

FLORAISON D'EXUVIAELLA CORDATA OSTENF. ET SES CONSEQUENCES SUR LA PECHE MARITIME EN ROUMANIE AU COURS DE L'ANNEE 1969

Vidor Hilarius Skolka et Ileana Cautis

A b s t r a c t

The uncommon phenomenon of water blooming induced by *Exuviella cordata* registered in 1969 is analysed in comparison with the same phenomenon recorded in 1962 and that observed in the Mangalia lake in 1967. The conditions under which this phenomenon took place are discussed, pointing to the coincidence between the factors that induced the 1969 blooming. The effects of this phenomenon on pelagian life and fish living in the coastal area or on those visiting periodically this zone are discussed

Dans la Mer Noire, bassin saumâtre où débouchent quantités importantes d'eaux fluviales, la floraison de l'eau provoquée par les algues planctoniques est un phénomène fréquent. Ce phénomène a été constaté à la fois dans les zones abritées (golfs, baies) et dans la proximité des côtes largement ouvertes, notamment après la croissance des débits de fleuves. Le plus souvent, le phénomène est causé par le développement massif des différentes espèces de Diatomées, dont nous citons : *Skeletonema costatum* (Grew.) Cleve, *Cyclotella caspia* Grun. *Leptocylindrus danicus* Cl., *Rhizosolenia calcar avis* Schulze, *Chaetoceros socialis* Land, *Thalassionema nitzschioides* Grun, *Nitzschia delicatissima* Cl., *N. seriata* Cl., etc. (Skolka, 1967, a, b). Vers le nord-ouest de la Mer Noire, on peut rencontrer un développement massif de Cyanophycées, telles que : *Microcystis aeruginosa* Ktz-et Elenk, *Merispermia tenuissima* Lemn, *Aphanizomenon flosaquae* Ralfs et *Anabaena spiroides* Kleb. /Ivanov, 1960/. Ces dernières années on a encore signalé des floraisons données par le coccolithophoride *Pontosphaera huxleyi* Lohm /Morozova Vodianitzkaja et. col., 1957/.

Les Peridiniens peuvent, eux aussi, causer des floraisons dans

cette mer. Ainsi, Zernov, signale en 1913 la floraison donnée par Goni-
aulax polyedra Stein, cependant que le long des côtes de l'ouest on voit se
développer avec régularité l'Exuviaella cordata Ostf. pendant le printemps.

Parmi ces floraisons, il y en a qui peuvent affecter défavora-
blement la vie pélagique. La taille importante de certaines diatomées à
développement massif empêche leur consommation par le zooplancton et par
les petites poissons dans leur premiers stades de nutrition active. La con-
séquence de ce fait est que les eaux affectées par les floraisons sont pau-
vres en zooplancton. Bien plus, pour l'année en question, on observe une
très faible survivance de la génération de poissons planctonophages, ce
qui ne manque pas d'avoir des effets sur la pêche des années à suivre
/Petrova, 1962/.

Néanmoins, la littérature parue jusqu'à présent sur la Mer Noire,
ne contient pas d'informations sur l'effet toxique produit par les floraisons
sur la vie animale. Même pour l'année 1962, lorsqu'on a constaté pour
la première fois la valeur maxima de 7 millions cellules/litre donnée par
l'Exuviaella cordata, on n'a pas assisté à de tels phénomènes. Ni en 1967,
lorsqu'on a assisté à la floraison de la même espèce dans le lac de Man-
galia et qu'on a compté une accumulation de 107 540 000 cellules/litre, on
n'a pas relevé des traces du phénomène de toxicité /Ionescu et Skolka, 1968/.
On peut citer encore le cas de la Mer Caspienne où l'Exuviaella cordata
atteint souvent 4 millions cellules/litre, sans que pour autant l'on signale
des cas de toxicité /Babaev, 1968/.

Et pourtant, pendant l'été 1969 on a assisté à une mortalité
massive de la faune du benthos et des poissons.

On peut rappeler le fait que sur les côtes de la Mer Noire, dans
les lacs de Beloslavka et Varna de Bulgarie, la floraison donnée par Prym-
nesium parvum Carter a détruit la faune de ces lacs. /Kolarov, 1962,
Petrova, 1962/.

1. Conditions de milieu qui ont favorisé la floraison

Le littoral roumain est peu élevé et largement ouvert vers l'est,
ce qui l'expose à l'action des vents venant de toutes les directions,

notamment les vents dominants (ceux venant du nord pendant l'hiver et ceux venant du sud pendant l'été). La partie nordique du littoral est occupée par les embouchures du Danube qui transportent la moitié d'eaux douces continentales débouchant dans la Mer Noire. Ces eaux sont entrainées par le courant général cyclonal et transportées vers le sud, le courant touchant le littoral roumain dans la région Constantza-Vama Veche. Il arrive très souvent qu'une branche ascendante se sépare de ce courant et lave la côte au nord de Constantza (fig.1) en donnant ainsi naissance à un faible courant anticyclonal /Marinescu, 1963/. De cette manière, au sud de la Delta du Danube il se forme une grande lentille d'eaux, rafraîchie d'éléments biogènes apportés par le Danube sujette à de migrations suivant les vents dominants. Elle est d'autant plus nette que le débit du fleuve est grand et décroît jusqu'à disparition pendant les périodes à faibles apports d'eaux /Skolka, 1969/.

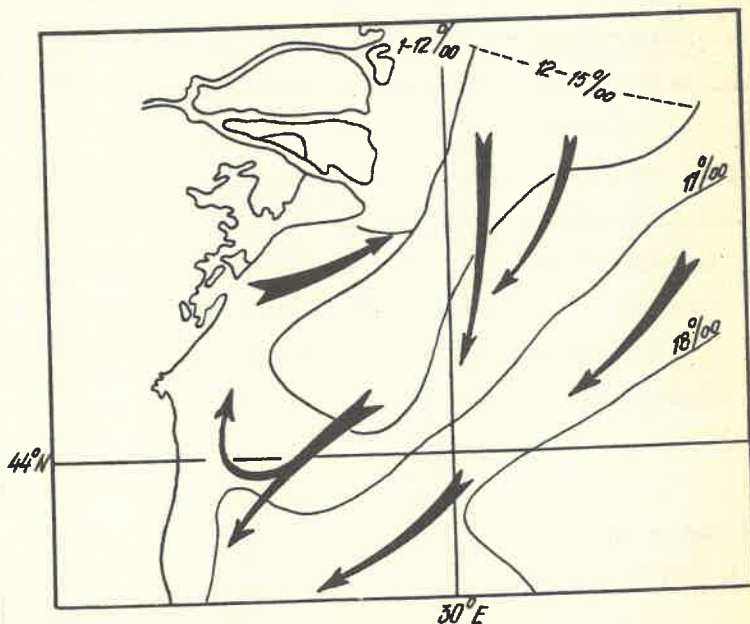


Fig.1. Répartition des salinités et direction des courants marins sur le plateau continental roumain au mois de Juin 1965

Les deux années où l'on a constaté un développement massif de l'Exuviaella cordata sont caractérisées par des hautes eaux. Les variations du débit pendant la période de végétation normale de l'espèce Exuviaella cordata dans la Mer Noire sont assez proches l'une de l'autre: ainsi, pendant la période Mars-Septembre 1962, le Danube a transporté 148 km^3 d'eau douce, cependant que durant la même période de l'année 1969 il en a transporté 160 km^3 . La salinité moyenne pendant la période donnée a été de 14,99 ‰ en 1962 et de 15,04 ‰ en 1969 (fig. 2, 3).

Les quantités de silicates sont elles aussi, assez proches: $1\ 067 \text{ mg/m}^3$ en 1962 et 178 mg/m^3 en 1969.

Il y en a pourtant des différences notables et notamment en ce qui concerne la quantité d'énergie solaire tombée sur la surface de la mer et la quantité de phosphates.

Durant 1969, le régime de la lumière est resté pendant toute l'année au-dessous du niveau de l'année 1962 et, de ce fait, il est normal que la température de l'eau montre de valeurs un peu plus faibles. La concentration de phosphates, forte dans les mois Mars-Avril, tombe brusquement pendant les autres mois de l'année 1962. En 1969, à la suite de la floraison du complexe dominé par la Skeletonema dans les premiers mois, la quantité de phosphates arrive à la disparition totale jusqu'au mois de Mai. Ensuite, la minéralisation des cellules mortes de ce complexe et l'apport d'eaux continentales causent une hausse brusque de la quantité de phosphates, jusqu'à 33 mg/m^3 au mois de Juin, laquelle se maintient par la suite à des valeurs élevées jusqu'en automne.

2, Evolution de la floraison de l'Exuviaella cordata sur le littoral roumain

In 1962, l'Exuviaella cordata a été comptée à 600 cellules/litre (ce qui représente 0,6 ‰ du phytoplancton total) au mois d'Avril; elle atteint 7 000 000 cellules/litre (33,7 ‰ du total) au mois de Mai, pour tomber à 9 800 cellules/litre (0,2 ‰ du total) au mois de Juin. Le reste de l'été,

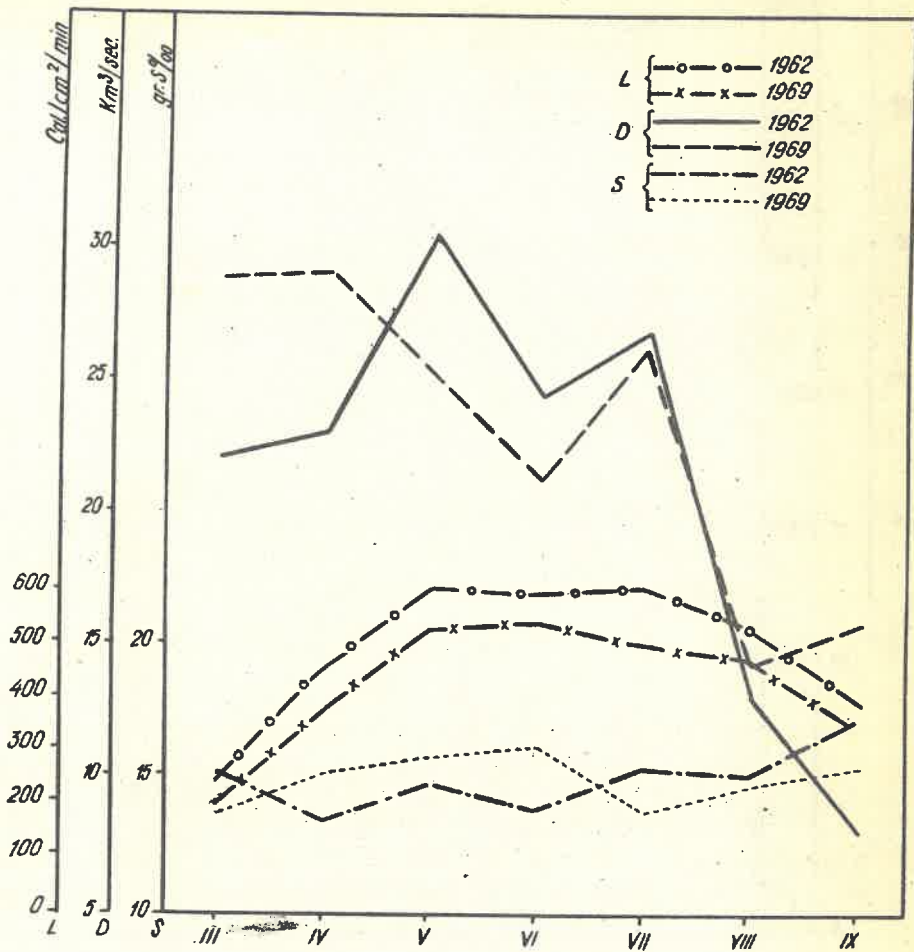


Fig. 2. Quantité de lumière, en cal/cm²/mois (L), valeur du débit du Dambe en km³/mois (D) et quantité de la salinité, en g⁰/60 (S), pendant les étés 1962 et 1969

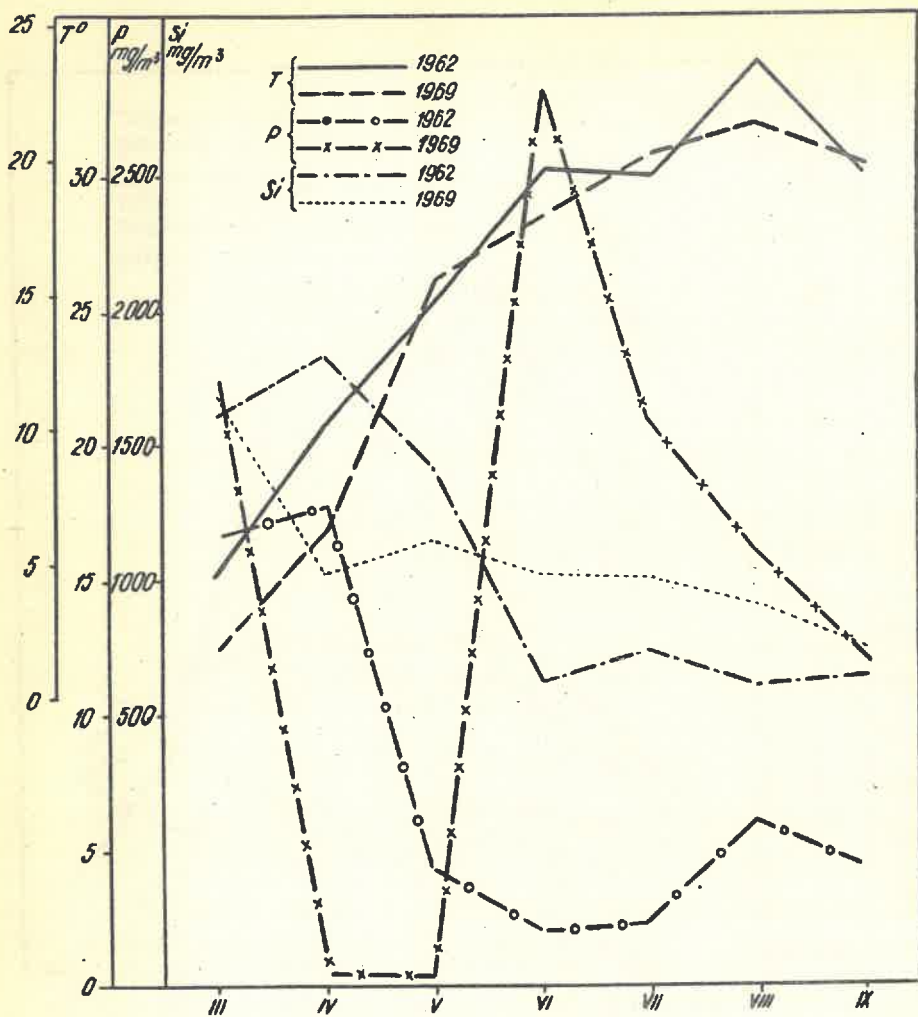


Fig. 3. Température de l'eau (T°), quantité de phosphates, en mg/m^3 (P) et silicates, en mg/m^3 (Si) pendant les étés 1962 et 1969

les quantités relevées étaient infimes. Même au mois de Mai l'Exuviaella est apparue comme espèce accompagnant le complexe dominant de Cyclotella caspia (76,2 % du total). La floraison donnée par les deux espèces ne s'est par étendue sur une période trop longue de temps, car au mois de Juillet la quantité totale du phytoplancton est tombée de 10 fois par rapport au mois précédent (20,9 millions cellules/litre en Juin et 2,6 millions en Juillet).

Toute autre est l'histoire de la floraison pour 1969. Vers la fin du développement du complexe dominé par la Skeletonema, on remarque une croissance numérique du complexe Cyclotella-Exuviaella. La première espèce a été cependant vite dépassée, de sorte qu'au 11 Juillet elle représentait encore 0,5 % seulement du total (Annexe 1). Pour le reste du temps dans la zone côtière Exuviaella a dominé de façon générale, dans une proportion qui s'est chiffrée jusqu'à 99,9 % du total des cellules phytoplanctoniques. Ce n'est qu'au mois de Septembre qu'on a pu assister à un certain développement du Prorocentrum micans Ehr., Goniaulax polyedra Stein et Polykrikos schwarzi Bütschli parmi les Peridiniens et Thalassionema nitzschioides Grun et Leptocylindrus danicus Cl., parmi les Diatomées. Au mois d'Octobre, l'Exuviaella tombe brusquement jusqu'à 1,8 % du total.

Sur un profil dressé au mois d'Août (à l'Est de Constantza), on constate la croissance du nombre de cellules d'Exuviaella à mesure qu'on s'éloigne de la côte vers le large. On constate également que durant cette période, au large de la mer l'espèce qui domine est Leptocylindrus danicus qui est capable de développement massifs pendant l'été, si toutefois les conditions sont favorables (1959 et 1967) /Petrova et Skolka, 1964, Skolka, 1969/ Au mois d'Octobre, le nombre important de Diatomées est donné par la Nitzschia delicatissima (3,32 millions cellules/litre), Thalassionema nitzschioides et Skeletonema costatum (63 400 cellules/litre).

On voit donc que la floraison d'Exuviaella a comblée cette année dans la zone du littoral une période assez longue (Juillet-Septembre). Dans la première partie, lorsqu'elle était mélangée à la Cyclotella et à d'autres espèces, les eaux marines avait une couleur jaune-trouble. Mais à mesure de l'exclusion des autres espèces (Août), les eaux ont viré vers une teinte de plus en plus rougeâtre, pour qu'au mois de Septembre, avec l'addition

Prorocentrum, Polykrikos et Goniaulax, elles virent brusquement au brun-rougeâtre. A mesure que les eaux changeait de couleur, la surface affectée par la floraison se rapetissait. Si pendant la première phase les eaux jaunâtres pouvaient être rencontrées tout le long du littoral, parfois sur une bande large de quelques dizaines de miles, au mois d'Août cette bande n'avait plus que quelques miles de largeur pour qu'au Septembre il n'en reste que des taches colorées migratrices au milieu d'eaux vertes-bleus. La largeur de ces taches (mesurée le 23 Septembre par exemple) atteint quelques miles, tandis que leur épaisseur, 7-8 m. Dans l'Annexe 1, nous montrons la situation comparative de la composition du phytoplancton dans les eaux centrales de la tache, dans celles extérieures et dans celles d'en dessous. Comme on peut le voir, dans les eaux vertes-bleues du littoral, on trouve des quantités considérables d'Exuviaella, mais par de Leptocylindrus qui, en échange, domine le plancton du large.

Ces taches pouvaient disparaître consécutivement à l'agitation de la mer, mais après que l'intensité du vent et l'agitation de la mer fussent tombées, elles étaient immédiatement refaites grâce aux mouvements actifs des Peridiniens. De la sorte, à la surface de la mer apparaissait une couche mince, puissamment colorée, où l'on pouvait remarquer les mouvements de Polykrikos, qui, grâce à ses dimensions, était bien contourné sur le fond rougeâtre fourni par les petites cellules d'Exuviaella.

En 1969, dans le lac saumâtre de Mangalia, on a constaté une floraison donnée par l'Exuviaella cordata qui a dépassé de plusieurs fois le nombre de cellules rencontrées en mer. Ainsi, le 16 Octobre, cette espèce atteint 107 millions/litr. Mais la floraison n'a pas été de longue durée car, après un mois, la densité tombe à 1,3 millions. Dans les deux cas, la salinité de l'eau était assez basse (14,81 g S‰ le 16 Octobre et 14,72 ‰ le 11 Novembre). Le degré de pollution de l'eau a été également élevé, l'oxydation de la substance organique ce chiffrant jusqu'à 5,39 et respectivement 5,07 mg O₂/litre. Une contribution importante à la pollution de l'eau déjà citée a été apportée par les produits pétroliers du trafic marin. Durant cette période les autres facteurs de milieu demeurent constant, le seul à enregistrer des variations étant le régime de la lumière. Ainsi, au cours du mois de Septembre où se place le début de la floraison, on a signalé

un flux d'énergie de 415 cal/cm^2 jour, au mois d'Octobre de 298 , tandis qu'au mois de novembre, $129 \text{ cal/cm}^2/\text{jour}$.

Les facteurs de milieu pour la période couvrant les mois Juillet-Septembre 1969 sont portés aux annexes 2, 3 et 4. Les détails que l'on peut trouver dans les annexes montrent des variations extrêmement larges pour tous les facteurs pris en considération, mais avec une certaine interdépendance entre eux. Ainsi, pour les faibles valeurs de la salinités (au-dessous de $14,50 \text{ g S } \%$) on rapporte des valeurs également faibles de la saturabilité à l'oxygène avec, en échange, une croissance de la concentration des silicates et des phosphates. Sur l'Annexe 1 on a pu voir que les valeurs de salinité des eaux rouges sont extrêmement basses. Ces eaux à basses salinité, affectées par la floraison de l'Exuviaella, se sont montrées sur notre littoral pendant tous les trois mois. Elles se sont maintenues mêmes à une valeur constante durant une période plus longue, couvrant l'intervalle 26 Juillet-15 Août, durant laquelle on a observé aussi l'apparition de phénomènes de toxicité. Autres lentilles d'eaux adoucies d'eaux rouges ont migré à diverses périodes le long du littoral, au mois de Juillet ou au mois d'Août également, mais comme il était question d'intervalles de courte durée (au mois de Septembre, c'était une question d'heures même) leur effet toxique ne s'est plus fait ressentir.

Ce comportement particulier qu'on a pu observer pour l'Exuviaella cordata au cours de l'année 1969 peut s'expliquer seulement par ses particularités physiologiques. Ci-dessus, nous allons citer quelques résultats obtenus à la suite des observations et expériences effectuées sur le matériel collecté, en 1967 dans le lac de Mangalia :

Comme on l'a déjà montré, la floraison s'est produite dans les eaux portuaires polluées, dans une période de l'année où le flux d'énergie est très faible. La température de l'eau était proche à 18°C . Le matériel collecté et mis en culture s'est mieux développé à une température comprise entre les limites $12-20^{\circ}\text{C}$. L'intensité lumineuse qui a favorisé la division active était de $3000-4000 \text{ lux}$; lorsqu'on a augmenté l'intensité, le rythme de la division a baissé sensiblement. La composition du milieu de nutrition révèle, elle aussi, un fait qui ne manque pas de signification:

l'addition de détritus végétal fait que la culture se développe mieux que l'épreuve-témoin de l'eau de mer filtrée. L'addition de produits pétroliers détermine même le doublage du nombre de cellules par rapport à l'épreuve-témoin /Ionescu et Skolka, 1968/.

Basés sur les faits présentés ci-devant, nous pouvons tirer la conclusion que la richesse d'éléments biogènes dans les eaux maritimes durant l'été 1969 a favorisé le développement d'un phytoplancton abondant. Le régime de la lumière, considérablement plus bas que les valeurs relevées pendant l'été, a pu favoriser le maintien et le développement jusqu'en automne de l'Exuviaella cordata. Généralement, en d'autres années avec la croissance de l'énergie de la lumière, cette espèce baisse comme nombre. Les choses étant telles qu'elles sont, le développement massif d'Octobre peut être attribué à la riche teneur en éléments biogènes dans les eaux polluées et à un régime de lumière semblable à celui du printemps, saison caractérisée par le développement de l'Exuviaella. Il faut encore attirer l'attention sur le fait que, sur le profil exécuté au mois d'Août 1969, à mesure qu'on s'éloigne de la côte, pour des quantités de phosphates relativement proches, la quantité de substance organique dans l'eau de mer baisse progressivement: 4,82 mg O₂/litre à 5 milles marins, 2,64 mg O₂/litre à 10 milles, 3,11 mg O₂/litre à 20 milles (cette station se trouve sur le fil principal du courant cyclonal Nord-Sud, fait démontré par la salinité toujours faible dans ce point) et 2,80 mg O₂/litre à 30 milles. On peut ajouter encore le fait que dans le port de Constantza on a manipulé une quantité de produits pétroliers de 30 % plus grande qu'au cours de l'année précédente. Les résidus répandus sur la surface de la mer ont affecté certainement les régions voisines du port.

3. Floraisons similaires en d'autres bassins marins

Le phénomène du développement massif des Périidiniens, connu sous le nom de "Flux rouge" (red tide) ou "eaux rouges" est très fréquent dans les mers chaudes. Un exemple en est fourni par la floraison donnée

1. Exuviaella sp. dans le golfe de Kinstone Harbour, de Jamaïque /Steven, 1966/. Durant la période Octobre-Novembre 1962, dans ce golfe on a relevé un développement puissant d'une espèce d'Exuviaella de forme ovoïde, à 12-15 μ de diamètre. Elle est apparue en Août pour disparaître jusqu'en mois de Février. Pendant la floraison, elle a atteint la valeur maximale de 29 millions de cellules/litre (95 % du total). La floraison a été précédée d'une puissante accumulation d'éléments biogènes, surtout azotates (33,7 mg/m³), ce qui a porté le rapport N/P à 75. Les pluies abondantes et notamment celles du mois d'Octobre, ont causé la désalinisation de l'eau du golfe (au-dessous de 34 ‰, cependant qu'au large elle dépassait 35 ‰). Steven (1966) émet l'hypothèse que les eaux de deux petites rivières qui débouchent dans le golfe ont pu entraîner aussi certaines quantités de détritus organique, ce qui aurait pu favoriser cette floraison. Selon les tableaux de Kimball /1928/, durant la période de cette floraison le flux d'énergie solaire à la latitude du golfe, qui est de 20° N, est de 379 cal/cm² jour au mois d'octobre et de 324 cal/cm² jour au mois de Novembre, ces données étant proches de celles relevées et dépourvue d'effets toxiques, est comparable à celle signalée dans le lac de Mangalia.

En Afrique du Sud-Ouest, au mois de Janvier des années 1965 et 1966, on a assisté à deux floraisons causées par les Péridinines, largement décrites par Pieterse et Van Der Post (1967). Les deux floraisons se sont soldées par une mortalité massive des poissons. Au mois de Janvier 1965, la valeur maximum atteinte était de 25 675 000 cellules/litre de Péridiniens, dont Peridinium triquetrum constituait 15 477 000 et Gymnodium galatheanum 7 327 500 cellules/litre. Au mois de Janvier 1966, la valeur maximum était de 3 890 000, Peridinium triquetrum (Ehr.) Lehm, participant avec un taux de 3 550 000 cellules/litre. Ces floraisons ont précédé la croissance de la mortalité chez certains poissons (Johnius, Sardinops, Liza, Atherina, Trachurus, Lithognathus, Murena, Squalus, Raja). Outre les poissons, les ondes ont jeté sur les rivages des milliers d'exemplaires d'invertébrés: Isopodes, Décapodes, Cumacees, Mollusques, Plathelminthes, Hydroméduses, Polychètes etc. Dans la période de la floraison, la quantité de phosphore dissout dans l'eau de mer augmente de 0,8-0,9 mg/m³ à

2,9-3,3 mg/m³, cependant que la quantité d'oxygène tombe brusquement à 2 cm³/litre à la surface, pour disparaître complètement à 5 m de profondeur. Après la floraison, on a constaté l'apparition des eaux "décoloriées" ou la quantité d'oxygène à la surface tombe en 1965 à 0,2 cm³/litre ou même à zéro. Au mois de Janvier, selon le tableau de Kimball, à 20° d'altitude Sud et à 14° de longitude Est, le flux d'énergie solaire est de 345 cal/cm²/jour.

En 1951, au mois de Septembre, dans le baie de Loanda (Angola) on a observé une floraison causée par l'Exuviaella baltica Lohm, complétée de Prorocentrum et Peridinium, qui s'étendait sur une longueur de côte de 600 km. Selon Nümann (1957) pendant cette floraison, les substances biogènes, habituellement très abondantes, ont baissé sensiblement, tandis que la quantité d'oxygène dans la couche d'eau de 10-50 m d'épaisseur est tombée à des valeurs autour de 0,59-0,24 mg O₂/litre. L'auteur n'indique pas le nombre de cellules/litre constaté avant et pendant la floraison, mais seulement le poids brut du seston; 57 mg/m³ en Juillet, 222 mg/m³ en Septembre et 36 mg/m³ en Novembre. Durant cette période, la température de l'eau comprise entre 18 et 20°C, tandis que la quantité d'énergie solaire à 10°S et 14°E était de 458 cal/cm²/jour.

4. Effets portés par la floraison donnée par les Périidiniens

Les deux derniers cas montrés plus haut ont des traits communs avec le phénomène constaté en 1969 au littoral roumain de la Mer Noire. Ainsi, pendant la période d'accumulation du phytoplancton dans la bande d'eaux colorées, la saturabilité en oxygène excédait 100 %. Mais au moment où l'on constatait la mortalité massive des cellules d'Exuviaella cordata, la valeur de cette saturabilité baissait jusqu'à des valeurs de 53,3 % à 8 Août. Le nombre, en pourcentage, de cellules mortes du total de la population d'Exuviaella est le suivant :

- Midia	le 19. VII. 0 m= 2,5 %;
- Midia	le 19. VII 10 m= 26 %;
- Mamaia	le 12. VII 1 m= 35,9 %;
- Mamaia	le 12. VII 2 m= 34,7 %;
- Mamaia	le 17. IX 0 m= 0,4 %;
- Constantza	le 23. IX 0 m= 9,5 %.

Le grand nombre de cellules/litre donne, pour ces valeurs, des quantités appréciables de substance organique "morte" laquelle, aux valeurs élevées atteintes par la température pendant l'été, subit une minéralisation rapide. De ce fait, la quantité d'oxygène dissout baisse brusquement jusqu'à atteindre des valeurs létales pour les poissons et les invertébrés. En raison de la putrefaction, le dégagement de l' H_2S auquel fait allusion Pieterse (1967) n'est par exclu non plus.

L'Exuviaella sp. qui a causé la floraison citée en Jamaïque, de même que l'E. baltica du golfe de Loanda ou l'E. cordata de la Mer Noire ne sont pas connues en littérature comme étant des espèces toxiques. La toxicité est attribuée à d'autres espèces des genres Gymnodonium, Goniaulax, Peridinium etc. Mais le poids de ces dernières dans le plancton des eaux colorées du golfe de Loanda et de la Mer Noire était assez faible. Peridinium triquetrum et Gymnodinium galatheanum ne sont connues comme espèces toxiques nulle part dans le monde. Parmi les espèces à développement massif de Walvis Bay, seulement Goniaulax tamarensis a une action toxique bien précise mais sa densité dans les eaux où la mortalité des poissons s'est accrue était encore faible. Pieterse montre que les expériences de nutrition des mollusques (Donax serra) avec une culture de P. triquetrum n'ont pas réussi de mettre en évidence des phénomènes de toxicité à une concentration de 3,75 millions cellules/litre, quoi que pendant la floraison de cette dernière on avait signalé des mollusques mortes.

Il est intéressant de constater le parallélisme entre la floraison de ces espèces et le régime de la lumière, en dépit de la grande différence de latitude et de longitude. Dans la Mer Noire, la floraison a commencée au mois de Juillet, lorsque la quantité de lumière a baissé à $513 \text{ cal/cm}^2/\text{jour}$, par rapport à 547 au mois de Juin, pour se maintenir ensuite

jusqu'au mois de Septembre, lorsque la valeur de l'énergie atteignit $352 \text{ cal/cm}^2/\text{jour}$. Dans les autres cas cités, l'énergie solaire n'a jamais excédé $500 \text{ cal/cm}^2/\text{jour}$, quoi qu'aux latitudes données de telles valeurs sont fréquemment dépassées. Ceci nous conduit à considérer les espèces déjà citées comme des formes qui se développent avec prédilection pendant le printemps ou l'automne et disparaissent par contre pendant les étés où le soleil est puissant.

Dans la Mer Noire, un premier effet de cette floraison a été la quantité peu commune de Gobiidés pêchés aux madragues, surtout dans la zone de Portitza. Comme suite à la migration des eaux colorées du Sud vers le Nord, toute la population de Gobiidés a été chassée en direction de Portitza, où la quantité pêchée était d'au moins 1 à 2 tonnes par jour. Il faut dire cependant que tous les Gobiidés présentaient de phénomènes d'asphyxie et aussi un ralentissement de la vitesse des mouvements. Un tableau comparatif va mieux illustrer ce fait (tableau 1).

Tableau 1

Pêche des Gobiidés pendant la période 1964-1969

Année	Tonnes	Août 1969	Tonnes
1964	3	3	15
1965	9	8	6
1966	19	9	3
1967	20	10	4
1968	4	15	8
1969 total	67	Total mensuel	58

Il est à remarquer du tableau ci-dessus que les quantités les plus importantes ont été pêchées justement dans la période pendant laquelle les eaux colorées ont stagné le plus devant le littoral roumain (26 Juillet-15 Août), lorsqu'on a également constaté la mortalité massive des cellules d'Exuviaella cordata.

Outre les Gobiidés, il a en a eu d'autres espèces de poissons qui ont été affectées. Ainsi, le long de la côte et sur le fond de la mer, on a trouvé un grand nombre d'exemplaires morts Trachinus draco L.,

Blennius spp., Uranoscopus scaber L., Crenilabrus spp., Labrus spp., Ophidion rochei Müller, ainsi que toutes les espèces de Gobius. Il est à remarquer que l'asphixie causée par cette algue a affecté surtout les gros exemplaires. Parmi les invertébrés, seulement les grosses espèces sont mortes, à savoir: Xantho, Crangon, Leander. La quantité d'organismes que les vagues ont rejeté sur les côtes était tellement importante, que tout le long de la côte, depuis Sulina jusqu'à Mangalia, ils formaient une bande large de 1-1,5 m et épaisse de 10-20 cm. Il faut pourtant signaler le fait que les espèces détritivores (Corophium, Pontogammarus, Isopodes, Polychètes) ainsi que celles filtrantes (Molusques) n'ont pas montré de phénomènes d'asphixie.

Pendant l'intervalle 4-15 Août la mer étant calme, pas tous les organismes morts étaient rejetés sur les côtes; les plongées entreprises à cet effet ont réussi à dépister une quantité considérable de cadavres demeurés sur le fond de la mer. Leur putréfaction, ajoutée à la décomposition des cellules d'Exuviaella a pollué d'avantage l'eau. Mais le régime éolien du littoral roumain n'a pas permis à ces eaux de se maintenir trop longtemps en place; elles ont été entraînées et remplacées par d'autres masses d'eaux.

La floraison n'a pas affecté seulement le benthos mais aussi la vie pélagique. Ainsi, du phytoplancton des eaux rouges ont été éliminées en premier lieu presque toutes les autres espèces caractéristiques à l'été. Les Cladocères ont manqué complètement du zooplancton de cet été, bien qu'elles constituent un groupe trophique important et dominant dans la période d'été. Par rapport aux années 1961-1968, sur le profil Est Constantza, long de 30 milles marins, la quantité totale du zooplancton nutritif était beaucoup plus basse (tableau 2).

En raison de la pauvreté en zooplancton et surtout à cause du ruban d'eaux colorées, l'anchols, poisson planctonophage par excellence, n'a plus approché les zones côtières et ne s'est plus maintenu près du littoral que pendant les périodes où les eaux colorées étaient éloignées par les courants. Le sprat, poisson cryophile, qui pendant l'été, se maintient dans la zone d'eau au-dessous de la thermocline n'a pas été pêché, comme d'habitude, en grandes quantités dans la zone du Nord; la pente douce du

fond dans cette région a fait que les eaux de cette zone soient affectées par la floraison sur de grandes surfaces et jusqu'au fond, ce qui a empêché le sprat de s'approcher de la côte. En échange, il a été pêché plus fréquemment dans la zone du Sud du littoral où l'approche de la côte à la faveur des masses d'eau froide a été rendue possible par les grandes profondeurs, sans qu'il soit affecté par la floraison de l'Exuviaella.

Tableau 2

Biomasse moyenne du zooplancton nutritif et pêche des poissons planctonophages durant la période Juillet-Septembre des années 1961-1969

Années	Zooplancton, mg/m ³	Anchois, tonnes	Poissons planctonophages, tonnes
1961-1962	89,74	3025	4990
1963-1965	69,79	1006	2416
1966-1968	78,36	1127	1546
1969	50,31	732	1103

Comme on peut le voir aussi sur le tableau 2, l'influence négative de la floraison s'est répercutée surtout sur la pêche de l'anchois, dont elle a empêché les déplacements entre le large et la côte, déplacements habituels pendant l'été. Le phénomène de la floraison a porté un effet négatif aussi sur la survivance des nouvelles générations de poissons dont l'époque de reproduction se place aux mois d'été. Il a eu de répercussions notables surtout sur l'anchois, dont les larves et les petits se nourrissent dans la couche superficielle de l'eau et plus près de la côte; la nouvelle génération de chinchard, dont la reproduction a lieu d'habitude plus loin de la côte, l'a dépassé comme survie, car elle s'est nourri au delà de la zone colorées. Pour cette raison, en automne on a rencontré une grande quantité de petits de ce poisson près de la côte.

Les répercussions de longue durée se manifesteront seulement dans les années prochaines, comme par exemple dans le cas de la floraison de 1959, donnée par Nitzschia seriata et Leptocylindrus danicus /Petrova et Skolka, 1964/. Dans ce cas, la faible survivance des générations de poissons planctonophages notée par l'année en question a porté ces effets sur la

pêche des années 1960-1962. Il est assez difficile de combattre de telles floraisons on a tenté quelques expériences en Bulgarie, pendant la floraison de Prymnesium parvum dans les lacs situés sur la côte. Cette espèce est connue pour avoir une haute toxicité. Dans l'eau naturelle prise du lac, les muges mouraient en 10 minutes. Par ébullition, l'effet toxique de l'eau disparaissait et lorsque la température était portée à 40-45°C, l'effet diminuait considérablement. La congélation détruisait les cellules de Prymnesium, mais la toxine, elle, n'était pas détruite /Petrova et Skolka, 1964/. La lutte par voie chimique par addition de CuSO_4 en concentration de 2 mg/litre, bien qu'elle tue les cellules de Prymnesium en huit heures, est considérée comme manquant d'économie, en raison de la grande superficie des lacs /Kolarov, 1962/. Du point de vue économique de telles mesures sont d'autant moins recommandables que les surfaces maritimes sont plus étendues.

Conclusions

Le phénomène de floraison donné par l'Exuviaella cordata se produit normalement dans les conditions suivantes :

- luminosité faible, jusqu'à 500 cal/cm²/jour;
- température minimale 12°C;
- quantité importante de substances biogènes;
- pollution avancée de l'eau, au-dessus de 5 mg O₂/litre d'oxydation de la substance organique.

A ces conditions, on doit ajouter quelques particularités physiologiques qui n'ont pas été tirées encore au clair.

La coïncidence de tous ces facteurs a déterminé une floraison puissante de l'espèce Exuviaella cordata en 1969, dont la quantité de phosphates s'est maintenue, même pendant l'été à des valeurs élevées (de 20 mg/litre environ), cependant que la luminosité était plus faible pendant les mois d'été (au-dessous de 500 cal/cm²/jour) que les valeurs coutantes durant ces mois.

L'Exuviaella cordata, espèce dont le rôle trophique est important pour le zooplancton, a été faiblement mise en valeur durant 1969, de sorte que son développement excessif a affecté de façon négative même ses possibilités de survie; à cause de la mort en masse de cellules appartenant à cette espèce et de leur putréfaction il en résulte, une considérable quantité de substance organique. La minéralisation rapide de ce substance, comme suite de la température élevée pendant l'été, a causé la baisse brusque de la quantité d'oxygène dissous, jusqu'à des valeurs létales pour les poissons et les invertébrés.

La conséquence de cette suite de phénomènes a été la mortalité massive de la faune benthique. Le cordon d'eaux rouges a entravé les déplacements habituels entre la haute mer et la côte des bancs d'anchois - qui se tiennent de préférence près de la surface de l'eau - ce qui a eu également des conséquences négatives sur la pêche dans les eaux côtières du littoral roumain de la Mer Noire.

Resumé

Le phénomène de floraison de l'Exuviaella cordata pendant la saison d'été 1969 au littoral roumain de la Mer Noire s'est produit comme suite d'une multitude de causes, dont le régime favorable de la lumière et le débit accru du Danube sont les plus importantes.

Le maximum d'intensité de la floraison s'est maintenu durant une longue période de temps, 26 Juillet - 15 Août, lorsque le nombre de cellules a varié de 10 à 50 millions par litre.

Comme un premier effet de la floraison de 1969, on a noté la quantité peu commune de Gobilidés - avec de phénomènes d'asphyxie - qui ont été pris aux madragues, surtout dans la zone de Portitza, comme suite à leur migration avec le déplacement des eaux colorées (eaux rouges) du Sud vers le Nord. Un autre effet a été la mortalité massive des espèces d'animaux de grande taille formant la population commune des zones côtières.

La floraison n'a pas manqué d'affecter le pelagial non plus, d'où on a noté l'absence des groupes de plantes et animaux généralement rencontrés pendant les mois d'été (par exemple Cladocères); par conséquent la nourriture insuffisante a affecté la vie de la nouvelle génération d'anchois. Enfin, le cordon d'eaux colorées a entravé les déplacements habituels entre la haute mer et la côte bancs d'anchois, ce qui a encore peu de répercussions négatives sur la pêche côtière.

Bibliographie

1. BABAIEV, T. B. - 1968. Sostav i raspredelenie fitoplanktona v srednei iujnom Kaspii. Biologhia Srednogo i Ijnogo Kaspla. Izd. Nauka, Moskva, pp. 50-63.
2. IONESCU, A., SKOLKA, H. - 1968. Notes sur la physiologie et l'écologie du dinophlagellé Exuviaella cordata. Trav. Mus. Hist. Nat. "Gr. Antipa", București, vol. 8, pp. 207-215.
3. IVANOV, A. I. - 1960. Osovennosti kacestvennogo sostava i kollicestvennogo raspredelenia fitoplanktona severo-zapadnoi ciasi Cernogo Moria. Tr. Vses. Ghigrobiol. tom. 10, pp. 182-196.
4. KIMBALL, H. H. - 1928. Amount of solar radiation that reaches the surface of the earth on the land and on the sea, and the methods by wich it is measured. Mon. Ewath. Rev. tom. 56, pp. 393-398.
5. KOLAROV, P. - 1962. Experimentalni nabljudenia odnosno toksticinoto vzdeistvie na Prymnesium parvum Carter rvhu neakoi ribi. Izv. na tentr. Nauci. Inst. po Ribolov Varna, tom. 2, pp. 43-53.
6. MARINESCU, A. - 1963. Contribuții la studiul curentilor marini din dreptul litoralului românesc al Mării Negre. Studii de Hidraulică, vol. 9, nr. 1, pp. 184-195.
7. MORZOVA-VODIANITKAIA, N. V., BELEGORSKAIA, E. - 1967. Označenii kokkolitoforid i osobenno pontosferi v planktone Cernogo Moria. Trudi. Sevastopol. Biol. St. tom. 9, pp. 14-21.

8. NUMANN, W. - 1957. Natürliche und künstliche "redwater" mit anschliessenden Fischsterben im Meer. Arch. Fischereiwiss. band. 8, pp. 204-209.
9. PETROVA, V. I. - 1962. Tftëj na Prymnesium parvum Carter viv Varnenskite ezera prez liatoto na 1959 g. Izv. na tentr. Nauci. Inst. po Ribovod. o Ribolov, Varna, tom. 2, pp. 55-65.
10. PETROVA, V. I., SKOLKA, H. - 1964. Dezvoltarea masivă a speciei Nitzschia seriata în apele Mării Negre. Stud. și Cercet. de Biol. Sect. Bot., Ed. Acad. București, vol. 16, nr. 1, pp. 47-60.
11. PIETERSE, F., POSTVANDES, D. C. - 1967. Oceanographical conditions associated with red-tides and fish mortalities in the Walvis Bay region. Adm. of South West Africa, Marine Pescaria Labor. Invest. Repp., vol. 14, pp. 1-125.
12. SKOLKA, V. H. - 1967. Considerații asupra variațiilor calitative și cantitative ale fitoplanctonului litoralului românesc al Mării Negre. Ecologia Marină, ed. Acad. București, vol. 2, pp. 193-293.
13. SKOLKA, V. H. - 1967. Einige Eigenschaften der Wasserblüte im Schwarzen Meer. Fiziologia culturii vodoroslei s povirsenim coefficientom ispolzovania sveta. Bukarest, pp. 269-286.
14. SKOLKA, V. H. - 1969. Dinamica fitoplanctonului din zona de larg a platformei continentale românești a Mării Negre în anii 1964-1967. Ecologia marină, ed. Acad., București, vol. 3, pp. 149-226.
15. STEVEN, D. M. - 1966. Characteristic of a Red-water Bloom in Kingston Harbor, Jamaica. W. I. Jurnal of Marine Research, tom. 24, fas. 2, pp. 113-123.

Variation du nombre des espèces phytoplanctoniques au littoral roumain de la Mer Noire dans la période Juillet-Octobre 1969

Station	Date	Horizon, m	Salinité, g/100	Cellules mortes ou vives	Milles-cellules/mc									
					<i>Exuviaella</i> <i>cordata</i>	<i>Proocentrum</i> <i>micans</i>	Total <i>Pertldinae</i>	<i>Thalassio-</i> <i>nema nitz-</i> <i>schildtes</i>	<i>Rhizosolenia</i> <i>calcaravis</i>	<i>Leptocylindrus</i> <i>danicus</i>	<i>Cerataulina</i> <i>bergonii</i>	<i>Cyclotella</i> <i>caspia</i>	Total Diatomeae	Total Phytoplank- ton
Tomis	11. VII	0	8,35	v.	14 278	4	14 283	46	0	1	4	15	79	14 362
Midia	19. VII	0	6,45	v.	50 814	-	50 815	-	-	-	-	-	-	50 815
Midia	19. VII	0	6,45	m.	1 310	-	1 310	-	-	-	-	-	-	1 310
Midia	19. VII	10	7,79	v.	5 083	-	5 083	-	-	-	-	-	-	5 083
Midia	19. VII	10	7,79	m.	1 893	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mamaia	20. VIII	1	12,35	v.	19 219	-	19 219	-	-	-	-	-	-	19 219
Mamaia	20. VIII	1	12,35	m.	10 410	-	10 410	-	-	-	-	-	-	10 410
Mamaia	20. VIII	2	12,60	v.	30 358	-	30 358	-	-	-	-	-	-	30 358
Mamaia	20. VIII	2	12,60	m.	13 978	-	13 978	-	-	-	-	-	-	13 978
Constantza	21. VIII	0	14,49	v.	260	1	265	3	5	186	3	40	237	503
5 Mm	21. VIII	10	16,05	v.	46	6	54	21	23	0	1	14	59	113
5 Mm	21. VIII	22	16,89	v.	2	3	5	2	5	5	1	0	15	22
10 Mm	21. VIII	0	13,43	v.	122	7	137	8	1	684	4	6	704	841
10 Mm	21. VIII	10	14,27	v.	42	2	50	10	1	312	6	3	332	382
10 Mm	21. VIII	25	17,12	v.	3	2	6	1	4	5	1	1	12	18
20 Mm	21. VIII	0	14,03	v.	57	1	61	0	1	680	13	2	696	757
20 Mm	21. VIII	10	15,22	v.	76	2	82	1	1	57	24	1	84	166
20 Mm	21. VIII	25	16,65	v.	4	2	18	2,7	0,5	0,5	0,3	0	4	22
20 Mm	21. VIII	37	16,89	v.	2	1	3	1	2	1	0	0	5	8
30 Mm	21. VIII	0	14,51	v.	30	1	36	20	0,5	93	8	3,5	125	161
30 Mm	21. VIII	10	15,70	v.	6	1	10	22	1	15	3	5	47	58
30 Mm	21. VIII	25	15,70	v.	6	1	7	0,5	1	0,5	0	0	3	15
30 Mm	21. VIII	47	17,37	v.	3	1	4	2	1	0,7	0,1	1,2	9	13
Mamaia	17. IX	0	9,83	v.	17 964	43	18 031	19	0	0	0	0	52	18 083
Constantza	23. IX	O-clair	14,74	v.	471	2	476	2,8	0,8	3	0,4	0	54	530
Constantza	23. IX	O-color	14,53	v.	9 382	2	9 395	18	1	5	2	0	37	9 432
Constantza	23. IX	8-clair	14,53	v.	49	0	49	4	0	1	0	0	47	96
Constantza	5. X	14	-	v.	70	1	73	256	10	0	0	0	3667	3 774

Valeurs des principaux facteurs physiques et chimiques à Mamaja en Juillet 1969

Date	T°	S ‰	Sl. mg/m ³	P mg/m ³	O ₂ %
1	19 ⁰ ,9	14,99	455	17,50	130,7
2	18 ⁰ 0	15,25	520	18,75	115,3
3	0	0	0	0	0
4	19 ⁰ 2	14,99	520	19,12	105,9
5	19 ⁰ 0	14,87	832	20,75	100,8
6	0	0	0	0	0
7	20 ⁰ 4	14,61	481	19,12	125,2
8	22 ⁰ 8	11,67	1800	21,28	98,8
9	23 ⁰ 4	8,73	1214	20,59	104,2
10	24 ⁰ 1	8,21	777	20,41	110,9
11	23 ⁰ 9	8,60	678	21,78	104,3
12	22 ⁰ 9	12,05	656	20,42	109,5
13	0	0	0	0	0
14	19 ⁰ 0	15,50	650	21,60	101,4
15	16 ⁰ 0	17,21	399	20,16	132,1
16	0	0	0	0	0
17	12 ⁰ 6	18,77	438	19,05	129,1
18	15 ⁰ 0	17,59	499	18,27	104,0
19	16 ⁰ 8	17,16	1432	18,90	103,7
20	0	0	0	0	0
21	19 ⁰ 8	16,06	3000	20,00	91,5
22	19 ⁰ 2	16,20	521	20,00	101,0
23	22 ⁰ 2	16,09	488	19,12	116,9
24	20 ⁰ 2	15,90	488	20,37	122,1
25	0	0	0	0	0
26	20 ⁰ 6	11,28	640	20,25	125,5
27	0	0	0	0	0
28	20 ⁰ 4	11,15	1549	21,10	98,8
29	21 ⁰ 2	11,92	2175	30,26	96,4
30	21 ⁰ 8	11,28	2867	24,77	103,7
31	21 ⁰ 2	10,90	976	22,69	94,2

Valeurs des principaux facteurs physiques et chimiques a Mamaia en Aout
1969

Date	T°	S ‰	Si mg/m ³	P mg/m ³	O ₂
1	22 ⁰ 0	9,61	768	15,60	100,0
2	22 ⁰ 2	10,84	3000	13,05	108,0
3	0	0	0	0	0
4	21 ⁰ 8	11,15	122	24,40	98,2
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0
8	21 ⁰ 2	12,81	2293	25,83	531,5
9	24 ⁰ 8	13,33	2520	23,00	88,1
10	0	0	0	0	0
11	22 ⁰ 8	14,34	704	26,04	101,9
12	22 ⁰ 2	13,96	1306	28,15	101,5
13	21 ⁰ 0	13,96	3000	55,80	125,1
14	23 ⁰ 0	13,33	882	60,64	97,2
15	22 ⁰ 4	13,59	0	0	160,4
16	20 ⁰ 6	15,63	0	0	114,6
17	0	0	0	0	0
18	24 ⁰ 4	17,03	traces	0	139,1
19	20 ⁰ 6	16,78	traces	0	117,4
20	20 ⁰ 2	17,21	299	0	114,5
21	22 ⁰ 0	17,56	149	0	133,7
22	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0
27	20 ⁰ 0	18,06	419	traces	109,2
28	20 ⁰ 4	18,06	0	13,23	102,2
29	19 ⁰ 8	18,19	10,80	0	98,8
30	18 ⁰ 4	17,68	635	13,23	100,6
31	0	0	0	0	0

Valeurs des principaux facteurs physiques et chimiques à Mamaia et Constanța en Septembre 1969

Date	Mamaia					Constanța
	T°	S ‰	Si mg/m ³	P mg/m ³	O ₂ %	Sg ‰
1	20 ^o 8	18,19	675	22,05	129,9	16,89
2	20 ^o 4	17,81	0	0	116,9	16,65
3	21 ^o 0	17,03	186	0	116,3	16,3
4	0	0	0	0	0	16,9
5	0	0	0	0	0	16,05
6	0	0	0	0	0	15,52
7	0	0	0	0	0	0
8	20 ^o 8	16,28	0	8,13	99,9	15,34
9	20 ^o 8	16,28	0,	8,13	99,9	14,53
10	20 ^o 2	15,50	3000	21,88	105,7	14,53
11	20 ^o 6	15,75	0	40,63	109,2	14,39
12	20 ^o 8	14,99	715	6,00	108,2	14,14
13	20 ^o 8	14,09	672	29,45	111,3	13,79
14	0	0	0	0	0	0
15	21 ^o 6	11,92	494	15,38	106,2	11,27
16	21 ^o 6	14,34	896	26,35	103,9	13,56
17	21 ^o 2	14,74	2730	6,56	104,7	13,66
18	0	0	0	0	0	0
19	18 ^o 8	15,37	949	10,49	87,0	14,62
20	18 ^o 5	15,37	480	8,75	94,4	15,10
21	0	0	0	0	0	0
22	18 ^o 0	15,50	572	4,37	98,9	14,62
23	18 ^o 0	15,37	620	5,00	110,9	0
24	17 ^o 6	15,25	1506	13,75	102,2	14,62
25	17 ^o 5	15,37	462	8,75	100,5	14,14
26	18 ^o 0	15,19	1056	6,87	103,2	14,74
27	18 ^o 0	15,75	670	2,25	97,2	14,27
28	0	0	0	0	0	0
29	16 ^o 0	16,33	410	5,72	115,7	14,03
30	17 ^o 0	16,09	340	6,90	104,8	13,79
31	0	0	0	0	0	0