

Communautés phytoplanctoniques dans le bassin méridional de la lagune de Venise (février 1991 - janvier 1993)

*Phytoplankton communities in the southern lagoon of Venice
(February 1991 - January 1993)*

Claudio Tolomio, Carlo Andreoli, Isabella Moro, Emanuela Moschin, Laura Scarabel, Luciano Masiero
Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Padova, Via U. Bassi 58/B, 35131 Padova, Italia

Mots clés : lagune de Venise, conchyliculture, hydrologie, phytoplancton, picophytoplancton.

Key-words: Venice Lagoon, mollusk cultures, hydrology, phytoplankton, picophytoplankton.

RÉSUMÉ

Tolomio C., C. Andreoli, I. Moro, E. Moschin, L. Scarabel, L. Masiero, 1996 - Communautés phytoplanctoniques dans le bassin méridional de la lagune de Venise (février 1991 - janvier 1993). Mar. Life, 6 (1-2) : 3-14.

Dans le cadre des recherches effectuées sur les ressources biologiques dans différentes lagunes de l'Adriatique du Nord, de février 1991 à janvier 1993, une étude concernant les microalgues planctoniques, y compris le picoplancton et les paramètres physiques et chimiques, a été réalisée dans les eaux du bassin méridional de la lagune de Venise. Les résultats de l'étude ont mis en évidence une bonne circulation des eaux ; quelquefois des situations tout à fait inhabituelles, qui témoignent de l'instabilité et de l'hétérogénéité du milieu, ont été observées. Les communautés phytoplanctoniques ont montré des différences bien marquées au cours du temps : au point de vue quantitatif, en 1991 les Diatomophycées représentaient la composante principale du phytoplancton, tandis qu'en 1992 les microflagellés dominaient. Quelquefois, une contribution non négligeable à la biomasse végétale a été déterminée par le picoplancton photoautotrophe. Une attention particulière a été portée aux microalgues toxiques, compte tenu du rôle qu'elles peuvent jouer à l'égard de la conchyliculture ; néanmoins, leurs apparitions ont été sporadiques et caractérisées par un faible nombre de cellules.

ABSTRACT

Tolomio C., C. Andreoli, I. Moro, E. Moschin, L. Scarabel, L. Masiero, 1996 - [Phytoplankton communities in the southern lagoon of Venice (February 1991 - January 1993)]. Mar. Life, 6 (1-2) : 3-14.

A survey of phytoplankton, picoplankton and physico-chemical features of the southern basin of Venice Lagoon carried out from February 1991 to January 1993, revealed that this area is strongly influenced by tidal water exchanges. The results also underlined a strong temporal instability and heterogeneity of the phytoplankton communities: diatoms were the main group in 1991 while small flagellates dominated the following year. Sometimes picophytoplankton was important and often contributed significantly to the total biomass. Given their importance in the context of mollusk cultures, special attention was paid to toxic microalgae; they were nevertheless present only occasionally and in low numbers.

INTRODUCTION

Depuis longtemps, dans le bassin méridional de la lagune de Venise, de nombreuses activités sont exercées en vue d'exploiter les ressources biologiques : on peut mentionner à ce propos l'ichtyo-

culture, pratiquée dans les viviers endigués, et la conchyliculture, plus fréquente dans les eaux libres.

Actuellement, il y a beaucoup d'élevages de moules le long des canaux navigables, alimentés par l'embouchure de Chioggia, avec des "berceaux"

de stabulation localisés parallèlement aux lits submergés. Ces élevages sont influencés, en marée montante, par les eaux d'origine marine et, en marée descendante, par les eaux "saumâtres".

L'exploitation de ces pièces d'eau est conditionnée par un contrôle approprié de la qualité des eaux et par une gestion rationnelle des élevages ; tout cela contribue à l'amélioration de la production et permet d'exercer une action de prévention à l'égard de la contamination des mollusques (Lassus, 1992).

Nous aborderons, ici, l'analyse des communautés phytoplanctoniques en fonction des conditions ambiantes du bassin de Chioggia. Ce travail fait partie intégrante d'un projet de recherche plus complexe qui inclut, en plus de la lagune de Venise, d'autres systèmes lagunaires de l'Adriatique du Nord (Sacca di Scardovari : Andreoli *et al.*, 1994 ; Laguna di Caleri : Andreoli *et al.*, 1997).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

De février 1991 à janvier 1993, nous avons effectué des prélèvements tous les mois, pendant les marées de syzygie, en trois stations situées le long des canaux Poco Pesce, Novissimo et Perognola (lagune de Venise, bassin méridional : figure 1).

Vu que la profondeur était seulement de 3-4 mètres (en fonction de la marée) et compte tenu des résultats de recherches effectuées précédemment

dans le même bassin (Tolomio *et al.*, à paraître) qui n'avaient pas montré de différences significatives entre les eaux de surface et celles du fond, surtout dans les périodes de syzygie lorsqu'il y a une forte turbulence, les échantillons récoltés en surface et près du fond ont été mélangés afin d'intégrer l'ensemble de la colonne d'eau.

La température (thermomètre à mercure), la transparence (disque de Secchi) et le pH (Hach One) ont été relevés au moment du prélèvement, tandis que la salinité (méthode densimétrique), l'oxygène dissous (méthode de Winkler) et les sels nutritifs (Apha, 1981) ont été analysés au laboratoire.

Pour l'analyse de la chlorophylle *a*, des filtres Nuclepore de 2 µm de porosité ont été utilisés dans le but de séparer les cellules du nano-microphytoplancton (diamètre > 2 µm) ; l'eau récupérée a été filtrée avec des filtres de porosité inférieure (0,2 µm) pour retenir les cellules du picophytoplancton. Les concentrations relatives (µg/l) ont été calculées selon la méthode SCOR-UNESCO (1966), en employant les formules de Jeffrey et Humphrey (1975).

Nous avons étudié le picophytoplancton avec un cytofluorimètre Bruker ACR-1500 (Troussellier *et al.*, 1993) sur des échantillons conservés à - 80°C (Vaulot *et al.*, 1990). La calibration a été effectuée au moyen de billes fluorescentes standard (0,96 µm, Polysciences, Warrington, USA) ; après une excitation avec une lumière bleue (470-490 nm), nous avons mesuré la diffusion de la lumière aux petits

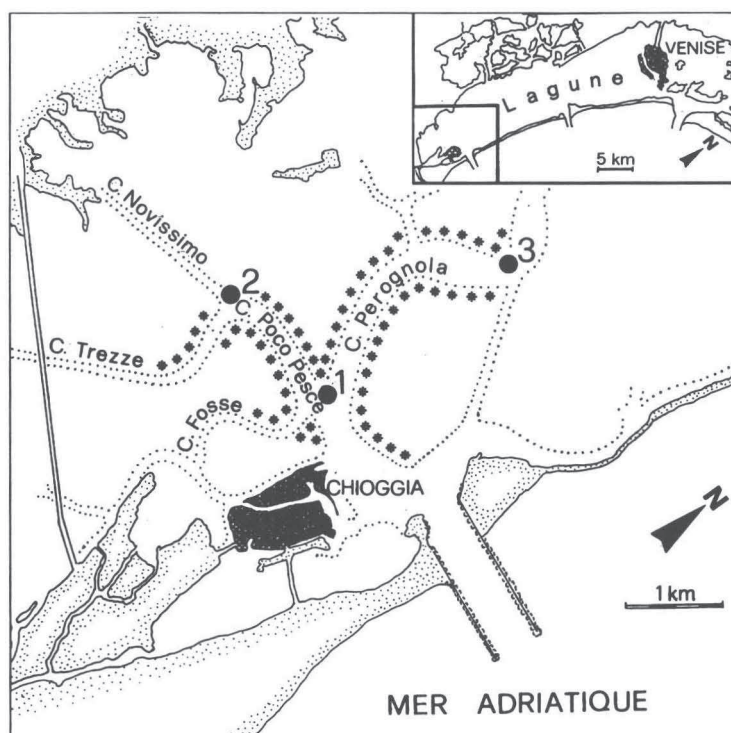


Figure 1 - Bassin méridional de la lagune de Venise : distribution des stations (•) et des élevages de moules (*). / The southern basin of the Venice Lagoon: location of the sampling stations (•) and of mussel cultures (*).

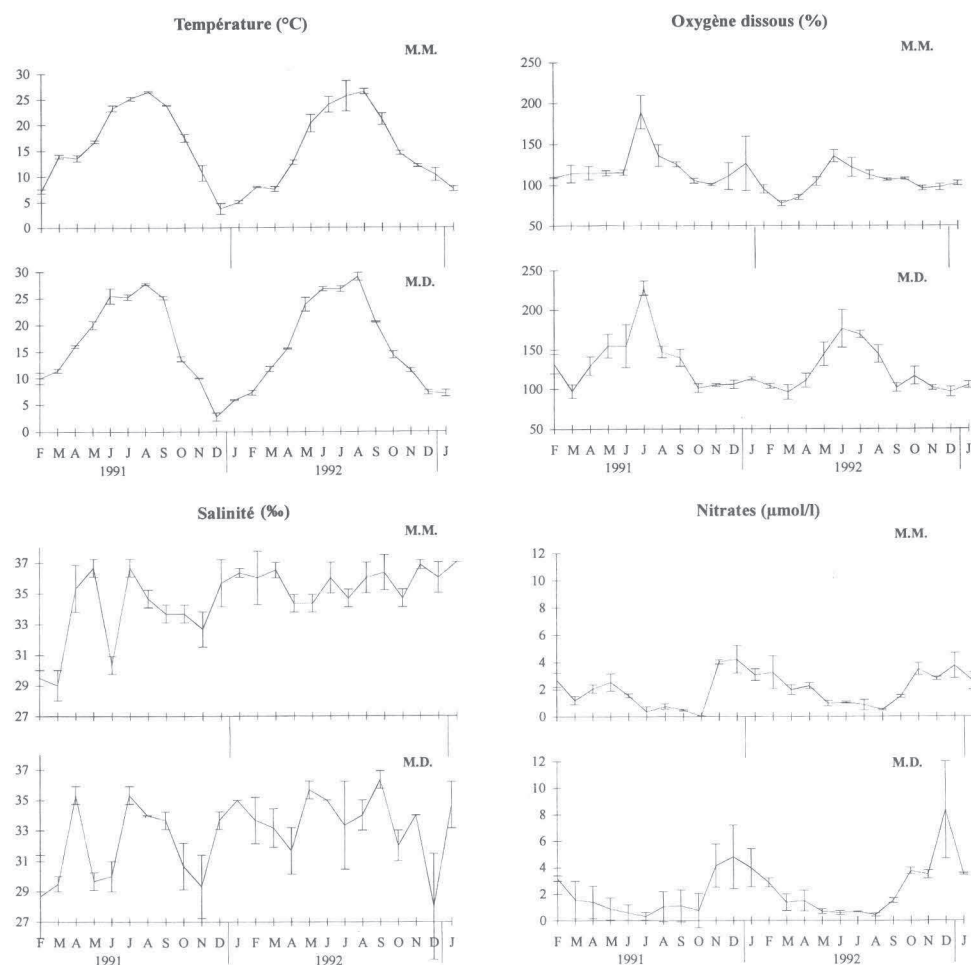


Figure 2 - Variations de la température, de la salinité, du taux de saturation en oxygène dissous et des concentrations en nitrate, en marée montante (M.M.) et en marée descendante (M.D.) (valeurs moyennes des trois stations). / Temporal variations of temperature, salinity, percentage of oxygen saturation and nitrate concentration (mean values of the three stations) during the flood (M.M.) and ebb (M.D.) tide.

angles (FALS) et l'émission de la fluorescence de la phycoérythrine (PE) et de la chlorophylle (CHL). Cette configuration du cytomètre de flux a permis l'identification et la numération des cellules auto-fluorescentes à la couleur orange (cyanobactéries qui ont beaucoup de phycoérythrine : PEC) et à la couleur rouge (cyanobactéries qui ont beaucoup de phycocyanine : PCC ; picoeucaryotes). Les cyanobactéries, qui contiennent aussi bien de la chlorophylle que de la phycoérythrine, ont été distinguées des Cryptophycées grâce à leur taille et au rapport CHL/PE (Chisholm *et al.*, 1986 ; Li, 1990). Le biovolume a été transformé en carbone au moyen du facteur de conversion $0,47 \text{ pg C } / \mu\text{m}^3$ (Verity *et al.*, 1992).

Les cellules du phytoplancton ($> 2 \mu\text{m}$), fixées au formol neutralisé par du borax (concentration finale = 4 %), ont été étudiées au microscope optique inversé suivant la méthode d'Utermöhl (1958). Le volume cellulaire de chaque espèce a été calculé ; ensuite, nous avons évalué la biomasse ($\mu\text{g C } / \text{l}$) en utilisant les équations de Eppley *et al.* (1970).

Dans le but d'obtenir des informations synthétiques sur la structure des communautés phytoplanctoniques (Travers, 1971), les indices de diversité (Shannon, Weaver, 1963) et de dominance (Hulburt, 1963) ont été calculés.

Tous les résultats ont été soumis au test de variance (ANOVA) qui a révélé une évidente homogénéité dans les trois stations étudiées. Pour cette raison, on a pris en considération les valeurs moyennes, en signalant toutefois les exceptions.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

La transparence des eaux est comprise entre 0,4 et 3,2 m, avec des valeurs réduites en automne 1991 (disque de Secchi, en marée descendante : $< 1 \text{ m}$) et des valeurs relativement élevées au mois de juillet 1992 (disque de Secchi : $> 3 \text{ m}$) ; la grande quantité de fines particules remises en suspension, surtout en marée descendante, peut déterminer des différences remarquables entre les valeurs mesurées en flot (M.M.) et en jusant (M.D.).

Au cours des deux années les fluctuations de la température ont été similaires (figure 2). Les températures les plus basses ont été mesurées au mois de décembre 1991 ($< 4^{\circ}\text{C}$) et les plus hautes au mois d'août 1992 ($> 26^{\circ}\text{C}$).

La zone où se trouvent les viviers à moules est nettement influencée par les eaux marines ; par conséquent, les valeurs de salinité se sont révélées toujours hautes (> 30 PSU) et les différences entre le flot et le jusant ne dépassent que rarement 3 PSU (figure 2).

L'oxygénation des eaux a toujours été satisfaisante, comprise entre 7,40 (écart type = $\pm 0,20$) mg/l (avril 1992, M.M.) et 15,47 ($\pm 0,55$) mg/l (juillet 1991, M.D.) ; les valeurs de sursaturation sont particulièrement accentuées ($> 150\%$) en juillet 1991 et en juin-juillet 1992 (figure 2).

Les valeurs de pH ont été comprises entre 7,90 ($\pm 0,10$) (décembre 1992, M.D.) et 8,65 ($\pm 0,08$) (juin 1991, M.D.) .

En ce qui concerne les sels nutritifs, les concentrations des nitrites ont été irrégulières et leurs quantités toujours basses ($< 3 \mu\text{mol/l}$ et, quelquefois même,

difficiles à estimer), à l'exception de celles mesurées au mois de décembre 1992 ($> 6 \mu\text{mol/l}$). Les nitrates ont présenté des fluctuations saisonnières typiques (Brunetti *et al.*, 1983) : les valeurs sont basses en été (0,01 à $1,6 \mu\text{mol/l}$) et plus élevées en automne-hiver (3 à $5 \mu\text{mol/l}$) (figure 2). Les variations de l'ammoniaque ont été, au contraire, plus marquées : les valeurs ont atteint quelquefois une teneur élevée ($> 30 \mu\text{mol/l}$), en particulier à la station 3 par rapport aux autres stations ($\alpha = 0,05$). Les concentrations des phosphates sont très réduites, aussi bien en marée montante qu'en marée descendante ($< 0,1 \mu\text{mol/l}$).

Le picophytoplancton ($< 2 \mu\text{m}$) s'est révélé en général dominant par rapport aux autres cellules phytoplanctoniques ($> 2 \mu\text{m}$) (figure 3). Les cellules à fluorescence rouge ont été plus fréquentes que les cellules à fluorescence orange. Les premières pourraient être constituées par des cyanobactéries qui sont riches en phycocyanine (PCC) ou par une population mixte : cellules peu autofluorescentes à la couleur rouge et $< 1 \mu\text{m}$, c'est-à-dire cyanobactéries, et cellules très autofluorescentes à la couleur rouge et $> 1 \mu\text{m}$, c'est-à-dire picoeucaryotes (Cour-

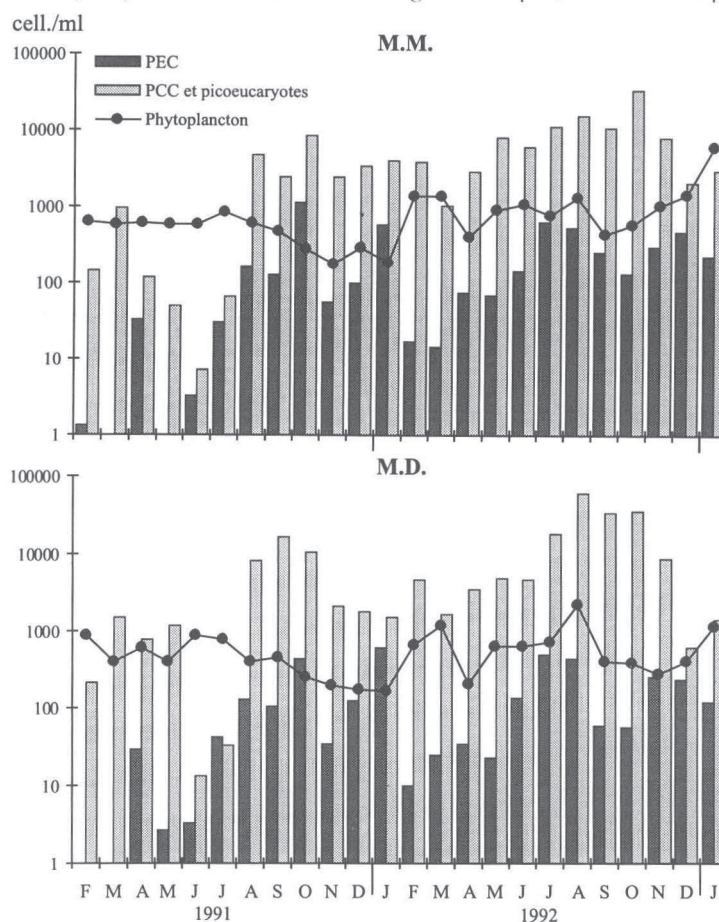


Figure 3 - Comparaison entre les valeurs d'abondance du picoplancton (PEC = cyanobactéries riches en phycoérythrine ; PCC = cyanobactéries riches en phycocyanine) et du phytoplancton de taille supérieure (valeurs moyennes des trois stations) en marée montante (M.M.) et en marée descendante (M.D.). / Comparison between picoplanktonic (PEC = phycoerythrin-rich Cyanobacteria; PCC = phycocyanin-rich Cyanobacteria) and phytoplanktonic upper size cell densities (mean values of the three stations) during flood (M.M.) and ebb tide (M.D.).

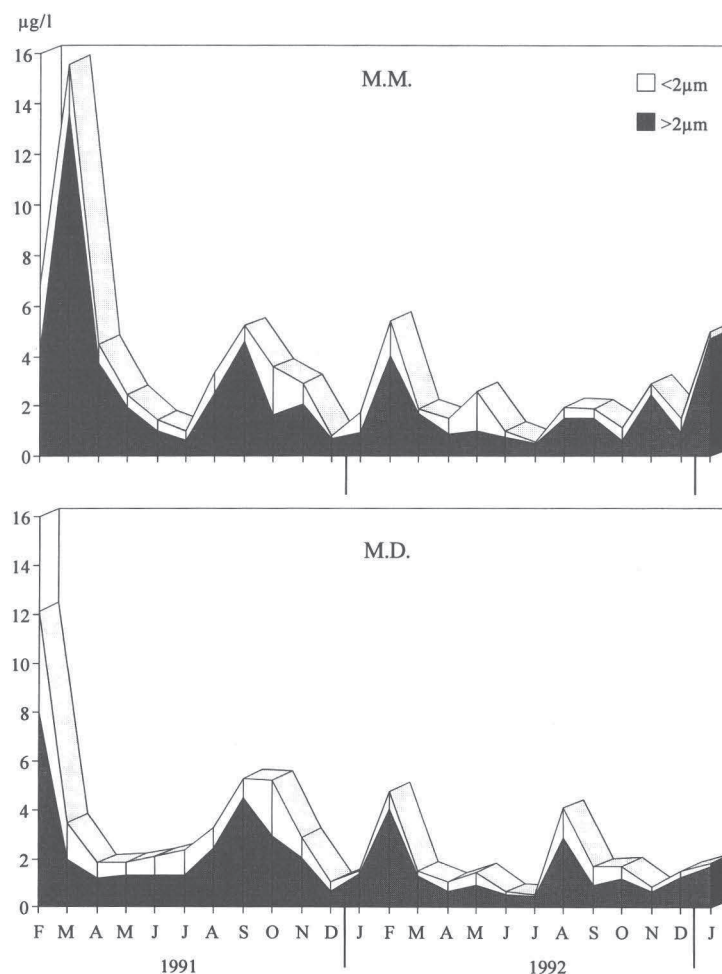


Figure 4 - Variations des concentrations de chlorophylle a (analyse fractionnée, valeurs moyennes des trois stations) en marée montante (M.M.) et en marée descendante (M.D.). / Temporal variations of the chlorophyll a concentrations (mean values of the three stations) of the $< 2 \mu\text{m}$ and $> 2 \mu\text{m}$ phytoplankton groups during flood (M.M.) and ebb tide (M.D.).

ties et al., 1994 ; Chrétiennot-Dinet et al., 1995). Parmi les procaryotes, la présence de prochlorophycées ne peut pas être exclue (Vaulot et al., 1990 ; Shimada et al., 1993 ; Li, 1994). On n'a pas pu distinguer les prochlorophycées du picoplankton procaryote à cause de l'émission peu marquée de la fluorescence rouge. Au contraire, les cellules fluorescentes à la couleur orange sont représentées par des cyanobactéries riches en phycoérythrine (PEC).

Même si l'abondance du picophytoplancton a été plus élevée que celle du reste du phytoplancton à partir d'août 1991, les valeurs obtenues par l'analyse fractionnée de la chlorophylle a ont démontré que sa contribution à la biomasse est, en général, plus basse que celle des cellules plus grandes ($> 2 \mu\text{m}$) ; au mois de mai 1992, seulement en marée montante, les concentrations de chloro-

phyll a dues au picophytoplancton ont dépassé celles produites par les cellules phytoplanctoniques ($> 2 \mu\text{m}$) (figure 4).

L'analyse qualitative du phytoplancton ($> 2 \mu\text{m}$) a mis en évidence la présence de 212 taxons, dont plus de 70 % d'espèces qui appartiennent aux Diatomophycées (tableau I), parmi lesquelles il faut souligner le grand nombre de formes tycho-pélagiques, c'est-à-dire d'espèces qui ont été déplacées à partir d'un substrat, soit mobile soit solide, par suite des mouvements hydriques. La microflore diatomique est assez hétérogène, mais les espèces fréquentes à la fois en marée montante et en marée descendante dans toutes les stations sont peu nombreuses : *Amphora coffeaeformis*, *Cocconeis scutellum*, *Cylindrotheca closterium*, *Navicula cryptocephala*, *Skeletonema costatum*, *Synedra tabulata*, *Thalassionema nitzschioides* (figure 5).

Tableau I - Liste des taxons trouvés dans les trois stations examinées au cours des deux années de la recherche (+ = présence ; - = absence ; 91 = février 1991-janvier 1992 ; 92 = février 1992-janvier 1993). / List of the taxa found in the three stations during the two sampling years (+ = presence; - = absence; 1991 = February 1991-January 1992; 1992 = February 1992-January 1993).

	1991	1992	suite	1991	1992	suite	1991	1992
CYANOPHYCEAE :			<i>Cocconeis britannica</i> Naegeli	-	+	<i>Navicula viridula</i> (Kützing) Ehrenberg	+	+
<i>Nostoc spongiaforme</i> Agardh	+	-	<i>Cocconeis costata</i> Gregory	+	-	<i>Nitzschia constricta</i> (Kützing) Ralfs	-	+
			<i>Cocconeis dirupta</i> Gregory	-	+	<i>Nitzschia dissipata</i> v. <i>media</i> (Hantzsch)		
DICTYOCOPHYCEAE :			<i>Cocconeis distans</i> Gregory	+	-	Grunow	-	+
<i>Dictyocha fibula</i> Ehrenberg	-	+	<i>Cocconeis maxima</i> (Grunow)			<i>Nitzschia filiformis</i> (Wm. Smith) Van Heurck	+	-
<i>Dictyocha speculum</i> Ehrenberg	-	+	Peragallo & Peragallo	-	+	<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützing) Grunow	+	-
			<i>Cocconeis molesta</i> Kützing	+	+	<i>Nitzschia gracilis</i> Hantzsch	+	-
DINOPHYCEAE :			<i>Cocconeis ornata</i> Gregory	-	+	<i>Nitzschia hybrida</i> Grunow	-	+
<i>Ceratium furca</i> (Ehrenberg)			<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg	+	-	<i>Nitzschia lanceolata</i> Wm. Smith	+	-
Claparède & Lachmann	-	+	<i>Cocconeis pellucida</i> (Hantzsch) Grunow	-	+	<i>Nitzschia longissima</i> (Brébisson) Grunow	+	+
<i>Ceratium fusus</i> Ehrenberg	+	+	<i>Cocconeis peltoides</i> Hustedt	+	+	<i>Nitzschia lorentziana</i> Grunow	+	+
<i>Ceratium macroceros</i> (Ehrenberg) Vanhöff	+	-	<i>Cocconeis placentula</i> Pantocsek	+	+	<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) Wm. Smith	+	-
<i>Ceratium trichoceros</i> (Ehrenberg) Kofoid	-	+	<i>Cocconeis quarnerensis</i> (Grunow)			<i>Nitzschia panduriformis</i> Gregory	+	+
<i>Ceratium tripos</i> (Müller) Nitzsch	-	+	Wm. Smith	+	-	<i>Nitzschia pseudofonticola</i> Hustedt	+	-
<i>Dinophysis caudata</i> Saville-Kent	-	+	<i>Cocconeis scutellum</i> Ehrenberg	+	+	<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch	-	+
<i>Ebria tripartita</i> (Schumann) Lemmermann	+	-	<i>Cyclotella caspia</i> Grunow	+	-	<i>Nitzschia</i> cf. <i>seriata</i> Cleve *	+	+
<i>Gonyaulax minima</i> Matzenauer	-	+	<i>Cyclotella comta</i> (Ehrenberg) Kützing	+	-	<i>Nitzschia sigma</i> (Kützing) Wm. Smith	+	+
<i>Gonyaulax polyedra</i> Stein	-	+	<i>Cyclotella glomerata</i> Bachmann	+	+	<i>Nitzschia spathulata</i> Brébisson	+	+
<i>Gonyaulax spinifera</i> (Claparède & Lachmann)			<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	+	+	<i>Nitzschia subtilis</i> (Kützing) Grunow	+	-
Diesing	+	-	<i>Cyclotella ocellata</i> Pantocsek	+	-	<i>Phaeodactylum tricornutum</i> Bohlin	-	+
<i>Gymnodinium splendens</i> Lebour	+	+	<i>Cyclotella pseudostelligera</i> Hustedt	+	-	<i>Pleurosigma aestuarii</i> (Brébisson)		
<i>Prorocentrum balticum</i> (Lohmann) Loeblich	-	+	<i>Cyclotella stelligera</i> (Cleve) Van Heurck	+	-	Wm. Smith	-	+
<i>Prorocentrum compressum</i> Abé	-	+	<i>Cyclotella striata</i> (Kützing) Grunow	+	-	<i>Pleurosigma angulatum</i> (Quekett)		
<i>Prorocentrum cordatum</i> (Ostenfeld) Dodge	+	-	<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenberg)			Wm. Smith	-	+
<i>Prorocentrum gracile</i> Schütt	+	-	Reimann & Lewin	+	+	<i>Pleurosigma australe</i> Grunow	-	+
<i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg	+	+	<i>Cymbella affinis</i> Kützing	+	-	<i>Pleurosigma rigidum</i> Wm. Smith	+	-
<i>Prorocentrum minimum</i> Schiller	+	+	<i>Cymbella microcephala</i> Grunow	+	-	<i>Pleurosigma salinarum</i> (Grunow) Grunow	+	-
<i>Prorocentrum nanum</i> Schiller	+	-	<i>Cymbella prostrata</i> (Berkeley) Cleve	+	-	<i>Porosira</i> cf. <i>glacialis</i> (Grunow) Jørgensen	+	-
<i>Prorocentrum ovum</i> (Schiller) Dodge	+	-	<i>Cymbella ventricosa</i> Agardh	+	-	<i>Proboscidea alata</i> (Brightwell) Sundström	+	+
<i>Prorocentrum rotundatum</i> Schiller	+	-	<i>Dactylosolen fragilissimus</i> (Bergon) Hasle	+	+	<i>Pseudosolenia calcaravis</i> (Schultze)		
<i>Prorocentrum triestinum</i> Schiller	-	+	<i>Dimerogramma dubium</i> (Grunow) Grunow	-	+	Sundström	+	+
<i>Protoperidinium diabolus</i> (Cleve) Balech	+	+	<i>Diploneis papula</i> (Schmidt) Cleve	+	-	<i>Rhizosolenia hebetata</i> Bailey	+	-
<i>Protoperidinium divergens</i> (Ehrenberg)			<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	-	+	<i>Rhizosolenia imbricata</i> Brightwell	+	-
Balech	+	+	<i>Fragilaria hyalina</i> (Kützing) Grunow	-	+	<i>Rhizosolenia setigera</i> Brightwell	+	+
<i>Protoperidinium piriforme</i> (Paulsen) Balech	-	+	<i>Fragilaria intermedia</i> (Grunow) Grunow	+	-	<i>Rhizosolenia styliformis</i> Brightwell	+	+
<i>Protoperidinium quinquecorne</i> Balech	-	+	<i>Gomphonema constrictum</i> Ehrenberg	+	+	<i>Rhoicosphaenia curvata</i> (Kützing) Grunow	-	+
<i>Protoperidinium steinii</i> (Jørgensen) Balech	-	+	<i>Gomphonema olivaceum</i> (Lyngbye)			<i>Skeletonema costatum</i> (Greville) Cleve	+	+
<i>Pseudonitzschia vaubani</i> Sournia	-	+	Desmazières	+	+	<i>Striatella unipunctata</i> (Lyngbye) Agardh	+	+
			<i>Grammatophora marina</i> (Lyngbye) Kützing	+	+	<i>Synedra closterioides</i> Grunow	+	-
DIATOMOPHYCEAE :			<i>Guinardia delicatula</i> (Cleve) Hasle	+	-	<i>Synedra pulchella</i> (Ralfs) Kützing	+	-
<i>Achnanthes brevis</i> Agardh	+	+	<i>Guinardia flaccida</i> Castracane	+	+	<i>Synedra tabulata</i> (Agardh) Kützing	+	+
<i>Achnanthes lanceolata</i> (Brébisson) Grunow	+	-	<i>Guinardia striata</i> (Stolterfoth) Hasle	+	+	<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehrenberg	+	-
<i>Achnanthes linearis</i> (Wm. Smith) Grunow	+	-	<i>Gyrosigma fasciola</i> (Ehrenberg)			<i>Thalassionema nitzschiioides</i> Grunow	+	+
<i>Achnanthes longipes</i> Agardh	-	+	Griffith & Henfrey	-	+	<i>Thalassiosira baltica</i> (Grunow) Ostenfeld	+	-
<i>Amphiprora paludosa</i> Wm. Smith	-	+	<i>Gyrosigma spenceri</i> (Wm. Smith)			<i>Thalassiosira fallax</i> Meunier	+	-
<i>Amphora angusta</i> Gregory	-	+	Griffith & Henfrey	-	+	<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> (Grunow)		
<i>Amphora arcus</i> Gregory	-	+	<i>Hemiaulus hauckii</i> Grunow	+	+	Grunow	+	-
<i>Amphora bigibba</i> Grunow	-	+	<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve	+	+	<i>Thalassiothrix mediterranea</i> Pavillard	+	+
<i>Amphora coffeaeformis</i> (Agardh) Kützing	+	+	<i>Leptocylindrus minimus</i> Gran	+	-			
<i>Amphora costata</i> Wm. Smith	-	+	<i>Licmophora abbreviata</i> Agardh	+	-	CHLOROPHYCEAE :		
<i>Amphora cymbelloides</i> Grunow	+	+	<i>Licmophora dalmatica</i> (Kützing) Grunow	+	+	<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs	-	+
<i>Amphora exigua</i> Gregory	+	+	<i>Licmophora debilis</i> (Kützing) Grunow	+	+	<i>Dunaliella salina</i> (Dunal) Teodoresco	+	-
<i>Amphora hyalina</i> Kützing	+	+	<i>Licmophora ehrenbergii</i> (Kützing) Grunow	+	-	<i>Gloeocystis gigas</i> (Kützing) Lagerheim	+	-
<i>Amphora laevis</i> v. <i>laevissima</i> Gregory	+	+	<i>Licmophora flabellata</i> (Carmichael) Agardh	-	+	<i>Gloeocystis planctonica</i> (West & West)		
<i>Amphora lineolata</i> Ehrenberg	+	+	<i>Licmophora gracilis</i> (Ehrenberg) Grunow	+	-	Lemmermann	+	-
<i>Amphora macilenta</i> Gregory	+	+	<i>Licmophora juergensii</i> Agardh	+	-	<i>Scenedesmus abundans</i> (Kirchner) Chodat	+	-
<i>Amphora ostrearia</i> Brébisson	+	+	<i>Licmophora paradoxa</i> (Lyngbye) Agardh	+	-	<i>Scenedesmus dimorphus</i> (Turpin) Kützing	+	-
<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing	+	+	<i>Melosira ambigua</i> Grunow	+	-	<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turpin)		
<i>Amphora pusilla</i> Gregory	+	+	<i>Melosira distans</i> (Ehrenberg) Kützing	+	-	Brébisson	+	+
<i>Amphora truncata</i> Gregory	-	+	<i>Melosira granulata</i> (Ehrenberg) Ralfs	+	-			
<i>Amphora turgida</i> Gregory	-	+	<i>Melosira italica</i> (Ehrenberg) Kützing	+	-	CRYPTOPHYCEAE :		
<i>Amphora veneta</i> Kützing	+	+	<i>Melosira moniliformis</i> (Müller) Agardh	-	+	<i>Hillea fusiformis</i> (Schiller) Schiller	+	-
<i>Asterionella bleakeleyi</i> Wm. Smith	+	-	<i>Melosira sulcata</i> (Ehrenberg) Kützing	-	+	<i>Leucocryptos marina</i> (Braarud) Butcher	+	-
<i>Asterionella japonica</i> Cleve	+	-	<i>Melosira varians</i> Agardh	+	+			
<i>Bacillaria paradoxa</i> Gmelin	+	-	<i>Navicula amorphila</i> Grunow	+	+	EUGLENOPHYCEAE :		
<i>Bacteriastrium hyalinum</i> Lauder	+	-	<i>Navicula anglica</i> Ralfs	-	+	<i>Euglena acus</i> Schiller	+	-
<i>Bacteriastrium mediterraneum</i> Pavillard	+	-	<i>Navicula avenacea</i> (Brébisson) Cleve	+	-	<i>Euglena pisciformis</i> Klebs	+	-
<i>Bellerophon malleus</i> Van Heurck	-	+	<i>Navicula cincta</i> (Ehrenberg) Ralfs	+	+	<i>Eutreptia globulifera</i> Van Goor	+	-
<i>Biddulphia pulchella</i> Gray	-	+	<i>Navicula crucifera</i> Grunow	+	-	<i>Eutreptia lanowii</i> Steuer	+	-
<i>Biddulphia sinensis</i> Gregory	+	-	<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	+	+	<i>Eutreptiella hirudoidea</i> Butcher	+	-
<i>Cerataulina pelagica</i> (Cleve) Hendey	+	+	<i>Navicula digitoradiata</i> (Gregory) Ralfs	+	-	<i>Eutreptiella marina</i> Da Chuna	+	-
<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder	+	-	<i>Navicula exigua</i> (Gregory) Grunow	+	-			
<i>Chaetoceros brevis</i> Schütt	+	+	<i>Navicula forcipata</i> Greville	+	-	PRYMNESIOPHYCEAE :		
<i>Chaetoceros compressus</i> Lauder	+	+	<i>Navicula gracilis</i> Ehrenberg	+	-	<i>Acanthoica quattrosipina</i> Lohmann	-	+
<i>Chaetoceros decipiens</i> Cleve	+	-	<i>Navicula hyalina</i> (Ehrenberg) Kützing	+	+	<i>Emiliania huxleyi</i> (Lohmann) Hay & Mohler	-	+
<i>Chaetoceros exospermum</i> Meunier	+	-	<i>Navicula lanceolata</i> (Agardh) Kützing	+	+	<i>Rhabdosphaera stylifera</i> Lohmann	-	+
<i>Chaetoceros lauderii</i> Ralfs	+	-	<i>Navicula menisculus</i> Schumann	+	+	<i>Syracosphaera pulchra</i> Lohmann	-	+
<i>Chaetoceros lorentzianus</i> Grunow	+	+	<i>Navicula mutica</i> Kützing	+	-			
<i>Chaetoceros pseudocrinatus</i> Ostenfeld	+	-	<i>Navicula peregrina</i> (Ehrenberg) Kützing	+	-			
<i>Chaetoceros rostratus</i> Lauder	-	+	<i>Navicula radiosa</i> Kützing	+	+			
<i>Chaetoceros simplex</i> Ostenfeld	+	-	<i>Navicula rostellata</i> Kützing	+	-			
<i>Chaetoceros socialis</i> Lauder	+	-	<i>Navicula roteaana</i> (Rabenhorst) Grunow	+	-			
<i>Chaetoceros teres</i> Cleve	+	-	<i>Navicula salinarum</i> Grunow	+	+			

* Sous ce nom, nous désignons toutes les formes qui appartiennent au groupe *Pseudonitzschia seriata* (Hasle, 1965). / This term refers to all species belonging to the *Pseudonitzschia seriata* group (Hasle, 1965).

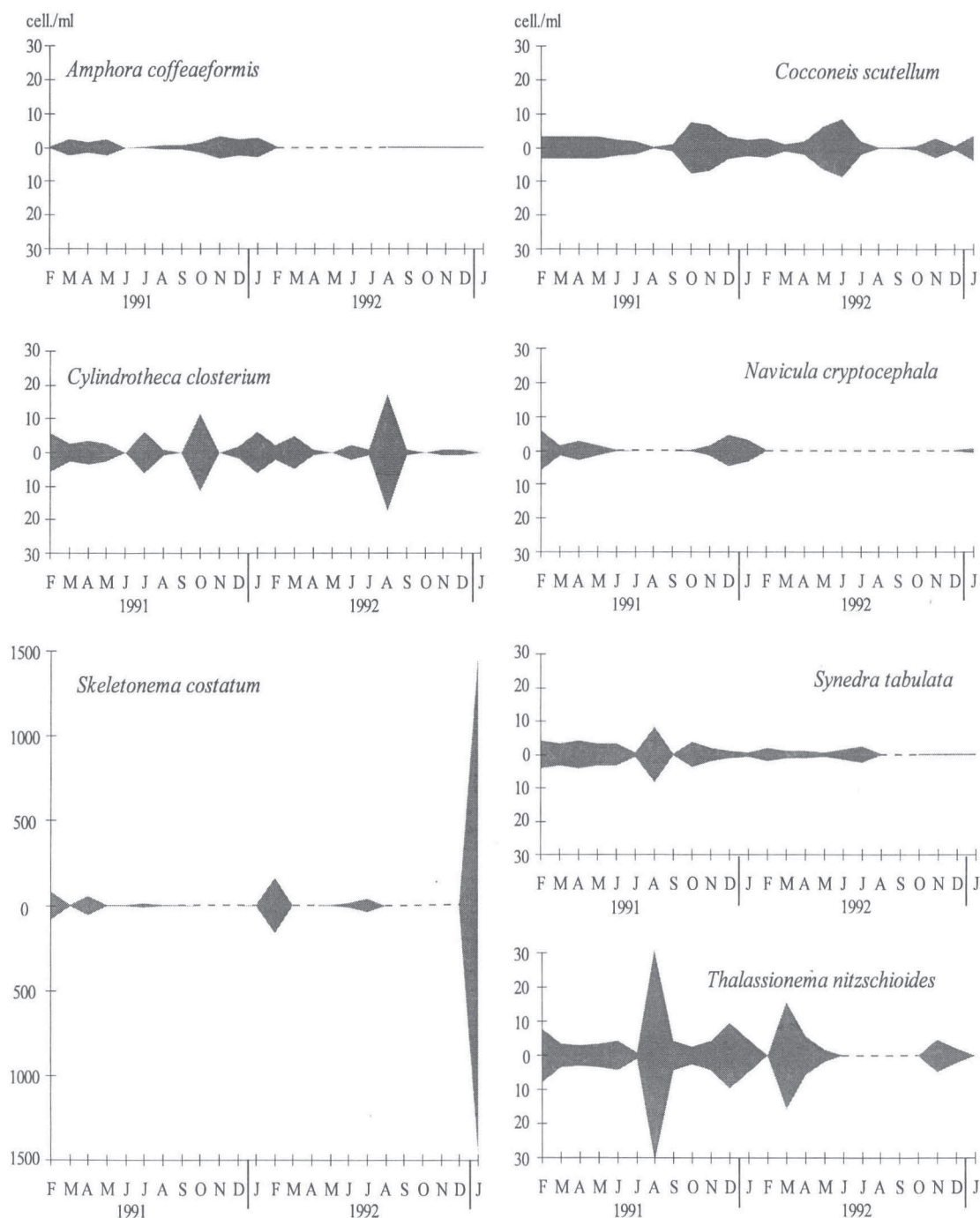


Figure 5 - Variations de l'abondance des espèces les plus significatives (valeurs moyennes des trois stations, à la fois en marée montante et en marée descendante). / Temporal variations of cell densities (mean values of the three stations) of the most significant species during flood (M.M.) and ebb tide (M.D.).

Parmi les autres classes, seules les Dinophycées, et uniquement pendant la saison chaude, présentent beaucoup de taxons. Même si la plupart de ceux-ci sont d'origine marine, quelques-uns (*Ceratium furca*, *C. fusus*, *Prorocentrum micans*, *P. minimum*, *Protoperdinium divergens*) s'adaptent bien aux eaux saumâtres (Tolomio, 1978). Il faut signaler la présence de *Pselodinium vaubanii*, une dinophycée rare trouvée ces derniers temps dans l'Adria-

tique septentrionale en différentes saisons (Moro et al., 1994), contrairement aux observations de Jacques et Soyer (1977), et de Marasovic (1983).

Prymnésiophycées et Dictyochophycées, qui sont essentiellement constituées par des espèces marines, sont peu fréquentes. La présence aussi de formes considérées comme exclusives des eaux douces est peu significative, même si *Ankistrodesmus falcatus* et *Scenedesmus quadricauda* (Chloro-

phycées) ou *Eutreptia lanowii* (Euglénophycées) peuvent apparaître quelquefois en quantités non négligeables.

Pendant la première année, le phytoplancton s'est révélé dominé par les Diatomophycées, tandis que l'année suivante les Microflagellés et, seulement au mois de mars, les Prymnésiophycées (*Emiliana huxleyi*) et les Euglénophycées (*Astasia* sp.), ont été les groupes dominants.

Si l'on compare les deux cycles annuels (figure 6), on peut remarquer que les densités phytoplanctoniques sont en général plus élevées en 1992 (presque toujours $>1 \times 10^3$ cell./ml) qu'en 1991 (valeurs comprises entre 3 et 8×10^2 cell./ml). Au mois de janvier 1993, il faut signaler, en marée montante, une présence massive (5 à 8×10^3 cell./ml) de *Skeletonema costatum*, une diatomophycée qui, dans l'Adriatique, manifeste des efflorescences à plus d'un million de cellules par litre

(Moschin, Moro, 1996), surtout pendant la saison froide (Montresor *et al.*, 1982) et dans des eaux caractérisées par une dessalure accentuée (Blanc, Leveau, 1970). En fin d'hiver 1992, on a observé aussi une grande quantité (plus de 2×10^3 cell./ml) d'*Emiliana huxleyi*, une prymnésiofycée qui n'est pas rare dans les eaux adriatiques (Andreoli *et al.*, 1985). A plusieurs reprises, des microflagellés non identifiés sont apparus au cours du printemps et de l'été 1992. Leur présence a atteint, pendant le jusan, plus d'un million et demi de cellules par litre, constituant ainsi presque 60 % de la communauté phytoplanctonique (figure 7).

A l'exception de ces événements extraordinaires qui ont provoqué une forte diminution de la diversité spécifique ($H < 1,5$ bits par cellule) et, par conséquent, une augmentation de la dominance ($\delta_1 > 80$ %), les communautés phytoplanctoniques présentent en général de nombreuses espèces, sou-

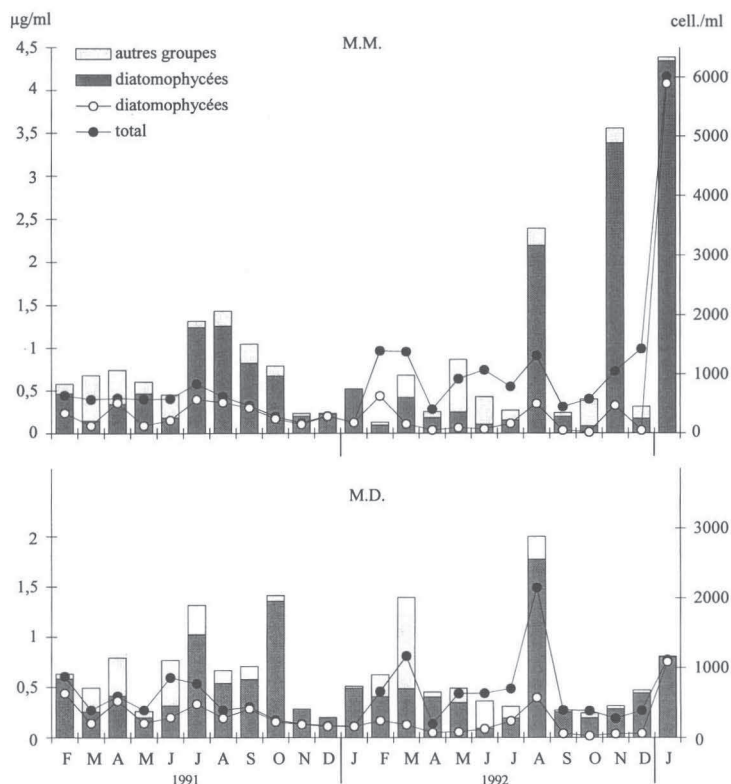


Figure 6 - Comparaison entre les valeurs moyennes de la biomasse (histogrammes) et de la densité de populations (ligne brisée) en marée montante (M.M.) et en marée descendante (M.D.). / Comparison between biomass (histograms) and cell densities (lines) (mean values of the three stations) during flood (M.M.) and ebb tide (M.D.)

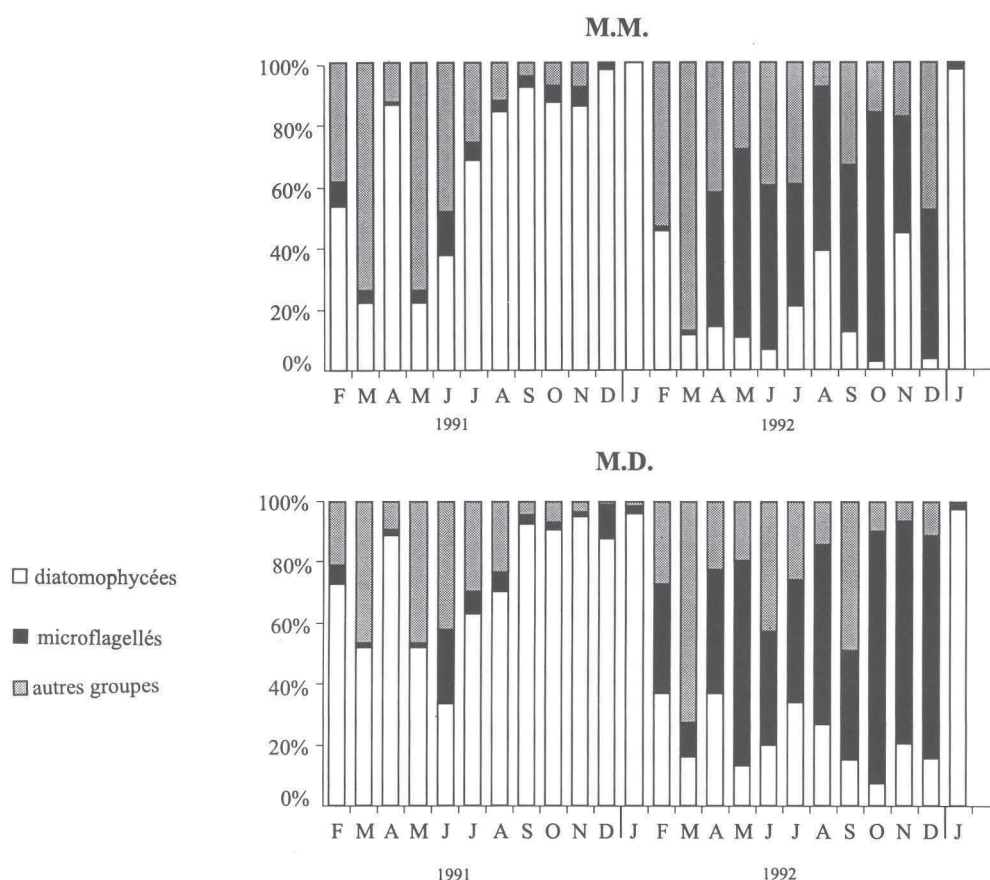


Figure 7 - Variations (en pourcentage) de l'abondance des diatomophycées, des microflagellés et des autres groupes (valeurs moyennes des trois stations, aussi bien en marée montante qu'en marée descendante). / Values on percentage of cell densities (mean values of the three stations) of diatoms, microflagellates and other groups during flood (M.M.) and ebb tide (M.D.).

vent en équilibre, surtout si les conditions de l'environnement ne sont pas trop sélectives ; dans cette situation, l'indice de diversité a tendance à se maintenir toujours élevé.

Les données de biomasse reflètent rarement les valeurs obtenues lors de la numération des cellules (figure 6) : en effet la biomasse est liée d'une façon étroite au volume cellulaire ou, encore mieux, au volume plasmique, calculé à partir des dimensions linéaires des espèces qui constituent la population, par assimilation à des combinaisons de volumes géométriques simples (Kovala, Larrance, 1966). Au cours de notre recherche, des exemples très significatifs ont été relevés à ce propos. Au mois d'octobre 1991, en marée descendante, on a enregistré une biomasse considérable, tandis que le nombre des cellules était plutôt bas : cela est dû à la présence de *Licmophora ehrenbergii* et de *Pleurosigma rigidum*, qui ont un volume cellulaire élevé, respectivement $45\,310\,\mu\text{m}^3$ et $196\,460\,\mu\text{m}^3$. Au contraire, la valeur réduite de biomasse en février 1992 (marée montante), lorsque le nombre des cellules est remarquable, est encore imputable au petit volume de *Skeletonema costatum*, dont les cellules ne dépassent que rarement $1000\,\mu\text{m}^3$ (Moschin, Moro, 1996).

Les fluctuations temporelles de biomasse ont été différentes pendant les deux années de recherche et très influencées par la direction des courants de marée ; les valeurs de biomasse sont presque toujours liées à la composante diatomique du phytoplancton (figure 6).

CONCLUSION

Les résultats ont permis de vérifier que la zone lagunaire examinée est bien influencée par la mer. La preuve en est que la salinité est toujours élevée et que les espèces eupélagiques (*Chaetoceros* sp. pl., *Rhizosolenia* sp. pl., *Emiliania huxleyi*, *Nitzschia* cf. *seriata*) sont assez fréquentes et, quelquefois, très abondantes.

Aussi bien en flot qu'en jusant, il y a une remarquable présence de picophytoplancton. En effet, pendant la période de nos observations, les organismes végétaux les plus petits ($< 2\,\mu\text{m}$) ont été généralement plus nombreux que les organismes phytoplanctoniques de taille supérieure ($> 2\,\mu\text{m}$) ; ceci a été rencontré aussi en d'autres stations de la lagune (Sorokin et al., 1996). D'ailleurs, cette situation n'est pas bien différente de celle qu'on a rele-

vée, à la même époque, dans les lagunes de Scardovari et de Caleri (Adriatique du Nord) (Andreoli *et al.*, 1994 ; Andreoli *et al.*, 1997). Cependant, à la différence de ce qu'on a observé à Scardovari et à Caleri, les cyanobactéries qui ont beaucoup de phycoérythrine (PEC) sont toujours présentes à Chioggia, avec une abondance peu inférieure à celle des cellules fluorescentes à la couleur rouge (PCC). D'une manière analogue aux remarques effectuées relativement aux facteurs chimiques et physiques, la grande quantité de PEC porte à croire que le secteur lagunaire considéré est bien influencé par les eaux marines ; ceci s'accorde avec les données de Revelante et Gilmarin (1995), qui ont relevé que les eaux de la mer Adriatique du Nord sont plus riches en PEC qu'en PCC. Cela viendrait du fait que les cyanobactéries riches en phycoérythrine, par rapport aux cyanobactéries riches en phycocyanine, sont capables de mieux utiliser l'intensité lumineuse la plus faible et, donc, elles sont plus adaptées à un milieu marin caractérisé par une forte turbidité qu'à un milieu lagunaire où la profondeur est le plus souvent très réduite et, donc, peu sélective (Morris, Glover, 1981 ; Affronti, Marshall, 1993). Il n'est pas exclu que dans les eaux de Chioggia, la présence remarquable d'organismes fluorescents à la couleur rouge soit imputable non seulement aux PCC mais aussi aux picoeucaryotes, comme on a signalé dans la lagune de Thau (Courties *et al.*, 1994 ; Chrétiennot-Dinet *et al.*, 1995). Cette hypothèse pourrait être soutenue par les concentrations élevées en ammoniac, observées surtout à la station 3 ; il est possible que ces concentrations soient dues à la présence significative de mollusques bivalves et favorisent une dominance des picoeucaryotes sur les cyanobactéries (Courties *et al.*, 1994).

Bien souvent, les eaux de la marée montante sont plus riches en cellules phytoplanctoniques que les eaux de la marée descendante. On doit rappeler que les masses d'eaux qui sont canalisées vers l'intérieur du bassin sont souvent caractérisées par la présence de nombreuses espèces eupélagiques, c'est-à-dire typiques de la mer ouverte et donc peu tolérantes à l'égard des conditions du milieu saumâtre. Cependant, malgré la sélection, la quantité de phytoplancton qui sort de la lagune est quelquefois égale ou supérieure à celle qui entre, comme cela a été vérifié au cours de la première année de recherche. Toutefois, il ne faut pas sous-évaluer le rôle joué par les eaux de la marée montante à l'égard de la productivité primaire du bassin lagunaire (Marchesoni, 1954).

Les recherches effectuées auparavant le long du Canale delle Fosse (Socal *et al.*, 1986) ont mis en évidence le rôle que les mouvements des eaux jouent dans le choix des pièces d'eaux destinées à l'élevage des moules. En effet, dans la zone étudiée, la bonne circulation hydrique assure des conditions satisfaisantes aux organismes des viviers pour un développement rapide et une bonne épuration.

Mais il ne suffit pas de contrôler la qualité des eaux pour donner des garanties en ce qui concerne la santé humaine ; une surveillance de la présence de microalgues productrices de toxines, pour la plupart Dinophycées, est souhaitable. A ce propos, il faut souligner la présence, à Chioggia, de quatre espèces qu'on peut ranger parmi celles considérées comme toxiques (Tolomio, Moschin, 1995) : *Prorocentrum lima*, espèce pouvant produire des toxines diarrhéiques (Lassus, 1988), est présente seulement au mois d'août 1992 et avec peu de cellules (40 cell./l) ; *Prorocentrum minimum*, dont la toxicité n'est pas encore bien prouvée (Sournia *et al.*, 1991), a été signalé de mars à juin 1991 (12 cell./ml) et de juin à août 1992 (4 cell./ml) ; *Dinophysis caudata*, observé aux mois d'août, d'octobre et de novembre 1992, avec un nombre de cellules (en moyenne 100 cell./l) inférieur au seuil reconnu comme dangereux (Lassus *et al.*, 1991) ; *Gonyaulax polyedra* est apparu de juin à août 1992 en petite quantité, avec une concentration moyenne de 200 cell./l qui ne peut en aucun cas provoquer une chute de l'oxygène dissous (Lassus, 1988). Sur la base des données récoltées dans toute la lagune (Tolomio, Moschin, 1995), la présence de microalgues toxiques est, à l'heure actuelle, peu significative et, par conséquent, ne comporte aucun risque.

En conclusion, la zone lagunaire examinée, soumise directement aux apports marins et peu influencée par les masses d'eau continentales, assure aux moules des viviers une bonne stabilité des conditions halines. Même les fluctuations des autres variables écologiques ne diffèrent pas beaucoup de celles qu'on peut relever près de l'embouchure du canal de Chioggia ou dans la mer ouverte en face de la lagune (Tolomio *et al.*, à paraître).

REMERCIEMENTS

Cette recherche a été financée par le *Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali*, legge 41/82.

BIBLIOGRAPHIE

- Affronti L.F., H.G. Marshall, 1993 - Diel abundance and productivity patterns of autotrophic picoplankton in the lower Chesapeake Bay. *J. Plankton Res.*, **15** : 1-8.
- Andreoli C., C. Tolomio, L.R. Scarabel, I. Moro, S. Bellato, M. Moretto, L. Masiero, 1994 - Phytoplankton and chemical composition of the Scardovari Lagoon (Po Delta, North Adriatic Sea) during 1991 and 1992. *G. Bot. Ital.*, **6** : 1007-1027.
- Andreoli C., C. Tolomio, L. Tognetto, I. Moro, L. Scarabel, L. Masiero, 1997 - Phytoplankton and chemico-physical composition of the Caleri Lagoon (North Adriatic Sea) during 1991. *Arch. Hydrobiol. (Algol. Studies)*, **85** : 95-117.
- Andreoli M.G., A. Artegiani, R. Azzolini, G. Bombace, U. Giorgi, M. Marzocchi, E. Massera Bottazzi, M. Montresor, A. Solazzi, C. Tolomio, 1985 - Evoluzione

- annuale dei parametri idrobiologici su un transetto a sud-est di Ancona in corrispondenza delle barriere artificiali dell' I.R.P.E.M. (Campagna di rilevamento ZO.RI 1980-1981). *Quad. Ist. Ric. Pesca maritt., Ancona*, **4** : 103-147.
- APHA, 1981 - *Standard methods for the examination of water and wastewater*. APHA-AWWA-WPCF, Washington, 1193 pp.
- Blanc F., M. Leveau, 1970 - Effets de l'eutrophie et de la dessalure sur les populations phytoplanctoniques. *Mar. Biol.*, **5** : 283-293.
- Brunetti R., M. Marin, L. Beghi, M. Bressan, 1983 - Study of the pollution in the Venetian lagoon's lower basin during the period 1974-1983. *Riv. Idrobiol.*, **22** : 7-58.
- Chisholm S. W., E.V. Armbrust, R.J. Olson, 1986 - The individual cell in phytoplankton ecology : cell cycles and applications of flow cytometry. In : *Photosynthetic picophytoplankton*. T. Platt, W.K.W. Li (eds), Can. Bull. Fish. Aquat. Sci., **214**, pp : 343-369.
- Chrétiennot-Dinet M.-J., C. Courties, A. Vaquer, J. Neveux, H. Claustre, J. Lautier, M.C. Machado, 1995 - A new marine picoeucaryote : *Ostreococcus tauri* gen. et sp. nov. (Chlorophyta, Prasinophyceae). *Phycologia*, **34** : 285-292.
- Courties C., A. Vaquer, M. Troussellier, J. Lautier, M.-J. Chrétiennot-Dinet, J. Neveux, C. Machado, H. Claustre, 1994 - Smallest eukaryotic organism. *Nature*, **370** : 255.
- Eppley R.W., F.M.H. Reid, J.D.H. Strickland, 1970 - The ecology of the plankton of La Jolla, California, in the period April through September 1967. In : *Estimates of phytoplankton crop size and primary production. Part III*. J.D.H. Strickland (ed.), Bull. Scripps Inst. Oceanogr., **17**, pp : 33-42.
- Hasle G.R., 1965 - *Nitzschia* and *Fragilariopsis* species studied in the light and electron microscopes. II. The group *Pseudonitzschia*. *Skr. norske Vidensk. Akad. Oslo, I. Mat. Nat. Kl., N.S.*, **16** : 1-48.
- Hulburt E.M., 1963 - The diversity of phytoplanktonic population in oceanic, coastal and estuarine regions. *J. mar. Res.*, **21** : 81-93.
- Jacques G., M.O. Soyer, 1977 - Nouvelles observations sur *Pselodinium vaubanii* Sournia, dinoflagellé libre planctonique. *Vie Milieu*, **27** : 3-90.
- Jeffrey S.W., G.F. Humphrey, 1975 - New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a, b, c₁ and c₂ in algae, phytoplankton and higher plants. *Biochem. Physiol. Pflanz.*, **167** : 191-194.
- Kovala P.E., J.D. Larrance, 1966 - Computation of phytoplankton cell numbers, cell volume, cell surface and plasma volume per liter, from microscopical counts. *Dept. Oceanogr., Univ. Washington, Seattle, Spec. Rep.*, **38** : 1-80.
- Lassus P., 1988 - *Plancton toxique et plancton d'eaux rouges sur les côtes européennes*. IFREMER, Plouzané, 111 pp.
- Lassus P., 1992 - Accumulation de biotoxines par les coquillages, In : *Coquillages et santé publique - Du risque à la prévention*. ENSP (éd.), pp : 79-98.
- Lassus P., A. Herbland, C. Lebaut, 1991 - *Dinophysis* blooms and toxic effects along the French coast. *World Aquaculture*, **22** : 49-54.
- Li W.K.W., 1990 - Particles in "Particle-free" seawater: growth of ultraphytoplankton and implications for dilution experiments. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **47** : 1258-1268.
- Li W.K.W., 1994 - Primary production of prochlorophytes, cyanobacteria and eukaryotic ultraphytoplankton : measurements from flow cytometric sorting. *Limnol. Oceanogr.*, **39** : 169-175.
- Marasovic I., 1983 - Records of new phytoplankton species in the Adriatic Sea. *Inst. Oceanogr. Ribarstvo, Split, Biljeske-Notes*, **52** : 1-6.
- Marchesoni V., 1954 - Il trofismo della Laguna Veneta e la vivificazione marina. III. - Ricerche sulle variazioni quantitative del fitoplancton. *Archo Oceanogr. Limnol.*, **9** : 153-285.
- Montresor M., C. Salafia, A. Solazzi, C. Tolomio, M. Marzocchi, 1982 - *I popolamenti fitoplanctonici nell'Alto Adriatico occidentale (primavera-estate 1978)*. Atti Conv. Naz. Progetto Finalizzato Oceanogr. e Fondi mar., Roma 5-7 marzo 1979, pp : 95-106.
- Moro I., E. Moschin, C. Andreoli, 1994 - Further surveys of *Pselodinium vaubanii* Sournia (Pyrrophyta) in the Adriatic Sea. *G. b. Ital.*, **128** : 771-775.
- Morris I., H. Glover, 1981 - Physiology and photosynthesis by marine coccoid cyanobacteria. Some ecological implications. *Limnol. Oceanogr.*, **26** : 957-961.
- Moschin E., I. Moro, 1996 - Osservazioni morfologiche su *Skeletonema costatum* (Grev.) Cl. in un fenomeno di fioritura nella Laguna di Venezia. *Boll. Mus. civ. Stor. nat. Venezia*, **44** : 211-220.
- Revelante N., M. Gilmartin, 1995 - The relative increase of larger phytoplankton in a subsurface chlorophyll maximum of the northern Adriatic Sea. *J. Plankt. Res.*, **17** : 1535-1562.
- SCOR-UNESCO, 1966 - *Determination of photosynthetic pigments in seawater. Monographs on Oceanographic Methodology*. UNESCO, Paris, pp : 11-18.
- Shannon C.E., W. Weaver, 1963 - *The mathematical theory of communication*. Univ. of Illinois Press, Urbana, 117 pp.
- Shimada A., T. Hasegawa, I. Umeda, N. Kadoya, T. Maruyama, 1993 - Spatial mesoscale patterns of West Pacific picophytoplankton as analyzed by flow cytometry: their contribution to surface chlorophyll maxima. *Mar. Biol.*, **115** : 209-215.
- Socal G., M. Pellizzato, L. Da Ros, 1986 - Analisi qualitativa del fitoplancton in acque utilizzate per la molluschicoltura (Laguna di Venezia - bacino meridionale). *Lavori Soc. Ven. Sci. nat.*, **11** : 143-150.
- Sorokin Yu. I., P.Yu. Sorokin, O. Giovanardi, L. Dalla Venezia, 1996 - Study of the ecosystem of the lagoon of Venice, with emphasis on anthropogenic impact. *Mar. Ecol.-Prog. Ser.*, **141** : 247-261.
- Sournia A., C. Belin, B. Berland, E. Erard-Le Denn, P. Gentien, D. Grzebyk, C. Marcaillou-Le Baut, P. Lassus, F. Partensky, 1991 - *Le phytoplancton nuisible des côtes de France : de la biologie à la prévention*. IFREMER, Plouzané, 154 pp.
- Tolomio C., 1978 - Catalogo delle Diatomee e delle Peridinee più significative segnalate nelle acque salmastre italiane. *Memorie Biol. mar. Oceanogr.*, **8** : 129-150.
- Tolomio C., E. Moschin, 1995 - Y a-t-il des microalgues nuisibles dans la lagune de Venise (Période des observations: 1988-1993). *Mar. Life*, **5** : 3-9.
- Travers M., 1971 - Diversité du microplancton du golfe de Marseille. *Mar. Biol.*, **8** : 308-358.
- Troussellier M., C. Courties, A. Vaquer, 1993 - Recent applications of the flow cytometry in aquatic microbial ecology. *Biol. Cell.*, **78** : 11-121.

Utermöhl H., 1958 - Zur Vervollkomnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitt. int. Verein. theor. angew. Limnol.*, **9** : 1-38.

Vaulot D., F. Partensky, J. Neveux, R. Fauzi, C. Mantoura, C.A. Llewellyn, 1990 - Winter presence of prochlorophytes in surface waters of the north-western Mediterranean Sea. *Limnol. Oceanogr.*, **35** : 1156-1164.

Verity P.G., C.Y. Robertson, C.R. Tronzo, M.G. Andrews, J.R. Nelson, M.E. Sieracki, 1992 - Relationships between cell volume and the carbon and nitrogen content of marine photosynthetic nanoplankton. *Limnol. Oceanogr.*, **37** : 1434-1446.

Reçu en février 1997 ; accepté en mars 1998.

Received February 1997; accepted March 1998.