

Cercetări marine	I.R.C.M.	Nr.14	31-43	1981
------------------	----------	-------	-------	------

SALINITÉ ET MACRO-IONS CONSTITUANTS DANS LES EAUX MARINES DE LA ZONE SUD DU LITTORAL ROUMAIN DE LA MER NOIRE

Lucia Popa et Adriana Cociașu

Institut Roumain de Recherches Marines - Constanța

ABSTRACT:

Based on monthly observations carried out in the area Constantza - Mangalia, from February to September 1978, the paper presents the salinity and major ions distribution in the layer 0-20 m of the littoral marine waters.

On connaît que l'effet des grands débits fluviaux concentrés dans le coin nord-ouest du bassin pontique est fortement ressenti sur tout le plateau continental roumain de la mer Noire. Comme suite, la salinité des eaux est caractérisée par une évidente variabilité spatiale et temporelle, déterminée par les variations saisonnières des débits fluviaux, le régime des vents et des courants marins (6, 7).

Dans la zone littorale, où les processus de mélange des eaux douces avec celles typiquement marines sont plus actifs qu'en haute mer, la salinité des eaux est plus faible avec environ 3‰ par rapport à la salinité des eaux superficielles de la zone centrale de la mer (18,5‰). La moyenne multiannuelle de la salinité des eaux superficielles de la zone Constanța - point de référence du littoral roumain - pour la période 1959-1979 représente 15,20‰, valeur caractéristique pour les eaux mixomésohalines (2).

Le caractère saumâtre des eaux de la zone littorale est également prouvé par le taux élevé de carbonates et bicarbonates de calcium et de magnésium (1).

Le présent travail se propose de mettre en évidence, sur la base des observations effectuées pendant la période février-septembre 1978 en trois stations au sud du littoral roumain, ayant une distance approximativement égale entre elles (12 milles marins), les particularités de distribution de la salinité et des macro-ions constituants dans les conditions météorologiques et hydrologiques spécifiques à l'aire et à l'intervalle étudiés.

Les échantillons d'eau ont été prélevés mensuellement, au-dessus de l'isobathe de 20 m, aux horizons 0, 5, 10 et 20 m, devant les localités Constanța, Tuzla et Mangalia.

Etant donné que la couche d'eau étudiée est relativement petite, et que les données concernant la salinité et les macro-ions constituants à 5 et 10 m ne présentent pas de différences sensibles, les modifications survenues ayant le même sens que celles de la profondeur de 20 m, nous avons jugé utile de rendre les représentations graphiques et les commentaires seulement pour les horizons extrêmes de cette couche (surface et 20 m).

On a utilisé les méthodes d'analyse indiquées par GRASSHOFF (5).

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Bien que l'intervalle analysé fût très court et la zone étudiée relativement restreinte, située loin des embouchures du Danube, les données enregistrées ont mis en évidence des oscillations de la salinité à amplitudes appréciables, conformément au spécifique du régime salin du littoral roumain de la mer Noire. Ainsi, pour toute la couche 0-20 m, les valeurs de la salinité ont oscillé entre 11,46-18,79‰ à Constanța, 12,47-18,80‰ à Tuzla et 12,61-18,89‰ à Mangalia (Tableau 1). Toutes les valeurs minimales ont été signalées à la surface et celles maximales à 20 m, comme effet du spécifique de la distribution verticale de ce paramètre, "d'augmentation par la profondeur". Cette particularité déterminée par l'important apport d'eaux douces fluviales et par le régime des courants marins, est bien reflétée par les valeurs moyennes de

la salinité, qui prouvent que les eaux profondes étaient plus salées avec environ 2‰ que celles superficielles (Tableau 1).

Tableau 1

Valeurs moyennes et limites de variation de la salinité et des macro-ions constituants (g/l) dans les eaux marines de la zone Constanța-Mangalia pendant la période février-septembre 1978

Ions ma- jors	Constanța			Tuzla			Mangalia		
	Min.	Max.	Moyenne	Min.	Max.	Moyenne	Min.	Max.	Moyenne
<u>0 m</u>									
S	11,46	17,21	15,00	12,47	18,08	15,70	12,61	18,30	15,74
Cl ⁻	6,25	9,52	8,26	6,81	10,00	8,67	6,89	10,12	8,68
HCO ₃ ⁻	0,145	0,200	0,183	0,160	0,191	0,176	0,163	0,192	0,176
CO ₃ ²⁻	0,011	0,040	0,022	0,013	0,036	0,024	0,018	0,048	0,027
SO ₄ ²⁻	0,810	1,346	1,137	0,894	1,369	1,182	0,910	1,383	1,189
Na ⁺	3,50	5,17	4,47	3,78	5,43	4,71	3,82	5,49	4,73
K ⁺	0,134	0,182	0,158	0,146	0,193	0,164	0,143	0,200	0,164
Ca ²⁺	0,158	0,228	0,203	0,184	0,248	0,212	0,180	0,240	0,212
Mg ²⁺	0,413	0,660	0,557	0,457	0,674	0,577	0,470	0,683	0,579
<u>20 m</u>									
S	15,46	18,78	17,43	15,88	18,80	17,55	16,29	18,89	17,78
Cl ⁻	8,71	10,39	9,64	8,78	10,40	9,71	9,01	10,45	9,83
HCO ₃ ⁻	0,121	0,218	0,175	0,129	0,200	0,171	0,138	0,208	0,172
CO ₃ ²⁻	0,012	0,059	0,028	0,008	0,056	0,029	0,007	0,065	0,033
SO ₄ ²⁻	1,174	1,448	1,309	1,203	1,470	1,332	1,218	1,460	1,353
Na ⁺	4,66	5,70	5,19	4,68	5,61	5,24	4,86	5,59	5,31
K ⁺	0,154	0,203	0,183	0,159	0,210	0,186	0,165	0,210	0,186
Ca ²⁺	0,210	0,255	0,233	0,210	2,272	0,241	0,235	0,258	0,245
Mg ²⁺	0,588	0,711	0,659	0,570	0,714	0,657	0,580	0,700	0,657

Les larges domaines d'oscillation enregistrés à la surface pour chacun des secteurs étudiés se sont resserrés parallèlement à la croissance de la profondeur, les différences entre les zones se diminuant dans le même sens. C'est ainsi qu'à Constanța les valeurs de la salinité ont été comprises entre les limites de 11,46-17,21‰ à la surface et 15,46-18,78‰ à 20 m, tandis qu'à Mangalia elles oscillaient entre 12,61-18,30‰ à 0 m et 16,29-

18,89‰ à 20 m de profondeur (Tableau 1).

Les valeurs minimales de la salinité des eaux superficielles enregistrées en février, dans les conditions de la dominance des vents du secteur nord et d'un apport fluvial relativement élevé ($5960 \text{ m}^3/\text{sec}$), attestent l'influence du Danube même sur les eaux superficielles du sud du littoral. A l'appui de cette affirmation on mentionne la diminution de la salinité des eaux dans le voisinage de la côte, au cours du même mois, jusqu'à 10,03‰ à Constanța, 12,02‰ à Agigea et 13,53‰ à Mangalia (Annuaire océanographique, 1978).

Les salinités élevées de la surface (17,21‰ à Constanța, 18,03‰ à Tuzla et 18,30‰ à Mangalia) enregistrées au mois de mai, inhabituelles pour la saison de printemps (Q moyen mensuel = $10.030 \text{ m}^3/\text{sec}$), indiquent un cas typique d'influence du phénomène d'upwelling, phénomène signalé souvent sur le littoral roumain de la mer Noire.

L'analyse comparative des courbes de salinité met en évidence, ainsi pour la surface que pour l'horizon de 20 m, une distribution ressemblante pour les trois zones étudiées (Fig.1).

Les variations de la salinité d'un mois à l'autre se sont ressenties dans toute la colonne d'eau, sans qu'il existe une règle entre les croissances ou les décroissances de la salinité de surface et celles de la profondeur de 20 m. La raison de ce fait est constituée par les intensités différentes de pénétration des eaux profondes, salées, et de celles douces, fluviales, dans l'aréal étudié, ainsi que par la présence ou l'absence de la thermocline qui empêche ou favorise l'échange vertical.

Les modifications signalées dans le régime salin ont induit à leur tour des changements concernant la distribution de tous les macro-ions, en rapport variable selon leur concentration dans les eaux douces et dans celles typiquement marines (3, 4).

Tout comme dans le cas de la salinité, la caractéristique essentielle de la variation des macro-ions a été constituée par les larges domaines d'oscillation des valeurs, qui ont diminué par la croissance de la profondeur et par l'éloignement de la source d'influence fluviale (Tableau 1).

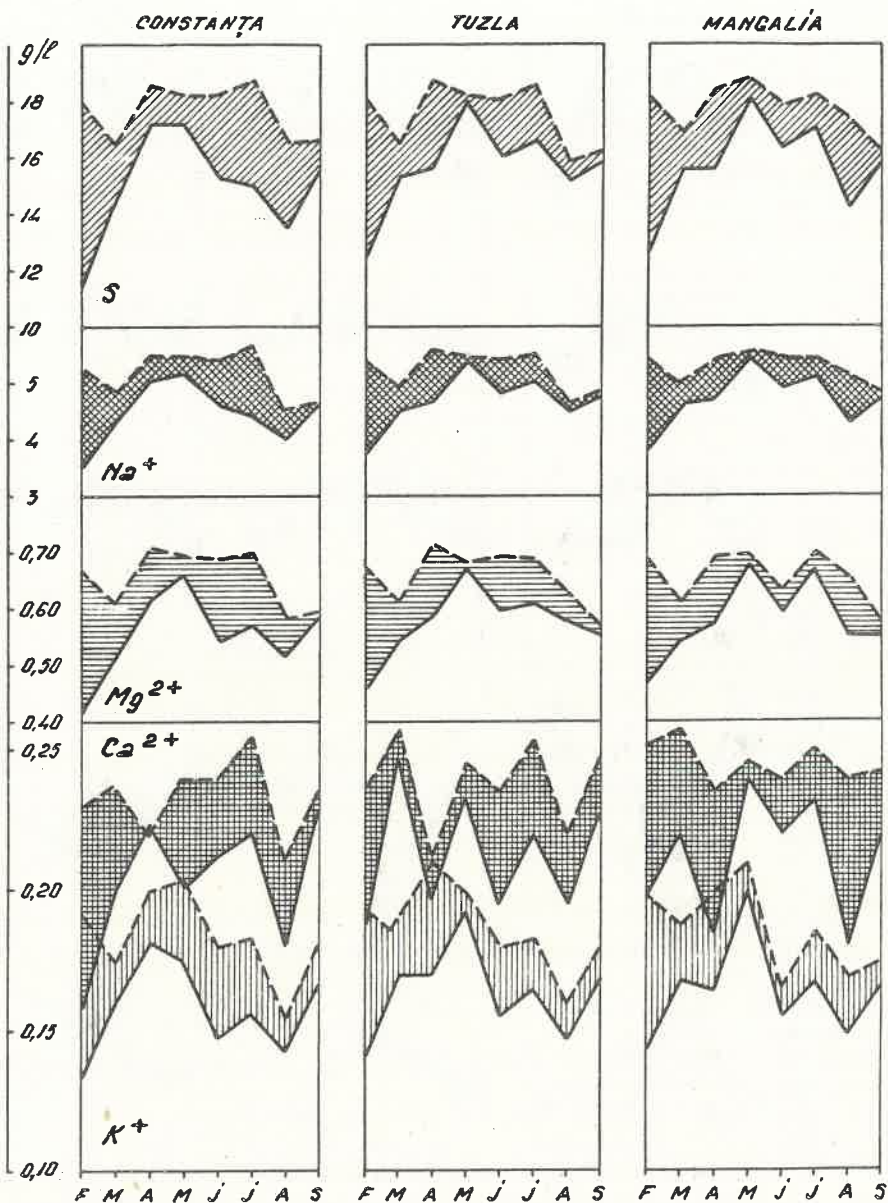


Fig.1 - Distribution de la salinité et des macro-ions positifs (g/l) à 0 m (—) et à 20 m (---)

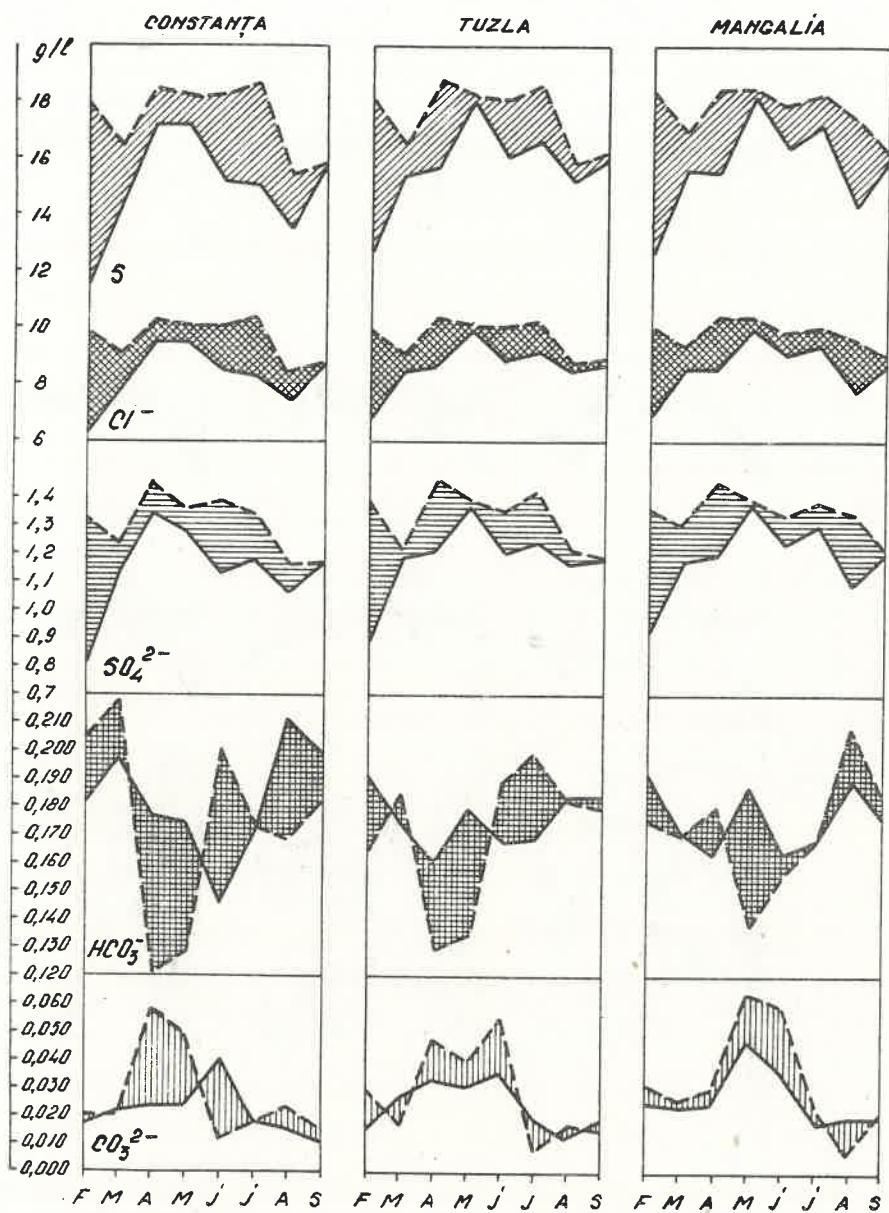


Fig.2 - Distribution de la salinité et des macro-ions négatifs (g/l) à 0 m (—) et à 20 m (---)

Les courbes de distribution des macro-ions mettent en relief que les ions ayant un taux élevé dans la teneur totale de sels, c'est-à-dire, le chlore (Cl^-), le sodium (Na^+), le magnésium (Mg^{2+}) et les sulfates (SO_4^{2-}), présentent des sens similaires de variation, leur dynamique, poursuivant exactement la dynamique de la salinité (Figs.1,2).

Dans la distribution verticale de ces macro-ions, l'augmentation des concentrations à mesure de la croissance de la profondeur a eu lieu avec des gradients différents, selon l'apport fluvial et le spécifique du régime salin. Ainsi, les plus grandes amplitudes - semblable à la salinité - ont été enregistrées en février, dans les conditions d'une forte stratification saline, et les plus petites en mai et en septembre, déterminées par un régime salin homogène.

Le potassium (K^+) et le calcium (Ca^{2+}), bien qu'à un plus petit niveau sur l'échelle des concentrations ont présenté d'importantes oscillations spatiales et temporelles, dont le maximum a été enregistré à Constanța en février (Tableau 1).

Les données enregistrées mettent en évidence l'augmentation du taux absolu de potassium et de calcium vers le sud de l'aréa étudié parallèlement à la diminution de l'influence des eaux fluviales dans ce secteur (0,382 g/l K^+ et 0,417 g/l Ca^{2+} dans les eaux typiquement marines et 0,003 g/l K^+ et 0,053 g/l Ca^{2+} dans celles danubiennes).

Bien que les valeurs enregistrées à 20 m de profondeur aient été supérieures à celles de la surface, selon le graphique de distribution de ces macro-ions le sens de variation des courbes diffère beaucoup de celui de la salinité (Fig.1). Ce fait est dû autant aux petites quantités présentes dans les eaux de notre littoral qu'aux implications biologiques de ces deux éléments dans le milieu marin.

Les bicarbonates (HCO_3^-) et les carbonates (CO_3^{2-}) ont eu une évidente variabilité spatiale et temporelle, déterminée par l'instabilité des facteurs de milieu de la zone littorale.

Les différences marquantes entre les eaux douces fluviales et celles typiquement marines en ce qui concerne le taux absolu de carbonates et bicarbonates (0,188 g/l HCO_3^- et 0,002 g/l

CO_3^{2-} dans le Danube et 0,097 g/l HCO_3^- et 0,007 g/l CO_3^{2-} dans les eaux océaniques), la proportion différente de mélange de celles-ci dans la formation des masses d'eau de l'aréal étudié, ont déterminé une distribution particulière de ces anions.

Sauf quelques exceptions, le taux minimal de bicarbonates a été associé avec les valeurs élevées de la salinité, et les maxima ont coïncidé avec les valeurs basses de celle-ci (Fig.2).

Tableau 2

Variation du taux pourcentuel (%) des macro-ions dans les eaux marines de la zone Constanța - Mangalia pendant l'intervalle février - septembre 1978

Ions ma- jeurs	Constanța			Tuzla			Mangalia		
	Min.	Max.	Moyenne	Min.	Max.	Moyenne	Min.	Max.	Moyenne
<u>0 m</u>									
Cl^-	54,45	55,32	55,08	54,61	55,31	55,21	54,64	55,31	55,15
HCO_3^-	0,95	1,60	1,24	0,99	1,53	1,14	0,98	1,52	1,14
CO_3^{2-}	0,07	0,26	0,15	0,09	0,22	0,16	0,10	0,26	0,17
SO_4^{2-}	7,07	7,82	7,57	7,17	7,73	7,53	7,22	7,68	7,55
Na^+	29,31	30,54	29,85	29,53	30,31	29,99	29,72	30,47	30,06
K^+	0,96	1,17	1,06	0,93	1,12	1,04	0,95	1,13	1,08
Ca^{2+}	1,16	1,46	1,36	1,21	1,61	1,36	1,18	1,57	1,35
Mg^{2+}	3,54	3,89	3,71	3,47	3,80	3,67	3,46	3,88	3,68
<u>20 m</u>									
Cl^-	55,30	55,32	55,31	55,29	55,32	55,31	55,29	55,32	55,31
HCO_3^-	0,65	1,33	1,01	0,69	1,15	0,98	0,74	1,19	0,97
CO_3^{2-}	0,07	0,32	0,16	0,04	0,31	0,17	0,04	0,33	0,18
SO_4^{2-}	7,19	7,81	7,51	7,32	7,58	7,45	7,41	7,91	7,61
Na^+	29,45	30,35	29,77	29,47	30,13	29,86	29,52	30,57	29,86
K^+	0,97	1,14	1,05	0,98	1,12	1,06	0,92	1,13	1,05
Ca^{2+}	1,19	1,49	1,34	1,12	1,54	1,37	1,27	1,52	1,38
Mg^{2+}	3,72	3,84	3,78	3,54	3,83	3,74	3,51	3,81	3,69

La diminution des concentrations de bicarbonates à mesure de l'augmentation de la salinité est plus évidente dans les valeurs moyennes, qui reflètent en même temps la réduction des différences entre les zones à la profondeur de 20 m (Tableau 1).

À l'encontre des bicarbonates, les carbonates, fraction ayant le plus réduit taux du total de la salinité, ont manifesté

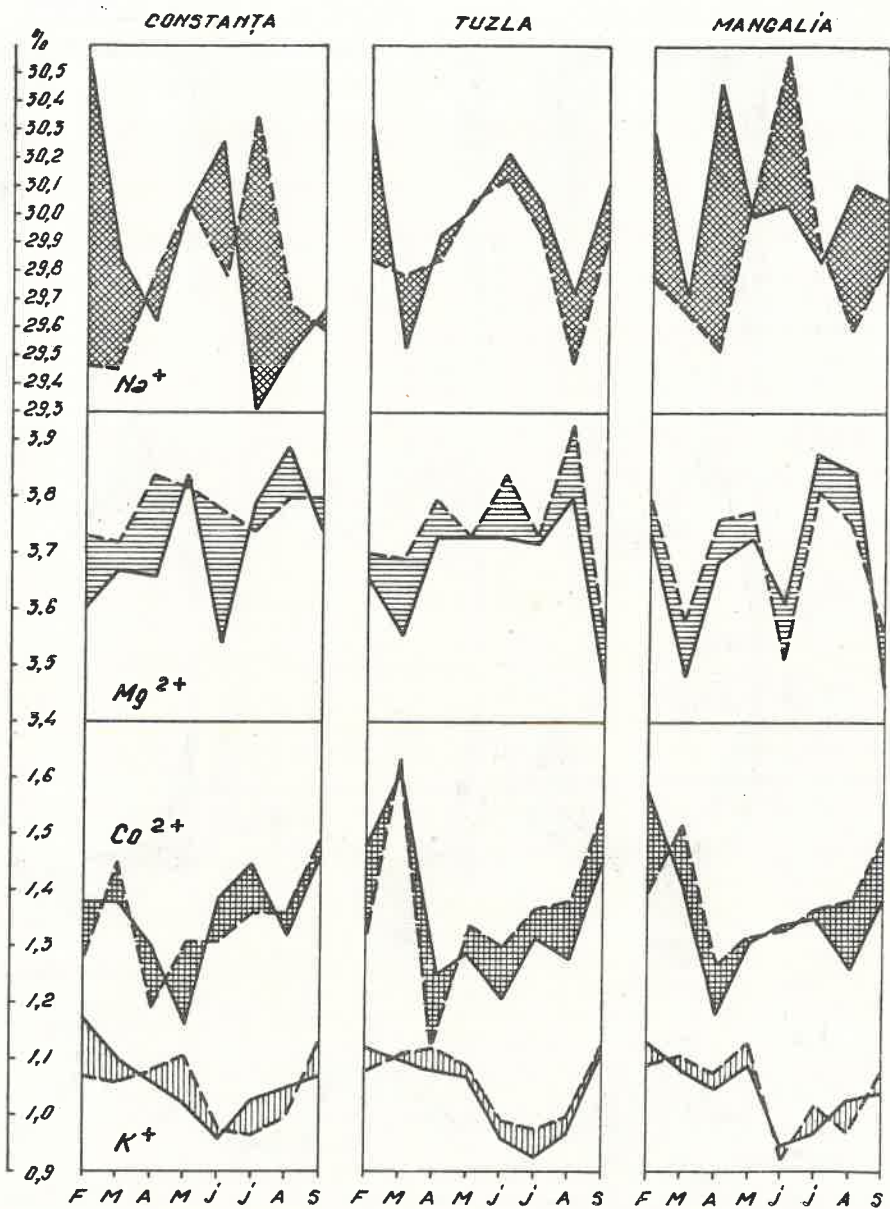


Fig.3 - Distribution du taux pourcentuel (%) des macro-ions positifs à 0 m (—) et à 20 m (---)

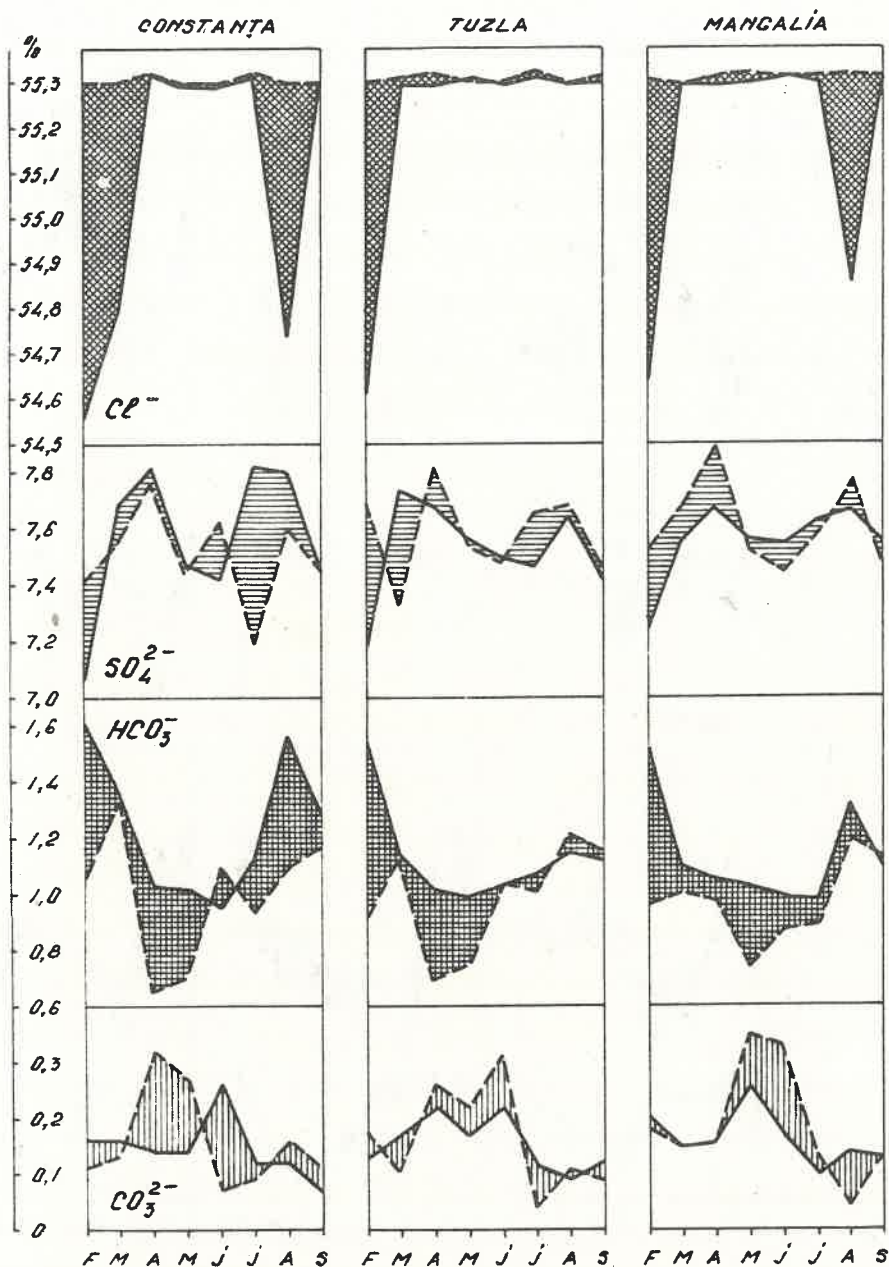


Fig.4 - Distribution du taux pourcentuel (%) des macro-ions négatifs à 0 m (—) et à 20 m (---)

une tendance d'augmentation des concentrations avec la profondeur et vers le sud du littoral (Fig.2), avec des gradients différents selon le spécifique du régime salin et des courants marins.

En ce qui concerne le taux pourcentuel des macroéléments des eaux marines de la zone Constanța - Mangalia, on observe de larges domaines d'oscillation des valeurs (Tableau 2), pareillement à la situation des concentrations absolues.

Les modifications mises en évidence dans la distribution des macro-ions ont eu lieu sous des rapports différents, selon leur concentration pourcentuelle dans les eaux douces et dans celles typiquement marines.

A la surface, ainsi qu'à 20 m, les valeurs du taux relatif ont eu une distribution non-uniforme, due principalement aux variations du débit fluvial et à la manière différente de formation des masses d'eau, sous l'action du régime éolien et des courants marins de la zone. A l'exception des ions CO_3^{2-} et HCO_3^- , l'allure des courbes de distribution des concentrations pourcentuelles est nettement différente de celle des valeurs absolues, ayant des sens différents de variation d'une zone à l'autre même dans les conditions d'un régime salin semblable (Figs.3,4).

L'analyse comparative des données obtenues dans les trois secteurs étudiés prouve que les eaux marines de la zone Constanța se caractérisent par un grand taux pourcentuel de bicarbonates et de magnésium, leur teneur étant plus élevée dans les eaux douces que dans les eaux typiquement marines (HCO_3^- 60,25% dans le Danube et 0,29% dans l'océan, et Mg^{2+} 4,49% dans le Danube et 3,70% dans l'océan).

Les concentrations relatives des autres macro-éléments - pareillement au taux absolu - ont été plus grandes au sud de l'aréa à Mangalia, conformément au régime salin plus élevé, déterminé par la diminution de l'influence des eaux fluviales dans ce secteur.

CONCLUSIONS

En analysant les résultats des observations effectuées en février - septembre 1978 sur la salinité et les constituants majeurs, dans la zone sud du littoral roumain de la mer Noire, il résulte les conclusions suivantes:

1. L'aréal étudié, bien que situé au sud de la zone d'influence fluviale directe, a été caractérisé par des oscillations considérables de la salinité et de tous les macro-ions constituants, déterminées par la variabilité du débit du Danube et par l'inconstance des courants marins.

2. Le régime salin plus homogène et plus élevé de la zone Mangalia a induit une distribution semblable des macro-ions, leurs domaines de variation étant plus restreints et déplacés vers des valeurs supérieures sur l'échelon des concentrations.

3. Dans la distribution verticale des constituants majeurs de la salinité on a mis en évidence l'augmentation des concentrations avec la profondeur, parallèlement à la croissance de la salinité, ayant des gradients différents selon le degré d'homogénéité de la colonne d'eau.

4. Les modifications de la concentration des macro-ions impliquées par la variabilité du régime salin, ont eu lieu d'habitude dans le même sens, sous des rapports différents et variables pour chaque élément selon leur concentration dans les eaux douces et celles typiquement marines.

5. A l'exception des bicarbonates, du magnésium et quelquefois du calcium, le taux pourcentuel des macroéléments a été plus élevé au sud de l'aréal étudié, présentant une distribution non-uniforme dans la couche 0-20 m, due principalement à la croissance de l'apport des eaux typiquement marines dans la formation des masses d'eau et à la diminution de celles fluviales.

BIBLIOGRAPHIE:

1. COCIASU A., 1976 - Structure ionique de la salinité des eaux marines du sud du littoral roumain de la mer Noire. Cercetări marine, IRCM Constanța, 9: 33 - 39.
2. 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 Constanța, 13: 51 - 61.
3. DIACONU C., NIKIFOROV D., 1963 - Zona de vărsare a Dunării. Monografie hidrologică, București.

4. FLEMING R.H., LYMAN J., 1940 - Composition of sea water. J.Mar. Res., 3: 134 - 146.
5. GRASSHOFF K., 1976 - Methods of Sea water Analysis. Verlag Chemie, Weinheim, New York.
6. SERPOIANU Gh., CHIRILA V., 1964 - Influența apelor Dunării asupra regimului salin de pe întinsul platoului continental românesc al M.Negre. Bul.ICP, 4: 19 - 52.
7. SERPOIANU Gh., CHIRILA V., 1965 - Particularitățile curenților marini de la țărmul românesc al Mării Negre și influența lor asupra regimului salin. St.Hidraul., 9: 151-181.