

APERÇU GÉNÉRAL SUR L'ÉCOLOGIE DU MILIEU PLANCTONIQUE PORTUAIRE A L'AIDE DE PRÉLÈVEMENTS A RYTHME ÉLEVÉ

par

Gilbert Patriti

Laboratoire d'Hydrobiologie marine et Station Marine d'Endoume,
Centre Universitaire de Marseille-Luminy ; 13009 Marseille (France).

Résumé

Des prélèvements planctoniques effectués sur un rythme rapide (15 à 30 mn) en deux stations correspondant à des environnements différents, sont comparés et analysés. Les différences essentielles entre les caractéristiques générales des milieux portuaires et des milieux néritiques sont envisagées avec, notamment, un essai d'individualisation de la faune et de la flore planctoniques. Le phytoplancton n'est pas significativement différent dans les deux aires. Par contre, les valeurs et la qualité des variables zooplanctoniques sont suffisantes pour déterminer la partition entre prélèvements néritiques et prélèvements de zone portuaire. Les espèces zooplanctoniques *Acartia clausi*, *Oithona nana* et les Harpacticoides benthoplanctoniques caractérisent la zone portuaire alors que *Podon intermedius*, les Corycidae et *Clausocalanus* spp. ont plutôt une tendance néritique. Les teneurs en phosphates et nitrates, la salinité et les rapports N/P déterminent une forte différence entre ces deux zones. Des variations importantes dans l'échantillonnage de la plupart des composants planctoniques sont mises en évidence. Elles sont certainement imputables à une microdistribution non homogène de ces composants.

Introduction

Des recherches méthodiques, poursuivies durant quelques années (Patriti, 1972, 1973) sur le système planctonique dans les milieux fermés et semi-fermés, notamment portuaires, nous ont progressivement conduit à augmenter la fréquence de nos prélèvements. Dans un premier stade, nous avons envisagé des prélèvements journaliers en plusieurs stations réparties sur l'ensemble des ports Nord de Marseille (Patriti, 1976) puis en une seule station (Vieux-Port, st. 14), relativement isolée du reste des ports et dont nous avons supposé la masse d'eau plus stable que celle des stations précédemment étudiées (Patriti et al., sous presse). Il nous a ensuite paru intéressant de resserrer encore plus le rythme des prélèvements. C'est ainsi que quatorze prélèvements ont fait l'objet d'une étude complémentaire au cours de l'année 1973 ; espacés de 15 à 30 minutes.

ils ont été effectués durant une demi-journée dans la darse du bassin Léon Gourret (st. 4) et couplés avec des prélèvements témoins à l'extérieur de l'enceinte portuaire (st. 2) (Fig. 1). Cet échantillonnage suivi a été répété deux fois dans des conditions météorologiques différentes : — le premier, lors d'un régime stabilisé de vents de S.-S.E. (9 avril 1973) ; — le second, lors d'un régime dominant de

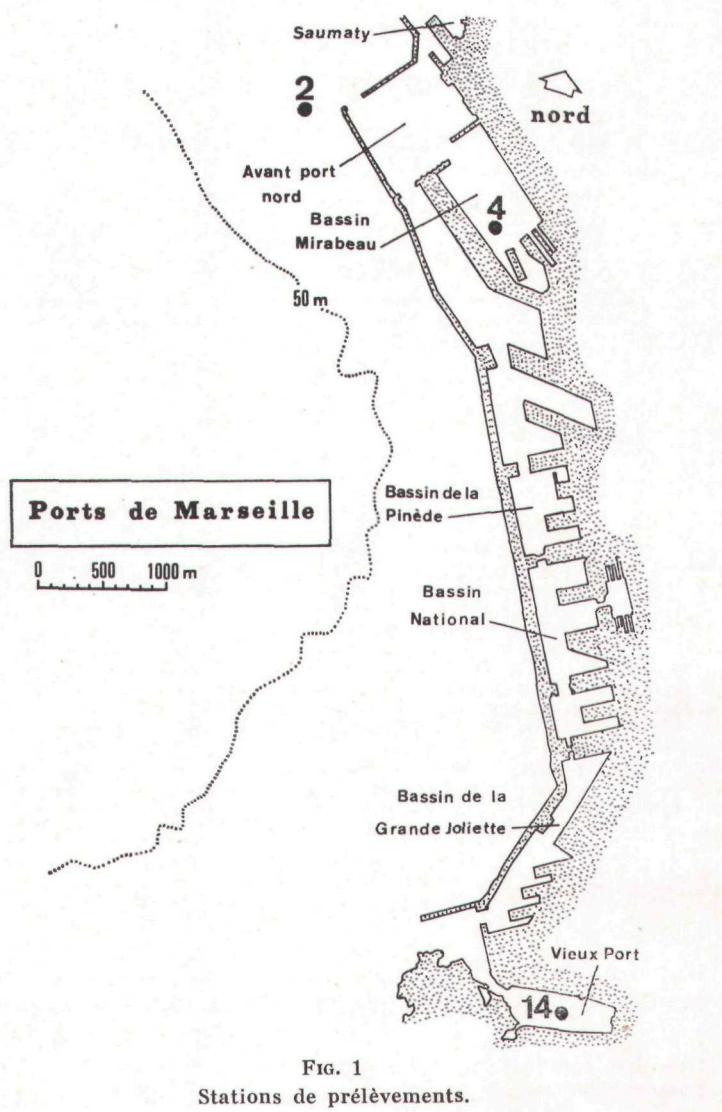


FIG. 1
Stations de prélèvements.

N.-N.W. (7 mai 1973). Comme pour les autres échantillonnages, l'étude a porté sur la mesure des facteurs physiques et chimiques (seston, salinité, température de l'eau, composants élémentaires du matériel particulaire en suspension et sels minéraux : P-PO₄, N-NO₃), ainsi que des facteurs biologiques (effectifs zoo- et phytoplanctoniques).

Méthodologie

La méthodologie est identique à celle employée précédemment (Patriti, 1972) ; température : thermomètres à renversement ; salinité : salinomètre Hytech 6220 ; transparence de l'eau : disque de Secchi ; phosphates et nitrates : méthodes de Strickland et Parsons (1965) ; seston : filtré sur filtres en nitrates de cellulose de 0,45 µ de porosité ; carbone, hydrogène et azote : dosés dans le seston recueilli sur filtres en fibres de verre (0,45 µ) à l'aide d'un appareil automatique Perkin Elmer 240 ; phytoplancton : détermination et numération des organismes selon Utermohl (1958) ; zooplancton : échantillonné à l'aide du filet standard (0,5 m de diamètre à l'ouverture, vide de maille 200 µ), trié selon Bourdillon (1963).

L'indice de diversité des populations planctoniques a été calculé selon la formule de Shannon $D = \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$ où S est le nombre d'espèces et $P_i = \frac{n_i}{N}$ avec n_i = nombre d'individus de l'espèce

i et N = nombre total d'individus. On évalue ainsi, par le biais de la diversité spécifique, le degré de structuration des populations (Margalef, 1956, 1967 a, 1967 b).

Les variables mesurées, estimées ou calculées ont été traitées par analyses en « composantes principales » où l'on a considéré la distance angulaire usuelle (coefficient de corrélation) entre variables et prélèvements (Blanc, Leveau, Bonin et Laurec, 1972 ; Blanc et Leveau, 1973).

Évolution générale du milieu

La première journée de prélèvements a été caractérisée par une forte nébulosité, de faibles pluies et un léger vent dominant de S.-S.E. La température de l'eau était relativement basse, en moyenne = 12,32 ° C (12,22 pour la station portuaire, 12,57 pour la station témoin). La salinité moyenne était de 37,11 p. 1 000 (36,91 pour la station portuaire, 37,61 pour la station témoin). La deuxième journée (un mois plus tard) est sous l'influence dominante des vents de N.-N.W. ; la nébulosité est nulle et la température relativement élevée, en moyenne de 14,73°C (14,88 pour la station portuaire, 14,35 pour la station témoin). La salinité moyenne est de 37,23 p. 1 000 (37,13 pour le milieu portuaire, 37,57 pour la station témoin) (Fig. 2). Les concentrations en sels minéraux augmentent légèrement entre la première et la deuxième journées (Fig. 3). Les effectifs phytoplanctoniques sont très importants pendant la première journée (plus de 10^6 cellules/l pour les Dinoflagellés) alors qu'ils subissent une forte diminution un mois plus tard (200 000 cellules/l, pour les Dinoflagellés) (Fig. 4). Par contre, les effectifs zooplanctoniques progressent fortement du mois d'avril au mois de mai (Fig. 5). En relation avec la forte multiplication cellulaire phytoplanctonique, les

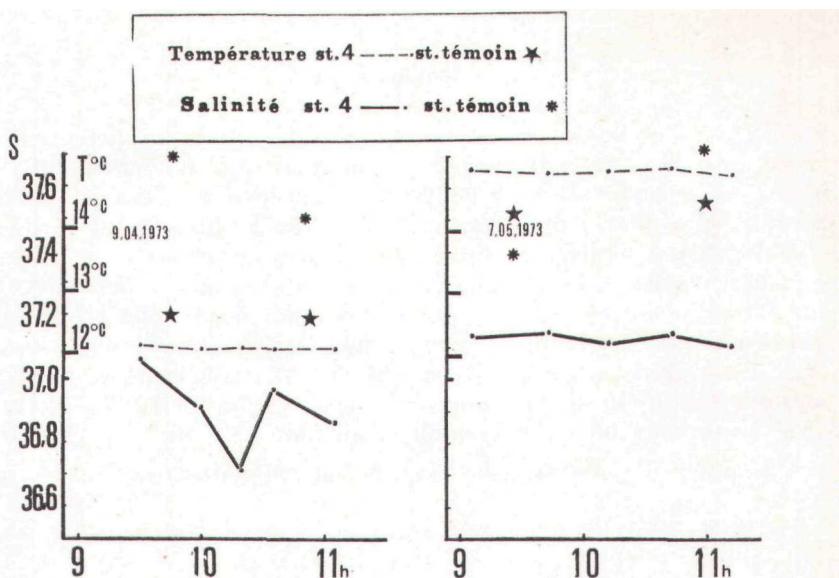
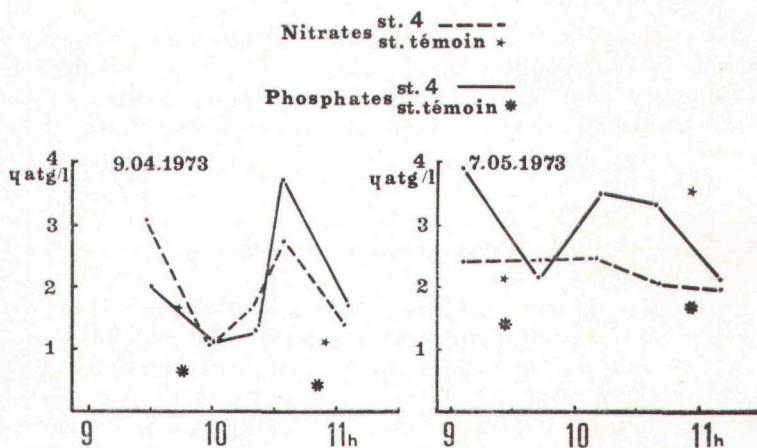


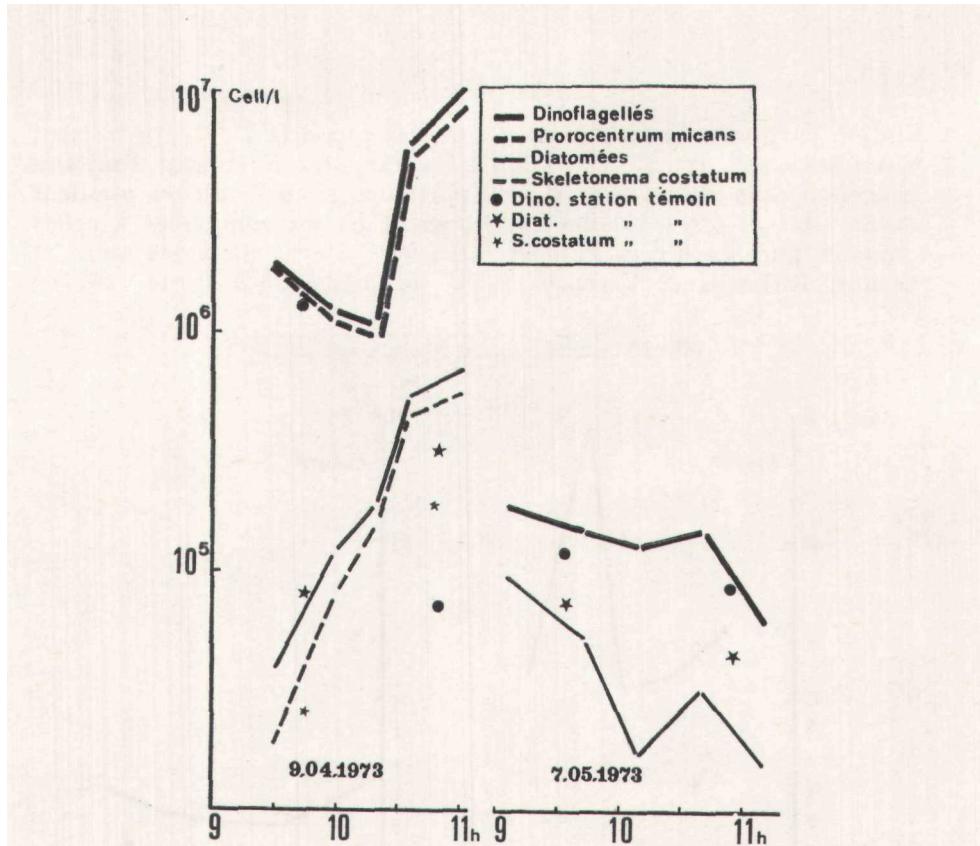
FIG. 2
Salinités, températures. Evolution horaire au cours des deux journées de prélèvements.



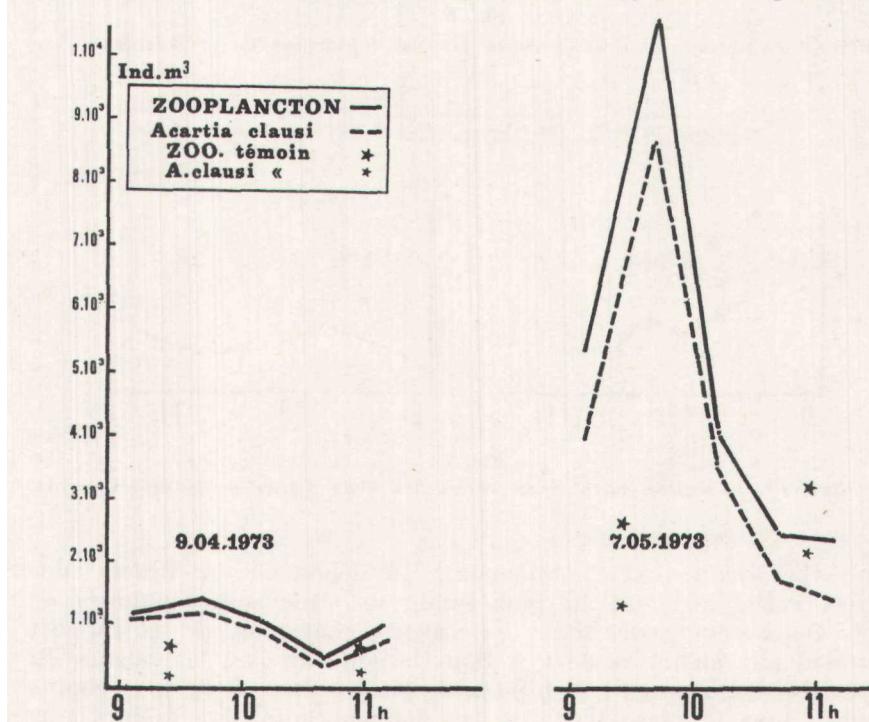
Sels minéraux. Evolution horaire au cours des deux journées de prélèvements.

valeurs pondérales de seston sont beaucoup plus importantes le 9 avril que le 7 mai (Fig. 6). Les figures 3 et 7 donnent un aperçu des heures de prélèvement, des taux de sels minéraux et des rapports N/P. Pour les deux journées, on constate des différences importantes dans les concentrations en sels minéraux à la station témoin et à la station portuaire, pourtant assez proches topographiquement.

Les concentrations en phosphates sont trois fois plus importantes à la station portuaire ; les nitrates, quoique à un degré moindre, présentent aussi des concentrations plus importantes à la



Zooplancton. Evolution horaire au cours des deux journées de prélèvements.



station portuaire. Les différences dans les rapports N/P caractérisent aussi les deux types de station ; les rapports N/P sont toujours beaucoup plus faibles à la station portuaire : leurs valeurs oscillent entre 0,6/1 et 1,2/1 valeurs extrêmement basses comparées à celles données par les divers auteurs (15/1 en général dans les mers et océans, Richards et Vaccaro (1956) ou même 26/1 Coste (1971) ;

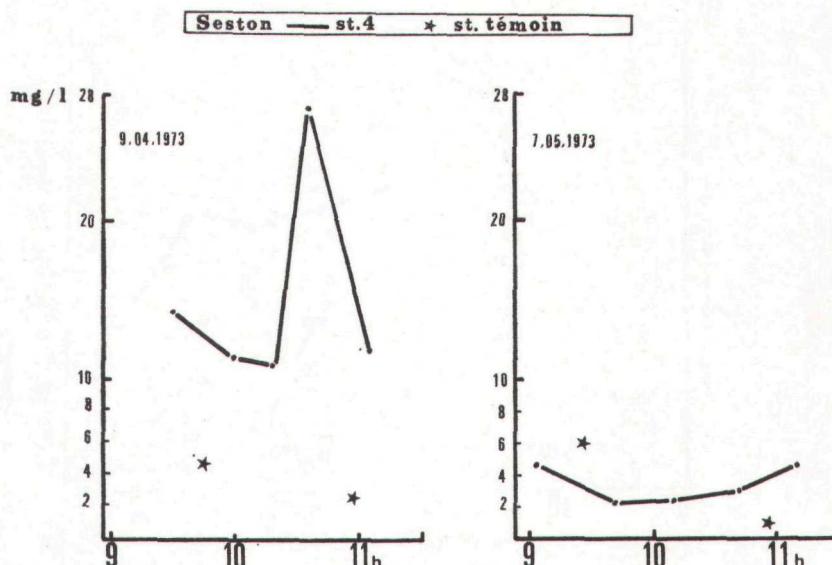


FIG. 6

Seston. Evolution horaire au cours des deux journées de prélèvements.

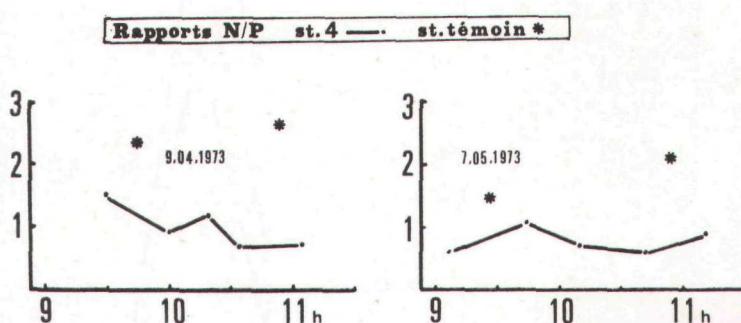


FIG. 7

Rapports N/P. Evolution horaire au cours des deux journées de prélèvements.

Blanc et Leveau (1973) obtiennent, au débouché du Rhône, des valeurs variables, dont la plus faible se situe aux alentours de 3,5/1. Dans l'étang de Berre, les valeurs moyennes de ce rapport se situent aux alentours de 1/1. Dans le golfe de Fos, les valeurs du rapport N/P sont aussi très faibles, de l'ordre de 0,16/1. Nos propres mesures dans le Vieux-Port (st. 14) donnent aussi des valeurs très faibles (moyenne : 0,84/1). Ainsi apparaît ici une caractéristique

importante des milieux fermés et semi-fermés : les très faibles valeurs du rapport N/P.

Il est certainement possible qu'une grande partie des polyphosphates issus des détergents contribue à abaisser artificiellement ce rapport et à donner ainsi à cette caractérisation un aspect artificiel. Cependant, il ne faut pas oublier que les dosages de P-PO₄ que nous avons effectués concernent essentiellement les orthophosphates ; une partie de ceux-ci, cependant, provient des polyphosphates dont la dégradation s'est effectuée naturellement dans le milieu. Nos analyses ne donnent donc pas, a priori, un aperçu complet de la proportion des phosphates et, notamment, des polyphosphates en provenance des détergents ; un dosage de ceux-ci fournit des concentrations en phosphore bien supérieures à celles que nous avons trouvées.

L'ensemble des variables a fait l'objet d'une analyse en composantes principales dont les résultats, malgré le nombre relativement peu élevé de données, se sont avérés significatifs. Trois analyses ont été faites, la première sur les variables hydrologiques et abiotiques, la deuxième sur les variables phytoplanctoniques (1) et la troisième sur les variables zooplanctoniques.

Dans les trois analyses, la première composante qui extrait 51,2 p. 100 de la variance totale pour les variables hydrologiques, 33,7 p. 100 pour les variables phytoplanctoniques et 52,8 p. 100 pour les variables zooplanctoniques, traduit l'évolution temporelle déterminée par l'intervalle de temps (un mois) qui s'est écoulé entre les deux journées de prélèvement. On remarque que les pourcentages « explicatifs » de la variance totale pour ce premier axe sont maximaux pour les variables zooplanctoniques et minimaux pour les variables phytoplanctoniques.

L'évolution des paramètres zooplanctoniques et hydrologiques est notable entre les deux journées. La première est caractérisée par l'importance relative des espèces zooplanctoniques *Euterpina acutifrons*, les larves de *Balanus perforatus*, *Oithona nana*, et les Harpacticoïdes benthoplanctoniques, en liaison avec un effectif phytoplanctonique important. Les valeurs pondérales de seston et de C, H, N sont aussi très importantes au cours de cette journée.

L'évolution d'avril à mai est caractérisée par une diminution de l'effectif phytoplanctonique et une augmentation de l'effectif zooplanctonique qui correspond aux observations de la deuxième journée de prélèvement avec, pour le zooplancton, les Oikopleuridae, *Isias clavipes*, *Paracalanus parvus*, *Oithona helgolandica*, *Acartia clausi*, *Centropages typicus*, *Evadne nordmanni* et *Podon polyphemoides*. Ce développement important du zooplancton est corrélé avec l'augmentation de la température de l'eau, ainsi que l'élévation très légère de la teneur des eaux en sels minéraux et l'augmentation de l'indice de diversité phytoplanctonique, alors que la diversité zooplanctonique reste comparable au cours des deux journées. Parmi les autres valeurs restées stables durant cette évolution, notons la

(1) Le mode de prélèvement et de dénombrement des Tintinnides, Ciliés zooplanctoniques, identique à celui utilisé pour le phytoplancton, nous a conduit à joindre ce groupe au phytoplancton lors des analyses factorielles.

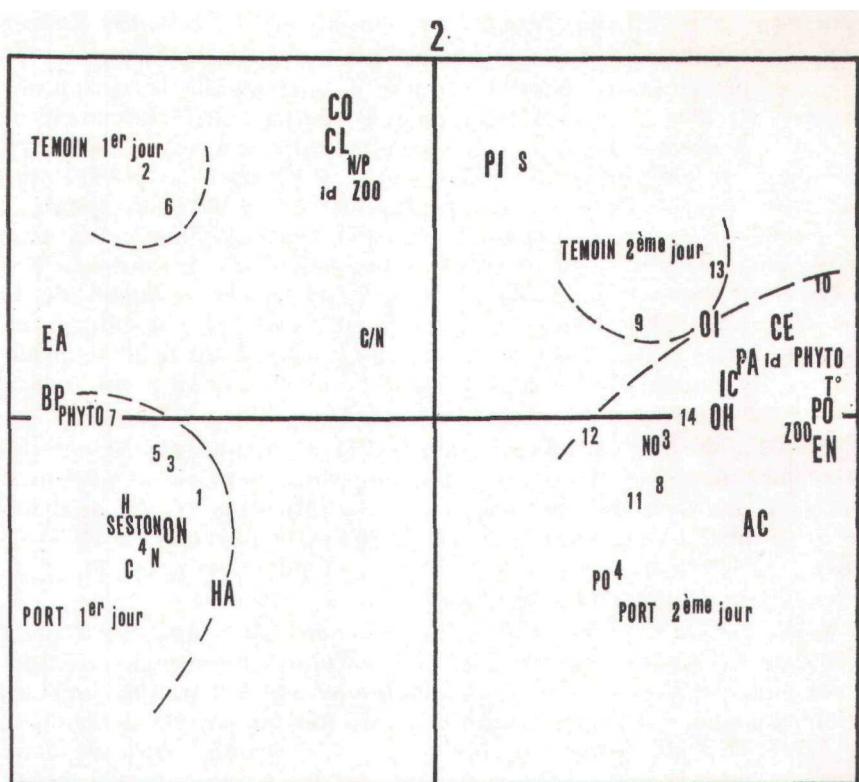


FIG. 8

Graphe-plan 1-2 de l'analyse en composantes principales des variables zooplanctoniques avec les variables « générales » en témoins. La composante 1 traduit nettement l'évolution temporelle. L'axe 2 discrimine les stations témoins des stations portuaires, c'est un axe géographique. Les scores sont représentés par ordre chronologique : 1, 3, 4, 5, 7 prélevements portuaires du 9 avril, 2, 6, prélevements témoins du 9 avril, 8, 10, 11, 12, 14, prélevements portuaires du 7 mai, 9, 13 prélevements témoins du 7 mai.

salinité, les rapports N/P et les effectifs zooplanctoniques, de Coryceidae, *Clausocalanus* sp., et *Podon intermedius* (Fig. 8).

L'effectif phytoplanctonique important de la première journée est surtout caractérisé, dans l'ordre, par les Prorocentridae (*Prorocentrum micans*, *P. obtusidens*, *P. gracile*), *Skeletonema costatum* et les autres Dinoflagellés, représentés par *Gonyaulax polygramma*, *G. polyedra* et *Peridinium* spp., ainsi que par les Tintinnides (que nous avons inclus pour des raisons techniques, comme dans les analyses précédentes, avec le phytoplancton plutôt qu'avec le zooplancton). Certaines espèces ne montrent pas d'évolution nettement perceptible : « *Nitzschia delicatissima* », « *N. seriata* », *Thalassionema* spp., *Thalassiothrix frauenfeldi*, *Rhizosolenia fragilissima*, *R. alata* et *R. stylifera* ainsi que le Dinoflagellé *Gymnodinium fusus* (Fig. 9).

La deuxième journée voit l'effectif phytoplanctonique considérablement réduit et limité aux seuls Chaetoceridae : *Chaetoceros curvisetus*, *C. affinis* et *Leptocylindricus danicus* ainsi que *Amphidinium globosum*.

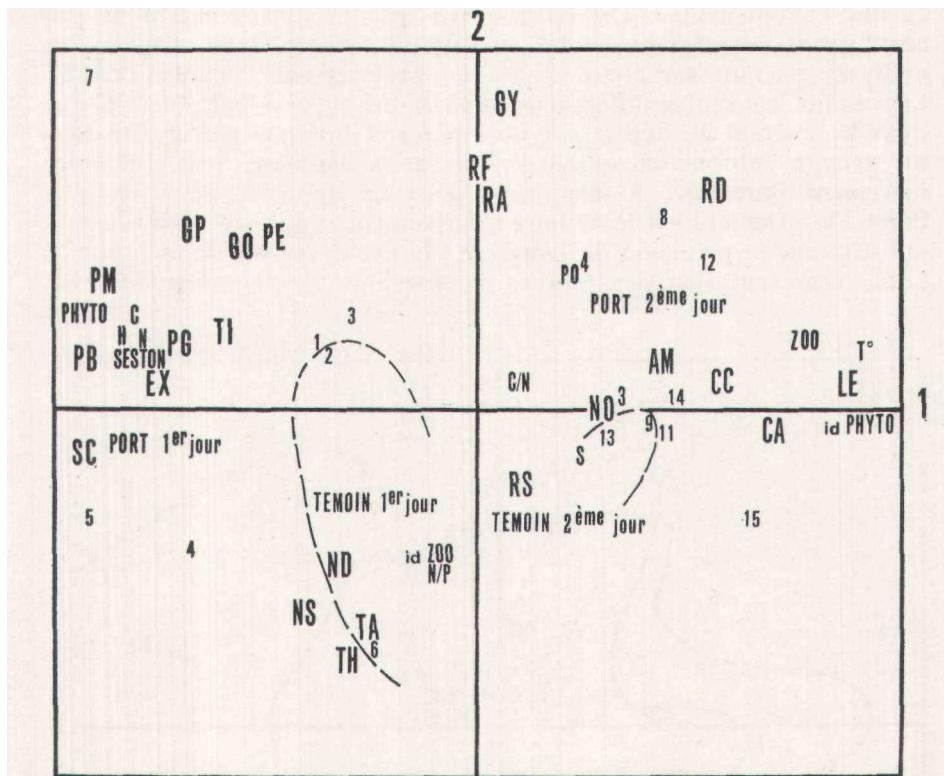


FIG. 9

Graphe-plan 1-2 de l'analyse en composantes principales des variables phytoplanctoniques avec les variables « générales » en témoins. Les scores sont représentés de façon identique à celle de la figure 8.

Discrimination zone néritique — zone portuaire

Cette discrimination est donnée par la deuxième composante, qui extrait 27,4 p. 100 de la variance avec les variables « hydrologiques » et 16,7 p. 100 avec les variables zooplanctoniques. Les variables phytoplanctoniques ne déterminent pas d'axe correspondant.

Cet axe est essentiellement conditionné par la dessalure générale des eaux et la teneur en sels minéraux, les fortes concentrations en nitrates et phosphates correspondant évidemment aux faibles salinités. On remarque aussi que les faibles rapports N/P coïncident avec les faibles salinités donc avec la zone portuaire (Fig. 10).

Les espèces zooplanctoniques différencierées par cet axe semblent correspondre à trois groupes. Le premier, à tendance néritique, correspond à *Podon intermedius*, aux *Corycidae* et aux *Clausocalanus* spp. Le deuxième groupe que l'on peut qualifier d'intermédiaire, est composé d'espèces de tendances diverses : *Evdne nordmanni*, *Podon polyphemoides*, *Balanus perforatus*, *Oithona helgolandica*, *Isias clavipes*, *Paracalcnus parvus*, *Centropages typicus*, *Euterpina acutifrons*.

et des Oikopleuridae. On remarquera que ce classement n'est pas absolument identique à celui que nous avions établi d'après les analyses portant sur trois années de prélèvement (Patriti, 1976 b). Cependant, les seules différences importantes ne résident, en fait, que dans la position de *Podon polyphemoides* et *Balanus perforatus* dans un groupe intermédiaire, alors que nous estimons leur tendance nettement portuaire. A cela, nous pouvons apporter deux explications : la première est le nombre relativement réduit de prélèvements qui diminue la précision de l'analyse ; la deuxième est donnée par la faible représentation des espèces en question. *P. polyphemoides* est

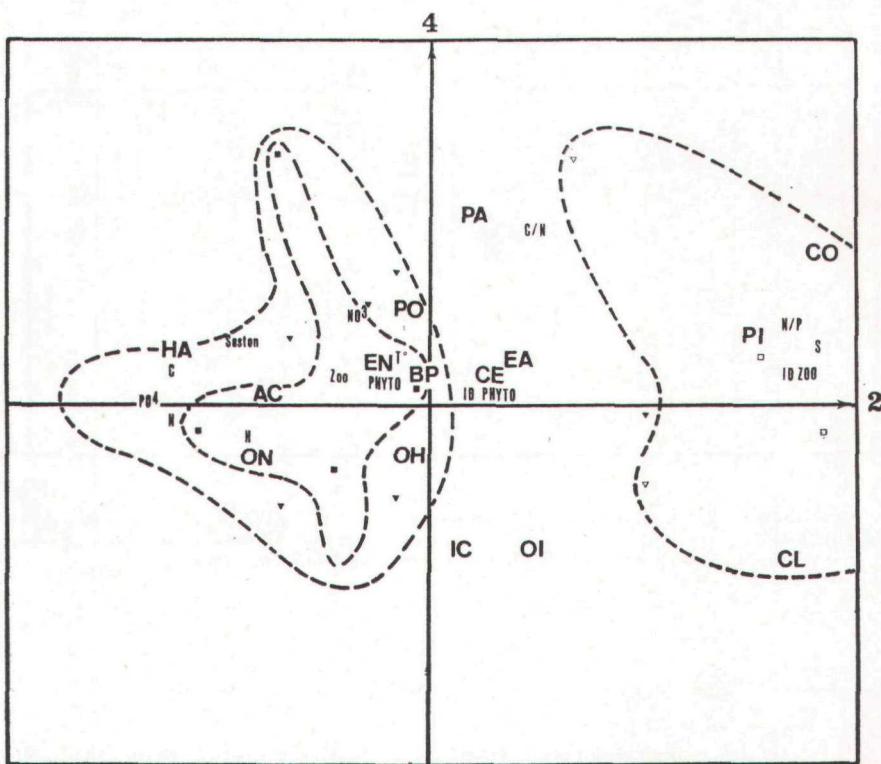


FIG. 10

Graphe-plan 2-4 de l'analyse en composantes principales des variables zooplanctoniques avec les variables « générales » en témoins. Carrés blancs : prélèvements témoins du 9 avril; triangles blancs : prélèvements témoins du 7 mai; carrés noirs : prélèvements portuaires du 9 avril; triangles noirs : prélèvements portuaires du 7 mai. La composante 2 détermine la partition des espèces en fonction de leur origine géographique. Sur la partie positive de l'axe est localisée la faune néritique; sur la partie négative, la faune portuaire.

l'absence de l'espèce considérée et risque ainsi de fausser le sens de l'analyse.

On remarquera que, dans le troisième groupe, on retrouve l'association *Paracalanus parvus*, *Centropages typicus* et Oikopleuridae déjà signalée par ailleurs (Patriti, 1976 b) et que nous trouvons dans la composante 1 caractérisant, avec d'autres espèces, la deuxième journée de prélèvement.

Cette deuxième composante, dans l'analyse des variables hydrologiques, semble indépendante de l'effectif phytoplanctonique mais

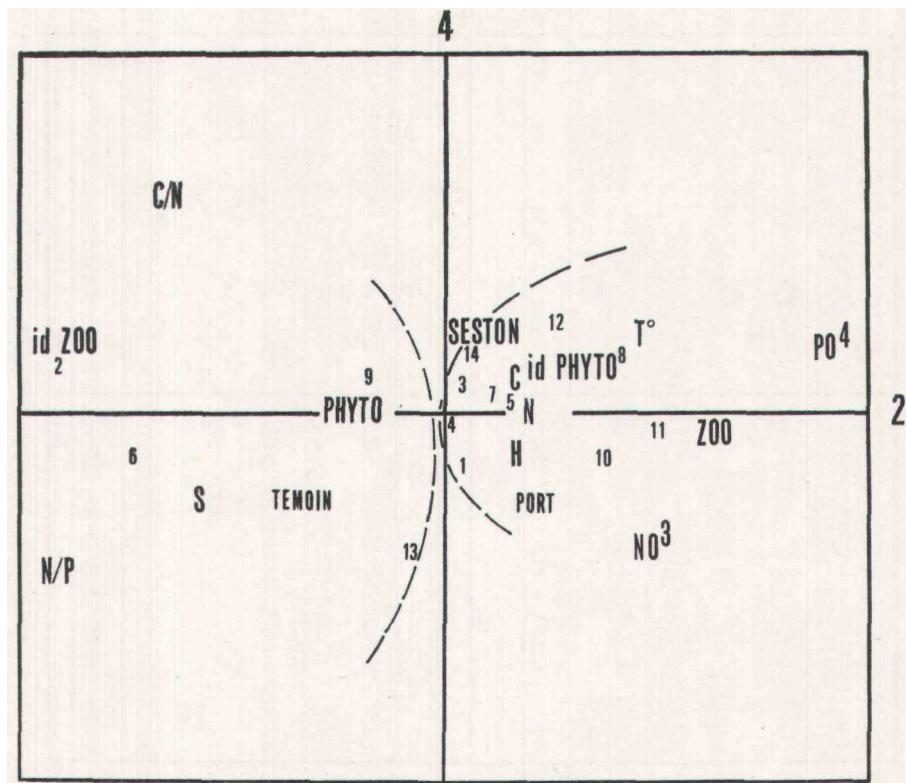


FIG. 11

Graphe-plan 2-4 de l'analyse en composantes principales des variables « générales » avec projection des prélevements (voir Fig. 8). La composante 2 traduit la discrimination géographique des stations.

aussi, paradoxalement, du matériel particulaire en suspension (seston, et C, H, N). (Fig. 11.) En fait on constate d'après l'examen des scores que, si la différenciation entre prélèvements témoins et prélèvements portuaires est assez nette, les prélèvements portuaires (qui présentent les valeurs les plus importantes en matériel particulaire) sont néanmoins concentrés autour de ces variables. De plus cet axe, lié à la salinité, est aussi en grande partie déterminé d'une part par les concentrations en phosphates, correspondant aux faibles salinités et aux valeurs élevées des rapports N/P et, d'autre part, par les

indices de diversité zooplanctoniques du côté opposé de l'axe, en liaison avec les fortes salinités. Ces dernières valeurs paraissent, ici, devoir apporter plus de poids à la structure de cet axe que n'en apporte elle-même la salinité, qui nous a servi à le qualifier.

En fait, l'analyse sur les variables zooplanctoniques détermine une composante 2 (différenciation port/zone néritique) plus homogène semblant indépendante des variables suivantes : effectif zooplanctonique, effectif phytoplanctonique, diversité phytoplanctonique, nitrates, rapport C/N et température. Dans cette analyse, la compo-

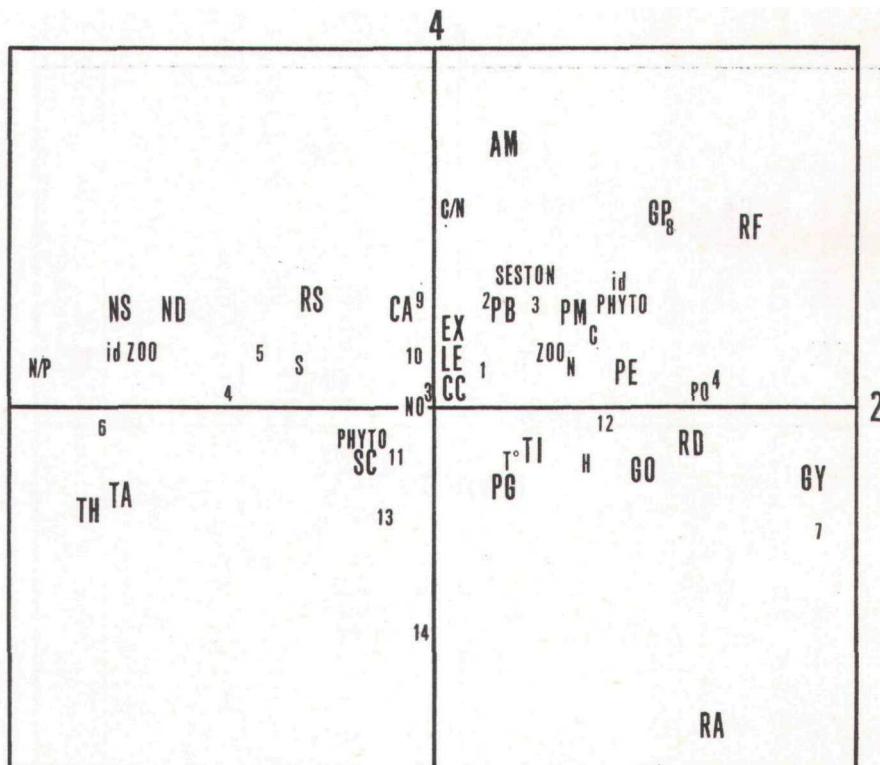


FIG. 12

Graphe-plan 2-4 de l'analyse en composantes principales des variables phytoplanctoniques avec les variables « générales », en témoins et la projection, sur le même plan, des prélevements (voir Fig. 8). L'axe 2 n'apporte plus une discrimination géographique aussi nette qu'avec les variables « générales » ou zooplanctoniques. Il semble cependant que la différenciation entre Diatomées et Dinoflagellés soit sous la dépendance du gradient de N/P.

sante 2 détermine un fort gradient dans les valeurs de matériel particulaire en suspension, les faibles valeurs de seston se retrouvant avec les fortes salinités.

Pour le phytoplancton (Fig. 12), la deuxième composante semble déterminée par la forte multiplication de quelques espèces qui correspondent, en fait, à deux groupes distincts dont la différenciation semble sous la responsabilité d'un gradient dans les valeurs des rapports N/P. Corrélés avec les fortes valeurs de ce rapport, ainsi

qu'avec une structuration zooplanctonique très marquée, nous trouvons *Thalassiothrix frauenfeldi* et *Thalassionema nitzschiooides*, « *Nitzschia seriata* » et « *N. delicatissima* ». Dans l'autre partie de l'axe et lié aux faibles valeurs de N/P, nous trouvons un fort contingent de Dinoflagellés : *Gymnodinium fusus*, *Gonyaulax polyedra*, *Peridinium* spp., *Gonyaulax polygramma* et, à la limite, *Prochlorocentrum micans*, ainsi qu'un groupe formé par trois espèces de *Rhizosolenia* : *R. alata* f. *gracillima*, *R. fragilissima* et *R. delicatula*. Compte tenu des réserves mentionnées plus haut à propos du faible nombre de prélèvements et, parfois, d'individus (notamment, ici, d'individus des espèces du genre *Rhizosolenia*), il semble que la plupart des Dinoflagellés soient liés aux faibles valeurs du rapport N/P qui traduisent une dystrophie du milieu par des concentrations en phosphates anormalement élevées.

Détermination des autres composantes

L'axe de dessalure est déterminé, pour les variables phytoplanctoniques, par la composante 3 qui extrait 10,6 p. 100 de la variance totale. Cette composante ne semble pas dépendre entièrement, comme pour les deux précédentes analyses, de la partition des prélèvements entre stations témoins et stations portuaires. Cette composante, en partie conditionnée par la salinité, est aussi, de façon homogène, déterminée par les teneurs en seston, C, H, N, nitrates et phosphates ; du côté des hautes salinités, elle isole deux espèces : *Chaetoceros affinis* et *Rhizosolenia styliformis* ; du côté des faibles salinités, caractérisées par les fortes valeurs de seston, carbone, hydrogène et azote, phosphates et nitrates, on retrouve trois Dinoflagellés : *Prochlorocentrum micans*, *Amphidinium globosum* et spp., *Exuvia marina*, *Thalassionema nitzschiooides* ainsi que *Chaetoceros curvisetus*.

Pour les variables zooplanctoniques, l'axe de structuration des populations est confondu avec l'axe 2, de même que pour les variables générales (Fig. 10, 11). La diversité zooplanctonique participe donc à la différenciation zone portuaire/zone néritique. Par contre, la diversité phytoplanctonique, plus forte lors de la deuxième journée de prélèvement, détermine un axe identique et superposé à l'axe 1, caractérisant l'évolution temporelle et ne participant pas à la différenciation zone portuaire/zone néritique. Ainsi on ne remarque pas, à l'échelle des prélèvements, d'opposition des axes de diversité zooplancton-phytoplancton, comme cela était en partie décelable dans les analyses portant sur les prélèvements de l'ensemble des stations sur trois années.

Les autres composantes n'ont pu être déterminées avec précision.

Conclusions

Nous avions mis en évidence (Patriti, 1976 a) la rapidité des variations à l'échelle journalière dans le domaine planctonique portuaire. L'examen de l'évolution horaire des valeurs de nos différents paramètres permet maintenant de constater l'extrême variabilité de

ces paramètres à l'échelle de cet échantillonnage. Si les variables physico-chimiques sont relativement stables, sauf peut-être en ce qui concerne les concentrations en phosphates (multipliées par 3 en 35 minutes, Fig. 3), les fluctuations des variables biotiques sont extrêmement rapides, notamment en ce qui concerne le phytoplancton. En l'espace d'une heure (journée du 9 avril 1973), l'ensemble de l'effectif des Dinoflagellés passe de 10^6 cell./l environ à plus de 9.10^6 cell./l (soit une multiplication par 9 de l'effectif entre 10 h 20 et 11 h 05). Ce brusque accroissement est en grande partie imputable à *Prorocentrum micans*. Il en est de même pour les Diatomées, qui passent de 3 800 cell./l à 9 h 30 à plus de 6.10^5 cell./l à 11 h 05, soit une multiplication de l'effectif par 16 en l'espace de 1 heure 30. Comme pour les Dinoflagellés, ce fort développement est presque exclusivement monospécifique et provoqué par l'espèce *Skeletonema costatum*. On peut noter (Fig. 4) que les poussées numériques de Diatomées et de Dinoflagellés sont simultanées. Pour les Diatomées, l'accroissement de l'effectif, quoique à un degré moindre, se produit aussi aux stations témoins où la différence entre l'ensemble de l'effectif phytoplanctonique et celui de *S. costatum* semble plus grande qu'à la station portuaire. Pour les Dinoflagellés, la courbe de variation est descendante à la station témoin.

Pour le zooplancton, les variations sont moins importantes mais existent quand même. Le 7 mai 1973, nous constatons une évolution importante de l'effectif zooplanctonique qui passe de 5 302 ind./m³ (9 h 07) à 10 754 ind./m³ (9 h 43) soit une multiplication de l'effectif par 2 en 30 minutes ; ensuite l'effectif décroît rapidement pour atteindre son minimum à 11 h avec 2 407 ind./m³ soit une division par 4,5 de l'effectif de 9 h 43. Ces variations dans l'effectif zooplanctonique sont essentiellement la conséquence des variations propres d'abondance *d'Acartia clausi*.

Quelques remarques importantes s'imposent quand on compare les deux journées de prélèvement séparées par un mois d'intervalle. Les effectifs du phytoplancton croissent de 9 h à 11 h la première journée ; ils décroissent dans le même intervalle de temps, la deuxième journée ; il ne semble donc pas qu'il y ait une relation entre les variations de l'effectif et l'heure de prélèvement, du moins dans l'intervalle de temps considéré. Par contre, les variations de l'effectif *d'Acartia clausi* sont analogues pour les deux prélèvements à un mois d'intervalle. Les effectifs augmentent en effet avant 9 h 30 pour atteindre leur maximum aux alentours de 10 h puis une décroissance apparaît ensuite jusqu'à 10 h 30 — 11 h. Cette dernière remarque impliquerait une migration des effectifs *d'A. clausi* en fonction de l'heure des prélèvements, peut-être en relation avec les variations de l'intensité de l'éclairage. On remarquera que cette variation dans les effectifs est d'ailleurs plus accentuée le 7 mai, par grande luminosité, que le 9 avril, quand la couverture nuageuse était importante. Si l'hypothèse de la migration verticale est assez plausible en ce qui concerne *A. clausi* et certains autres planctontes, d'autres hypothèses peuvent être avancées quant aux variations constatées pour l'ensemble du plancton dans un espace de temps aussi rapproché, sans négliger par ailleurs la part revenant aux erreurs de mesure, d'échantillonnage, etc.

Tout d'abord, on doit évoquer la migration verticale qui ne peut s'appliquer qu'à des planctoniques dotés d'une certaine indépendance vis-à-vis des masses d'eau. La microrépartition du plancton pourrait aussi, en partie, expliquer ces variations de l'échantillonnage. Il en est de même de la possibilité que les prélèvements aient été faits dans des milieux hydrologiquement différents, ce qui impliquerait alors des mouvements des masses d'eaux. Enfin, on peut songer à expliquer les accroissements de l'effectif phytoplanctonique par une concentration des cellules provoquée par les causes connues pour favoriser l'apparition de certains phénomènes d'« eaux rouges » c'est-à-dire, l'incidence des vents dominants, l'intervention des convergences d'eaux de densités différentes, les mouvements de convection des eaux sous l'action des vents. Dans le cas de la première journée de prélèvements, la chute de l'effectif zooplanctonique pourrait ainsi s'expliquer par une exclusion provoquée par l'émission de substances ectorines par certaines espèces du phytoplancton, notamment des Dinoflagellés concentrés par les facteurs météorologiques ou dynamiques que nous venons de mentionner. Ce fait a parfois été constaté par Blanc et Leveau (1973) dans le golfe de Fos. La teneur en sels minéraux ne varie pas à l'échelle de nos mesures, non plus que les valeurs du rapport N/P, stables au cours des deux heures de prélèvement ; l'assimilation des sels minéraux n'est donc pas perceptible sur nos mesures, ce qui confirmerait l'hypothèse de la concentration des cellules par des causes physiques (météorologiques ou dynamiques).

Nous pouvons conclure, par ailleurs, comme nous l'avions déjà mentionné à propos d'autres analyses, que la prise en considération de l'ensemble du phytoplancton ne permet généralement pas une discrimination entre zones néritiques et zones portuaires, bien que les effectifs soient en général plus importants dans les secondes.

Les valeurs et la qualité des autres variables, notamment des variables zooplanctoniques, sont suffisantes pour déterminer la partition entre prélèvements de zone néritique et de zone portuaire.

Les teneurs en phosphates plus que celles en nitrates déterminent une forte différence entre les deux zones. Elle est accentuée aussi pour les salinités et les rapports N/P, ces derniers toujours inférieurs en zone portuaire.

Légendes des identificateurs de variables dans les analyses en composantes principales

1/ Variables générales (hydrologiques, physicochimiques, effectifs planctoniques). C : carbone; C/N : rapport carbone/azote; H : hydrogène; id. PHYTO : indice de diversité phytoplanctonique; id ZOO : indice de diversité zooplanctonique; N : azote; N/P : rapport nitrates/phosphates; NO₃ : nitrates; PO₄ : phosphates; PHYTO : effectif phytoplanctonique; S : salinité (p. 1000); SESTON : seston; T° : température; ZOO : effectif zooplanctonique.

2/ Variables phytoplanctoniques (espèces).

AM : *Amphidinium* spp. *globosum*; CA : *Chaetoceros affinis*; EX : *Exuviaella marina*; GO : *Goniaulax polyedra*; GP : *G. polygramma*; GY : *Gymnodinium fusus*; LE : *Leptocylindrus danicus*; ND : *Nitzschia delicatissima*; PE : *Peridinium* spp.; PB : *Prorocentrum obtusidens*; PG : *Prorocentrum gracile*; PM : *P. micans*; RA : *Rhizosolenia alata*; RD : *R. delicatula*; RF : *R. fragilissima*; RS : *R. sty-*

lifera; SC : *Skeletonema costatum*; TA : *Thalassionema* spp.; TH : *Thalassiothrix frauenfeldi*; TI : Tintinnides.

3/ Variables zooplanctoniques (espèces).

AC : *Acartia clausi*; BP : *Balanus perforatus*; CE : *Centropages typicus*; CL : *Clausocalanus* spp.; CO : *Coryceidae* spp.; EA : *Euterpina acutifrons*; EN : *Evadne nordmanni*; HA : Harpacticoides benthoplanktoniques; IC : *Isias clavipes*; OH : *Oithona helgolandica*; OI : *Oikopleuridae*; ON : *Oithona nana*; PA : *Paracalanus parvus*; PI : *Podon intermedius*; PO : *Podon polyphemoides*.

Summary

General study on the ecology of a planktonic harbour area with high frequency in sampling.

Planktonic samples from two different areas have been carried out with high frequency (15 to 30 mo) and have been analysed and compared. The general features of a harbour area, on the one hand, and a neritic area, on the other hand, were considered with regard to the planktonic flora and fauna. The phytoplankton assemblages are not substantially different between the two areas. As regards to the Zooplankton, *Acartia clausi*, *Oithona nana* and the benthoplanktonic Harpac-ticoidea seem to be characteristic of the harbour area, whereas *Podon intermedius*, the Coryceids and *Clausocalanus* sp. mostly occur in the neritic area investigated. The values of phosphate, nitrate, salinity and N/P ratio exhibit large differences between the two areas. The important short term variations of the planktonic components which were observed probably arise from a non homogeneous micro-repartition of the organisms in the harbour areas.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- BOURDILLON, A., 1963. — Essais comparés de divers filets à plancton. *Rapp. Proe. verb. Comm. int. Explor. Mer Médit.*, 17 (2), pp. 455-461.
- BLANC, p. et LEVEAU, M., 1973. — Plancton et eutrophie : aire d'épandage rhodanienne et golfe de Fos (traitement mathématique des données). Thèse Doct. Univ. Aix - Marseille.
- BLANC, F., LEVEAU, M., BONIN, MC. et LAUBBC, A., 1972. — Ecologie d'un milieu eutrophe : traitement mathématique des données. *Mar. Biol.*, 14 (2), pp. 120-129.
- CITARELLA, G., 1973. — Zooplankton et pollution. *Cah. Biol. Mar.*, 14, pp. 57-63.
- COSTE, B., 1971. — Circulation et évolution des composés de l'azote et du phosphore (en particulier des sels nutritifs) dans le bassin occidental de la Méditerranée. Influence sur la production organique. Thèse Doct. Univ. Aix-Marseille.
- MARGALEF, R., 1956. — Información y diversidad específica en las comunidades de organismos. *Investigación pesq.*, 3, pp. 99-106.
- MARGALEF, R., 1967 a. — El ecosistema. In : *Ecología marina*, pp. 377-453. ed. Fundación la Salle de Ciencias naturales (Monografía 14), Caracas.
- MARGALEF, R., 1967 b. — Ritmos, fluctuaciones y sucesión. In : *Ecología marina*, pp. 454-492. Ed. Fundación la Salle de Ciencias naturales (Monografía 14), Caracas.
- PATRITI, G., 1972. — Etude préliminaire des effets de la pollution globale sur le peuplement planctonique des ports nord de Marseille. *Mar. Biol.*, 12 (4), pp. 300-308.
- PATHITI, G., 1973. — Les Cladocères des milieux portuaires de Marseille. *Mar. Biol.* 20 (1), pp. 50-57.
- PATRITI, G., 1976 a. — Quelques aspects de l'évolution journalière du plancton dans le milieu portuaire de Marseille. *Cah. Biol. Mar.*, 17, pp. 139-155.
- PATHITI, G., 1976 b. — Structure et fonctionnement de la partie planctonique dans l'écosystème des zones fermées et semi-fermées des ports de Marseille (Dystrophie et pollution). Thèse Doct. Univ. Aix-Marseille.
- RICHARDS, P.A. et VACCARO, H.F., 1956. — The Carioco Trench, an anaerobic basin in the Caribbean Sea. *Deep-Sea Res.*, 3, pp. 214-228.
- STRICKLAND, J.D.H. et PARSONS, T.R., 1965. — A manual of sea water analysis. *Bull. Fish Res. Bd. Canada*, 125 (2nd edit, revised), pp. 1-203.
- UTERMOHL, H., 1958. — Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton methodik. *Mitt. int. Verein Theor. angew Limnol.*, 9, pp. 1-38.