

**PARTICULARITES DU REGIME HYDROCHIMIQUE
DES EAUX MARINES DU SUD DU LITTORAL ROUMAIN
PENDANT LA PERIODE DECEMBRE 1977 - NOVEMBRE 1978**

Adriana Cociașu, Lucia Popa et Liliana Dorogan

Institut Roumain de Recherches Marines - Constanța

ABSTRACT:

The paper presents some modifications in the seasonal dynamics of the main chemical agents having direct effects on the trophic potential of the sea in hydrological conditions specific to the period of December 1977 - November 1978.

Les observations effectuées tout au long des années ont mis en évidence d'importantes modifications en temps et en espace de tous les facteurs chimiques, dues principalement aux variations saisonnières de l'apport fluvial, à l'irrégularité du régime des courants marins, ainsi qu'à la stratification de la température, la salinité et la densité des eaux marines (7, 8).

Les déversements industriels et ménagers ont une influence particulière sur le chimisme des eaux de la zone à petite profondeur, en produisant des écarts des lois générales de la distribution dans la masse de l'eau (4, 5).

En base des résultats des observations journalières dans les points littoraux Constanța, Agigea, Mangalia, et de celles mensuelles dans la masse de l'eau sur le profil Est-Constanța concernant l'oxygène dissous, la substance organique et les nu-

trients, l'ouvrage a pour but de mettre en évidence les particularités de la période décembre 1977 - novembre 1978.

Les méthodes de travail et les appareils utilisés, sont ceux indiqués dans le manuel d'analyse de l'eau de mer de KLAUS GRASSHOFF (6).

L'OXYGENE DISSOUS

Tout comme dans les études antérieures (2, 3), les observations effectuées dans la zone côtière à Constanța en décembre 1977 - novembre 1978 ont mis en relief des oscillations à grandes amplitudes sur l'échelon des concentrations, 2,65-11,70 c.c./l (Fig.1). Les limites enregistrées ne sont pas caractéristiques des mois respectifs, mais des cas particuliers de l'intervalle analysé; c'est ainsi que le minimum est signalé en septembre, comme effet du phénomène d'upwelling saisi en automne sur notre littoral, et le maximum en avril comme suite de la puissante floraison phytoplanctonique. On a observé de même une situation inhabituelle en juillet, lorsque le maximum, 10,72 c.c./l, dépassait beaucoup les concentrations spécifiques à la saison chaude.

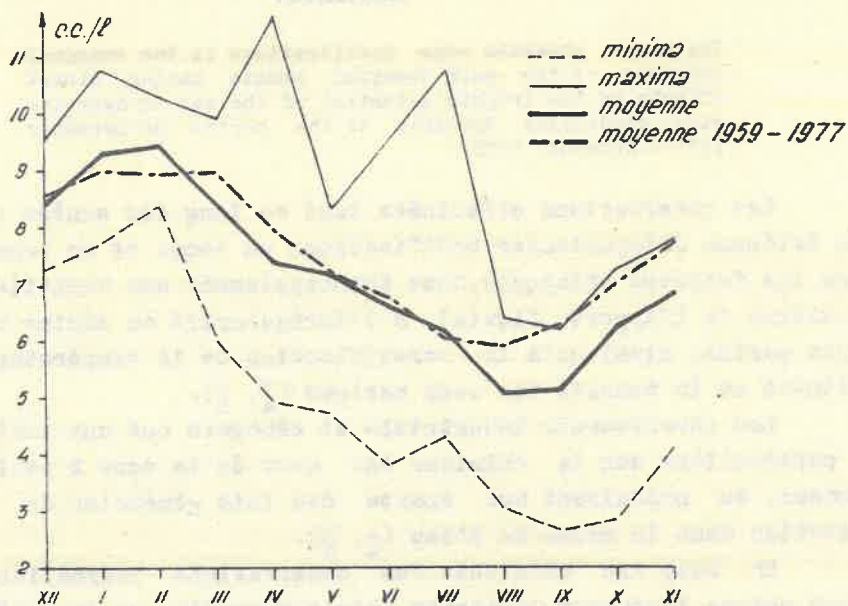


Fig. 1 - Variation du taux d'oxygène de l'eau marine à Constanța, dans la période décembre 1977-novembre 1978

Durant le cycle annuel de l'oxygène on a remarqué des concentrations plus élevées et plus homogènes en hiver, l'amplitude maximum représentant seulement 1,91 c.c./l (10,31-8,40 cc/l) en février par rapport à 6,39 c.c./l (10,72 - 4,33 c.c./l), la plus grande amplitude de l'été (Fig.1).

Par rapport à la moyenne multiannuelle de la période 1959-1977 à Constanța - le point de référence du littoral roumain de la mer Noire - le taux de l'oxygène a été moindre dans la plupart des cas (Fig.1), la moyenne annuelle de 7,13 c.c./l étant la plus réduite des dernières 19 années. Cette situation est due à l'intense consommation de l'oxygène pendant le processus de décomposition des organismes morts dans la période suivante à la floraison, ainsi qu'aux phénomènes d'upwelling signalés plusieurs fois sur notre littoral en automne, qui ont apporté au rivage des eaux profondes faiblement oxygénées.

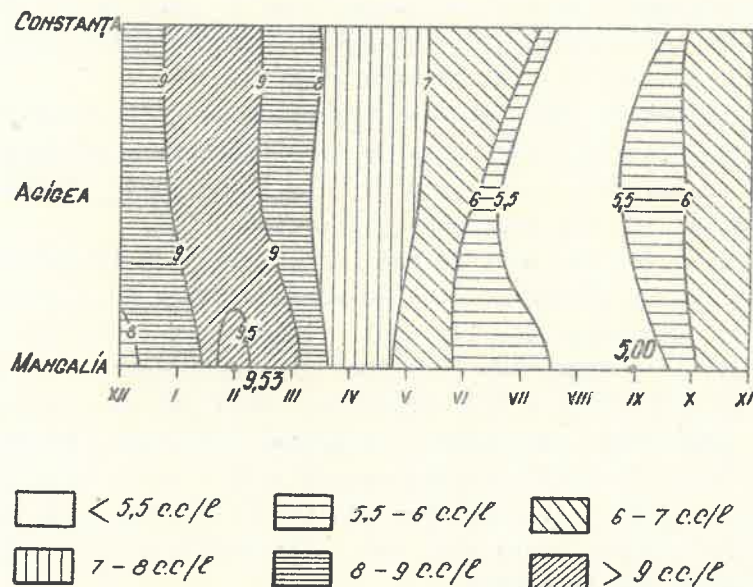


Fig. 2 - La teneur moyenne en oxygène de l'eau marine de la zone Constanța - Mangalia dans la période décembre 1977 - novembre 1978

Dans l'aréal Constanța - Mangalia les domaines d'oscillation étaient aussi larges, caractéristiques à une superficie à

puissantes modifications des conditions hydrologiques. La teneur moyenne relativement homogène dans toute la zone - illustrée par la position presque verticale des isolignes - a présenté des variations saisonnières ayant le même sens, avec de petites différences déterminées par certaines causes locales (Fig.2).

La distribution de l'oxygène dissous en haute mer sur le profil Est-Constanța marque la diminution des concentrations à mesure qu'on s'éloigne de la côte et que la profondeur augmente (Fig.3). Saisonnièrement, tout comme dans les zones à petite profondeur, on a enregistré des modifications appréciables de la teneur en oxygène, déterminées premièrement par les variations du régime thermique.

Ainsi, les concentrations les plus élevées ont été signalées en hiver et au début du printemps, lorsque les températures basses ont déterminé l'augmentation de la solubilité de ce gaz dans l'eau de mer. Dans les conditions d'un intense échange vertical, spécifique à la période respective, le taux de l'oxygène a présenté un caractère assez homogène, particularité évidenciée aussi bien au cours du mois de mars (Fig.3).

La teneur très élevée en oxygène du mois d'avril dans l'horizon 0-10 m - surtout dans la zone côtière - reflète l'influence d'un puissant processus de floraison phytoplanctonique, confirmé aussi par les recherches biologiques (1).

A partir du mois de mai on assiste à la diminution des concentrations de l'oxygène dans la masse entière de l'eau, l'apparition de la thermocline limitant l'échange vertical au niveau de celle-ci. La diminution du degré d'oxygénation par la croissance de la profondeur a été accentuée aussi par la pénétration des eaux profondes faiblement oxygénées jusqu'aux environs de l'horizon 20 m, la moindre valeur étant 1,31 c.c./l. Avec une intensité plus petite, le phénomène mis en évidence en août et septembre a été signalé aussi dans les mois suivantes dans les stations en haute mer du profil.

LA SUBSTANCE ORGANIQUE

Dans la zone du littoral roumain à Constanța, la teneur en substance organique a présenté un large spectre de valeurs:

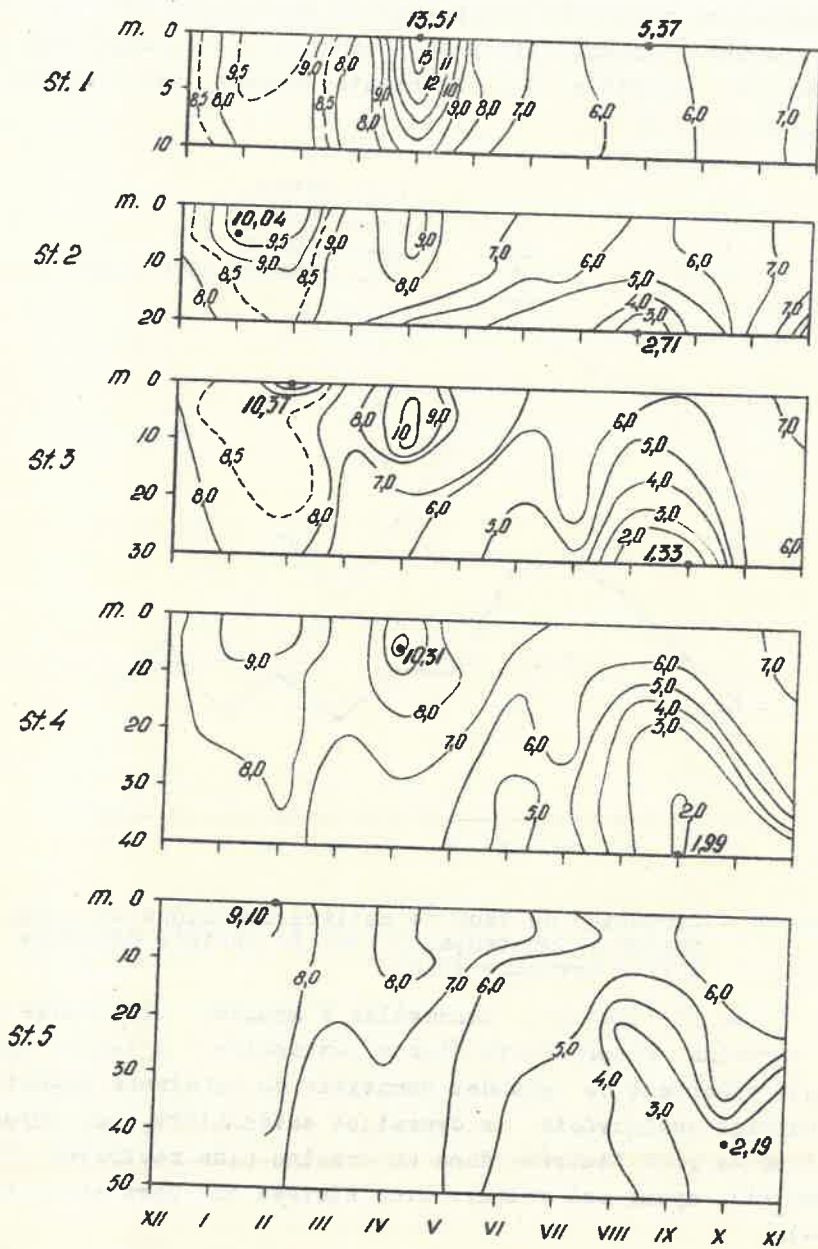


Fig. 3 - Distribution de l'oxygène (c.c./l) sur le profil Est - Constanța, durant la période décembre 1977-novembre 1978

0,03 - 12,99 mgO₂/l (Fig.4). Le maximum enregistré en avril, dépassant beaucoup les limites supérieures des autres mois, indique le développement massif du phytoplancton, fait confirmé d'une part par les grandes concentrations de l'oxygène, et d'autre part par la diminution sensible des nutriments durant cet intervalle (Figs. 1, 6, 9, 12).

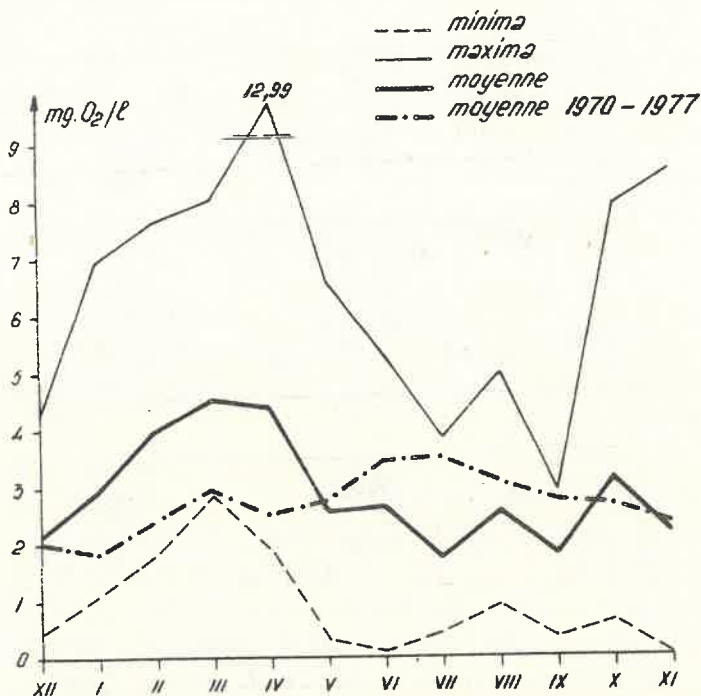


Fig. 4 - Variation du taux de matière organique de l'eau marine à Constanța, durant la période décembre 1977 - novembre 1978

Les oscillations mensuelles à grandes amplitudes sont dues à certains déversements d'eaux résiduares à débits variables, qui apportent de grandes quantités de substance organique, en perturbant quelquefois la dynamique saisonnière. Les moyennes mensuelles se sont limitées dans un domaine plus restreint (1,65-4,60 mgO₂/l), ayant des valeurs plus élevées en mars et en avril (Fig. 4).

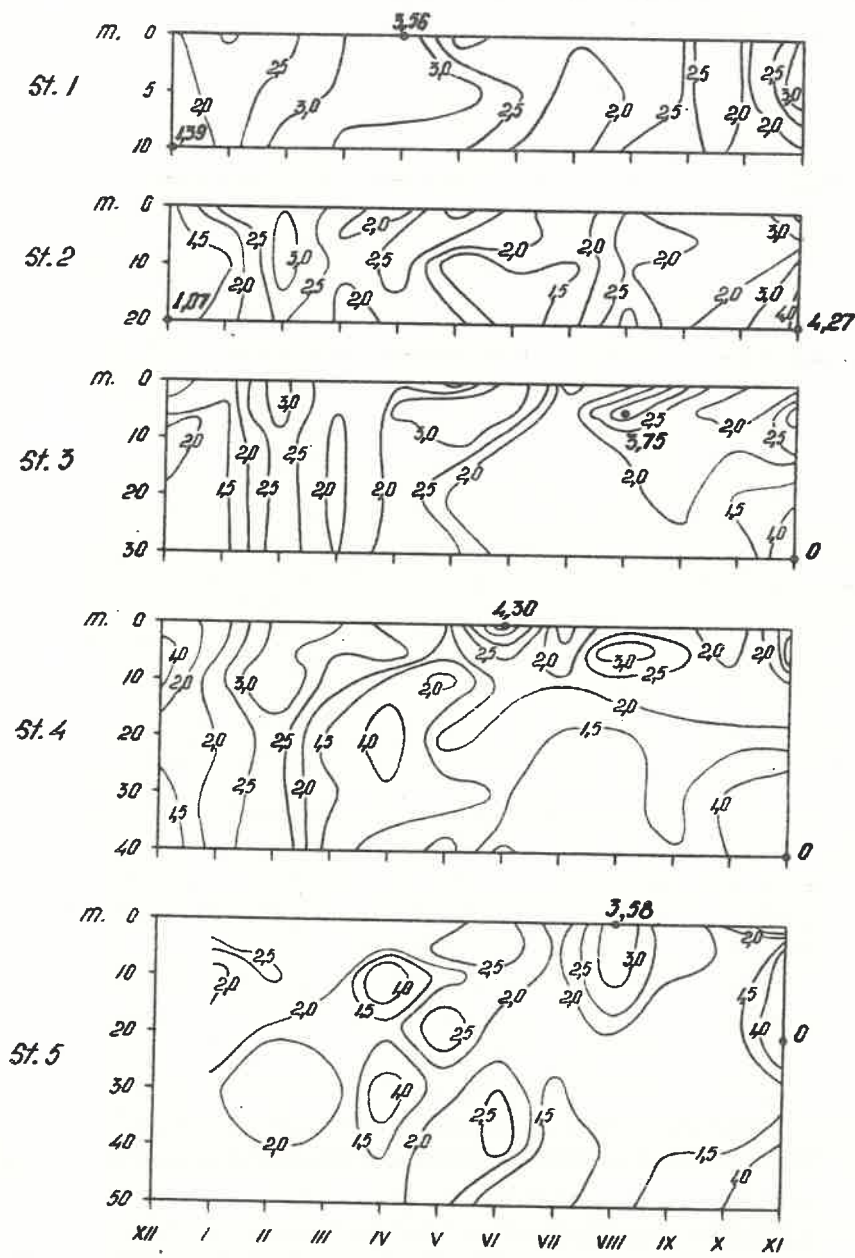


Fig. 5 - Distribution de la substance organique (mgO₂/l) sur le profil Est - Constanta, dans la période décembre 1977 - novembre 1978

Par rapport à la situation multiannuelle, le taux moyen de substance organique a été plus élevé du mois de décembre jusqu'au mois d'avril, quand les débits extrêmement élevés du Danube ont assuré le fond de nutriments nécessaires à un intense développement phytoplanctonique, la différence la plus significative ($2,09 \text{ mgO}_2/\text{l}$) étant enregistrée en avril (Fig.4).

Contrairement à la situation rencontrée près de la côte, les eaux de haute mer avaient une teneur en substance organique plus petite et plus homogène ($0-4,30 \text{ mgO}_2/\text{l}$) (Fig.5). Dans le cycle annuel on ne signale pas de différences sensibles suivant les saisons, les modifications concernant plutôt la répartition de la substance organique entre le rivage et l'haute mer et dans la masse de l'eau. La vitesse réduite de sédimentation des particules ayant de petites dimensions détermine leur facile transport, par les courants, en créant ainsi un aspect non uniforme de la distribution.

LES PHOSPHATES

Dans la zone Constanța, ainsi que nous l'avons mis en relief par nos recherches antérieures (4,5), le taux de phosphates a été dominé par les déversements industriels du voisinage du point d'observation, fait confirmé ainsi par le large domaine d'oscillation $0-2850,0 \text{ } \mu\text{g P/L}$, que par les variations mensuelles à amplitudes extrêmement élevées (Fig.6).

La distribution saisonnière, sensiblement influencée par ces déversements, a néanmoins gardé le sens normal de variation, ayant des valeurs élevées en hiver (le maximum de $465,7 \text{ } \mu\text{g P/l}$ en janvier) et beaucoup diminuées à la fin de la période d'activité biologique intense (le minimum de $24,6 \text{ } \mu\text{g P/l}$ en juin). Les très grandes concentrations de la saison froide de l'année sont dues aux processus de régénération, et en grande partie à l'apport des eaux résiduelles à haute teneur en phosphates.

Par rapport à la moyenne multiannuelle, dans la période analysée, à l'exception des mois avril, juin et juillet, le taux de phosphates a été sensiblement plus élevé, en signalant les plus grandes différences pendant la saison froide de l'année (Fig.6).

Au sud de Constanța, la teneur en phosphates a été beau-

coup plus basse par rapport aux valeurs enregistrées à Constanța (298,3 $\mu\text{g P/l}$ maximum à Agigea et 183,9 $\mu\text{g P/l}$ maximum à Mangalia), grâce à la diminution de l'effet des déversements de la zone Năvodari. Dans cet aréal, bien qu'à des cotes plus petites sur l'échelon des concentrations (les moyennes mensuelles ne dépassant pas 100 $\mu\text{g P/l}$), la distribution saisonnière a pourtant gardé les mêmes particularités que la zone Constanța (Fig.7).

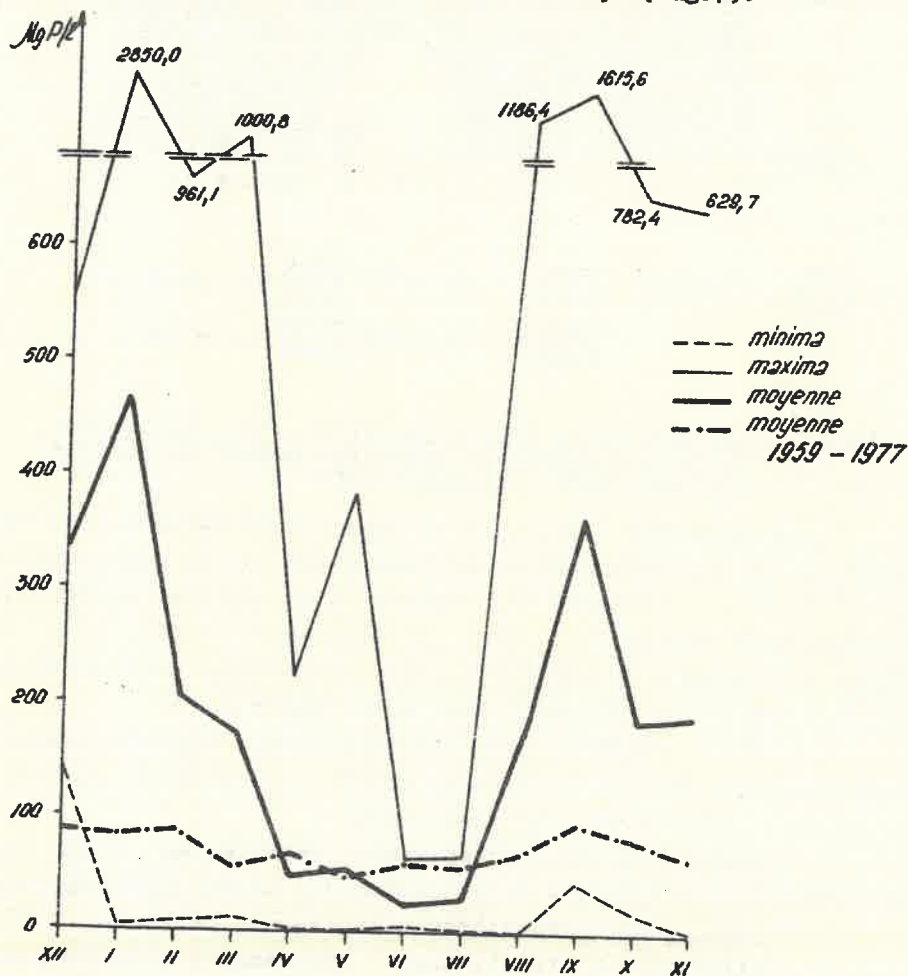


Fig. 6 - Variation de la teneur en phosphates de l'eau de mer à Constanța, dans la période décembre 1977 - novembre 1978

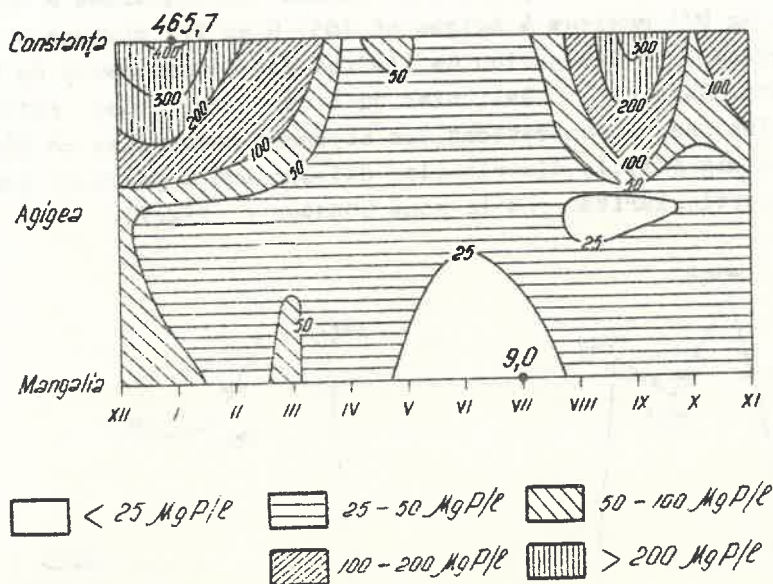


Fig. 7 - Le taux moyen de phosphates de l'eau marine de la zone Constanța - Mangalia, durant la période décembre 1977 - novembre 1978

En haute mer, loin de l'influence continentale, le taux de phosphates, contrôlé presque exclusivement par le cycle biologique de la mer, a présenté des valeurs plus réduites et des oscillations plus restreintes, dans les limites 0-183,9 $\mu\text{g P/l}$. Le maximum rencontré à la surface à 1 Mm représente évidemment le résultat d'une forte influence littorale (Fig.8).

Dans le contexte des particularités hydrologiques et hydrobiologiques de l'année 1978, on arrive aux suivantes mentions concernant la répartition des phosphates:

- concentrations généralement réduites au cours de toute l'année par rapport à la situation des années précédentes;
- variations saisonnières relativement petites;
- distribution relativement homogène du phosphore dans toute la masse de l'eau, ayant des valeurs fréquemment comprises entre 5 et 20 $\mu\text{g P/l}$. La période août-septembre y a fait exception, en observant sur le fond du régime thermo-salin respectif une couche intermédiaire (au niveau de la thermocline) ayant des con-

centrations plus réduites par rapport à la surface.

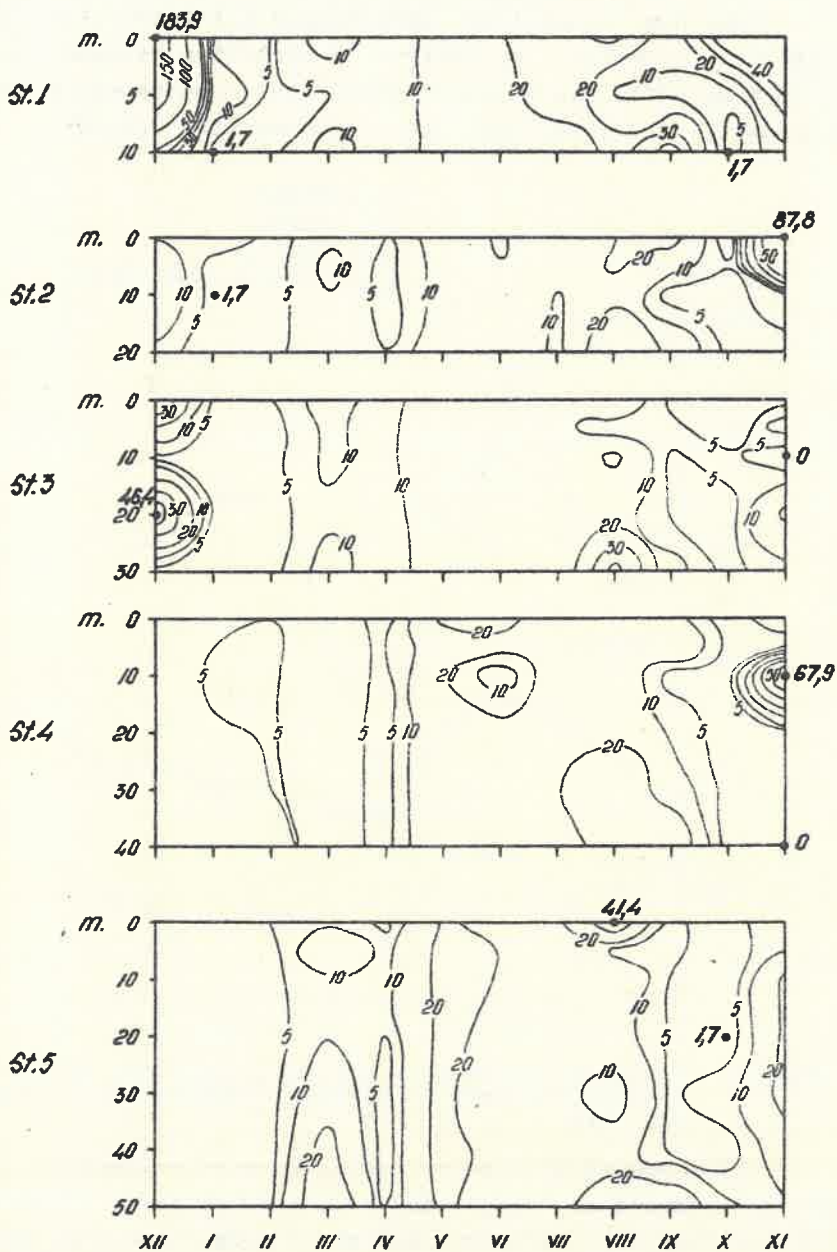


Fig. 8 - Distribution des phosphates ($\mu\text{g P/l}$) sur le profil Est-Constanța dans la période décembre 1977-novembre 1978

LES SILICATES

Dans les conditions spécifiques à l'intervalle auquel on se réfère, à Constanța les limites de variation étaient $243 \mu\text{g Si/l}$ - $3086 \mu\text{g Si/l}$, les moyennes mensuelles appartenant à un domaine beaucoup plus restreint, 794 - $1300 \mu\text{g Si/l}$ (Fig.9).

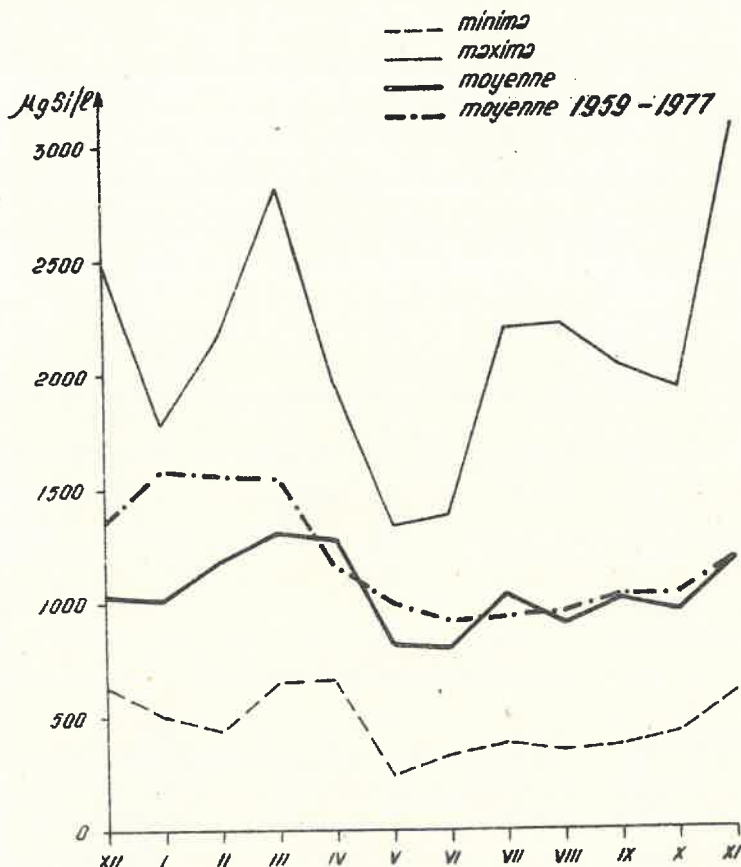


Fig. 9 - Variation du taux de silicates de l'eau de mer à Constanța durant la période décembre 1977-novembre 1978.

Bien que la dynamique saisonnière soit perturbée par les grandes concentrations - apportées à la surface comme suite du phénomène d'upwelling des mois juillet et août - les plus grandes moyennes ont pourtant été enregistrées en hiver. Les quantités appréciables du printemps sont dues au grand apport fluvial de

cette saison, qui a réussi à compenser la consommation du silicium.

Par rapport à la situation moyenne multiannuelle, dans la plupart de la période analysée le taux de silicates a été plus petit, en enregistrant la différence maximum en hiver (570 $\mu\text{g Si/l}$ en janvier) (Fig. 9).

La répartition des silicates dans la zone côtière Constanța - Mangalia a mis en évidence une différence sensible en ce qui concerne la teneur en silicates des eaux de la zone Mangalia par rapport au nord de l'aréal étudié, en base de la relation inverse entre la salinité et cet élément biogène. Loin des embouchures du Danube, les eaux de l'aréal Mangalia étaient généralement plus pauvres en silicates, la moyenne mensuelle maximum représentant seulement 871 $\mu\text{g Si/l}$ (Fig. 10).

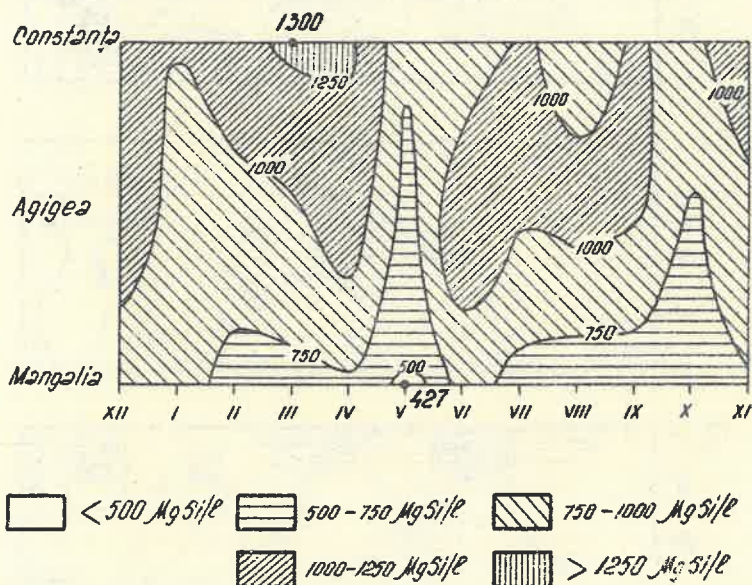


Fig. 10 - Le taux moyen de silicates de l'eau marine de la zone Constanța - Mangalia, durant la période décembre 1977 - novembre 1978

Dans les eaux des limites de 30 Mm, sur le profil Est-Constanța, le taux de silicates varie dans un domaine plus réduit et déplacé vers des valeurs plus petites. Pendant les mois d'hiver la distribution des silicates a été assez peu uniforme, ayant des

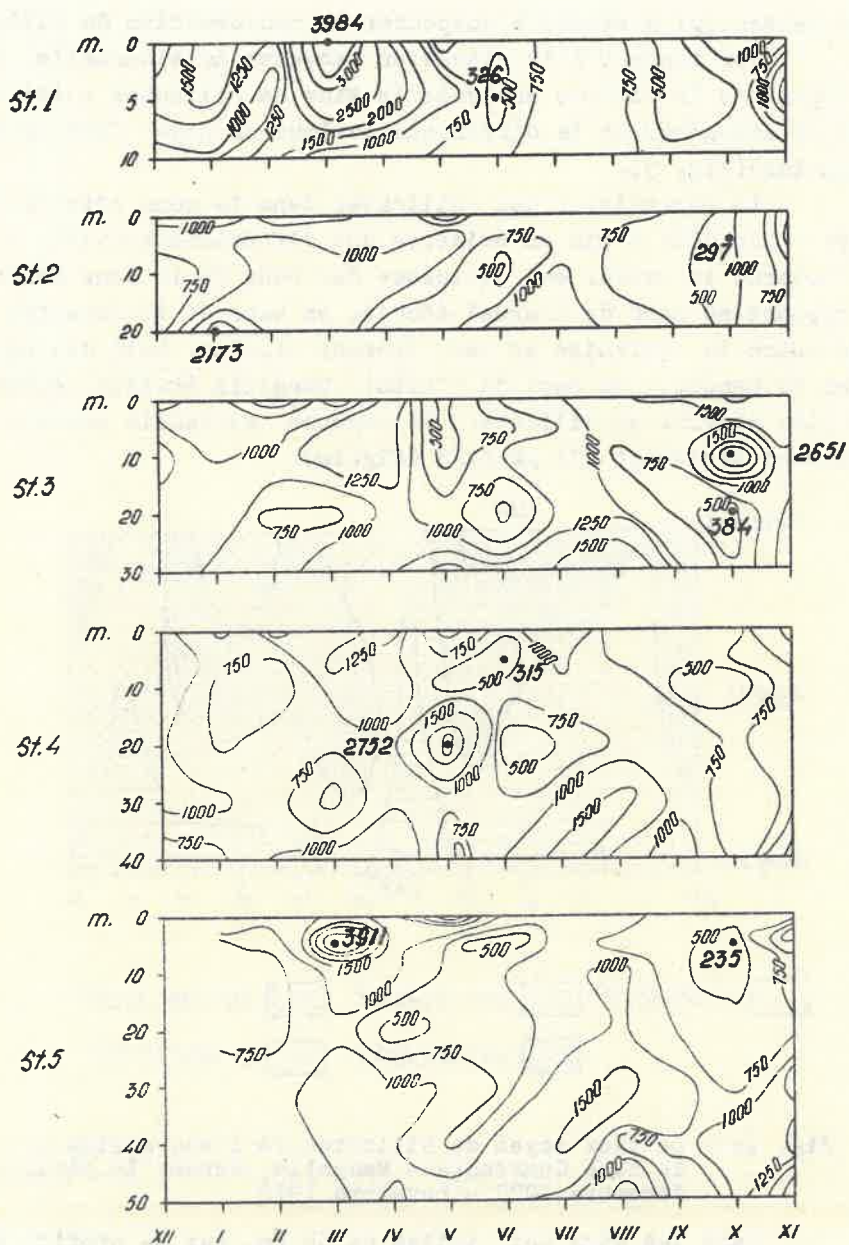


Fig. 11 - Distribution des silicates ($\mu\text{g Si/l}$) sur le profil Est - Constanța durant la période décembre 1977 - novembre 1978

valeurs légèrement plus élevées dans la station proche du rivage, la plupart des valeurs étant comprises entre 1000-1500 $\mu\text{g Si/l}$, contrairement aux stations de haute mer où les plus fréquentes valeurs étaient au-dessous de 1000 $\mu\text{g Si/l}$.

Dans les conditions des débits extrêmement grands du printemps, on a enregistré isolément, de même que dans la zone côtière, des concentrations très élevées (le maximum- 3984 $\mu\text{g Si/l}$), mais les valeurs fréquentes se situaient aux environs de 1000 $\mu\text{g Si/l}$.

Dans toute la couche 0-50 m on assiste à une baisse considérable du taux de silicium jusqu'à 315 $\mu\text{g Si/l}$.

A mesure que l'on approche la saison chaude, on remarque l'enrichissement des eaux superficielles en silicates comme suite de la diminution du taux de croissance des populations phytoplanctoniques.

En septembre, et plus évidemment en octobre, le taux de silicium a diminué dans toute la masse de l'eau jusqu'à 235 $\mu\text{g Si/l}$ dans la station de haute mer, en indiquant un processus de floraison algale tardive. Ensuite, l'intensification de la circulation verticale et le mouvement des couches d'eaux profondes, caractérisées par une teneur plus haute en silicium, a conduit à la re-distribution du silicium assimilable dans la couche 0-50 m (Fig.11).

LES NITRATES

La forme thermodynamique établie de l'azote inorganique de l'eau de mer bien oxygénée, tout comme les phosphates et les silicates, présentait de larges domaines de variation et d'importantes modifications saisonnières, souvent perturbées par les apports terrigènes.

Pendant la période décembre 1977 - novembre 1978, dans la zone côtière à Constanța, les concentrations des nitrates ont arrivé à un maximum de 815,5 $\mu\text{gN/l}$ dans les conditions des débits extrêmement grands du mois de mars et des valeurs minima en été et en automne, quand on a signalé des situations répétées d'épuisement total. La distribution saisonnière - tout comme les autres éléments nutritifs - a présenté le même sens de variation, ayant

les plus élevées concentrations en hiver, lorsque les valeurs moyennes ont dépassé 300 $\mu\text{g N/l}$ (Fig. 12).

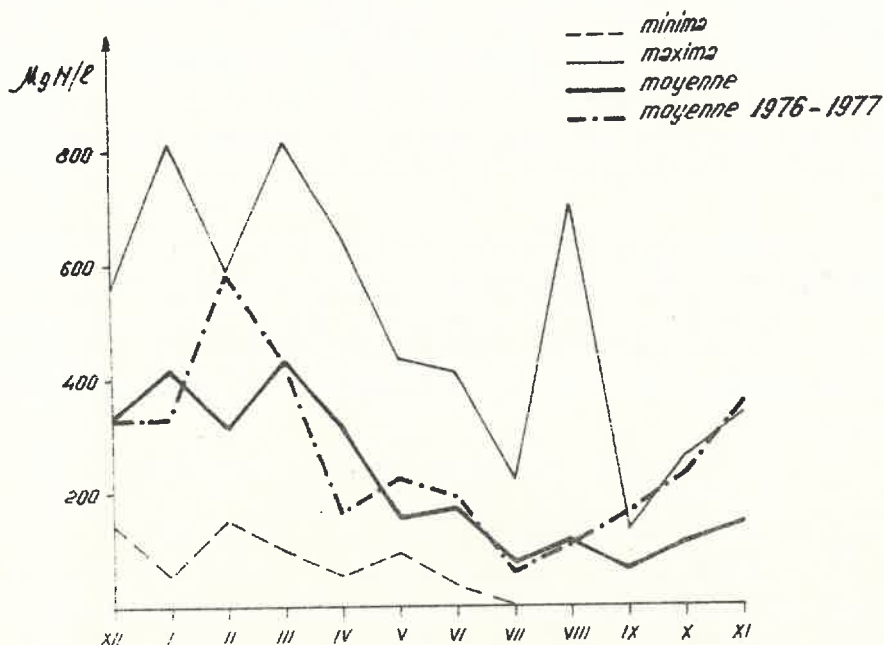


Fig. 12 - Variation du taux de nitrates de l'eau marine à Constanța dans la période décembre 1977 - novembre 1978

Dans son ensemble, le taux moyen de nitrates de la période analysée a été au-dessous de celui des années antérieures, fait signalé aussi pour les autres nutriments (Fig. 12).

À Mangalia, la répartition des nitrates a été similaire, à quelques exceptions près, dues à certaines causes locales. Par exemple, la présence d'une source d'eau ménagère au nord du point d'observation a déterminé la présence, en plusieurs cas, de certaines concentrations moyennes dépassant 100 $\mu\text{g N/l}$, beaucoup supérieures à celles du reste de l'aréal. Dû à la même cause, dans ce secteur la dynamique saisonnière a été moins prononcée (Fig. 13)

Sur l'étendue du plateau continental, les données mensuelles enregistrées sur le profil Est-Constanța indiquent une baisse considérable de la teneur en nitrates à mesure qu'on s'éloigne de la côte, ce qui met en relief la réduction de l'influ-

ence anthropogène dans cet aréal.

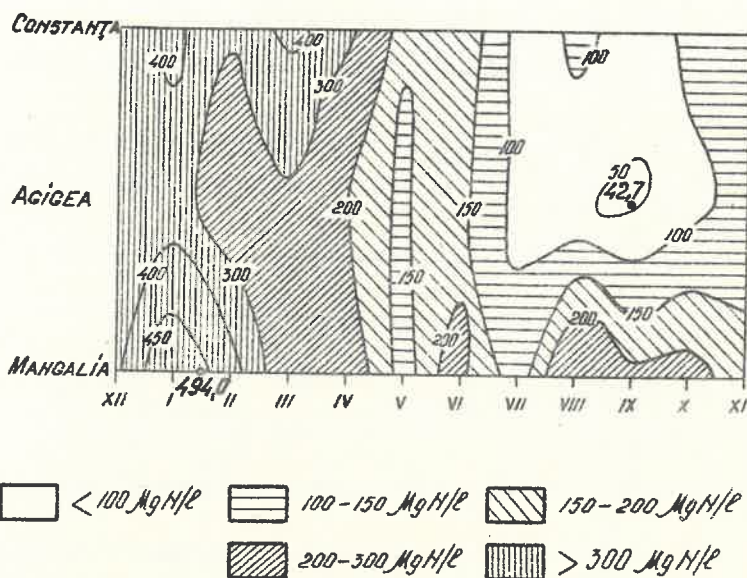


Fig. 13 - Le taux moyen de nitrates des eaux marines de la zone Constanța - Mangalia, dans la période décembre 1977 - novembre 1978

Ainsi que l'on a constaté pour les autres nutriments, les concentrations les plus élevées ont été enregistrées en hiver quand, à l'exception du mois de février, le domaine de fréquence a été compris entre 150-300 $\mu\text{g N/l}$ (Fig.14). Après l'intense consommation de nitrates au cours de la floraison phytoplanctonique du mois de février, au printemps a eu lieu une importante augmentation du taux de nitrates, grâce aux débits fluviaux extrêmement grands de cette saison.

En été, on a connu quelques situations de diminution presque totale des concentrations de nitrates. Dans la distribution verticale on distingue une couche intermédiaire au-dessus de la thermocline, où, dû aux agglomérations phytoplanctoniques, on a enregistré les plus petites concentrations.

Les quantités réduites de nitrates se maintiennent aussi en automne à l'exception du mois de septembre, quand, isolément, dans les stations de haute mer, on a signalé des valeurs

dépassant 200 µg N/l.

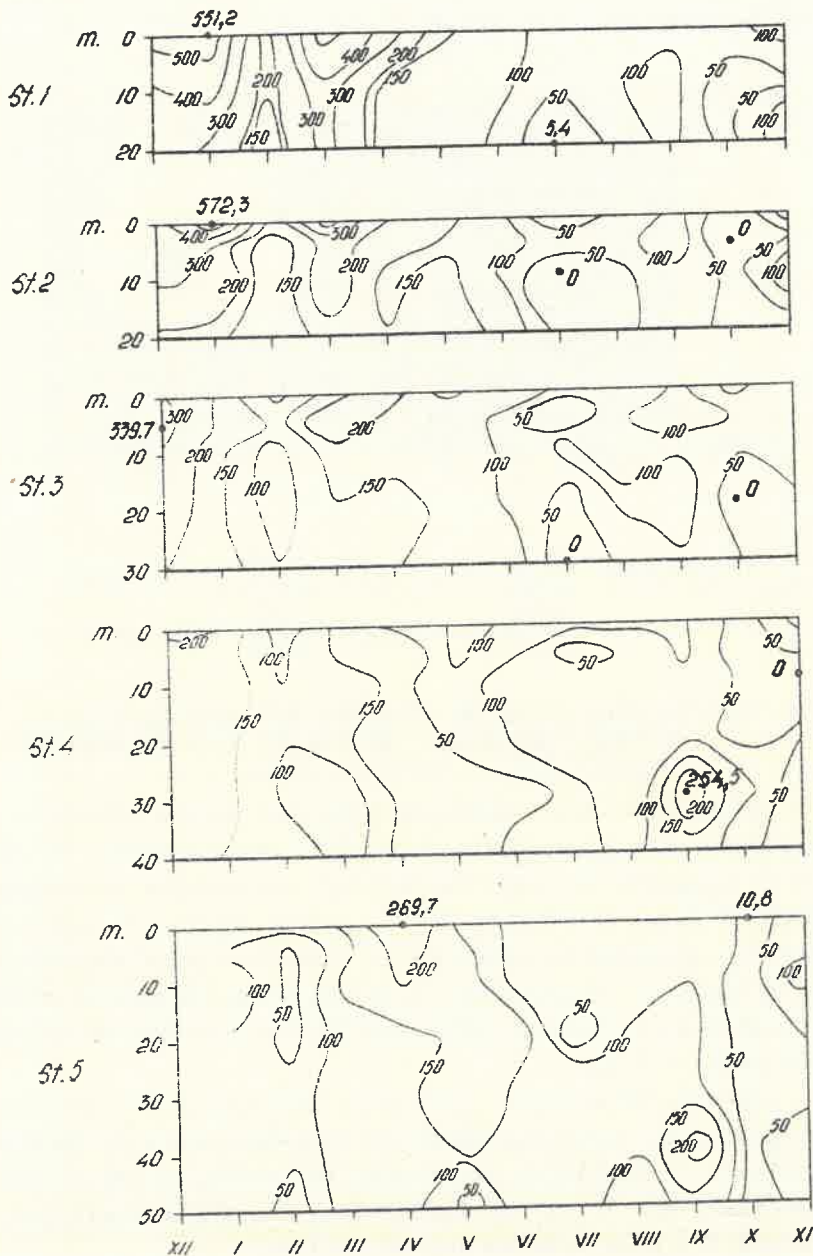


Fig. 14 - Distribution des nitrates (µg N/l) sur le profil Est - Constanța pendant la période décembre 1977-novembre 1978

CONCLUSIONS

Conformément aux conditions hydrologiques spécifiques à l'intervalle décembre 1977-novembre 1978, le régime hydrochimique des eaux marines du littoral roumain de la mer Noire a présenté les particularités suivantes:

Le taux d'oxygène a enregistré une baisse considérable tant dans les couches superficielles (la moyenne annuelle à Constanța - 7,13 c.c./l - étant la plus petite des dernières 19 années) que dans la masse de l'eau, dû à la massive consommation d'oxygène dans les processus de décomposition des organismes morts des périodes suivant les floraisons et aux phénomènes répétés d'upwelling, signalés sur notre littoral.

La fréquence et l'intensité inhabituelle des phénomènes de pénétration des eaux profondes faiblement oxygénées en automne ont déterminé la diminution de la quantité d'oxygène jusqu'à 1,31 c.c./l à 20 m de profondeur (station 4).

La teneur en substance organique de la zone côtière a présenté un large spectre de valeurs (0,03 - 12,99 mg O₂/l), le domaine d'oscillation diminuant par l'éloignement de la côte. En haute mer la distribution de la substance organique a eu un caractère plus homogène, à des différences peu sensibles entre les saisons, les modifications concernant la façon de répartition de celle-ci. L'irrégularité de la distribution spatiale est conditionnée de la densité non uniforme du phytoplancton, déterminée à son tour par la diversité de grandeur et de caractère du stock de nutriments des différentes régions du littoral.

Dans les eaux à petite profondeur les principaux éléments biogènes, phosphates, silicates et nitrates, ont eu de larges domaines de variation 0-2850,0 µg P/l, 243 - 3086 µg Si/l et 0 - 815 µg N/l. Les concentrations extrêmement élevées de la zone côtière, qui confère aux eaux côtières un grand degré de fertilité, les oscillations à grandes amplitudes dues aux apports d'eaux fluviales, industrielles et ménagères ont diminué par l'éloignement de la côte, les masses d'eau de l'haute mer se caractérisant par des quantités plus petites et plus homogènes de nutriments.

La distribution saisonnière, moins prononcée dans les eaux côtières, a été perturbée par les débits fluviaux exception-

nellement grands de la période mars-juillet, par les nombreux phénomènes d'upwelling et par l'intensité extrêmement grande des phénomènes de floraison des mois de février et d'octobre 1978.

Par rapport à la situation des années antérieures, les eaux marines du plateau continental ont été pauvres en nutriments pendant l'intervalle analysé. La zone Constanța y fait exception, le taux de phosphates, supérieur à la moyenne multiannuelle, étant dû à l'intensification des déversements de l'Usine de superphosphates de Năvodari.

BIBLIOGRAPHIE:

1. BODEANU N., 1978 - Compozitia și dinamica fitoplanctonului și microfitobentosului din apele costiere românești ale Mării Negre. M.E.I., Inst.St.Biolog. București: 1 - 25.
2. CHIRILA V., 1969 - Observations sur l'oxygène dans les eaux marines sur le littoral roumain de la mer Noire. Rapp.comm. int.mer Médit., 19, 4: 771 - 774.
3. COCIASU A., 1975 - Observations sur la teneur en oxygène des eaux marines de la zone Constantza dans la période 1966-1972. Cercetări Marine, IRCM Constanța, 8: 5 - 13.
4. 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 Constanța, 9: 41-58.
5. COCIASU A., POPA L., 1978 - Contributions à la connaissance de la dynamique des phosphates et des silicates des eaux marines du littoral roumain de la mer Noire. Cercetări Marine, IRCM Constanța, 11: 33 - 49.
6. GRASSHOFF K., 1976 - Methods of sea water analysis, Verlag Chemie, Weinheim.
7. SERPOIANU Gh., 1964 - Observații asupra curenților marini de pe întinsul platoului continental românesc. Studii și cercetări, 3 (6): 267 - 294.
8. SERPOIANU Gh., CHIRILA V., 1964 - Influența apelor Dunării asupra regimului salin de pe întinsul platoului continental românesc al Mării Negre. Buletin ICPP, 4: 19 - 52.