

DONNEES QUALITATIVES ET QUANTITATIVES SUR LE MICROPHYTOBENTHOS DES FONDS SABLONNEUX ET VASEUX DU LITTORAL ROUMAIN DE LA MER NOIRE

N. Bodeanu

Abstract

The systematic composition of the mobile microbenthic sediments are analysed as well as the participation of plankton to building the former, the composition of benthic microflora per ecological groups and the most frequent and quantitatively main species.

Data are given regarding the quantitative distribution of microphytobenthos depending on the underlying layers and depth, at various times, the annual density dynamics and average monthly biomass, the average yearly values and overall stock of benthic microflora in the area investigated.

The paper also describes the equipment of original construction used for collecting quantitative samples.

A l'opposé des nombreuses recherches complexes et à caractère permanent, effectuées sur le phytoplancton, l'étude du microphytobenthos est encore au début et limitée à des zones restreintes du globe /Bodeanu, 1964; Bondarciuk, 1970; Plante-Cuny, 1966, 1969/. Même la recherche de sa composition taxonomique est incomplète, bien que la systématique des diatomées -principales composantes du microphytobenthos - soit étudiée rigoureusement depuis plus d'un siècle; en ce qui concerne les connaissances sur les quantités et la dynamique quantitative du microphytobenthos, elles sont, sur le plan mondial, absolument insuffisantes.

De nombreux auteurs, étudiant la riche faune benthique des mers ont eu l'intuition que la production primaire pourrait être fournie non seulement par le phytoplancton mais aussi, dans une importante mesure, par le phytobenthos et, notamment, par les diatomées benthiques. Il faut montrer ici la clairvoyance du savant roumain Gr. Antipa qui, dans son oeuvre monumentale "Marea Neagră" attire l'attention sur la nécessité d'étudier la microflore des diatomées avec lesquelles il présumait que les animaux des plages, de sable de la côte roumaine, devaient se nourrir (Gr. Antipa, 1941).

Par des déterminations avec C^{14} on a établi que la production du microphytobenthos sur des surfaces à faibles profondeurs de la côte

scandinave, est plusieurs fois plus grande que la production du phytoplancton (Grønved, 1960, 1962, 1966). D'autre part, les nombreuses recherches concernant les liaisons trophiques entre les divers organismes littoraux, ont montré d'une façon convaincante que le microphytobenthos constitue la ressource directe ou indirecte de nourriture pour beaucoup d'animaux marins.

Pour le littoral roumain de la Mer Noire, où existe une carence d'animaux marins qui pourraient être mis directement en valeur, le problème de l'acclimatization de certaines espèces ayant une valeur économique, se pose impérieusement. Les quantités importantes de microphytes - aussi bien planctoniques - que s'y trouvent, constituent une base trophique qui pourrait être beaucoup mieux mise en valeur par des animaux qui, actuellement, font défaut ou existent en quantités insignifiantes. Parmi les animaux du littoral roumain appartenant à cette dernière catégorie, nous citerons les huîtres.

Le rôle des diatomées dans la nourriture des huîtres a été observé dès 1820 par B. Gaillon. Des travaux ultérieurs sur ce sujet ont établi que les diatomées benthiques jouent un rôle plus important que celles planctoniques dans la nourriture des huîtres (G. Hinard, 1923; S. Leroux, 1956; H. Takano, 1960 - citations d'après M. R. Plante-Cuny, 1969).

Ces diatomées constituent une importante partie de nourriture encore pour d'autres animaux microphages. Il est évident, par exemple, que pendant les premières stades de leur développement, les jeunes isopodes, ciliés, amphipodes, un grand nombre de nématodes et de turbellariés, des espèces dominantes de mollusques, se nourrissent notamment de diatomées benthiques (Gaevskaia, 1954, 1956, 1959; Makkaveeva, 1961). En ce qui concerne les poissons (I. L. Pogrebneak, 1960), montre, sur la base des analyses stomacales, que les jeunes muges et gobies noirs de la Mer Noire, consomment, dans une importante mesure, des algues microbenthiques, notamment des diatomées.

Sur la côte roumaine de la Mer Noire (N. Bodeanu et M. T. Gomoiu, 1964), étudiant la nourriture de 10 espèces de mollusques, montrent l'existence d'une sélectivité de la part de ces derniers, pour les diatomées

benthiques du group des pennatae, d'autre part (L. Porumb, 1968/, sur la base de nos déterminations, note leur présence dans la nourriture des poissons du genre Bleinius Arten.

En dehors de son rôle trophique, aussi bien comme nourriture directe pour différents animaux marins que comme anneau initial de la chaîne complexe alimentaire, l'importance du microphytobenthos peut encore être définie par les considérations suivantes :

- son activité photosynthétique a une influence essentielle sur le régime de l'oxygène dans les eaux littorales;

- les diatomées de la pellicule superficielle ont un rôle important dans la formation et la consolidation des bancs de vase (Linke, 1939/, les rendant aptes à supporter les macrophytes /Hendey, 1964/;

- les microphytes benthiques associés aux bactéries, constituent la pellicule initiale de la structure des salissures, dont le rôle destructeur pour les navires, les constructions et les engins aquatiques est bien connu;

- enfin, les frustules siliceuses des diatomées benthiques, en général plus épaisses que celles des diatomées planctoniques, s'enfouissent dans les sédiments marins au cours des périodes géologiques, pouvant être utilisées pour connaître le passé du bassin et, de même, pour la séparation stratigraphique des sédiments; cette dernière caractéristique a, en elle-même, son importance pratique.

En présence de toutes ces caractéristiques qui attestent l'importance du microphytobenthos, il semble surprenant que si peu de recherches aient été entreprises sur la quantité du microphytobenthos. Il ne fait aucun doute que cet état de choses soit dû aux difficultés rencontrées en ce qui concerne la mise au point de la méthode de prélèvement et de la technique microscopique adéquate aux exigences de l'étude quantitative de la microflore des algues benthiques.

Dans quelques ouvrages antérieurs /Bodeanu, 1964, 1968, 1970/ nous avons analysé la composition et la quantité du microphytobenthos du littoral roumain de la Mer Noire et spécialement les fonds sablonneux de la station balnéaire Mamaia. Les données que nous exposerons dans le présent travail se basent sur 80 échantillons quantitatifs collectés dans les

profils saisonniers suivants orientés vers l'est: Mangalia Constantza, Midia, Portița, Sf. Gheorghe, Mila 9 et Sulina. Les expéditions sur ces profils ont été effectuées dans le cadre du laboratoire de Biologie Marine de l'Académie de la République Socialiste de Roumanie au mois de Février, Mai, Juillet, Octobre 1967 et Janvier 1968. La plus grande partie des échantillons ont été collectés aux profondeurs de 11 m, 21 m, 31 m (quelques stations ont été effectuées à de plus grandes profondeurs - jusqu'à environ 45 m). Parallèlement on a prélevé dans chaque station, des échantillons de phytoplancton, à l'aide de la bouteille Nansen de 1 l, dans les horizons standard de 0 m, 10, 15, 25, et 30 à 35 m. Les échantillons de phytoplancton ont été déjà analysés par l'auteur dans un ouvrage antérieur /Bodeanu, 1969/.

En fonction de la nature du substrat, les échantillons de microphytobenthos ont été collectés ; soit avec une sonde spéciale servant à collecter les échantillons de substrat sablonneux et sablonneux-vaseux, soit avec une autre sonde spéciale pour les échantillons de substrat vaseux. Les deux sondes ont été conçues par l'auteur, en collaboration avec ing. M. Mercan, spécialiste en mécanique.

Nous donnons ci-dessous la description sommaire des deux appareils.

Sonde pour microbenthos des substrats sablonneux et sablonneux-vaseux (fig. 1). Pour aborder l'étude quantitative du microphytobenthos des sédiments meubles c'était nécessaire de trouver une solution de la problématique de prélèvement du matériel des fonds sablonneux. Cette nécessité s'est imposée du fait que, au long du rivage roumain, le faciès sablonneux occupe une vaste surface d'environ 700 km² /Gomoiu, 1969/, et que l'étude de la microflore des algues des fonds sablonneux, est en retard par rapport à d'autres types de substrats.

Les appareils connus, pour les prélèvements des petites échantillons de microbenthos, fonctionnent correctement sur des fonds mous, vaseux, mais ils ne donnent pas de bons résultats sur les fonds durs, sablonneux. Le sable n'adhère pas au tube des sondes, il en est lavé facilement et même peut tomber lorsque le tube est muni de soupapes d'aspiration, d'autre part la fermeture par des clapets sur les fonds durs n'est

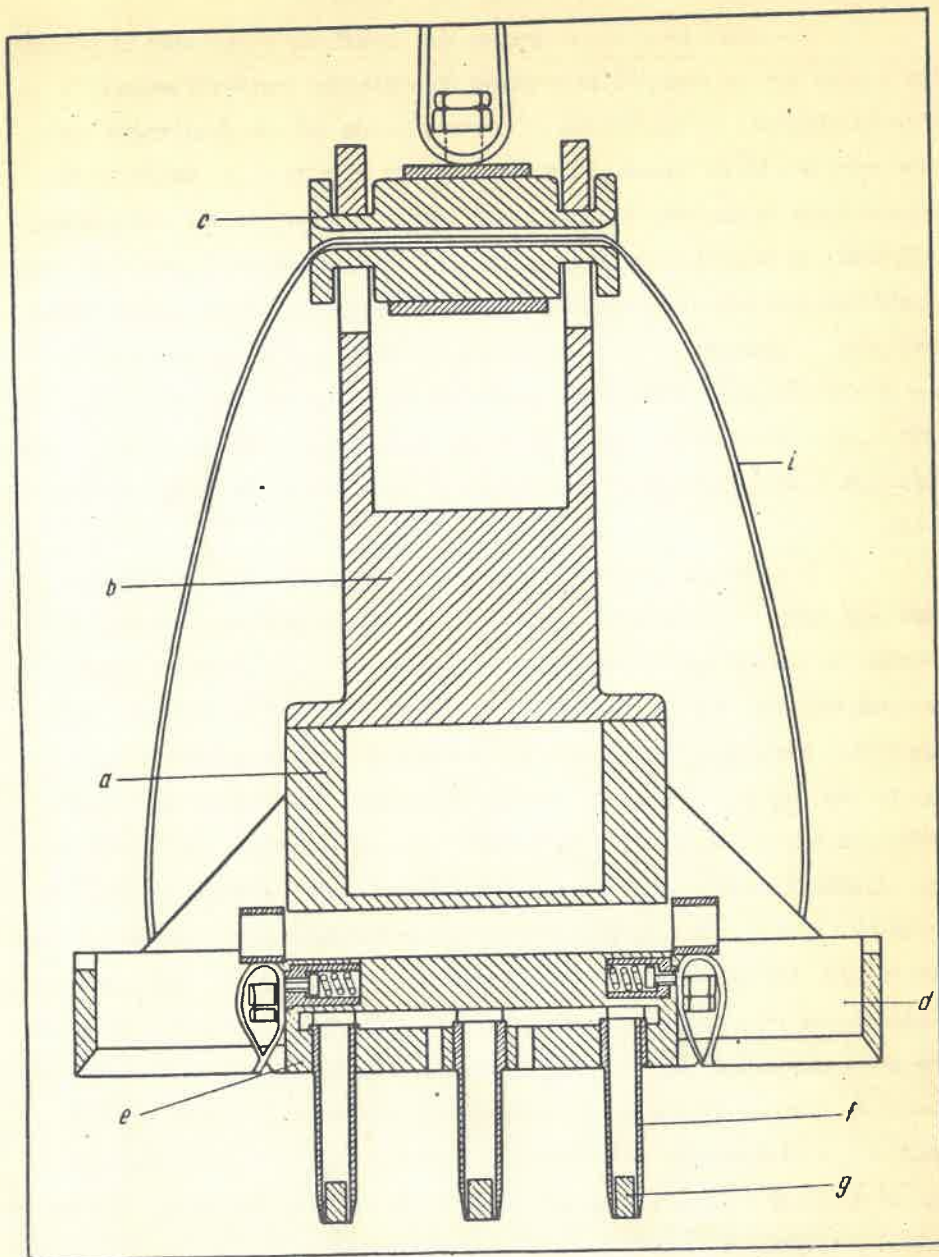


Fig. 1. Sonde pour collecter le microbenthos sur substrat sablonneux et sablonneux-vaseux

a- corps de la sonde; b- corps de soutien du déclancheur; c- déclancheur gravimétrique; d- anneau du corps de sonde; e- plaque de fixation des tubes collecteurs; f- tub collecteur; g- piston de caoutchouc; h- câble de soutien; i- câble intermédiaire

pas pratique, entraînant la détérioration de l'appareil.

La sonde pour microbenthos des substrats sablonneux et sablonneux vaseux est un appareil permettant de collecter particulièrement de petits échantillons de sédiments sablonneux (mais qui est également adéquate pour les fonds vaseux) et dans lequel la stratification naturelle des sédiments est respectée, dans le but de pouvoir effectuer des recherches qualitatives et quantitatives des organismes microbenthiques ayant une grande densité sur des superficies réduites (algues monocellulaires, protozoaires, bactéries). L'appareil, breveté comme invention par le Bureau d'Etat pour Inventions de la République Socialiste de Roumanie (invention no. 48920/1966 a été fabriqué en quelques exemplaires à l'institut de Recherches et Projets pour Appareils de Recherche de l'Académie de la R. S. de Roumanie.

L'appareil, fabriqué en acier, est constitué par un corps de sonde sur lequel est monté une plaque ayant plusieurs tubes collecteurs, l'orifice de chaque tube a une superficie de 1 cm^2 . Le poids du modèle que nous utilisons est de plus de 20 kg, aussi doit-il être lancé à l'aide d'un treuil mécanique. Les tubes au moment du lancement sont dirigés vers le bas (fig. 2). Dans cette position l'appareil est soutenu à la partie supérieure par un déclencheur gravimétrique. On a prévu, sur la plaque où sont adaptés les tubes collecteurs, des orifices pour l'évacuation de l'air des tubes, afin d'éviter la création de pressions élevées en cas de grandes profondeurs. On introduit, à la surface de tubes, des pistons de caoutchouc qui, poussés par le sédiment collecté, glisseront vers l'intérieur de ces tubes. Les tubes s'enfoncent autant que permet l'anneau circulaire du corps de la sonde. Au moment où les tubes pénètrent dans le substrat, le déclencheur gravimétrique tombe, l'appareil se retournera donc et de petites colonnes de sédiment resteront dans les tubes. Lorsqu'on soulèvera l'appareil, celui-ci sera en position retournée (fig. 3). Une fois à bord, on démonte la plaque où sont fixés les tubes et, poussant les pistons de caoutchouc, on recueille les échantillons dans des récipients spéciaux (fig. 4 et 5).

Selon une autre variante, mais utilisant l'appareil seulement sur des sédiments sablonneux, on peut, lorsque l'étude ne demande pas des

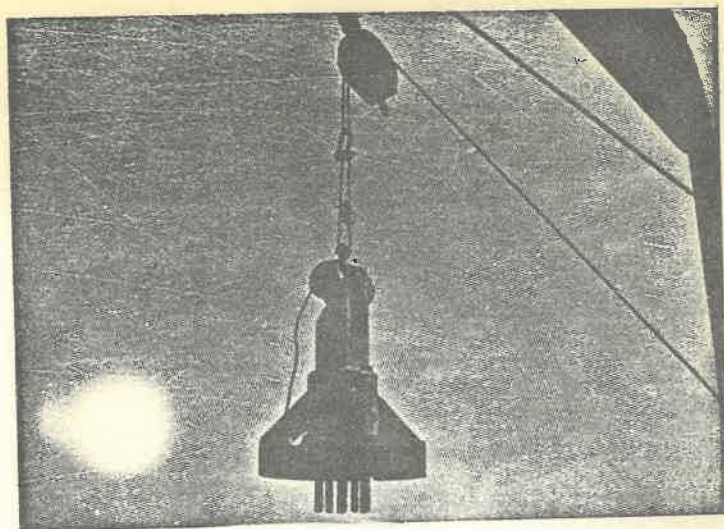


Fig. 2. Position de la sonde au moment du lancement
(photo M. T. Gomoïu)

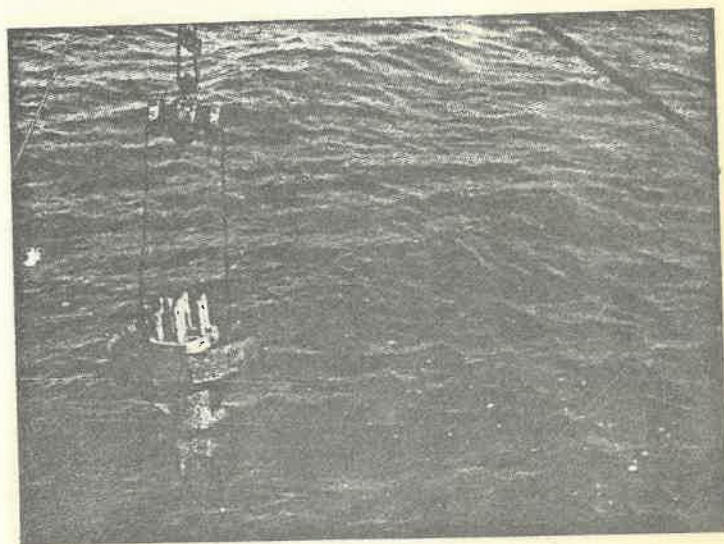


Fig. 3. Position de la sonde au moment où on la retire de l'eau
(photo M. T. Gomoïu)

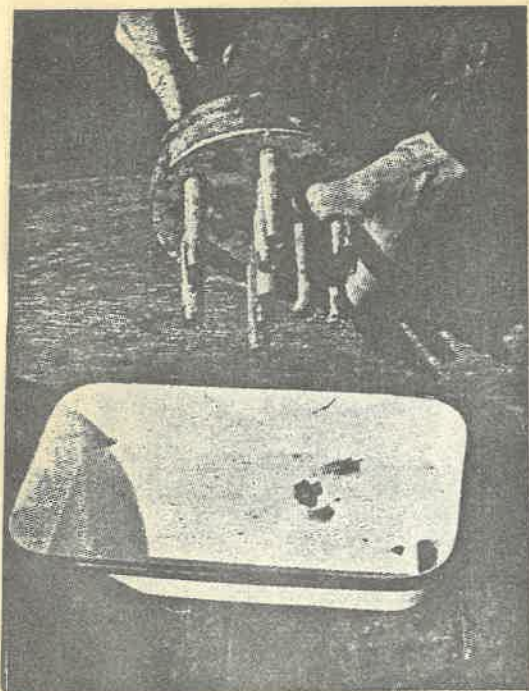


Fig. 4

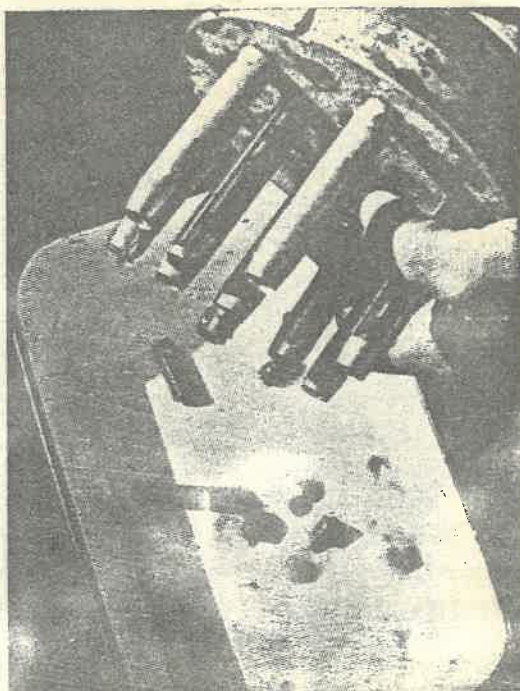


Fig. 5

Fig. 4 et 5. Enlevement des échantillons hors des tubes collecteurs
(photo M. T. Gomoiu)

prélèvement séparés pour chaque cm^2 , supprimer les pistons; dans ce cas les échantillons, au moment où l'on soulève l'appareil, tomberont dans le plateau monté sous la plaque où sont adaptés les tubes.

Avec l'appareil décrit on réalise simultanément le collectage dispersé d'un nombre de petites carottes pouvant aller jusqu'à 10 (en fonction du nombre de tubes montés), ayant ainsi la possibilité de former des appréciations plus justes sur la quantité des organismes d'après le milieu ainsi que sur l'étude de leur microdistribution à la surface du substrat.

Sonde pour microbenthos des substrats vaseux. Il s'agit d'un dispositif léger de laiton dont la partie collectrice est un tube ayant une superficie de 3 cm^2 . L'échantillon se maintient dans le tube d'après le principe, fréquemment utilisé, de la création de la pression à l'aide d'une soupape de fermeture. Cet appareil a été plus rarement utilisé, on l'a employé sur des sédiments à vase argileuse, gluante et aussi lorsque l'utilisation du treuil électrique servant à la manoeuvre du premier type de sonde décrit ci-dessus, n'a pas été possible. Ce deuxième type de sonde ne fonctionne pas sur des sédiments durs, sablonneux.

Les échantillons de matériel d'étude, collectés sur des superficies déterminées, ont été fixés à l'aide de formol à 4 %. On a ensuite séparé la microflore des sédiments, par centrifugation dans une solution d'iodure de cadmiu et iodure de potassium ayant une densité de 2,3 à 2,45 /Bodeanu, 1970; Juzé, 1953/. Au microscope, l'étude a été effectuée conformément aux nécessités d'une étude quantitative /Bodeanu, 1970/ soit au microscope ordinaire, soit au microscope inversé. Pour obtenir une détermination rigoureuse des espèces, on a réalisé de nombreuses préparations permanentes dans: microps, styrax, L-3; leur examen s'effectue avec l'objectif à immersion grossissement 100 et l'oculaire grossissement 15.

Composition systématique du microphytobenthos des fonds de sable et de vase. Dans la composition du microphytobenthos des sédiments meubles du littoral roumain de la Mer Noire, on a trouvé, jusqu'aujourd'hui 370 espèces, variétés et formes d'algues microphytes, réparties en 8 groupes systématiques (tableau 1). Les diatomées sont représentées par

Tableau 1

Composition systématique et par groupes écologiques du microphytobenthos des sédiments meubles du littoral roumain de la Mer Noire

Groupe systématique	Espèces marines et saumâtres				Espèces dulçaquicoles et dulça- quicole-saumâtriques				Sans détermination à un groupe écologique	Total général
	Benthiques	Tychofél.	Planct.	Total	Benthiques	Tychofél.	Planct.	Total		
Diatomeae	159	18,	25	202	71	22	10	103	29	334
Peridineae	0	0	14	14	0	0	0	0	1	15
Cianophyceae	0	0	1	1	2	0	0	2	4	7
Chlorophyceae	0	0	2	2	0	0	5	5	0	7
Coccolithophoridae	0	0	3	3	0	0	0	0	0	3
Silicoflagellatae	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1
Ebriidae	0	0	2	2	0	0	0	0	0	1
Euglenidae	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1
Total	159	18	49	226	73	22	15	110	34	370

334 espèces, c'est-à-dire 90,3 % du total des unités systématiques. Les représentants de tous les autres groupes sont, en grande majorité, des formes typiquement planctoniques tombées dans le benthos où elles ont été trouvées à l'état vivant et avant leurs chromatophores non altérés. Parmi ces derniers, un des groupes les mieux représentés est celui des péridinées, qui se trouve dans le benthos dans la proportion de 4 % du total des espèces. Tous les autres groupes (Cianophyceae, Chlorophyceae, Coccolithophoridae, Silicoflagellata, Ebrideae, Eglenidae) représentent, ensemble, seulement 5,7 % du total du nombre d'espèces et de variétés.

Il faut remarquer que le nombre d'espèces trouvées jusqu'aujourd'hui dans la composition du microphytobenthos des fonds meubles, est beaucoup plus grand que celui du phytoplancton de la zone du littoral roumain (320 espèces) /Bodeanu, 1962/. Nous précisons que, tandis que la recherche de la composition systématique du phytoplancton du littoral roumain peut être considérée, en général, comme conclue, l'inventaire des espèces du microphytobenthos est, sans aucun doute, loin d'être terminé, étant donné le fait que l'étude du microphytobenthos a débuté tout récemment et que la diversité des espèces de microphytes benthiques est particulièrement grande. Par exemple, tandis qu'un seul échantillon de microphytobenthos peut contenir plus de 80 à 100 espèces, un échantillon quantitatif de phytoplancton (collecté avec la bouteille Nansen de 1 l.) contenant 20 à 25 espèces peut être considéré comme riche en ce qui concerne le nombre de formes.

Les diatomées ne sont pas seulement les organismes qui existent dans la proportion considérablement grande que nous avons montrée, mais elles sont, en fait, les seuls microphytes absolument dans tous les échantillons, tandis, que les représentants de tous les autres groupes s'y trouvent sporadiquement. Sur cette base nous pouvons considérer que le microphytobenthos est pratiquement composé exclusivement de diatomées. D'ailleurs, pour la même zone, les diatomées dominent également dans la composition du phytoplancton /Bodeanu, 1969/ mais, il est vrai, en proportion moindre, de seulement 67,8 %.

La grande majorité des diatomées de la composition du

microphytobenthos appartiennent à la classe des Pennatae. Pour 334 espèces de diatomées, les Pennatae sont en nombre de 277, c'est-à-dire dans la proportion de 82,94 %, tandis que Centricae est représenté par 57 espèces c'est-à-dire 17,06 % (tableau 2).

Tableau 2

Composition par groupes systématiques de diatomées dans la construction du microphytobenthos des sédiments meubles

Classe (ordre)	No. espèces	%
Centricae	57	17,06
Araphinales	30	8,98
Monoraphineae	27	8,09
Biraphineae	150	44,91
Aulonoraphineae	70	20,96
Total	334	100,00

Parmi les Pennatae, les sous-ordres Biraphineae et Aulonoraphineae sont en prédominance, les premiers dans la proportion de 45 % et les derniers dans la proportion de 21 % du total des espèces de diatomées.

Le grand nombre d'espèces de diatomées des sédiments meubles du littoral roumain de la Mer Noire, de même que les proportions dans lesquelles ces espèces sont réparties en sous-groupes, sont comparables aux données existantes dans la littérature en ce qui concerne les diatomées du benthos marin. Ainsi, la flore de diatomées benthiques du littoral soviétique de la Mer Noire comprend, d'après /A. L. Proskina-Lavrenko, 1963/ 333 espèces, variétés et formes, parmi lesquelles les Pennatae sont représentées par 309, c'est-à-dire 92,8 % et les centricae 24, c'est-à-dire 7,2 %. Parmi les Pennatae, Araphinales représente 14,4 %, Monoraphineae 46,5 % et Aulonoraphineae 23,1 % du total des espèces de diatomées. Pour la Mer Méditerranée /M. R. Pianté-Cuny, 1969/, trouve dans le microphytobenthos des fonds meubles du golfe de Marseille, un nombre de 293 espèces et variétés de diatomées, dont 272 c'est-à-dire 92,83 % sont des Pennatae

et seulement 21, donc 7,17 % des Centricae. Un pourcentage de 88,6 % du total des Pennatae sont Biraphineae et Aulonorphineae. Dans le golfe de Kandalakşa de la Mer Blanche /L. L. Bondarciuk, 1970/, faisant l'inventaire des diatomées de tous les types de substrats, donc pas seulement des sédiments meubles et effectuant des recherches dans la zone comprise entre la zone supralittorale et la profondeur de 15 à 20 m, trouve 520 taxons. L'auteur n'indique pas le mode selon lequel les diatomées benthiques se répartissent en sous-groupes.

Faisant la comparaison entre nos données et celles concernant le littoral soviétique de la Mer Noire, le golfe de Marseille de la Mer Méditerranée et le golfe de Kandalakşa de la Mer Blanche, nous observons que :

- par suite de la présence de certaines formes typiquement planctoniques de la classe Centricae sur les sédiments meubles du littoral roumain, le nombre des espèces appartenant à cette classe est plus grand que sur le littoral soviétique de la Mer Noire, ou dans le golfe de Marseille;

- le nombre total d'espèces de diatomées sur les sédiments meubles du littoral roumain, est sensiblement égal à celui du littoral soviétique et du golfe de Marseille et inférieur à celui du golfe de Kandalakşa de la Mer Blanche.

La prédominance des diatomées en général et, plus spécialement des formes meubles appartenant aux sous-ordres Biraphineae et Aulonorphineae, est une caractéristique essentielle pour le microphytobenthos et qui est opposée au phytoplancton /Băcescu, Gomoiu, Bodeanu, Petran, Müller, Chirilă, 1967; Bodeanu, 1964; 1966; 1968; 1969; 1970; Bondarciuk, 1970; Plante-Cuny, 1966). Ainsi, dans le plancton de la Mer Noire, les Centricae représentent 93 % du nombre total des espèces de diatomées par rapport aux Pennatae /Bodeanu, 1969/, qui représentent 7 %. Nous soulignons en même temps, que, dans la zone de la côte où se produit un intense mélange des eaux, les espèces benthiques sont souvent soulevées par les courants dans le pélagial, fait déterminant la modification du rapport entre Centricae și Pennatae, en faveur des dernières. Ainsi, dans les eaux peu profondes, entre le rivage roumain et l'isobathe de 30 m, les Pennatae

atteignent un pourcentage qui s'élève à 62,5 % du total des espèces de diatomées, pourcentage dû à l'addition, dans cette zone, des espèces benthiques à la microflore du pélagique autrement dit, à l'influence du phytobenthos sur le phytoplancton dans les conditions d'intense hydrodynamisme qui a lieu ici. Dans quelques ouvrages /Băcescu, Gomoiu, Bodeanu, Petran, Müller, Chirilă, 1967; Bodeanu, 1964, 1966, 1969/, nous avons analysé, pour le littoral roumain, le rôle important des espèces benthiques et, en particulier, des diatomées Pennatae, dans la constitution du phytoplancton néritique, rôle remarqué encore par d'autres auteurs /Morozova-Vadianitkaia, 1948; 1954; Proskina-Lavrenko, 1963/. Ici, les espèces provenant du benthos représentent plus de 35,62 % du total des taxons trouvés dans le pélagique. Cette importance proportion d'espèces provenant du benthos, souvent en grandes densités, influence, parfois dans une mesure appréciable, l'accroissement de la quantité totale du phytoplancton néritique /Bodeanu, 1969/.

En même temps, dans la constitution du microphytobenthos de l'étage infralittoral entrent des espèces dont l'origine est planctonique. Nous donnons ci-dessous le mode selon lequel se groupent, en fonction de leur biotope d'origine, les espèces des sédiments meubles du plateau continental roumain :

- espèces d'origine benthique au nombre de 232 c'est-à-dire 69,1 %	
- espèces tychopélagiques au nombre de 40 c'est-à-dire 11,9 %	
- <u>espèces d'origine planctonique au nombre de 64 c'est-à-dire 19,0 %</u>	
Total	336 ^{x)} c'est-à-dire 100 %

Ce mode de groupement met en évidence le rôle non négligeable des espèces typiquement planctoniques qui atteignent la proportion de 11,9%. Leur ajoutant les formes tychopélagiques - qui développent normalement leurs processus vitaux aussi bien dans le plancton que dans le benthos - il résulte qu'un pourcentage de presque 31 % des espèces des sédiments

- x) Etant donné les causes suivantes on ne peut indiquer le biotope d'origine pour un nombre de 34 autres formes :
- l'écologie de quelques unes encore inconnue et nous décrirons certaines d'elles comme nouvelles pour la science;
 - quelques autres formes n'ont pu être déterminées que seulement jusqu'au gène.

meubles appartiennent aux espèces qui vivent dans le plancton.

Nous remarquons que beaucoup de ces espèces typiquement planctoniques telles que Thalassiosira parva, T. excentrica, var. fasciolata, Thalassionema nitzschioides, Cyclotella caspia, etc. se trouvent, ayant des plastes normaux non altérés, en densités quelquefois plus grandes que beaucoup de formes typiquement benthiques (des centaines de cellules au cm^2 pour chaque espèce), ce qui atteste que dans de tels cas leur rôle quantitatif au fond de la mer est important. Par exemple, en Février 1967, en face de Constantza, à 20 m profondeur, sur un fond sablonneux avec de rocaille de coquillages, on a trouvé un total de 83 espèces dont 74 (c'est-à-dire 86,75 %) ont une vie benthique, tandis que 11 (c'est-à-dire 13,25 %) sont typiquement planctoniques. Pour un total de 7040 cellules/ cm^2 , les premières espèces enregistrent 5600 (donc 79,55 %) et les dernières 1440 (donc 20,45%). On trouve encore, dans notre matériel d'étude, des exemples similaires. C'est-à-dire que nos constatations antérieures en ce qui concerne l'influence du microphytobenthos sur le phytoplancton /Bodeanu, 1966; 1969/, sont également parfaitement valables en ce qui concerne l'influence inverse, soit l'influence du phytoplancton sur le microphytobenthos, à l'étage infralittoral. Par conséquent, bien qu'ayant des caractéristiques propres, distinctes et bien individualisées, les grandes cénooses se trouvent dans une interaction permanente, certaines formes d'un biotope passant dans l'autre en quantités importantes.

Les causes de la présence de formes typiquement planctoniques à l'état vivant, sur les sédiments, peuvent être les suivantes:

1. Existence d'un état de repos sur le fond du bassin pour certaines formes néritiques, comme c'est le cas par exemple pour certaines formes néritiques, comme c'est le cas par exemple pour certaines espèces planctoniques du genre Chaetoceros.
2. Chute des microphytes planctoniques hors du pélagial, phénomène qui s'intensifie à la fin de la période de développement, dans le plancton, des formes dominantes, lorsque la fonction d'autorégulation des cellules est diminuée par suite du vieillissement des populations.
3. Transport de la microflore planctonique par les courants

verticaux descendants, favorisé, sur le littoral roumain, par un hydrodynamisme intense /Bodeanu, 1970/. Un des traits de la microflore des algues benthiques - comme d'ailleurs aussi de celle planctoniques - est le caractère hétérogène de sa composition par groupes écologiques, caractère qui reflète le mélange des eaux de cette zone. Les formes marines et les formes saumâtres représentent 67,2 % du total des espèces du microphytobenthos des sédiments meubles, tandis, que les espèces dulçaquicoles et dulçaquicoles-saumâtricoles représentent 32,8 % (tableau 1). Ces pourcentages sont semblables à ceux concernant la composition écologique du phytoplancton de la zone peu profonde: 72 % espèces marines et saumâtres et 28 % espèces dulçaquicoles et dulçaquicoles-saumâtricoles /Bodeanu, 1969/.

La grande proportion d'espèces dulçaquicoles et dulçaquicoles-saumâtricoles, reflète également le régime saumâtre-adouci des eaux du littoral roumain fortement influencé par le Danube dans cette zone.

Variation de quantité du microphytobenthos. La densité du microphytobenthos est susceptible de grandes fluctuations en fonction de la saison, de la profondeur et de la nature du substrat (fig. 6 à 11).

Les valeurs quantitatives des divers endroits dépendent de l'interférence de beaucoup de facteurs; parmi ces facteurs, les uns, comme par exemple le degré selon lequel la microflore est consommée par les animaux, sont difficilement contrôlables. Deux de ces facteurs, à savoir la profondeur et la nature du substrat, peuvent être considérés comme principaux. Ces facteurs agissent complémentaires. Ainsi la diminution de la quantité de lumière à mesure que la profondeur augmente, détermine selon un mode naturel la réduction de la densité des organismes photosynthétisants. En même temps, plus les particules de sédiments sont fines et moins soumises à l'action hydrodynamique, plus elles sont propres au développement de la microflore. Les sédiments sablonneux dont les granules sont nettement plus grossiers que ceux des sédiments vaseux, granules soumis entre eaux au frottement par l'action mécanique des vagues, sont moins adéquats au développement de la microflore. Mais les fonds sablonneux sont précisément situés aux niveaux supérieurs où la lumière est plus intense, mais aussi où l'hydrodynamisme est plus accentué. De sorte que, souvent, les

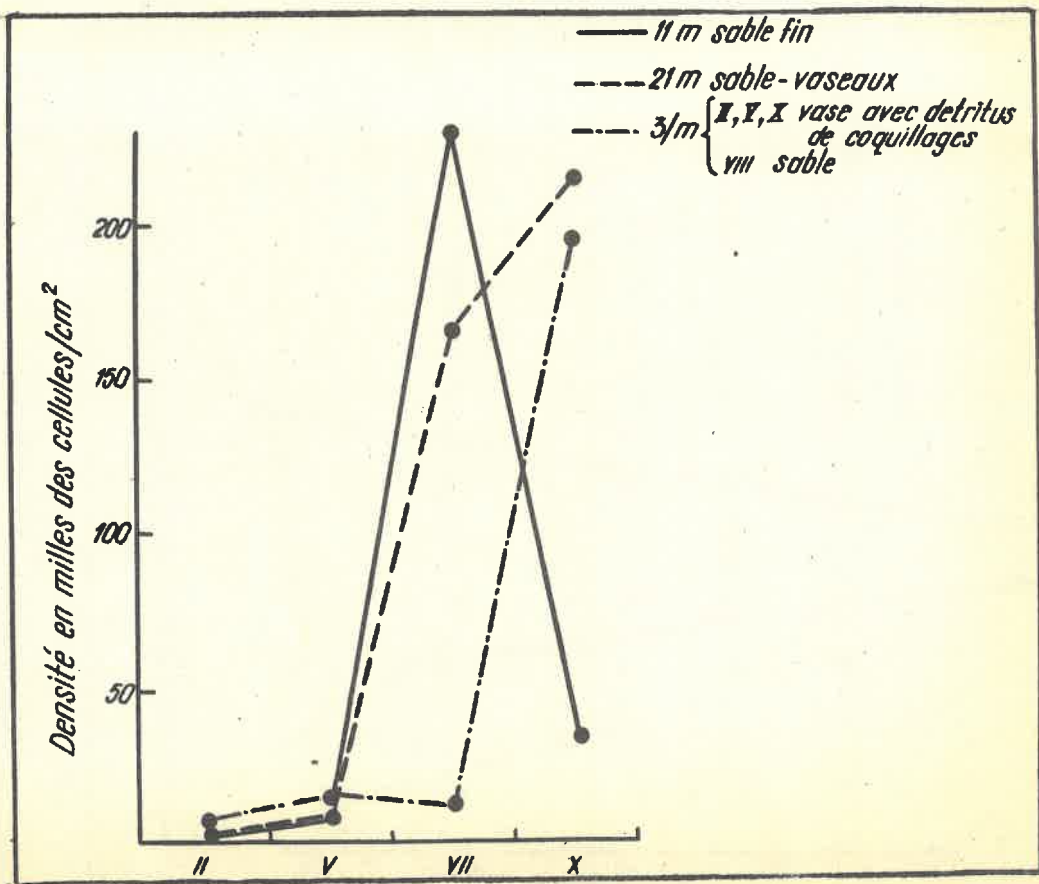


Fig. 6. Variation du microphytobenthos sur les sédiments meubles de Mangalia

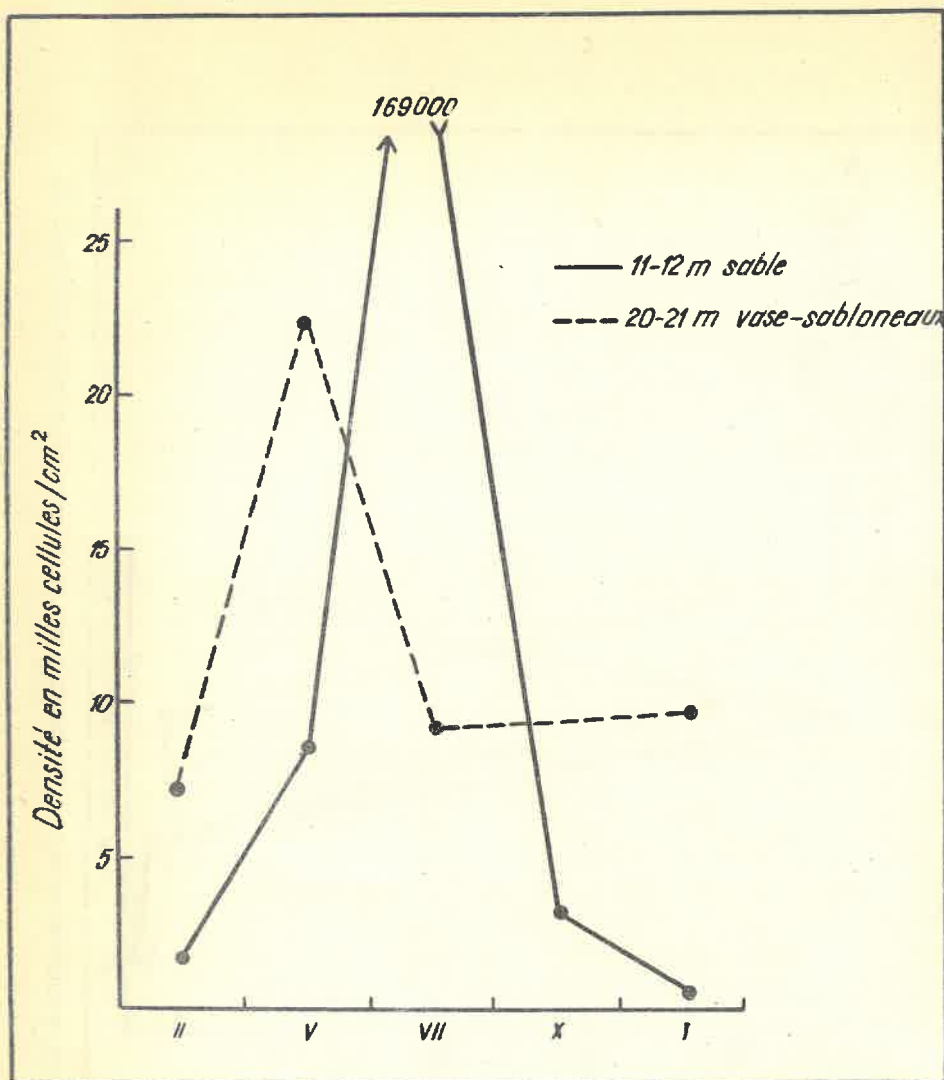


Fig. 7. Variation du microphytobenthos sur les sédiments meubles de Constantza

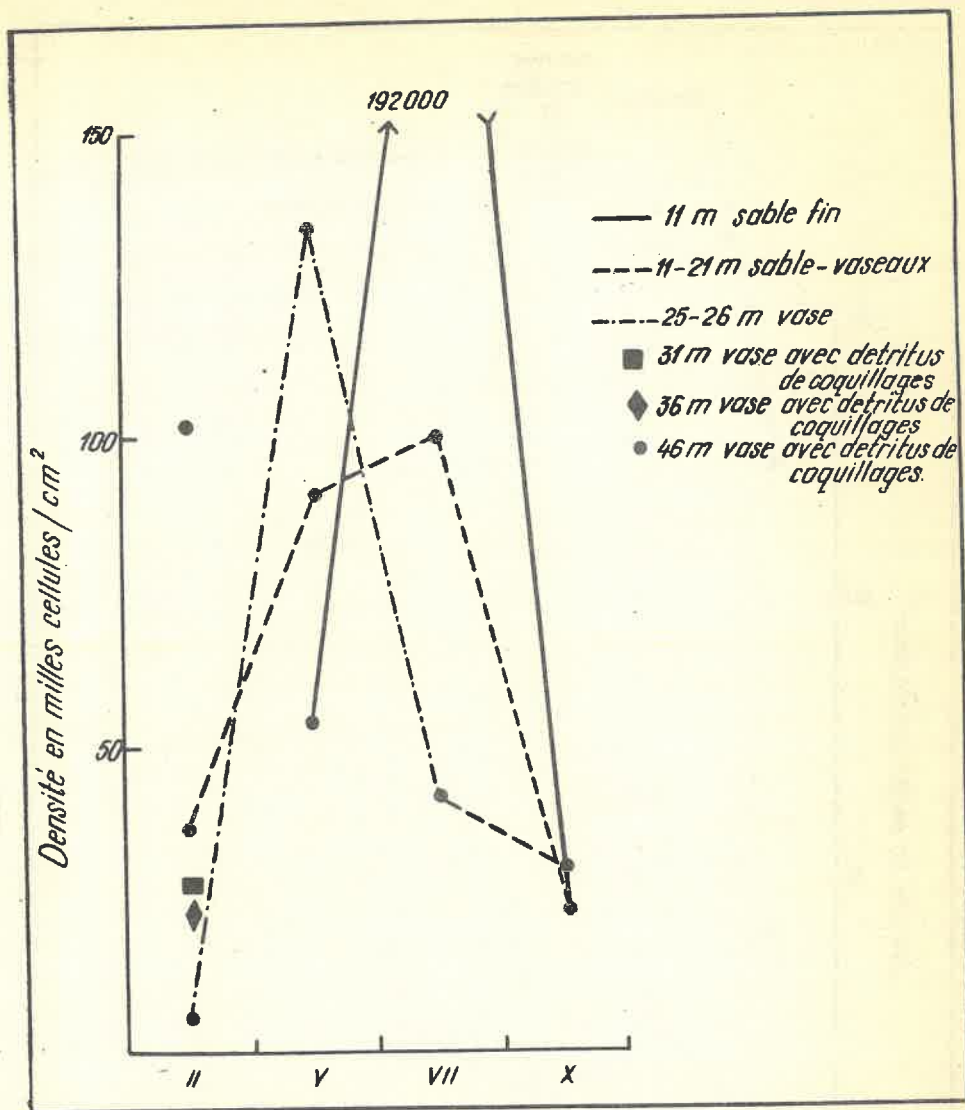


Fig. 8. Variation du microphytobenthos sur les sédiments meubles de Midia

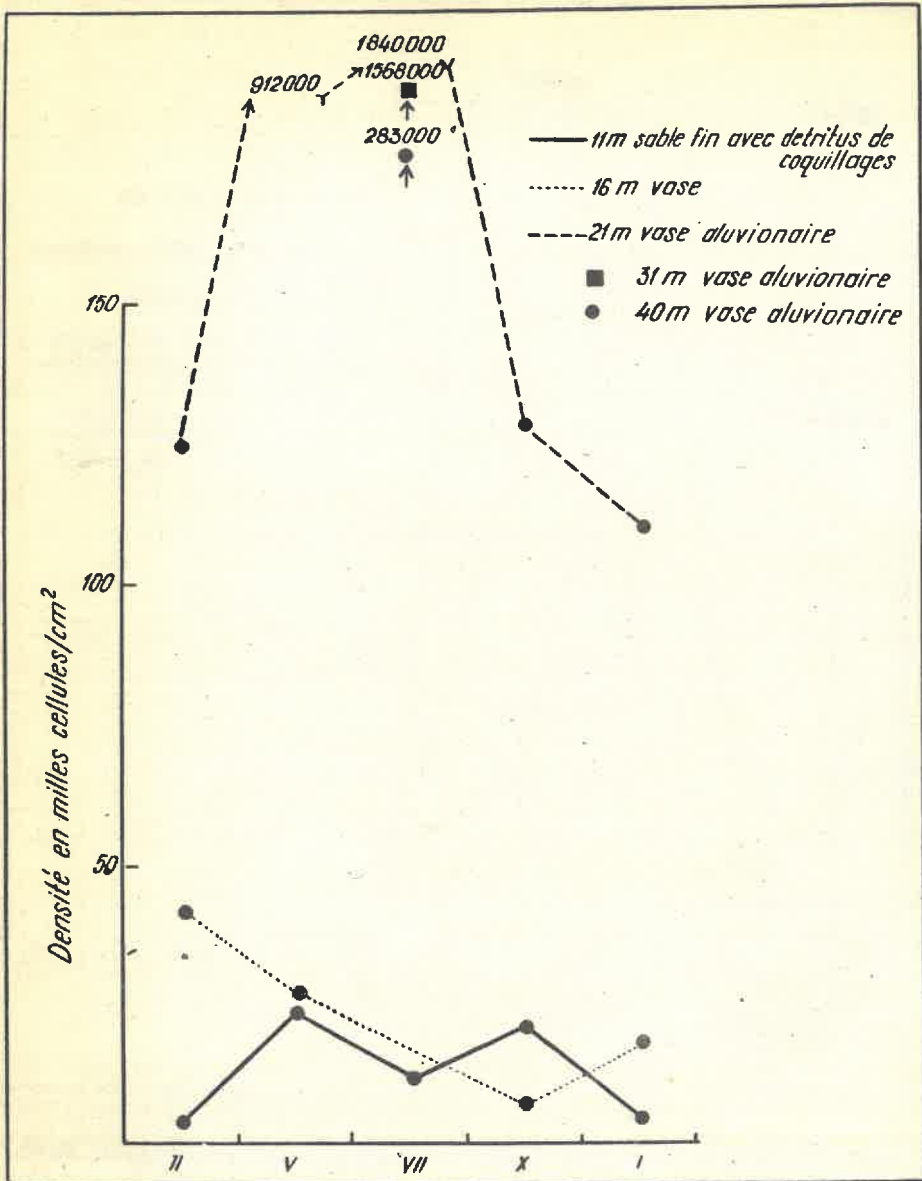


Fig. 9. Variation du microphytobenthos sur les sédiments meubles de Portitza

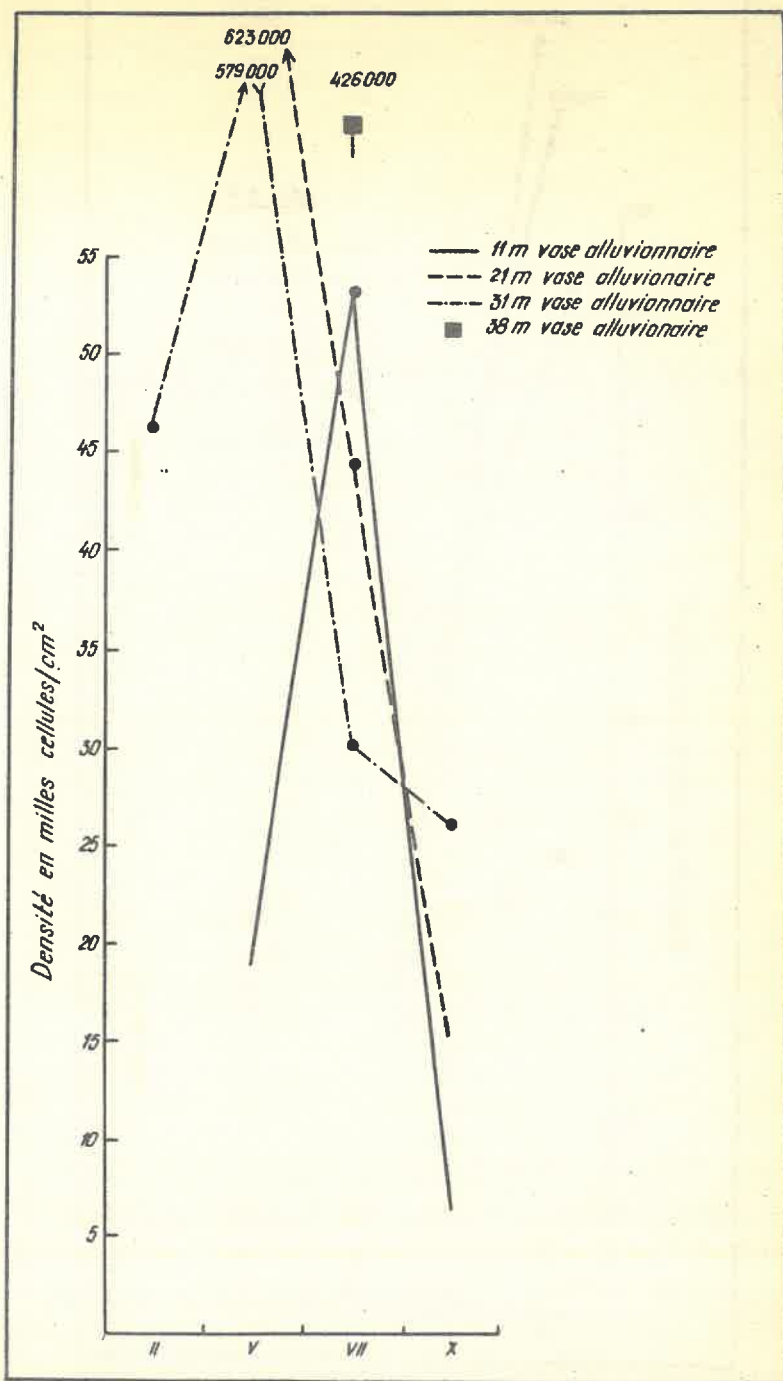


Fig. 10. Variation du microphytobenthos sur les sédiments meubles de St. George

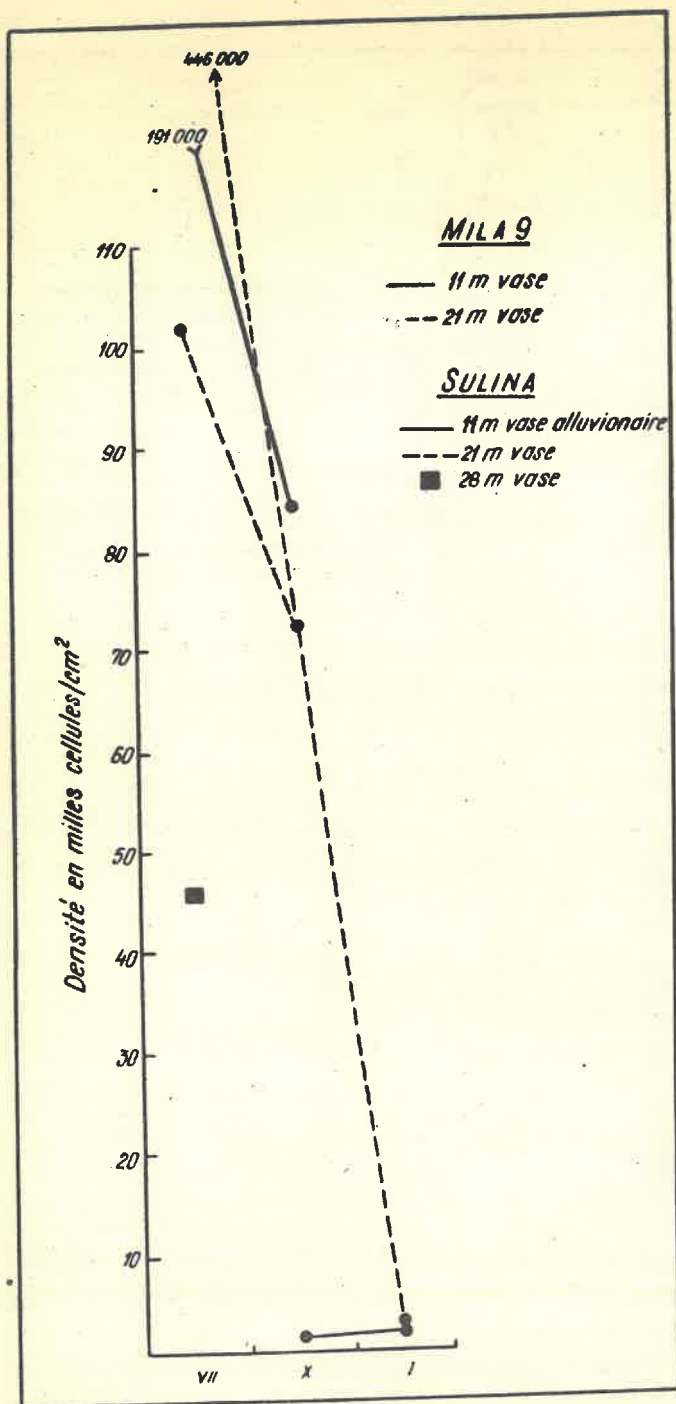


Fig. 11. Variation du microphytobenthos sur les sédiments meubles de Mila 9 et Sulina

quantités de microphytobenthos sont plus grandes en profondeur, sur la vase, sur les fonds sablonneux peu profonds. De tels cas sont assez fréquents, ils sont mis en évidence par l'examen des données présentées dans les figures 6 à 9. Notamment pour le profil de Portitza (fig. 9), les densités de la microflore des algues des profondeurs de 20 à 40 m, sur fonds de vase alluvionnaire (fonds sur lesquels les formes marines et saumâtres cohabitent avec les formes de provenance dulcaquicole) sont particulièrement élevées par rapport à celles de 11 m de profondeur, sur substrat sablonneux (fig. 9).

De même, on observe que la présence des particules dures, détritiques, de la rocaille provenant des valves broyées des mollusques etc. apportent un surplus de microflore par les formes de diatomées fixées (des genres Cocconeis, Achnanthes, Rhoicosphaenia, Melosira) qui s'ajoutent aux formes libres caractéristiques des sédiments meubles, contribuant à accroître les indices quantitatifs du microphytobenthos. Ainsi, sur les fonds détritiques du secteur Midia, aux profondeurs de 31 à 46 m, la densité de la microflore, en Février, est plus élevée que sur les fonds sans rocaille des niveaux supérieurs (fig. 8).

Sur les sédiments meubles étudiés, les quantités de microphytobenthos atteignent des valeurs appréciables. On a trouvé la densité maximum sur un fond de vase, à la profondeur de 20 m dans le secteur de Portitza; au mois de Juillet, cette densité était de 1 840 000 cellules par cm^2 (correspondant à une biomasse de 41 015 mg par m^2). Au cours de la même période, sur le même type de sédiments dans le secteur de Portitza mais à 31 m de profondeur, on a trouvé la biomasse maximum de 96 501 mg par m^2 (correspondant à une densité de 1 568 000 cellules par cm^2). Les indices quantitatifs les plus élevées de la microflore des sédiments sablonneux sont, pour la densité, 229 000 cellules au cm^2 (à Mangalia, en Juillet, à la profondeur de 11 m) et, pour la biomasse 35 212 mg par m^2 (également à Mangalia, en Juillet, à la profondeur de 21 m).

A l'opposé du phytoplancton qui se caractérise par l'apparition en fonction des saisons, d'un groupe peu nombreux d'espèces nettement dominantes (parfois même une seule espèce) qui, souvent, produisent des

floraisons et éliminent une bonne partie des espèces accompagnantes, le microphytobenthos se caractérise par une grande et permanente diversité. Les formes les plus importantes, au point de vue quantitatif, qui entrent dans la composition du microphytobenthos des sédiments meubles, ne sont pas analogues aux espèces principales du phytoplancton, du fait qu'elles ne se distinguent pas par des densités nettement plus grandes que le reste des autres espèces, comme cela se produit dans le pélagial. C'est pourquoi les espèces responsables de l'accroissement de la densité globale du microbenthos végétal sont difficiles à distinguer dans l'immense diversité de ses formes. Nous signalerons ici seulement quelques unes de ces espèces: Diploneis smithii, D. smithii var. pumilla, Navicula halophyla var. convergens, N. cancellata, N. pennata var. pontica, N. forcipata var. densetriata, N. pygmea, N. palpebralis, N. palpebralis var. semiplena, N. lyra, Pleurosigma angulatum, Amphora proteus, A. ovalis, A. coffeaeformis, A. coffeaeformis var. acutiuscula, Bacillaria paradoxa, Nitzschia tryblionella var. debilis, N. apiculata, N. panduriformis, N. sigma, N. longissima, et beaucoup d'autres. Les densités enregistrées pour ces espèces sont de l'ordre de quelques milliers de cellules par cm^2 ; les valeurs maximales de 8 à 15 000 cellules par cm^2 , pour chacune d'elles, étant atteintes en règle générale pendant les mois d'été. A ces espèces meubles et ne formant pas de colonies, spécifiques aux sédiments sablonneux et vaseux, se joignent souvent des espèces fixes provenant soit des particules détritiques soit des biotopes à substrat dur, et aussi des espèces typiquement planctoniques dont nous avons déjà parlé. Parmi les espèces caractéristiques des sédiments meubles, quelques unes manifestent certaines préférences pour un certain type de substrat. Les espèces du genre Amphora, par exemple, (A. proteus, A. coffeaeformis, A. ovalis) ont de plus grandes densités sur le sable que sur la vase.

La quantité globale du microphytobenthos s'accroît progressivement à partir des mois de printemps, elle atteint le maximum annuel en Juillet, puis on enregistre, en automne, sa décroissance progressive (tableau 3). Les valeurs maximales de Juillet (en moyenne 279 746 cellules/ cm^2 et une biomasse de 21 948,89 mg/m^2) s'obtiennent par l'accumulation

graduée de la densité des principales espèces, sans changements essentiels dans la composition des populations comme cela se produit pour le phytoplancton. De même, la baisse de la quantité globale (jusqu'à la moyenne de 7000 cellules/cm² et une biomasse de 911,10 mg/m², en Novembre) se produit sur le compte de la réduction progressive de la densité des espèces de base, sans changements importants dans la composition qualitative.

Tableau 3

Valeurs moyennes mensuelles du microphytobenthos pendant la période
Février 1967 - Février 1968

Mois et année	Nombre de cellules/cm ²			Biomasse en mg/m ²		
	Dia- tomées	Autres groupes	Total	Dia- tomées	Autres groupes	Total
Février 1967	27 935	2 059	29 994	2929,60	28,07	2947,67
Mai 1967	160 310	2 836	163 146	9667,35	279,73	9947,08
Juillet 1967	267 050	12 696	279 746	21733,11	251,71	21984,82
Octobre 1967	46 196	5 321	51 517	4238,78	167,11	4405,89
Novembre 1967	3 250	3 750	7 000	510,35	400,75	911,10
Janvier 1968	14 993	2 236	17 229	1289,33	69,78	1359,11
Moyenne annuelle	86 622	4 817	91 439	6726,42	199,52	6925,94

En ce qui concerne la répartition du microphytobenthos des fonds meubles dans divers secteurs du littoral roumain, les plus grandes quantités sont cantonnées dans la zone de Portitza-Sf. Gheorghe (tableau 4). La présence de ces quantités, plus grandes ici que dans d'autres secteurs, est liée à deux facteurs: 1) l'influence directe des eaux du Danube riches en éléments biogènes; 2) la prédominance des sédiments vaseux qui conviennent mieux au développement de la microflore que les sédiments sablonneux. La quantité accrue de microflore en Octobre dans le secteur de Mangalia (tableau 4) est probablement due à la transparence de l'eau, plus grande ici que dans les secteurs nordiques où les eaux sont chargées de matières en suspension apportées par le Danube. transparence dont la microflore a

Valeurs moyennes de la quantité du microphytobenthos, selon les profils pendant la période
Février 1967-Février 1968

Mois et année	Profil	No. cel/cm ²			Biomasse mg/m ²		
		Diatomées	Autres groupes	Total	Diatomées	Autres groupes	Total
II. 1967	Mangalia	3 263	43	3 306	504,26	1,15	505,41
	Constantza	4 170	140	4 310	466,12	3,09	469,21
	Midia	36 830	2 610	39 440	4 408,63	45,63	4 446,26
	Portitza	53 510	3 400	56 910	5 090,29	46,78	5 137,07
	Ciolec	41 900	4 100	46 000	4 136,69	43,72	4 189,41
V. 1967	Mangalia	9 700	133	9 833	1 944,43	2,00	1 946,43
	Constantza	14 650	850	15 500	5 089,08	58,45	5 147,53
	Midia	77 467	15 166	92 633	8 790,78	196,42	8 987,50
	Portitza	306 200	14 633	320 833	16 846,89	381,10	17 227,99
	Sf. Gheorghe	393 533	13 400	406 933	15 665,57	760,67	16 442,24
VII. 1967	Mangalia	131 000	4 000	135 000	17 811,83	197,50	18 009,33
	Constantza	84 500	4 500	89 000	9 370,57	126,10	9 496,67
	Midia	103 000	8 333	111 333	9 895,43	276,67	10 172,10
	Portitza	900 500	25 125	925 625	39 725,35	654,12	40 379,47
	Sf. Gheorghe	130 500	7 750	138 250	17 120,05	156,75	17 276,80
	Mila 9	415 000	31 000	446 000	49 286,00	271,00	49 557,00
	Sulina	104 833	8 167	113 000	8 922,53	121,83	9 044,36
X. 1967	Mangalia	141 666	6 000	147 666	10 995,45	212,33	11 207,76
	Constantza	2 000	1 000	3 000	324,50	15,00	339,50
	Midia	16 833	8 833	25 666	1 807,26	371,67	2 178,93
	Portitza	42 666	9 334	52 000	8 058,53	266,67	8 325,20
	Sf. Gheorghe	14 333	1 333	15 666	1 318,95	43,75	1 362,70
	Mila 9	36 875	750	37 625	3 273,37	74,13	3 347,50
	Sulina	69 000	10 000	79 000	3 893,42	186,25	4 079,67
XI. 1967	Portitza	3 250	3 750	7 000	510,35	400,75	911,10
I. 1968	E. Constantza	4 500	500	5 000	476,50	9,50	486,00
	Portitza	38 417	5 583	44 000	3 194,20	151,42	3 345,62
	Mila 9	2 062	625	2 687	197,29	48,43	245,72
II. 1968	Portitza	7 500	1 500	9 000	751,00	477,50	1 228,50

grand besoin pendant ce mois où la luminosité est moindre. Les valeurs moyennes annuelles du microphytobenthos des sédiments meubles du littoral roumain sont de 91.439 cellules/cm² et la biomasse de 6 925,94 mg/m².

Plante-Cuny (1969), évaluant, seulement sur la base de la densité, la quantité de microphytobenthos, donne comme chiffre maximum pour le golfe de Marseille, 17000 cellules/cm². Ce chiffre maximum est de plus de 5 fois inférieur à la moyenne de la densité du littoral roumain. Pour la zone intertidale de la côte britannique/Hendey, 1964/montre que la densité des populations de diatomées des communautés du sable, varie entre 10000 et 15000 cellules/cm². Sur les fonds intertidaux de vase, le même auteur donne pour Pleurosigma angulatum et Girosigma balticum, des densités maxima de 12000 et 9000 cellules/cm² et, pour Amphiprora hyalina, Amphpra exigua et Amphora veneta, ensemble des densités allant jusqu'à 30000 cellules/cm². Ces densités—qui, en fait, se réfèrent à la zone intertidale inexistente dans la Mer Noire—comparables à celles des sables et plus petites que celles des vases, des niveaux que nous avons étudiés pour le littoral roumain.

Dans le golfe Kandalakça de la Mer Blanche, L. L. Bondarciuk trouve sur les fonds de vase du médiolittoral et à la partie supérieure du supralittoral, des biomasses de 30 à 40 g/m² et, sur les fonds vaseux de l'infralittoral, de 18 à 19 g/cm² (1970). Ces indices quantitatifs sont comparables aux chiffres maxima que nous avons trouvés, et ils sont supérieures à nos valeurs moyennes. Sur la base de ces comparaisons nous pouvons donc conclure que le microphytobenthos des sédiments vaseux et sablonneux du littoral roumain de la Mer Noire, est plus riche que celui du golfe de Marseille et plus pauvre que celui du golfe de Kandalakça de la Mer Blanche.

Prenant comme base la biomasse moyenne de 6 925 mg microphytobenthos/m² et, ayant en vue que la zone dans laquelle nous avons effectué nos recherches, couvre une aire d'environ 3 000 km³, nous pouvons considérer que la réserve totale d'algues microphytes benthiques de cette superficie, est de 20 775 tonnes de substance organique humide. Le calcul de la réserve de phytoplancton de la même zone, montre l'existence d'une quantité de 54 000 tonnes de substance organique humide /Bodeanu, 1969/.

Ces chiffres sont difficiles à comparer car la quantité de phytoplancton, bien que double proportionnellement à celle du microphytobenthos, est dispersée dans l'espace aquatique tridimensionnel, tandis que celle du microphytobenthos est concentrée dans l'espace bidimensionnel du fond marin.

Totalisant ces deux chiffres, il résulte que la réserve totale de microphytes de la zone comprise entre la côte roumaine et l'isobathe de 30 m est de 74.775 tonnes de substance organique humide. Cette énorme quantité de microphytes, concentrée sur un volume assez réduit d'eau (environ 62 km³) /Bodeanu, 1969/, montre l'existence d'une réserve trophique primaire inépuisable, capable de satisfaire non seulement la faune marine actuelle, mais les nécessités pour le développement dirigé et l'acclimatation d'autres espèces d'animaux marins ayant une plus grande valeur, sur le littoral roumain de la Mer Noire.

Resumé

Après avoir décrit l'appareil, de conception propre, pour prélèvement quantitatif des échantillons, l'auteur analyse la composition systématique du microphytobenthos des sédiments meubles. Sur ces sédiments ont été trouvées 370 espèces, variétés et formes d'algues, dont plus de 90 % sont de diatomées, pour la plus grande part : pennatae, biraphinae et aulonraphinae.

Etudiant l'action réciproque entre le phytoplancton néritique et le microphytobenthos, on montre, dans le travail qu'environ 12 % des espèces de microphytes des sédiments sont de provenance planctonique et que de même, plus de 35 % du nombre des espèces de la couche d'eau côtière, proviennent du benthos. On analyse les causes de la présence - parfois en grandes densités - de formes typiquement planctoniques, à l'état vivant, sur les sédiments.

Constituée par 67,2 % de formes marines et saumâtres et 32,8% de formes dulçaquicoles, la composition écologique du microphytobenthos reflète le mélange des eaux dans le voisinage de la côte roumaine.

La dynamique annuelle de la quantité de microphytobenthos des sédiments meubles, suit un cours ascendant depuis le début de l'année jusqu'en Juillet, puis décroît progressivement vers l'automne.

Les espèces les plus fréquentes et les plus importantes au point de vue quantitatif, appartiennent aux genres: Diploneis, Navicula, Pleurosigma, Amphora, Nitzschia, et leurs variations quantitatives au cours de l'année suivent parallèlement les variations du microphytobenthos global.

Les quantités maxima de microbenthos végétal sont cantonnées dans la zone Portitza-Sf. Gheorghe, fait qui est dû aussi bien à l'influence directe des eaux fertilisantes du Danube, qu'à la prédominance, en ces lieux, des sédiments vaseux plus propres au développement de la microflore. Les valeurs maxima enregistrées en Juillet, sur ces fonds, représentent une densité de 1 840 000 cellules/cm² et une biomasse de 96 500 mg/m², tandis que sur le substrat sablonneux, les indices maxima absolus sont de 229 000 cellules/cm² et 35 212 mg/m².

Les moyennes sont de 91 439 cellules/cm² et 6 925,94 mg/m² et la réserve totale pour la zone ayant une superficie d'approximativement 3 000 km², située entre la côte et l'isobathe de 31 m est de 21 000 tonnes de substance organique humide. Ajoutant à ce chiffre la réserve de phytoplancton de la même zone, ayant 54 000 tonnes, nous constatons que dans les eaux peu profondes du littoral roumain, se trouve une riche base trophique d'algues microphytes, de 75 000 tonnes de substance organique humide, capable de satisfaire non seulement la faune marine actuelle mais aussi les nécessités pour le développement dirigé et l'acclimatation d'espèces d'animaux marins de valeur.

Bibliografie

1. ANTIPA, Gr. - 1941. Marea Neagră 1. Oceanografia, bionomia și biologia generală a Mării Negre. Acad. Rom., publ. Adamachi, 10,55; pp. 1-313.

2. BACESCU, M. , GOMOIU, M. T. , BODEANU, N. , PETRAN, A. , MULLER, G. , CHIRILA, V. - 1967. Dinamica populațiilor animale și vegetale din zona nisipurilor fine de la nord de Constanța în condițiile anilor 1962-1965. Ecologia marină. II, Edit. Acad. R. S. R. , pp. 7-167.
3. BODEANU, N. - 1964. Contribution à l'étude quantitative du microphytobenthos du littoral roumain de la Mer Noire. Rev. roum. biol. , 9, 6, pp. 433-445.
4. BODEANU, N. - 1966. Caracteristicile și dinamica fitoplanctonului din zona de mică adâncime de pe țărmul românesc al Mării Negre. St. și cerc. biol. , Botanică, 18, 3, pp. 249-262.
5. BODEANU, N. - 1968. Recherches sur la microphytobenthos du littoral roumain de la Mer Noire. Rapp. Comm. int. Mer Medit. , 19, 2, pp. 205-207.
6. BODEANU, N. - 1969. Cercetări asupra fitoplanctonului din zona de mică adâncime de la litoralul românesc al Mării Negre. Ecologia Marină. III, Editura Acad. R. S. R. , București, pp. 65-147.
7. BODEANU, N. - 1970. Contributions to the Systematics and Ecology of the Benthic Diatoms of the Romanian Black Sea littoral. Rev. roum. biol. Botanique, 15, 1, pp. 9-18.
8. BODEANU, N. , GOMOIU, M. T. - 1964. Données sur l'importance des microphytes dans la nourriture des mollusques. Rev. roum. biol. Zoologie, 9, 3, pp. 211-220.
9. BONDARCIUK, L. L. - 1970. Bentosnîe diatomei Kandalakskogo zaliva Belogo Moria (Avtoreferat disertații na soiskanie stepeni kandidata biologicheskikh nauk). Moskva, p. 21.
10. GAEVSKAIA, N. S. - 1954. Pitanie i piscevîe eviazi jivotnîh obitaiuscih sredî donnoi restitelnosti i v bergovîh vîproșah Cernogo Moria. I. Pitanie Briuhonogo molliuska Rissoa splendida Eichw. Tr. Inst. Okean. Akad. Nauk SSSR, 9, pp. 269-290.
11. GAEVSKAIA, N. S. - 1956. Pitanie i piscevîe sviazi jivotnîh, obitaiuscih sredî donnoi restitelnosti i v bergovîh vîproșah Cernogo Moria. 2. Pitanie briuhonogovo molliuska Cerithiolum reticulatum (Da Costa) Biul. Mosk. O-va. , Inspit. prirodî. , otd. biologii, 51, 5, pp. 31-45.

12. GAEVSKAIA, N. S. - 1959. Pitanie i piscevie eviazi jivotnih obitajuschih sredij donnoi restitelnosti i v peregovih voprosah Chernogo Moria. V. Pitanie briuhonogovo molliuska Phasionella pontica Mil. Tr. Mosk. Tehn. Inst. Prom., Moskva, pp.43-47.
13. GOMOIU, M. T. - 1969. Studiul sedimentelor nisipoase de la litoralul românesc al Mării Negre. Ecologia marină. III. Edit. Acad. R. S. România, pp.227-325.
14. GRONTVED - 1960. On the Productivity of Microbenthos and Phytoplankton in Some Danish Fjords. Med. Dan. Fisk. Havund, N. S. 3, 3, pp. 55-92.
15. GRONTVED - 1962. Preliminary Report on the Productivity of Microbenthos and Phytoplankton in the Danish Wadden Sea. Med. Dan. Fisk. Havund N. S., 3, 3, pp.347-378.
16. GRONTVED - 1966. Productivity of the Microbenthic Vegetation in the Danish Wadden Sea. Veröffentlichungen Inst. Meeresforschung Bremerhaven. II, pp.275-276.
17. HENDEY, N. I. - 1964. An introductory Account of the Smaller Algal of British Coastal Waters. V Bacillariophyceae (Diatoms). Fisheries Invest. London, p. 298.
18. JUZE, A. P. - 1953. K metodike tehniceskoi obrotki gornih porod v teliah diatomogo analize. Diatomovii sbornik, Leningrad, pp.206-220.
19. LINKE, O. - 1939. Die Bioto des Landedusen-Wattes. Helgoland. Wiss. Meeresunter, 1, pp.201-348.
20. MAKKAVEEVA, E. B. - 1961. Melkie cervi, rakoobreznie i morskije kliesci biojenoza žistozirfi. Tr. Sevastopol Biol. St., 14, pp.147-162.
21. MOROZOVA-VODIANITKALA, N. V. - 1948. Fitoplankton Chernogo-Moria. I. Tr. Sev. biol. St., 6, pp.39-172.
22. MOROZOVA-VODIANITKALA, N. V. - 1954. Fitoplankton Chernogo Moria. II. Tr. Sev. Biol. St., 9, 11-99.
23. PLANTE-CUNY, M. R. - 1966. Apercu sur les peuplements de diatomées benthiques de quelques substrats meubles du golfe de Marseille. Rev. Trav. St. Mar. Endoume, 40, 56, pp.83-101.

24. PLANTE-CUNY, M. R. - 1969. Recherches sur la distribution qualitative et quantitative des diatomées benthiques de certains fonds meubles du golfe de Marseille. Rev. Trav. St. Mar. Endoume, 45, 61, pp. 87-197.
25. POGREBNIAK, L. I. - 1960. Znacenie fitobentosa v pitanií kefalí i bíčikóv nekotoríh límanah severo-zapadanogo pricernomória. Nauk. zap. Odes. Biol. St., 2, pp. 104-106.
26. PORUMB, I. - 1968. Beitrag zur Kenntnis der Bedeutung einiger benthalen Organismen in der Nahrung einiger Elennius. Arten der rumänischen Schwartz-Meer Küste. Lucrările sesiunii științifice St. Cerc. Mar. "Prof. I. Borcea" Agigea, 1966, pp. 283-290.
27. PROSKINA-LAVRENKO, A. I. - 1963. Diatomovíe vodorosli bentosa Cernogo moria, Izd. AN SSSR, Moskva-Leningrad, p. 243.
-