

QUELQUES ASPECTS DE L'ÉVOLUTION JOURNALIÈRE DU PLANCTON DANS LE MILIEU PORTUAIRE DE MARSEILLE.

par

Gilbert Patrìti

Laboratoire d'Hydrobiologie marine et Station marine d'Endoume,
Centre universitaire de Marseille-Luminy, Marseille (France).

Résumé

L'étude des peuplements planctoniques des ports Nord de Marseille, pendant une période de cinq jours, a permis de suivre les variations journalières de différents facteurs biologiques et hydrologiques. Il est apparu que de très fortes variations peuvent se produire d'un jour à l'autre, notamment en ce qui concerne le zooplancton et le phytoplancton, pour lesquels des coefficients de variation de 200 ne sont pas rares.

Pour les facteurs hydrologiques, les valeurs pondérales de seston présentent les plus fortes variations relatives ($C_v = 87$).

Dans une certaine mesure, les coefficients de variation permettent de différencier le milieu portuaire du milieu témoin. Ainsi, le milieu portuaire apparaît-il plus stable que les stations du golfe, si l'on considère les facteurs température ou coefficient d'extinction. Par contre, les variations sont plus importantes dans les ports pour la salinité ou les valeurs de seston.

Introduction

Poursuivant l'étude du plancton portuaire et dans le but de cerner de plus près les problèmes de production de matière vivante et ceux d'eutrophisation mis en évidence dans les milieux fermés et semi-fermés, il était intéressant, outre la pratique de prélèvements hebdomadaires ou mensuels faisant ressortir des variations saisonnières du plancton, de rechercher un rythme de prélèvements plus serré afin de mettre en évidence l'influence de facteurs non saisonniers sur l'écologie du plancton.

Dans un premier stade, nous avons été conduit à effectuer des prélèvements journaliers pendant cinq jours consécutifs (du 19 au 23 juin 1972) à 9 stations dont 7 situées dans l'enceinte portuaire de Marseille et 2 à l'extérieur du port et devant servir de témoins (Fig. 1).

Les méthodes d'étude des facteurs hydrologiques et biologiques,

identiques à celles employées précédemment (Patriti, 1972), sont brièvement rappelées ici. Les prélèvements d'eau sont effectués à l'aide de bouteilles à renversement du type « Mécaboliér », à la profondeur de prélèvement du zooplancton (environ 1 mètre). Une partie de l'eau est filtrée : — soit sur filtres Whatman GF/C en fibres de verre, le filtrat devant servir au dosage simultané du carbone, de l'hydrogène et de l'azote à l'aide de l'analyseur automatique Perkin Elmer modèle 240 ; — soit sur membranes filtrantes Sartorius en nitrate de cellulose de $0,45\mu$ de porosité, pour le dosage du seston.

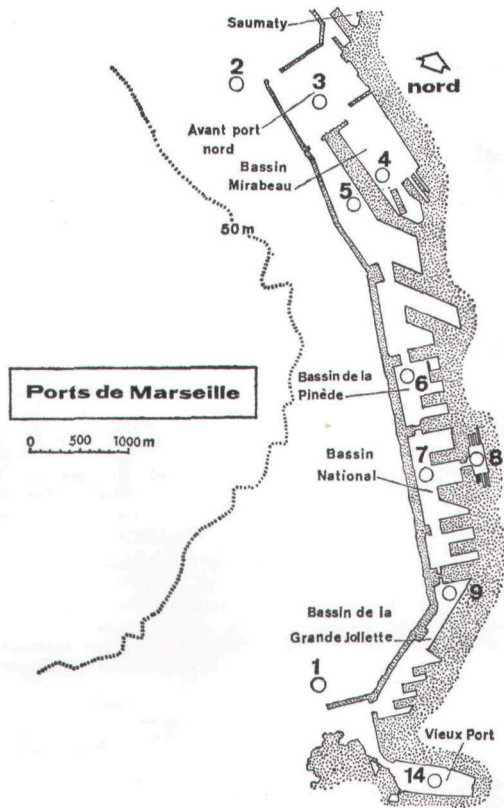


FIG. 1
Ports de Marseille. Stations de prélèvements.

Le reste de l'eau sert à la mesure des salinités (salinomètre Hytech 6220), à la détermination et à la numération des cellules photoautotrophes (méthode d'Utermohl, 1958). Le zooplancton, échantillonné à l'aide du filet standard (0,5 m de diamètre à l'ouverture ; vide de maille de 200μ), est trié sous la loupe binoculaire. Les deux facteurs mesurés sont les températures, obtenues à l'aide de thermomètres à renversement de type Richter et Wiese et la profondeur de disparition du disque de Secchi de laquelle est tiré le coefficient d'extinction moyen à l'aide de la formule de Poole et Atkins : $K = 1,7/D$ où D est la profondeur de disparition du disque.

LE MILIEU HYDROLOGIQUE
DURANT LES CINQ JOURS DE PRÉLÈVEMENT

Salinité (Fig. 2, a)

D'après le schéma spatiotemporel de la figure 2, a, la situation haline est très claire ; les fortes salinités se situent à l'extérieur et les plus basses sont enregistrées à la station 6 avec quelques extensions aux stations 7 et 8. Le cinquième jour, les eaux de salinité plus élevées pénètrent dans le chenal portuaire en provenance de l'entrée Nord du port, chassées par le vent du N.W. ; cette pénétration des eaux en provenance du Nord a pour conséquence d'homogénéiser les salinités, du moins en surface, à l'intérieur de l'enceinte portuaire.

Températures (Fig. 2, b)

La figure 2, b montre une localisation des eaux chaudes en deux points du port qui sont le bassin Mirabeau (côté Mourepiane) (station 4) et le bassin du Radoub (station 8), soit les deux parties les plus fermées du port. On note une période de réchauffement durant les troisième et quatrième jours ainsi qu'un net refroidissement le dernier jour, refroidissement dû, sans doute, à l'apport direct d'eau froide en provenance de la passe Nord et provoqué par le vent de N.W. qui a soufflé avec violence le cinquième jour. En dehors des stations témoins, les stations 5 et 6 sont celles où l'influence du refroidissement est la plus nette. Par contre, les stations 4 et 8 citées précédemment sont peu influencées.

Seston (Fig. 2, c)

Les ports présentent deux zones bien distinctes, l'une approximativement constituée par les stations 8 et 9 où les valeurs sont stables et élevées durant les cinq jours de prélèvements, l'autre constituée par les stations situées dans la partie Nord du chenal portuaire où les valeurs sont parfois élevées (station 4 : 23,6 mg/l), parfois faibles (station 5 : 2,07 mg/l), mais toujours très instables, cette instabilité s'expliquant certainement par l'apport d'eaux sous l'influence des vents de N.W. La station témoin 1 présente les valeurs les plus faibles (moyenne = 2,27 mg/l). Sur cinq jours, le schéma 2, b donne une image fidèle de l'évolution annuelle du seston dans le port.

Profondeur de disparition du disque de Secchi.

Coefficient d'extinction (Fig. 2, d)

Les valeurs les plus élevées du coefficient d'extinction se retrouvent aux stations 7, 8 et 9. L'évolution au cours des cinq jours se traduit par une diminution du coefficient, donc par une augmentation de la transparence des eaux. Sur les figures 2, c et d, l'identité d'évo-

lution des deux facteurs (seston et coefficient d'extinction) est remarquable. La disparité des influences, notamment, y est visible : l'influence des eaux extérieures, moins riches en matériel particulaire,

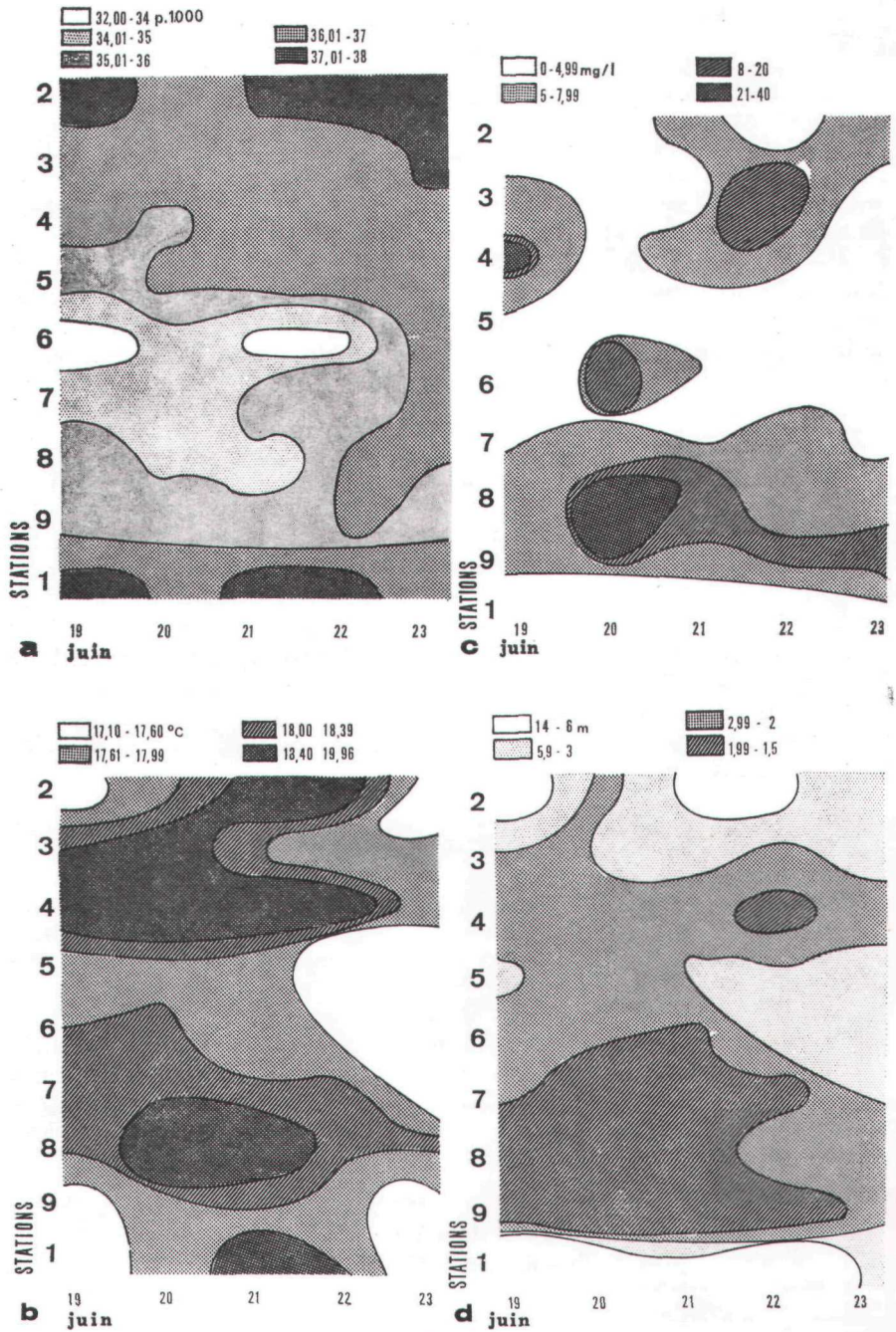


FIG. 2

Schéma spatiotemporel de l'évolution aux neuf stations, durant les cinq jours de prélèvement a : de la salinité ; b : de la température ; c : des valeurs pondérales de seston ; d : de la profondeur de disparition du disque de Secchi.

donc plus transparentes, est plus sensible dans la partie Nord des ports, alors que, dans la partie Sud, l'influence des eaux du golfe semble moins importante.

Carbone et azote (Fig. 3)

Les schémas spatiotemporels du carbone et de l'azote sont analogues à celui des valeurs de matériel particulaire en suspension. Les maximums de carbone et d'azote se retrouvent, d'une part à la

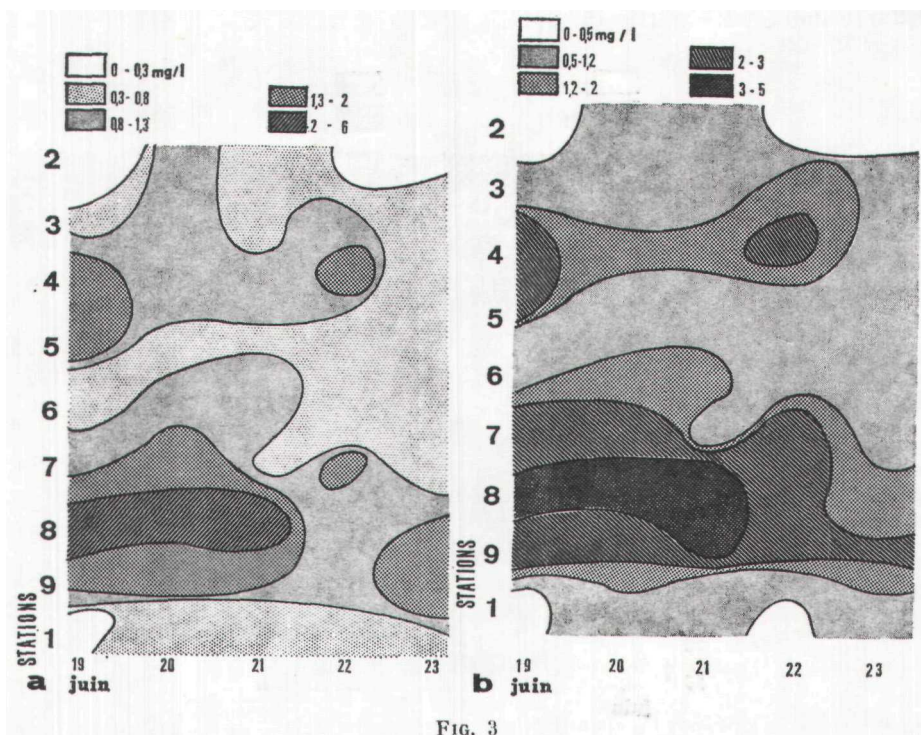


FIG. 3

Schéma spatiotemporel de l'évolution aux neuf stations durant les cinq jours de prélèvement, des valeurs pondérales a : du carbone total particulaire ; b : de l'azote particulaire.

station 4 et, d'autre part, aux stations 7, 8 et 9. Les minimums se retrouvent évidemment aux stations témoins ainsi qu'aux stations 5 et 6. Le dernier jour, les minimums s'étendent, pour les deux composants, aux stations 3, 4, 5, 6 et 7.

Aux stations témoins, les valeurs pondérales de carbone s'inscrivent dans l'intervalle de 191 à 878 $\mu\text{g/l}$, la station Sud (1) semblant plus stable que la station Nord (2). Aux stations portuaires, la plus forte valeur est atteinte à la station 8 avec 3.059 $\mu\text{g/l}$, les minimums ne descendant jamais au-dessous de 316 $\mu\text{g/l}$. Pour l'azote, les maximums et les minimums sont atteints le même jour et aux mêmes stations que pour le carbone. Aux stations témoins, les valeurs s'échelonnent de 29 à 105 $\mu\text{g/l}$, tandis qu'aux stations portuaires, les valeurs oscillent entre 51 $\mu\text{g/l}$ à la station 5 et 474 $\mu\text{g/l}$ à la station 8.

Rapport Carbone/Azote (Fig. 4)

Les rapports C/N oscillent entre 4, 7 et 11,453, la moyenne générale étant de 6,786, les stations témoins seules donnant 7,26 et les stations portuaires 6,65. Il est à remarquer que la plupart des valeurs supérieures à 10 se localisent dans la partie Nord et, en particulier, aux stations 2 et 3. Ces fortes valeurs coïncident avec un important apport détritique, en relation avec la construction d'une nouvelle darse dans cette partie du port.

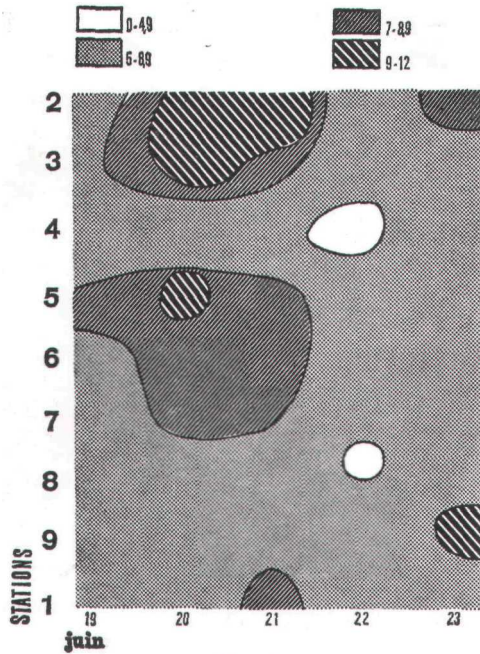


Schéma spatiotemporel de l'évolution des rapports C/N.

Les stations les plus fermées présentent les rapports moyens les plus bas : 5,33 pour la station 4, 6,09 pour la station 9 et 6,15 pour la station 8. Des rapports bas correspondent souvent à une forte densité de cellules. La station 4, par exemple, présente pour la journée du 22 juillet 1972 une densité phytoplanctonique importante avec plus de $2 \cdot 10^6$ cellules de Diatomées par litre ; le rapport C/N y est un des plus bas enregistré au cours des cinq jours de prélèvement (4,85). Cependant, il est difficile d'établir une relation directe entre le rapport C/N et la densité de population. Les perturbations peuvent être provoquées soit, comme on l'a vu plus haut, par un apport détritique minéral important qui augmente le taux de carbone (carbonates), soit par un apport de matière organique morte (c'est ce qui doit se produire en partie dans les ports quand le rapport C/N est très bas et que la densité phyto- ou zooplanctonique est faible).

Blanc et Leveau (1970), à l'embouchure du Rhône, trouvent des valeurs du rapport C/N très élevées (de 8,6 à 18,7), en relation certaine avec les apports détritiques du Rhône. Dans une précédente note (Patrioti, 1972) nous avons noté des valeurs importantes du rapport C/N (valeurs comprises entre 5,9 et 25,5 pour les stations portuaires et entre 2,3 et 16 pour les stations témoins, les moyennes étant respectivement de 7,33 et de 7,23). D'après les travaux de Harris et Riley (1956) ainsi que ceux de Martin (1968), on peut calculer le rapport C/N qui existe dans des cultures de *Skeletonema costatum* ; ce rapport s'établit à 6,49, d'après les calculs de Blanc et Leveau (1970), qui trouvaient dans le seston des rapports très éloignés de cette valeur. Nos rapports C/N se rapprochent, du moins en général, du rapport de 6,49 mesuré pour les cultures pures de *Skeletonema costatum*.

Un autre élément de comparaison utile est la mesure du rapport C/N dans le zooplancton et, en particulier, chez *Acartia clausi* qui représente souvent la presque totalité des individus présents dans nos prélèvements. Ces rapports ont été calculés par Champalbert et al. (1973). Pour *Acartia clausi*, ce rapport est de 3,93, valeur basse en comparaison de celles que nous avons obtenues dans le matériel particulaire en suspension. Si l'on admet, en première approximation, que le rapport C/N de 6,49, calculé pour *Skeletonema costatum* est applicable à la totalité du phytoplancton et que celui de 3,93, calculé pour *Acartia clausi*, est applicable à la totalité du zooplancton, on peut penser que les rapports C/N mesurés dans le seston, plus proches de ceux du phytoplancton que de ceux du zooplancton, sont susceptibles de donner une image fidèle de la densité phytoplanctonique plutôt que de celle du zooplancton. En fait, les corrélations linéaires établies entre les rapports C/N et, d'une part, les Diatomées, d'autre part, les Dinoflagellés, ne sont jamais significatives. Il en est de même avec le zooplancton. Par ailleurs, la corrélation est significative entre l'azote et le phytoplancton et très significative entre l'azote et le zooplancton (tableau 1).

TABLEAU 1
Matrice des corrélations linéaires

Espèce*	S. p. 1000	T°c	Seston	K	C	N	CN
<i>Oithona helgolandica</i> .	0,12	<u>—0,40</u>	0,28	—0,27	<u>—0,45</u>	<u>—0,45</u>	0,07
<i>Acartia clausi</i>	0,08	0,10	<u>0,44</u>	<u>0,31</u>	<u>0,33</u>	<u>0,36</u>	0,11
<i>Centropages typicus</i> .	0,27	<u>—0,49</u>	<u>—0,34</u>	—0,33	<u>—0,49</u>	—0,50	0,12
<i>Paracalanus parvus</i> .	<u>0,45</u>	0,19	—0,47	<u>—0,70</u>	<u>—0,70</u>	<u>—0,73</u>	0,20
<i>Balanus perforates</i> . .	—0,25	<u>—0,32</u>	<u>0,33</u>	<u>0,51</u>	<u>0,35</u>	<u>0,36</u>	—0,09
<i>Balanus amphitrite</i> ..	—0,17	<u>—0,32</u>	0,35	0,38	0,24	0,26	—0,12
<i>Podon polyphemoides</i> .	<u>—0,40</u>	0,08	<u>0,63</u>	<u>0,75</u>	<u>0,63</u>	<u>0,67</u>	—0,16
Oikopleuridae.	0,12	<u>—0,31</u>	—0,25	<u>—0,30</u>	<u>—0,35</u>	<u>—0,38</u>	0,11
Diatomées	0,09	—0,12	0,25	0,24	0,26	<u>0,34</u>	—0,18
Dinoflagellés.	—0,16	<u>0,30</u>	<u>0,60</u>	<u>0,51</u>	<u>0,65</u>	<u>0,68</u>	—0,05

Coefficients différents de 0 avec une probabilité d'erreur de :

— p = 0,5 ————— p = 0,1

Non-soulignés : coefficients non significatifs

LES CONSTITUANTS BIOLOGIQUES

Le zooplancton

Pour les espèces animales, nous avons envisagé en détail celles qui étaient représentées en nombre important, soit quatre espèces de Copépodes, deux espèces de Cirripèdes, une espèce de Cladocère et la famille des Oikopleuridae.

Le Copépode *Oithona helgolandica* présente, durant les quatre premiers jours, une répartition très homogène dans tout le port, hormis les stations les plus fermées où la densité des populations de cette espèce est réduite. Au cinquième jour, le vent de N.W. provoque une homogénéisation plus grande qui se retrouve aussi dans les stations fermées, ainsi qu'une augmentation généralisée du nombre d'individus (Fig. 5, a).

Acartia clausi et le Cladocère *Podon polyphemoides* présentent une distribution analogue avec, durant les cinq jours de prélèvement, un maximum d'individus concentrés aux stations 8 et 9 et des minimums, épars pour *A. clausi*, légèrement plus concentrés à la station 5 et aux stations témoins pour *P. polyphemoides* (Fig. 5, b et c).

La distribution des larves de Cirripèdes apparaît comme plus complexe. *Balanus perforatus* présente des minimums du nombre d'individus à peu près constants durant les quatre premiers jours aux stations témoins et à la station 5. Durant ces quatre premiers jours, les maximums sont épars aux stations 6, 8 et 9. Le cinquième jour, le vent de N.W. provoque un déplacement des minimums vers le centre du port aux stations 7 et 8, alors qu'une très forte concentration d'individus se retrouve à la station 4. Pendant ce temps, les deux extrémités du port présentent aussi de fortes concentrations de larves (Fig. 5, d).

Le phénomène est à peu près identique pour *Balanus amphitrite* dont le maximum d'abondance se rencontre le plus souvent à la station 9. Les stations témoins sont dépourvues de larves de cette espèce sauf le cinquième jour où l'on observe, outre les maximums des stations 8 et 9, de fortes concentrations aux trois stations de la partie Nord du port (stations 2, 4 et 3), en relation directe avec un drainage des larves de cette espèce par les vents de N.W. (Fig. 6, a).

Le cas de *Centropages typicus* et de *Paracalanus parvus* est aussi très intéressant à envisager. Ce sont deux espèces dont les maximums d'individus se rencontrent surtout aux stations témoins, nettement pour *P. parvus*, de façon plus nuancée pour *C. typicus* (Fig. 6, b et c). Pour *P. parvus*, l'abondance maximale se situe clairement et de façon continue aux stations témoins 1 et 2 ; de plus, il n'y a pas de transition avec les stations portuaires les plus proches, la rupture étant nette et franche ; les minimums se retrouvent toujours aux stations portuaires 7, 8 et 9 ; accessoirement, les stations portuaires situées au Nord du port, notamment la station 4, présentent quelques taches où

les individus de *P. parvus* sont plus abondants. *Centropages typicus* présente deux minimums caractéristiques, d'une part aux stations 3 et 4, d'autre part aux stations 7, 8 et 9 ; les maximums se rencontrent

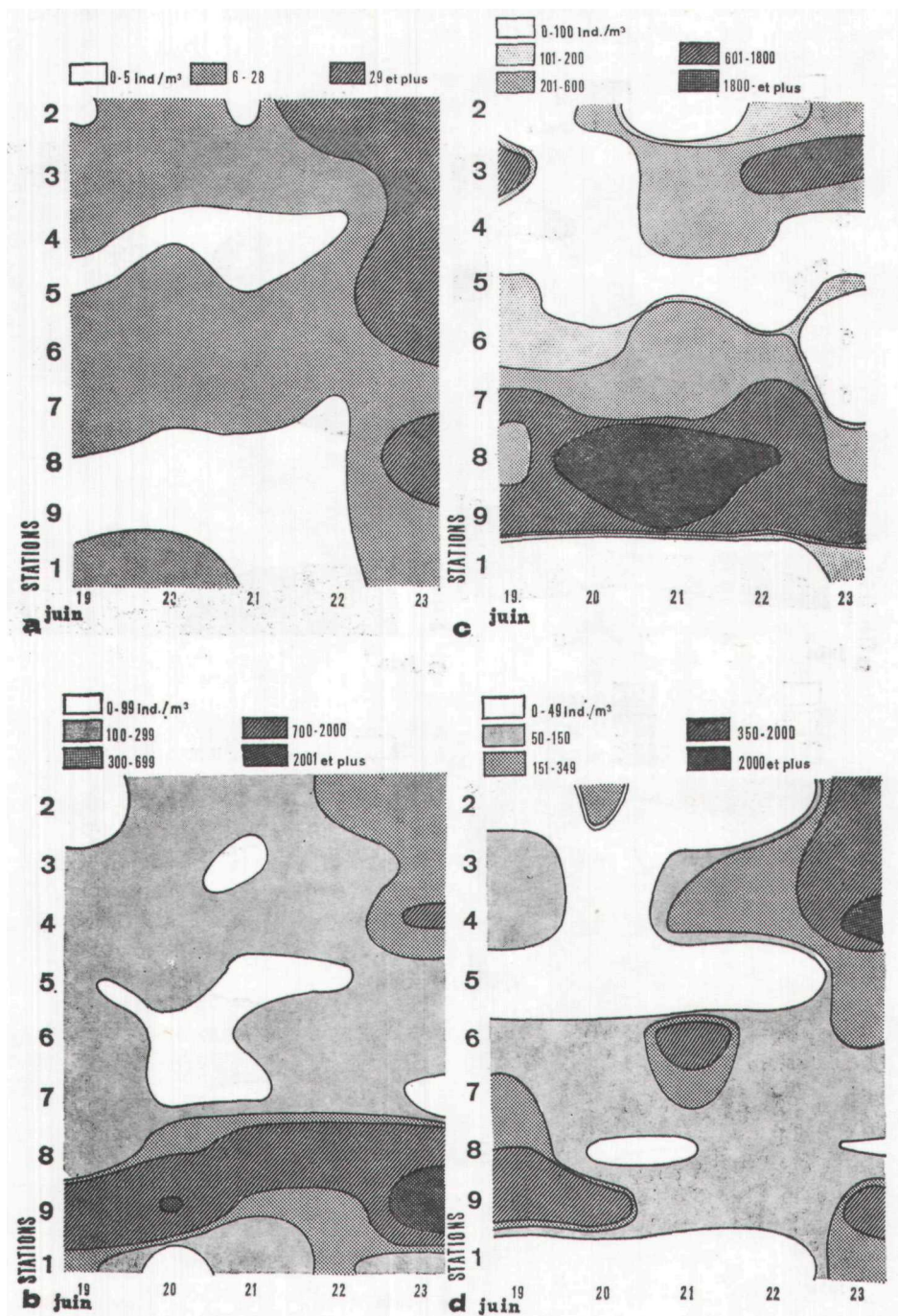


FIG. 5

Schéma spatiotemporel de l'évolution des espèces a : *Oithona helgolandica*
 b : *Acartia clausi* ; c : *Podon polyphemoides* ; d : *Balanus perforatus*.

aux stations témoins, mais de façon plus irrégulière ; une zone de densité moyenne se retrouve à peu près constamment entre les deux minimums, aux stations 5 et 6 ; d'autre part, le vent de N.W. du dernier jour semble concentrer cette espèce dans les stations les plus au Nord du port (st. 3, 4 et 5).

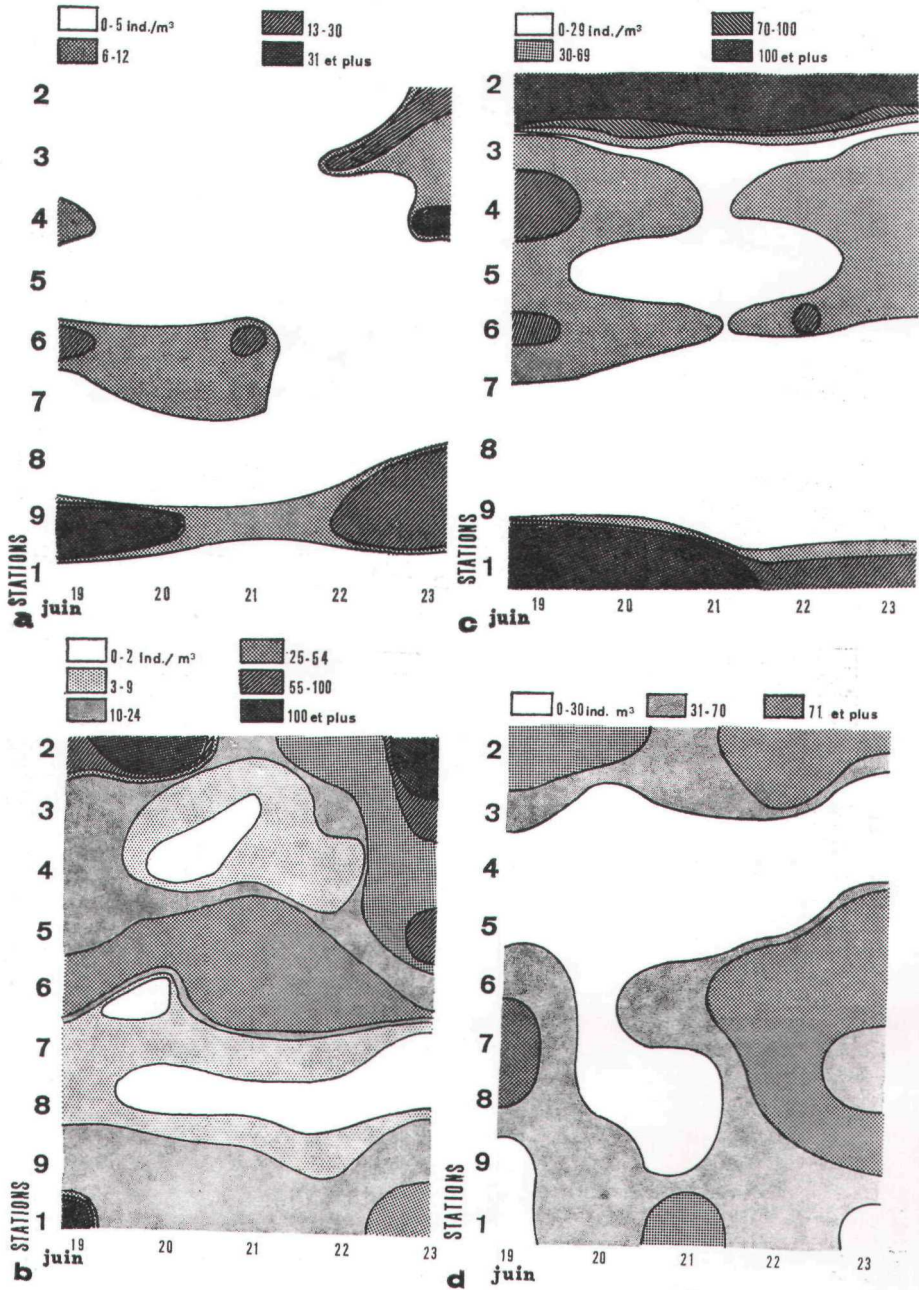


FIG. 6

Schéma spatiotemporel de l'évolution des espèces a : *Balanus amphitrite* ; b : *Centropages typicus* ; c : *Paracalanus parvus* ; d : Oikopleuridae.

Les Appendiculaires Oikopleuridae, représentés essentiellement par *O. longicauda*, confirment nos précédentes données, à savoir qu'on les retrouve à peu près indifféremment dans les eaux portuaires et dans les eaux extérieures. Tout au long des cinq jours de prélèvement, nous trouvons un minimum d'individus pratiquement constant à la station 4 (moyenne = 23 ind./m³), un autre moins stable aux stations 3 et 5. Seule la station 5 est beaucoup plus riche le cinquième jour. Les deuxième et troisième jours présentent des minimums caractéristiques, certainement dus à des températures trop élevées. Les maximums se rencontrent surtout à la station témoin n° 2 (moyenne au cours des cinq jours : 112 ind./m³). Dans les stations portuaires, les fortes concentrations se retrouvent le premier jour aux stations 7 et 8 et les quatrième et cinquième jours aux stations 5, 6, 8 et 9. Dans l'ensemble, les Oikopleuridae paraissent se localiser dans les zones où la température des eaux n'atteint pas des valeurs trop élevées (Fig. 6, d). Le coefficient de corrélation linéaire entre Oikopleuridae et température est significatif et égal à $-0,3$ (cf. la matrice des coefficients de corrélation, tableau 1).

Le phytoplancton

Pour les Diatomées, les maximums et les minimums sont éparés au cours des cinq jours de prélèvement avec des concentrations plus grandes surtout aux stations 3, 4 et 9. Dans l'ensemble, la répartition des cellules semble assez anarchique. D'ailleurs, sur les six facteurs mesurés, un seul (azote) est corrélé significativement avec la densité des cellules de Diatomées (tableau 1). La plupart des maximums sont dus à des poussées unispécifiques de *Skeletonema costatum*, espèce qui constitue jusqu'à 93 p. 100 des cellules de Diatomées et qui est surtout représentée, à chaque station, le dernier jour de prélèvement. Pour l'ensemble, les Chaetoceridae avec *Chaetoceros affinis* et var., *C. didymus* et var., *C. curvisetus*, *C. teres*, *C. socialis*, représentent en général au moins 50 p. 100 de l'effectif total. Les autres espèces fréquemment représentées sont surtout les *Nitzschia* : *N. closterium*, *N. delicatissima*, *N. seriata* et *mediterranea*. Sont aussi représentées les *Rhizosolenia*, *Thalassionema* et *Thalassiothrix* avec des pourcentages moins importants (Fig. 7, a).

Pour les Dinoflagellés, l'exploitation des données précédentes, concernant les six premiers mois de 1970, nous avait permis de constater leur faible représentation par rapport à l'ensemble de l'effectif des populations phytoplanctoniques. Il n'en est pas de même pour les prélèvements portuaires récents et notamment ceux faisant l'objet de cette note ; en effet, les effectifs de Dinoflagellés sont nettement plus importants et oscillent en moyenne autour de 15 p. 100 de l'effectif total des cellules de phytoplancton (26 p. 100 pour les stations portuaires seules). Durant les cinq jours de l'étude, les maximums de Dinoflagellés sont nettement répartis aux stations les plus fermées (st. 4 et 8). Les minimums se retrouvent aux stations témoins et aux stations portuaires 3 et 5. Les fortes concentrations de Dinoflagellés aux stations 4 et 8 sont en rapport avec des eaux à températures élevées ($r = 0,30$) (tableau 1). Les genres les plus fréquemment ren-

contrés sont *Amphidinium*, *Exuvellia*, *Goniaulax*, *Gymnodinium* et *Prorocentrum*. Les maximums plurispécifiques représentent parfois 75 p. 100 du total des cellules de phytoplancton (500.000 cell./l) (Fig. 7, b). On peut aussi noter que certaines des espèces de Dinoflagellés représentées ici, comme par exemple *Goniaulax polyedra* et *Prorocentrum micans*, sont souvent responsables de phénomènes d'eaux décolorées. Dans le cas étudié, ces phénomènes ne se sont pas produits, mais les effectifs de cellules très importants donnent à penser que la situation était proche du seuil au-delà duquel ces eaux décolorées apparaissent.

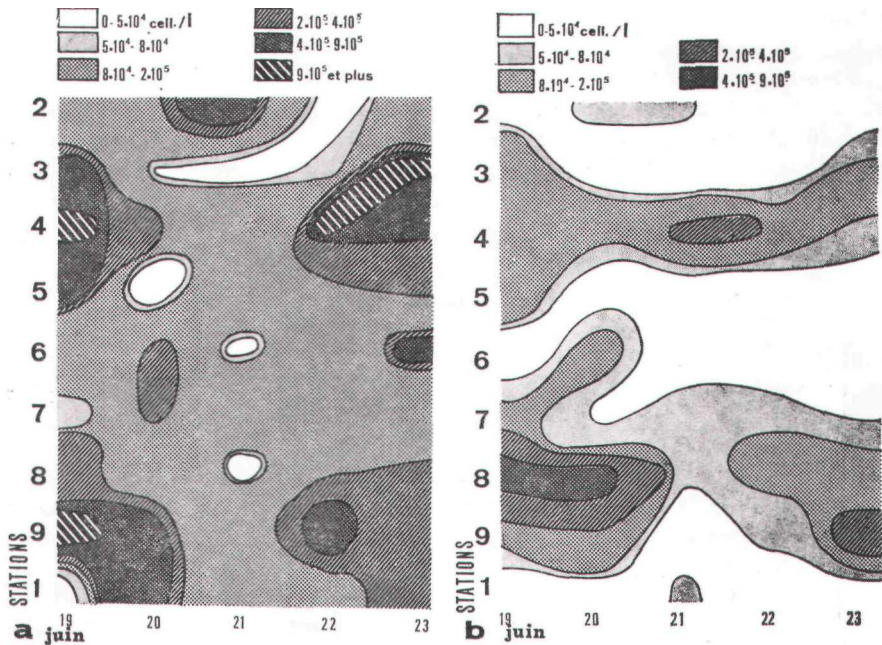


FIG. 7

Schéma spatiotemporel de l'évolution a : des Diatomées ; b : des Dinoflagellés.

ÉTUDE DE L'ÉVOLUTION DU MILIEU HYDROLOGIQUE ET BIOLOGIQUE

L'intérêt de cette étude était de pouvoir comparer les variations qui existent à l'échelle saisonnière avec les variations journalières qui ne sont pas imputables à des facteurs saisonniers. Dans un premier temps, nous examinerons les variations du milieu sur cinq jours de prélèvements sans les comparer immédiatement avec des variations concernant des périodes plus longues ou plus courtes.

Évolution des facteurs abiotiques

En ce qui concerne les paramètres hydrologiques, les plus fortes variations ne s'observent pas toujours, comme on pouvait le penser,

dans les stations portuaires les plus fermées subissant des apports importants de polluants. De façon générale, on constate que les paramètres hydrologiques montrent des variations beaucoup moins importantes que celles du zooplancton ou du phytoplancton.

D'un jour à l'autre, les températures varient peu ; seules les eaux du bassin de Radoub (st. 8) sont affectées entre le premier et le second jour, d'une variation positive de 1,91 °C. Le vent de N.W. provoque le cinquième jour, à la station témoin n° 2, une variation négative de 1,8 °C. Les coefficients de variation calculés selon la formule :

$$Cv = \frac{\sigma}{m} \times 100$$

sont portés dans le tableau 2.

Les plus forts coefficients ont été trouvés aux stations 8 et 2, les plus faibles aux stations 9 et 5.

Les variations subies par la salinité sont relativement faibles. Entre les quatrième et cinquième jours, la variation est de 2,32 p. 1000 à la station 6, alors que la variation extrême est de 4 p. 1000 au cours de la semaine, à cette même station. Au cours des cinq jours, la variation n'est que de 0,7 p. 1000 aux stations témoins. Le plus fort coefficient de variation est trouvé à la station 6, le plus faible à la station 2 (tableau 2).

TABLEAU 2

Coefficients de variation des facteurs hydrologiques aux différentes stations sur cinq jours de prélèvement

Stations	T ° C	S. p. 100	Seston	C	N	Secchl
1	4,1	0,9	22,5	35	37	43
2	4,6	0,6	47,6	68	59	50
3	2,6	1	84,6	22	28	9
4	2,9	0,7	87	30	38	19
5	1,6	1,5	25	61	61	17
6	2,1	4,1	77	38	28	31
7	2	1,6	25	35	38	33
8	4,8	1,8	82	41	35	24
9	1,5	0,8	65	12	17	22

Les valeurs pondérales de carbone et d'azote particulière subissent des variations beaucoup plus importantes. Les coefficients de variation se rapprochent d'ailleurs de ceux relatifs aux composants biologiques, sans pour autant atteindre des valeurs aussi élevées. Les plus faibles coefficients de variation sont, paradoxalement, trouvés à la station 9, les plus forts à la station 5 et à la station témoin n° 2. D'un jour à l'autre, de très fortes différences sont constatées à la station 8 où se retrouvent les valeurs maximales de carbone et d'azote, sans pour autant que les coefficients de variation soient très élevés.

Parmi les facteurs abiotiques, les valeurs pondérales de seston possèdent les Cv les plus élevés. La station témoin n° 1 est la plus stable avec le coefficient le plus faible. Les variations les plus importantes sont constatées à la station 4, où le Cv atteint la valeur de 87. D'un jour à l'autre, la plus forte variation est atteinte à la station 8 où le poids de seston par litre passe de 7 à 32 mg du premier au

second jour. Il faut aussi noter que les stations portuaires 5 et 7 présentent des coefficients de variation assez faibles.

Les mesures de disparition du disque de Secchi (coefficient K) semblent assez uniformes au niveau journalier dans les stations portuaires, les valeurs de Cv étant assez stables et d'importance moyenne. Les plus forts coefficients sont atteints aux stations témoins (tableau 2).

Évolution des composants biologiques

De façon générale et au cours des cinq jours de prélèvement, le plancton est distribué selon la loi dite « agrégative » ; les valeurs du coefficient $A = S^2/m$ sont toujours très importantes, supérieures à 1 et souvent de l'ordre du millier. Les coefficients de variation sont toujours supérieurs à 17 et, en moyenne, oscillent autour de 60 à 80 ; ils atteignent facilement des valeurs de 200 et plus (tableau 3).

TABLEAU 3
Coefficients de variation des composants biologiques aux différentes stations sur cinq jours de prélèvement

Stations	O. hel.	A. cl.	C. typ.	P. par.	B. per.	B. amp.	P. poly.	Oiko.	Diat.	Dino.
1	91	77	130	108	201	223	198	52	109	55
2	109	68	105	17	176	223	92	53	84	91
3	56	75	110	48	144	97	65	56	148	120
4	153	93	110	54	166	167	116	24	107	35
5	120	56	62	30	136	223	64	102	78	132
6	47	53	68	45	65	75	76	66	77	123
7	49	46	50	93	47	60	88	66	45	46
8	175	57	223	149	111	171	89	102	49	80
9	149	87	47	67	81	79	25	83	76	78

O. hel. : *Oithona helgolandica*, *A. cl.* : *Acartia clausi*, *C. typ.* : *Centropages typicus*, *P. par.* : *Paracalanus parvus*, *B. per.* : *Balanus perforatus*, *B. amp.* : *Balanus amphitrite*, *P. poly.* : *Podon polyphemoides*, *Oiko.* : Oikopleuridae, *Diat.* : Diatomées, *Dino.* : Dinoflagellés.

Pour le phytoplancton (aussi bien pour les Diatomées que pour les Dinoflagellés), les Cv les plus bas se trouvent dans les stations portuaires : station 7 pour les Diatomées, station 4 pour les Dinoflagellés. Cependant, dans les stations portuaires, le nombre de cellules de Dinoflagellés peut être multiplié par 10 du jour au lendemain ; c'est aussi dans ces stations que se trouvent les plus forts coefficients de variation. Les stations témoins présentent des coefficients de valeurs moyennes.

Pour les Diatomées, les variations journalières sont encore plus accentuées, bien que les Cv minimales s'observent aux stations portuaires 7 et 8. Toutes les variations observées sont d'autant plus remarquables que, durant les quatre premiers jours, les conditions météorologiques sont restées relativement stables.

Pour le zooplancton, les variations sont beaucoup plus complexes et il convient d'envisager chaque espèce ou groupe d'espèces séparément.

Pour *Oithona helgolandica*, les populations semblent assez homogènes, aussi bien dans le port qu'aux stations témoins. Seul le vent de N.W. favorise, le cinquième jour, une concentration des individus provoquant une variation assez sensible. Pourtant, sur les cinq jours de prélèvements, les valeurs des Cv sont importantes (maximum 175 pour la station 8, minimum 47 pour la station 6), les deux stations témoins possédant des Cv avec des valeurs intermédiaires assez élevées.

Apparemment, les variations qui affectent les concentrations de *Centropages typicus* se rencontrent seulement aux stations témoins et dans la partie Nord du port. A la station 8, où l'espèce n'a été trouvée que le premier jour, on ne peut pas considérer le Cv de 223 comme caractéristique.

Pour *Acartia clausi*, les fortes variations se rencontrent surtout le cinquième jour à la station 4 qui possède d'ailleurs le plus haut Cv. Sur l'ensemble, les Cv sont homogènes et de valeur moyenne.

Les stades planctoniques des Cirripèdes *Balanus perforatus* et *Balanus amphitrite* présentent les variations les plus fortes de l'ensemble du zooplancton ; ces variations sont plus ou moins anarchiques, certainement en relation avec les émissions de nauplius et le drainage des populations par les vents dominants. Pour les deux espèces, les stations témoins possèdent les Cv les plus élevés. Les coefficients minimaux se retrouvent à la station 7.

Pour *Paracalanus parvus* qui se localise surtout à l'extérieur du port, les Cv ne sont vraiment représentatifs des variations qui affectent l'espèce qu'aux stations témoins et aux stations de la partie Nord du port. La station 2 présente la plus grande stabilité au cours des cinq jours avec un Cv minimum de 17. Le Cv de 149, trouvé à la station 8, n'est pas représentatif, l'espèce n'ayant été trouvée qu'en petit nombre à cette station.

Pour les Oikopleuridae, les Cv les plus importants se retrouvent aux stations 8, 9 et 5, le plus faible à la station 4. Il ne semble pas qu'il y ait de variation importante due à l'influence du vent pour ce groupe qui se répartit de façon homogène, aussi bien dans le port qu'à l'extérieur.

Podon polyphemoides se caractérise par de fortes variations à l'extérieur de l'enceinte portuaire où il est faiblement représenté et par une certaine homogénéité à la station 9 où il est le plus représenté. Dans l'ensemble, les Cv sont de valeur moyenne et n'appellent pas de commentaires particuliers.

CONCLUSIONS

Les valeurs des paramètres biologiques et hydrologiques mesurés dans le milieu portuaire de Marseille sont susceptibles de grandes variations journalières (Cv = 200) que l'on ne peut apprécier par des prélèvements et des analyses hebdomadaires ou, *a fortiori*, mensuels. En général, ces variations ne semblent pas dues à des facteurs climatiques saisonniers. Elles n'affectent pas également les différents milieux. Le milieu portuaire lui-même est très hétérogène à ce point

de vue : les stations les plus centrales du chenal portuaire (st. 6 et 7) présentent de moins grandes variations, d'une part, que les bassins isolés (st. 4 et 8), d'autre part, que les stations témoins situées à l'extérieur de l'enceinte portuaire. Les stations où apparaissent les plus grandes variations journalières ne sont pas toujours celles qui présentent les plus fortes densités de planctontes. A l'échelle journalière ou hebdomadaire, notamment, les variations sont souvent plus importantes aux stations les plus pauvres en individus, la moindre poussée de cellules ou émission de nauplius affectant alors de façon importante le coefficient de variation. Pour les facteurs hydrologiques (salinité et seston), les forts coefficients de variation se rencontrent aux stations portuaires alors que les plus faibles se retrouvent aux stations témoins. Pour la température, ce sont les stations témoins qui présentent les plus fortes variations, l'ensemble portuaire paraissant plus stable, hormis la station 8 où le coefficient de variation est très élevé. Il en est de même pour le coefficient d'extinction (profondeur de disparition du disque de Secchi), dont les plus fortes variations ont été mesurées aux stations témoins. Les forts coefficients de variation des composants C et N sont répartis aux stations 2 et 5. La station 9 présente les variations les plus faibles.

Ainsi, il semble qu'au niveau journalier, plus que l'apport de matériel polluant ou eutrophisant, la configuration spatiale du port, favorisant ou freinant les échanges des masses d'eau, semble susceptible de provoquer les fortes variations des composants biologiques et des facteurs abiotiques ; d'autre part, les particularités d'ordre biologique ou écologique l'ont que bon nombre de composants de peuplement planctonique trouvent dans ces particularités mêmes la source des variations qui affectent leurs populations.

Summary

Aspects of daily evolution of the plankton in Marseilles' harbour.

The study of plankton populations in Marseilles' harbour areas for a five days period shows daily variations of different biological and hydrological factors. High variations may appear day after day, specially as far as biological parameters (zooplankton and phytoplankton) are concerned; variation coefficient (C_v) about 200 is not rare. Among hydrological parameters, the seston weight shows the highest relative variations ($C_v = 87$).

To some extent, the variation coefficient suggests a differentiation between the harbour environment and the reference area. In this way, the harbour area looks more stable than the Gulf of Marseilles waters, as far as temperature and extinction coefficient are concerned. On the other hand, the variations of salinity and seston weight are higher in the harbour area.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- BLANC, F., LEVEAU, M., 1970. — Effets de l'eutrophie au débouché d'un grand fleuve (Grand Rhône). *Mar. Biol.*, 4, pp. 283-293.
- BOURDILLON, A., 1971. — L'échantillonnage marin, pp. 109-184, in : M. Lamotte et F. Bourlière, Problèmes d'écologie : l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux aquatiques. Masson, Paris, édit., 294 pp.
- CASSIE, R.M., 1960. — Factors influencing the distribution pattern of plankton in the mixing zone between oceanic and harbour waters. *New Zealand J. of Sc.*, 3, pp. 26-50.

- CHAMPALBERT, G., GAUDY, R. et KÉRAMBRUN, P., 1973. — Résultats préliminaires sur la composition chimique élémentaire comparée en carbone, hydrogène et azote de quelques espèces de Copépodes récoltés dans le Golfe de Marseille. *C.R. Acad. Sc. Paris*, 277, série D, pp. 529-532.
- CITARELLA, G., 1972. — Gradient de pollution dans les eaux du Golfe de Marseille. *Natur. can.*, 99, pp. 271-278.
- CITARELLA, G., 1973. — Zooplancton et pollution. *Cah. Biol. Mar.*, 14, pp. 57-63.
- FRONTIER, S., 1973. — Evaluation de la quantité totale d'une catégorie d'organismes planctoniques dans un secteur néritique. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, 12, pp. 299-304.
- HARRIS, E., RILEY, G.A., 1956. — Oceanography of long Island Sound, 1952-1954. VIII. - Chemical composition of the plankton. *Bull. Bingham Oceanog. Collection*, 15, pp. 315-323.
- MARTIN, J.H., 1968. — Phytoplankton-zooplankton relationships in Narragansett Bay. III. - Seasonal changes in zooplankton excretion rates in relation to phytoplankton abundance. *Limnol. Oceanogr.*, 10, pp. 185-191.
- PATRITI, G., 1972. — Etude préliminaire des effets de la pollution globale sur le peuplement planctonique des ports Nord de Marseille. *Mar. Biol.*, 12, pp. 300-308.
- PATRITI, G., 1973. — Les Cladocères des milieux portuaires de Marseille. *Mar. Biol.*, 20, pp. 50-57.
- PÉRÈS, J.M. et DEVÈZE, L., 1963. — Océanographie biologique et Biologie marine. II. - La vie pélagique. P.U.F., Paris, 514 pp.