



HAL
open science

**COURANTS DE MAREE ET COMMUNAUTES
PHYTOPLANCTONIQUES DU CANALE DELLE
TREZZE (LAGUNE DE VENISE) Tide streams and
phytoplanktonic communities of the Canale délie Treize
(Lagoon of Venice)**

C Tolomio

► **To cite this version:**

C Tolomio. COURANTS DE MAREE ET COMMUNAUTES PHYTOPLANCTONIQUES DU CANALE DELLE TREZZE (LAGUNE DE VENISE) Tide streams and phytoplanktonic communities of the Canale délie Treize (Lagoon of Venice). Vie et Milieu / Life & Environment, 1993, pp.13-26. hal-03045669

HAL Id: hal-03045669

<https://hal.sorbonne-universite.fr/hal-03045669v1>

Submitted on 8 Dec 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

COURANTS DE MARÉE ET COMMUNAUTÉS PHYTOPLANCTONIQUES DU CANALE DELLE TREZZE (LAGUNE DE VENISE)

*Tide streams and phytoplanktonic communities of the Canale delle Trezze
(Lagoon of Venice)*

C. TOLOMIO

Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Padova, Via Trieste 75, 35121 Padova, Italia

LAGUNE DE VENISE
COURANTS DE MARÉE
PHYTOPLANCTON

RÉSUMÉ – Dans le but de compléter les recherches effectuées dans la Valle di Brenta (Lagune de Venise) et de mieux interpréter l'influence des marées sur les variations qualitatives et quantitatives des cellules phytoplanctoniques, nous avons fait des prélèvements saisonniers, à marées montante et descendante, dans quatre stations choisies le long du canal navigable, dit « delle Trezze », qui alimente le bassin le plus méridional de la lagune. Nous avons pu constater une remarquable différence entre les stations ainsi qu'entre la surface et le fond : ce qui permet de mettre en évidence les effets des facteurs hydrodynamiques (courants de marée) sur la composition et l'abondance du phytoplancton. Les résultats ont confirmé l'absence d'un plancton végétal typiquement et exclusivement saumâtre, tandis que dominent les taxons qui sont capables de supporter les variations considérables des facteurs ambiants. L'étude de l'écosystème a été complétée par analyse multivariée en utilisant toutes les données hydrologiques et biologiques. Cette analyse a confirmé les hypothèses formulées lors d'études précédentes : les gradients sont définis surtout par la concentration haline qui, dans le milieu lagunaire, est un facteur déterminant pour la sélection biologique.

VENICE LAGOON
TIDE STREAMS
PHYTOPLANCTON

ABSTRACT – To integrate previous researches in Valle di Brenta (Lagoon of Venice), in order to a better understanding of the tide influence on the qualitative and quantitative modifications of suspended plant cells, samples were taken seasonally during high and low tide at four stations set along the Canale delle Trezze, the main channel supplying the above-mentioned basin. We found clear differences in the various stations and between the surface and the bottom. Moreover, we pointed out the effects of hydrodynamism (tide streams) on composition and abundance of phytoplankton. The results show clearly the absence of a characteristic and exclusive phytoplankton of brackish waters, confirming the prevalence of those species which can better tolerate the periodical and sharp variations of the environment. The multivariate analysis has been applied to all available hydrological and biological results to complete this environmental study. The suppositions formulated by experience have been confirmed : the gradient structures are mainly determined by salinity representing the main factors in biological selection in the lagoon environment.

INTRODUCTION

Les marées de la Mer Adriatique sont caractérisées par des amplitudes plus fortes que celles d'autres zones côtières méditerranéennes (Mosetti, 1958); elles atteignent 80 cm en moyenne pendant les périodes de syzygie (Vercelli, 1950). Toutefois une altération des niveaux prévisibles est causée par les seiches (Faganelli, 1954), qui comportent des mouvements oscillatoires dus soit aux valeurs de la pression atmosphérique, soit aux vents ou à d'autres phénomènes météorologiques : en général, en cas de hautes pressions ou de vents qui

soufflent des secteurs orientaux, la marée baisse; le niveau de la marée est aussi influencé par les apports des précipitations (Mozzi, 1959).

Dans la lagune de Venise la marée présente des courants plus ou moins rapides (Dorigo, 1961; AA.VV., 1979) et de direction opposée selon les phases de flot et de jusant, qui sont séparées par des périodes de stagnation relative.

La propagation du flot, qui arrive au débouché des canaux (Lido, Malamocco, Chioggia) presque en même temps (Polli, 1952), est influencée, à l'intérieur de la lagune, par la conformation du

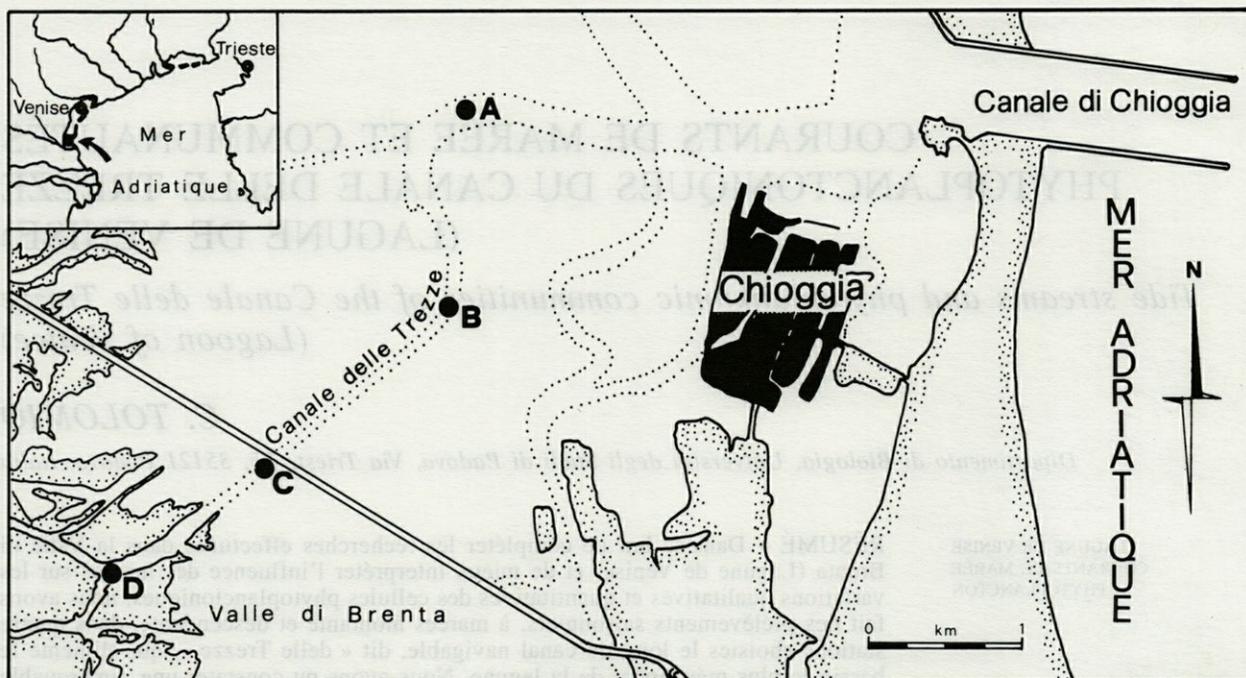


Fig. 1. - Lagune de Venise (bassin méridional) : distribution des stations (●) le long du Canale delle Trezze.
 The lagoon of Venice (southern basin) : distribution of the sampling stations (●) along the Canale delle Trezze.

bassin (De Marchi 1904), c'est-à-dire par la présence de lignes de partage des eaux, par le réseau des canaux et donc par leur profondeur, longueur et direction, par la morphologie des affleurements sableux, etc. Grâce à des données expérimentales, on a élaboré un modèle hydrodynamique (Cescon *et al.*, 1978) dans le but de déterminer des interventions d'assainissement des eaux.

La différenciation des eaux, à partir des canaux de communication avec la mer vers la bande périphérique revêt un grand intérêt. En plus de variations des facteurs physiques et chimiques (Faganelli, 1950, 1954; Barillari *et al.*, 1985), dans ces masses d'eau strictement subordonnées aux marées, surtout dans les zones les plus proches de la mer, on constate de grands changements de structure et de densité des communautés phytoplanctoniques (D'Ancona *et al.*, 1951; Marchesoni, 1954; Voltolina, 1973, 1975; Socal *et al.*, 1985).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Dans ce travail, qui complète une recherche de deux années sur le phytoplancton de la Valle di Brenta (Tolomio, 1988), on a examiné le Canale delle Trezze, qui constitue une des alimentations en eau du secteur le plus méridional de la Lagune de Venise.

Le long du canal quatre stations ont été fixées (Fig. 1) : dans chaque station on a effectué des prélèvements saisonniers (mars, juin, septembre et décembre 1981, en période de syzygie) et on a

étudié deux niveaux (surface et fond) dans les phases de flot et de jusant (Fig. 2).

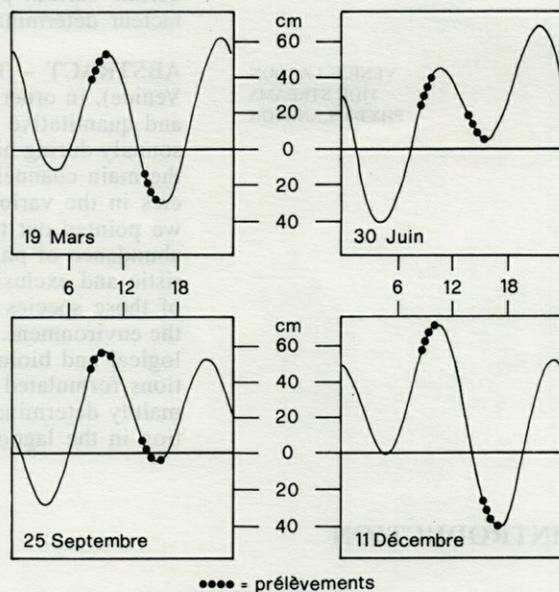


Fig. 2. - Amplitudes des marées les jours de prélèvement (de : « Previsioni delle altezze di marea per il bacino di S. Marco. Valori astronomici. 1982 ». Comune di Venezia e Ministero dei Lavori Pubblici - Uff. Idrogr. del Magistrato alle Acque di Venezia).

Ranges of the tides in the sampling days (from : « Previsioni delle altezze di marea per il bacino di S. Marco. Valori astronomici. 1982 ». Comune di Venezia e Ministero dei Lavori Pubblici - Uff. Idrogr. del Magistrato alle Acque di Venezia).

Nous avons considéré les paramètres suivants : transparence (disque de Secchi), température (thermomètre, bouteille Ruttner), chlorinité (méthode de Mohr), oxygène dissous (méthode de Winkler), pourcentage de saturation en O₂ (Green et Carrit, 1967).

Les échantillons du phytoplancton, fixés au formol (concentration finale = 4 %), ont été observés au microscope inversé suivant la méthode de Utermöhl (1958), en laissant déposer le matériel présent en suspension dans une quantité d'eau comprise entre 10 et 25 ml.

Pour la classification taxinomique nous avons consulté les travaux mentionnés par Lenzi Grillini *et al.* (1978). Pour obtenir des informations synthétiques sur la structure des communautés phytoplanctoniques nous avons calculé l'indice de diversité (Shannon, 1948).

L'analyse multivariée a été effectuée d'après Lagonegro et Feoli (1985). Toutes les données ont été normalisées, sans tests préalables (il n'y avait pas de données redondantes), et utilisées pour la

cluster analysis effectuée au moyen de la distance euclidienne parmi les stations. Nous avons effectué aussi une analyse de la dispersion des données hydrologiques par rapport à la moyenne de la matrice et à l'écart quadratique moyen. Pour l'analyse en composantes principales (A.C.P.) on a suivi la technique « biplot », qui permet d'ordonner de manière simultanée les stations et les variables; on a obtenu une classification non hiérarchique avec la méthode M.T.S. (*Minimum Spanning Tree*).

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Facteurs hydrologiques

Les eaux examinées se sont révélées peu transparentes par rapport aux résultats obtenus par Vercelli (1950) dans d'autres zones de la lagune vénitienne. Les valeurs, comprises entre 0,5 et 3,5 m, sont liées surtout à la phase de marée (moins élevées au jusant : Polli, 1955), à l'abondance du phytoplancton (Brunetti *et al.*, 1977) et à quelques

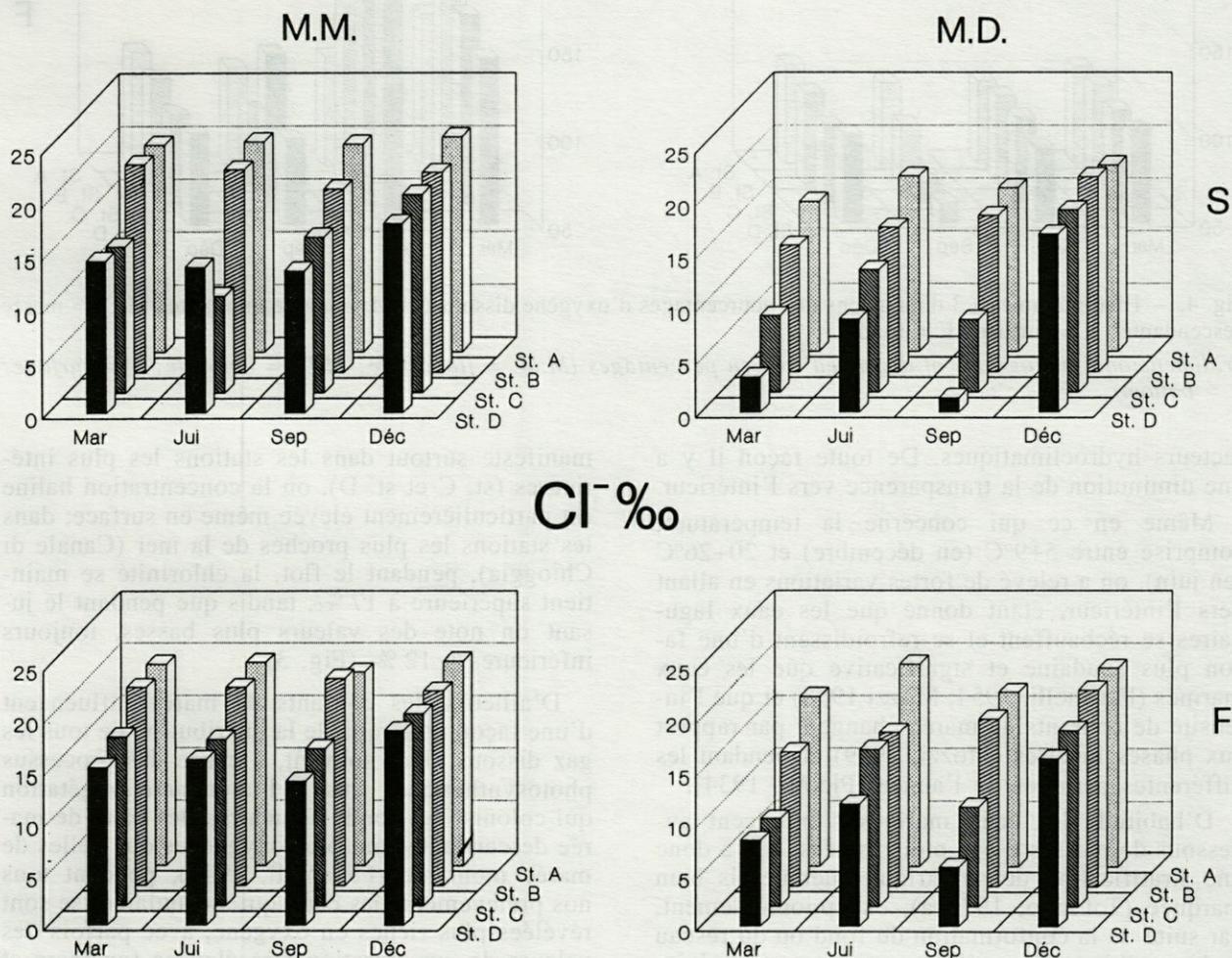


Fig. 3. - Histogrammes à 3 dimensions des valeurs de chlorinité; (marée montante = M.M.; marée descendante = M.D.; surface = S; fond = F).

Tridimensional histograms of chlorinity values; (flood-tide = M.M.; ebb-tide = M.D.; surface = S; bottom = F).

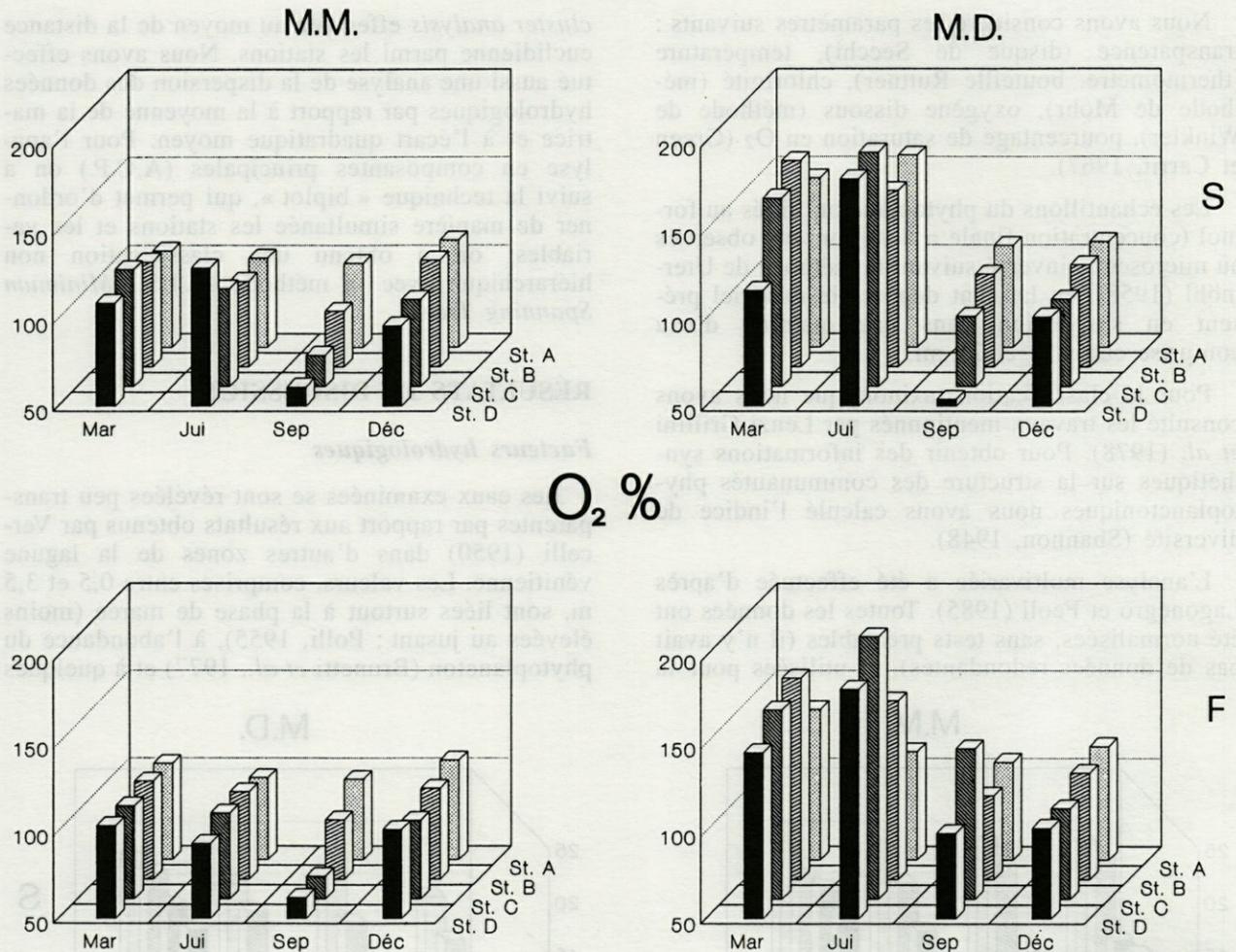


Fig. 4. - Histogrammes à 3 dimensions des pourcentages d'oxygène dissous (M.M. = marée montante; M.D. = marée descendante; S = surface; F = fond).

Tridimensional histograms of dissolved oxygen percentages (M.M. = flood-tide; M.D. = ebb-tide; S = surface; F = bottom).

facteurs hydroclimatiques. De toute façon il y a une diminution de la transparence vers l'intérieur.

Même en ce qui concerne la température, comprise entre 5+9°C (en décembre) et 20+26°C (en juin), on a relevé de fortes variations en allant vers l'intérieur, étant donné que les eaux lagunaires se réchauffent et se refroidissent d'une façon plus soudaine et significative que les eaux marines (Faganelli, 1954; Mozzi 1958) et que l'intensité de courants de marée changent par rapport aux phases lunaires (Mozzi, 1959) et pendant les différentes périodes de l'année (Picotti, 1934).

D'habitude les eaux marines s'enfoncent au-dessous de masses d'eau moins salées. Il y a donc une stratification densimétrique quelquefois bien marquée (Tolomio, 1976 a); exceptionnellement, par suite de la conformation du fond ou du réseau hydrographique, des mélanges peuvent se produire en provoquant la rupture de « l'état d'équilibre dynamique ». L'influence plus marquée des marées de syzygie, par rapport à celles de quadrature, se

manifeste surtout dans les stations les plus intérieures (st. C et st. D), où la concentration saline est particulièrement élevée même en surface; dans les stations les plus proches de la mer (Canale di Chioggia), pendant le flot, la chlorinité se maintient supérieure à 17 ‰, tandis que pendant le jusant on note des valeurs plus basses, toujours inférieures à 12 ‰ (Fig. 3).

D'ailleurs, les courants de marée influencent d'une façon remarquable la distribution de tous les gaz dissous. Très souvent, à cause des processus photosynthétiques dus à l'abondante végétation qui colonise les fonds lagunaires, les eaux de marée descendante sont plus oxygénées que celles de marée montante (Faganelli, 1949); pendant tous nos prélèvements les eaux qui s'écoulaient se sont révélées plus riches en oxygène, avec parfois des valeurs de sursaturation très élevées (en mars et en juin : Fig. 4). Une relation entre oxygénation et quantité de phytoplancton n'a pas été mise en évidence, même si quelquefois nous avons trouvé

Tabl. I. - Liste des taxons trouvés dans les quatre stations examinées pendant la marée montante (M.M.) et la marée descendante (M.D.) : + = présence; - = absence.

List of taxa found in the four stations during flood-tide (M.M.) and ebb-tide (M.D.) : + = presence; - = absence.

	M. M.				M. D.					M. M.				M. D.				
	St.	A	B	C	D	A	B	C		D	St.	A	B	C	D	A	B	C
CYANOPHYCEAE																		
<i>Merismopedia cf. punctata</i> Meyen	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EUGLENOPHYCEAE																		
<i>Eutreptiella marina</i> Da Cunha	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
DINOPHYCEAE																		
<i>Prorocentrum micans</i> Ehr.	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dinophysis caudata</i> Sav.-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dinophysis sacculus</i> Stein	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pyrophacus horologicum</i> Stein	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Glenodinium elpatiewskii</i> (Ostf.) Sch.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Protoperidinium brevipes</i> (Paul.) Balech	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Protoperidinium diabolus</i> (Cl.)	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Peridinium incospicuum</i> Lemm.	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Peridinium palustre</i> (Lind.) Lefèvre	-	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Peridinium trochoideum</i> (Lemm.) Stein	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Peridinium volzii</i> Lemm.	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Peridinium williei</i> Huitf.-Kaas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Goniaulax cf. catenata</i> (Lev.) Kof.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Goniaulax spinifera</i> (Clap. et Lach.) Dies.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ceratium fusus</i> Ehr.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ceratium trichoceros</i> (Ehr.) Kof.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Centrodinium maximum</i> Pav.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CHRYSOPHYCEAE																		
<i>Dictyocha fibula</i> Ehr.	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dictyocha speculum</i> Ehr.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cannopilus hemisphaericus</i> (Ehr.) Haeck.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ebria tripartita</i> (Schum.) Lemm.	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DIATOMAEAE																		
<i>Melosira granulata</i> (Ehr.) Ralfs	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Melosira juergensii</i> Ag.	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Melosira varians</i> Ag.	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Skeletonema costatum</i> (Grev.) Cl.	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thalassiosira fallax</i> Meun.	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thalassiosira rotula</i> Meun.	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thalassiosira cf. subtilis</i> (Ostf.) Gran.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cyclotella bodanica</i> Eul.	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kg.	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stephanodiscus dubius</i> (Fricke) Hust.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Leptocylindrus danicus</i> Cl.	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Leptocylindrus minimus</i> Gran.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Guinardia flaccida</i> (Castr.) Per.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhizosolenia alata f. gracillima</i> (Cl.) Grun.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhizosolenia calcar avis</i> Schultze	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhizosolenia fragilissima</i> Berg.	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhizosolenia stolterfothii</i> Per.	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhizosolenia styliformis</i> Brightw.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bacteriastrum comosum</i> Pav.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bacteriastrum delicatulum</i> Cl.	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bacteriastrum elongatum</i> Cl.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bacteriastrum cf. hyalinum</i> Laud.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bacteriastrum varians</i> Laud.	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros affinis</i> Laud.	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros brevis</i> Schütt	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros ceratosporum</i> Ostf.	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros compressus</i> Laud.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros cf. costatus</i> Pav.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cl.	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros decipiens</i> Cl.	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros delicatulus</i> Ostf.	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros dipyrenops</i> Meun.	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros fragilis</i> Meun.	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros lorenzianus</i> Grun.	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros muelleri</i> Lemm.	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros neogracilis</i> Van Land.	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros paulseni</i> Ostf.	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros cf. perpusillus</i> Cl.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros pseudocrinatus</i> Ostf.	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros radians</i> Schütt	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros simplex</i> Ostf.	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros socialis</i> Laud.	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros vistulae</i> Apst.	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros wigami</i> Brightw.	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cerataulina pelagica</i> Per.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hemiaulus hauckii</i> Grun.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hemiaulus sinensis</i> Grev.	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Striatella unipunctata</i> (Lyngb.) Ag.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Grammatophora oceanica</i> (Ehr.) Grun.	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Licmophora dalmatica</i> (Kg.) Grun.	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Licmophora hyalina</i> (Kg.) Grun.	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Licmophora jurgensii</i> Ag.	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Licmophora tenuis</i> (Kg.) Grun.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fragilaria hyalina</i> (Kg.) Grun.	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fragilaria striatula</i> Lyngb.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ceratoneis arcus</i> (Ehr.) Kg.	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Synedra amphycephala</i> Kg.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Synedra fulgens</i> (Grev.) Sm.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Synedra gailloni</i> (Bory) Ehr.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Synedra pulchella</i> (Ralfs) Kg.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Synedra tabulata</i> (Ag.) Kg.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Synedra ulna</i> (Nitz.) Ehr.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thalassiothrix mediterranea</i> Pav.	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Asterionella japonica</i> Cl.	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Asterionella notata</i> Grun.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cocconeis pellucida</i> Grun.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cocconeis placentula v. lineata</i> (Ehr.) Cl.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cocconeis scutellum</i> Ehr.	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Achnanthes longipes Ag.																		
<i>Diploneis didyma</i> Ehr.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diploneis interrupta</i> (Kg.) Cl.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula anglica v. subsalina</i> Grun.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula bottnica</i> Grun.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula cancellata v. retusa</i> (Bréb.) Cl.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula cf. cincta</i> (Ehr.) Ralfs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula cf. clementis</i> Grun.	-	-	-	-	-	-	-	-	-</									

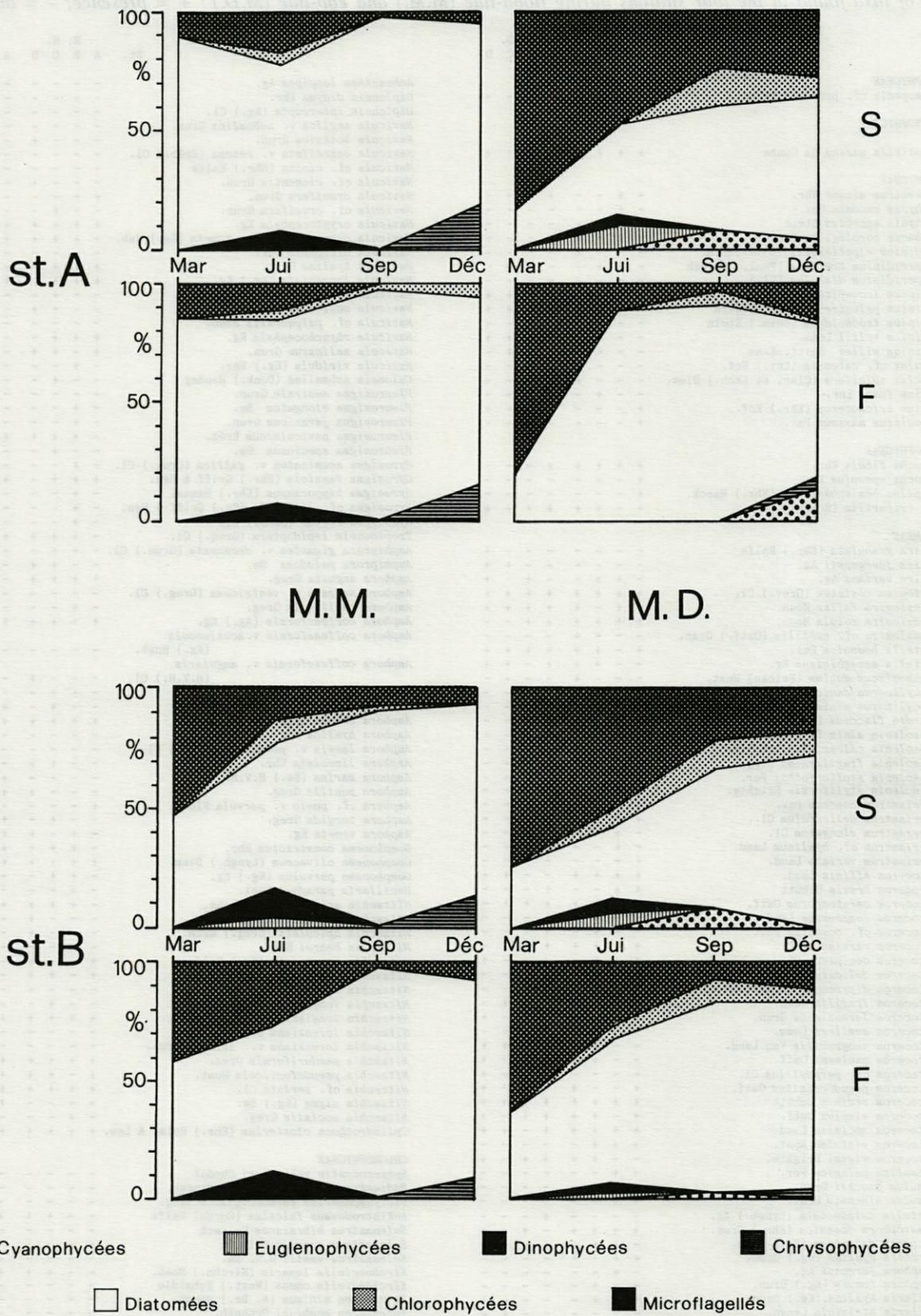


Fig. 5. - Variations de la composition (%) des groupes systématiques dans les stations A et B pendant la marée montante (M.M.) et la marée descendante (M.D.), en surface (S) et au fond (F).

Variations of the percent composition of the taxa found in the A and B stations, at the surface (S) and at the bottom (F) of the water layer during flood-tide (M.M.) and ebb-tide (M.D.)

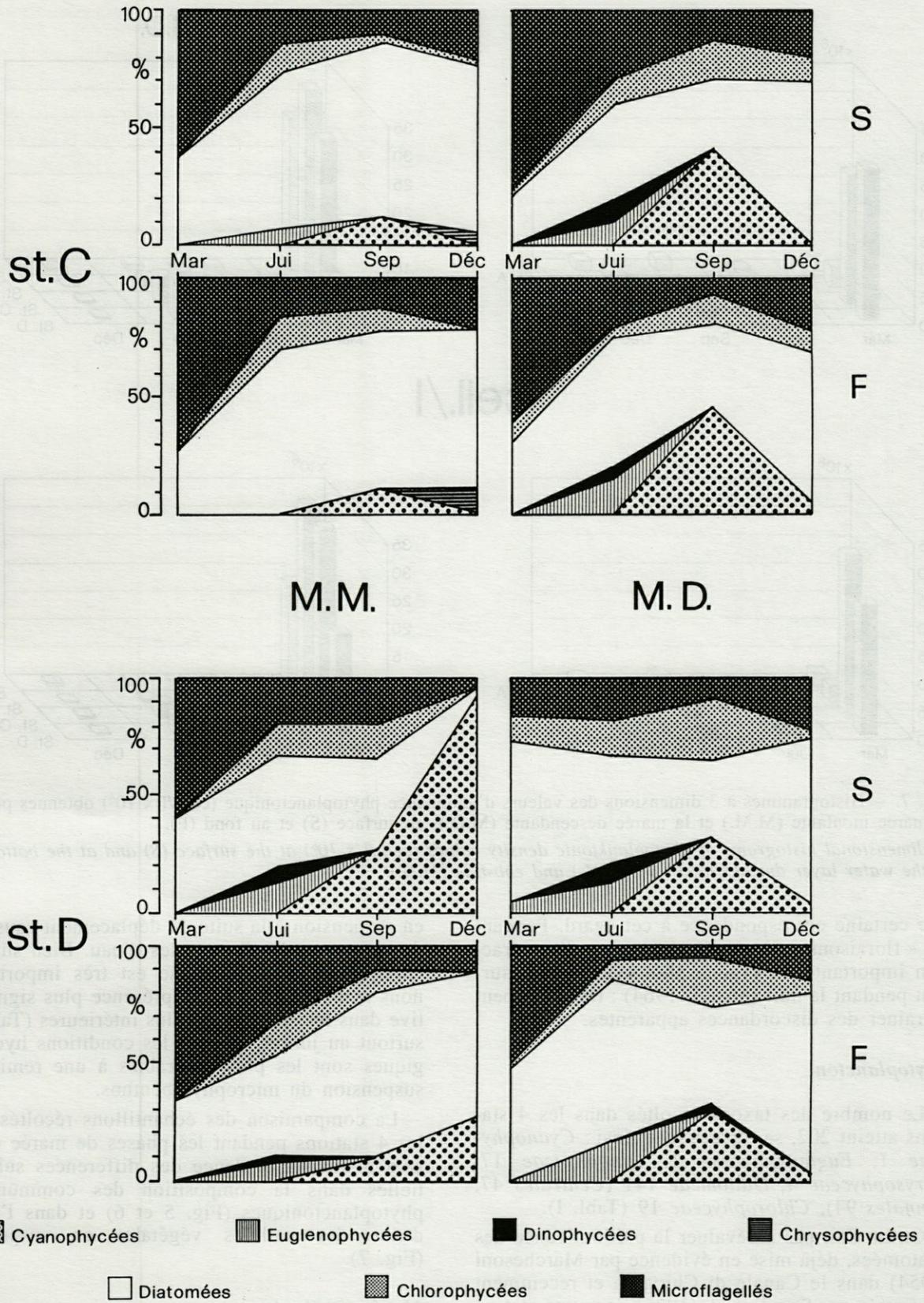


Fig. 6. - Variations de la composition (%) des groupes systématiques dans les stations C et D pendant la marée montante (M.M.) et la marée descendante (M.D.) en surface (S) et au fond (F).

Variations of the percent composition of the taxa found in the C and D stations, at the surface (S) and at the bottom (F) of the water layer during flood-tide (M.M.) and ebb-tide (M.D.).

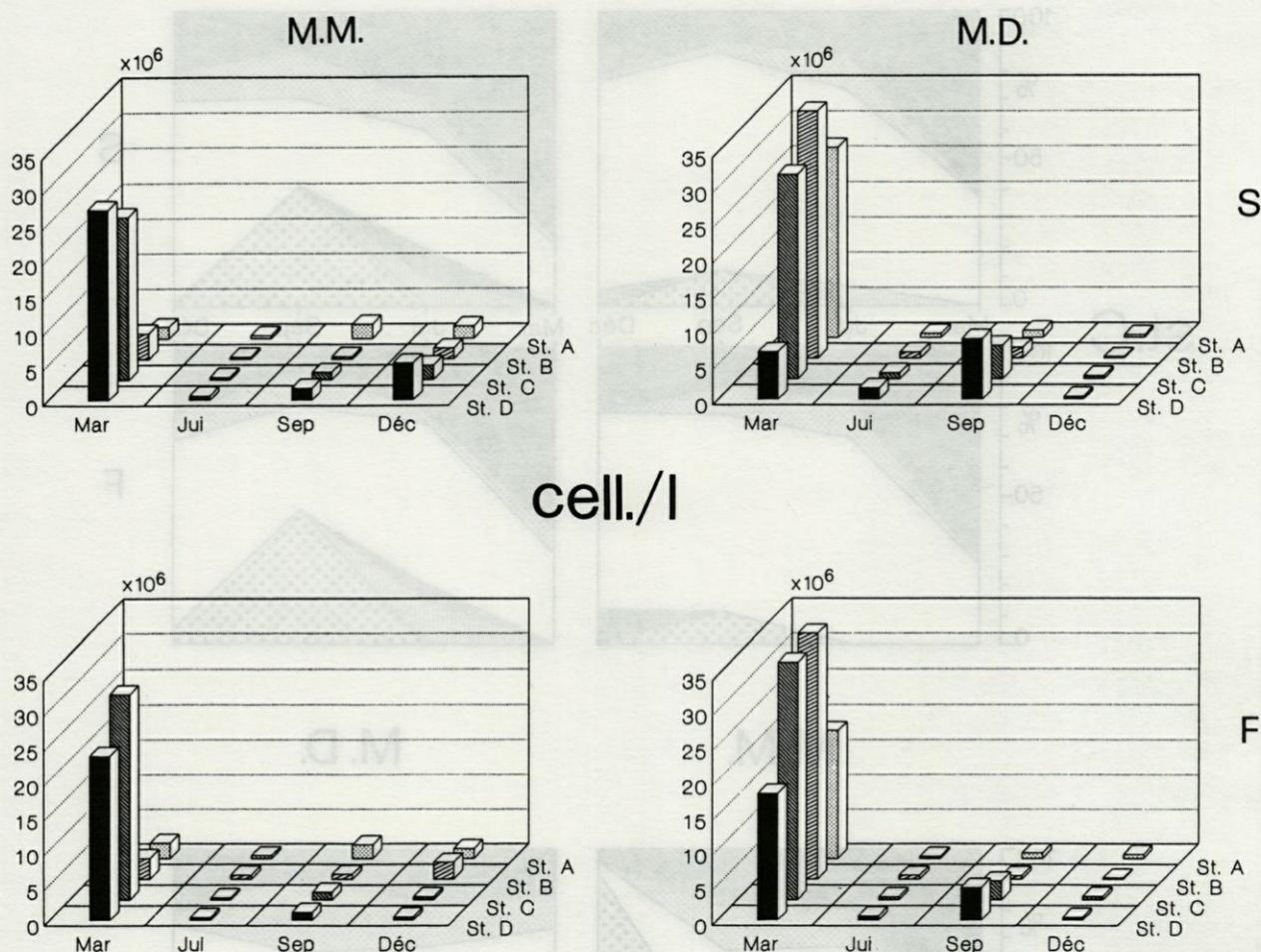


Fig. 7. – Histogrammes à 3 dimensions des valeurs d'abondance phytoplanctonique (cell./l $\times 10^6$) obtenues pendant la marée montante (M.M.) et la marée descendante (M.D.), en surface (S) et au fond (F).

Tridimensional histograms of phytoplanktonic density values (cell./l $\times 10^6$) at the surface (S) and at the bottom (F) of the water layer during flood-tide (M.M.) and ebb-tide (M.D.).

une certaine correspondance à cet égard. Pendant les « floraisons », il y a consommation d'une fraction importante d'oxygène photosynthétique, surtout pendant la nuit (Mozzi, 1964) : tout cela peut entraîner des discordances apparentes.

Phytoplankton

Le nombre des taxons récoltés dans les 4 stations atteint 202, se répartissant ainsi : *Cyanophyceae* 1, *Euglenophyceae* 1, *Dinophyceae* 17, *Chrysophyceae* 4, *Diatomeae* 141 (*Centrales* 47, *Pennales* 94), *Chlorophyceae* 19 (Tabl. I).

On ne doit pas surévaluer la prédominance des Diatomées, déjà mise en évidence par Marchesoni (1954) dans le Canale di Chioggia et récemment confirmée par Socal *et al.* (1986) dans une station le long du Canale delle Fosse. Dans cette classe, à côté d'espèces typiquement pélagiques, il y a beaucoup d'espèces le plus souvent benthiques ou épiphytes, qui appartiennent pour la plupart aux genres *Amphora* et *Nitzschia* et qu'on peut trouver

en suspension à la suite du déplacement causé par des mouvements des masses d'eau. Bien sûr leur contribution à la biomasse est très importante : nous avons remarqué une présence plus significative dans les stations les plus intérieures (Tabl. I), surtout au jusant, lorsque les conditions hydrologiques sont les plus favorables à une remise en suspension du microphytobenthos.

La comparaison des échantillons récoltés dans les 4 stations pendant les phases de marée opposées a mis en évidence des différences substantielles dans la composition des communautés phytoplanctoniques (Fig. 5 et 6) et dans l'abondance des cellules végétales en suspension (Fig. 7).

Marée montante

Au fur et à mesure qu'on avance à l'intérieur de la lagune on remarque une diminution des Diatomées au bénéfice d'autres classes ou groupes systématiques comme, par exemple, les Cyano-

Tabl. II. Indices de diversité (bits) calculés dans les quatre stations pendant la marée montante (M.M.) et la marée descendante (M.D.), en surface (S) et au fond (F).

Diversity index calculated in the four stations at the surface (S) and at the bottom (F) of the water layer during flood-tide (M.M.) and ebb-tide (M.D.).

		MARS		JUN		SEPTEMBRE		DECEMBRE	
		M.M.	M.D.	M.M.	M.D.	M.M.	M.D.	M.M.	M.D.
STATION A	S	1,90	0,90	2,24	3,23	3,64	4,51	2,02	3,60
	F	2,11	1,06	2,05	2,64	3,81	3,98	1,73	3,66
STATION B	S	1,68	1,33	2,79	3,61	3,77	3,68	1,94	3,45
	F	2,06	1,08	3,18	4,22	3,42	4,07	2,41	3,45
STATION C	S	1,47	1,35	3,49	4,46	4,00	4,16	3,47	3,80
	F	1,22	1,95	3,87	4,46	3,91	4,01	3,12	3,52
STATION D	S	1,43	2,91	3,59	4,79	4,25	4,45	0,75	3,59
	F	1,43	2,04	3,57	4,42	4,30	3,98	3,48	3,60

phycées en septembre et les Microflagellés en mars (Fig. 4). Beaucoup de formes, très petites (1-5 μm) et difficiles à classer (Thronsen, 1980), ont été ainsi dénommées; elles ont été signalées plusieurs fois et en grande quantité dans les milieux saumâtres de la Mer Adriatique septentrionale (Marzocchi *et al.*, 1980; Tolomio *et al.*, 1981; Solazzi *et al.*, 1981; Tolomio, 1988) et quelquefois elles peuvent jouer un rôle très important dans la biomasse végétale planctonique (Andreoli et Tolomio, 1985). Les Chlorophycées apparaissent pendant la saison d'été, en augmentant non seulement en pourcentage mais aussi en nombre d'espèces dans les stations C et D.

En juin les Dinophycées et les Euglénophycées présentent une répartition spatiale inverse; les Dinophycées sont plus abondantes dans la zone la plus proche du canal de communication avec la mer, à l'exception de quelques espèces signalées plus souvent dans les eaux oligohalines (*Peridinium inospicuum* Lemm., *P. volzii* Lemm.); les Euglénophycées, au contraire, se développent davantage dans les eaux moins salées provenant de l'arrière-pays.

Au cours des saisons, même parmi les Diatomées il y a des communautés différentes, comme la communauté à *Chaetoceros* en mars (la même chose a été signalée par Marchesoni (1954) dans la zone du Canale di Chioggia) et la communauté à *Rhizosolenia* en septembre.

Quelques espèces peuvent être très abondantes puisqu'elles sont déjà fréquentes dans les eaux marines en face de la lagune, comme, par exemple, *Leptocylindrus danicus* Cl., *Chaetoceros curvisetus* Cl. (en décembre seulement dans la st. A) et *Nitzschia seriata* Cl. (cette dénomination regroupe toutes les espèces de *Nitzschia*, qui appartiennent à la section *Pseudonitzschia*, groupe *seriata*: (Hasle, 1965), signalée dans toute la Mer Adriatique septentrionale (Voltolina 1969, 1970, 1971 a, 1971 b); dans d'autres cas, elles s'adaptent facilement aux conditions des eaux saumâtres comme *Skeletonema costatum* (Grev.) Cl., qui se développe d'une façon massive dans des eaux avec une salinité comprise entre 14 et 18 ‰ (Blanc et Leveau, 1970 a, 1970 b).

Marée descendante

La structure des populations est différente de celle qu'on peut observer pendant la marée montante surtout dans les stations extrêmes (St. A et St. D), où les variations qualitatives sont plus évidentes (Fig. 5 et 6).

Au mois de mars les Microflagellés dominent dans toutes les stations, à l'exception des eaux superficielles de la station D, où les Diatomées sont les plus nombreuses (Fig. 4), surtout avec *Skeletonema costatum* et quelques espèces du genre *Chaetoceros* (*Ch. fragilis* Meun., *Ch. paulseni* Ostf., *Ch. socialis* Laud., *Ch. wighami* Brightw.).

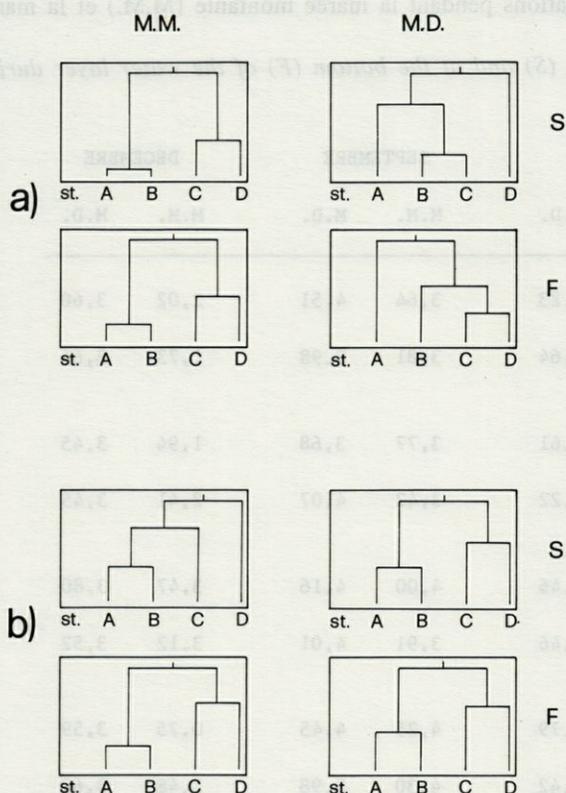


Fig. 8. - Dendrogrammes de la classification hiérarchique des stations, obtenus par la matrice de distance qui décrit les paramètres ambiants (a) et le phytoplancton (b) dans chaque station au cours de la recherche (M.M. = marée montante; M.D. = marée descendante; S = surface; F = fond).

Dendrograms classifying the sampling stations obtained by differences matrices describing the environmental parameters (a) and the phytoplankton (b) for every station (M.M. = flood-tide; M.D. = ebb-tide; S = surface; F = bottom).

En juin on note une considérable diminution de l'abondance phytoplanctonique due avant tout à la disparition de *Chaetoceros*, mais aussi à la diminution sensible des Microflagellés. Par ailleurs d'autres taxons, considérés comme thermophiles, apparaissent ou deviennent plus abondants comme les Chlorophycées (en particulier *Pediastrum boryanum* (Turp.) Menegh., *Ankistrodesmus falcatus* (Corda) Ralfs, *Crucigenia irregularis* Wille), quelques Euglenophycées (*Eutreptiella marina* Da Cunha) et, dans les stations les plus intérieures, *Peridinium incospicuum* Lemm. et *P. volzii* Lemm., 2 Dinophycées déjà mentionnées en marée montante.

En septembre on remarque le développement des Cyanophycées (*Chroococcus* sp., *Merismopedia* sp.), présentes, quelquefois d'une façon importante (plus de 2×10^6 cell./l), presque exclusivement dans les stations les plus intérieures (st. C et st. D). Les Diatomées présentent un grand

nombre d'espèces, même si aucune ne prédomine : la preuve en est que l'indice de diversité est alors très élevé (Tabl. II : $H > 3,5$).

Dans la saison froide (décembre) on remarque une régression de beaucoup de taxons et une diminution quantitative de toute la population phytoplanctonique (Fig. 7) : seules, quelques Pennales naviculoides sont présentes de manière significative.

DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Nous avons déjà confirmé l'absence d'un phytoplancton typique et exclusif des milieux saumâtres (Tolomio, 1976 a, 1977); néanmoins, parmi les espèces les plus tolérantes au point de vue écologique nous pouvons signaler des formes qui montrent, de part leur abondance et diffusion, une préférence nette pour les eaux mixohalines (Tolomio, 1978) et une présence constante aussi bien en marée montante qu'en marée descendante (*Navicula cryptocephala* Kg., *Amphora exigua* Greg., *Cylindrotheca closterium* (Ehr.) Reim. et Lew). A part ces espèces, le long du Canale delle Trezze, les communautés phytoplanctoniques changent par rapport à la direction du courant de marée étant donné que dans la même zone les espèces marines alternent périodiquement avec les espèces oligohalines. Ceci est très évident y compris à l'entrée d'autres bassins saumâtres de la Mer Adriatique (Tolomio, 1976 b, 1990; Cavolo *et al.*, 1986).

La « vivification » du bassin est liée, pour une bonne part, à des mécanismes de dispersion des particules à partir du canal vers les zones limitrophes : il y a un phénomène de « pompage » pendant le flot et de « piégeage » pendant le jusant (Di Silvio et d'Alpaos, 1972). D'autre part, pendant les périodes de syzygie, il y a un échange des eaux presque complet; ceci est très important non seulement pour les organismes sessiles mais aussi pour les organismes planctoniques, sujets à une sélection naturelle marquée (D'Ancona et Battaglia, 1962).

Les données obtenues par l'analyse des échantillons ont mis en évidence ce processus de différenciation. La prédominance d'un groupe systématique plutôt qu'un autre n'est pas liée seulement à la succession saisonnière, mais aussi au milieu, entendu comme espace, qui joue un rôle déterminant sur la survie des organismes les plus tolérants et sur la régression de ceux qui sont moins bien adaptés.

Bien que l'intensité des courants en syzygie ne permette pas une stratification très nette (Socal *et al.*, 1985), nous avons observé plusieurs fois une grande diversité structurale entre les communautés de la surface et celles du fond (Fig. 5 et 6).

La permanence des espèces phytoplanctoniques dans les masses d'eau d'origine facilite leur survie, mais pas leur développement à l'extérieur du biotope et, en outre, justifie leur abondance dans les eaux exportées (Tolomio, 1976 b). Ceci contribue à expliquer quelques résultats, apparemment anormaux, relevés au cours des recherches effectuées sur le phytoplancton de la Valle di Brenta (Tolomio, 1988).

Le traitement informatique (*cluster analysis*) utilisé pour obtenir des classifications hiérarchiques, c'est-à-dire des classifications qui définissent des classes à mesure plus inclusives, a confirmé, au moyen du traitement automatique de toutes les informations disponibles, les hypothèses formulées à ce propos.

Les dendrogrammes relatifs aux données hydrologiques (Fig. 8 a) en marée montante mettent en évidence deux groupes de stations, aussi bien en surface qu'au fond : cette subdivision correspond à des caractéristiques bien distinctes de deux masses d'eau. Au contraire, en marée descendante la station D se distingue des autres stations en surface, la station A au fond : celles-ci sont situées respectivement dans la zone la plus éloignée et la plus proche de la communication avec la mer.

Les dendrogrammes relatifs au phytoplancton (Fig. 8 b) montrent toujours deux groupes de stations, constitués respectivement des stations les plus intérieures (st. C et st. D) et des stations les plus soumises à l'influence de la mer (st. A et st. B); en surface seulement, pendant le flot, la st. D est alors séparée des autres.

Dans les diagrammes de dispersion relatifs aux valeurs moyennes des variables ambiantes (Fig. 9), on peut identifier deux groupes distincts qui comprennent les quatre stations (surface et fond) dans les deux phases de marée.

L'ordonnance des matrices des variables du milieu (P.C.A.) relevées en marée montante prouve

que la température et l'oxygène sont toujours liés par une relation inverse, avec une structure à gradient facile à trouver entre la st. C et la st. D. La chlorinité, qui présente les valeurs maximales à la st. A, tend toujours à diminuer vers l'intérieur (Fig. 10 a). En effet, l'ordonnance des stations reflète la description effectuée par la classification hiérarchique, où il est possible de distinguer deux groupes de stations.

Pendant la marée descendante l'oxygénation en surface est plus élevée à la st. C, en baissant vers l'intérieur et vers la st. A; pour la chlorinité on remarque le même comportement pendant la marée montante. Au fond, pour aucune des variables considérées, il n'existe de gradient (Fig. 10 a).

En ce qui concerne les populations phytoplanctoniques pendant le flot, l'ordonnance des matrices relatives aux classes taxinomiques (Fig. 10 b) a mis en évidence une structure comportant un gradient des Cyanophycées, des Euglenophycées et des Chlorophycées avec une diminution au fur et à mesure que l'on avance de la st. D à la st. A, en confirmation de leurs caractéristiques oligohalines. Le contraire se produit pour les Diatomées, surtout pour les espèces eupélagiques. Les Microflagellés, qui, pendant la marée montante, présentent le maximum à la st. C, au jusant dans les eaux de surface montrent un gradient de la st. A à la st. D. Au contraire, pour les autres classes, il n'est pas possible de définir un gradient, peut-être à cause de conditions hydrologiques particulières qui se produisent pendant les phases d'inversion de direction du courant de marée. Au fond on peut reconnaître un gradient pour les Chlorophycées (de la st. D à la st. A) et, dans le sens opposé, pour les Chrysophycées.

En conclusion, la distribution des cellules phytoplanctoniques, même sur une petite échelle, est influencée surtout par la concentration saline, qui représente dans tous les bassins saumâtres un facteur très important pour la sé-

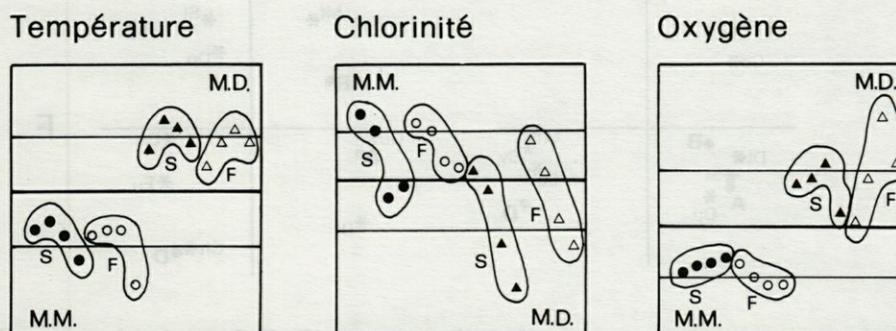


Fig. 9. - Diagrammes de dispersion relatifs aux valeurs moyennes des variations ambiantes (température, chlorinité, oxygène dissous) dans les quatre stations pendant la marée montante (● = eaux de surface; ○ = eaux de fond) et la marée descendante (▲ = eaux de surface; △ = eaux de fond).

Stragling diagrams relative to the average values of environmental parameters (temperature, chlorinity, dissolved oxygen) in the four stations at the surface of the water (● = flood-tide; ▲ = ebb-tide) and at the bottom (○ = flood-tide; △ = ebb-tide).

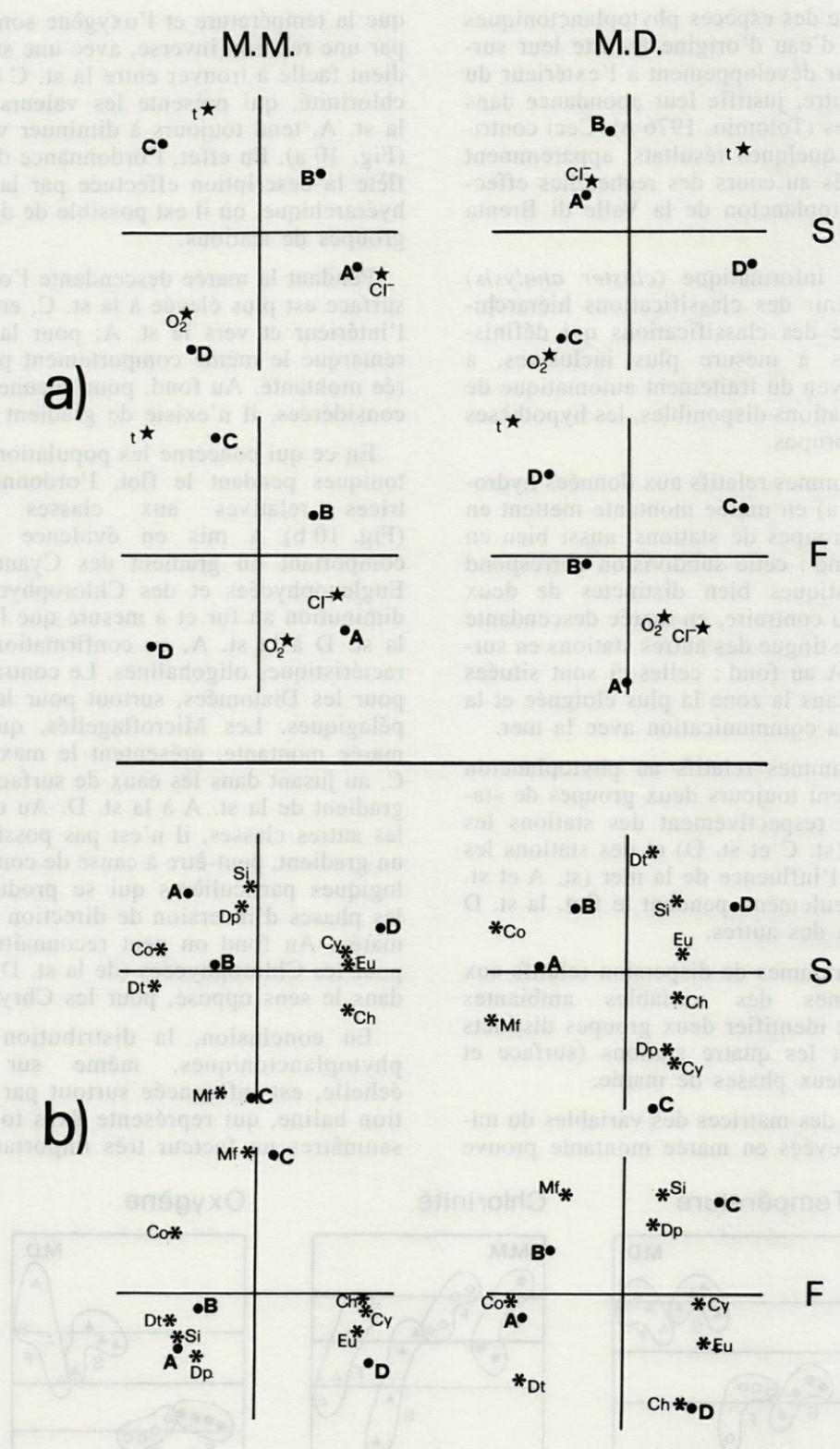


Fig. 10. - a, Ordonnance simultanée des stations de prélèvement (A, B, C, D) et des données ambiantes (t °C, Cl⁻, O₂), obtenue par la technique « biplot »; b, ordonnance simultanée des stations de prélèvement (A, B, C, D) et des données relatives au phytoplancton (Cy = Cyanophycées; Eu = Euglénophycées; Dp = Dinophycées; Dt = Diatomées; Si = Silicoflagellés; Co = Coccolithophorides; Ch = Chlorophycées; Mf = Microflagellés).

a, Simultaneous arrangement of the sampling stations (A, B, C, D) with the environmental parameters (t °C, Cl⁻, O₂), obtained by « biplot technique »; b, simultaneous arrangement of the sampling stations (A, B, C, D) with the phytoplanktonic data (Cy = Cyanophyceae; Eu = Euglenophyceae; Dp = Dinophyceae; Dt = Diatomophyceae; Si = Silicoflagellatae; Co = Coccolithinae; Ch = Chlorophyceae; Mf = Microflagellatae).

lection biologique. D'ailleurs, l'indice de diversité baisse le plus souvent lorsque la salinité augmente (Socal *et al.*, 1987); en effet, en avançant vers des zones caractérisées par des eaux diluées, même s'il y a une régression de nombreuses espèces marines, la contribution des taxons d'eau douce, répandus passivement dans le bassin lagunaire, est considérable et souvent bien plus importante.

BIBLIOGRAPHIE

- ANDREOLI C. et C. TOLOMIO, 1985. Indagine preliminare sulla biomassa fitoplanctonica in Val Dogà (Laguna di Venezia). *Oebalia* **11** : 157-165.
- AA.VV., 1979. Le correnti di marea nella Laguna di Venezia. Ministero Lavori Pubblici (Ed.), Ist. Idraulica Univ. Padova : 1-95.
- BARILLARI A., F. BIANCHI, A. BOLDRIN, F. CIOCE, A. COMASCHI SCARAMUZZA, S. RABBITTI et G. SOCAL, 1985. Variazioni dei parametri idrologici, del particellato e della biomassa fitoplanctonica durante un ciclo tidale nella laguna di Venezia. Atti VI° Congr. A.I.O.L. : 227-234.
- BLANC F. et M. LEVEAU, 1970 a. Effets de l'eutrophie et de la dessalure sur les populations phytoplanctoniques. *Mar. Biol.* **5** : 283-293.
- BLANC F. et M. LEVEAU, 1970 b. Eco-physiologie des populations phytoplanctoniques dans les milieux eutrophiques. *Tethys* **2** : 321-328.
- BRUNETTI R., M. MARIN, L. BEGHI et M. BRESAN, 1983. Study of the pollution in the Venetian Lagoon's lower basin during the period 1974-1981. *Riv. Idrobiol.* **22** : 27-58.
- CAVOLO F., M. MARZOCCHI, A. SOLAZZI, C. TOLOMIO, 1986. Ciclo nictemerale del fitoplancton e dei principali fattori chimico-fisici nella Sacca del Canarin (giugno 1978). *Archo Oceanogr. Limnol.* **20** : 245-257.
- CESCON B., U. DE ANGELIS, L. IOVENITTI, A. ISOLATI, S. ALFASSIO GRIMALDI et G. MAGAZZU', 1978. The modelling of the trophic behaviour of the Venice lagoon. *Math. Models Mar. Ecosystems Messina oct.* 1978 : 135-156.
- D'ANCONA U., A. FAGANELLI et F. RENZOLI, 1951. Il trofismo della Laguna Veneta e la vivificazione marina. *Verh. Int. Verein. Limnol.* **11** : 88-123.
- D'ANCONA U. et B. BATTAGLIA, 1962. Le lagune salmastre dell'Alto Adriatico, ambiente di popolamento e di selezione. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli* **32** : 315-335.
- DE MARCHI L., 1904. La morfologia lagunare e il regime stazionario di marea. *Atti R. Ist. Ven. Sci. Lett. Arti* **64** : 683-714.
- DI SILVIO G. et L. D'ALPAOS, 1972. Il comportamento della Laguna di Venezia esaminato col metodo propagatorio unidimensionale. *Ist. Ven. Sci. Rapporti e Studi* **5** : 107-139.
- DORIGO L., 1961. Le correnti di marea nei porti e nella laguna di Venezia. *Ist. Ven. Sci. Lett. Arti Rapporti Preliminari* **1** : 127-175.
- FAGANELLI A., 1949. Osservazioni sull'andamento della salinità e della ossigenazione nel porto-canale e nella laguna di Chioggia. *Atti Ist. Ven. Sci. Lett. Arti* **108** : 55-63.
- FAGANELLI A., 1950. Influenza della marea su alcune caratteristiche chimiche delle acque lagunari. *Atti Ist. Ven. Sci. Lett. Arti* **109** : 327-331.
- FAGANELLI A., 1954. Il trofismo della Laguna Veneta e la vivificazione marina, I° - Ricerche idrografiche. *Archo Oceanogr. Limnol.* **9** : 19-112.
- GREEN E.J. et D.E. CARRIT, 1967. New tables for oxygen saturation of sea water. *J. Mar. Res.* **25** : 140-147.
- 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.
- LAGONEGRO M. et E. FEOLI, 1986. Analisi multivariata di dati. Libreria Goliardica Press, Trieste, 182 p.
- LENZI GRILLINI C., A. SOLAZZI et C. TOLOMIO, 1978. Norme per la raccolta, la conservazione e lo studio del fitoplancton. In : *Metodi per lo studio del plancton e della produzione primaria*. Ed. par G. Magazzù, Edizioni GM, Messina, 9-18.
- 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.
- MARZCCHI M., C. TOLOMIO, A. SOLAZZI et F. CAVOLO, 1980. Delta del Po. I° - Ricerche fitoplanctoniche e idrologiche nella Sacca de Canarin (Novembre 1976 - Ottobre 1977). *Nova Thalassia* **4** : 17-29.
- MOSETTI F., 1958. Le maree dell'Adriatico. *Atti Ist. Ven. Sci. Lett. Arti* **117** : 291-306.
- MOZZI C., 1958. Alotermogramma delle acque della Laguna di Venezia. *Atti Ist. Ven. Sci. Lett. Arti* **116** : 193-202.
- MOZZI C., 1959. Osservazioni sull'andamento della temperatura e della salinità delle acque lagunari di Chioggia in rapporto alle fasi lunari durante il 1957. *Atti Ist. Ven. Sci. Lett. Arti* **117** : 27-37.
- MOZZI C., 1964. Osservazioni sul contenuto in ossigeno disciolto delle acque delle valli da pesca durante l'estate in occasione di « fioriture » di fitoplancton. *Atti Ist. Ven. Sci. Lett. Arti* **122** : 459-472.
- PICOTTI M., 1934. Il regime termico delle acque della Laguna Veneta. *Atti Ist. Ven. Sci. Lett. Arti* **94** : 87-103.
- POLLI S., 1952. Propagazione della marea nella Laguna di Venezia. *Ann. Geofisica* **5** : 273-292.
- POLLI S., 1955. Ambiente luminoso subacqueo nella Laguna di Venezia. *Archo Oceanogr. Limnol.* **10** : 1-27.
- SHANNON C.E., 1948. A mathematical theory of communication. *Bell Syst. Tech. J.* **27** : 379-423.

- SOCAL G., L. GHETTI, A. BOLDRIN et F. BIANCHI, 1985. Ciclo annuale e diversità del fitoplancton nel porto-canale di Malamocco (Laguna di Venezia). *Atti Ist. Ven. Sci. Lett. Arti* **143** : 15-30.
- SOCAL G., M. PELLIZZATO, L. DA ROS, 1986. Analisi qualitativa del fitoplancton in acque utilizzate per la molluschicoltura (Laguna di Venezia-Bacino Meridionale). *Soc. Ven. Sc. Nat.* **11** : 143-150.
- SOCAL G., F. BIANCHI, A. COMASCHI SCARAMUZZA et F. CIOCE, 1987. Spatial distribution of plankton communities along a salinity gradient in the Venice lagoon. *Archo Oceanogr. Limnol.* **21** : 19-43.
- SOLAZZI A., C. TOLOMIO, M. MARZOCCHI, C. SALAFIA, F. CAVOLO et M. MONTRESOR, 1981. Delta del Po. I° - Ricerche fitoplanctoniche e idrologiche nella Sacca del Canarin (Novembre 1978 - Ottobre 1979). *Nova Thalassia* **5** : 19-30.
- THRONDSSEN J., 1980. Bestemmelse av marine nakne flagellater. *Blyttia* **38** : 189-207.
- TOLOMIO C., 1976 a. Problematica e dinamica del fitoplancton nelle acque salmastre. *Archo Oceanogr. Limnol.* **18** suppl. : 343-356.
- TOLOMIO C., 1976 b. Su la vivificazione marina attraverso il porto-canale di Primero (Laguna di Grado). *Boll. Pesca, Piscicol. e Idrobiol.* **16** : 319-327.
- TOLOMIO C., 1977. La laguna salmastra e le sue alghe. *Natura e Montagna* **3** : 31-39.
- TOLOMIO C., 1978. Catalogo delle Diatomee e delle Peridinee più significative segnalate nelle acque salmastre italiane. *Mem. Biol. Mar. e Oceanogr.* **8** : 129-150.
- 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. Premières observations sur le phytoplancton du lac côtier de Varano (Foggia). Été 1983. *Cah. Biol. Mar.* **31** : 65-74.
- TOLOMIO C., F. CAVOLO, M. MARZOCCHI et A. SOLAZZI, 1981. Delta del Po II° - Ricerche fitoplanctoniche e idrologiche nella Sacca del Canarin (Novembre 1977 - Ottobre 1978). *Nova Thalassia* **5** : 5-17.
- UTERMOHL H., 1958. Zur Vervollkommung der quantitative Phytoplankton-Methodik. *Mitt. Int. Verein. Limnol.* **9** : 1-38.
- VERCELLI F., 1950. Trasparenza e colore delle acque della Laguna di Venezia. *Archo Oceanogr. Limnol.* **7** : 3-16.
- VOLTOLINA D., 1969. Distribuzione quantitativa e qualitativa del fitoplancton nell'Adriatico settentrionale. I : estate 1965. *Archo Oceanogr. Limnol.* **16** : 173-187.
- VOLTOLINA D., 1970. Distribuzione quantitativa e qualitativa del fitoplancton nell'Adriatico settentrionale. II : autunno 1965. *Archo Oceanogr. Limnol.* **16** : 227-246.
- VOLTOLINA D., 1971 a. Distribuzione quantitativa e qualitativa del fitoplancton nell'Adriatico settentrionale. III : inverno 1966. *Archo Oceanogr. Limnol.* **17** : 71-93.
- VOLTOLINA D., 1971 b. Distribuzione quantitativa e qualitativa del fitoplancton nell'Adriatico settentrionale. IV : primavera 1966. *Archo Oceanogr. Limnol.* **17** : 169-177.
- VOLTOLINA D., 1973. Phytoplankton concentration in the Malamocco Channel of the Lagoon of Venice. *Archo Oceanogr. Limnol.* **18** : 1-18.
- VOLTOLINA D., 1975. The phytoplankton of the Lagoon of Venice : November 1971-November 1972. *Publ. Staz. Zool. Napoli* **39** : 206-340.

Reçu le 10 juin 1991; received June 10, 1991

Accepté le 2 mars 1992; accepted March 2, 1992