

ECOTRON - EMBIEZ 7 - EVOLUTION QUALITATIVE
ET QUANTITATIVE DU ZOOPLANCTON DANS LES BASSINS DE CULTURE

par

R. GAUDY

Station Marine d'Endoume - 13007 MARSEILLE

RESUME

L'évolution qualitative et quantitative de la population de zooplancton se développant dans un bassin artificiel après un enrichissement et la production d'un bloom phytoplanctonique a été suivie pendant plus de six semaines.

Après une phase initiale d'instabilité et une poussée temporaire des rotifères, on assiste à une augmentation progressive des effectifs de copépodes s'accompagnant d'une réduction du nombre des espèces.

En fin d'expérience, la communauté zooplanctonique est proche de celle décrite dans les milieux portuaires et les zones côtières eutrophiques ou polluées. Elle est composée essentiellement de copépodes des genres *Acartia*, *Tisbe* et *Oithona*. La densité numérique d'organismes atteinte dans cette dernière phase est considérablement plus élevée que celle existant dans le milieu marin.

ABSTRACT

The qualitative and quantitative evolution of a zooplanktonic population growing in a concrete tank after enrichment and production of a phytoplanktonic bloom has been followed during a time exceeding six weeks.

After an initial unsteady period and a temporary peak of rotiferas, a progressive increase of organism abundance was observed, with a corresponding reduction of their specific diversity.

During the last phase of the experiment, the zooplankton community was qualitatively similar with the populations described in harbour waters or other semi-closed or closed marine spaces characterized by eutrophy and pollution. It was chiefly composed of copepods from *Acartia*, *Tisbe* and *Oithona* genera. The numerical density of organisms was, to a great extent, higher than the values recorded in the natural environment.

MOTS-CLES : zooplancton, culture, physiologie des populations

KEY WORDS : zooplankton, culture, population physiognomy

INTRODUCTION

Dans l'environnement marin naturel, il est souvent difficile de dégager, parmi la multiplicité des facteurs biotiques ou physico-chimiques, ceux ayant une action réelle sur le cycle ou la succession des populations planctoniques. L'expérimentation en petit volume peut permettre la mise en évidence de l'action de facteurs isolés au niveau de la physiologie des individus mais reste le plus souvent inadaptée pour l'étude démographique des populations en raison principalement des phénomènes de parois et de l'accumulation des métabolites.

L'utilisation d'enceintes ou de bassins de moyen volume (de l'ordre de quelques dizaines de m³) apparaît comme un compromis acceptable permettant l'étude de populations se maintenant en cycle complet, à l'abri des changements hydrologiques aléatoires et une analyse plus précise de l'action des facteurs du milieu, naturels ou résultant d'une pollution.

En particulier, ces écosystèmes expérimentaux peuvent être employés pour rechercher les conditions permettant une production secondaire maximale, dans un but d'aquaculture.

L'étude en commun d'un tel dispositif, aménagé dans le site des Embiez, nous a permis de dégager la physionomie de la population zooplanctonique apte à survivre et à se développer dans ce milieu et d'en donner une première estimation quantitative.

METHODES ET TECHNIQUES

Le système de culture installé dans le site des Embiez a été décrit en détail par RIVA et VICENTE (1978). Rappelons simplement que deux bassins rectangulaires d'un volume utile de 30 m³ environ sont alimentés en cascade par de l'eau de mer pompée dans la lagune avoisinante. Le premier bassin, utilisé pour l'enrichissement en sels minéraux et la production d'un "bloom" phytoplanctonique, reçoit un débit de 800 l/h environ. Son trop plein alimente le bassin 2 à raison d'un quart de son débit journalier. En pratique, dans cette première expérience, cette régulation a été obtenue en faisant communiquer les bassins 1 et 2 pendant 6 heures consécutives chaque jour. Les effluents des deux bassins sont enfin déversés dans un troisième bassin destiné à une production de bivalves et creusé en aval.

L'enrichissement en sels minéraux a été entretenu dans le bassin 1 du 27 avril au 20 mai, provoquant un bloom phytoplanctonique dont l'évolution a été analysée par NIVAL et al. (1978).

Le développement du zooplancton a été suivi dans le bassin 2 au moyen de pêches échelonnées entre le 1er mai et le 13 juin. Les prélèvements étaient faits en surface et à - 1 m grâce à un filet de 43 cm de diamètre et à mailles de 65 µ. Ce filet, fixé au bout d'une perche, était maintenu aux niveaux désirés par un opérateur décrivant la circonférence du bassin. Le volume ainsi filtré a été évalué à 5 m³.

Cependant, les valeurs quantitatives obtenues doivent être considérées surtout comme un ordre de grandeur, tous les organismes n'étant pas retenus avec la même efficacité, notamment les rotifères qui paraissent insuffisamment échantillonnés par cette technique.

Les comptages ont été effectués après sous-échantillonnage volumétrique. Les nauplii des genres *Acartia*, *Euterpina*, *Tisbe*, *Oithona*, *Centropages* et *Parapon-*

tella ont été différenciés. Les indéterminés et les nauplii de *Cirripèdes* ont été regroupés sous une même rubrique. Les stades copépodiques et les adultes ont été également regroupés car la présence simultanée de plusieurs espèces du genre *Acartia*, très proches morphologiquement à l'état larvaire, ne permettait pas une détermination sûre.

RESULTATS ET DISCUSSION

Le tableau I présente les variations qualitatives et quantitatives de la communauté de métazoaires. Les figures 1 et 2 visualisent l'évolution des éléments du zooplancton qui nous ont paru les plus représentatifs.

Sur le plan qualitatif on peut distinguer trois phases successives :

1. - La phase initiale (jusqu'au 5 mai) au cours de laquelle on note la présence de larves méroplanctoniques diverses : véligères de lamelibranches et de gastéropodes, nauplii de copépodes calanoïdes (*Parapontella brevicornis*, *Centropages typicus*, *Candacia* sp.), de cyclopoïdes (*Oithona nana*) et d'harpacticoïdes (*Microsetella* sp. et une forme non identifiée, proche de *Longipedia* et probablement attribuable à l'espèce *Brianola stebleri*, abondante par ailleurs à l'état copépodique). *Centropages typicus* et *Microsetella* sp. sont représentés également par des stades copépodites jeunes. *Oithona nana* et *Tisbe* sp. sont peu abondants. Les *Acartia* sont surtout représentés par *A. clausi* auxquels s'ajoute un petit pourcentage d'*A. discaudata* et *A. italica*.

Cette phase peut être interprétée comme un maintien d'une population néritique appauvrie (absence de cladocères, des copépodes *Paracalanus parvus*, *Euterpina acutifrons* et *Centropages typicus* à l'état adulte), avec une contamination d'espèces plus ou moins inféodées au substrat et à l'herbier au voisinage duquel est pompée l'eau d'alimentation des bassins (*Tisbe* sp., *Brianola stebleri*, cette dernière ayant habituellement un biotope de fonds sablo-vaseux : RAIBAUT, communication personnelle).

2. - La phase intermédiaire (du 6 au 27 mai) est caractérisée par la floraison des rotifères (*Synchaeta* sp.), le développement d'*Oithona nana* et d'*Euterpina acutifrons* et la réduction des *Brianola* au bénéfice d'un autre harpacticoïde *Tisbe* sp. Les nauplii de calanides autres que ceux d'*Acartia* et les larves de mollusques disparaissent, tandis que la population d'*Acartia* se réduit progressivement.

Cette phase semble correspondre à l'établissement du faciès côtier d'une population néritique, caractérisé par l'importance relative d'*Euterpina* et d'*Oithona* et par l'expansion numérique des rotifères, groupe particulièrement apte à utiliser avec un rendement optimum la production primaire disponible. La biomasse phytoplanktonique présente d'ailleurs un fléchissement contemporain du début de pic des rotifères, résultant probablement du grazing.

3. - La phase terminale suit la disparition brusque des rotifères et se caractérise par une expansion considérable de la population d'*Acartia* avec essentiellement des espèces tolérantes rencontrées souvent dans les milieux portuaires ou eutrophiques (CRISAFI 1974) : *A. josephina* (80 % des individus), *A. latisetosa* et *A. discaudata*. *Tisbe* sp. et *Oithona nana* conservent cependant une certaine importance, tandis que les autres composants disparaissent presque complètement.

Ainsi, on assiste à une évolution qualitative de la communauté pélagique allant dans le sens d'une réduction du nombre d'espèces. La phase finale semble correspondre à l'état d'équilibre d'une communauté bien adaptée aux conditions particulières d'un biotope semi-clos, très semblable à certains faciès portuaires eutrophiques ou pollués (EL MAGHRABI et HALIM 1965 ; PATRITI 1972 ; CRISAFI et al. 1973 ; CRISAFI 1974).

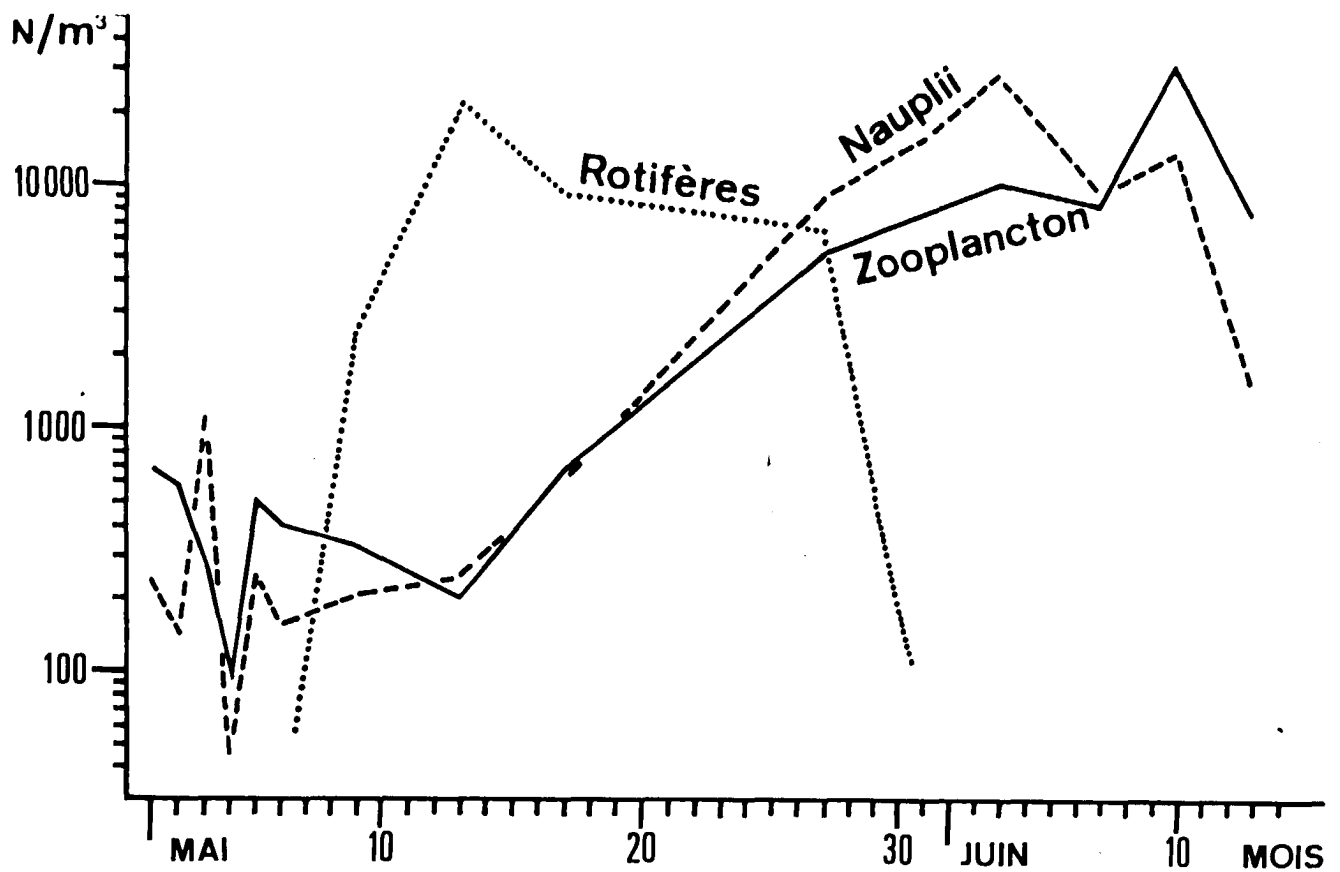


Figure 1 - Evolution quantitative des rotifères, des nauplii de copépodes et du reste du zooplancton dans le bassin 2.

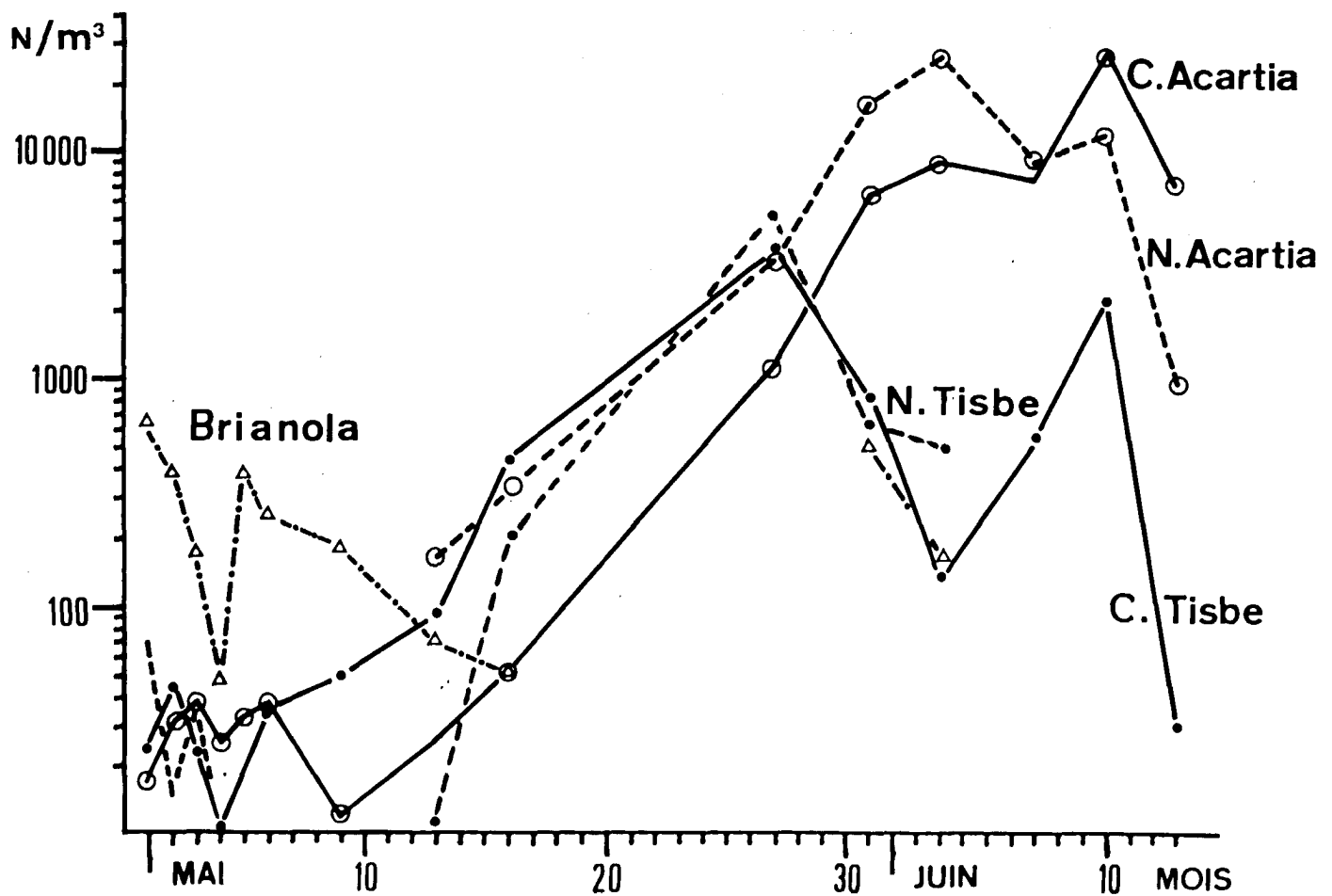


Figure 2 - Evolution quantitative des copépodes des genres *Tisbe*, *Brianola* et *Acartia* dans le bassin 2. C = Copépodites + Adultes; N = Nauplii.

Tableau I

Evolution quantitative des principaux éléments du zooplancton (bassin 2)
(nombre d'individus/m³) (N = Nauplii ; C = Copépodites + adultes)

Date	Rotifères	<i>Brianola</i>	<i>Tisbe</i>		<i>Euterpina</i>	<i>Oithona nana</i>		Nauplii (<i>Parapontella</i>)	Nauplii divers	Larves diverses	<i>Acartia</i>		Divers
			N	C		N	C				N	C	
1/5/77		613		23				87	85	23	70	17	23
2		394		46			8	15	115	108	15	31	15
3		176	115	23		54		748	117	31	38	39	23
4		48					4	22	11	4	9	26	4
5		387			16	66	50	51	140	33		33	
6	12	256		37	12	49	61		110			37	
9	2568	188		50	38	175	38		37			12	
13	21323	71	12	95	12	35			35		167	26	
16	9267	51	205	451	25	51	51		77		333	51	
27	6489		5260	3858		35	210		386		3307	1202	
31		500	666	833					1167		13500	6500	
3/6/77		167	557	140	279		697		975		26342	9059	
7				547							9020	7653	
10				2278			325		1952		11716	27663	
13		30	30	30			179		537		955	7223	

Une évolution analogue dans des milieux artificiels de moyen volume avait déjà été observée par RAYMONT et MILLER (1962) ; MULLIN et EVANS (1974) ; et GRICE et al. (1977).

Les espèces caractérisant le point d'équilibre de ces biotopes appartiennent aux mêmes genres que ceux présents dans les bassins des Embiez :

Acartia (essentiellement l'espèce eurytopique *A. tonsa*), *Tisbe*, *Oithona*, *Paracalanus* et *Pseudocalanus* (genre absent en Méditerranée) semblent également s'accommoder de ces conditions.

Dans l'expérience rapportée par CONOVER et PARANJAPE (1977), il ne semble pas par contre exister d'appauvrissement qualitatif de la communauté néritique, qui est cependant dominée quantitativement par *Pseudocalanus*.

Sur le plan quantitatif on constate que la densité d'organismes, d'abord fluctuante jusqu'au 13 mai (plusieurs avaries d'alimentation d'eau du bassin 2 survenues pendant cette période pourraient expliquer cette variabilité), s'élève ensuite rapidement, puis tend vers un palier à partir du début juillet. Si l'on étudie plus particulièrement l'évolution numérique des *Acartia* et des *Tisbe*, on constate que la phase d'accroissement est exponentielle, ce qui se traduit en ordonnée logarithmique par une droite ascendante exprimant la constance du taux instantané de croissance de la population, caractéristique d'une population en expansion dans un biotope neuf.

Calculée graphiquement, la valeur moyenne du taux de croissance est de 0,284 pour *Acartia* et 0,216 pour *Tisbe*. Ces taux sont bien évidemment inférieurs à celui caractérisant la floraison des rotifères (0,529 entre le 9 et le 13 mai) mais sont très élevés par rapport à d'autres organismes zooplanctoniques de la province néritique tels *Euterpina acutifrons* ($r_m = 0,161$: ZURLINI et al. 1978). La valeur de 0,216 obtenue pour *Tisbe* est proche des taux r_m atteints sous différentes conditions contrôlées d'élevage en petit volume (0,220 et 0,301 à 19°C ; GAUDY et GUERIN 1978).

Les densités numériques les plus fortes avoisinent 30 à 40 individus par litre. Ces valeurs peuvent être favorablement comparées aux résultats acquis dans des expériences similaires antérieures (tableau II) ou dans différents secteurs côtiers de la province néritique méditerranéenne (tableau III).

On constate que les nombres relevés par RAYMONT et MILLER, GRICE et al et CONOVER et PARANJAPE sont du même ordre, à l'exception de quelques pointes éphémères. MULLIN et EVANS avancent une valeur de 10 µg/l ce qui correspond approximativement, en considérant une population moyenne d'*Acartia* à 4 individus par litre. GROSS et CLARKE (cités par RAYMONT et MILLER) obtiennent des valeurs beaucoup plus fortes pouvant atteindre plusieurs centaines d'individus par litre, mais ces chiffres sont dus essentiellement au foisonnement de *Tisbe furcata* dont le développement, lié à la proximité des parois des bacs, serait favorisé par la petitesse de ceux-ci.

Dans le milieu naturel, les chiffres relevés dans les régions néritiques boréales atteignent parfois des valeurs importantes, au moment des pics saisonniers (50 à 65/l en Mer du Nord, d'après la revue faite par RAYMONT et MILLER (1962).

Par contre, en Méditerranée (tableau III), il est exceptionnel de dépasser 6 à 8 individus/l, et ceci dans des zones particulièrement eutrophiques, les valeurs habituellement notées fluctuant autour de 1 à 2/l. Dans le fond

Tableau II

Résultats comparés de quelques expériences antérieures
d'élevage de zooplancton en moyens volumes

373

Auteur	RAYMONT ET MILLER (1962)	GROSS ET CLARKE (d'après RAYMONT et MILLER 1962)	MULLIN ET EVANS (1974)	GRICE ET AL. (1977)	CONOVER ET PARANJAPE (1977)
Volume de culture	20 m ³ (bacs)	(bacs fractionnés)	70 m ³ (tour cylindrique)	66 à 1300 m ³ (enceintes immer- gées en polyéthylène)	105 m ³ (tour cylindrique)
Nbre d'individus/l	20 à 82 (pics à 117 - 254)	pics de 900 à 2100	10µg C/l (équivalent à 4 <i>Acartia</i> /l)	14 - 21 (46 à 62 après enrichissement)	10 - 60
Espèces caractéristiques	<i>Acartia tonsa</i> <i>Paracalanus</i> <i>crassirostris</i> <i>Eurytemora</i> <i>hirundoïdes</i> <i>Oithona brevicornis</i>	<i>Tisbe furcata</i> <i>Oithona</i> sp. <i>Acartia tonsa</i>	<i>Acartia tonsa</i> puis <i>Paracalanus parvus</i>	<i>Pseudocalanus</i> <i>Oithona</i> <i>Acartia</i> <i>Oncaea</i> <i>Centropages</i> <i>Tisbe</i>	<i>Pseudocalanus</i> sp.

Tableau III

Richesse numérique comparée (valeurs maximales)
du zooplancton dans quelques secteurs de Méditerranée nord-occidentale

Auteur	Localisation	Individus/l
BLANC et LEVEAU (1973)	Delta du Rhône	< 4
" "	Golfe de Fos	5
" "	Etang de Berre	1,7
BENON et al. (1977)	Golfe de Fos	< 1,7 (mai 74)
		< 2,3 (avril 75)
		8 (novembre 75)
GAUDY et MOATTI (1978)	Golfe de Fos (Pontheau)	6
GAUDY (1976)	Rade de Villefranche sur Mer	15 - 25

de la rade de Villefranche, des chiffres plus importants ont été relevés au moment du maximum printanier mais, dans l'ensemble, l'abondance numérique n'atteint jamais celle obtenue dans les bassins des Embiez.

Il est probable que cette richesse pourrait être encore accrue en entretenant le bloom phytoplanctonique en continu, en luttant contre la fixation des macrophytes et en choisissant un débit d'alimentation en eau enrichie mieux adapté, en se conformant notamment au modèle établi par NIVAL et MALARA (1978).

CONCLUSION

Cette étude ne doit être considérée que comme une étape préliminaire donnant un premier aperçu sur la qualité de la faune zooplanctonique susceptible de se développer au printemps dans des bassins artificiels pour la région méditerranéenne.

Pour obtenir un rendement quantitatif optimum de la production, des perfectionnements au dispositif de culture tels ceux exposés plus haut devront être réalisés. Dans le cas où le but recherché, la production de matière vivante en continu avec un rendement trophique satisfaisant, sera atteint, il sera possible d'utiliser cet écosystème expérimental comme un outil de travail pour analyser les mécanismes régissant les transformations de matière et d'énergie et la dynamique et les successions éventuelles de populations.

BIBLIOGRAPHIE

- BENON P., BOURGADE B et KANTIN R. - 1977 - Impact de la pollution sur les écosystèmes côtiers. Aspects planctoniques. Thèse Doct. 3ème cycle. Univ. Aix-Marseille, 400 p.
- BLANC F. et LEVEAU M. - 1973 - Plancton et Eutrophie : aire d'épandage rhodanienne et Golfe de Fos (traitement mathématique des données). Thèse Doct. es Sciences. Univ. Aix-Marseille, 681 p.
- CONOVER R.J. et PARANJAPPE M.A. - 1977 - Comments on the use of a deep tank in planktonological research. Helgölander wiss. Maeresunters, 30, p. 105-117.
- CRISAFI P. - 1974 - Inquinamento e speciazione : *Acartia josephina* et *A. Euza* (copépoda, calanoïda) specie nuove del mare mediterraneo. Boll. Pesca, Piscic, Idrobiol., 29, p. 5-10.
- CRISAFI P., BACCELLIERI P. et FABIANO N. - 1973 - Successione stagionali e rilievi sulla progressiva riduzione qualitativa e quantitativa dello zooplankton dei laghi di Ganzirri e di Faro (Messina). Atti Soc. Peloritana di Scienze Fisiche Matem. e naturali, 19, p. 101-115.
- EL MAGHRABI A.M. et HALIM Y. - 1965 - A quantitative and qualitative study of the plankton of Alexandria waters. Hydrobiol., 47, p. 169 - 209.
- GAUDY R. - 1976 - Etude du plancton de la zone nord de la rade de Villefranche-sur-Mer à la fin du printemps (17 mai 1971 - 16 juin 1971) III. Production secondaire des copépodes pélagiques. Vie et Milieu, 26, sér. B, p. 77-106.

- GAUDY R. et GUERIN J.P. - 1976 - Elevages de copépodes harpacticoïdes (*Tisbe holothuricae*) en cycle complet. Rôle des facteurs température et nutrition Colloque Ecotron, Brest, p.
- GAUDY R. et MOATTI B. - 1978 - Etudes écologiques de portée générale relatives au site de Martigues-Ponteau. Contrat E.D.F. E. 1958 - Etude de l'impact du transit sur le zooplancton. Rapport 1978.
- GRICE G.D., REEVE M.A., KOELLER P. et MENZEL D.W. - 1977 - The use of large volume, transparent, enclosed sea-surface water column in the study of stress on plankton ecosystems. Helgoländer wiss. Maeresunters, 30, p. 118-133.
- MULLIN M.M. et EVANS P.M. - 1974 - The use of a deep tank in plankton ecology. 2. Efficiency of a planktonic food chain. Limnol. Oceanogr., 19 p. 902-911.
- NIVAL P. et MALARA G. - 1978 - ECOTRON-EMBIEZ 8 - Modélisation de la production d'organismes planctoniques dans les bassins. Colloque Ecotron, Brest, p.
- NIVAL P., MALARA G., LELONG P., CELLARIO C., CHARRA R. et RIVA R. - 1978 - ECOTRON-EMBIEZ 4. Evolution du phytoplancton dans les bassins de culture. Colloque Ecotron, Brest, p.
- PATRITI G. - 1972 - Etude préliminaire des effets de la pollution globale sur le peuplement planctonique des pords nord de Marseille. Mar. Biol., 12, p. 300-308.
- RAYMONT J.E.G. et MILLER R.S. - 1962 - Production of marine zooplankton with fertilization in an enclosed body of sea-water. Int. Revue ges. Hydrobiol. 47, p. 169-209.
- RIVA A. et VICENTE N. - 1978 - ECOTRON-EMBIEZ 2. Situation et aménagement du site. Colloque Ecotron, Brest, p.
- ZURLINI G., FERRARI I. et NASSOGNE A. - 1978 - Reproduction and growth of *Euterpina acutifrons* (copepoda : Harpacticoïda) under experimental conditions. Mar. Biol., 46, p. 59-64.