilosa* (17), très abondant (maximum  $3.534 \text{ ind.m}^{-3}$ ), et *Acartia latisetosa* (18), moyennement représenté (maximum  $168 \text{ ind.m}^{-3}$ ), espèces fréquentant les milieux des-salés.

Le groupe A2 reflète la structure du groupe S2 de Sète avec la présence exclusive du méroplancton issu vraisemblablement du benthos local : échinopluteus (9), larves de *Mytilus* (34) et de *Venerupis* (36).

Le groupe A3 représente surtout la faune benthique des herbiers, avec les Gastéropodes (32, 33) et *Cerastoderma* (35) auxquels

se joint *Podocoryne carnea* (2). Ce groupe rappelle de façon superficielle S7 de Sète.

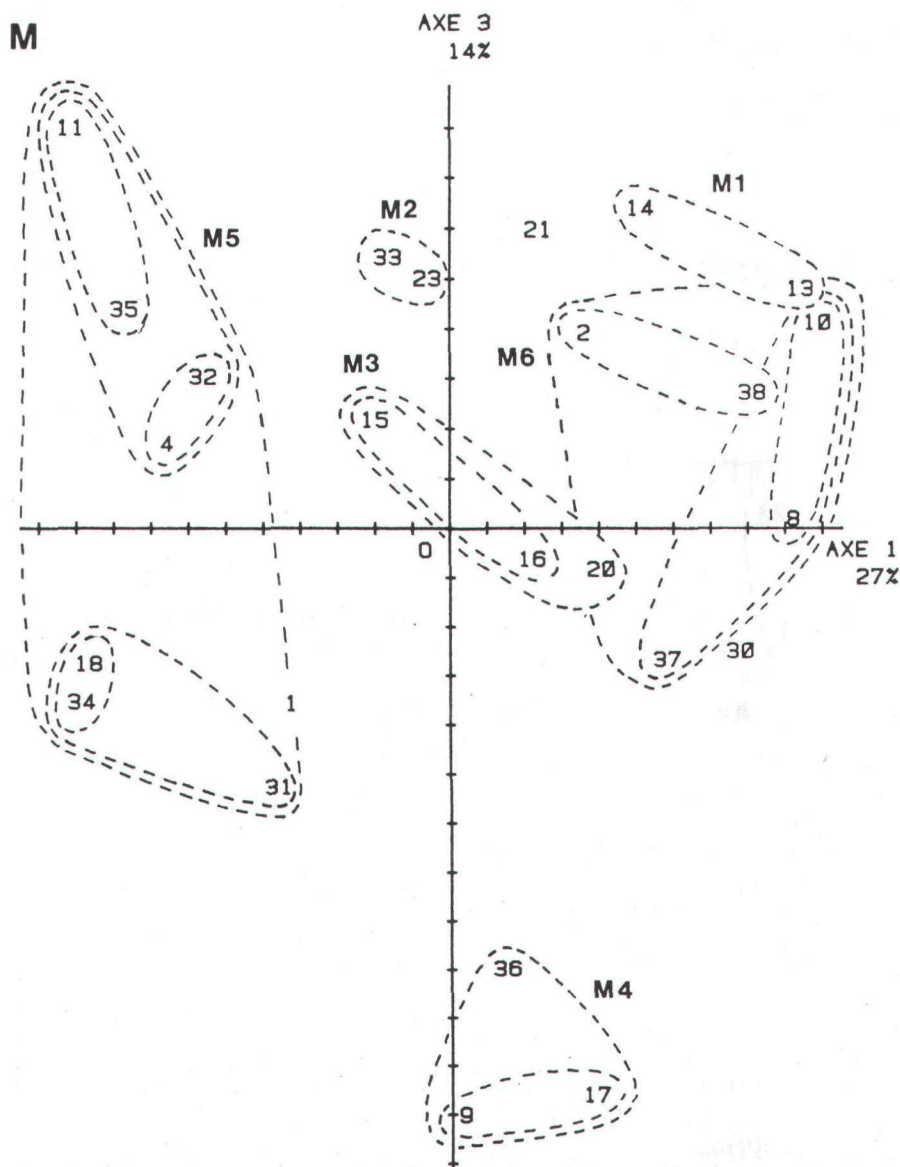
Le groupe A4 semble résulter d'une recombinaison des associations S5 et S6 de Sète. On y distingue des populations peu abon-



dantes (maximum  $102 \text{ ind.m}^{-3}$ ) d'*Oithona nana* (23), *Paracalanus parvus* (13), *Euterpina acutifrons* (23), auxquelles se joignent les méduses d'*Obelia* (1). Ce groupe met en évidence l'influence littorale dans cette station par ses composants Copépodes.

Le groupe A5 rassemble principalement du méroplancton peu représenté (maximum  $40 \text{ ind.m}^{-3}$ ), ou très abondant ( $5.079 \text{ ind.m}^{-3}$ ),

avec les larves de *Phoronis* (4), d'Ascidies (38), les nauplii de Cirripèdes (30) et les métatrochophores de Spionidés (8). L'holoplancton côtier est essentiellement constitué par *Oikopleura dioica* (37), abondant (maximum  $1.296 \text{ ind.m}^{-3}$ ) et *Podon polyphemoides* (10) moins fréquent (maximum  $129 \text{ ind.m}^{-3}$ ).



Le groupe A6 réunit les éléments occasionnels comme le Cladocère *Evadne nordmanni* (11) et quelques larves de Décapodes (31).

*Centropages ponticus* (14), *Acartia clausi* (15), *Acartia discaudata* (16) et *Oithona helgolandica* (21) ne fusionnent à aucun des groupes existants.

A Mèze, l'espace réduit représente 41 p. 100 d'inerties expliquées (Fig. 7 M).

L'influence côtière est soulignée par la présence peu abondante de *Paracalanus parvus* (13) et *Centropages ponticus* (14) formant le groupe M1.

Egalement peu abondants *Euterpina acutifrons* (23) se localise avec les larves d'Opisthobranches (33) dans le groupe M2, au voisinage des herbiers.

Le groupe exclusivement holoplanctonique M3 comprend *Acartia clausi* (15), très abondant (maximum 2.300 ind.m<sup>-3</sup>), *Acartia discaudata* (16) et *Oithona nana* (20), ces derniers étant faiblement représentés dans la station (maximum 88 ind.m<sup>-3</sup>).

On retrouve dans M4 les communautés proches des fonds meubles A2 et S2 de l'Angle et de Sète, avec des populations abondantes d'échinopluteus (9) et de larves de *Venerupis* (36), associés à *Acartia bifilosa* (17).

Largement étendu dans l'espace réduit, le groupe M5 est en fait composé de deux sous-ensembles :

- l'un, rappelant le groupe S7 de Sète, est constitué de méroplancton issu des biocoénoses d'herbiers voisins (*Phoronis* (4), Gastéropodes Prosobranches (32), *Cerastoderma* (35), associés à une population très abondante (maximum 1.291 ind.m<sup>-3</sup>) d'*Evadne nordmanni* (11);
- l'autre, moins caractérisé, réunit *Acartia latisetosa* (18) et les larves de *Mytilus* (34) et de Décapodes (31).

Le groupe M6 correspond globalement au groupe A5 de l'Angle avec *Podon polyphemoides* (10), *Oikopleura dioica* (37) les larves de Spionidés (8), d'Ascidies (38) et *Podocoryne carnea* (2).

Les profils d'abondances très différents d'*Oithona helgolandica* (21), des méduses d'*Obelia* (1) et des nauplii de Cirripèdes (30) ne permettent pas leur fusion à aucun des groupes cités.

Si nous considérons les types d'habitat des différentes populations, on peut noter que les plus grandes fluctuations d'abondance dans les trois stations sont davantage expliquées par l'influence des biocoénoses du fond (axe 1) que par celle de l'influence maritime (axe 3).

En résumé, on trouve à chacune des stations 4 groupes qui représentent plus ou moins les différents types d'habitat qualitativement présents :

1) groupement autochtone au voisinage des fonds meubles, composé principalement de méroplancton, larves de *Cerastoderma*, de *Venerupis*, de *Mytilus*, d'Echinides et de Décapodes, et auquel s'associe *Acartia bifilosa*;

2) groupement autochtone au voisinage des fonds d'herbiers, également constitué par le méroplancton (larves de Lamellibranches et de Gastéropodes) et auquel participent des populations denses mais fugaces d'*Evadne nordmanni*, d'*Acartia bifilosa* et d'*Acartia latisetosa*;

3) groupement mixte de méroplancton, issu des fonds coquilliers (Spionidés) et des substrats durs (Cirripèdes), et d'holoplancton d'origine côtière (*Podon polyphemoides*, *Oikopleura dioica*);

4) groupement d'holoplancton littoral, moins en relation avec les biocoenoses du fond, constitué essentiellement par *Acartia*, *Oithona*, *Euterpina*, *Paracalanus*, *Centropages*...

Ce résultat bien qu'évident mérite cependant d'être souligné. En effet l'originalité des stations ne réside pas dans l'identification des niveaux d'abondance mais plutôt dans la diversification spécifique et dans les cycles d'abondance que mesure effectivement la distance de Hellinger. Il est bien évident que les différences de groupement entre stations proviennent :

— d'une part, de la richesse de l'holoplancton qui, trouvant sa source dans les rapports marins, transite d'abord par Sète (Lam Hoai, 1985), va en diminuant vers l'intérieur de la lagune (Angle et Mèze),

— d'autre part des biocénoses benthiques locales qui produisent des larves (polychètes, mollusques, cirripèdes, ascidies), c'est-à-dire le méroplancton.

#### IV. — DISCUSSION

Dans la lagune de Thau, les modifications hydrologiques sont souvent imprévisibles en raison de l'influence prépondérante des conditions climatiques. La composition globale du zooplancton des 3 sites étudiés se caractérise par l'importance du méroplancton, qui forme un peu plus de 50 p. 100 des échantillons et qui, par les poussées démographiques spectaculaires au printemps et en été, masque souvent la présence du cortège holoplanctonique (Lam Hoai, 1985). La structure des communautés dans chaque station serait déterminée par une balance holoplancton côtier et méroplancton local, créant une répartition « asymétrique », de l'entrée des eaux marines (Sète) au fond de la lagune (Angle, Mèze). La balance des espèces, tel qu'elle apparaît à travers les 3 stations étudiées, peut être schématisée comme suit :

— une certaine « sélection », opère essentiellement sur la fraction holoplanctonique des apports côtiers, et ceci dès leur arrivée en lagune, puisqu'on ne retrouve pas tout l'éventail spécifique observé en Golfe du Lion par Tuzet (1948) et Furnestin (1960); il en résulte une réduction de la diversification spécifique et une diminution des niveaux d'abondance des espèces provenant du littoral voisin, avec des profils de distribution plus irréguliers et plus courts.

— le recrutement autochtone du zooplancton s'effectue pratiquement par le méroplancton; par sa contribution souvent prépondérante dans le peuplement, celui-ci traduit assez fidèlement les différents types d'habitat des fonds avoisinants;

— le jeu des courants dispense ou concentre ces doubles apports qui, au niveau local, déterminent en premier lieu le pseudo-communautés pionnières très fluctuantes.

Ces observations prolongent les connaissances déjà acquises en des milieux analogues. Selon Castel et Courties (1979), la structure du peuplement est souvent déséquilibré, d'une part par des fluctuations saisonnières importantes et, d'autre part, par la prépondérance de quelques espèces du cortège faunistique. Calvi Parisetti *et al.* (1979) soulignent l'influence du flux de marée et Meredith et Lotrich (1982), celle du déplacement du « flux tampon », sur la distribution des populations de plancton dans des systèmes peu profonds. Lam Hoai *et al.* (1984) ont également constaté l'importance, à des degrés divers, des apports côtiers qui se surajoutent au cycle saisonnier, ce dernier restant prépondérant dans la zone néritique marine (Uye, 1982). En revanche, le rôle des biocoenoses benthiques locales dans la constitution du peuplement n'avait pas été encore suffisamment approfondi. Les facteurs en jeu restent encore du domaine de l'hypothèse. Selon Williams (1984), il y aurait interaction entre les effets du transport physique et ceux de la salinité. D'autres facteurs probables seraient l'action contraignant des « milieux physiquement contrôlés », évoquée par Amanieu et Lasserre (1982), et des phénomènes de compétition qui en résulte.

On a remarqué, à Thau, que les poussées méroplanctoniques coïncident avec des périodes de déplétion en stades jeunes des espèces holoplanctoniques d'origine littorale. Or Thau offre vraisemblablement au zooplancton des ressources trophiques suffisantes pour des « ensemencements » marins (Henard, 1978) et par l'importance de l'eutrophisation (Hiot et Pimpare, 1973). Comme dans des milieux comparables, les ressources complémentaires proviendraient des matières organiques et des bactéries en suspension (David, 1971, Nasogne 1972). Huntley et Boyd (1984) confirment que le zooplancton des zones littorales n'est pas limité par la nourriture, du moins jusqu'en hiver où, le méroplancton disparaissant, les ressources restent insuffisantes pour permettre un nouveau développement de l'holoplancton qui ne pourra se développer qu'au printemps suivant, juste avant les poussées méroplanctoniques. Ces conclusions méritent cependant d'être vérifiées.

### Summary

Surface zooplankton communities  
in three sites different by their distance  
from the entry of seawater in Thau lagoon.

A monthly survey of zooplankton has been conducted from March 1982 to March 1983 in three shallow stations of Thau, a northern-mediterranean lagoon. These stations differ by their distance from the entry of sea-water in the lagoon. The sites under observation are subjected to unpredicted changes, as well in the water displacement as in the organization of zooplankton communities. These modifications are strongly influenced by weather conditions. The collected zooplankton species correspond to elements usually found in marine neritic communities. Chronological clustering and species association analysis may allow, on one hand, to locate groupments of species in each station, and on the other hand to put forward the contribution of the recruitment to the community, process controlled by some «selection» effect of the lagoon that is expressed by the balance of marine holoplanktonic species (45,1 p. 100 of the samples) and of meroplankton (53,5 p. 100) from local benthic biocoenoses. The result is an asymmetric distribution which characterizes interfaced systems.

## Remerciements

Le présent travail a été mené avec l'aide de la subvention Recherches « Axes privilégiés » de l'Université de Montpellier II et dans le cadre de l'U.A.-C.N.R.S. 694. Nous remercions le Dr. N. Lair, Université de Clermont-Ferrand II — Laboratoire de Zoologie, avec qui nous avons eu des discussions très profitables, et le Pr. P. Legendre, Université de Montréal, pour l'utilisation du groupement chronologique et l'interprétation des résultats. Qu'ils reçoivent ici le témoignage de notre gratitude.

## INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- AMANIEU, M. et LASSERRE, G., 1982. — Organisation et évolution des peuplements lagunaires. *Oceanol. Acta*, n° sp., pp. 210-213.
- AMANIEU, M., GONZALEZ, P.L. et GUELORGUET, O., 1981. — Critères de choix d'un modèle de distribution d'abondances. *Acta Oecologica, Oecol. gen.*, 2, 3, pp. 265-286.
- AUDOUIN, J., 1962. — Hydrologie de l'étang de Thau. Thèse Doc. Etat, Fac. Sci., Univ. Montpellier, 127 pp.
- CALVI PARISETTI, C., FERRARI, I. et MAZZOCHI, M.G., 1979. — Effetti della marea sulla distribuzione di popolazioni zooplanctoniche in un ambiente lagunare. *Ment. Ist. Ital. Idrobiol.*, Suppl. 37, pp. 95-106.
- CASSIE, R.M., 1968. — Sampling design. In : Zooplankton sampling. D.J. Tranter (Ed.), UNESCO, Paris, edit., 1979, pp. 105-121.
- CASTEL, J. et COURTIES, C., 1979. — Structure et importance des peuplements zooplanctoniques dans la baie d'Arcachon : milieux ouverts et lagunes aménagées de Certes. *Publ. Sci. Tech. CNEXO : Actes Colloq.*, 7, pp. 559-574.
- DAVID, A., 1971. — Relations trophiques entre le plancton, les huîtres d'élevage et les ciones épibiontes (étang de Thau). *Bull. Inst. Scient. Tech. Pêch. marit.*, 201, 15 pp.
- DESSIER, A., 1983. — Variabilité spatiale et saisonnière des peuplements épiplanctoniques des copépodes du Pacifique Tropical Sud et équatorial (Est Pacifique). *Oceanol. Acta*, 6, 1, pp. 80-103.
- FATEMI, M., 1938. — Les variations saisonnières du plancton de l'étang de Thau à l'embouchure du canal de Sète. Thèse Doc. Etat, Fac. Sci., Univ. Montpellier, 99 pp.
- FURNESTIN, M.L., 1960. — Zooplancton du Golfe du Lion et de la côte orientale de Corse. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 24, 2, pp. 153-252.
- GONZALEZ, P.L., 1979. — Contribution au choix des modèles de distribution d'abondance. Mem. D.E.A. Math, pures et appl., U.S.T.L., Montpellier, 67 pp.
- HAMON, P.Y., 1983. — Croissance de la moule *Mytilus galloprovincialis* (Link.) dans l'étang de Thau. Estimation des stocks de mollusques en élevage. Thèse Doc. Etat, Univ. Sci. Tech. Languedoc, Montpellier, 331 pp.
- HENARD, D., 1978. — Production primaire d'une lagune méditerranéenne. Etang de Thau (Hérault). Année 1976. Thèse Docteur Ingénieur, Univ. Sci. Tech. Languedoc, Montpellier, 85 pp., 21 tab.
- HIOT, B. et PIMPARE, P., 1973. — Contribution à l'étude de la pollution de l'étang de Thau. Pollution apportée par les eaux superficielles du bassin versant nord de l'étang. Thèse Doc. Spécialité Géol. appl., Univ. Sci. Tech. Languedoc, Montpellier, 191 pp., biblio., tab. et annexes.
- HUNTLEY, M. and BOYD, C., 1984. — Food limited growth of marine Zooplankton. *Am. Nat.*, 124, pp. 455-478.
- LAM HOAI, T., 1985. — Evolution saisonnière du zooplancton dans trois sites peu profonds de Thau, une lagune nord-méditerranéenne. *Hydrobiologia*, 128, pp. 161-174.
- LAM HOAI, T., AMANIEU, M. et LASSERRE, G., 1984. — Microfaune des eaux libres de la Sarrazine, écosystème lagunaire semi-contrôlé méditerranéen. *Vie et Milieu*, 34, 4, pp. 209-219.
- 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 Doc. Spécialité Géol. appl., Univ. Sci. Tech. Languedoc, Montpellier, 74 pp.

- LEGENDRE, P., DALLOT, s. and LEGENDRE, L., 1984. — Succession of species within a community : chronological clustering, with application to marine and fresh-water Zooplankton. *Am. Nat.*, 125, 2, pp. 257-288.
- LEGENDRE, L. et LEGENDRE, P., 1979. — Ecologie numérique. 2. La structure des données écologiques. Masson, Paris, 254 pp.
- MATHIAS, P. et EUZET, L., 1951. — Sur les copépodes planctoniques de l'étang de Thau. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 86, pp. 184-188.
- MATHIAS, P. et EUZET, L., 1962. — Le plancton du bassin de Thau (Etang des Eaux Blanches). *Naturalia Monspelienisia, sér. Zool.*, 3, pp. 7-27.
- MEREDITH, W.H. and LOTRICH, V.A., 1981. — The dynamics of Zooplankton and micronecton community structure across a salt marsh-estuarine waters interface in Lower Delaware Bay (Résumé). *Estuaries*, 4, 3, p. 295.
- NASSOGNE, A., 1972. — Etudes préliminaires sur le rôle du zooplankton dans la constitution et le transfert de la matière organique au sein de la chaîne alimentaire marine en Mer Ligure. Thèse Doc, Univ. Amsterdam, 237 pp.
- RAIBAUT, A., 1967. — Recherches écologiques sur les copépodes harpacticoides des étangs côtiers et des eaux saumâtres temporaires du Languedoc et de Camargue. Thèse Doc. Etat, Univ. Sci. Tech. Languedoc, Montpellier, 238 pp.
- SCHERRER, B., 1984. — Biostatistique. Gaetan et Morin, Chicoutimi, Canada, 850 pp.
- TUZET, O., 1947. — Le plancton du Golfe du Lion et de l'étang de Thau. *Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille*, 7, 2-3, pp. 91-95.
- WILLIAMS, R., 1984. — Zooplankton of the British Chanel and Severn Estuary. *Marine Pollution Bull.*, 15, 2, pp. 66-70.
- UYE, s., 1982. — Seasonal cycles in abundance of major holoplankton in innermost part of Onagawa Bay, Northwest Japan. *J. Fac. Appl. Biol. Sci. Hiroshima Univ.*, 21, pp. 1-10.