Deep Chlorophyll maximum in the Adriatic

Ivona MARASOVIC and Tereza PUCHER-PETKOVIC

Institute of Oceanography and Fisheries, Split (Yugoslavia)

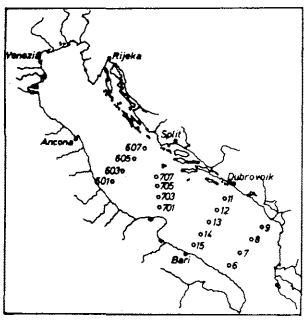
The data from several cruises in the open sea waters of the middle and southern Adriatic (Fig.1) showed that maximum chlorophyll a concentrations regularly occurred in the subsurface layer,most frequently between 50 and 75 m depth. This deep chlorophyll maximum DCM is a phenomenon, rather well studied in oceanic and mediterranean waters,but scientists have not yet agreed upon the mechanisms of its formation. Most of them hold the mechanism of its formation to differ according to local conditions.

The sampling period of our investigations covered three quite different dynamical situations in the sea, the time of vertical mixing (April, 1986 and 1987), the beginning of formation of pycnocline (May, 1987) and the period of very pronounced pycnocline (September,1987).DCM layer (Fig.2,3,4) was present in all three periods, quite independently on the dynamical situation.DCM layer was better marked during spring phytoplankton blooms than in September when pycnocline was very strong. This led us to conclude that, in the Adriatic,the DCM arising is not caused by pycnocline formation,that is by cell accumulation on pycnocline.

The analysis of data on nutrients showed secondary nitrate minimum in DCM layer.This is indicative of the intensified consumption of nitrates in this layer,probably by phytoplankton for organic matter formation.This shows that growing cells were present in the DCM layer, not the relicts of some earlier blooms but living,active cells.

Greatest oxygen saturation was recorded from the layer above the DCM layer,below the pycnocline. This increased oxygen quantities are indicative of intensified biological activity in deeper layers.

Fig. 1. Station locations in the Adriatic



The analysis of phytoplankton biomass expressed as the number of cells showed that it was coincident with chlorophyll a biomass distribution at the major part of stations. Coincidence of these two parameters was better pronounced in September than in May.

In our attempts to explain the DCM formation in the open Adriatic waters, we came to conclusion that it was caused by an actual increase of phytoplankton biomass in this layer. At this depth the relationship between nutrient quantity and light,sufficient for photosynthesis, was probably optimum,so that cells were actively concentrated and growed in this layer.

Futhermore,the formation of DCM in the Adriatic is partly affected also by physiological adaptation of cells to reduced light(increased quantity of cell pigments). On the other hand,it may be assumed,that the most part of zooplankton feeds in upper layers, so that reduced grazing causes in a part, the arising of DCM layer.

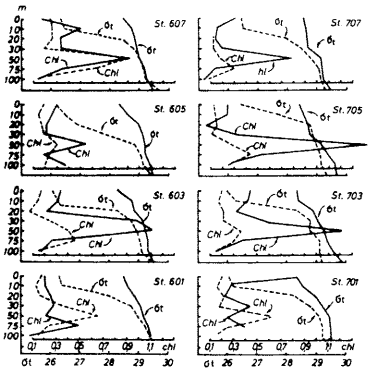


Fig.2. Vertical profiles of chlorophyll a (mg m^{-3}) and density in the middle Adriatic (——— May,1987) (------ September, 1987)

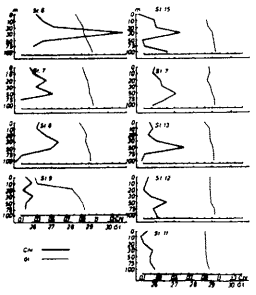


Fig.3. Vertical profiles of chlorophyll a(mg m^{-3}) and density in the southern Adriatic in April 1986.

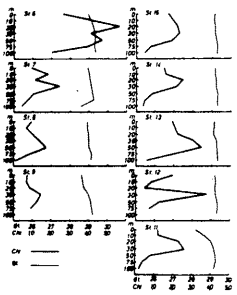


Fig.4. Vertical profiles of chlorophyll a(mg m^{-3}) and density in the southern Adriatic in April,1987.

Indications d'eutrophisation des eaux du large de l'Adriatique Centrale

Tereza PUCHER-PETKOVIC et Ivona MARASOVIC

Institut d'Océanographie et de Pêche, Split (Yougoslavie)

L'analyse des données pluriannuelles sur la production primaire et sur d'autres paramètres de production dans les eaux du large de l'Adritique centrale a relevé, à partir de 1980 un mouvement de l'accroissement de la production que nous n'attribuons pas uniquement aux fluctuations naturellqs mais qui, à notre avis, inclue également les effets d'eutrophisation de provenance côtière.

La figure 1. présente les fluctuations de la production primaire brute dans la Baie de Kaštela et à Stončica (station du large) de 1962 à 1986. Les résultats sont présentés en moyennes mobiles de cinq ans, illustrant de manière correspondante le mouvement de l'accroissement de la production. On a analysé le rapport des taux de production entre les deux stations (Tableau 1). Dans les séries initiales des données, ce rapport est d'environ 2 pour dépasser peu à peu 4. Ces changements sont le résultat de l'accroissement de la production dans la région côtière alors qu'au large la situation reste invariable. A partir de 1977/81 le rapport de la production entre la Baie de Kaštela et Stončica diminue de nouveau ce qui, à notre avis, reflète l'eutrophisation des eaux du large.

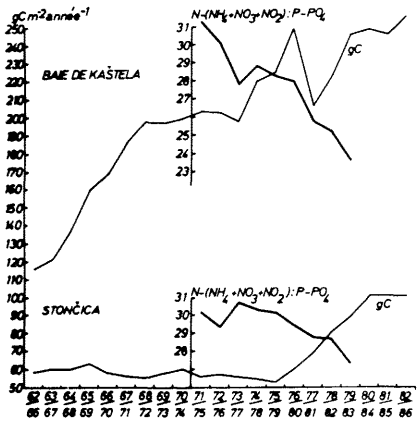


Fig.1. Fluctuations à long-terme de la production primaire et du rapport N/P

Tableau 1.

Rapport g C $m^{-2}an^{-1}$ dans la Baie de Kaštela et Stončica (K:S)

Période	K:S
1962-66	2.0
1963-67	2.0
1964-68	2.2
1965-69	2.5
1966-70	2.9
1967-71	3.3
1968-72	3.6
1969-73	3.4
1970-74	3.3
1971-75	3.6
1972-76	3.5
1973-77	3.5
1974-78	4.0
1975-79	4.2
1976-80	4.1
1977-81	2.9
1978-82	2.7
1979-83	2.7
1980-84	2.5
1981-85	2.4
1982-86	2.5

Les données sur la biomasse (chlorophylle a) indiquent également que la concentration de la chlorophylle a est en croissance (Tableau 2).

Tableau 2. Fluctuations des concentrations de la chlorophylle a

	mg Chl a				
Baie de Kaštela	m^{-2}	m^{-3}	Stončica	m^{-2}	m^{-3}
1977-78	30.85	0.88	1977-78	17.67	0.17
1979-80	35.47	1.01	1979-80	18.30	0.18
1981-82	24.69	0.71	1981-82-83-84	20.64	0.20
1983-84	36.49	1.04			
1985-86	40.56	1.35	1985-86	20.47	0.20
1987	40.67	1.36	1987	29.90	0.30

La transparence de la mer a diminué au cours des investigations environ 3 m. L'augmentation de l'activité photosynthétique s'est refletée sur l'accroissement de la saturation on oxygène. La saturation O_2% dans la colonne d'eau s'éloigne toujours plus de la courbe O_2% de la couche du fond (100 m) à Stončica.

Parmi les facteurs de la production, l'azote ammoniacal, nitreux et nitrique varie de 1971/75 à 1979/83 en proportion inverse à la production primaire. Les concentrations $P-PO_4$ relèvent, dans cette période, une diminution à peine notable (Tableau 3).

Tableau 3. Fluctuations des sels nutritifs

Période	Baie de Kaštela		Stončica	
	µ mol l^{-1}			
	$N-(NH_4+NO_3+NO_2)$	$P-PO_4$	$N-(NH_4+NO_3+NO_2)$	$P-PO_4$
1971-75	2.79	0.088	2.35	0.075
1972-76	2.55	0.084	2.17	0.074
1973-77	2.23	0.081	2.21	0.072
1974-78	2.15	0.076	2.09	0.069
1975-79	2.11	0.076	2.08	0.069
1976-80	2.13	0.078	2.06	0.070
1977-81	2.03	0.081	2.01	0.070
1978-82	1.91	0.078	1.92	0.067
1979-83	1.71	0.074	1.80	0.066

On a analysé la proportion entre les sels minéraux (Fig.1). En pleine Adriatique le rapport N/P est d'habitude haut et témoigne du rôle limitatif du phosphore pour la croissance du phytoplancton. Nos résultats se tiennent dans le cadre des valeurs obtenues jusqu'à présent pour cette mer. Cependant, nous tenons que la tendance de diminution du rapport N/P, observée au cours de la période examinée, est valable à noter (Baie de Kaštela de 31 à 23, Stončica de 31 à 27) parcequ'elle peut indiquer les débuts du processus d'eutrophisation. En tout cas, ces changements indiquent une consommation plus forte de l'azote par le phytoplancton.