

Cercetări marine	I.R.C.M.	Nr.16	25 - 38	1983
------------------	----------	-------	---------	------

OBSERVATIONS SUR LES CARACTÉRISTIQUES HYDROLOGIQUES ET HYDROCHIMIQUES EN DEHORS DU PLATEAU CONTINENTAL D'OUEST DE LA MER NOIRE

*Gh. Șerpoianu , S. Pușcașu , Ion Nae , Lucia Popa ,
Adriana Cociașu et Liliana Dorogan*

Institut Roumain de Recherches Marines - Constanța

ABSTRACT:

This paper presents an analysis of the hydrological and hydrochemical observations carried out seasonally on the outer continental shelf in the western part of the Black Sea, in three stations (44°00'E, 31°00'E; 43°00'E, 30°00'E and 43°00'E, 31°00'E).

INTRODUCTION

La stratification de la salinité des eaux de la mer Noire avec de grands gradients dans la couche 0-200 m - par suite du grand apport des eaux fluviales, d'une part, et de la pénétration par le Bosphore des eaux d'origine méditerranéenne, d'autre part - détermine dans cette mer une structure hydrologique qui diffère beaucoup par rapport à la situation existante dans autres mers et en océans. Ainsi, dans la couche de profondeur, à la limite du plateau continental de la mer Noire, ainsi que dans la mer ouverte au-dessous de 150-200 m, le contenu en oxygène baisse jusqu'à la disparition et on constate l'apparition de l'hydrogène sulfuré, ce qui fait impossible le développement des organismes aquatiques, à l'exception des bactéries anaérobies (1, 2, 4, 5, 7, 8, 9).

La zone marine au-dehors du plateau continental d'ouest de la mer Noire a été peu étudiée, ce qui explique le nombre réduit de travaux rencontrés dans la littérature spécialisée (1,4).

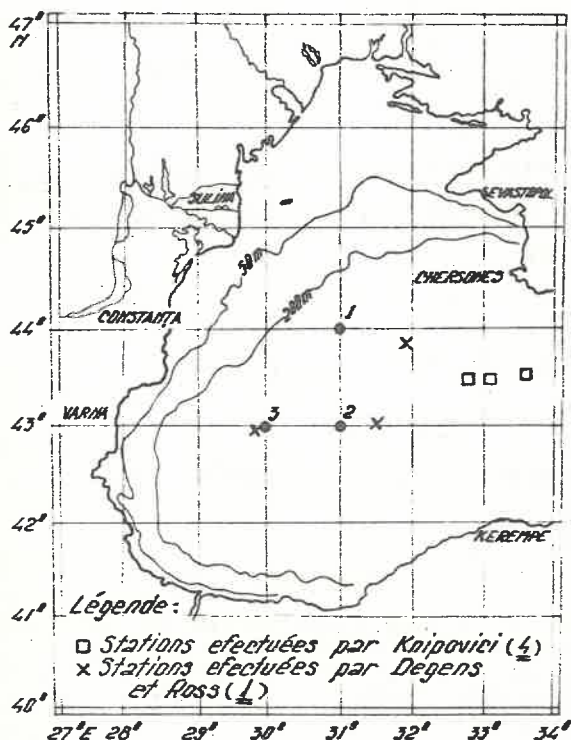


Fig.1 - Position des stations effectuées (1, 2, 3)

du navire, les autres déterminations ont été exécutées dans le laboratoire, comme suit: la salinité par la méthode Mohr-Knudsen; l'oxygène par la méthode Winkler; les sels nutritifs par les méthodes indiquées par Grasshoff (3).

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Le régime thermique. Pendant l'hiver la couche 0-50 m est homogène de point de vue thermique, les valeurs moyennes de la température oscillant entre 7,35- 7,37°, les valeurs extrêmes

Dans ce travail on présente les résultats des recherches effectuées saisonnièrement (février, mai, août, novembre) dans la période 1978-1980 en 3 stations avec les coordonnées 44°00' N, 31°00' E; 43°00'N, 31°00'E et 43°00' N, 30°00' E (Fig.1). Les observations ont été effectuées jusqu'à la profondeur de 400 m et se réfèrent à la température de l'eau marine, la salinité, l'oxygène, l'hydrogène sulfuré et les sels nutritifs. A l'exception de la température qui a été enregistrée au bord

Tableau 1

Valeurs caractéristiques de la température et de la salinité de l'eau marine,
pendant la période 1978 - 1980

=====												
	Février			Mai			Août			Novembre		
	Min.	Max.	Moy.	Min.	Max.	Moy.	Min.	Max.	Moy.	Min.	Max.	Moy.
=====												
Température °C												
0	6,82	7,96	7,37	13,90	15,80	14,67	21,40	23,52	22,08	14,67	14,73	14,70
10	6,79	7,94	7,36	11,37	12,39	11,99	21,00	23,60	22,06	14,70	14,73	14,72
25	6,73	7,94	7,35	8,39	11,21	9,57	10,62	16,14	13,46	14,10	14,73	14,42
50	6,84	7,93	7,36	8,18	8,34	8,27	7,81	8,50	8,18	8,42	13,04	10,73
75	7,83	8,39	7,98	8,40	8,52	8,48	7,41	8,14	7,74	8,00	8,45	8,22
100	8,18	8,61	8,34	8,50	8,69	8,60	7,93	8,47	8,08	8,01	8,37	8,19
125	8,20	8,72	8,51	8,73	8,77	8,76	8,40	8,80	8,49	8,51	8,60	8,56
150	8,43	8,76	8,64	8,81	8,90	8,86	7,69	8,70	8,42	8,64	8,73	8,68
175	8,49	8,79	8,67	8,89	8,91	8,90	7,94	8,68	8,59	8,69	8,79	8,74
200	8,56	8,92	8,75	8,81	8,90	8,87	8,66	8,80	8,74	8,78	8,80	8,79
300	8,67	8,94	8,82	8,90	8,94	8,92	8,82	8,97	8,91	8,86	8,89	8,88
400	8,73	9,13	8,87	9,00	9,03	9,02	8,87	8,96	8,91	8,96	9,00	8,98
=====												
Salinité ‰												
0	18,30	18,55	18,44	17,14	18,51	17,93	17,02	19,04	17,91	18,93	19,05	18,99
10	18,26	18,69	18,49	18,44	18,53	18,48	17,52	19,11	18,33	19,05	19,11	19,08
25	18,21	18,77	18,51	18,48	18,59	18,54	18,30	19,11	18,62	19,05	19,11	19,08
50	18,31	18,82	18,62	18,55	19,61	18,93	18,64	19,16	18,83	19,14	19,14	19,14
75	18,95	20,10	19,68	18,87	20,43	19,57	18,82	19,43	19,10	19,28	20,28	19,78
100	20,26	20,84	20,47	20,28	20,97	20,64	19,07	20,37	19,88	19,93	20,47	20,20
125	20,55	21,56	20,89	20,79	21,24	21,02	20,10	20,75	20,45	20,51	20,76	20,64
150	20,64	21,69	21,16	20,82	21,46	21,14	20,51	21,37	20,94	20,69	21,14	20,92
175	21,04	21,76	21,38	21,18	21,58	21,38	20,85	21,42	21,07	20,92	21,21	21,06
200	21,44	21,82	21,59	21,53	21,76	21,64	20,93	21,64	21,24	21,00	21,38	21,19
300	21,65	21,87	21,76	21,62	22,00	21,79	21,48	21,78	21,68	21,52	21,74	21,63
400	21,76	22,16	21,89	21,73	22,00	21,86	21,76	21,98	21,90	21,72	21,74	21,73
=====												

étant de $6,73^{\circ}$ et respectivement $7,96^{\circ}\text{C}$. A partir de la profondeur de 75 m la température de l'eau marine augmente légèrement, arrivant à maximum $9,13^{\circ}\text{C}$ à 400 m (Tableau 1).

Au printemps et en été on constate l'augmentation de la température de l'eau marine jusqu'à 75 m, profondeur au-dessous de laquelle les valeurs présentent une grande similitude avec celles rencontrées en hiver. Les différences saisonnières des valeurs moyennes de la couche 75 - 400 m ont oscillé entre $0,74^{\circ}$ à 75 m et $0,15^{\circ}$ à 400 m.

Dans la couche 0-75 m l'amplitude des oscillations saisonnières a représenté $16,70^{\circ}$ à la surface (de $6,82^{\circ}$ à $23,52^{\circ}$) et diminue avec la profondeur jusqu'à $6,20^{\circ}$ à 50 m (de $6,84^{\circ}$ à $13,04^{\circ}$) et $1,11^{\circ}$ à 75 m ($7,41^{\circ}$ - $8,52^{\circ}$).

L'augmentation de la température avec une certaine profondeur - 75 m en mai, 100 m en août et 125 m en novembre - reflète la circulation verticale très limitée au cas de la mer Noire.

Le régime salin a présenté dans tous les cas une caractéristique commune qui consiste dans l'augmentation remarquable de la salinité avec la profondeur (Tableau 1).

L'analyse des valeurs moyennes nous permet de remarquer les suivantes particularités saisonnières:

- Pendant l'hiver la couche 0-50 m est quasi-homogène, les valeurs moyennes oscillant entre $18,44\%$ - $18,62\%$. La plus grande différence des valeurs moyennes ($1,06\%$), se situe dans la couche 50-75 m. La salinité maximum observée a représenté $22,16\%$ à la profondeur de 400 m.

- Au printemps et en été les gradients atteignent les valeurs maxima dans la couche 75-100 m. Dans ces saisons ont été enregistrées les plus basses salinités, $17,14\%$ et respectivement $17,02\%$ - considérablement plus petites que dans les autres saisons - ce qui indique une influence plus active des eaux douces fluviales. Les plus grandes salinités ont été de $22,00\%$ et $21,98\%$, toutes les deux à la profondeur de 400 m.

- En automne dans la couche 0-50 m on constate, comme pendant l'hiver, la même tendance d'homogénéisation de la salinité mais ayant des valeurs plus élevées cette fois-ci. Les valeurs maxima ont dépassé légèrement 19% , ce qui représente une excep-

Tableau 2

Valeurs caractéristiques de la densité et de l'oxygène de l'eau marine
pendant la période 1978-1980

=====												
	Février			Mai			Août			Novembre		
	Min.	Max.	Moy.	Min.	Max.	Moy.	Min.	Max.	Moy.	Min.	Max.	Moy.
Densité σ_t												
0	14,31	14,56	14,42	12,50	13,49	12,97	10,77	11,78	11,29	13,73	13,82	13,78
10	14,28	14,62	14,47	13,79	13,98	13,85	11,08	11,80	11,62	13,82	13,86	13,84
25	14,25	14,66	14,48	14,02	14,34	14,23	13,02	14,10	13,71	13,86	13,93	13,89
50	14,25	14,73	14,57	14,37	15,25	14,67	14,44	14,87	14,64	14,20	14,85	14,52
75	14,71	15,65	15,33	14,65	15,85	15,19	14,68	15,70	15,02	14,95	15,79	15,37
100	15,72	16,18	15,88	15,72	16,26	16,00	14,85	15,87	15,47	15,48	15,94	15,71
125	15,98	16,70	16,20	16,10	16,43	16,26	15,64	16,06	15,85	15,92	16,10	16,01
150	16,02	16,77	16,39	16,11	16,59	16,35	15,60	16,53	16,03	16,03	16,35	16,19
175	16,29	16,83	16,54	16,35	16,68	16,52	16,16	16,57	16,32	16,39	16,43	16,41
200	16,57	16,88	16,70	16,63	16,83	16,74	16,22	16,71	16,43	16,22	16,52	16,37
300	16,74	16,93	16,84	16,72	17,01	16,81	16,60	16,85	16,76	16,63	16,81	16,72
400	16,82	17,11	16,94	16,78	17,00	16,89	16,83	17,00	16,92	16,78	16,80	16,79
Oxygène ml/l												
0	7,44	8,20	7,84	6,28	7,09	6,76	5,66	6,10	5,82	6,43	6,56	6,50
10	7,33	8,40	7,82	6,61	7,55	7,14	5,56	5,81	5,69	6,21	6,37	6,29
25	5,19	8,10	7,38	6,97	7,78	7,39	6,70	7,80	7,36	6,36	6,40	6,38
50	6,99	8,17	7,51	7,07	7,69	7,24	3,99	7,27	6,16	6,63	7,10	6,86
75	1,41	7,22	2,94	1,01	3,72	2,67	0,97	5,89	4,14	2,48	2,82	2,65
100	0,41	1,92	0,92	0,58	1,83	1,02	0,31	2,86	1,83	0,61	1,11	0,86
125	0,54	1,68	0,86	0,74	0,81	0,78	0,52	1,32	0,85	0,61	0,71	0,61
150	0,07	0,97	0,45	0,44	0,66	0,55	0,32	0,75	0,53	0,30	0,48	0,39
175	0	0,63	0,30	0,46	0,49	0,48	0,29	0,58	0,42	-	-	-
200	0	0,53	0,27	0,19	0,25	0,22	0,20	0,37	0,28	-	-	-
300	0	0,20	0,11	-	-	-	0	0	0	-	-	-
400	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
=====												

tion pour cette couche d'eau. On remarque la plus grande augmentation de la salinité dans la couche 50-75 m (0,64‰).

Sans tenir compte des caractéristiques saisonnières rencontrées, que nous avons soulignées, on maintient toujours la caractéristique commune d'augmentation remarquable de la salinité, avec la profondeur. La différence des valeurs moyennes entre la surface et 100 m a oscillé entre 1,21‰ en automne (18,99-20,20‰) et 2,71 au printemps (17,93-20,64‰), fait qui détermine de grandes différences de la densité (Tableau 2), et limite considérablement la circulation verticale des eaux. On remarque que la densité maximum enregistrée pendant l'hiver à la surface (14,56) a été inférieure à celle minimum signalée à 75 m (14,71), dans la même saison (Tableau 2).

En dehors du plateau continental d'ouest de la mer Noire entre les parallèles qui délimitent nos stations, on dispose aussi des données sur la salinité, obtenues dans les expéditions de KNIPOVICI (stations 486, 487 et 488 effectuées en juin 1925) et DEGENS et ROSS (stations 1444, 1445 et 1461 effectuées en juillet 1969). Les stations 1446 et 1461 ont une position très proche de nos stations (Fig.1).

Les courbes des valeurs minima et maxima présentées dans la figure 2 nous permettent de remarquer que les salinités enregistrées dans nos campagnes sont plus proches de celles trouvées par DEGENS et ROSS. Les différences - à l'exception de deux cas - ont été négatives pour les minima et positives pour les maxima. Les oscillations plus grandes s'expliquent par le fait que nos observations ont été exécutées dans toutes les saisons, pendant trois années.

Aux cas des salinités minima - à l'exception de la couche 0-10 m, où nous avons surpris des situations d'influence plus active des eaux douces fluviales - la différence des valeurs a oscillé entre 0,06‰ à 125 m et 0,37‰ à la profondeur de 200m. Seulement à 75 m la salinité trouvée par DEGENS et ROSS a été avec 0,21‰ plus basse (Fig. 2a).

En ce qui concerne les valeurs maxima - à l'exception de 400 m où les salinités ont été égales - la différence positive a oscillé entre 0,17 ‰ à 25 m et 0,55 ‰ à 125 m. On remarque le

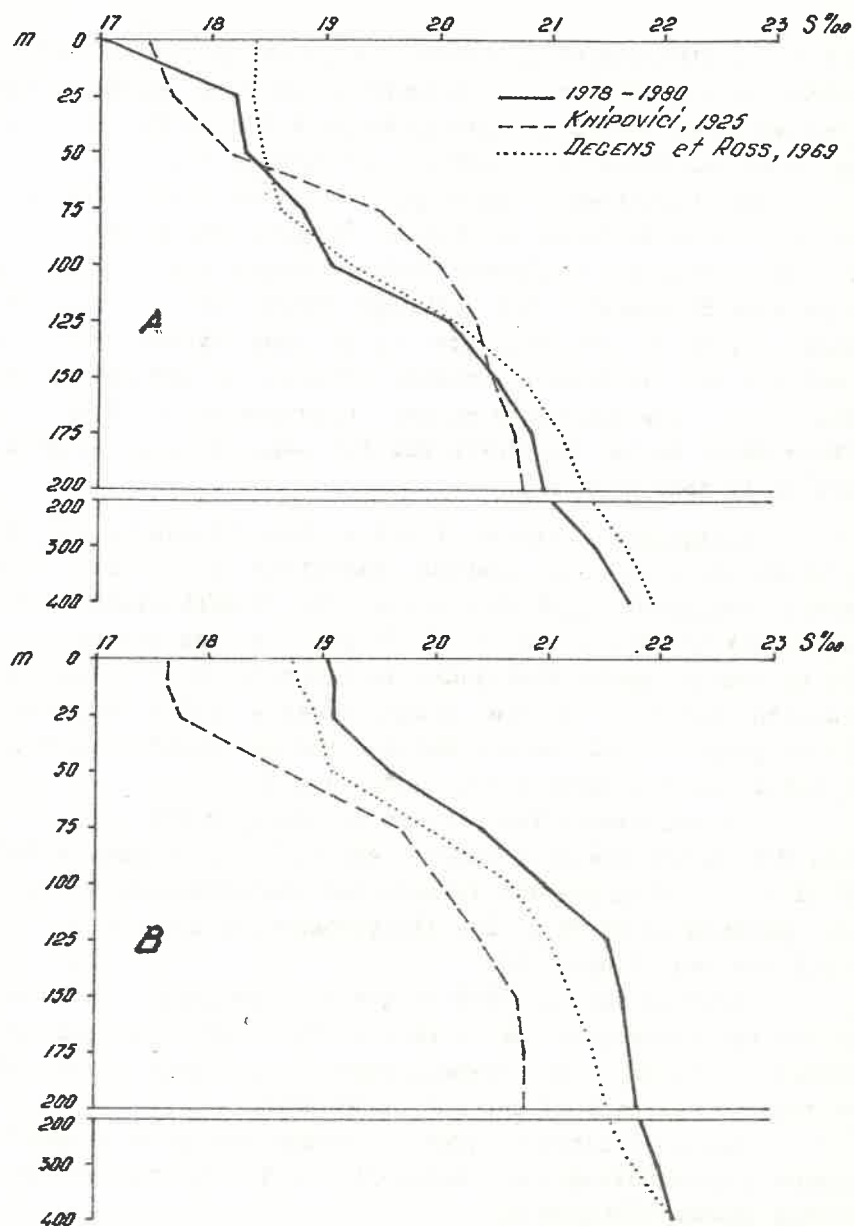


Fig.2 - Valeurs minima (a) et maxima (b) de la salinité de l'eau marine, enregistrées dans la zone étudiée

fait que les différences positives de la couche 0-25 m sont dues aux observations effectuées pendant l'été et en automne, tandis que celles enregistrées au-dessous de 50 m résultent des observations faites en hiver et au printemps (Tableau 1).

Les salinités obtenues par KNIPOVICI présentent en général de grandes différences (Fig.2) ce qu'on explique par la position des stations. Celles-ci sont emplacements vers l'est (Fig.1) dans la zone du courant S-N existant entre Cap Chersones et Cap Kerempe. Ainsi on peut expliquer aussi les petites oscillations des valeurs pour la même profondeur (Fig.2). Il est nécessaire de préciser que les salinités maxima trouvées par KNIPOVICI pour d'autres zones de la mer Noire ont été beaucoup plus élevées que celles de la zone analysée.

L'oxygène. Pendant l'hiver, dans la couche 0-50 m ont été observées les plus grandes quantités d'oxygène - valeurs moyennes dépassant 7,38 ml/l - avec une distribution verticale relativement homogène. Entre 50 et 75 m a lieu une baisse considérable du contenu moyen d'oxygène, de 7,51 ml/l à 2,94 ml/l. Cette diminution continue à être grande jusqu'à 100 m (moyenne 0,92 ml/l) et puis devient relativement uniforme, jusqu'à la disparition totale de l'oxygène à 400 m (Tableau 2).

Au printemps, les valeurs moyennes de l'oxygène dans la couche 0-10 m ont été plus basses avec 1,08 ml/l et respectivement 0,68 ml/l. Les plus grandes valeurs ont été signalées entre 25 et 50 m. Au-dessous de 75 m les différences par rapport à l'hiver, ont été petites (Tableau 2).

Pour la saison d'été ce que nous retient l'attention ce sont les concentrations de la couche 75 - 100 m où les valeurs moyennes - 4,14 ml/l et respectivement 1,83 ml/l - ont été les plus grandes par rapport aux autres saisons.

Enfin en automne, dans la couche 0-50 m on remarque une tendance d'homogénéisation. Entre 75 - 175 m les valeurs ont été les plus basses (Tableau 2).

Les données exposées mettent en relief le fait que pendant toute l'année, entre 50 et 100 m a lieu une diminution forte du contenu en oxygène. Au-dessous de 100 m la baisse est presque uniforme, jusqu'à la disparition totale, qui a eu la limite supérieure à 175 m.

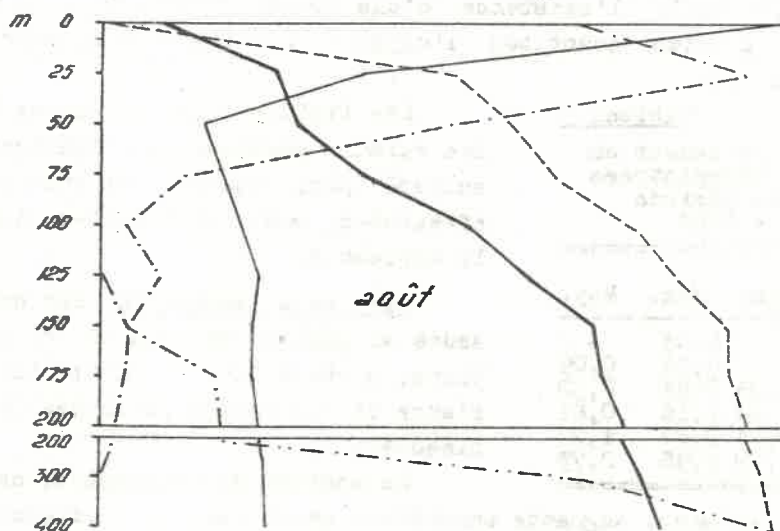
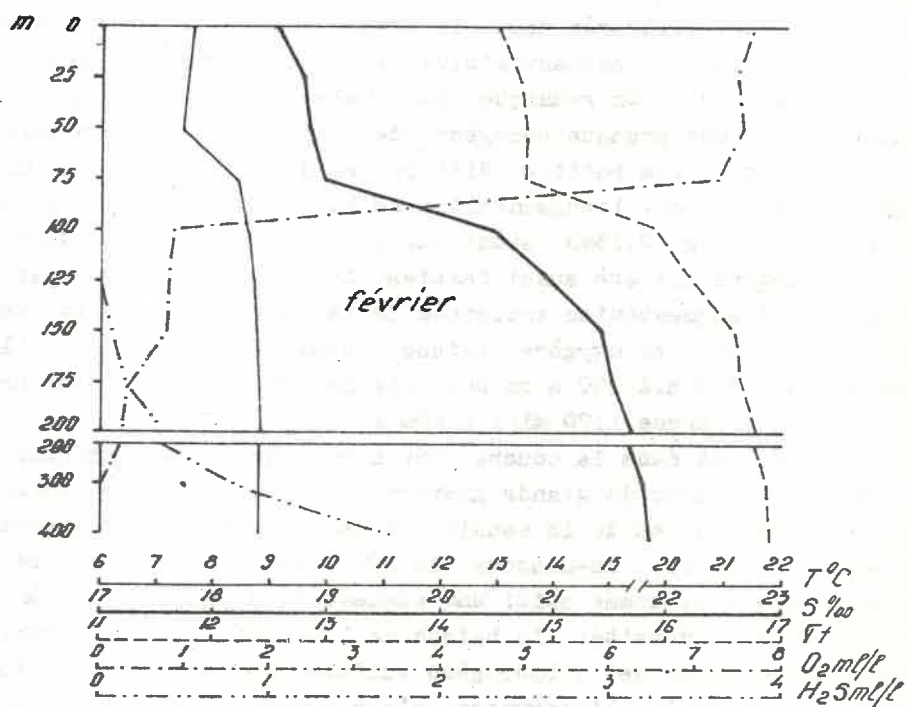


Fig.3 - Répartition verticale du T, S, Tt, O₂, H₂S (43°00'N, 31°00'E - année 1978)

L'image générale des variations de l'oxygène avec la profondeur est illustrée dans la figure 3 qui reproduit les résultats enregistrés pendant l'hiver et en été dans la station 2, effectuée en 1978. On remarque que dans la période d'hiver la couche 0-50 m est presque homogène de point de vue thermo-salin, ce qui explique les petites différences de densité et oxygène. Dans le cas analysé, l'augmentation de la salinité entre 50-75 m, a été de seulement 0,13‰, ainsi que les variations de la densité et de l'oxygène ont été aussi faibles. Au-dessous de 75 m, parallèlement à l'augmentation accentuée de la salinité et de la densité, le contenu en oxygène baisse considérablement jusqu'à 0 analytique à 300 m. A 150 m on constate la présence de l'hydrogène sulfuré qui atteint 1,70 ml/l à 400 m.

En été, dans la couche 0-50 m on crée une stratification thermo-saline avec de grands gradients, ce qui change beaucoup l'allure des courbes de la densité et de l'oxygène, par rapport à la saison d'hiver. Au-dessous de 100 m on maintient les mêmes caractéristiques, comme suit: une augmentation puissante de la salinité et de la densité; la baisse de l'oxygène jusqu'à 0 analytique; la présence de l'hydrogène sulfuré qui arrive cette fois jusqu'à 3,96 ml/l; l'existence d'une couche (150-200 m) où on trouve en petites quantités l'oxygène ainsi que l'hydrogène sulfuré (Fig.3).

Tableau 3

Valeurs de la teneur en H_2S (ml/l) enregistrées pendant la période 1978 - 1980

Profondeur	Min.	Max.	Moy.
125	0	0,03	-
150	0	0,36	0,09
175	0,05	0,83	0,30
200	0,18	1,16	0,61
300	0,74	2,82	1,77
400	1,70	3,96	2,73

Les limites des variations et les valeurs moyennes de l'hydrogène sulfuré pour toutes les stations effectuées, sont reproduites dans le tableau 3.

Les sels nutritifs ont présenté en général de grandes variations, surtout dans la partie inférieure de la couche analysée (Tableau 4).

Le contenu en phosphates, dans toutes les saisons, augmente considérablement avec la profondeur. Ainsi, tandis que dans la couche 0-50 m la valeur maximum a représenté $33,1 \mu gP-PO_4^{3-}/l$, au-dessous de 100 m ont été fréquentes

les valeurs dépassant $100 \mu\text{gP-PO}_4^{3-}/\text{l}$. Les gradients maxima se sont situés entre 125-150 m (Tableau 4, Fig.4). Dans la couche 0-100 m on remarque des variations saisonnières importantes, les quantités trouvées étant plus petites en été et en automne.

Tableau 4

Limites d'oscillation des sels nutritifs dans la zone étudiée pendant la période 1978-1980

Profondeur m	Phosphates		Silicates		Nitrites		Nitrates	
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
0	0	21,5	207	1594	0	12,6	16,3	176,0
5	0	21,5	350	2474	1,6	43,8	10,6	166,8
10	0	24,8	295	2026	0	38,1	13,6	178,3
25	0	26,5	335	1811	0	34,0	9,3	179,4
50	0	33,1	261	2140	0	35,9	5,4	191,6
75	0	49,7	627	3636	0	10,1	6,5	209,2
100	0	145,8	579	2825	0	10,9	24,1	246,2
125	0	177,3	333	5094	0	20,8	2,7	190,2
150	0	210,4	806	2644	0	12,3	2,7	190,8
175	0	228,7	1155	2904	0	25,2	10,1	260,2
200	0	178,9	1025	5403	0	26,7	12,3	186,8
300	38,1	165,7	1227	5251	1,6	37,8	11,0	242,7
400	38,1	188,9	1188	4483	2,3	86,6	5,5	254,4

Les silicates, tout comme les phosphates, ont présenté la même tendance d'augmentation avec la profondeur, la valeur maximum enregistrée représentant $5403 \mu\text{gSi-SiO}_4^{4-}/\text{l}$ à 200 m (Tableau 4). Les plus grandes concentrations en silicates ont été signalées en été (Fig.4).

Parmi tous les sels nutritifs analysés, les nitrites ont eu les plus basses concentrations, avec une distribution relativement homogène tant verticale que saisonnière. Seulement à 400 m, pendant l'été et en automne, les valeurs ont été plus grandes, le maximum arrivant à $88,6 \mu\text{gN-NO}_2^-/\text{l}$ (Tableau 4, Fig.4).

Le contenu moyen de nitrates de la couche 0-175 m, d'environ $75 \mu\text{gN-NO}_3^-/\text{l}$ en hiver, augmente au printemps et en été aux valeurs de 100-125 $\mu\text{g}/\text{l}$ et baisse en automne environ de 25-50 $\mu\text{gN-NO}_3^-/\text{l}$ (Fig.4). Entre 200-400 m l'oscillation des valeurs moyennes est plus petite, les maxima enregistrées se situant en hiver.

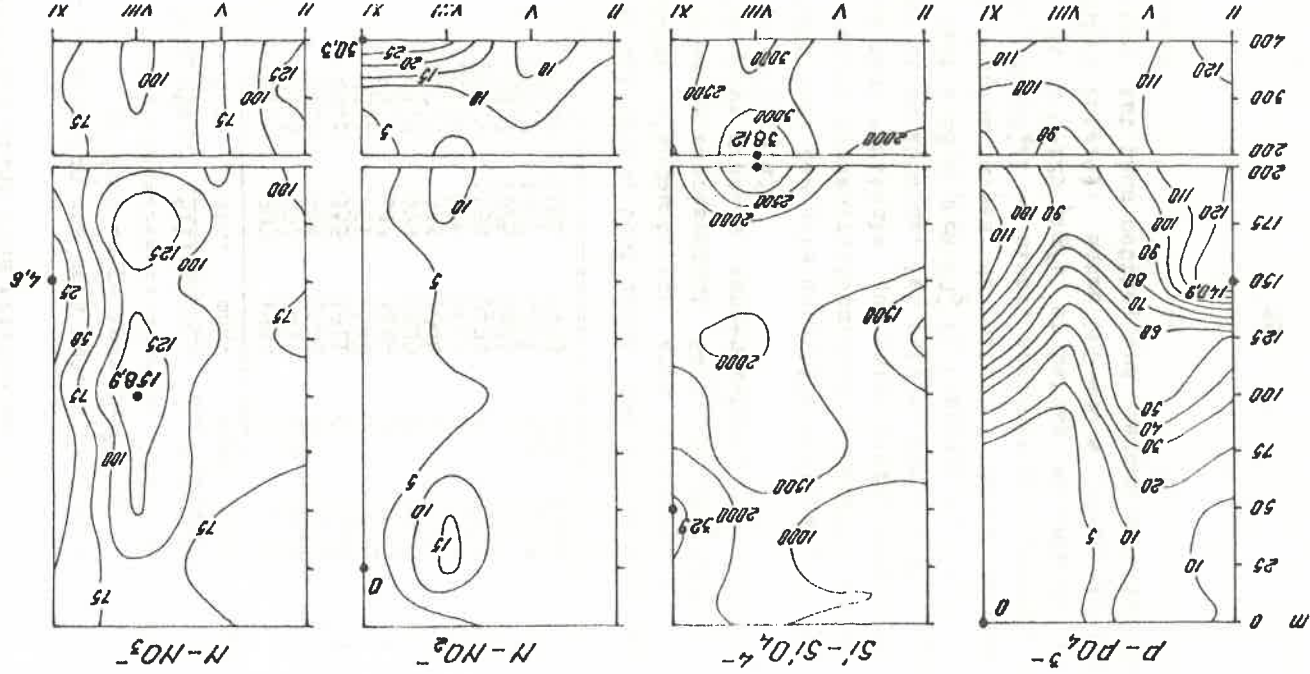


Fig. 4 - Distribution des sels nutritifs (valeurs moyennes, mg/l) dans la zone étudiée

CONCLUSIONS

Les recherches hydrologiques et hydrochimiques effectuées saisonnièrement en trois stations situées en dehors du plateau continental d'ouest de la mer Noire, entre les parallèles $44^{\circ}00'N$ - $43^{\circ}00'N$ ont mis en évidence pour la couche 0-400 m les caractéristiques principales suivantes:

La température de l'eau marine a oscillé à la surface entre $6,82^{\circ}$ et $23,52^{\circ}$, l'amplitude des oscillations diminuant avec la profondeur. Elle représente $6,20^{\circ}$ à 50 m et seulement $1,11^{\circ}C$ à 75 m. A l'exception de la période d'hiver, on a signalé l'existence d'un minimum thermique dans la couche 50-100 m, après lequel les valeurs augmentent jusqu'à $9,15^{\circ}$ à 400 m.

La salinité de l'eau marine a présenté des valeurs entre 17,02‰ à la surface et 22,16‰ à 400 m. Les plus grands gradients ont été signalés entre 50-100 m. Les salinités enregistrées dans la couche 25-400 m ont été en général proches de celles trouvées par DEGENS et ROSS dans la même zone.

La stratification puissante de la salinité dans la couche 0-200 m détermine de grandes différences de la densité et réduit la circulation verticale de l'eau. Ainsi on explique la diminution de l'oxygène jusqu'à 0 analytique et l'apparition de l'hydrogène sulfuré.

Dans la couche 150 - 200 m on a constaté l'existence simultanée dans de petites quantités, tant de l'oxygène que de l'hydrogène sulfuré. La limite supérieure de la disparition de l'oxygène a été 175 m.

En ce qui concerne les sels nutritifs on a remarqué une accumulation des phosphates et des silicates dans la partie inférieure de la couche analysée, tandis que les nitrites et les nitrates ont présenté de petites différences dans leur distribution verticale. Relativement à la dynamique saisonnière, le contenu en phosphates baisse pendant la période chaude de l'année, contrairement aux silicates et aux nitrates qui sont plus abondants dans la période respective.

BIBLIOGRAPHIE:

1. DEGENS E.T., ROSS D.A., 1974 - The Black Sea. Geology, Chemistry, Biology. American Association of Petroleum Geologists Tulsa, Oklahoma, U.S.A.
2. GRASSHOFF K., 1975 - The Black Sea, in Chemical Oceanography, 2, Ed. by Riley and Skirrow. Academic Press London.
3. GRASSHOFF K., 1976 - Methods of Sea water Analysis, Verlag Chemie, Weinheim, New York.
4. KNIPOVICI N.M., 1932 - Ghidrologhiceskie issledovania v Cernom More. Trudi Azovsko Cernomorsko naucino promislesov expeditii, 10.
5. MULLER L., 1928 - Alfred Merz Hydrographische Untersuchungen in Bosphorus and Dardanellen. Berlin.
6. SERPOIANU Gh., 1967 - Observations sur la pénétration des eaux méditerranéennes dans le bassin de la mer Noire. Hidrobiologia, 8: 279 - 251.
7. SERPOIANU Gh., 1973 - Le bilan hydrologique de la mer Noire. Cercetări marine, IRCM Constanța, 5-6: 145 - 153.
8. SERPOIANU Gh., CHIRILA V., 1958 - Observații asupra condițiilor fizico-chimice de la limita platoului continental românesc, în regiunea marină Midia-Mangalia. Bul. ICP, 17, 4: 5 - 14.
9. SERPOIANU Gh., CHIRILA V., 1969 - Observations sur les particularités hydrologiques des eaux de la mer Noire, dans la couche où la vie commence à disparaître. Rapp.Comm. Int.mer Médit., 19, 4: 689 - 692.