

Cercetări marine	I.R.C.M.	Nr.16	39 - 54	1983
------------------	----------	-------	---------	------

MODIFICATIONS SURVENUES DANS LA DYNAMIQUE DE L'OXYGÈNE DES EAUX MARINES LITTORALES ROUMAINES

Adriana Cociașu, Lucia Poța et Liliana Dorogan

Institut Roumain de Recherches Marines - Constanța

ABSTRACT:

The paper presents the quantitative changes of the oxygen dynamics from May to September beginning with 1969 year. A special attention is paid to the oxygen deficit, a phenomenon which regularly appears in summer beginning in 1975, in the water near the bottom on an offshore area up to 20 Nm.

CONSIDERATIONS GÉNÉRALES

Au cours des dernières années on assiste à d'importantes modifications quant à l'évolution des facteurs biotiques et abiotiques du milieu dans les écosystèmes marins de la partie nord-ouest de la mer Noire, écosystèmes dont l'équilibre est fort dérégulé (2). Parmi les dérèglements enregistrés - déterminés par de puissantes causes anthropiques - se trouvent aussi ceux signalés dans la dynamique de l'oxygène dissous dans les eaux marines littorales.

Les recherches antérieures concernant la dynamique de l'oxygène ont mis en évidence son large spectre de valeurs dans les eaux littorales roumaines, ayant de grandes variations saisonnières, contrôlées principalement par le régime thermique (4).

Mais parfois, dans les eaux avec un potentiel trophique élevé, les facteurs biotiques peuvent devenir déterminants, en produisant des croissances et des baisses considérables de la teneur en oxygène, différant beaucoup de la condition normale. Un tel exemple est envisagé dans le travail présent, qui traite des changements d'ordre quantitatif survenus dans la dynamique de l'oxygène pendant la saison chaude de l'année, à partir de l'année 1969, comme suite de l'augmentation considérable de la biomasse du phytoplancton (2), et dû, surtout, à la manière explosive, par la chaîne colatérale des floraisons. On a prêté beaucoup d'attention au déficit d'oxygène enregistré à partir de l'été 1975, dans les eaux voisines au fond de la mer du secteur marin étendu de 1 à 20 milles marins vers le large. Il faut mentionner la fréquence de l'hypoxie pendant les dernières années même en d'autres secteurs littoraux de la mer Noire (10).

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Les modifications de la dynamique de l'oxygène dans les eaux marines du littoral roumain de la mer Noire, qui sont analysées dans le présent travail, s'appuient sur les données obtenues par:

- observations journalières dans la zone côtière à Constanța, pendant l'intervalle mai-septembre des années 1959-1982;
- observations mensuelles sur un profil Est-Constanța (D - 44°10'N) jusqu'à une distance de 30 milles marins de la côte dans la période mai-septembre 1963-1982;
- observations dans la zone des embouchures du Danube, au cours des mois septembre-octobre des années 1977-1980, sur les profils A - 45°05'N, B - 44°55'N et C - 44°45'N, étendus au large jusqu'au méridien 30°00'E (Fig.1).

L'oxygène a été déterminé en laboratoire selon la méthode Winkler.

RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

L'évolution de la teneur moyenne en oxygène pendant la période 1959 - 1982 dans les eaux littorales roumaines a mis en évidence d'importantes modifications quantitatives durant la

saison chaude, mai-septembre, déterminées par l'intensité accrue des processus vitaux qui ont lieu dans la mer (2).

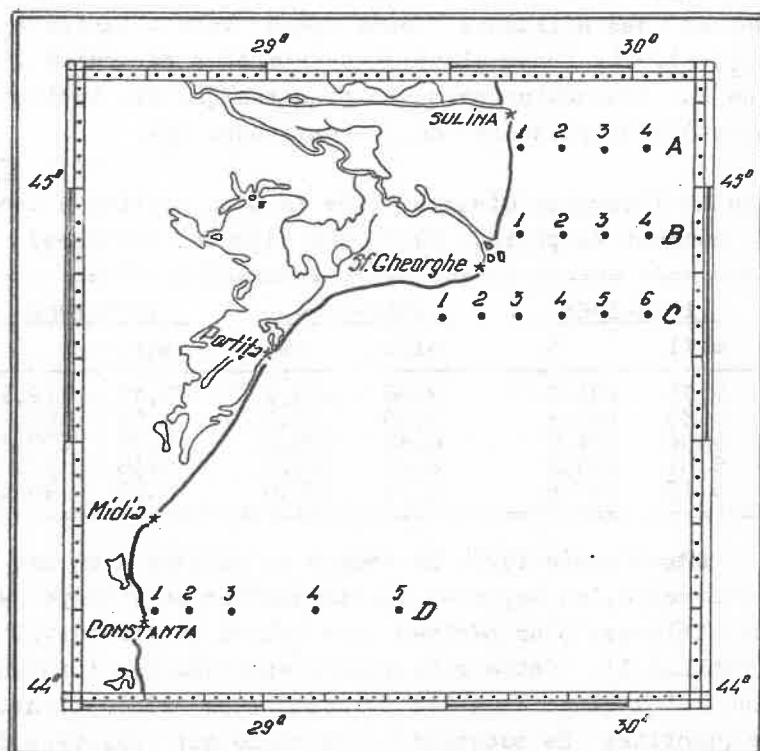


Fig.1 - Profils océanographiques sur le littoral roumain de la mer Noire

Dans la zone côtière directement soumise à l'influence fertilisante du Danube, pendant l'intervalle 1969-1974, parallèlement au déclenchement de l'eutrophisation (3), on a enregistré une augmentation sensible du degré d'oxygénation. Les différences maximales furent atteintes au cours des mois mai et juin - périodes de pointe dans le développement du plancton végétal dans les eaux côtières, quand les moyennes multiannuelles dépassèrent avec presque 1 ml celles de la période 1959-1968 (Tableau 1).

L'augmentation de la concentration mentionnée est due principalement à la croissance, à partir de 1969, du potentiel

nutritif de l'algoflore planctonique, suite de l'utilisation intensifiée de fertilisateurs en agriculture et de l'accroissement du volume d'eaux usées jetées en mer par l'intermédiaire du Danube et des effluents d'eaux usées industrielles et domestiques (3, 4). Le fonds élevé de nutriments a déterminé l'augmentation de la production primaire planctonique et, indirectement, une activité plus puissante de photosynthèse (2).

Tableau 1

Evolution de l'oxygène dissous et de la saturabilité à Constanța, pendant la période 1959-1982 (données moyennes)

Mois	1959-1968		1969-1974		1975-1982	
	ml/l	%	ml/l	%	ml/l	%
Mai	6,75	101,7	7,68	113,7	7,40	112,1
Juin	6,39	103,3	7,35	116,7	6,55	107,2
Juillet	5,96	101,0	6,32	103,7	5,80	100,1
Août	5,81	100,6	6,25	106,4	5,36	92,6
Sept.	6,15	100,6	6,57	107,6	5,71	95,6

Dès l'année 1975, la teneur en oxygène a eu une diminution continuelle, les moyennes multiannuelles de l'étape 1975-1982 étant sensiblement plus petites que celles de l'intervalle antérieur (Tableau 1). Cette situation s'explique par l'intense consommation d'oxygène dans les processus de minéralisation des grandes quantités de substance organique qui existent dans les eaux côtières pendant les dernières années (5). Les grandes accumulations de nutriments des années antérieures (1969-1974) ont déterminé le déclenchement d'amples phénomènes de floraison (1, 6), suivis de processus de dégradation du milieu marin parmi lesquels la croissance du taux de matière organique et la diminution du degré d'oxygénation.

Signalés chaque été à partir de l'année 1975, les phénomènes de floraison sont devenus toujours plus fréquents et plus forts, étant dus à un nombre toujours croissant de formes. Dans la phase de déclin de la floraison, quand la population massive d'algues vieillit et meurt, de grandes quantités d'oxygène sont consommées pour l'oxydation des organismes morts; c'est pourquoi a-t-on fréquemment enregistré des diminutions considérables de

l'oxygène très souvent au-dessous de 3,00 ml/l auxquelles correspondaient généralement des valeurs de la saturabilité au-dessous de 40%. Ces situations d'hypoxie furent plus fréquentes en juillet-septembre, ce qui a déterminé des moyennes multiannuelles de ces mois au-dessous du niveau de celles de la période 1959-1968 (Tableau 1). Le déficit d'oxygène ainsi créé détermine des mortalités par l'asphyxie au niveau de la faune benthique, et le phénomène d'hypoxie acquiert, de cette manière, un caractère local de catastrophe écologique. La décomposition des organismes morts représente, par la suite, un surplus de matière organique qui doit être oxydé et ce processus amplifie la réduction de la teneur en oxygène. Parfois la consommation de l'oxygène peut arriver à l'épuisement et au déclenchement de l'état d'anoxie avec l'apparition de petites concentrations de H_2S , situation rencontrée à Agigea en été 1979. Il faut mentionner que, pour la zone côtière, l'hypoxie ainsi que l'anoxie ont une durée relativement brève, grâce au puissant hydrodynamisme caractéristique pour les eaux de faible profondeur.

La nature biotique des facteurs responsables des changements du degré d'oxygénation est confirmée aussi par les valeurs moyennes de la saturabilité, qui ont présenté des modifications ayant le même sens que celles de l'oxygène dissous. Mentionnons les valeurs de suprasaturation qui dépassent 110%, caractéristiques aux mois mai et juin de l'intervalle 1969-1974, et les valeurs de sous-saturation, en août et septembre des années du dernier intervalle (Tableau 1).

Pour la zone marine comprise entre la côte et l'isobathe de 50 m, les résultats des recherches effectuées sur le profil Est-Constanța (Tableau 2, Fig. 2-5) ont mis en évidence des modifications semblables à celles enregistrées dans la zone côtière. Ainsi, les données moyennes pour la saison chaude de l'année indiquent l'augmentation continue du taux d'oxygène pendant l'intervalle 1970 - 1974 à l'exception du mois d'août, quand les températures très élevées favorisent les processus de minéralisation de la matière organique, en impliquant une plus grande consommation d'oxygène. Il faut mentionner que l'accroissement du degré d'oxygénation a été signalé dans toute l'épaisseur de l'eau, et les différences en plus oscillaient environ 1,00 ml/l.

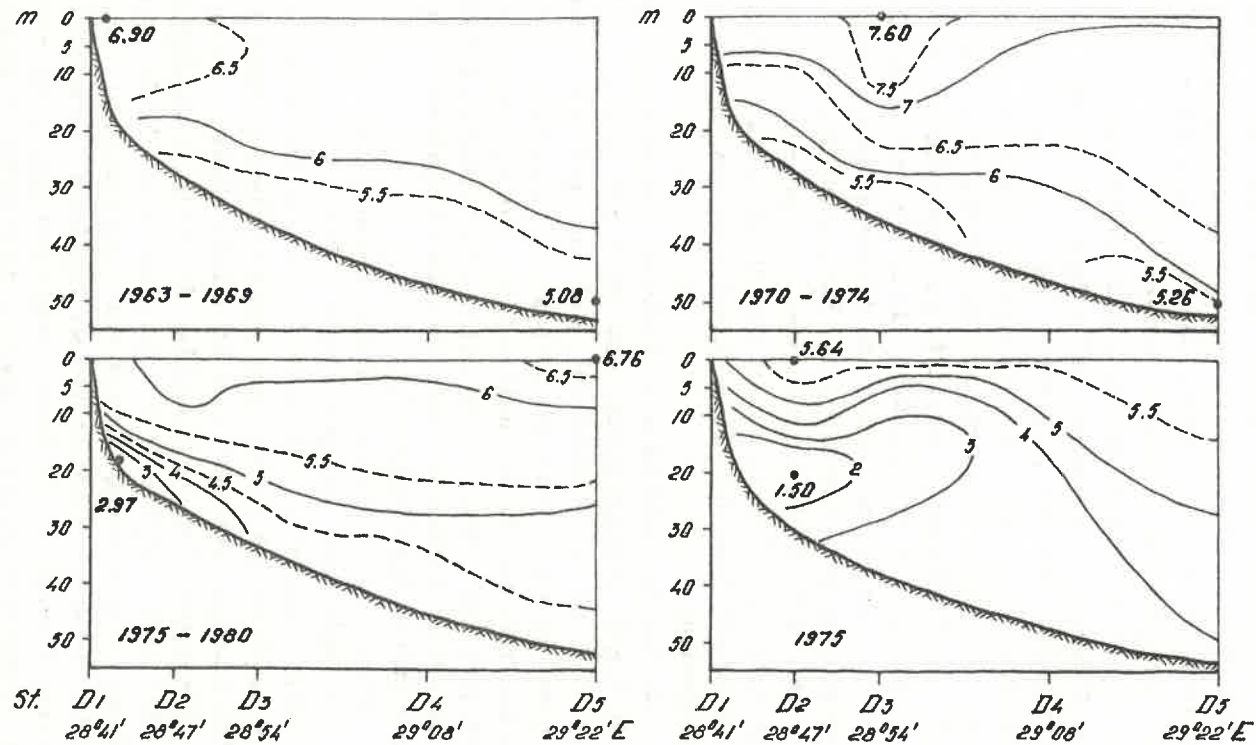


Fig.2 - Distribution de l'oxygène (ml/l) en juillet sur le profil D (44°10'N)

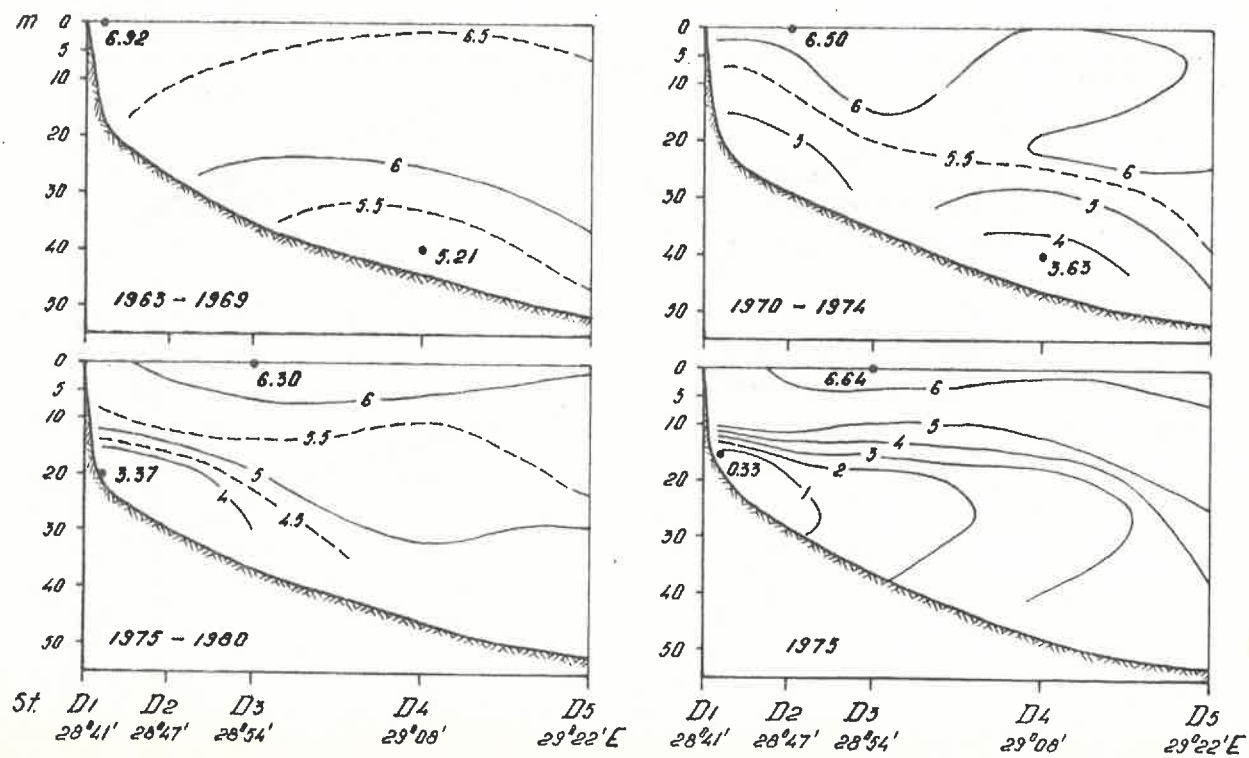


Fig.3 - Distribution de l'oxygène (ml/l) en août sur le profil D (44°10'N)

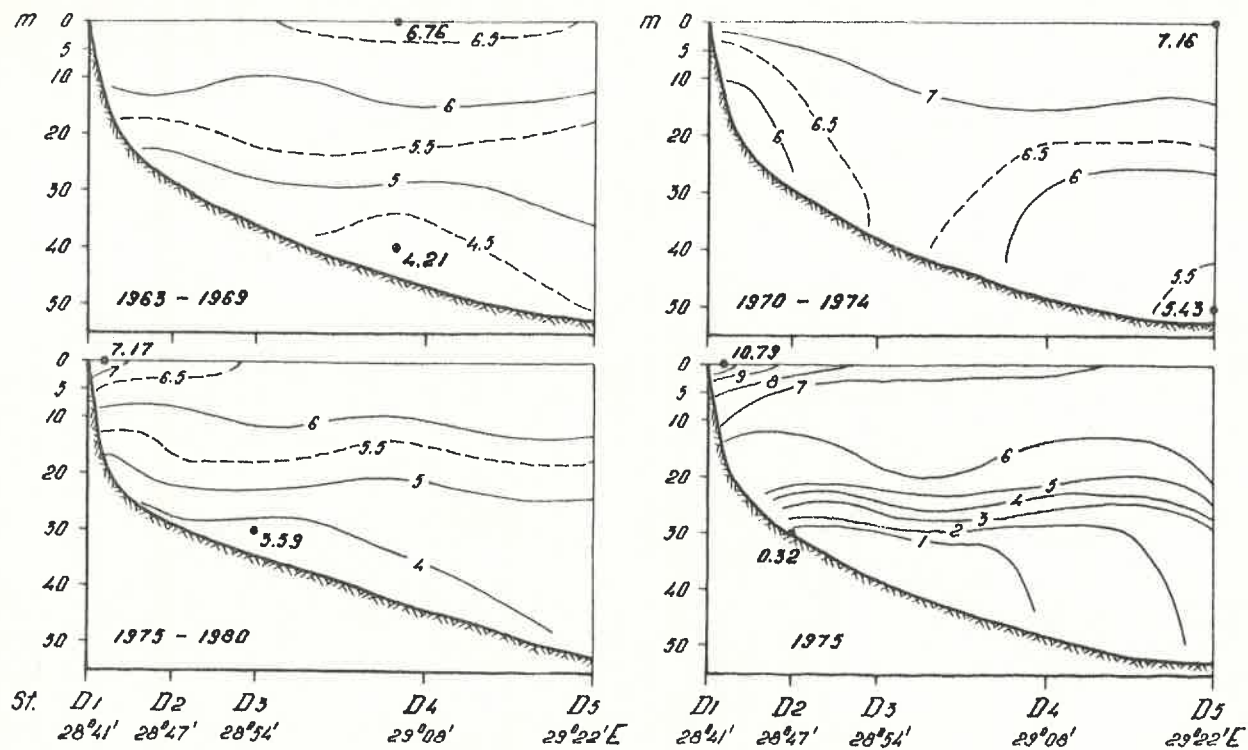


Fig.4 - Distribution de l'oxygène (ml/l) en septembre sur le profil D (44°10'N)

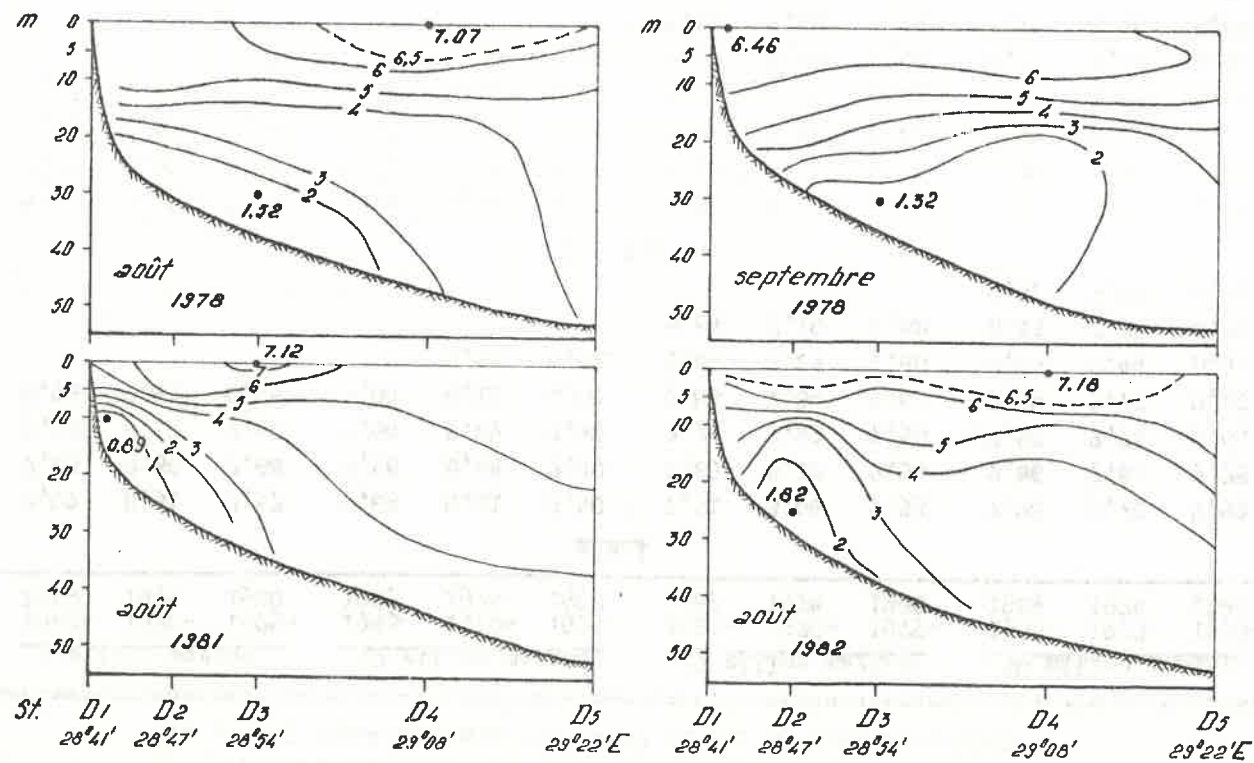


Fig.5 - Distribution de l'oxygène (ml/l) sur le profil D (44°10'N)

Valeurs moyennes de la teneur en oxygène (ml/l) sur le profil Est-Constanța (44°10'N) en mai et juin 1963-1980

48

=====												
<u>5 milles marins</u>				<u>10 milles marins</u>			<u>20 milles marins</u>			<u>30 milles marins</u>		
1963- 1969	1970- 1974	1975- 1980		1963- 1969	1970- 1974	1975- 1980	1963- 1969	1970- 1974	1975- 1980	1963- 1969	1970- 1974	1975- 1980
<u>M a i</u>												
0	7,97	8,31	7,57	7,69	8,21	7,50	7,51	8,06	7,53	7,78	7,76	7,59
5	7,65	8,30	7,68	7,58	8,24	7,99	7,65	8,12	7,59	7,86	7,82	7,75
10	8,04	8,12	7,50	7,64	8,29	7,98	7,76	7,99	7,58	7,87	7,74	7,45
20	6,96	7,43	6,55	7,04	8,12	6,69	7,85	7,89	6,82	7,69	7,72	7,25
30					7,51	6,52	6,89	7,24	6,66	7,26	7,44	6,95
40							6,84	7,19	6,52	6,83	7,34	6,59
50										6,51	7,25	6,52
<u>J u i n</u>												
0	8,10	8,17	7,29	7,22	8,16	7,09	6,82	8,17	8,03	6,84	7,81	7,97
5	7,77	7,94	6,87	7,22	7,76	6,94	6,94	7,95	7,58	6,84	7,49	7,40
10	7,20	6,67	6,30	7,82	7,01	6,56	7,16	7,30	7,44	6,87	7,21	6,85
20	6,25	6,46	5,63	7,39	6,96	6,42	7,20	7,35	6,45	6,95	7,55	6,74
30					6,37	5,82	5,92	6,65	6,09	6,71	7,45	6,32
40							5,37	5,49	5,59	6,21	6,90	5,80
50										5,71	6,84	5,56
=====												

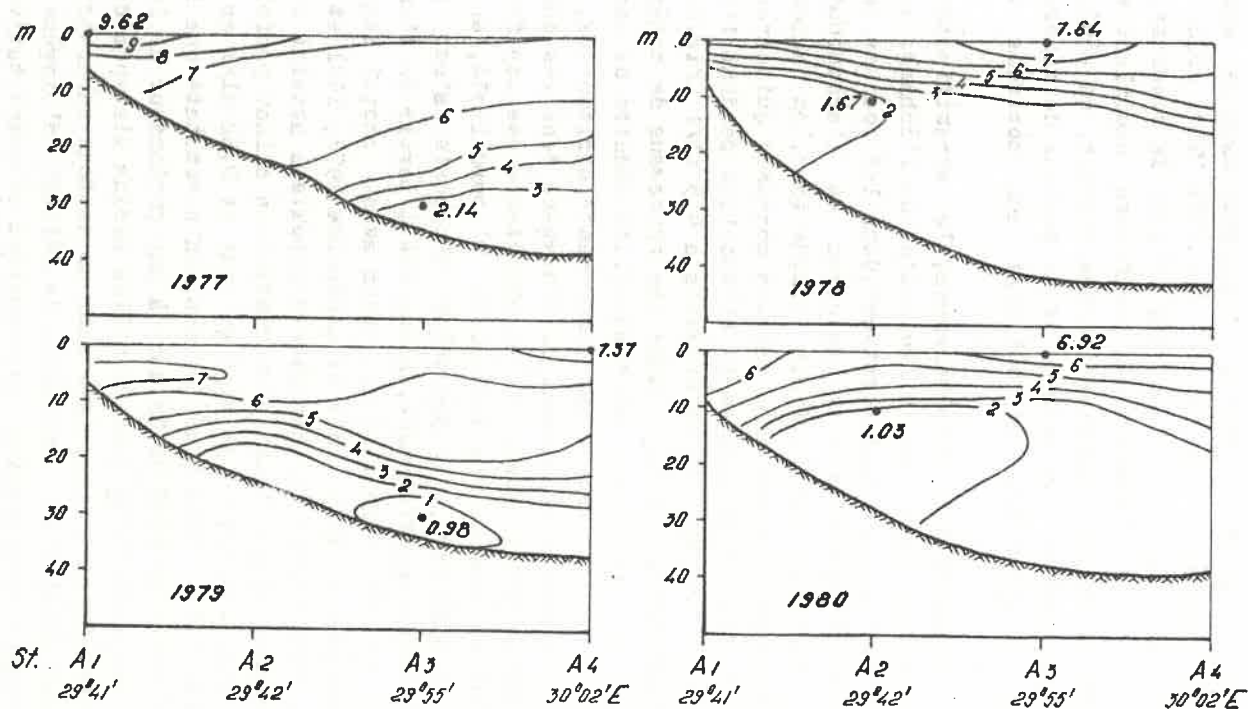


Fig.6 - Distribution de l'oxygène (ml/l) sur le profil A (45°05'N)

La diminution du taux d'oxygène à partir de 1975, caractéristique pour tout l'intervalle mai-septembre, a été ressentie dans toute la couche 0-50 m et surtout dans les eaux au-dessous de la thermocline. En mai et juin 1975-1980, grâce à la distribution verticale spécifique, les baisses de concentration dans la masse de l'eau n'étaient pas uniformes, oscillant entre 0,07 et 1,28 ml/l. Les valeurs enregistrées étaient, en général, légèrement plus petites que celles de la période de référence, mais sans diminuer au-dessous de 5,5 ml/l aux horizons inférieurs (Tableau 2).

Au cours des mois suivants, la stratification thermosaline accentuée, ainsi que la limitation de l'échange vertical au niveau de la thermocline, déterminent, dans les couches inférieures de celle-ci, l'apparition, le maintien et l'accentuation d'un déficit d'oxygène depuis l'été jusque tard, en automne. Cette situation se reflète dans les valeurs moyennes qui caractérisaient les eaux situées au-dessous de la thermocline pendant l'intervalle 1975-1980, et qui étaient inférieures à 4,5 ml/l (Fig.2-4). L'intense consommation d'oxygène dans les processus de minéralisation de la matière organique, à une possibilité réduite de compensation de celui-ci, due seulement aux mouvements horizontaux, conduit à l'appauvrissement considérable de l'oxygène dans les eaux situées sous la thermocline: aussi a-t-on enregistré des cas fréquents de diminution au-dessous de 3,00 ml/l. D'abord isolé, en août 1972 et en septembre 1974, le phénomène d'hypoxie s'est répété sur notre littoral, régulièrement, chaque été à partir de l'année 1975.

En vue d'exemplifier, nous avons choisi les périodes juillet-septembre 1975, août et septembre 1978, 1981 et août 1981 et 1982, périodes où le phénomène d'hypoxie a atteint des pointes maximales, les diminutions de concentration allant parfois presque jusqu'à l'épuisement (0,33 ml/l en août et 0,32 ml/l en septembre 1975) (Fig.2-5). Dans tous les cas, on a constaté que les masses d'eau voisines au fond de la mer (à une profondeur de 10-40 m) de la zone comprise entre 1 et 20 milles marins distance de la côte, ont été extrêmement affectées. Dans ce secteur, caractérisé par la plus dense population benthique, le déficit d'oxygène a produit d'importantes modifications qualitatives et quantitatives dans la structure des peuplements benthiques (6, 8, 11).

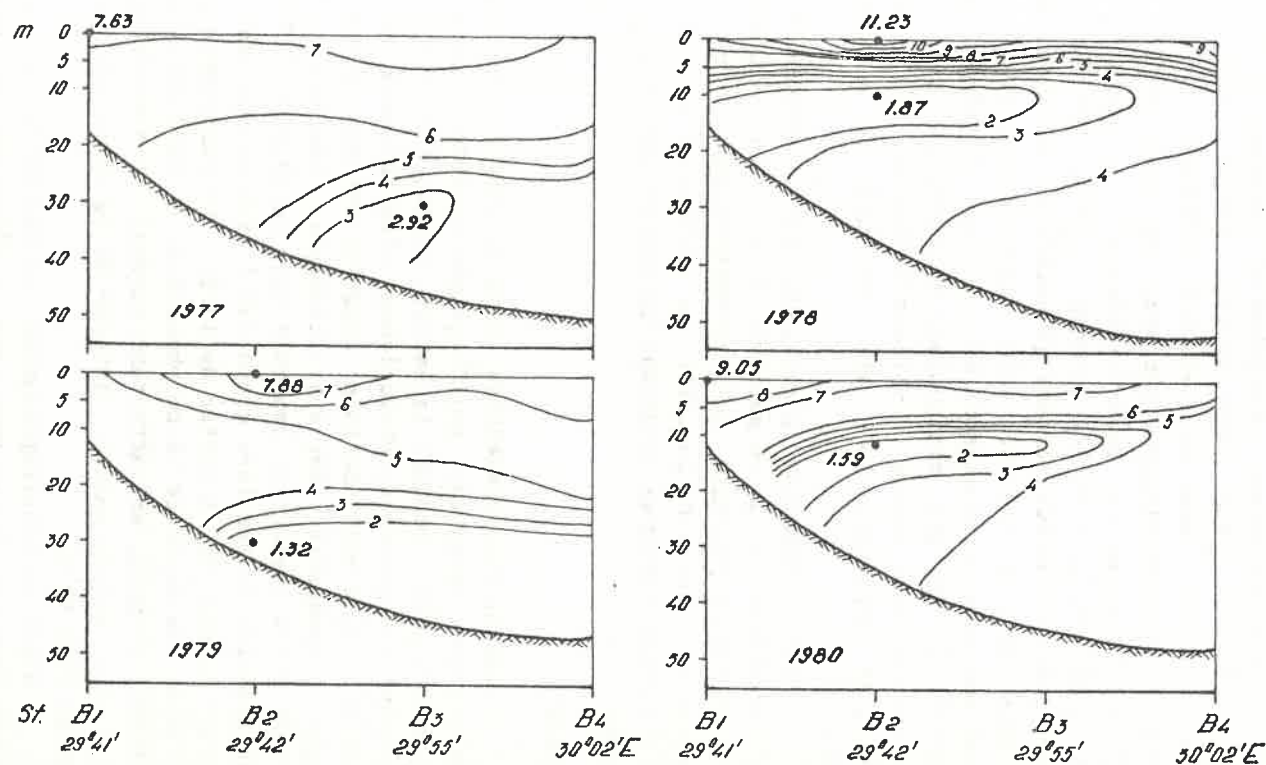


Fig.7 - Distribution de l'oxygène (ml/l) sur le profil B (44°55'N)

Les observations effectuées en septembre-octobre 1977-1980 dans la zone marine située devant les embouchures du Danube, ont mis en évidence aussi le phénomène d'hypoxie dans ce secteur particulier de notre littoral. Sur tous les trois profils analysés le déficit d'oxygène des eaux voisines au fond marin (profondeur allant de 10 à 40 m) - dû à l'intense consommation d'oxygène nécessaire pour oxyder les grandes quantités de substance organique dans cette zone (9) - a été très accentué, en enregistrant fréquemment des baisses au-dessous de 3,00 ml/l (Fig.6-8). Cet aréal se caractérise par les diminutions de l'oxygène dans l'horizon 0-10 m avec de très grands gradients verticaux, qui atteignirent 1,22 ml/l en septembre 1979 et 1,16 ml/l en septembre 1980 (Fig.8).

Cette situation s'explique par la présence, dans la couche superficielle de ce secteur, d'un excès permanent de nutriments de nature fluviale, qui entretient une intense activité biologique à la suite de laquelle se produisent de grandes quantités d'oxygène beaucoup au-dessus du niveau caractéristique pour la saison.

CONCLUSIONS

Les données présentées dans le travail ci-présent ont mis en évidence certaines modifications survenues dans la dynamique de l'oxygène pendant la saison chaude, à partir de l'année 1969, grâce aux processus biologiques plus intenses qui ont lieu dans la mer. Ces modifications consistaient dans l'augmentation du degré d'oxygénation des eaux littorales pendant l'intervalle 1969-1974 et sa diminution sensible dans la période 1975-1982. Ce qui caractérise la dernière étape est l'installation du phénomène d'hypoxie chaque été à partir de 1975. Nos observations ont mis en évidence la présence de ce phénomène au nord ainsi qu'au sud du littoral roumain, en affectant surtout la zone marine située entre 1 et 20 milles marins distance de la côte, aux profondeurs allant de 10 à 40 m.

Effet de l'eutrophisation et des floraisons répétées, l'hypoxie favorise à son tour (par la réduction des populations de mollusques consommateurs de phytoplancton) le maintien et

l'accentuation de l'eutrophisation, milieu favorable au déclenchement de nouvelles floraisons.

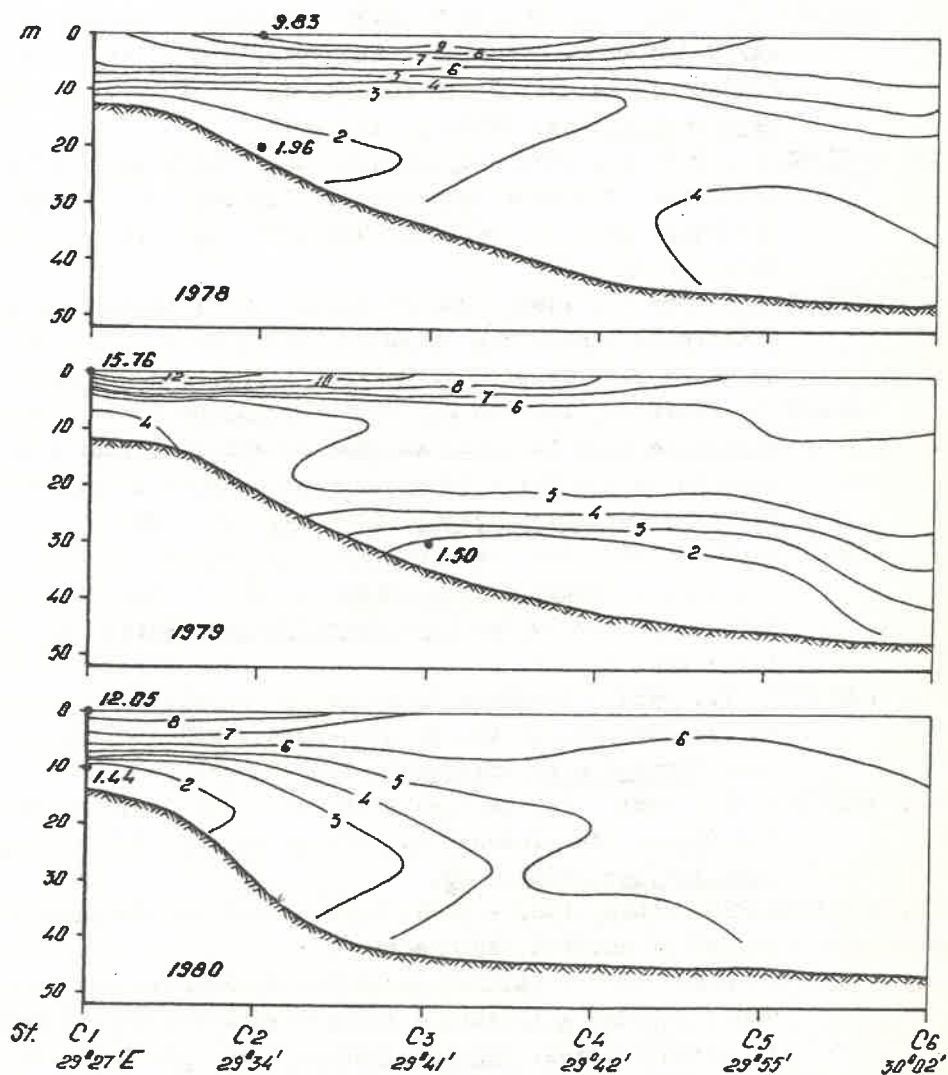


Fig.8 - Distribution de l'oxygène (ml/l) sur le profil C (44°45'N).

BIBLIOGRAPHIE:

1. BODEANU N., ROBAN A., 1975 - Données concernant la floraison des eaux du littoral roumain de la mer Noire avec le Péri-dinien Exuviaella cordata. Cercetări marine, IRCM, 8: 43 - 62.
2. BODEANU N., ROBAN A., USURELU M., 1978 - Éléments concernant la structure et la dynamique du phytoplancton du littoral roumain de la mer Noire pendant la période 1972-1977. Cercetări marine, IRCM, 9: 151 - 178.
3. COCIASU A., POPA L., 1976 - Dynamique des phosphates et des silicates des eaux marines du littoral roumain de la mer Noire dans la période 1959-1975. Cercetări marine, IRCM, 9: 41 - 58.
4. COCIASU A., POPA L., 1980 - Observations sur l'évolution des principaux paramètres physico-chimiques de l'eau marine de la zone Constanța. Cercetări marine, IRCM, 13: 51-61.
5. COCIASU A., POPA L., DOROGAN L., 1981 - Dynamique de la matière organique dans les eaux marines devant le littoral roumain de la mer Noire (d'après les données sur l'oxydabilité). Cercetări marine, IRCM, 14: 19 - 29.
6. GOMOIU M.-T., 1977 - Les conséquences négatives de la floraison des eaux à Exuviaella cordata Ostenf. du littoral roumain de la mer Noire. Rapp.Comm.Int.mer Médit., 24, 2: 121 - 122.
7. GOMOIU M.-T., 1982 - Tendințe în evoluția ecosistemelor marine costiere din partea de nord-vest a M.Negre. Simpozionul "Evoluție și adaptare", Cluj-Napoca.
8. GOMOIU M.-T., 1983 - Sur la mortalité en masse des organismes benthiques du littoral roumain de la mer Noire. Rapp.Comm.Int.mer Médit., 28.
9. OCEANOGRAPHIC ATLAS, 1982 - IRCM, Laboratorul de oceanografie fizică și chimică, București.
10. TOLMAZIN D.M., 1977 - Ghidrologo-ghidrohimiceskaia struktura vod v raionah ghipoksii i zamorob severo-zapadnoi ceasti Cernogo Morea. Biologia morea, Kiev, 43: 12 - 17.
11. TIGANUS V., 1976 - Observații asupra bentosului marin din zona Constanța în condițiile anului 1975. Cercetări marine, IRCM, 9 supl.: 151 - 178.