

Cercetări Marine	I.R.C.M.	Nr.11	61 - 76	1978
------------------	----------	-------	---------	------

ÉLÉMENTS CONCERNANT LA STRUCTURE ET LA DYNAMIQUE DU PHYTOPLANCTON
DU LITTORAL ROUMAIN DE LA MER NOIRE
PENDANT LA PÉRIODE 1972 - 1977

Nicolae Bodeanu, Anca Roban et Mioara Uşurelu

Institut Roumain de Recherches Marines - Constanţa

ABSTRACT:

The structure and dynamic peculiarities of the phytoplankton from the Romanian Black Sea area are presented in the paper. The problems are discussed in connection with the eutrophication process and the decreasing salinity recorded in different time periods during the 1972-1977. There are also pointed out the important stocks of phytoplankton produced in some characteristic zones.

Afin d'étudier la productivité biologique des écosystèmes aquatiques, un intérêt particulier présentant les données sur la structure, la dynamique et la production du phytoplancton. Dans ce contexte, et en poursuivant les recherches concernant l'anneau trophique primaire des eaux côtières roumaines, sont inscrites aussi les informations sur l'évolution de la composition et de la quantité de l'algoflore planctonique dans la période 1972-1977.

L'ouvrage est fondé sur les données résultées de l'étude de plus de 1600 échantillons collectés avec la bouteille Nansen, analysés selon la méthode du dénombrement par espèces et du calcul de la densité et de la biomasse des organismes par unité de volume d'eau (11). Par la manière dont on a emplacé les 600

stations d'où furent collectés les échantillons, on peut considérer qu'elles recouvraient les trois zones caractéristiques de l'espace roumain de la mer, c'est-à-dire: 1/ la zone nord influencée directement par le Danube - prélèvements saisonniers en 1973-1974 et 1976-1977 dans les secteurs Impuțita, Sfintul Gheorghie et Portița; prélèvements en juin et juillet 1975 dans le secteur Periboina; 2/ la partie côtière jusqu'à l'isobathe de 10 m du secteur Năvodari-Mangalia sous l'influence eutrophisante des effluents d'eaux résiduaires - prélèvements mensuels en 1976-1977, dans la période mars-septembre; 3/ le large de la zone sud, entre les isobathes 10-50 m, situé en relative indépendance par rapport aux influences continentales directes - un profil est Constanța où l'on a prélevé mensuellement des échantillons durant l'entière période 1972-1977, en stations placées entre 1 et 30 Mm (Les localités citées se trouvent sur la carte - Fig.1).

Sur la structure et l'évolution quantitative du phytoplancton, se sont répercutées nettement deux particularités du milieu abiotique, caractéristiques pour la période donnée:

1. Grandes diminutions de la salinité en longues périodes, coïncidant souvent aux étapes de développement massif de l'algoflore planctonique. Dans le secteur Constanța - où généralement l'influence des eaux douces est comparativement faible - on enregistrait fréquemment des moyennes mensuelles de seulement 13 g S‰o approximativement, celles annuelles dépassant à peine 15 g S‰o.

2. Intense eutrophication à laquelle sont soumises particulièrement les eaux côtières de la zone sud, zone qui représente pour les étendues voisines une source d'encerclement avec de nouveaux échelons d'algues planctoniques. Ainsi qu'il résulte de l'analyse des données de COCIASU et POPA, en partie publiées, (2), en partie mises aimablement à notre disposition en manuscrit, les quantités de phosphates du secteur Constanța étaient dans la période 1972-1977, 18 fois supérieures à celles de la décennie passée, et celles d'azotates en 1976-1977 d'environ 11 fois à celles de 1959-1960 (Tableau 1).

Les diminutions intenses de salinité ont mis l'empreinte sur la structure du phytoplancton, et l'augmentation des stocks d'éléments biogènes ont déterminé l'accroissement de ses

quantités.

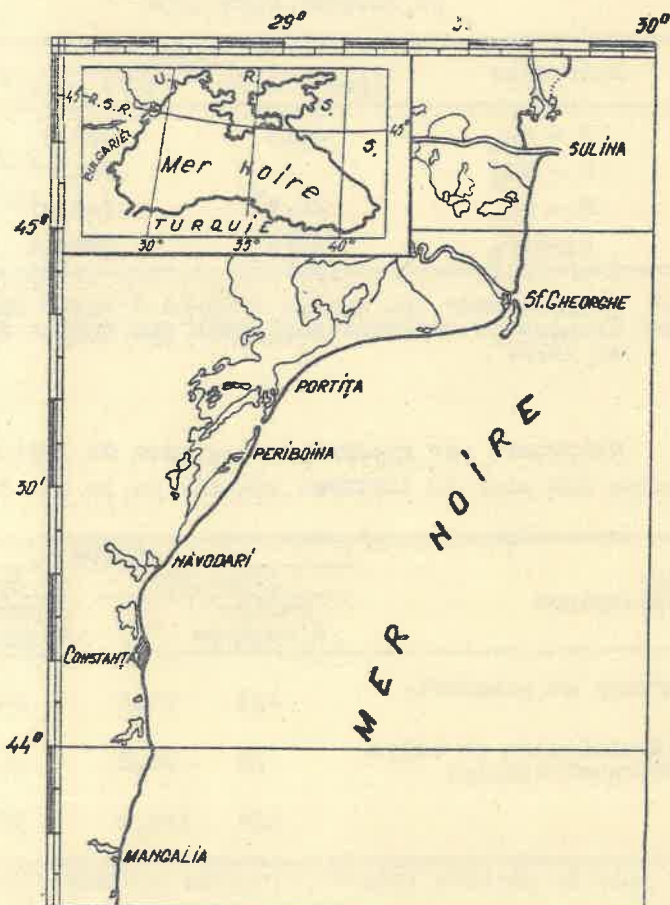


Fig. 1 - Le littoral roumain de la mer Noire

En nous rapportant au premier type de répercussions, on remarque l'accroissement du nombre et du taux des espèces d'origine dulçaquicole (Tableau 2), qui représente pendant la période donnée, 34% du total des taxons du phytoplancton, par rapport à seulement 25% dans la décennie antérieure (2, 3). Il est pourtant remarquable qu'en dépit de la diminution des taux des espèces marines et saumâtriques, leur nombre réel non seulement qu'il ne s'est point réduit, mais, au contraire, il a même enregistré une

Tableau 1

Teneur moyenne en nutriments ($\mu\text{g/l}$) des eaux
du secteur Constanța

Nutriments	Années	
	1960 - 1970	1972 - 1977
P - PO_4	10,5	194,9
N - NO_2	-	38,2 ^{xx/}
N - NO_3	22,5 ^{x/}	246,2 ^{xx/}
Si- SiO_3	1073,0	1409,0

x/ données pour les années 1959-60 d'après CHIRILĂ.
xx/ données se référant seulement aux années 1976
et 1977.

Tableau 2

Structure par groupes écologiques du phyto-
plancton des eaux du littoral roumain de la mer Noire ^{x/}

Groupe écologique	Années			
	1960-1970		1972-1977	
	Nombre d'espèces	%	Nombre d'espèces	%
Formes marines et saumâtri- coles	235	74,8	247	65,9
Formes dulçaquicoles et dulça- quicoles-saumâtricoles	79	25,2	128	34,1
Total	314	100,0	375	100,0

x/ Données pour la période 1960-70, d'après BODEANU (3).

légère croissance. La végétation normale des espèces marines pontiques en conditions de baisse de la salinité, y compris dans la couche d'eau adoucie avoisiné aux embouchures du Danube (Tableau 3) met en relief leur large eurhalinité. La tolérance à de basses salinités des organismes végétaux - d'ailleurs aussi des animaux - pontiques a une signification pratique de grande actualité dans la perspective de l'ouverture prochaine du canal Danube - mer Noire; les baisses modérées et temporaires de salinité, prévues en espaces, auront trouvé une microflore autochtone déjà adaptée à les supporter.

Le cumul du nombre accru de formes dulçaquicoles à celles pontiques autochtones a déterminé l'accroissement de la diversité spécifique du phytoplancton des eaux côtières roumaines dans la période mentionnée par rapport à la décennie antérieure (1, 2, 3) avec 12% (Tableaux 2,4).

Tableau 3

Structure par groupes écologiques du phytoplancton dans les deux principales zones de l'espace roumain de la mer pendant les années 1976 et 1977

Groupe écologique	1976				1977			
	Zone sud		Zone nord		Zone sud		Zone nord	
	nr.	%	nr.	%	nr.	%	nr.	%
Espèces marines et saumâtricoles	133	73,9	115	66,1	141	74,6	107	63,3
Espèces dulçaquicoles et dulçaquicoles - saumâtricoles	47	26,1	59	33,9	48	25,4	52	32,7
Total des espèces	180	100,0	174	100,0	189	100,0	159	100,0

Tableau 4

Structure par groupes systématiques du phytoplancton de l'espace roumain de la mer Noire^{x/}

Groupe systématique	1960-1970		1972-1977	
	Nombre d'espèces	%	Nombre d'espèces	%
Bacillariophyta	209	66,6	172	45,9
Pyrrophyta	60	19,1	77	20,5
Chlorophyta	15	4,8	68	18,1
Cyanophyta	11	3,5	32	8,5
Chrysophyta	14	4,5	19	5,1
Euglenophyta	2	0,6	5	1,3
Xanthophyta	3	0,9	2	0,6
Total	314	100,0	375	100,0

x/ Données pour l'intervalle 1960-70, d'après BODEANU (3).

Les changements dans la structure par groupes écologiques se reflètent aussi dans les modifications dans la composi-

tion systématique du phytoplancton (Tableau 4); par rapport à la VII-ème décennie, la proportions des espèces de diatomées a diminué - bien qu'elles soient restées prédominantes - en augmentant, en échange, celles des chlorophytes et des cyanophytes (en majorité des formes d'origine dulçaquicole), et aussi, dans une plus petite mesure, celle des péridiniens.

Les modifications des proportions entre le nombre des espèces des principaux groupes systématiques ont impliqué des changements aussi dans la structure quantitative du phytoplancton. Pendant la décennie passée, dans les eaux côtières roumaines, les diatomées représentaient 92,3% de la densité et 84,5% de la biomasse du phytoplancton, et les péridiniens en représentaient 7,6%, respectivement 15% (3). Dans la période 1972-77, la structure quantitative, différente d'une zone à l'autre (Tableau 5), apparaît seulement à l'indicateur de densité nettement dominée par les diatomées (78,1% au large de la zone sud, 88,5% au nord); quant à la biomasse, les diatomées (52,2% au large de la zone sud, 64,7% au nord) cédaient beaucoup de leur dominance en faveur des péridiniens (45,8% au large de la zone sud, 33,7% au nord).

Tableau 5

Valeurs moyennes multiannuelles de la quantité du phytoplancton dans les principales zones du littoral roumain de la mer dans la période 1972-1977

Indicateur quantitatif	Groupe	Zone sud, eaux côtières (1976-1977)	Zone sud, eaux du large (en- tre 10-50 m) (1972-1977)	Zone nord (1973-1974, 1976-1977)
Densité cell/l	Diatomées	3.658.568	364.857	1.250.517
	Péridiniens	904.516	65.295	142.829
	Autres groupes	224.168	30.933	19.238
	Total	4.787.252	461.085	1.412.584
Biomasse mg/m ³	Diatomées	2.336,46	702,42	1.563,16
	Péridiniens	17.264,69	597,57	812,59
	Autres groupes	55,21	24,97	37,53
	Total	19.656,36	1.324,95	2.413,28

Les non-concordances des proportions entre les groupes dans la biomasse du phytoplancton et celles de sa densité, est due

particulièrement à la présence, au rang des péridiniens, de beaucoup de formes dont le taux est déterminé non tellement par leur développement quantitatif que par la taille comparativement grande de celles-ci.

Il est nécessaire de remarquer que la proportion extrêmement grande des péridiniens dans la biomasse totale (87,8%) enregistrée en 1976-77 dans la partie de la côte Năvodari-Mangalia est la suite de l'ampleur particulière qu'y a eu la floraison des espèces Goniaulax polygramma STEIN (pendant les printemps des deux années) et Exuviaella cordata OSTF. (en été 1976).

Généralement, dans l'évolution annuelle de la végétation algale planctonique, les populations des diatomées sont majoritaires en automne, en hiver et au début du printemps, pour que, à partir de la deuxième moitié du printemps, jusqu'à la fin de l'été, elles cèdent la place dominante aux péridiniens ou qu'elles se maintiennent en proportion quasi-égales avec celles-là.

Les espèces qui n'appartiennent pas à ces deux groupes systématiques cités, enregistraient en même temps que la diversité spécifique mentionnée, des taux supérieurs à celles de la VII-ème décennie, lorsqu'elles représentaient moins de 1% tant de la densité que de la biomasse du phytoplancton (3); pendant la période à laquelle nous nous rapportons elles constituent jusqu'à 7,2% de la densité et jusqu'à 2% de la biomasse. Beaucoup de ces espèces que apparaissent à la catégorie des "autres groupes" (Tableau 5) sont des formes dulçaquicoles hallophiles de petite dimension; le taux croissant de leur densité dans la zone sud - zone qui n'est pas directement soumise à l'influence du Danube - suggère leur pénétration par l'intermédiaire des effluents dans cette partie de la mer où elles végètent favorisées par les baisses de salinité dont nous avons parlé plus haut.

En revenant à l'augmentation dans la période 1972-1977 du nombre des espèces de l'algoflore planctonique, nous considérons que cela représente l'un des effets de l'eutrophication, reflétant la capacité du milieu fertilisé de nourrir toujours plus de populations phytoplanctoniques. Sous nos yeux on constate continuellement la pénétration et le développement, dans la mer Noire, des diverses algues planctoniques, tant de celles connues en Méditerranée (Phalacroma cuneolus KOF. u. SKOGSBERG, Ponte-

sphaera nigra SCHIL., Acanthoica quattrosolina LOHM., Coscinosira polychorda GRAN., etc.) que de celles d'eau douce (Dictyosphaerium pulchellum WOOD, Chlamydomonas sp., Microcystis pulverea (WOOD) ELENK., Gloeocapsa turgida (KÜTZ.) HOLLERB. etc.).

La période qui nous intéresse se caractérise aussi par l'augmentation du nombre des espèces de masse. Si durant la décennie antérieure on enregistrait dans nos eaux côtières 89 formes qui, en divers moments de leur végétation, dépassaient le plafond de 10.000 cell/l (3), leur nombre s'est élevé à 128 dans la période 1972-1977. Il est à remarquer que 20 espèces atteignaient une abondance de l'ordre des millions cell/l, 7 d'entre elles dépassant même quelquefois 10 millions cell/l. La croissance numérique du groupe des espèces de masse et l'ampleur de leur développement représentent en autre effet de l'eutrophication, qui confère à l'aquatoire la capacité d'assurer la végétation intensive d'un nombre accru d'algues planctoniques.

La caractéristique essentielle du phytoplancton mise en évidence au cours de quatre années consécutives (1974-1977) consiste à produire certains phénomènes de floraison d'une intensité sans précédent. Pour nous représenter leur ampleur, nous citons les densités maxima enregistrées par trois des formes responsables de ces floraisons: Skeletonema costatum (GREV.) CL. - 73 - 97,3 mil.cell/l dans les eaux de Mangalia, respectivement de Portița en mars-avril 1976; Goniaulax polygramma - 40,5 mil.cell/l dans le secteur Mamaia en avril 1977; Exuviaella cordata - 181,5 mil.cell/l en août 1974; 78,7 mil.cell/l en juillet 1975; 111,65 mil.cell/l en juin 1976 dans les eaux côtières de Năvodari-Mangalia. Il est remarquable que les valeurs maxima connues en d'autres aquatoires marins par les mêmes espèces ou des espèces apparentées (5, 13, 14) sont moindres que celles citées ici pour nos eaux côtières.

En raison de certaines différences remarquables entre les dimensions des espèces qui constituent l'algoflore ainsi qu'entre leurs rythmes de division, il n'y a pas toujours de concordances dans les évolutions au cours des cycles annuels des deux indicateurs quantitatifs du phytoplancton - densité et biomasse - (Figs. 2-3). Quelquefois, à des biomasses élevées correspondent des densités réduites, ce qui reflète la prédominance de la flore

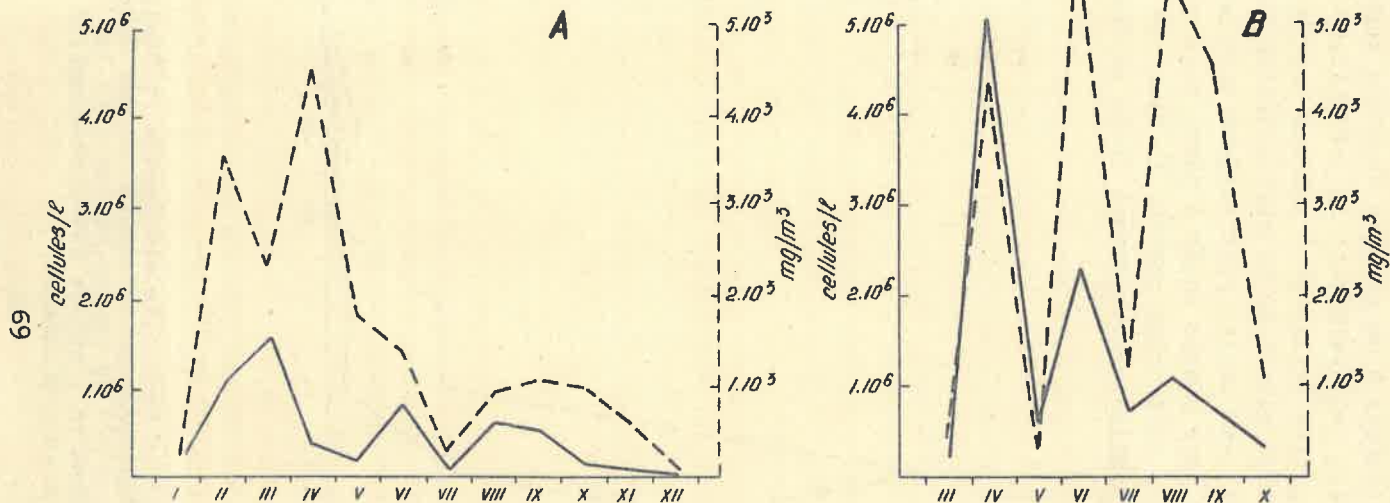


Fig.2 - Dynamique mensuelle multiannuelle des densités (mille cell/l) et des biomasses (mg/m³) du phytoplancton
 A - Zone sud, entre les isobathes 10-50 m, dans la période 1972-1977.
 B - Zone nord; durant la période 1973-1977.

formée d'espèces de tailles grandes et à rythmes ralentis de division; par contre, autrefois à de grandes densités correspondent des biomasses réduites, cela reflétant la prédominance de la flore formée d'espèces de petite taille et à rythmes rapides de division. Bien que l'évolution des quantités de phytoplancton dans le cadre des cycles annuels ait des traits particuliers tant pour chaque zone (Figs. 2-3) que pour chaque année à part, dans sa dynamique globale on distingue - tout comme pendant la décennie passée (1,2) - trois périodes auxquelles correspondent trois maximums de différents niveaux.

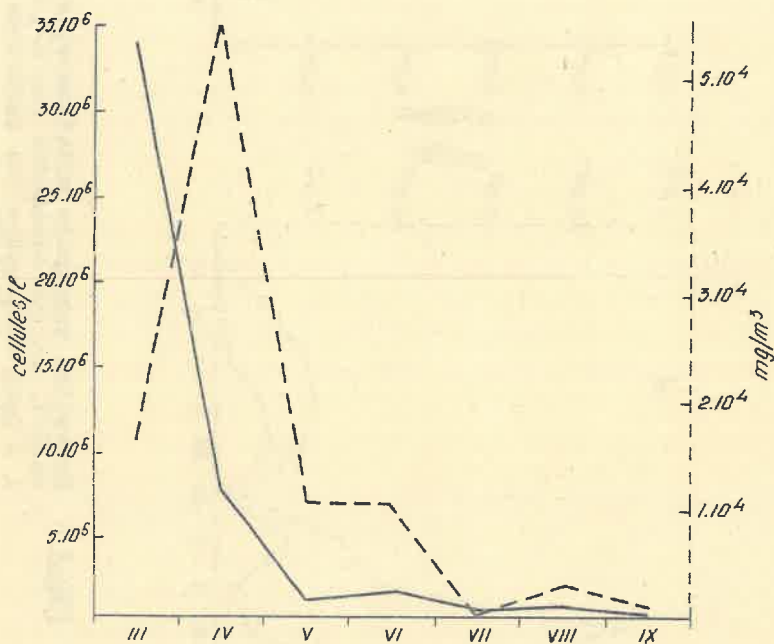


Fig. 3 - Dynamique mensuelle biannuelle (1976-1977) des densités (mille cell/l) et des biomasses (mg/m³) du phytoplancton dans les eaux côtières de l'espace Năvodari-Mangalia 0-10 m de profondeur).

1. La période de la seconde moitié de l'hiver et la première moitié du printemps, quand on enregistre d'habitude le maximum annuel (Figs.2-3). Le développement de l'algoflore planctonique, massif, continu, de longue durée, étendu pratiquement pendant l'entier intervalle de la période donnée, est dû à l'intense phénomène hydrodynamique spécifique à la saison, d'ascension des eaux riches en nutriments des profondeurs. Dans cette époque prolifèrent intensément surtout les diatomées cryophiles et sciaphiles dominées par Skeletonema costatum; pendant les dernières deux années (1976-1977) la floraison de Skeletonema fut immédiatement succédée par celle du péridinien Goniaulax polygramma.

2. La période de la seconde moitié du printemps et des mois d'été, quand par le réchauffement de l'eau, l'accroissement de la quantité de lumière et de la durée du jour, sont créées les conditions favorables au développement des formes estivales. Comme résultat du renforcement de leur développement, on enregistre - plus souvent au début de l'été - un deuxième maximum annuel, d'habitude inférieur à celui de la première période. A l'amplitude plus petite de ce maximum contribue dans une grande mesure le renforcement de la consommation du phytoplancton par le zooplancton, en quantités accrues pendant l'été. Néanmoins, en 1975, comme suite du développement luxuriant du péridinien Exuviaella cordata (4), la valeur de la densité en juin dépassa celle du printemps. Dans la zone nord, le maximum de biomasse du début de l'été peut être supérieur à celui de la première période (Fig.2B), comme effets de l'eutrophication de la mer par les crues du Danube (augmentées vers la fin du printemps), ainsi que du développement massif local, dans la couche supérieure adoucie, de certaines algues originaires du fleuve et des étangs du Delta (2, 3).

3. La période de l'automne et de la première moitié de l'hiver. Elle débute souvent avec le renforcement du développement de quelques espèces qui commencent à végéter dès l'été (Thalassionana nitzschioides GRUN., Cerataulina bergonii PER.) ce qui détermine en septembre-octobre le troisième maximum annuel - le plus modéré - de la quantité du phytoplancton. Mais la majori-

té des formes estivales réduisent leur prolifération en même temps que le refroidissement de l'eau et la diminution de l'intensité et de la durée diurne de l'illumination solaire. Le fait mène à la baisse extrême de la quantité du phytoplancton vers la fin de la période donnée; cela crée la prémisse favorable à l'augmentation des stocks de sels minéraux qui, en s'accumulant, vont assurer le développement abondant de la microflore au début du cycle annuel suivant.

Les conditions d'eutrophication ont déterminé des croissances de la biomasse du phytoplancton pendant les années 1972-1977, par rapport à la décennie antérieure. Si les moyennes pour la zone nord et l'espace compris entre les isobathes de 10-50 m de la zone sud ($2,4 \text{ g/m}^3$ respectivement $1,3 \text{ g/m}^3$) sont particulièrement élevées, celle pour les eaux côtières à profondeurs au-dessous de 10 m de l'espace Năvodari-Mangalia est tout à fait exceptionnelle - presque 20 g/m^3 (Tableau 5). Les biomasses moyennes citées pour la décennie antérieure sont: $1,6 \text{ g/m}^3$ en 1960-1970 dans les eaux entre la côte et l'isobathe de 35 m (3); $0,053 \text{ g/m}^3$ en 1960-1963 dans les eaux à profondeur de plus de 50 m et $0,245 \text{ g/m}^3$ dans la même période, dans les eaux situées entre les eaux situées entre les isobathes de 20 m et 50 m (12). La dernière valeur présente un intérêt particulier pour la comparaison étant donné que les échantillons collectés dans la période 1972-1977 proviennent, généralement, elles-aussi de l'espace compris entre les isobathes 20-50 m (sauf celles de la zone côtière Năvodari-Mangalia, dont la profondeur est de moins de 10 m). La valeur respective, de 1960-1963, est de 5,3 fois plus petite que la moyenne de 1972-1977 pour la zone sud et 9,8 fois plus petite que celle pour la zone nord.

En calculant le stock total de phytoplancton du volume d'eau étudié ($268,5 \text{ km}^3$), on obtient 528.242 tonnes phytoplancton (Tableau 6). En appliquant le coefficient annuel P/B, pour le phytoplancton de 300 (9, 10), on évalue la production moyenne multiannuelle d'algoflore planctonique de l'espace investigué (environ 8.000 km^2) dans la période 1972-1977, à 158 millions tonnes substance organique fraîche. Cette production est extrêmement haute, si l'on tient compte que durant la décennie 1950-1960, sa valeur pour l'entière mer était estimée à 700-800 millions tonnes

substance organique fraîche (8).

Tableau 6

Valeurs moyennes multiannuelles du stock et
de la production du phytoplancton au littoral roumain de
la mer dans la période 1972-1977

Z o n e	Volume de l'eau (km ³)	Stock phyto- plancton (tonnes)	Production annuelle phyto- plancton (tonnes)
Zone sud, eaux côtières (43°45'-44°30'N entre 0-10 m).	0,900	17.690,72	5.307.216
Zone sud, large (43°45'-44°30'N entre 10-50 m).	124,274	164.656,83	49.397.049
Zone nord (44°30'-45°10'N entre 0-10 m).	143,330	345.895,42	103.768.626
Total:	268,504	528.242,97	158.472.891

La base trophique primaire du littoral roumain de la mer est en excès, fait confirmé également par les processus intenses de floraison qui s'y produisent. Mais elle constitue une bonne réserve de nourriture, nécessaire à l'acclimatation de quelques représentants du second niveau trophique, qui, par la valorisation la plus complète du phytoplancton, assure l'augmentation de la productivité biologique de l'espace roumain de la mer.

CONCLUSIONS

De l'analyse des données concernant la structure et la dynamique du phytoplancton du secteur roumain de la mer, dans la période 1972-1977, il résulte les suivantes conclusions:

1. L'augmentation des stocks de sels minéraux et les baisses de salinité se sont répercutées sur le phytoplancton par d'importantes modifications d'ordre qualitatif et quantitatif, consistant de:

a/ La croissance du nombre des espèces d'origine dulça-

flore planctonique, elles représentant pour la période analysée plus de 1/3 du total des composants spécifiques, par rapport à environ 1/4 dans la VII^{ème} décennie. En même temps on constate qu'en dépit de la baisse du taux des espèces marines et saumâtricoles, leur nombre non seulement ne s'est point réduit, mais il a même enregistré une légère croissance, ce qui met en évidence leur large euryhalinité, leur tolérance à la baisse de la salinité.

b/ L'augmentation de la diversité spécifique avec 12% par rapport à la décennie passée. Dans la période donnée on a enregistré la pénétration et le développement, dans l'espace roumain de la mer, tant de quelques nouvelles espèces marines pénétrées de la Méditerranée, que de certaines nouvelles espèces dulçaquicoles; a augmenté également le nombre des formes qui se développent massivement ainsi que l'ampleur de leur développement.

c/ La réduction du taux des diatomées et la croissance de celui des péridiniens, ainsi dans la structure qualitative que dans celle quantitative du phytoplancton.

d/ La production de phénomènes répétés de floraison d'une intensité sans pareille au passé.

e/ La croissance de la biomasse du phytoplancton, comparativement à celle de la décennie passée, d'environ 10 fois dans la zone nord et d'environ 5 fois dans l'espace entre les isobathes de 10-50 m de la zone sud.

2. En ce qui concerne la dynamique annuelle des quantités des principaux groupes systématiques, généralement les diatomées sont majoritaires en automne, en hiver et tôt au printemps, pour que, à partir de la seconde moitié du printemps jusqu'à la fin de l'été, elles cèdent la place aux péridiniens ou elles enregistrent des quantités quasi-égales à celles-ci.

3. Dans la dynamique annuelle du phytoplancton du secteur roumain de la mer on différencie - tout comme dans la décennie passée - trois périodes distinctes. D'habitude, le plus grand et le plus prolongé développement quantitatif a lieu dans la période qui comprend la seconde moitié de l'hiver et la première moitié du printemps.

4. Le stock de phytoplancton pour l'espace étudié (268,5 km³) est de 528.000 tonnes, et sa production annuelle (cal-

culée en base du coefficient P/B = 300) d'environ 158 millions tonnes substance organique fraîche. Cette immense base trophique primaire représente une importante réserve de nourriture pour les herbivores et les filtrateurs marins, une ressource potentielle pour l'acclimatation de nouveaux animaux à valeur économique dans nos eaux côtières.

BIBLIOGRAPHIE :

1. BODEANU N. - 1966 - Caracteristicile și dinamica fitoplanctonului din zona de mică adâncime de la țărmul românesc al Mării Negre. Stud.Cerc.Biol., Ser.Botanică 18: 249-262.
2. BODEANU N. - 1969 - Cercetări asupra fitoplanctonului din zona de mică adâncime la litoralul românesc al Mării Negre. Ecologie marină, 3: 65-147.
3. BODEANU N. - 1978 - Compoziția și dinamica fitoplanctonului și microfitobentosului din apele costiere românești ale Mării Negre. Ministerul Educației și Învățămîntului Institutul de Științe Biologice București: 1-25.
4. BODEANU N., ROBAN A. - 1975 - Données concernant la floraison des eaux du littoral roumain de la Mer Noire avec le périidien Exuviaella cordata OSTF. Cercetări Marine, 8: 43-62.
5. BLANC F., LEVEAU M. - 1970 - Effets de l'eutrophie et de la dessalure sur les populations phytoplanctoniques. Mar. Biol., 5, 4: 283-293.
6. CHIRILIA V. - 1975 - Observații asupra condițiilor fizico-chimice ale mării la Mamaia în anii 1959-1960. Ecologia marină, 1: 139-184.
7. COCIASU A., POPA L. - 1976 - Dynamique des phosphates et de silicates des eaux marines du littoral roumain de la Mer Noire dans la période 1959-1975. Cercetări Marine, 9: 41-58.
8. DATKO V.G. - 1959 - Organiceskoe vetestvo v vodah luznîh mori SSSR. Izd.Acad.Nauk.SSSR, Moskva.
9. KONDRATIEVA T.M. - 1968 - O sutocinoi productii fitoplanctona

v Cernom more. In Biologiceskie issledovania Cernogo moria i ego promislevih resursov: Moskva, Izd. "Nauka": 39-43.

10. MOROZOVA-VODIANITKAIA N.V. - 1950 - Cislennosti i biomassa fitoplanktona v Cernom more. D.A.N.SSSR, 73, 4: 821-824.
11. MOROZOVA-VODIANITKAIA N.V. - 1954 - Fitoplancton Cernogo moria II. Tr.Sev.biol.st. 8: 11-99.
12. SKOTKA H.V. - 1967 - Considerații asupra variațiilor calitative și cantitative ale fitoplanctonului litoralului românesc al Mării Negre. Ecologie marină, 2: 193-248.
13. SOUSA e SILVA E. - 1963 - Les "red waters" a la lagune d'Obides. Ses causes probables et ses rapports avec la toxicité des bivalves. Notas e estudos de Institute de Biol.Mar. 27: 265-275.
14. SWEENEY M.B. - 1975 - Red tides I have known. In Proceedings of the first International Conference on toxic dinoflagellate blooms. (Ed.V.R. Cicero, Wakefield, Massachusetts 01880: 225-235.