

Le phytoplancton de surface dans la lagune d'Acquatina-Frigule (mer Adriatique méridionale)

*Surface phytoplankton
in the Acquatina-Frigule lagoon (Southern Adriatic Sea)*

Claudio Tolomio, Carlo Andreoli, Maja Darin et Mario Bortolotto
Dipartimento di biologia, Università degli studi di Padova, via Trieste 75, 35121 Padova, Italia

Mots clés : phytoplancton, eaux saumâtres, Adriatique
Key words : phytoplankton, brackish waters, Adriatic Sea

RÉSUMÉ

Tolomio C., C. Andreoli, M. Darin, M. Bortolotto, 1992 - Le phytoplancton de surface dans la lagune d'Acquatina-Frigule (mer Adriatique méridionale). *Mar. Life*, 2 (1) : 47 - 52.

Dans le cadre de recherches hydrologiques et biologiques sur les bassins lagunaires de la mer Adriatique, une étude annuelle sur le phytoplancton de la lagune d'Acquatina-Frigule (Pouilles) a été effectuée. Trois stations caractérisées par une hydrologie différente ont été examinées. Leur localisation influence surtout la distribution qualitative du phytoplancton tandis que les valeurs de son abondance se ressentent d'une façon moins directe des propriétés du milieu ambiant. Quelques taxons présentent une remarquable pérennité avec parfois un nombre très grand d'individus : *Amphora exigua*, *Cocconeis placentula*, *C. scutellum*, *Cylindrotheca closterium*, *Nitzschia longissima* parmi les Diatomées et *Prorocentrum minimum* parmi les Dinophycées. Les Chlorophycées présentent une poussée de développement limitée au mois d'avril à la station 6. Les Microflagellés, qui souvent représentent jusqu'à 90 % des cellules, jouent un rôle très important dans les résultats quantitatifs.

ABSTRACT

Tolomio C., C. Andreoli, M. Darin, M. Bortolotto, 1992 - Surface phytoplankton in the Acquatina-Frigule lagoon (Southern Adriatic Sea). *Mar. Life*, 2 (1) : 47 - 52.

As part of a programme of hydrological and biological research in brackish waters in the Adriatic Sea, the phytoplankton of the Acquatina-Frigule lagoon (Apulia) was studied over an annual cycle. Three hydrologically different stations were examined. The qualitative distribution of the phytoplankton is influenced by the location of the sampling station, whereas abundance is less directly affected by environmental factors. The most persistent and strongly represented forms were *Amphora exigua*, *Cocconeis placentula*, *C. scutellum*, *Cylindrotheca closterium*, *Nitzschia longissima* among the Diatoms and *Prorocentrum minimum* among the Dinophyceae. The Chlorophyceae were abundant only in April at station 6. The Microflagellates are strongly represented in the quantitative results, often accounting for up to 90 % of the cells.

INTRODUCTION

La lagune d'Acquatina-Frigule est un bassin situé le long du littoral adriatique des Pouilles, entre Torre Chianca et S. Cataldo ; il est caractérisé par des eaux saumâtres dues au mélange d'eaux continentales (cours d'eau tributaires, sources sous-marines, eaux de ruissellement, etc.) et marines (chenaux de communication avec la mer).

La forme (figure 1), les dimensions, la profondeur (en moyenne 1,5 m) et le régime hydrodynamique de ce milieu nous ont poussés à effectuer des recherches hydrologiques et biologiques pour sa

valorisation dans le cadre de projets d'aquaculture. Dans ce but, la connaissance des premiers niveaux trophiques (biomasse phytoplanctonique) est donc très importante puisqu'elle permet de mettre en évidence les ressources du bassin.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Pour l'étude du milieu, 7 stations ont été choisies mais 3 seulement ont été utilisées pour l'analyse du phytoplancton (st. 1, st. 5 et st. 6). La station 5 est la plus isolée du point de vue hydrologique ; la station 1 et la station 6, au contraire, sont influen-

cées respectivement par le canal Giammatteo, qui canalise l'eau douce de l'arrière-pays, et par les communications avec la mer, où passent les courants de marée.

Même si quelquefois on peut observer une nette stratification des eaux, nous avons considéré uniquement, vu le caractère préliminaire de cette recherche, le niveau de surface. Les prélèvements ont été effectués tous les mois, de décembre 1985 à novembre 1986, et toujours le matin (de 10 h à 11 h 30).

Dans la région, l'amplitude de variation de niveau des eaux est très réduite (avec une moyenne annuelle de 20 cm environ) et très influencée par la pression atmosphérique, qui peut, parfois, annuler ou inverser les effets de la marée.

Le phytoplancton, fixé au formaldéhyde (4%), a été étudié suivant la méthode d'Utermöhl (1958), aussi bien du point de vue qualitatif que quantitatif. En outre, nous avons mesuré les dimensions de chaque espèce pour calculer son volume cellulaire (Trevisan, 1978) : ceci permet d'obtenir une évaluation, même approximative, de la biomasse phytoplanctonique. Dans le but de compléter les informations sur la structure des communautés végétales planctoniques, nous avons calculé les indices de diversité H (Shannon, 1948) et de dominance δ_1 et δ_2 (Hulburt, 1963). Toutes les données, y compris celles relatives au milieu, ont été utilisées pour l'analyse multivariée (Lagonegro et Feoli, 1986).

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Pendant toute la période de recherche, la température est assez élevée : en effet, les valeurs ne descendent pas en-dessous de 10°C (février) et atteignent leur maximum au mois d'août (28°C).

La teneur en oxygène dissous est assez homogène, exception faite pour la période plus chaude où les fluctuations sont comprises entre 7 et 8,9 ml.l⁻¹.

Le pH ne présente pas non plus de variations sensibles : il oscille entre 8 et 8,8 à l'exception du mois de juillet (pH = 7,7).

En ce qui concerne la salinité, de remarquables différences ont été observées uniquement aux mois de décembre et de janvier entre la station 1, influencée par les apports du canal Giammatteo, et les autres stations. Pour tous les autres mois, la salinité est bien uniforme dans tout le bassin avec des valeurs le plus souvent supérieures à 25.

On a identifié 99 taxons phytoplanctoniques, dont une partie est présente dans toutes les stations. Plusieurs taxons ont été souvent signalés dans les eaux saumâtres (Tolomio, 1978) : en particulier, beaucoup d'espèces récoltées dans la lagune

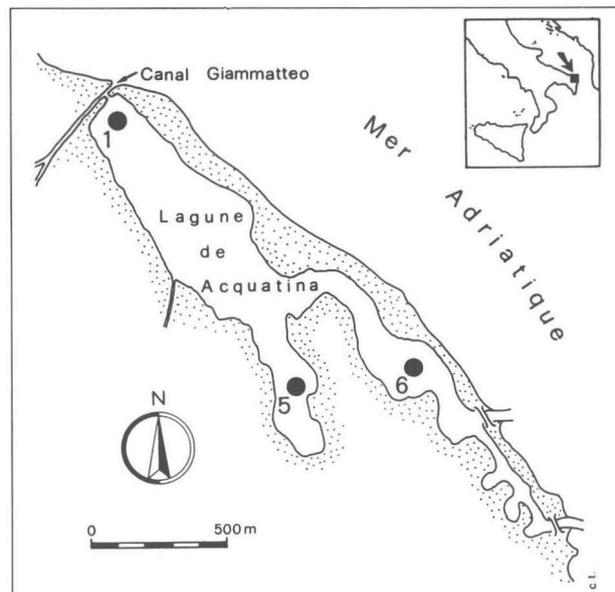


Figure 1 - La lagune d'Acquatina-Frigule : position des stations. The lagoon of Acquatina-Frigule : position of the sampling stations.

d'Acquatina-Frigule, surtout les plus abondantes, ont été trouvées même dans les grands bassins côtiers de l'Adriatique, c'est-à-dire les lagunes de Lesina (Solazzi *et al.*, 1972) et de Varano (Tolomio *et al.*, 1990) au sud et les lagunes de Grado-Marano (Tolomio, 1976 et 1982) et de Venise (Voltolina, 1975 ; Tolomio, 1988) au nord. Mais on peut remarquer aussi la présence de formes qui sont fréquentes dans les eaux marines adriatiques (Pucher-Petkovic, 1966 ; Solazzi et Andreoli, 1971 ; Revelante et Gilmartin, 1976 ; Marzocchi *et al.*, 1979 ; Montresor *et al.*, 1982).

Parmi les Diatomées dominent les formes tycho-pélagiques appartenant aux genres *Amphora*, *Cocconeis*, *Licmophora*, *Nitzschia* ; la présence d'espèces typiquement eupélagiques (*Chaetoceros* spp., *Rhizosolenia* spp.) est tout à fait insignifiante. On peut dire la même chose pour les Dinophycées : dans les stations les plus dessalées (station 1 et station 5), le genre le plus représentatif est *Prorocentrum*, en particulier avec *P. minimum*, qui se révèle le taxon le plus abondant, comme on l'a déjà signalé à Lesina (Solazzi *et al.*, 1972) et à Varano (Tolomio *et al.*, 1990). Bien que dans chaque échantillonnage le hasard joue un rôle important, quelques espèces (*Amphora exigua*, *Cocconeis placentula*, *C. scutellum*, *Cylindrotheca closterium*) manifestent une grande pérennité, parfois avec une abondance très marquée. Quelquefois, certains taxons sont abondants dans un seul prélèvement ou dans un certain secteur du bassin, comme, par exemple, *Chaetoceros pseudocrinatus* (en décembre et en mai très fréquent seulement dans les stations 5 et 6) ou *Eunotia lunaris* (abondant dans tout le

bassin mais seulement au mois de septembre). Du reste, parmi les Diatomées, il y a beaucoup de formes qui n'ont pas pu être identifiées mais qui contribuent d'une façon considérable aux valeurs d'abondance. On peut dire la même chose pour quelques Dinophycées, très petites mais très nombreuses, observées surtout en juin et en juillet. Dans cette classe, un rôle remarquable est joué par *Prorocentrum minimum* et, en second lieu, par *Prorocentrum scutellum* : le premier est présent pendant toute l'année, le deuxième seulement jusqu'à la fin de l'été. Il faut mentionner aussi l'abondance de *Scropsiella trochoidea*, au mois de juin seulement.

Les fluctuations quantitatives du phytoplancton (figure 2) sont assez irrégulières, surtout à la station 1, qui est la plus influencée par les apports continentaux. En effet, les valeurs fluctuent à toutes les stations, ce qui indique l'impact des facteurs externes sur le développement du phytoplancton. Une abondance considérable ne coïncide pas tou-

jours avec les conditions du milieu les plus favorables du point de vue photique et trophique : d'autres facteurs, comme les mouvements turbulents et l'action des brouteurs, peuvent altérer l'évolution d'une population en provoquant des augmentations ou des diminutions numériques même à court terme. Nous pouvons mentionner le cas du maximum relevé en juin à la station 1 (plus de $1,7 \times 10^3$ cell.ml⁻¹), alors que dans les périodes précédente et suivante les teneurs étaient inférieures à 500 cellules par millilitre. Une situation analogue a été relevée à la même station au mois de septembre. A la station 6, la plus influencée par les eaux marines, en mai et en août, les concentrations en phytoplancton n'ont pas atteint le niveau prévisible. A la station 5, il y a une évolution semblable, même si les abondances trouvées en septembre sont bien plus faibles que celles obtenues à la station 6 et, plus encore, à la station 1.

A toutes les stations, les Microflagellés(*) constituent souvent une fraction importante du phytoplancton avec des pourcentages élevés (plus de 50 % du total : tab. 1) ; au début de l'été, ils dépassent 500 cellules par millilitre ($1,1 \times 10^3$ cell.ml⁻¹ en juillet à la station 6).

Il faut enfin mentionner la présence massive des Chlorophycées au mois d'avril mais seulement à la station 6 ; aux autres stations et dans les autres prélèvements, cette classe et celle des Euglénophycées sont vraiment peu représentées.

Même s'il est hasardeux de comparer entre eux les milieux saumâtres, les valeurs d'abondance phytoplanctonique à Acquatina-Frigule sont en général plus basses que celles obtenues dans des bassins fertilisés de l'Adriatique septentrionale (Valle Fosse et Valle Zappa : Andreoli et Tolomio, 1988 b ; Valle Pozzadini : Andreoli et al., 1989) mais plus fortes que celles enregistrées dans une autre petite lagune similaire, destinée à servir de vivier, mais non fertilisée (Valle Grande, Bibione : Tolomio, 1990).

Les discordances entre les fluctuations du nombre des cellules et celles de biomasse (Figure 2) sont imputables, ici comme ailleurs (Andreoli et Tolomio, 1988 a, 1988 b ; Tolomio et al., 1990), aux variations saisonnières de la composition taxinomique du phytoplancton. Les taxons caractérisés par un volume cellulaire différent ou qui se trouvent dans une phase physiologique particulière contribuent d'une façon dissemblable au total de la biomasse, souvent en contradiction avec leur abondance numérique. On peut dire cela à propos de quelques Diatomées appartenant aux genres *Actino-*

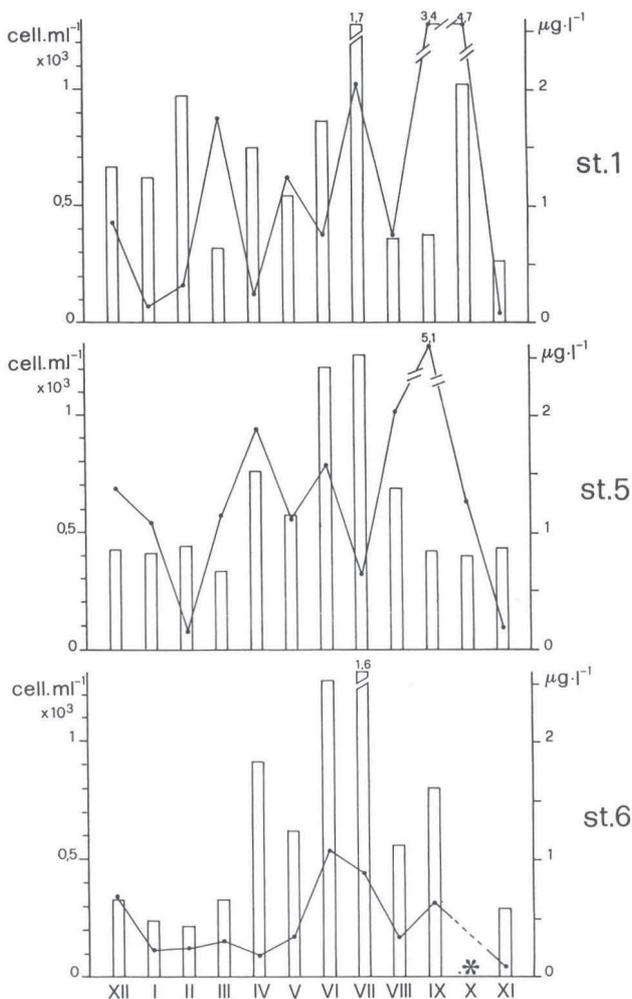


Figure 2 - Fluctuations des valeurs d'abondance (histogrammes) et de biomasse phytoplanctonique dans les trois stations de prélèvement (* = échantillon perdu). Variations of the values of abundance (histograms) and of phytoplanktonic biomass in the sampling stations (* = lost sample).

(*) Sous ce nom nous désignons beaucoup de formes très petites (<5 µm), avec un ou deux flagelles et une morphologie très variée, appartenant à des classes diverses (Cryptophycées, Haptophycées, Chlorophycées, etc.).

Tableau 1 - Valeurs d'abondance totale et des groupes phytoplanctoniques (cell.ml⁻¹) dans les trois stations examinées./Values of abundance (total phytoplankton and taxonomical groups, cells.ml⁻¹) in the stations studied.

MOIS		XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
STATION 1	Diatomées	39	43	26	70	171	310	292	193	113	163	516	126
	Dinophycées	309	5	16	100	10	115	97	922	14	12	27	1
	Euglenophycées	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
	Chlorophycées	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Microflagellés	318	572	929	144	569	109	485	601	243	210	497	148
	TOTAL	666	620	971	314	750	534	875	1 716	370	385	1 040	275
STATION 5	Diatomées	125	21	33	109	153	219	311	143	92	131	164	255
	Dinophycées	206	85	11	83	116	111	226	252	92	27	62	-
	Euglenophycées	-	-	-	-	-	-	6	1	-	-	-	-
	Chlorophycées	-	-	-	-	-	1	1	7	-	-	-	-
	Microflagellés	85	303	400	141	494	242	661	861	498	231	173	159
	TOTAL	416	409	444	333	763	573	1 205	1 264	682	389	399	414
STATION 6	Diatomées	87	36	116	154	113	267	319	250	260	269		174
	Dinophycées	117	14	14	48	10	39	177	221	2	3		-
	Euglenophycées	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-		-
	Chlorophycées	-	-	-	-	622	-	1	-	-	-		-
	Microflagellés	115	191	92	127	169	313	770	1 161	292	531		102
	TOTAL	319	241	222	329	914	619	1 266	1 635	554	803		276

cyclus, *Coscinodiscus* et *Pleurosigma* et de plusieurs Dinophycées.

CONCLUSIONS

La localisation des trois stations de prélèvement, influencées d'une façon différente par les apports des eaux, ne conditionne pas toujours dans le même sens le développement des cellules végétales pélagiques : les plus fortes valeurs des indices de diversité sont très souvent observées à la station la plus proche des communications avec la mer ou à la station la plus isolée hydrologiquement ; contrairement aux prévisions, à la station la plus intérieure, influencée par les eaux douces du canal Giammatteo, il y a des indices moins élevés par suite d'une certaine homogénéité des communautés phytoplanctoniques. Du reste, un rôle important est joué

par les Microflagellés, qui ont été inclus dans les calculs de diversité même s'ils appartiennent à un niveau hiérarchique différent : leur développement, quelquefois vraiment massif, élève la valeur des indices de dominance. Les autres taxons ou groupes taxinomiques sont peu représentés. Il existe donc une forte compétition interspécifique qui, surtout dans les eaux saumâtres, est accrue par la sélection (D'Ancona et Battaglia, 1962). Il n'y a pas de différence considérable entre les valeurs relevées au cours de l'année : pendant le printemps et l'été, lorsque les conditions ambiantes favorisent la prolifération d'un grand nombre d'espèces, les indices ne diffèrent guère de ceux de l'automne et de l'hiver. Une situation anormale, du reste déjà signalée, se vérifie pendant la saison froide (janvier et février) (figure 3).

En ce qui concerne les paramètres du milieu, la situation apparaît, en général, homogène ; ce n'est

pas vrai pour le phytoplancton. En effet, il est possible de relever une composition spécifique différente selon l'origine des masses d'eau ; les indices de diversité et de dominance montrent une affinité plus étroite entre station 1 et station 5, caractérisées par des eaux moins salées. Pour ces stations, il existe, en outre, une bonne correspondance entre les valeurs de biomasse (présent travail) et les valeurs de production primaire dans une zone centrale du bassin (Belmonte *et al.*, comm. pers.).

L'analyse factorielle des données relatives au milieu ne met en évidence que de légères différences entre les trois stations : pour chaque station, les mois auxquels correspondent les divers prélèvements sont groupés d'une façon assez semblable du point de vue saisonnier (Figure 4 a). Au contraire, dans l'analyse des données biologiques (phytoplancton), chaque station révèle une classification assez particulière et différente des autres (figure 4 b). L'analyse en composantes principales (A.C.P.), appliquée à la matrice de distance euclidienne de toutes les données phytoplanctoniques, met en évidence un groupement qui réunit tous les mois, exception faite des mois de juin et de juillet caractérisés par des poussées de Dinophycées (figure 5). La station 6 se différencie aussi par la floraison des Chlorophycées, qui s'est produite en avril ; par contre, aux autres stations, cette classe est complètement absente.

La forme, l'hétérogénéité et la faible étendue de la lagune, de même que sa circulation qui peut être facilement améliorée, le climat favorable et la biomasse végétale suffisante, pourraient permettre sa

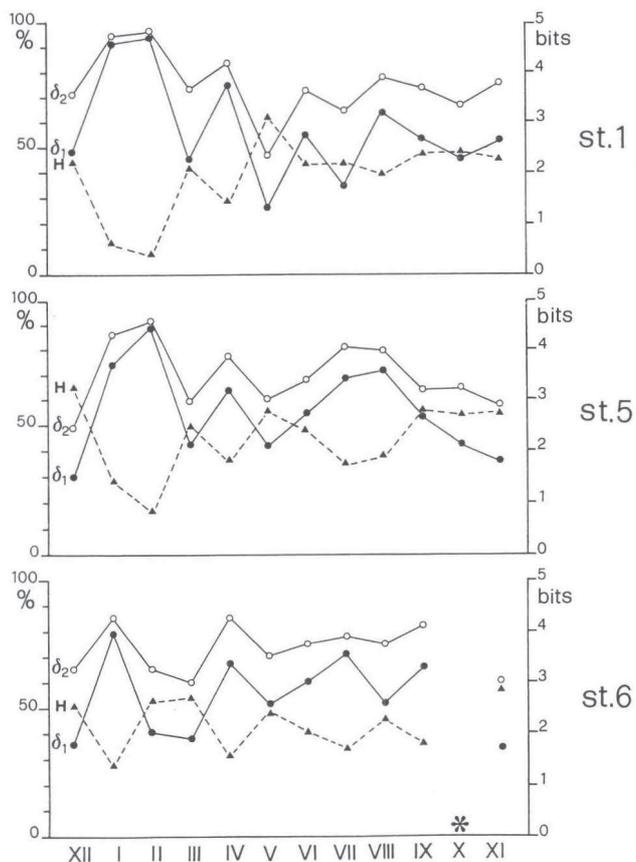


Figure 3 - Valeurs des indices de diversité (H) et de dominance (∂_1 et ∂_2) dans les stations examinées (* = échantillon perdu). Values of diversity index (H) and of dominance index (∂_1 and ∂_2) in the stations studied (* = lost sample).

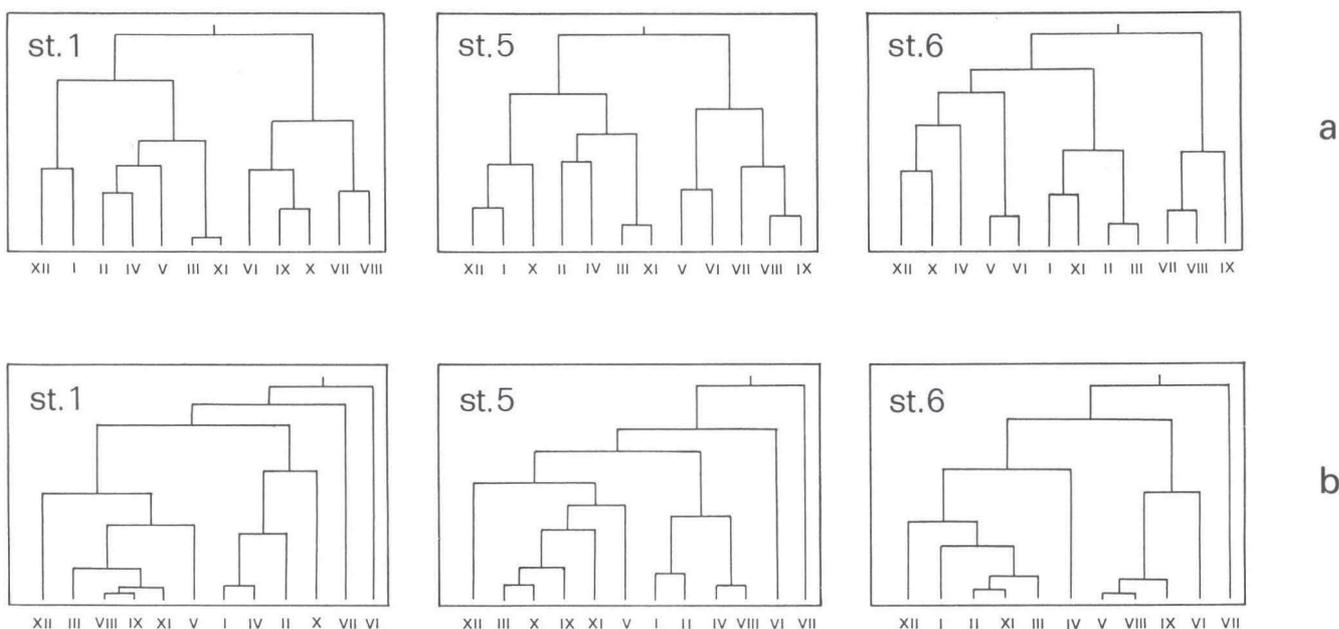


Figure 4 - Dendrogrammes de la classification hiérarchique des périodes de prélèvement, obtenus par les matrices de distance qui décrivent les paramètres ambiants (a) et les données phytoplanctoniques (b) dans chaque station. / Dendrograms classifying the sampling periods obtained by distance matrices describing the environmental parameters (a) and the phytoplankton (b) for every station.

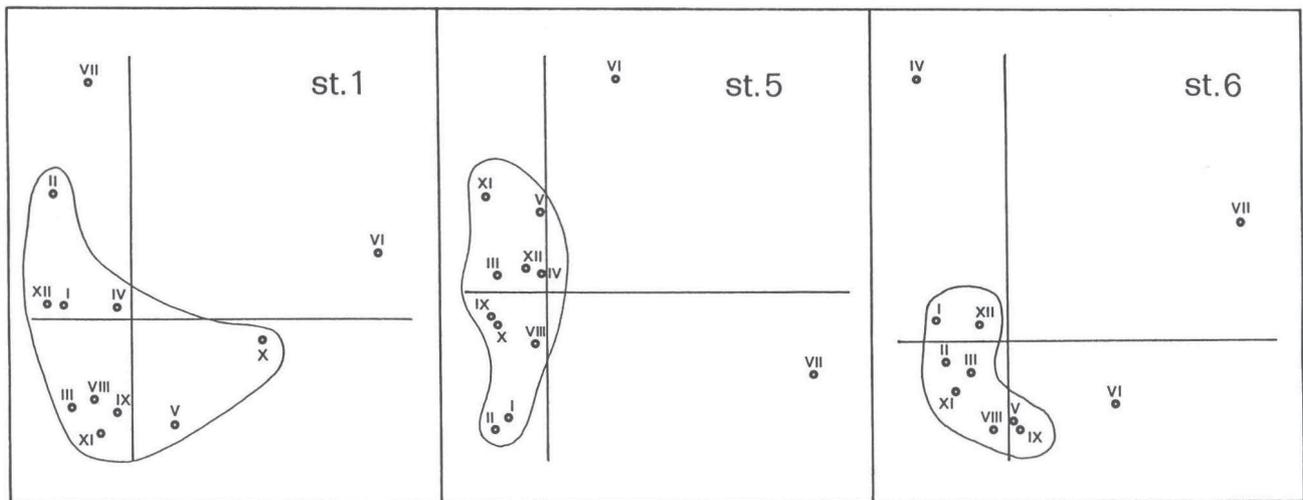


Figure 5 - Ordonnance des périodes de prélèvement (A.C.P.), obtenue par la technique "biplot" (Lagonegro et Feoli, 1986). / Arrangement of the sampling periods obtained by the biplot technique (Lagonegro and Feoli, 1986).

valorisation dans le cadre de projets d'aquaculture ; toutefois, il faut choisir avec beaucoup d'attention les espèces animales à élever dans le but d'exploiter au mieux les ressources du milieu (Giordani et Melotti, 1984).

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient vivement M. Genuario Belmonte (Dipartimento di biologia, Università degli studi di Lecce, Italia qui a bien voulu nous fournir les données sur le milieu et échantillonner le phytoplancton.

BIBLIOGRAPHIE

- Andreoli C., C. Tolomio, 1988 a - Ciclo annuale del fitoplancton in una valle da pesca della Laguna Veneta (Valle Dogà). *Archo Oceanogr. Limnol.*, **21** : 95-115.
- Andreoli C., C. Tolomio, 1988 b - Densité et biomasse du phytoplancton et du picoplancton dans des bassins fertilisés en "Valle Fosse" et "Valle Zappa" (Lagune de Venise). *Arch. Hydrobiol. (Algological Studies)*, **49** : 505-528.
- Andreoli C., S. Casellato, C. Tolomio, 1989 - Densità e biomassa del fitoplancton e del macrobenthos in bacini fertilizzati di una valle da pesca del Delta del Po. *S.I.T.E. Atti*, **7** : 89-99.
- D'Ancona U., B. Battaglia, 1962 - Le lagune salmastre dell'Alto Adriatico, ambiente di popolamento e di selezione. *Pubbl. Staz. zool. Napoli*, **32** : 315-335.
- Giordani G., P. Melotti, 1984 - Elementi di acquacoltura. Edagricole, Bologna, 400 pp.
- Hulburt E.M., 1963 - The diversity of phytoplanktonic populations in oceanic, coastal and estuarine regions. *J. mar. Res.*, **21** : 81-93.
- Lagonegro M., E. Feoli, 1986 - Analisi multivariata di dati. Libreria Goliardica, Trieste, 182 pp.
- Marzocchi M., A. Solazzi, C. Tolomio, P. Favero, F. Cavolo, 1979 - Composizione del fitoplancton in alcune stazioni costiere del Medio e Alto Adriatico occidentale. *Atti Conv. Scient. Naz. Prog. Final. Oceanogr. e Fondi Mar.* : 95-106.
- Montresor M., C. Salafia, A. Solazzi, C. Tolomio, M. Marzocchi, 1982 - I popolamenti fitoplanctonici nell'Alto Adri-

- tico Occidentale (Primavera-Estate 1978). *Atti Conv. UU.OO. s.Prog. Risorse Biol. e Inquin. Mar.* : 47-59.
- Pucher-Petkovic T., 1966 - Végétation des diatomées pélagiques de l'Adriatique moyenne. *Acta adriat.*, **13** : 1-99.
- Revelante N., M. Gilmartin, 1976 - Temporal succession of phytoplankton in the Northern Adriatic. *Neth. J. Sea Res.*, **10** : 377-396.
- Shannon C.E., 1948 - A mathematical theory of communication. *Bell Syst. tech. J.*, **27** : 379-423.
- Solazzi A., C. Andreoli, 1971 - Produttività e ciclo annuale del fitoplancton nel medio Adriatico occidentale. *Quad. Lab. Tec. Pesca*, **1** : 1-90.
- Solazzi A., C. Tolomio, C. Andreoli, G. Caniglia, V. Colliva, 1972 - La Laguna di Lesina (Foggia). Carico microfitico in un ciclo annuale. *Mem. Biogeogr. adr.*, **9** : 1-42.
- Tolomio C., 1976 - Variazioni stagionali e stazionali del fitoplancton nella Laguna di Marano (Udine). *Pubbl. Staz. zool. Napoli*, **40**. 133-237.
- 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., 1982 - Ricerche sul fitoplancton e su alcuni fattori ambientali nella Laguna di Grado (Gorizia). *Riv. Idrobiol.*, **21** : 75-96.
- Tolomio C., 1988 - Il fitoplancton della Valle di Brenta (Laguna di Venezia). Indagini stagionali : Giugno 1980-Marzo 1982. *Archo Oceanogr. Limnol.*, **21** : 117-150.
- Tolomio C., 1990 - Hydrologie et phytoplancton dans un bassin saumâtre de la mer Adriatique nord-occidentale (Valle Grande, Bibione). *Acta adriat.*, **31** : 75-97.
- Tolomio C., C. Andreoli, M. Montanari, 1990 - Étude sur l'hydrologie et le phytoplancton du lac de Varano (mer Adriatique). mai 1985 - avril 1986. *Arch. Hydrobiol. (Algological Studies)*, **58** : 57-86.
- Trevisan R., 1978 - Nota sull'uso dei volumi algali per la stima della biomassa. *Riv. Idrobiol.*, **17** : 355-356.
- Utermöhl H., 1958 - Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitt. int. Verein. theor. angew. Limnol.*, **9** : 1-38.
- Voltolina D., 1975 - The phytoplankton of the lagoon of Venice : november 1971 - november 1972. *Pubbl. Staz. zool. Napoli*, **39** : 206-340.

Reçu en février 1991 ; accepté en février 1993.
Received February 1991 ; accepted February 1993.