

Structure du zooplancton dans deux lagunes du Delta du Pô

Mer Adriatique
Delta du Pô
Lagunes côtières
Zooplankton
Distribution spatio-temporelle
Adriatic Sea
Po river Delta
Coastal lagoons
Zooplankton
Space-time distribution

I. Ferrari^a, V. U. Ceccherelli^a, M. G. Mazzocchi^b

^a Institut de Zoologie, Université de Ferrara, Via L. Borsari 46, 44100 Ferrara, Italie.

^b Institut de Zoologie, Université de Parme, Strada dell'Università 12, 43100 Parme, Italie.

RÉSUMÉ

Des recherches sur la composition et la distribution spatio-temporelle du zooplancton ont été menées dans deux lagunes du Delta du Pô : la Sacca de Scardovari (en 1978 et en 1979) et la Sacca du Canarin (de 1977 à 1979). La Sacca de Scardovari est une grande lagune (32 km²) comprenant deux aires distinctes : une aire méridionale directement influencée par la mer et par des courants fluviaux et une aire septentrionale caractérisée par un plus lent renouvellement des eaux et par une plus grande productivité. La Sacca du Canarin (6 km²) est fortement influencée aussi bien par les courants de marée que par l'apport en eau douce des bras terminaux du fleuve.

Des séries mensuelles d'échantillons de zooplancton provenant de diverses stations des deux lagunes ont été analysées ; le traitement des données de densité des principaux groupes systématiques a été pratiqué en utilisant des méthodes de groupement, d'analyse en composantes principales et d'analyse factorielle. La variabilité du zooplancton a été analysée en relation avec la dynamique des principaux paramètres hydrologiques et hydrométriques (température, salinité, débit du fleuve).

Dans la Sacca de Scardovari le zooplancton est très abondant et présente une forte composante de méroplancton natif constituée par des larves de polychètes, mollusques et cirripèdes ; les facteurs hydrodynamiques, liés à l'influence de la mer et du fleuve, exercent un poids limité sur la variabilité du peuplement. Au contraire, dans la Sacca du Canarin le peuplement est numériquement faible, essentiellement néritique : la composante autochtone est très pauvre et pratiquement limitée aux larves de cirripèdes, tandis que le méroplancton à polychètes et à mollusques semble être le plus souvent représenté par des formes marines ; la variabilité du zooplancton est largement influencée par les facteurs hydrodynamiques.

Oceanol., Acta, 1982. Actes Symposium International sur les lagunes côtières, SCOR/IABO/UNESCO, Bordeaux, 8-14 septembre 1981, 293-302.

ABSTRACT

Structure of the zooplankton in two lagoons of the Po river Delta

Researches on composition and space-time distribution of zooplankton were carried out from 1977 to 1979 in two lagoons of the Po river Delta, Sacca di Scardovari and Sacca del Canarin. Sacca di Scardovari is a large lagoon (about 32 km²), with two quite distinct areas, a southern one directly influenced by the tide and river currents and a northern one characterized by a slower water renewal and a higher primary productivity. Sacca del Canarin (about 6 km²) is strongly influenced by both tidal currents and freshwater flow from terminal branches of the river.

Series of zooplankton samples were collected monthly in different stations of the two lagoons ; the density data of the main taxonomic groups were processed by applying different statistical methods (cluster analysis, principal component analysis, factorial analysis). Zooplankton variability was analysed in relation to the dynamics of hydrological and hydrometrical parameters (temperature, salinity, river flow).

In Sacca di Scardovari zooplankton is very abundant and shows a strong component of autochthonous meroplankton represented by larvae of polychaetes, molluscs and cirripedes ; hydrodynamic factors, associated with the sea and river influence, are poorly loading on the biocoenosis variability. On the contrary, in Sacca del Canarin zooplankton has low densities, and it is principally represented by neritic forms ; the autochthonous zooplankton component includes almost exclusively cirriped larvae, while polychaete and mollusc larvae are mainly coming into the lagoon from the sea ; the biocoenosis variability is largely influenced by hydrodynamic factors.

Oceanol., Acta, 1982. Proceedings International Symposium on coastal lagoons, SCOR/IABO/UNESCO, Bordeaux, France, 8-14 September, 1981, 293-302.

INTRODUCTION

Dans la partie méridionale du Delta du Pô on trouve de nombreuses lagunes, dont certaines sont particulièrement étendues (fig. 1). Dans ces milieux, quelques aires limitées ont gardé leur caractère originel; c'est la richesse et la variété des ressources biologiques exploitables qui constituent toutefois leur intérêt essentiel (Gandolfi, 1973; Ceccherelli *et al.*, 1979; Colombo *et al.*, 1979 b; Gandolfi *et al.*, 1981; Rossi, 1981). Des recherches écologiques sur le Delta du Pô n'ont été menées que pendant ces dernières années; on a étudié en particulier la qualité des eaux et les biocénoses de la Sacca de Scardovari (Ceccherelli *et al.*, 1981; Colombo *et al.*, 1981; Ferrari, Chierigato, 1981) et de la Sacca du Canarin (Parisi, 1973; Borgese *et al.*, 1981; ENEL CRTN, 1981; Relini, 1981), deux lagunes aux caractéristiques morphologiques et hydrodynamiques nettement différentes.

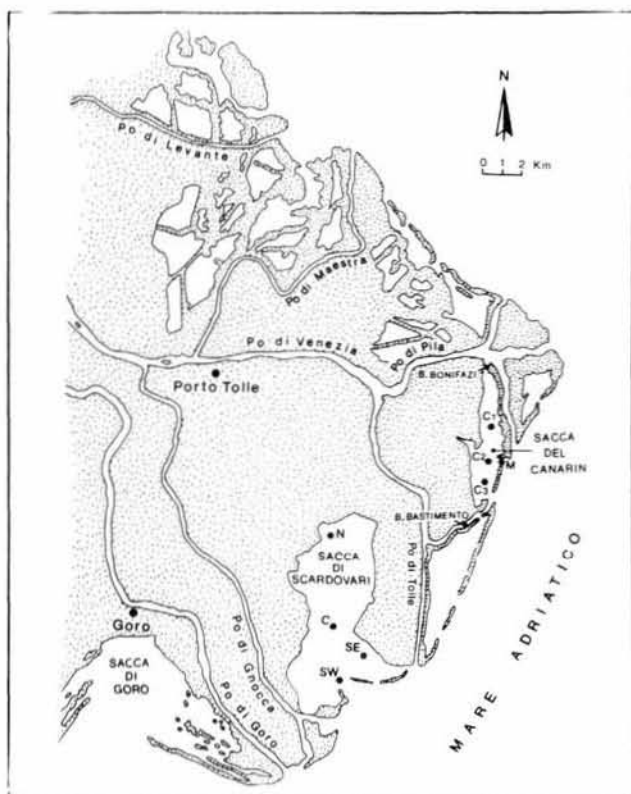


Figure 1
Carte du Delta du Pô; stations d'échantillonnage du zooplancton dans la Sacca de Scardovari et dans la Sacca du Canarin.

Map of the Po river Delta; zooplankton sampling stations in Sacca di Scardovari and Sacca del Canarin respectively.

La Sacca de Scardovari s'étend sur environ 32 km², entre les bras de Tolle et de Gnocca; la profondeur moyenne est de 2 m; la lagune a été complètement endiguée, sauf à son embouchure, après la désastreuse inondation de 1964. Dans la lagune on peut individualiser deux zones nettement différenciées: une zone méridionale plus exposée à l'influence de la mer et soumise à des apports d'eaux douces, caractérisée par des fortes variations de salinité, et une zone septentrionale où les eaux se renouvellent plus lentement, aux variations de salinité plus faibles et aux biomasses phytoplanctoniques beaucoup plus importantes en moyenne (Cavallini, Paesanti, 1979; Colombo *et al.*, 1979 a).

Au nord de la Sacca de Scardovari, entre les bras de Pila et de Tolle, se trouve la Sacca du Canarin, petite lagune de 6 km² environ, particulièrement exposée soit aux courants de marée, soit à l'apport en eaux douces du Pô à travers les canaux Bonifazi et Bastimento; la profondeur moyenne est de 1,5 m. Les forts débits du Pô de 1977 et 1978 ont provoqué l'adoucissement des eaux de la lagune et un

appauvrissement draconien des populations benthiques (Bedulli, Peretti, 1979).

Ce travail se propose de présenter les résultats finaux de recherches menées sur la distribution spatio-temporelle du zooplancton dans les deux lagunes; des travaux préliminaires ont déjà été publiés par Ferrari *et al.* (1978), Mazzocchi et Ferrari (1979), Calvi Parisetti *et al.* (1979), Colombo *et al.* (1979 a).

La structure et la dynamique du zooplancton dans les milieux deltaïques dépendent, comme dans la plupart des systèmes aquatiques, de la disponibilité de nourriture (micro-algues et particules de détritus) et de l'impact de la prédation exercée par certains invertébrés ou poissons; mais elles dépendent aussi et surtout du transport passif dû aux courants fluviaux ou aux courants de marée (Riley, 1967; Margalef, 1969; Remane, Schlieper, 1971; Landry, 1978; Castel, 1978; Lee, McAlice, 1979). En outre, une composante importante du zooplancton lagunaire est représentée par les stades larvaires d'organismes benthiques; la présence et l'abondance de ces organismes influencent aussi, en définitive, la composition et la densité du zooplancton (Cazaux, 1973; Castel, Courties, 1979). Pour toutes ces raisons, nous estimons que l'étude des peuplements zooplanctoniques dans les lagunes peut contribuer à la compréhension d'aspects fondamentaux du fonctionnement de ces écosystèmes (état trophique, productivité, interactions lagune-fleuve et lagune-mer).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Dans la Sacca de Scardovari les échantillons de zooplancton ont été recueillis entre mars 1978 et avril 1979 dans quatre stations différentes; une station interne au Nord, une au centre et deux au Sud sur l'embouchure (fig. 1). Les échantillonnages ont été effectués dans la couche d'eau superficielle de 50 cm avec une pompe ayant un débit de 3 l/s, à l'aide d'un filet dont le tissu filtrant avait un vide de maille de 90 µm; le temps de traict du filet était de 5 minutes (sur une distance de 500 m environ); le volume d'eau filtrée était mesuré à l'aide d'un compteur hydraulique situé sur la décharge de la pompe; 80 échantillons (20 par station) ont été prélevés au total (tableau 1).

Dans la Sacca du Canarin, les échantillonnages ont été effectués avec une périodicité saisonnière de juin 1977 à novembre 1979, dans quatre stations: trois sur l'axe longitudinal de la lagune et une sur l'embouchure septentrionale (fig. 1), avec les mêmes méthodes que celles adoptées dans la Sacca de Scardovari; on a recueilli au total 68 échantillons (17 par station; tableau 2).

En même temps que chaque prélèvement de zooplancton, on a effectué le relevé de la température de l'eau et de la salinité. Les données de débit du Pô (à la section de Pontelagoscuro) ont été fournies par l'Ufficio Idrografico per il Po, Parme.

Les comptages des échantillons de zooplancton ont été effectués sur les principaux taxons. L'identification au niveau spécifique concerne uniquement les copépodes et les cladocères; une liste complète des espèces de ces deux taxons est reportée dans le tableau 3; pour ce travail on a regroupé les espèces en catégories supérieures en tenant compte des affinités systématiques et écologiques.

Au total, on a pris en considération les densités de 16 catégories systématiques: rotifères (ROT), cladocères dulcicoles (FCL), cladocères marins (MCL), copépodes dulcicoles (FCP), copépodes saumâtres (BCP), calanoïdes marins (MCA), cyclopoïdes marins (MCY), harpacticoïdes marins (MHA), nauplii de copépodes (CNA), larves de cirripèdes (CLA), larves de polychètes (PLA), larves de bivalves (BLA), larves de gastéropodes (GLA), larves de décapodes (DLA), tuniciers (TUN), autres groupes (OGR). On n'a pas tenu compte des protozoaires, représentés surtout par les tintinnidés.

Les données relatives aux 80 échantillonnages de la Sacca de Scardovari et aux 68 de la Sacca du Canarin ont été

Tableau 1

Échantillons (n : numéro d'ordre) de zooplancton recueillis dans la Sacca de Scardovari et données de température et de salinité aux diverses dates et stations d'échantillonnage.

Zooplankton samples (n : listed number) collected in the Sacca di Scardovari and temperature and salinity values at various sampling dates in the different stations.

Dates	St.	n	T °C	S ‰	Dates	St.	n	T °C	S ‰	Dates	St.	n	T °C	S ‰
24-III-78	N	1	11,5	22	20-VII-78	N	29	26,5	16,6	28-X-78	N	57	12,3	22,2
	C	2	9,8	18		C	30	24,6	18,1		C	58	13,1	22,3
	SE	3	9,5	25,2		SE	31	24,4	23,6		SE	59	12,7	19,7
	SW	4	9,5	24,8		SW	32	23,4	21,8		SW	60	10,8	18,4
28-IV-78	N	5	17,0	13,5	3-VIII-78	N	33	29,7	15,9	15-XI-78	N	61	7,3	25,8
	C	6	17,4	15,2		C	34	28,2	18,7		C	62	7,6	23,2
	SE	7	16,2	14,6		SE	35	27,5	23,7		SE	63	11,0	26
	SW	8	15,5	16,3		SW	36	24,9	30,1		SW	64	13,8	28,7
9-V-78	N	9	20,1	13,9	17-VIII-78	N	37	23,7	17,8	18-I-79	N	65	0,4	29
	C	10	18,2	10,2		C	38	23,0	13		C	66	1,2	28,8
	SE	11	17,0	6,6		SE	39	22,7	6,6		SE	67	2,7	27
	SW	12	16,1	5,2		SW	40	22,6	2,7		SW	68	3,1	27,6
25-V-78	N	13	19,9	11	30-VIII-78	N	41	24,4	16	20-II-79	N	69	7,9	19,8
	C	14	19,0	14,6		C	42	23,7	17,6		C	70	7,4	12,2
	SE	15	18,8	3,4		SE	43	23,4	16,7		SE	71	7,4	12,5
	SW	16	15,9	15		SW	44	23,2	19,8		SW	72	6,8	5,5
7-VI-78	N	17	26,2	12,3	16-IX-78	N	45	23,7	20,7	23-III-79	N	73	11,2	16,4
	C	18	23,3	17		C	46	23,6	21,4		C	74	10,4	17
	SE	19	20,1	23		SE	47	23,6	27,8		SE	75	10,6	16,8
	SW	20	17,5	30		SW	48	23,1	26,1		SW	76	10,1	14,8
20-VI-78	N	21	24,5	15,2	26-IX-78	N	49	24,1	16	26-IV-79	N	77	15,8	15,3
	C	22	22,3	12,9		C	50	23,0	14,7		C	78	16,3	16,5
	SE	23	21,1	8,5		SE	51	21,8	12,6		SE	79	13,4	27,5
	SW	24	19,4	14,1		SW	52	21,3	12,2		SW	80	13,2	27
6-VII-78	N	25	23,8	20,3	11-X-78	N	53	19,1	21,8					
	C	26	20,9	32		C	54	18,1	21,4					
	SE	27	20,9	30,2		SE	55	18,6	21,4					
	SW	28	20,1	31,8		SW	56	18,3	21,3					

soumises à une analyse statistique afin de représenter, de manière synthétique, les relations réciproques entre les observations. En premier lieu on a pratiqué un regroupement des échantillons et des taxons («cluster analysis»). Deux types de dendrogrammes ont été construits : l'un à partir de la matrice de similitude inter-relevés et donc d'une

matrice carrée « Q » d'ordre 80 (pour la Sacca de Scardovari) et d'ordre 68 (pour la Sacca du Canarin) ; l'autre à partir de la matrice de similitude inter-taxons et donc d'une matrice carrée « R » d'ordre 16 (le nombre d'unités systématiques considérées). Les matrices de similitude ont été calculées en utilisant le coefficient de corrélation de rangs

Tableau 2

Échantillons (n : numéro d'ordre) de zooplancton recueillis dans la Sacca du Canarin et données de température et de salinité aux diverses dates et stations d'échantillonnage.

Zooplankton samples (n : listed number) collected in the Sacca del Canarin and temperature and salinity values at various sampling dates in the different stations.

Dates	St.	n	T °C	S ‰	Dates	St.	n	T °C	S ‰	Dates	St.	n	T °C	S ‰
7-VI-77	C ₁	1	18,7	0	19-I-78	C ₁	25	6,4	2,5	11-IV-79	C ₁	49	12,9	4,5
	C ₂	2	21,2	17		C ₂	26	6,3	0,5		C ₂	50	12,5	4
	C ₃	3	20,1	14,5		C ₃	27	6,3	1,5		C ₃	51	12,5	5,5
	M	4	19,1	27,5		M	28	6,4	2		M	52	13,0	8
5-VII-77	C ₁	5	25,6	21	9-III-78	C ₁	29	8,4	4,5	30-V-79	C ₁	53	24,0	18
	C ₂	6	24,8	19,5		C ₂	30	8,8	1,5		C ₂	54	24,0	14,5
	C ₃	7	24,6	15		C ₃	31	8,9	7		C ₃	55	23,0	16,5
	M	8	22,9	18,5		M	32	8,6	17		M	56	23,3	18
26-VII-77	C ₁	9	24,5	6	16-V-78	C ₁	33	17,0	0,5	12-VII-79	C ₁	57	24,0	7
	C ₂	10	25,0	8,5		C ₂	34	18,4	13		C ₂	58	23,7	16
	C ₃	11	24,0	17,5		C ₃	35	18,2	9		C ₃	59	23,9	11
	M	12	24,5	12		M	36	17,0	18		M	60	23,9	21
3-IX-77	C ₁	13	20,0	0	21-VII-78	C ₁	37	24,0	9,5	24-VIII-79	C ₁	61	21,9	12
	C ₂	14	19,0	0,5		C ₂	38	23,8	9,5		C ₂	62	22,3	17
	C ₃	15	21,0	3		C ₃	39	23,3	5,5		C ₃	63	22,2	15,5
	M	16	19,9	8		M	40	23,8	9,5		M	64	23,5	34
6-X-77	C ₁	17	17,5	8,5	22-VIII-78	C ₁	41	24,8	14	21-XI-79	C ₁	65	10,0	6
	C ₂	18	17,5	10,5		C ₂	42	23,8	11,5		C ₂	66	10,0	8
	C ₃	19	17,6	12		C ₃	43	23,0	9		C ₃	67	10,0	7,5
	M	20	18,9	16		M	44	24,0	19,5		M	68	10,0	8,5
19-XI-77	C ₁	21	10,0	6,5	10-X-78	C ₁	45	17,0	6					
	C ₂	22	10,0	14		C ₂	46	16,9	12,5					
	C ₃	23	10,2	16		C ₃	47	16,4	6					
	M	24	10,5	15,5		M	48	18,0	19					

Tableau 3

Liste des espèces de copépodes et de cladocères apparaissant dans les échantillons de zooplancton recueillis dans la Sacca de Scardovari (SdS) et dans la Sacca du Canarin (SdC).

Species of copepods and cladocerans occurring in the zooplankton samples respectively collected in Sacca di Scardovari (SdS) and Sacca del Canarin (SdC).

	SdS	SdC
COPÉPODES		
dulcicoles		
<i>Eudiaptomus padanus</i>		+
<i>Macrocyclus albidus</i>		+
<i>Eucyclops serrulatus</i>		+
<i>Paracyclops fimbriatus</i>		+
<i>Cyclops vicinus</i>		+
<i>Acanthocyclops robustus</i>	+	+
<i>Mesocyclops leuckarti</i>		+
<i>Thermocyclops crassus</i>		+
<i>Ergasilus</i> sp.		+
<i>Canthocamptus staphylinus</i>		+
saumâtres		
<i>Calanipeda aquaedulcis</i>		+
<i>Halicyclops</i> sp.		+
<i>Canuella perplexa</i>	+	+
<i>Harpacticus</i> sp.	+	+
<i>Tisbe</i> sp.	+	+
<i>Microarthridion fallax</i>		+
<i>Laophontidae</i> sp.	+	
marins		
<i>Acartia clausi</i>	+	+
<i>Acartia latisetosa</i>	+	+
<i>Centropages krøyeri</i>	+	+
<i>Centropages typicus</i>	+	+
<i>Paracalanus parvus</i>	+	+
<i>Temora longicornis</i>	+	+
<i>Temora stylifera</i>	+	+
<i>Oithona nana</i>	+	+
<i>Oithona</i> sp.	+	+
<i>Oncaea</i> sp.	+	+
<i>Corycaeus</i> sp.		+
<i>Euterpina acutifrons</i>	+	+
<i>Microsetella norvegica</i>	+	+
CLADOCÈRES		
dulcicoles		
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>		+
<i>Daphnia</i> sp.		+
<i>Ceriodaphnia laticaudata</i>		+
<i>Ceriodaphnia pulchella</i>		+
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>		+
<i>Moina</i> sp.	+	+
<i>Scapholeberis</i> sp.		+
<i>Simocephalus vetulus</i>		+
<i>Bosmina longirostris</i>		+
<i>Eubosmina longispina</i>		+
<i>Ilyocryptus</i> sp.		+
<i>Macrothrix</i> sp.		+
<i>Alona guttata</i>		+
<i>Alona quadrangularis</i>		+
<i>Alona rectangula</i>	+	+
<i>Acroperus harpae</i>		+
<i>Camptocercus rectirostris</i>		+
<i>Graptoleberis testudinaria</i>		+
<i>Chydorus sphaericus</i>	+	+
<i>Pleuroxus aduncus</i>		+
marins		
<i>Podon polyphemoides</i>	+	+
<i>Penilia avirostris</i>	+	+
<i>Evadne nordmanni</i>	+	+
<i>Evadne spinifera</i>	+	+
<i>Evadne tergestina</i>	+	+

de Kendall (τ) (in Daget, 1976). La construction de dendrogrammes a été effectuée à l'aide de l'algorithme d'agrégation de Lance et Williams (1967) ($\beta = -0,25$).

Les groupements déterminés à partir du dendrogramme construit sur la matrice Q ont été successivement caractérisés sur la base de la composition de chaque échantillon. Pour chaque groupement on a dressé un classement des catégories zooplanctoniques les plus importantes. A cet effet, on a attribué à chaque catégorie un indice numérique (i) calculé en tenant compte du rang que cette catégorie occupe dans chaque échantillon. Cet indice varie de 0 (pour les unités systématiques qui n'apparaissent dans aucun échantillon parmi les cinq plus abondantes) à 1 (pour les unités qui dans tous les échantillons du groupement sont présentes avec la densité la plus élevée).

Une autre méthode d'analyse statistique des données a été utilisée, l'analyse factorielle, dont les principes sont donnés par Daget (1976) et Morrison (1976). Dans ce but, outre les variables biologiques (les densités des catégories zooplanctoniques), on a pris en considération quelques variables abiotiques: la température de surface ($T^{\circ}\text{C}$), la salinité (S‰) (de surface pour la Sacca de Scardovari, comme moyenne entre les valeurs relevées en surface et dans la couche d'eau proche du fond pour la Sacca du Canarin), le débit du fleuve (QPo). Pour la Sacca de Scardovari on a considéré, en outre, l'état de la marée (TIP) durant les prélèvements de zooplancton, tandis que pour la Sacca du Canarin on a utilisé les valeurs d'un indice de stabilité (I_s) élaboré par le Centro di Ricerche Idrauliche e Strutturali de l'ENEL (ENEL CRIS, 1981); cet indice tient compte des principaux apports de masses d'eau dans la lagune et varie de -1 (lorsque l'afflux des eaux de la mer est nul) à +1 (lorsque c'est l'afflux des eaux des bras du Pô qui est nul). Les données de température et salinité sont reportées dans le tableau 1 (Sacca de Scardovari) et le tableau 2 (Sacca du Canarin).

A la matrice de corrélation de 20 variables (16 catégories zooplanctoniques et 4 variables abiotiques) on a appliqué tout d'abord une analyse en composantes principales. Dans une étape successive, l'analyse factorielle a été exécutée en prenant en considération les trois premiers facteurs. Les valeurs de saturation des 20 variables ont été obtenues à l'aide de la méthode de rotation Varimax après normalisation Kaiser (1958).

Le traitement des données a été effectué au Centre de Calcul de l'Université de Ferrara et au Centro Ricerca di Automatica de l'ENEL, Milan.

RÉSULTATS

Sacca de Scardovari

Le zooplancton est représenté essentiellement par des formes méroplanctoniques (larves de polychètes, de mollusques et de cirripèdes) et par des formes holoplanctoniques marines (copépodes, cladocères et appendiculaires) (tableau 4). La présence des formes dulcicoles est insignifiante (tableau 3). Les rotifères comprennent des espèces planctoniques typiques du fleuve (Ferrari, 1973) dans les deux stations de l'embouchure et des espèces saumâtres dans les stations plus internes. A la catégorie des « copépodes saumâtres » on a attribué surtout les copépodites de l'harpacticoïde *Canuella perplexa* dont les adultes sont benthiques. Les densités les plus élevées, en moyenne, des formes méroplanctoniques sont observées dans les stations les plus internes, en particulier dans la station N. Au contraire, les formes holoplanctoniques néritiques présen-

Tableau 4

Sacca de Scardovari : densités moyennes (N : ind./m³) des groupes zooplanctoniques et fréquences (f) d'apparition dans les 20 échantillons de chaque station.

Sacca di Scardovari : average densities (N : ind./m³) and frequencies of occurrence (f) of the zooplankton groups in the 20 samples of each station.

	St.	N		C		SE		SW	
		N	f	N	f	N	f	N	f
Rotifères	ROT	7 959	14	1 204	9	275	11	1 078	16
Cladocères dulcicoles	FCL	—	—	—	—	2	1	10	2
Cladocères marins	MCL	268	12	890	15	2 281	16	7 204	15
Copépodes dulcicoles	FCP	—	—	2	1	9	3	58	8
Copépodes saumâtres	BCP	1 511	10	718	14	77	12	362	15
Calanoïdes marins	MCA	6 916	20	1 655	20	3 490	19	5 463	19
Cyclopoïdes marins	MCY	215	12	999	18	3 637	16	6 827	18
Harpacticoïdes marins	MHA	45	7	320	9	950	10	1 595	12
Nauplii de copépodes	CNA	56 079	19	28 132	20	22 269	19	9 779	20
Larves de cirripèdes	CLA	49 130	20	27 644	19	39 237	20	19 606	20
Larves de polychètes	PLA	20 662	20	8 358	19	5 141	20	5 688	18
Larves de bivalves	BLA	19 365	18	2 651	16	3 520	18	7 443	17
Larves de gastéropodes	GLA	28 119	18	6 871	18	973	15	1 127	16
Larves de décapodes	DLA	25	3	15	5	18	7	26	5
Tuniciers	TUN	6	1	9	1	2 185	11	1 844	15
Autres groupes	OGR	29	8	25	5	57	10	197	13
Total		190 329		79 493		84 121		68 307	

tent généralement les valeurs de densité les plus élevées à l'embouchure ; par ailleurs, certaines espèces typiquement euryhalines de copépodes et de cladocères marins (*Acartia clausi*, *Paracalanus parvus*, *Podon polyphemoides*) peuvent présenter une forte pénétration dans les eaux les plus internes de la lagune (Hure, Scotto di Carlo, 1969 ; Specchi, 1976).

Les variations des densités du zooplancton total mettent également en évidence une nette différenciation des diverses aires de la lagune. Dans la station N la densité moyenne est de 190 ind./l, alors que dans les trois stations au centre et au Sud la densité n'atteint pas 100 ind./l. En outre, dans ces trois stations la même évolution saisonnière tend à se répéter avec un maximum en automne ; elle diffère d'une manière évidente de celle observée dans la station N, caractérisée par des maximums de densité en mars et en juillet.

Dans la figure 2, on a reporté le dendrogramme obtenu à partir de la matrice Q de similitude inter-relevés et donc de la matrice carrée d'ordre 80 (nombre d'échantillons considérés). On peut individualiser trois principaux groupements d'échantillons homogènes sur la base de la composition et de l'abondance relative des différentes catégories systémati-

ques. Le premier groupement comprend 29 échantillons dont 26 prélevés dans les deux stations à l'embouchure ; le deuxième comprend 33 échantillons, en particulier presque tous ceux prélevés dans la station N ; le troisième comprend 18 échantillons, dont 8 de la station C ; tous les échantillons hivernaux appartiennent à ce dernier groupement (tableau 5).

Tableau 5

Sacca de Scardovari : répartition par station des échantillons des trois groupements déterminés sur le dendrogramme de la figure 2. *Sharing per station of the samples of the three clusters shown in the dendrogram of Figure 2 (Sacca di Scardovari).*

Station	Groupe I	Groupe II	Groupe III
N	—	18	2
C	3	9	8
SE	13	4	3
SW	13	2	5
Total	29	33	18

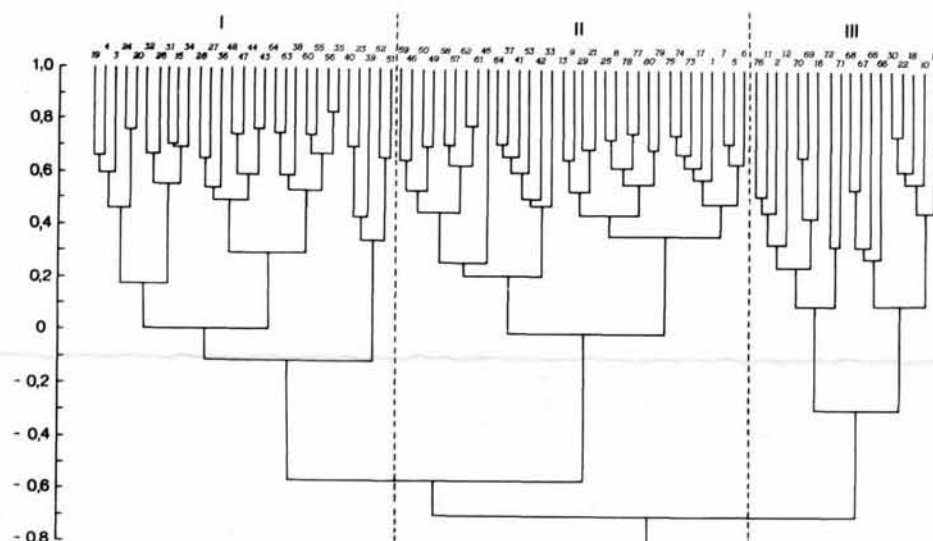


Figure 2

Sacca de Scardovari : dendrogramme construit sur la matrice de similitude d'ordre 80 (nombre des échantillons considérés, voir tableau 1).

Sacca di Scardovari : dendrogram resulting from the 80 × 80 similarity matrix (80 is the number of samples taken into account, see Table 1).

Tableau 6

Sacca di Scardovari : tableau des catégories zooplanctoniques à plus haut indice d'importance (*i*) dans les trois groupements déterminés sur le dendrogramme de la figure 2.

Sacca di Scardovari : zooplankton groups with the highest importance indices (*i*) in each of the three clusters shown in the dendrogram of Figure 2.

Groupe I			Groupe II			Groupe III		
Nauplii de copépodes	0,75		Larves de cirripèdes	0,73		Nauplii de copépodes	0,71	
Larves de cirripèdes	0,63		Larves de gastéropodes	0,57		Larves de cirripèdes	0,63	
Larves de bivalves	0,37		Nauplii de copépodes	0,53		Calanoides marins	0,42	
Cyclopoïdes marins	0,37		Larves de polychètes	0,50		Rotifères	0,38	
Cladocères marins	0,30		Larves de bivalves	0,37		Copépodes saumâtres	0,18	

Les nauplii de copépodes et les larves de cirripèdes ont un haut indice d'importance (*i*) dans les trois groupements ; dans le premier on observe une présence importante de catégories holoplanctoniques marines comme les cyclopoïdes et les cladocères ; dans le second dominant, au contraire, les formes méroplanctoniques (outre les larves de cirripèdes, les véligères de gastéropodes et les larves de polychètes présentent un indice *i* particulièrement élevé) ; dans le troisième, après les nauplii de copépodes et les larves de cirripèdes, les groupes les plus largement représentés sont les calanoides marins et les rotifères (tableau 6). Le dendrogramme construit sur la matrice R de similitude inter-taxons (et donc sur une matrice carrée d'ordre 16) permet d'apprécier le degré d'association entre les diverses catégories systématiques ; on peut identifier quatre groupements distincts (fig. 3) : 1) le premier comprend essentiellement les catégories du zooplancton dulcicole, auxquelles sont associées les larves de décapodes ; 2) le second comprend toutes les catégories holoplanctoniques marines, excepté les calanoides ; 3) le troisième comprend les calanoides marins associés aux nauplii de copépodes et aux copépodes saumâtres ; 4) le quatrième comprend toutes les catégories les plus importantes du méroplancton.

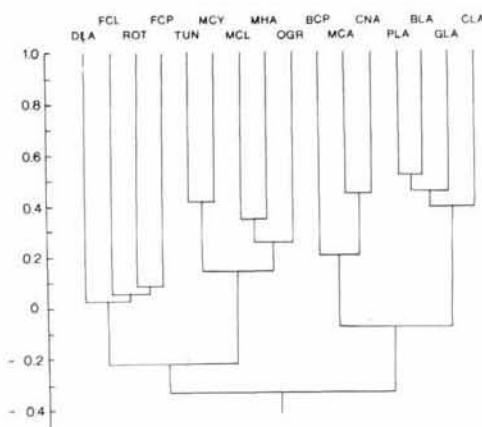


Figure 3

Sacca di Scardovari : dendrogramme construit sur la matrice de similitude d'ordre 16 (nombre des catégories systématiques, voir tableau 4).

Sacca di Scardovari : dendrogram resulting from the 16 × 16 similarity matrix (16 is the number of zooplankton groups, see Table 4).

Les résultats de l'analyse en composantes principales de la matrice de corrélation d'ordre 20 (16 catégories zooplanctoniques plus 4 paramètres abiotiques) sont exposés dans le tableau 7. L'analyse factorielle a été exécutée en prenant en considération les trois premiers facteurs, qui sont explicatifs des 55 % de la variance totale. Les valeurs de saturation des 20 variables, obtenues à l'aide de la méthode de rotation Varimax, sont représentées dans le plan des facteurs 1 et 2 et dans le plan des facteurs 1 et 3 (fig. 4). Sur le facteur 1 pèsent, d'une manière significative, 8 variables (corrélées entre elles positivement), en particulier la température,

Tableau 7

Sacca di Scardovari : valeurs propres (λ), pourcentages(%) et pourcentages cumulés (% cum.) obtenus dans l'analyse en composantes principales de la matrice de corrélation d'ordre 20 (16 catégories zooplanctoniques et 4 variables abiotiques).

Sacca di Scardovari : eigenvalues (λ), percentages (%) and cumulative percentages (% cum.) of the total variance from the principal component analysis performed on the 20 × 20 correlation matrix (16 zooplankton groups and 4 abiotic parameters were taken into account).

Facteur	λ	%	% cum.
1	5,20	26,0	26,0
2	3,13	15,7	41,6
3	2,69	13,4	55,1
4	1,73	8,6	63,7
5	1,29	6,5	70,2
6	1,01	5,1	75,2
7	0,77	3,8	79,1
8	0,62	3,1	82,2
...
20	0,11	0,5	100

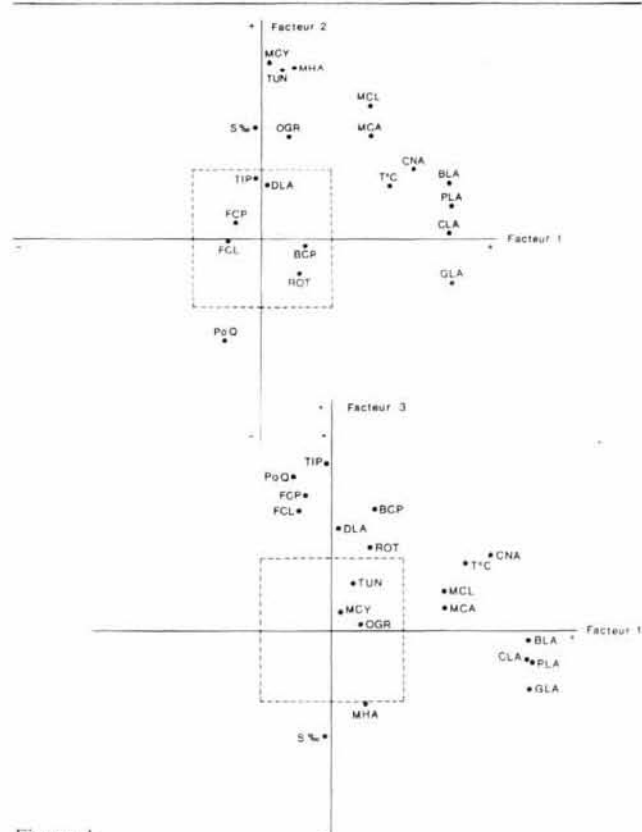


Figure 4

Sacca di Scardovari : position des 20 variables (catégories zooplanctoniques et variables abiotiques) sur le plan des facteurs 1 et 2 et sur le plan des facteurs 1 et 3 après rotation Varimax (voir texte).

Sacca di Scardovari : plot of the 20 variables (zooplankton groups and abiotic parameters) on the plane of factors 1 and 2 and on the plane of factors 1 and 3 respectively, after Varimax rotation (see text).

Tableau 8

Sacca du Canarin : densités moyennes (N : ind./m³) des groupes zooplanctoniques et fréquences (f) d'apparition dans les 17 échantillons de chaque station.

Sacca del Canarin : average densities (N : ind./m³) and frequencies of occurrence (f) of the zooplankton groups in the 17 samples of each station.

	St.	C ₁		C ₂		C ₃		M	
		N	f	N	f	N	f	N	f
Rotifères	ROT	612	13	293	13	206	16	1 000	11
Cladocères dulcicoles	FCL	95	10	39	7	26	8	51	7
Cladocères marins	MCL	95	8	826	12	154	11	1 754	12
Copépodes dulcicoles	FCP	46	14	86	12	49	13	57	11
Copépodes saumâtres	BCP	9	7	22	5	12	5	99	8
Calanoides marins	MCA	13	7	59	8	33	5	761	12
Cyclopoïdes marins	MCY	42	4	138	6	48	5	1 345	10
Harpacticoides marins	MHA	4	1	3	3	4	3	896	6
Nauplii de copépodes	CNA	184	13	492	14	286	15	1 564	13
Larves de cirripèdes	CLA	1 190	11	1 078	15	1 853	15	452	14
Larves de polychètes	PLA	40	5	65	5	22	6	991	10
Larves de bivalves	BLA	23	4	119	5	17	4	488	7
Larves de gastéropodes	GLA	4	2	11	2	23	4	48	6
Larves de décapodes	DLA	2	2	146	8	18	5	12	4
Tuniciers	TUN	1	1	98	2	4	2	280	4
Autres groupes	OGR	28	12	22	8	15	9	77	8
Total		2 388		3 497		2 770		9 875	

mais surtout les groupes méroplanctoniques les plus représentatifs, c'est-à-dire les larves de polychètes, de bivalves, de gastéropodes et de cirripèdes. Sur le facteur 2 pèsent, dans un sens le débit du Pô et, en sens inverse, les groupes plus typiquement marins (cyclopoïdes, harpacticoides, tuniciers, cladocères). Sur le facteur 3, enfin, agissent d'une manière significative les groupes dulcicoles associés au débit du fleuve et, dans le sens opposé, la salinité.

Les résultats de l'analyse factorielle doivent être interprétés avec beaucoup de prudence, en tenant compte du bas pourcentage de variance qu'expliquent les trois premiers facteurs. L'aspect le plus remarquable peut-être des résultats est le poids considérable qu'assument les composantes individuelles et locales de la variabilité, que n'expliquent pas les facteurs principaux. On peut toutefois formuler quelques hypothèses relatives à l'identification des facteurs analysés.

Le facteur 1 représente probablement la composante plus proprement autochtone de la lagune, caractérisée par une évolution saisonnière avec des maximums de printemps-été et des minimums d'hiver. A leur tour, les facteurs 2 et 3 peuvent être identifiés, respectivement, avec la composante néritique et avec la composante dulcicole. On peut dire, en définitive, que sur la distribution du peuplement dans la Sacca de Scardovari influe en premier lieu la productivité de la zone plus intérieure et plus stable de la lagune ;

l'influence des facteurs hydrodynamiques semble, au contraire, moins décisive.

Sacca du Canarin

Les valeurs moyennes de densité du zooplancton total dans la Sacca du Canarin (tableau 8) sont beaucoup plus basses que celles de la Sacca de Scardovari. La plupart des catégories systématiques considérées présentent des densités plus élevées dans la station M : ceci vaut surtout pour les copépodes néritiques et pour les larves de polychètes et de mollusques. Les cladocères néritiques, surtout avec l'espèce *Podon polyphemoides*, sont assez abondants même dans la station C₂. Les larves de cirripèdes et les larves de décapodes ont les densités les plus élevées dans les stations plus intérieures : ces deux groupes peuvent être considérés, dès à présent, comme les représentants typiques du zooplancton lagunaire autochtone. Dans la Sacca du Canarin, enfin, la composante dulcicole présente une importance relative par rapport au peuplement total beaucoup plus nette que dans la Sacca de Scardovari (tableau 3). Les rotifères sont le plus souvent dulcicoles et pénètrent dans la lagune non seulement par les canaux reliés aux bras terminaux du fleuve, mais aussi par la mer.

Le dendrogramme construit sur la matrice carrée de corrélation de rangs d'ordre 68 (fig. 5) a mis en évidence trois

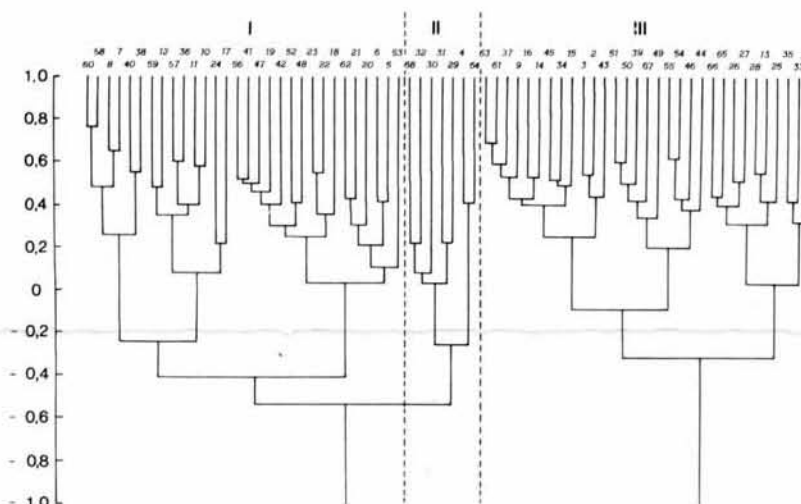


Figure 5

Sacca du Canarin : dendrogramme construit sur la matrice de similitude d'ordre 68 (nombre des échantillons considérés, voir tableau 2).

Sacca del Canarin : dendrogram resulting from the 68 × 68 similarity matrix (68 is the number of samples taken into account, see Table 2).

Tableau 9

Sacca du Canarin : répartition par station des échantillons des trois groupements déterminés sur le dendrogramme de la figure 5.

Sharing per station of the samples of the three clusters shown in the dendrogram of Figure 5 (Sacca del Canarin).

Station	Groupe I	Groupe II	Groupe III
C ₁	6	1	10
C ₂	8	1	8
C ₃	6	1	10
M	10	4	3
Total	30	7	31

Tableau 10

Sacca du Canarin : tableau des groupes zooplanctoniques à plus haut indice d'importance (*i*) dans les trois groupements déterminés sur le dendrogramme de la figure 5.

Sacca del Canarin : zooplankton groups with the highest importance indices (i) in each of the three clusters shown in the dendrogram of Figure 5.

Groupe I		Groupe II		Groupe III	
Larves de cirripèdes	0,81	Nauplii de copépodes	0,64	Rotifères	0,64
Cladocères marins	0,51	Calanoïdes marins	0,41	Larves de cirripèdes	0,41
Nauplii de copépodes	0,48	Cyclopoïdes marins	0,29	Copépodes dulcicoles	0,29
Rotifères	0,37	Copépodes saumâtres	0,27	Nauplii de copépodes	0,27
Cyclopoïdes marins	0,14	Autres groupes	0,20	Cladocères dulcicoles	0,20

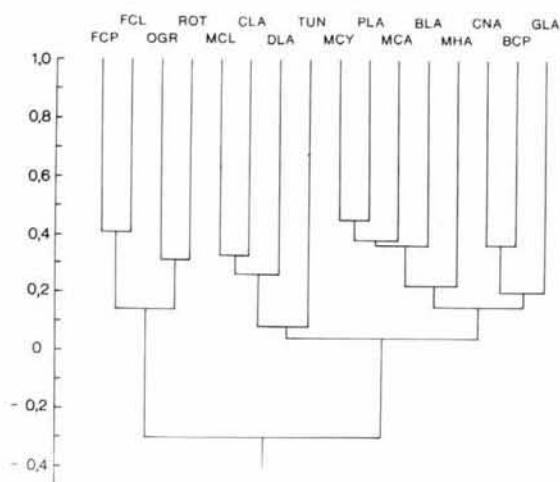


Figure 6

Sacca du Canarin : dendrogramme construit sur la matrice de similitude d'ordre 16 (nombre des catégories systématiques, voir tableau 8).

Sacca del Canarin : dendrogram resulting from the 16 × 16 similarity matrix (16 is the number of zooplankton groups, see Table 8).

groupements d'échantillons homogènes. Le premier, qui comprend essentiellement des échantillons des stations plus influencées par la mer (station M et station C₂), est caractérisé par un indice d'importance *i* élevé pour les larves de cirripèdes et pour les groupes holoplanctoniques marins, en particulier cladocères et cyclopoïdes. Le deuxième groupement est franchement marin et se différencie du premier par l'absence de larves de cirripèdes et de rotifères. Le troisième, enfin, comprend essentiellement des échantillons des stations qui subissent davantage l'influence de l'apport d'eaux douces (station C₁ et station C₃) ; il est caractérisé par un indice *i* élevé des groupes dulcicoles (tableau 9 et tableau 10).

Le dendrogramme construit sur la matrice carrée de corrélation d'ordre 16 (fig. 6) fournit d'ultérieures indications sur le degré d'association entre catégories systématiques. On peut identifier trois groupements : l'un d'organismes dulcicoles ; un autre d'organismes autochtones (larves de cirripèdes et

larves de décapodes auxquelles viennent s'ajouter les cladocères marins ainsi que les tuniciers) ; enfin un troisième groupement où, à côté des copépodes marins, apparaissent les larves de polychètes, de bivalves et de gastéropodes. L'association des tuniciers (appendiculaires), qui sont typiquement marins, aux catégories du zooplancton autochtone est plutôt surprenante ; elle est probablement en relation avec la très basse fréquence d'apparition des tuniciers dans les 68 échantillons analysés.

Les résultats de l'analyse factorielle confirment fondamentalement les résultats obtenus par l'examen des dendrogrammes. L'analyse en composantes principales, effectuée sur la matrice de corrélation d'ordre 20 des catégories zooplanctoniques et des variables abiotiques, a mis en évidence que les trois premiers facteurs suppriment plus de

Tableau 11

Sacca du Canarin : valeurs propres (λ), pourcentages (%) et pourcentages cumulés (% cum.) obtenus dans l'analyse en composantes principales de la matrice de corrélation d'ordre 20 (16 catégories zooplanctoniques et 4 variables abiotiques).

Sacca del Canarin : eigenvalues (λ), percentages (%) and cumulative percentages (% cum.) of the total variance from the principal component analysis performed on the 20 × 20 correlation matrix (16 zooplankton groups and 4 abiotic parameters were taken into account).

Facteur	λ	%	% cum.
1	8,27	41,4	41,4
2	2,78	13,9	55,2
3	2,10	10,5	65,8
4	1,39	6,9	72,7
5	1,04	5,2	77,9
6	0,89	4,4	82,3
7	0,67	3,3	85,6
8	0,41	2,1	87,7
...
20	0,07	0,3	100

65 % de la variance totale (le premier facteur à lui seul en supprime plus de 41 % ; tableau 11). Les positions des 20 variables sur le plan des facteurs 1 et 2 et sur le plan des facteurs 1 et 3 après rotation Varimax sont montrées dans la figure 7.

On peut constater que sur le facteur 1 pèsent, d'une manière significative, la salinité et, associés à celle-ci, tous les groupes holoplanctoniques marins et les larves de polychètes et de mollusques. Sur le facteur 2 pèsent, d'une manière significative, dans un sens le débit du fleuve, avec lequel entrent en corrélation positive les cladocères dulcicoles, dans le sens opposé la température à laquelle sont associées les densités des larves de cirripèdes et des cladocères marins. Sur le facteur 3, enfin, pèsent significativement les groupes dulcicoles corrélés positivement avec la température.

En conclusion, dans la Sacca du Canarin on peut remarquer une forte composante principale, identifiable à l'influence des eaux côtières ; l'influence du débit du fleuve paraît moins importante ; elle a toutefois des répercussions négati-

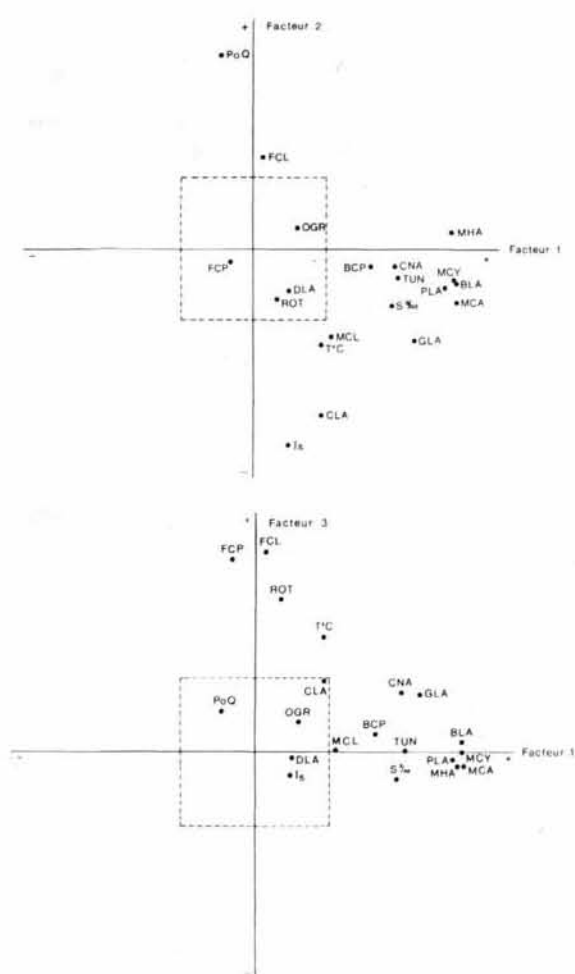


Figure 7

Sacca du Canarin : position des 20 variables (catégories zooplanctoniques et variables abiotiques) sur le plan des facteurs 1 et 2 et sur le plan des facteurs 1 et 3 après rotation Varimax (voir texte).

Sacca del Canarin : plot of the 20 variables (zooplankton groups and abiotic parameters) on the plane of factors 1 and 2 and on the plane of factors 1 and 3 respectively, after Varimax rotation (see text).

ves sur l'abondance du peuplement zooplanctonique autochtone.

DISCUSSION

La comparaison des séries de prélèvements zooplanctoniques met en évidence une nette différence de la structure des peuplements colonisant les deux lagunes. Dans la Sacca de Scardovari le zooplancton est plus abondant et présente une forte composante de méroplancton natif et une variabilité sur laquelle les facteurs hydrodynamiques, liés à l'influence de la mer et du fleuve, exercent un poids limité. Au contraire, dans la Sacca du Canarin le peuplement est numériquement peu important, essentiellement néritique ;

la composante autochtone est très pauvre et pratiquement limitée aux larves de cirripèdes ; le méroplancton à polychètes et à mollusques semble être le plus souvent représenté par des formes qui entrent dans la lagune en provenance de la mer ; la variabilité du zooplancton est largement influencée par les facteurs hydrodynamiques.

La pauvreté en zooplancton de la Sacca du Canarin ne doit pas nous faire considérer comme négligeable le rôle de cette biocénose dans la lagune. L'importance déterminante du zooplancton dans le régime alimentaire de différentes espèces de poissons a été documentée non seulement dans la Sacca de Scardovari (Ferrari, Chierigato, 1981), mais également dans la Sacca du Canarin (Ferrari *et al.*, 1978). Les basses valeurs de densité du zooplancton dans la Sacca du Canarin semblent refléter le faible degré de complexité et de stabilité du milieu physique. L'absence de gradients réguliers, due à la configuration hydrographique de la lagune, réduit la diversité d'habitats potentiels (UNESCO, 1981) ; il s'ensuit que les communautés autochtones apparaissent pauvrement structurées et peu abondantes.

Au cours des deux dernières années, par suite de la fermeture de Busa Bonifazi, l'un des deux canaux qui relie la lagune aux bras terminaux du Pô, le zooplancton de la Sacca du Canarin a subi d'importantes modifications structurelles. L'analyse de prélèvements quantitatifs effectués en 1980 et en 1981 a mis en évidence une très forte augmentation, par rapport aux années précédentes, des densités d'organismes marins holoplanctoniques (en particulier de copépodes et d'appendiculaires), mais aussi de formes autochtones comme les végétales de bivalves et les rotifères saumâtres ; au contraire, l'importance relative de la composante dulcicole a connu une très forte diminution (Ferrari *et al.*, 1982). De toute évidence, le plus faible apport d'eaux douces et la plus intense vivification marine ont favorisé d'une part une forte pénétration de formes néritiques dans la lagune, d'autre part le développement d'un zooplancton autochtone en conséquence de la recolonisation des sédiments par des formes benthiques. Étant donné les nouvelles conditions hydrodynamiques, on remarque que dans la Sacca du Canarin le zooplancton évolue vers une physionomie plus stable, moins sujette aux fluctuations des facteurs abiotiques ; il tendra probablement à présenter des caractéristiques structurelles (de distribution, composition et abondance) plus proches de celles du peuplement de la Sacca de Scardovari.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier M. Vittorio Gaiani, de l'Institut de Zoologie de l'Université de Ferrara, pour avoir collaboré au prélèvement des échantillons dans la Sacca de Scardovari ; M. Giovanni Fabbri, de l'Institut de Zoologie de l'Université de Ferrara, et M. Romeo Cironi, de l'ENEL DCO de Piacenza, pour l'aide qu'ils ont fournie dans les programmes de calcul ; M. Jean Fracchiolla, de l'Institut de Langues et Littératures Romanes de l'Université de Parme, pour la traduction du manuscrit en français.

Les recherches sur le zooplancton dans la Sacca de Scardovari ont été financées par le contrat No 80.00730.88 du Centro Nazionale delle Ricerche (CNR ; Progetto Finalizzato « Oceanografia e Fondi Marini »).

RÉFÉRENCES

- Bedulli D., Peretti E., 1979. Recent development of the macrobenthos in a brackish lagoon of the Po river Delta, *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B*, **86**, suppl., 69-72.
- Borgese D., Smedile E., Ambrogi R., 1981. Programmes de recherche écologique en cours dans la zone du Delta du Pô intéressée par la construction d'une centrale thermoélectrique de grande puissance, *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, **27**, 4, 167-168.

- Calvi Parisetti C., Ferrari L., Mazzocchi M. G., 1979. Effetti della marea sulla distribuzione di popolazioni zooplanctoniche in un ambiente lagunare, *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, **37**, suppl., 95-106.

- Castel J., 1978. Plancton estival dans les étangs saumâtres du bassin d'Arcachon (France), *Bull. Off. Natl. Pêch. Tunisie*, **2**, 1-2, 303-319.

- Castel J., Courties C., 1979. Structure et importance des peuplements zooplanctoniques dans la baie d'Arcachon : milieux ouverts et lagunes aménagées de Certes, *Publ. Sci. Tech. CNEXO, Actes Colloq.*, 7, 559-574.
- Cavallini G., Paesanti F., 1979. Nota sul ciclo annuale delle caratteristiche idrologiche e della concentrazione in clorofilla-a fitoplanctonica della Sacca degli Scardovari, *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B*, 86, suppl., 80-82.
- Cazaux C., 1973. Cycle et distribution des larves de polychètes : caractères du méroplankton des différents types de masses d'eau du bassin d'Arcachon, *Bull. Ecol.*, 4, 257-275.
- Ceccherelli V. U., Prati A., Gaiani V., 1979. Note sull'accrescimento e la produzione di *Mytilus galloprovincialis* Lamk in un banco naturale della Sacca degli Scardovari, *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B*, 86, suppl., 134-137.
- Ceccherelli V. U., Ferrari I., Gaiani V., 1981. Zooplankton and zoobenthos role in the diet of juvenile stages of different fish species in an embayment of the Po river Delta, *Kiel. Meeresforsch.*, 5, 259-261.
- Colombo G., Ferrari I., Ceccherelli V. U., Cavallini G., Rossi R., 1979 a. Fattori idrologici e struttura dei popolamenti planctonici e bentonici della Sacca degli Scardovari, *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B*, 86, suppl., 41-47.
- Colombo G., Ferrari I., Rossi R., Ceccherelli V. U., Cavallini G., 1979 b. Risorse biologiche di una sacca del Delta del Po, *Atti Convegno Scientifico sul progetto finalizzato « Oceanografia e fondi marini »*, CNR, Roma, marzo 1979, 199-214.
- Colombo G., Cavallini G., Ceccherelli V. U., Ferrari I., Gaiani V., Rossi R., 1981. Results of hydrobiological investigations on a brackish water bay (Sacca degli Scardovari) of the Po river Delta, *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 27, 4, 89-92.
- Daget J., 1976. *Les modèles mathématiques en écologie*, Masson Éd., Paris, 172 p.
- ENEL CRIS (Ente Nazionale di Eletticità-Centro di Ricerche Idrauliche e Strutturali), 1981. *Delta del Po. L'azione fluvio-marina sulla Sacca del Canarin caratterizzata da un indice. Relazione SI-550/81*, 25 p.
- ENEL CRTN (Ente Nazionale di Eletticità-Centro di Ricerca Termica e Nucleare), 1981. *Ricerche naturalistiche a Porto Tolle. Relazione riassuntiva annuale ottobre 1978-ottobre 1979*, CRTN ENEL Éd., Milano, 54 p.
- Ferrari I., 1973. Successione stagionale dei popolamenti zooplanctonici nel tratto inferiore del Fiume Po, *Ateneo Parmense, Acta Nat.*, 9, 393-407.
- Ferrari I., Chierigato A. R., 1981. Feeding habits of juvenile stages of *Sparus auratus* L., *Dicentrarchus labrax* L. and *Mugilidae* in a brackish embayment of the Po river Delta, *Aquaculture*, 25, 243-257.
- Ferrari I., Gandolfi G., Stefanini A., 1978. Lo zooplankton della Sacca del Canarin (Delta del Po): composizione e ruolo nell'alimentazione dei pesci planctofagi, *Atti Soc. Ital. Sci. Nat. Museo Civ. Stor. Nat. Milano*, 119, 3-4, 211-228.
- Ferrari I., Ceccherelli V. U., Mazzocchi M. G., Cantarelli M. T., 1982. Seasonal and diel variations of zooplankton populations in a lagoon of the Po river Delta, *Neth. J. Sea Res.*, 16, in press.
- Gandolfi G., 1973. Primi dati sul popolamento ittico nelle acque interne del Delta padano, *Ateneo Parmense, Acta Nat.*, 9, 409-417.
- Gandolfi G., Rossi R., Tongiorgi P., 1981. Osservazioni sulla montata del pesce novello lungo le coste italiane, *Quad. Lab. Tecnol. Pesca, Ancona*, 3, 1, suppl., 215-232.
- Hure J., Scotto di Carlo B., 1969. Copepodi pelagici dell'Adriatico Settentrionale nel periodo gennaio-dicembre 1965, *Pubbl. Staz. Zool., Napoli*, 37, suppl., 173-195.
- Kaiser M. F., 1958. The Varimax criterion for analytic rotation in factor analysis, *Psychometrika*, 23, 413-420.
- Lance G. N., Williams W. I., 1967. A general theory of classificatory sorting strategies. I. Hierarchical systems, *Comp. J.*, 9, 373-380.
- Landry M. R., 1978. Population dynamics and production of a planktonic marine copepod, *Acartia clausi*, in a small temperate lagoon on San Juan Island, Washington, *Int. Rev. Gesamten Hydrobiol.*, 63, 77-119.
- Lee W. Y., McAlice B. J., 1979. Sampling variability of marine zooplankton in a tidal estuary, *Estuarine Coastal Mar. Sci.*, 8, 565-582.
- Margalef R., 1969. Comunidades planctónicas en lagunas litorales, in: *Lagunas costeras, un simposio, Mem. Simp. Lagunas costeras, UNAM-UNESCO*, 545-562.
- Mazzocchi M. G., Ferrari I., 1979. Variazioni a lungo e a breve termine dello zooplankton nella Sacca del Canarin (Delta del Po), *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B*, 86, suppl., 85-88.
- Morrison D. F., 1976. *Metodi di analisi statistica multivariata*, CEA, Milano, 343 p.
- Parisi V., 1973. Il popolamento biologico del Delta del Po: stato delle conoscenze, in: *Studi e ricerche sul Delta del Po, Ann. Univ. Ferrara, sez. I, Ecologia*, 1, suppl., 79-93.
- Relini G., 1981. Settlement of *Balanus* spp. (crustacea, cirripedia) in a lagoon in the Po river delta, *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 27, 4, 167-168.
- Remane A., Schlieper C., 1971. *Biology of brackish water*, J. Wiley & Sons, Inc., New York, 372 p.
- Riley G. A., 1967. The plankton of estuaries, in: *Estuaries*, edited by G. H. Lauff, Am. Assoc. Adv. Sci., Publ. No. 83, 316-326.
- Rossi R., 1981. Analisi di una serie pluriennale di dati di pesca nella Sacca di Scardovari (Delta del Po), *Quad. Lab. Tecnol. Pesca, Ancona*, 3, 1, suppl., 201-214.
- Specchi M., 1976. Indicatori biologici di inquinamento marino: zooplankton, *Arch. Oceanogr. Limnol.*, 18, suppl., 3, 23-44.
- UNESCO, 1981. Coastal lagoon research, present and future, *UNESCO Tech. Pap. Mar. Sci.*, 32, 97 p.