

DONNÉES CONCERNANT LA FLORAISON DES EAUX DU LITTORAL ROUMAIN  
DE LA MER NOIRE AVEC LE PÉRIDINIEN *Exuviaella cordata* OSTF.

Bodeanu Nicolae et Roban Anca

Institut Roumain de Recherches Marines - Constanța

ABSTRACT:

This paper concerns the *Exuviaella cordata* "blooming" during the summer of the years 1974 and 1975, in the waters of the Black Sea along the Romanian shores. There are analysed the factors concurrent to the apparition of this phenomenon, its immediate effects, including the mass mortality of marine animals which occurred.

Pendant l'été des années 1974 et - spécialement - 1975, on a enregistré au littoral roumain des phénomènes de floraison de l'eau d'une ampleur particulière, dus au développement excessif du péridinien *Exuviaella cordata* OSTF. Grâce au pigment de cette algue, sur le fond bleu de la mer apparaissaient, portées par le vent, des taches de formes et dimensions différentes, colorées depuis le brun-rougeâtre jusqu'au rougeâtre.

Le développement excessif de l'exuvielle a eu des conséquences défavorables pour le déroulement normal de la vie dans les eaux littorales; l'activité métabolique des grandes agglomérations de cellules végétales a déterminé l'apparition de

l'anaérobiose, processus qui a entraîné le phénomène de mortalité en masse par asphyxie de certains animaux marins parmi lesquels les poissons aussi.

Le développement intensif du péridinien Exuviaella cordata au littoral roumain (et généralement dans la mer Noire) ne constitue pas par lui-même une nouveauté. Parmi les nombreuses espèces de grande importance quantitative dans le phytoplancton, il y a aussi cette algue. C'est une espèce pérenne, à végétation maxima dans la période chaude, d'habitude elle seule domine le plancton végétal, ou avec le diatomée Cyclotella caspia GRUN. (1; 2; 3; 4). Et parmi les nombreux cas de floraison signalés déjà dans les eaux du littoral roumain intensément fertilisées par le Danube, on consigne aussi ceux de 1962 et 1969 - il est vrai, ayant une ampleur plus réduite - dus à la même espèce (21).

Il faut pourtant préciser que, d'habitude, les phénomènes les plus fréquents de floraison du littoral roumain, ont été dus au développement massif des divers diatomées - le principal groupe d'algues phytoplanctoniques par le grand nombre d'espèces et par les densités élevées qu'elles y atteignent (1; 2; 4; 5; 15; 19; 20). Les développements massifs des diatomées ne déterminent pas de changements tellement évidents de la couleur de l'eau, leur pigment gris-verdâtre, se différenciant faiblement du point de vue optique sur le fond habituel bleu-verdâtre des eaux marines de notre littoral. Les pigments des péridiniens produisent pourtant des changements plus prégnants, l'eau prenant, en fonction du degré des agglomérations d'algues, des nuances depuis le jaune-brun jusqu'au brun-rougeâtre, rouge ou chocolat.

Il est notable le fait que la mer Noire est l'un des bassins marins avec le grand privilège que dans celui-ci il n'existe pas des espèces phytoplanctoniques toxiques qui prolifèrent intensivement comme il se passe en d'autres zones de l'Océan Planétaire. Les développements massifs des péridiniens Gymnodinium breve et Gonyaulax monilata aux côtes de la Floride, Gonyaulax catenella à ceux de la Californie, Gonyaulax tamarensis dans la Nouvelle Ecosse sont associés à de véritables phénomènes de toxicité subis par la faune marine qui ingère les algues respectives (7; 14; 22).

Comme le processus de pénétration par le Bosphore et d'acclimatation de nouveaux organismes marins a lieu continuellement (4; 16; 18), il ne faut pas exclure aussi la possibilité de l'apparition et du développement des espèces phytoplanctoniques toxiques, fait qui implique la nécessité du contrôle continu de la structure qualitative et quantitative du phytoplancton, de sa dynamique. En ce qui concerne Exuviaella cordata, celle-ci est connue comme espèce précieuse du point de vue trophique piscicol (12; 23; 24), fréquente dans la nutrition du zooplancton pontique (8; 10; 13), des mollusques (6), des jeunes des poissons (9); elle devient nuisible seulement par une végétation extrêmement abondante, déterminant l'apparition de l'anaérobiose.

La répétabilité de la floraison avec Exuviaella cordata, l'ampleur extraordinaire de son développement jusqu'aux limites de saturabilité du milieu aquatique, l'extension de sa végétation luxuriante en temps et en espace, ainsi que les mortalités, imposent l'analyse des causes qui provoquent l'apparition du phénomène et des effets déterminés par celles-ci.

x

x

x

Le début du développement intensif du péridinien Exuviaella cordata pendant l'été de l'année 1974 s'est produit brusquement. C'est ainsi que pendant nos observations du 24 - 26 juillet dans les secteurs Tuzla et Portitza on ne remarquait pas à cette espèce des densités particulières. Le maximum enregistré alors par Exuviaella cordata a été de seulement de 22.800 cell/l dans le secteur Tuzla et de 72.000 cell/l dans le secteur Portitza, étant nettement dépassée par le diatomée Nitzschia delicatissima CL. qui domine le plancton des deux secteurs ayant des valeurs maxima d'environ 600.000 cell/l.

Presqu'imperceptiblement, dans la deuxième moitié du mois d'août, dans les eaux chauffées à des températures de plus de 20° et à des salinités réduites au-dessous de 15,59 g S‰, au voisinage du bord apparaissent les bandes tachées rougeâtres où les cellules d'Exuviaella cordata comptent des millions par litre. Au 19 août, dans la crique Eforie Sud, en conditions d'abritement, on enregistre le chiffre tout à fait exceptionnel de 181,5 milli-

ons cell/l d'Exuviaella cordata. Un tel développement numérique n'a été jamais observé pour une espèce des eaux du littoral roumain. L'eau de la mer, colorée rougeâtre, était effectivement sursaturée de cellules agglomérées en boulettes agglutinées de l'espèce respective qui, en conditions normales, ne forment pas de colonies.

Dans les eaux tachées de la rive ouverte du secteur Constantza - jusqu'à 2 Mm vers le large - on compté dans la période 25 - 30 août des quantités d'Exuviaella cordata oscillant entre 20 - 26,6 millions cell/l.

Dispersées par les vents, les eaux rougeâtres disparaissent du bord de la mer au début de la première décade du mois de septembre, pour réapparaître de nouveau vers la fin de la même décade avec une nuance brunie, moins évidente, qui, dans la deuxième décade, a viré de nouveau vers le rouge. Les densités de l'exuvielle dans cette période dans les eaux tachées augmentent depuis 2,97 millions cell/l au 9 septembre jusqu'à 30,852 millions cell/l au 19 septembre (Tableau 1). Vers la fin du mois de septembre les eaux du bord de la mer sont dispersées par les vents de l'ouest, et comme suite les taches rougeâtres disparaissent de la surface de la mer, et dans les échantillons étudiés la quantité d'Exuviaella cordata est maintenant réduite du point de vue numérique.

Dans cette dernière période on trouve Exuviaella en densités en quelque sorte plus importante seulement dans les points de 5 Mm et 10 Mm du secteur Portitza, où l'on enregistre des valeurs d'environ 1 million cell/l, respectivement 236.000 cell/l.

Il faut noter que même dans la période d'ampleur maxima du phénomène, dans l'eau limpide du proche voisinage des taches rouges - pratiquement à une distance de seulement 200 - 300 m des points à agglomérations de dizaines de millions de cellules par litre - la population d'Exuviaella n'atteignait pas des densités réellement inhabituelles (entre 600.000 - 800.000 cell/l).

Il est remarquable le fait que, malgré sa domination nette, Exuviaella cordata n'est pas l'unique espèce de la composition du phytoplancton; en quantités évidemment moindres on trouvait aussi d'autres espèces d'algues.

Tableau 1  
 Quelques données concernant les quantités du péridinien *Exuviaella*  
*cordata* et ses proportions dans le phytoplancton total dans la période 19 août -  
 19 septembre 1974, dans les eaux colorées du bord de la mer

Date, localité et distance du bord	Densité			Biomasse		
	Phytoplancton total cell/l	duquel: <i>E.cordata</i> cell/l	%	Phytoplancton total mg/mc	duquel: <i>E.cordata</i> mg/mc	%
19 VIII 1974 Eforie Sud:entre les digues	181.650.000	181.550.000	99,94	273.725,00	272.325,00	99,48
27 VIII 1974 Agigea - 300 m	26.640.000	26.630.000	99,96	40.085,00	39.945,00	99,65
9 IX 1974 Agigea - 200 m	805.000	795.000	98,76	5.133,84	4.929,00	96,01
9 IX 1974 Agigea - 250 m	2.970.000	2.416.000	81,34	16.425,78	14.979,20	91,19
19 IX 1974 Agigea - 200 m	30.852.000	30.810.000	99,86	191.574,00	191.022,00	99,71

Dans un litre d'eau des bandes intensément colorisées on pouvait compter, en même temps que les dizaines de millions d'exemplaires d'Exuviaella cordata, des quantités de l'ordre des dizaines de milles de cellules de Nitzschia delicatissima, Leptocylindrus danicus CL., Cerataulina bergonii PERAG., Prorocentrum micans EHR., Peridinium steinii JORG., etc. (on note, pourtant le fait d'exception, enregistré pour l'agglomération tout à fait extraordinaire de la crique Eforie Nord, quand, à côté d'Exuviaella cordata, nous n'avons trouvé que quelques dizaines de cellules vivantes de Prorocentrum micans).

Dans les échantillons collectés hors des lentilles d'eau tachée, avec Exuviaella cordata végétant aussi, en densités importantes, d'autres péridiniens accompagnateurs, une série de diatomées parmi lesquels on remarque Nitzschia delicatissima (jusqu'à 354.000 cell/l), Leptocylindrus danicus (jusqu'à 48.000 cell/l), Chaetoceros curvisetus CL. (jusqu'à 34.000 cell/l), Cerataulina bergonii (jusqu'à 31.000 cell/l).

Pendant l'année 1975, le développement excessif de l'exuvielle a été moins spontané. Dès le mois d'avril, elle est assez fréquente, mais elle enregistre, généralement, des densités moins importantes, d'habitude au-dessous de 1.000 cell/l. Pourtant à la fin du même mois, on la trouve - il est vrai, dans une seule station du secteur Constantza - Agigea, à la profondeur de 10 m - dans une concentration de 1,960 millions cell/l. Evidemment, une telle concentration enregistrée seulement dans un point unique apparaît totalement fortuite, étant réalisée par la circulation des courants - variables en intensité et à directions instables au littoral roumain -, mais elle peut être liée aussi à la présence dans la zone des stocks extrêmement élevés de phosphates (la moyenne pour la troisième décade du mois d'avril à Constantza - 1.253 mg/l). A la moitié du mois de mai (15-17 mai), vis-à-vis de Constantza on enregistre à la surface des densités d'Exuviaella augmentant jusqu'à 563.000 cell/l à 30 Mm au large et jusqu'à 700.000 cell/l à 1 Mm; néanmoins dans cette période elle ne représente pas de proportions supérieures à 30 % du total du phytoplancton, dominé encore par les diatomées Skeletonema costatum GREW. et Cyclotella caspia. La quantité de l'exuvielle augmente

vertigineusement au bord de la mer à Agigea dans les jours suivants, lorsqu'apparaissent aussi les eaux brunes-rougeâtres, arrivant à 18,8 millions cell/l à 22 V, représentant dans le total du phytoplancton des proportions de jusqu'à 54 % (Tableau 2). En même temps, les cellules mortes, non pigmentées, d'Exuviaella arrivent à des taux de plus de 9% par rapport aux vivantes. Au début de la deuxième décade du mois de juin, le jeu des vents et des courants fait que les plus grandes quantités d'Exuviaella du secteur Constantza se concentrent à 30 Mm vers le large (15,4 millions cell/l à la surface), en se raréfiant progressivement vers le bord de la mer (jusqu'à 1,445 millions cell/l à 5 Mm distance de la côte). Dans la même période Exuviaella est en pleine processus de développement intensif aussi dans la zone de la bouche Periboina, où elle se développe en quantités de l'ordre des millions dans toute l'épaisseur de l'eau (12,6 millions cell/l étant le maximum numérique de cette zone au 13 juin). Les taux atteints par le péridinien dans chaque station et horizon étudiés ici arrivent d'habitude à 95 - 99% du phytoplancton total.

L'ampleur de la végétation de l'exuvielle dans les eaux de la côte de Constantza continue à s'intensifier à la fin du mois du juin et au début du juillet (Tableaux 2 - 3). Les millions de cellules par litre augmentent d'un jour à l'autre au voisinage du rivage: 24,1 millions cell/l au 26 juin, 26,7 millions cell/l au 30 juin, pour arriver le 2 juillet à presque 37 millions cell/l à Agigea, 48,5 millions cell/l à Constantza et 79 millions cell/l à Eforie (chiffre maxima pour 1975). La proportion représentée par Exuviaella dans le total des organismes du phytoplancton arrive maintenant à 99,70 - 99,96%. Comme suite des processus cataboliques qui ont lieu dans sa massive population, dans le plancton on enregistre aussi par millions ses cellules mortes (à Constantza, plus de 12 millions cell/l au 2 juillet).

Depuis les valeurs de l'ordre des dizaines de millions de cellules par litre, les densités de l'exuvielle enregistrent des baisses (de quelques millions de cellules par litre) dans les jours suivants jusqu'au 10 juillet, pour constater pendant la deuxième décade du mois un nouvel essor dans le développement de l'algue.

Tableau 2

Les quantités du péridinien *Exuviaella cordata* OSTF. à la côte d'Agigea et leurs taux dans le phytoplancton total, dans la période mai - juin 1975

Date	Densité			Biomasse		
	Phytoplancton total cell/l	duquel: E. cor- cell/l	data %	Phytoplancton total mg/mc	duquel: E. cor- mg/mc	data %
20 V	17.447.700	5.640.000	32,32	7.838,09	4.399,20	56,12
22 V	34.473.600	18.770.000	54,44	17.029,29	14.640,60	85,97
26 V	9.604.200	9.233.600	96,14	7.746,70	7.202,21	92,97
26 VI	24.105.200	24.080.000	99,86	19.259,07	18.782,40	97,52
30 VI	28.655.295	28.650.000	99,70	22.371,18	22.347,00	99,89
2 VII) <sup>+</sup>	78.787.060	78.780.000	99,70	61.506,41	61.448,40	99,90
2 VII	36.714.980	36.710.000	99,86	28.701,17	28.633,80	99,87
7 VII	6.431.200	5.790.000	90,02	4.628,92	4.516,20	97,56
8 VII	5.651.200	3.480.000	61,57	3.182,26	2.714,40	85,30
9 VII	7.677.882	7.560.000	98,46	5.923,14	5.896,80	99,40
10 VII	8.220.400	8.000.000	97,31	6.276,93	6.240,00	99,41
11 VII	39.483.800	39.160.000	99,17	30.631,09	30.544,80	99,72
12 VII	24.221.800	23.420.000	96,68	18.516,39	18.267,60	98,66
13 VII	6.530.400	6.500.000	99,53	5.108,12	5.070,00	99,25
14 VII	26.332.152	26.040.000	98,89	20.736,47	20.311,20	97,95
15 VII	4.986.978	4.720.000	94,64	3.729,31	3.681,60	98,72
17 VII	9.300.600	8.744.200	93,97	6.927,32	6.817,20	98,41
18 VII	952.000	636.000	66,81	717,39	496,08	69,15
19 VII	1.867.400	557.000	29,82	614,31	434,46	70,72
21 VII	163.000	11.000	6,78	297,18	8,58	2,89
22 VII	2.568.000	746.000	29,05	888,58	581,88	65,48
23 VII	1.643.043	234.000	14,24	560,43	182,52	32,57
24 VII	564.000	8.000	1,42	141,04	6,24	4,42
24 VII	440.000	10.600	2,41	440,09	8,27	1,88

)<sup>+</sup> Echantillon collecté à Eforie Nord.

Au 11 juillet on remarque le deuxième maximum d'abondance de 76,7 millions cell/l à la côte de Constantza. Dans la même période, les cellules mortes peuvent être comptées de nouveau par millions/l.

La quantité d'Exuviaella diminue ensuite brusquement dans la partie sud de notre littoral dans la dernière décade du mois de juillet, quand les valeurs de densité enregistrées sont seulement de l'ordre à quelques milles cellules/l, et dans les échantillons de sédiments on a évalué pour 1 cm<sup>2</sup> de surface du fond de la mer, des dizaines de milles cellules mortes d'Exuviaella.

Dans les secteurs nord, situés sous l'influence eutrophisante du Danube, les densités du péridinien continuent encore à se maintenir à des valeurs de l'ordre des millions même dans la première décade du mois d'août: 4,880 millions cell/l au rivage de Portitza au 7 août, 23,820 millions cell/l à Zaton au 8 août.

Il faut souligner que pendant la période de floraison de 1975 - ainsi qu'au cours de l'été de 1974 - à côté des grandes quantités d'Exuviaella cordata ont continué à vivre de nombreuses autres espèces d'algues microphytes, parmi lesquelles quelques-unes ont connu des développements remarquables. Il est notable que Cyclotella caspia, forme - comme nous l'avons déjà montré - habituellement dominante pendant l'été, a végété avec Exuviaella cordata en densités de centaines de milles de cell/l, et au cours du déclin du développement de la dernière espèce, elle s'est multipliée jusqu'à des densités de l'ordre des millions de cell/l (plus de 26 millions cell/l dans le secteur Periboina au 6 août 1975).

La présence d'autres algues à côté des quantités abondantes d'Exuviaella cordata nous détermine à supposer que celle-ci n'élabore pas dans le milieu aquatique des substances toxiques ectocrines pour lui servir, dans sa compétition avec d'autres espèces. Il en résulte que les facteurs du milieu externe favorables à l'espèce déterminent sa végétation luxuriante. D'ailleurs, le problème de la compétition qui eût comme objet la nourriture (les éléments biogènes) ne se pose pas pour les eaux côtières

roumaines, où - spécialement dans le secteur Constantza - les phosphates peuvent atteindre des concentrations de 500 µg/l et encore plus, et les silicates, fréquemment, 1000 - 2000 µg/l.

Tableau 3

Les quantités du péridinien *Exuviaella cordata* OSTF. dans les eaux du rivage de Constantza et leurs taux dans le phyto-plancton total en juillet 1975

Date	Densité			Biomasse		
	Phytoplancton total cell/l	duquel: E. cor- cell/l	data %	Phytoplancton total mg/mc	duquel: E. cor- mg/mc	data %
2 VII	48.567.488	48.560.000	99,96	37.886,14	37.876,80	99,97
7 VII	21.963.400	5.840.000	26,58	6.838,08	4.555,20	66,61
10 VII	28.681.300	28.281.000	98,60	22.147,62	22.147,40	99,60
11 VII	77.022.600	76.720.000	99,60	59.950,69	59.841,60	99,82
12 VII	62.600.800	62.140.000	99,26	48.581,30	48.469,20	99,77
14 VII	34.285.260	34.000.000	99,16	26.576,95	26.520,00	99,78
15 VII	32.921.010	32.820.000	99,69	25.763,94	25.599,60	99,36
16 VII	3.358.225	3.250.000	96,77	2.647,18	2.535,00	95,76
17 VII	11.116.772	11.060.000	99,48	8.703,66	8.626,80	99,12
18 VII	1.175.876	1.030.000	87,59	1.082,22	803,40	74,24
19 VII	10.351.040	10.250.000	99,02	8.077,38	7.995,00	98,98
24 VII	5.029.000	12.800	0,25	877,33	9,98	1,14
26 VII	3.012.000	1.000	0,03	19.066,20	0,78	0,004

Il est vrai que dans les espaces aux plus grandes agglomérations de l'exuvielle, dans les intervalles de temps quand sa végétation est maxima, sa domination est accablante, étant représentée - comme nous l'avons vu - par des taux de plus de 99% du total des organismes phytoplanctoniques. Mais, même dans les espaces respectives, malgré les taux réduits des autres espèces phytoplanctoniques, les valeurs de densité de celles-ci sont pourtant, d'habitude, au moins de l'ordre des milliers de cellules/l. Même dans un cas tout à fait exceptionnel, quand, favorisée par les conditions d'abrit qui empêchent la dispersion, *Exuviaella* se développe jusqu'à la sursaturation du milieu, dans le plancton continuent à vivre d'autres algues (comme s'était passé

dans la situation exceptionnelle de la crique Eforie Sud, au 19 août 1974).

Les densités plus réduites des autres éléments phyto-planctoniques, dans les agglomérations à Exuviaella cordata, marquées par des taches plus intensément colorées, sont bien sûr la suite de la dégradation du milieu et de l'apparition de l'anaérobiose; d'ailleurs ce fait se distingue aussi par l'accroissement à ce lieu des quantités de cellules mortes de l'exuvielle. De même, la diminution des quantités de toutes les espèces phyto-planctoniques, dans les agglomérations à Exuviaella, est aussi le résultat de la réduction de la quantité de lumière dans les couches d'eau opacisées par l'action de mise sous écran des millions de cellules. D'ailleurs, les périodes où Exuviaella atteint les végétations maxima, et les densités des organismes compagnons diminuent, sont suivies généralement par des réductions brusques de la quantité même de l'espèce responsable de la floraison.

x

x x

De la relation de la dynamique du développement intensif de l'exuvielle pendant l'été des années 1974 et 1975, on observe que les moments de début et déroulement de la floraison se sont placés à des dates différentes pour chacune des deux années (août - septembre en 1974, mai - juillet en 1975). Il est remarquable aussi le fait que les caractéristiques hydrologiques générales pour chacune des deux années sont nettement différentes: en 1974 - jusqu'au mois d'août - les eaux du littoral roumain ont été plus salées et plus froides que d'habitude; en 1975, par contre, elles étaient plus chaudes et plus adoucies que d'habitude.

Malgré ces différences, l'analyse de certaines conditions concrètes du milieu abiotique au cours des périodes de floraison et de celles immédiatement antérieures à celles-ci (des deux années), met en évidence nettement l'interférence des mêmes facteurs de milieu qui apparaissent comme favorisant pour le développement du phénomène.)<sup>+</sup>

<sup>+</sup> Nous remercions le collectif d'Hydrologie et Hydrochimie de l'Institut Roumain de Recherches Marines, qui nous a mis à la disposition les données concernant les facteurs abiotiques.

Parmi ces facteurs on remarque la diminution brusque de la salinité. Par exemple, on mentionne que, si en juillet 1974 - avant le début du phénomène - la salinité à la surface de l'eau dans le secteur Constantza était en moyenne de 18,7 g S‰, elle diminue dans les périodes du développement maximum de l'exuvielle jusqu'à 11,5 g S‰ (le 28 août) et 12,1 g S‰ (le 2 septembre). En 1975, les grandes débits du Danube pendant le printemps déterminent la baisse nette de la salinité à partir de la deuxième décade du mois de mai (la valeur moyenne décadale - 10,27 g S‰, par rapport à 18,5 g S‰ qui représentait la moyenne pour les deux premières décades du mois d'avril). La diminution des indicateurs quotidiens, dans la période immédiatement antérieure à la végétation maxima de l'exuvielle est aussi significative; au 21 juin - 15,28 g S‰, après deux jours se diminuant à 9,6 g S‰, et après encore deux jours - au 25 juin - baissant à 7,8 g S‰.

Un autre facteur évident est le chauffage brusque de l'eau. En 1974, jusqu'au mois d'août se sont maintenues des températures de l'eau marine étrangement réduites. La moyenne mensuelle pour juillet à Constantza, a été de 15,8°C, mais l'on a enregistré aussi des valeurs journalières au-dessous de 12°C. En août, l'eau se chauffe brusquement: au 1 août elle avait 17,7°C, au 6 août - 24,9°C. Sa température se maintient à environ 22°C au cours de l'entier mois d'août et reste accrue - au-dessus de 20°C - jusqu'à la moitié du mois de septembre.

En 1975, le développement de l'exuvielle a été aussi précédé d'un rapide accroissement de la température qui se produit en mai (si la moyenne de la première décade est de 11,6°C, celle de la troisième décade est de presque 19°C). On remarque aussi les augmentations brusques de la température au cours des jours qui précèdent ceux à abondance maxima d'exuvielle au bord de Constantza. Ainsi, pendant qu'au 17 juin on enregistrerait 15,8°C, le lendemain le thermomètre indiquait 19,2°C, et une semaine après - 25°C,

Enfin, un troisième facteur - décisif - du phénomène répété de floraison a été l'accumulation de certains stocks grands d'éléments biogènes. C'est ainsi que, pendant l'été de l'année 1974, le stock des phosphates dans les eaux superficielles du

secteur Constantza augmente continuellement avant et au cours du déroulement du phénomène, depuis la moyenne de 29,12 mg/mc dans la première décade du mois de juillet, jusqu'à 312,11 mg/mc dans la dernière décade de ce mois; en s'ajoutant aux sources venues des processus d'eutrophisation celle due à la minéralisation des masses des organismes marins morts, les phosphates atteignent au 17 - 18 septembre la valeur colossale de 986,46 mg/mc. En 1975, de même, on constate le cumul dans la période de végétation maxima de certains stocks de centaines de mg P/mc (515 mg P/mc au 23 juin, par exemple).

L'intensité et la brusque diminution de la salinité et l'augmentation, aussi brusque, de la température, ont eu un effet de choc stimulant pour le développement d'Exuviaella cordata - forme à végétation maxima dans la saison chaude, typiquement saumâtre, longtemps considérée même endémisme ponto-azovo-caspien (17). Les grandes accumulations de phosphates ont assuré la source de nutrition pour tous les éléments phytoplanctoniques, parmi lesquels Exuviaella cordata a végété luxurieusement, favorisée par les conditions de température et de salinité, optimales pour cette espèce.

Le développement excessif de l'exuvielle a déterminé l'apparition de certains effets négatifs immédiats, qui consistaient en:

- Diminution de la teneur en oxygène de l'eau marine, grâce autant à sa consommation par la massive population d'algues planctoniques, qu'aux processus de dégradation qui sont intervenus en même temps que l'apparition de sa mortalité. Surtout dans les phases de déclin de la floraison, quand au sein de la population d'Exuviella prédominent les processus cataboliques et les mortalités en masse, les quantités d'oxygène dissous diminuent considérablement.

Si, dans les conditions de la floraison d'ampleur plus réduite en temps, en espace et en intensité en 1974, les quantités d'oxygène dissous oscillaient environ les valeurs de 3 - 5 cmc O<sub>2</sub>/l, elles ont enregistré des diminutions plus grandes en 1975. Ainsi, dans la période 7 - 10 juillet 1975, quand on constate la réduction de la densité de l'exuvielle dans les eaux de

Constantza, la teneur en oxygène s'y réduit jusqu'à 2,3 cmc O<sub>2</sub>/l; de même dans la période 22 - 24 juillet 1975, donc immédiatement après que le développement excessif de l'algue en discussion est pratiquement achevé dans les eaux du voisinage des plages et se produisent les mortalités des macroorganismes, on enregistre des quantités d'oxygène que baissent jusqu'à 2,9 cmc O<sub>2</sub>/l (à Constantza, le 22 juillet).

Dans les conditions de l'activité métabolique des agglomérations d'algues, de leur mortalité massive, de la dégradation des cadavres encore dans la masse de l'eau, mais surtout sur le fond, la baisse de la teneur en oxygène est un processus causal déterminé par le phénomène de la floraison elle-même. L'ampleur de ce processus croît évidemment comme suite de la mortalité par asphyxie des animaux macroscopiques.

Il faut préciser qu'au cours de la floraison il y a des périodes de sursaturation en oxygène, donc on constate clairement que les périodes de sursaturation alternent avec celles de sous-saturation. La sursaturation se produit grâce à l'activité de photosynthèse, et la sous-saturation comme suite des processus respiratoires et de la minéralisation des organismes après la mort.

Dans les périodes d'augmentation des densités d'Exuviael-la, lorsqu'au sein de sa population prédominent les processus anaboliques, l'eau marine est sursaturée en oxygène. Par contre, dans les périodes où commence la diminution des densités et la mortalité, on enregistre la sous-saturation. Par exemple, pendant la troisième décennie du mois de juin et la première décennie du mois de juillet 1975, dans le secteur Constantza on constate des sursaturations exprimées en valeurs moyennes décadales de 114,5 respectivement 117,2 O<sub>2</sub>% (les données journalières indiquent des augmentations à Constantza jusqu'à 184,8 O<sub>2</sub>% - le 25 juin). En échange, dans la deuxième partie du mois de juillet, lorsque la floraison est en déclin, puis achevée, et l'on enregistre des mortalités massives, on constate une notable sous-saturation marquée dans les eaux de Constantza par les moyennes de la deuxième et la troisième décennie du mois respectif, de seulement 83,4 respectivement 81,6 O<sub>2</sub>%. De tels changements sursaturation-sous-satu-

ration, correspondant aux phases de la floraison, ont lieu aussi en 1974.

- Croissances importantes de la quantité de substance organique de l'eau marine, dues à l'activité métabolique des grandes agglomérations d'Exuviaella, à l'accumulation de ses cadavres, mais surtout des animaux macroscopiques, en y incluant aussi les poissons. C'est ainsi que la teneur en substance organique (exprimée en mg  $O_2/l$  consommé par la minéralisation avec  $K_2O_4K$ ) à Constantza, augmente au cours de l'été 1975 depuis zéro (au 18 juin, pendant l'absence des grandes quantités d'Exuviaella dans les eaux côtières) jusqu'à des valeurs élevées oscillant environ 10 mg  $O_2/l$ . De telles maxima de substance organique sont plusieurs fois consignées dans les intervalles de temps quand les densités de l'exuvielle enregistrent des dizaines de millions de cell/l et ont lieu des mortalités massives.

On remarque que, grâce à l'intensité plus petite de la floraison pendant l'été de l'année 1974, l'ampleur des accumulations de substance organique à Constantza, dans la décade 20 - 30 août 1974, était en moyenne de 5,74 mg  $O_2/l$ , en s'élevant jusqu'à 8 mg  $O_2/l$  au cours de l'agglomération de l'algue à la fin de la deuxième décade du mois de septembre (le 19 septembre).

- Le déclenchement de la mortalité en masse des organismes marines benthiques constitue l'effet écologique à implications négatives directes particulièrement sur le fond d'invertébrés filtrateurs. Comme ces implications dépassent le cadre de ce travail, nous nous contentons à y noter que la floraison de 1975 a décimé la faune benthique - surtout des mollusques - jusqu'aux profondeurs de 40 - 50 m.

X

X I

Les floraisons des eaux marines sont des phénomènes naturels d'une ampleur particulière, qui peuvent avoir une grande extension en espace et en temps, de façon que - même à présent - la lutte directe contre celles-ci est impossible. L'utilisation des méthodes chimiques, ainsi que l'on procède dans les bassins restreints du type des lacs (11), constituerait au cas des aquatoires marins affectés, des actions coûteuses et inutiles, même

nuisibles si elles avaient d'effet, en détruisant en ce cas non seulement l'espèce responsable de la floraison mais aussi d'autres constituants de l'écosystème, en provoquant ainsi de graves déséquilibres naturels.

La complexe problématique des floraisons implique des observations continues, systématiques et orientées, parce que le début de chaque phénomène pareil, pris particulièrement, peut être déterminé d'une multitude de facteurs qui peuvent s'interférer ou cumuler; souvent leur action est antagoniste, en favorisant une ou plusieurs (quelques) populations d'algues qui se développent en dépit des autres. L'eutrophisation ne fait que faciliter les floraisons jusqu'à un certain moment, en assurant les quantités augmentées d'éléments biogènes. Les particularités physiologiques de chaque espèce en partie sont pourtant celles qui déterminent dans une certaine conjoncture de facteurs, le développement massif d'une d'elles.

Les phénomènes de floraison de la mer constituent un sujet de recherche de grand intérêt théorique et pratique. Mais l'éclaircissement de tous les aspects liés à l'eutrophisation (la lutte contre elle ou son utilisation), à quelques aspects écologiques (l'antagonisme entre les espèces et les groupes d'espèces) ou biochimiques (l'élimination dans le milieu aquatique de certains métabolites externes), une partie des problèmes non-élucidés du mécanisme des floraisons, pourrait avoir d'importantes applications en pratique non seulement dans le domaine de la connaissance des modalités de limiter ces phénomènes, de prévenir ou prévoir leurs effets négatives, mais aussi en d'autres domaines comme la culture artificielle des algues, la lutte contre la salissure, peut-être aussi en d'autres secteurs encore non-souçonnés.

## CONCLUSIONS

1. Le développement intensif du péridinien Exuviaella cordata a produit au littoral roumain des phénomènes de floraison de l'eau d'une ampleur particulière, répétés pendant deux années consécutives (1974 - 1975) au cours de l'été. Dans les eaux colorées en brun rougeâtre, l'algue planctonique respective a

enregistré des densités colossales; de l'ordre de plusieurs dizaines de millions de cellules par litre.

2. Les grandes accumulations d'éléments biogènes, les conditions d'eutrophisation de nos eaux côtières, en assurant la source d'alimentation du phytoplancton, a constitué le facteur primordial de son développement excessif. A côté de ce facteur, on ajoute la baisse brusque de la salinité et l'augmentation brusque de la température, qui ont favorisé la végétation abondante de l'exuvielle. La meilleure concordance entre les exigences du péridinien vis-à-vis du milieu et les conditions physico-chimiques représentées par les deux derniers facteurs a fait que Exuviaella cordata soit l'élément phytoplanctonique qui ait profité au maximum du riche stock de sels minéraux, en se développant luxuriamment.

3. La présence des autres espèces d'algues - souvent en densités relativement importantes - à côté des quantités abondantes d'Exuviaella cordata, nous détermine à considérer qu'elle n'élabore pas dans le milieu aquatique des substances ectocrines qui lui servent dans sa compétition directe avec d'autres constituents de l'écosystème, sa végétation exagérée étant déterminée seulement par les facteurs abiotiques qui l'ont favorisée.

4. Les densités plus réduites des autres éléments phytoplanctoniques des grandes agglomérations à Exuviaella cordata sont la conséquence de la dégradation du milieu comme résultat de leurs processus cataboliques, de l'installation de l'anaérobiose, ainsi que de la réduction de la lumière, par l'action d'écran des millions de cellules de l'espèce respective. Le fait est mis en évidence aussi par l'augmentation du nombre de cellules mortes d'exuvielle, ainsi que, par les réductions brusques ultérieures des densités enregistrées par l'espèce même responsable de floraison.

5. Les développements excessifs de l'exuvielle ont déterminé l'apparition de certains effets négatifs immédiats, représentés par la diminution de la teneur en oxygène de l'eau marine jusqu'à des valeurs létales, par des augmentations importantes de la quantité de substance organique, par le commencement de la mortalité en masse de quelques organismes marins benthiques, parmi

lesquels les poissons.

BIBLIOGRAPHIE:

1. BODEANU, N. - 1966 - Caracteristicile și dinamica fitoplanctonului din zona de mică adâncime de la țărmul românesc al Mării Negre. St. și cerc. biol. ser. Bot. 18, 3 - 4: 249-262.
2. BODEANU, N. - 1968 - Recherches sur la repartition du phytoplancton dans la zone de petite profondeur de la côte roumaine de la mer Noire. Trav. Mus. Hist. Nat. "Gr. Antipa", București, 8: 199-205.
3. BODEANU, N. - 1968 - Quelques caractéristiques du phytoplancton de la zone de petite profondeur du littoral roumain de la mer Noire. Rapp. Proc. Verb. CIESM, 19, 3: 561-563.
4. BODEANU, N. - 1969 - Cercetări asupra fitoplanctonului din zona de mică adâncime de la litoralul românesc al Mării Negre. Ecologie Marină, 3: 65-147.
5. BODEANU, N., CHIRILĂ, V. - 1960 - Un caz aparte de "înflorire" a apei în Marea Neagră în primăvara anului 1959. Com. Acad. RPR, 10, 8: 681-686.
6. BODEANU, N., GOMOIU, M. T. - 1964 - Données sur l'importance de microflore dans la nourriture des mollusques. Rev. roum. Biol. Ser. zool., 9, 3: 211-220.
7. BOUGIS, P. - 1967 - Cours d'Océanographie biologique. Biologie du phytoplancton. St. Zool. Villefranche-sur-Mer: 1 - 114.
8. DELAIO, E. P. - 1961 - Predvaritelnye dannie po pitaniiu Paracalanus parvus (CLAUS) v Chernom more. Tr. Sev. Biol. st., 14: 127 - 134.
9. DUKA, I. A. - 1961 - Pitanie licinok cernomorskoj hamsi. Tr. Sev. st., 16: 242-256.
10. IANOVSKAIA, G. I. A. - 1956 - Pitanie veslonogih rakoobraznih i ih licinok v Chernom more. Tr. vsehs. gidrob. Ob-va. 7: 163 - 172.
11. KOLAROV, P. - 1962 - Experimentalni nabliudenia otnosno toksicitinoto vzdeistvie na Prymnesium parvum CARTER vrhu neakoi ribi. Izv. Tentr. Nauci. Inst. po Ribolov, Varna, 2: 43 - 53.
12. LANSKAIA, L. A., PSENINA, T. I. - 1961 - Soderjanie belka, jira,

- uglevodov i zoli v nektorih massovih planktonnih vodorosliah Cernogo moria, virascennih v kulturah. Tr.Sev. Biol.st. 14: 292-302.
13. MIRONOV, G.N. - 1954 - Pitanie planktonnih hiscikov. 1. Pitanie noktiliuki. Tr.Sev. Biol.st. 8: 320-340.
  14. PEREZ, J-M., DEVEZE, L. - 1963 - Océanographie biologique et biologie marine 2. La vie pelagique, Paris: 1-514.
  15. PETROVA, V.I., SKOLKA, H. - 1964 - Dezvoltarea masivă a speciei Nitzschia seriata în apele Mării Negre. Stud. Cerc. Biol. sect. Bot., 16, 1: 47 - 60.
  16. PROSKINA-LAVRENKO, A.I. - 1971 - O flore diatomovih vodoroslei Cernogo moria, în Problemi morskoi biologii. izd. "Naukova dumka": 41 - 48.
  17. PROSKINA-LAVRENKO, A.I., MAKAROVA, I.V. - 1968 - Vodorosli planktona Kaspiiskogo moria. Izd. "Nauka" Leningrad: 1-291.
  18. PUSANOV, I. - 1967 - Uber die sukzessiven Stadien der Mediterra-  
nisation des Schwarzen Meeres. Int. Rev. ges. Hydrob., 52,  
2: 219-236.
  19. SKOLKA, H. - 1967 - Considerații asupra variațiilor calitative  
ale fitoplanctonului litoralului românesc al Mării Negre. Ecologie Marină, 2: 193-293.
  20. SKOLKA, H. - 1969 - Dinamica fitoplanctonului din zona de larg  
a platformei continentale românești a Mării Negre în  
anii 1964-1967. Ecologie Marină, 3: 149 - 226.
  21. SKOLKA, H., IL. CAUTIS - 1971 - Floraison d'Exuviaella cordata  
OSTF. et ses consequence sur la peche maritime en Rou-  
manie au cours du l'année 1969. Cercetări marine IRCM,  
1 : 59 - 78.
  22. STEIDINGER Karen A., Jean WILLIAMS - 1970 - Dinoflagellates.  
Memoirs of the Hourglass Cruises Marine Research Labo-  
ratory St. Petersburg, Florida, 2: 1-251.
  23. VINOGRADOVA, Z.A. - 1961 - Osoblinosti biohomicinogo to kalori-  
nosti fito i zooplanktonu pivicine-zahidnoi ciastini  
Ciornogo moria v 1955-1959. rr. Nauk zap. Odess. biol. st.,  
3: 3 - 25.
  24. VINOGRADOVA, Z.A. - 1964 - Nekotorie biohimiceskie aspekti sra-  
vnitel'nogo izucenia planktona Cernogo, Azovskogo i Kaspi-

iskogo morei. Okeanologhii, 4, 2 : 232 - 242.