

## CONDITIONS PHYSICO-CIMIQUES DU COMPLEXE LAGUNAIRE DE SINOE EN 1973.

**Boghici Viorica**

Institut Roumain de Recherches Marines - Constanta

## ABSTRACT:

The author presents the physical and chemical parameters of the lagoons of Sinoe, which are to be taken into account for the subsequent works of pisciculture management. A special mention is made, first, of the frequent sudden variations in water salinity due to the simultaneous communication with sea and fresh waters of Razelm, and second, of the low average of salinity during the year of study as compared to the values of the latest two decades.

Le lac Sinoe et ses annexes, les lacs Nuntași et Istria, font partie d'un système lagunaire de la mer Noire, ayant un régime hydrologique spécifique grâce aux canaux qui le lient tant avec l'eau douce du Danube, par le lac Razelm, qu'avec la mer (Fig.1).

Les données concernant les Paramètres chimiques de la lagune, publiées tout au long des années, mettent en évidence une permanente instabilité de la salinité qui est fonction du bilan hydrologique. Celui-ci a été déterminé à son tour, par la direction prédominante des vents et surtout par l'échange graduel du rapport

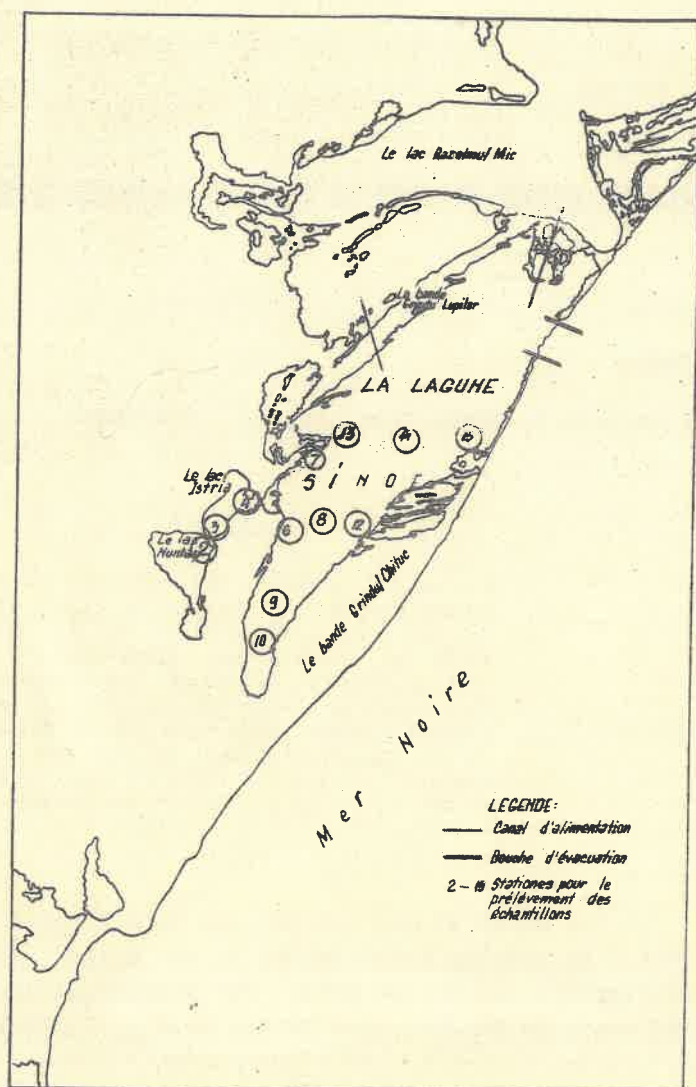


Fig.1 - Le complexe lagunaire Sinoe: placement des stations de prélèvement des échantillons.

entre les débits d'eau douce et d'eau salée, par l'aménagement de nouvelles ouvertures vers le Razelm et la fermeture partielle des liaisons naturelles avec la mer. C'est ainsi qu'en 1912, la salinité de l'eau du lac Sinoe, exprimée en grammes chlorure de sodium par litre, a été d'environ 16, ayant des valeurs plus grandes dans la partie sud, où l'on a dépassé quelquefois la concentration de l'eau marine (1).

En octobre 1925 a été enregistrée la concentration de 27,81 g/l, valeur maxima en rapport avec toutes les données existantes sur ce sujet.

Dans la période 1950-1952 les mesurages ont indiqué des valeurs maxima de 5 g/l au nord et minima de 10-12 g/l au sud, les moyennes étant de 17-20 g/l (2; 5). Dans les années suivantes - 1955-1956 - on a enregistré, de manière exceptionnelle, des minima de 0,5 tout près de Razelm, et de moins de 10 au sud, pendant les hautes eaux ordinaires puissantes d'eau douce (2; 6). Après une décennie environ, entre 1963 et 1965, les minima de la salinité ont été entre 3 et 4, les maxima jusqu'à 17 et les moyennes de 10-12 g/l (4; 5). Les plus récentes données publiées montrent un adoucissement continu de l'eau, d'une concentration d'environ 10 g/l en 1968, à 3,5 g/l en 1970 (8). Dans notre ouvrage sont présentées les recherches effectuées par l'auteur en 1973, dans tous les trois lacs: Sinoe, Istria, Nuntași.

#### MÉTHODE DE TRAVAIL

En vue de prélever les échantillons on a eu en vue un réseau de 12 stations, dont la distribution insiste spécialement sur le lac Sinoe, unité qui domine comme surface (17000 ha) et aussi comme base piscicole productive (Fig.1).

Dans la saison froide l'accès a été possible seulement dans les stations de petite profondeur: 2, 3, 4, 6 et 7. Dans le reste de l'année on a utilisé une embarcation à moteur qui a permis l'accès dans la lagune entière.

Après le prélèvement, on a transporté les échantillons dans le laboratoire dans le plus bref délai, c'est-à-dire en 3-4 heures. On a effectué toute une série d'analyses chimiques, qui puissent refléter le mieux possible les circonstances chimiques de ce complexe.

En vue de simplifier l'exposition et la poursuite de la dynamique des divers paramètres chimiques de l'eau, les résultats sont groupés en cinq zones, chacune d'elles incluant une ou plusieurs stations (Figs. 2-6). On y présente également les graphiques de la dynamique des phosphates et des nitrates en eau (Figs. 7-8). Pour les vases, les données étant réduites sous rapport numérique, leur présentation est faite sous forme de tableaux.

## RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

La profondeur maxima de l'eau a été toujours inférieure à 2 mètres, et l'épaisseur de la couche de vase dans la plus grande partie de la lagune a été de 50-60 cm, ayant des maxima jusqu'à 150 cm. On a trouvé également des zones, réduites comme étendue, ayant des fonds pierreux, légèrement couvertes de sable.

La température de l'eau dans la période mai-octobre, lorsqu'on a pu la mesurer dans toutes les stations, a oscillé entre 16 et 27°C (Figs. 2-6). On a observé que la différence de température entre les stations du large et celles de petite profondeur, est plus grande à mesure que l'on avance dans la saison chaude. C'est ainsi que pendant le mois d'août la maxima de 27°C a été enregistrée dans l'eau de 0,5 m de profondeur, pendant que l'eau du large a eu dans la couche superficielle seulement 21,5°C.

Pendant l'hiver, la température sous la couche de glace n'est pas descendue sous -1°C.

La transparence et la couleur de l'eau ont eu des variations larges, fonctions de la saison et des conditions météorologiques à un moment donné. Dans les jours clairs et calmes d'été, la transparence a été de maximum un mètre. Lorsque le lac était agité, les vagues entraînaient des dépôts organiques et minéraux du fond et la transparence a été de moins de 10 cm, pendant que la couleur de l'eau était devenue gris-marron. Dans la période à végétation abondante, si le temps était calme, la biomasse planctonique a emprunté à l'eau une couleur verte-laitieuse.

Les suspensions ont varié d'un mois à l'autre et d'une station à l'autre, étant plus riches quand le prélèvement des échantillons coïncidait à une puissante agitation de l'eau et également dans les lacs Nuntași (58-802 mg/l) et Istria (47-524 mg/l) vis-à-vis du lac Sinoe (23-443 mg/l).

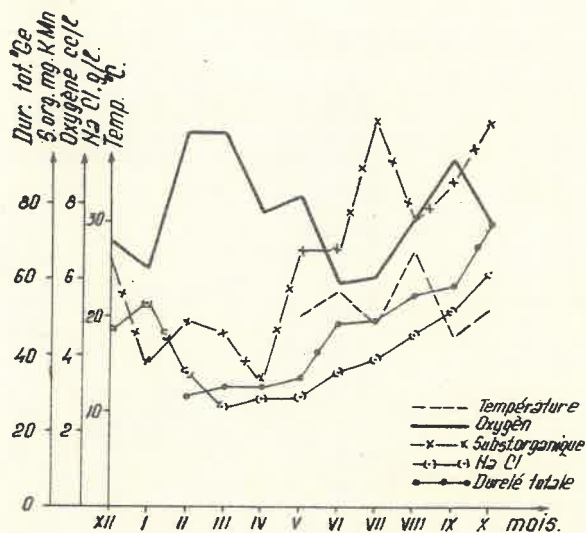


Fig. 2 - Paramètres physico-chimiques dans le lac Nuntași (Station 2).

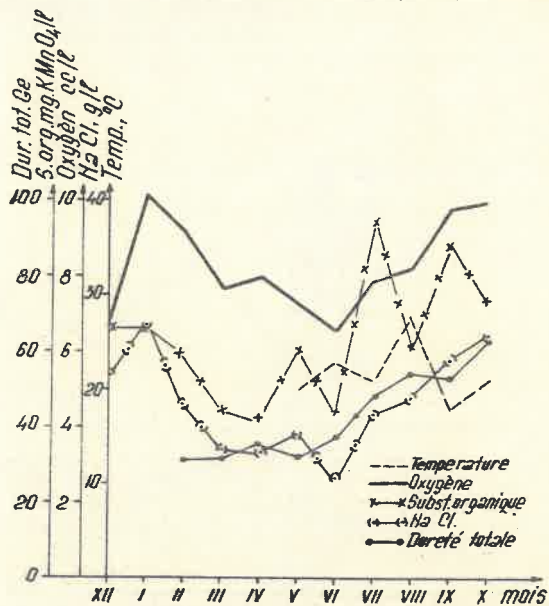


Fig. 3 - Paramètres physico-chimiques dans le lac Istria (moyenne des stations 3 et 4).

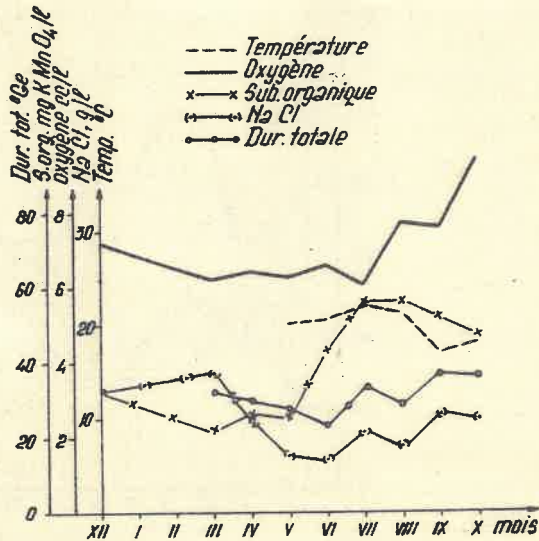


Fig. 4 - Paramètres physico-chimiques dans le lac Sinoe (moyenne des stations 7, 13, 14 et 15).

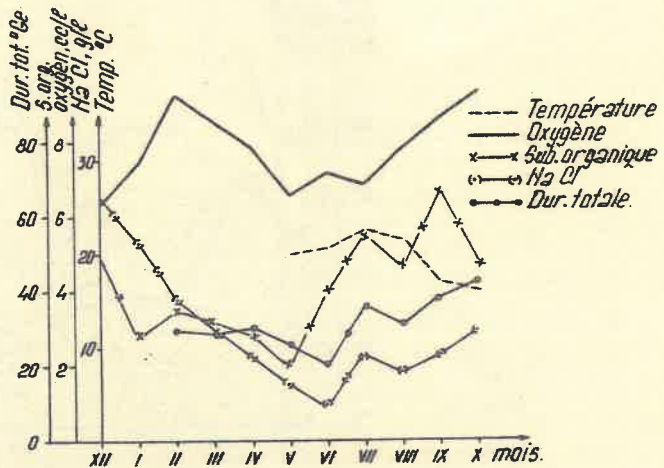


Fig. 5 - Paramètres physico-chimiques dans le lac Sinoe (moyenne des stations 6, 8 et 12).

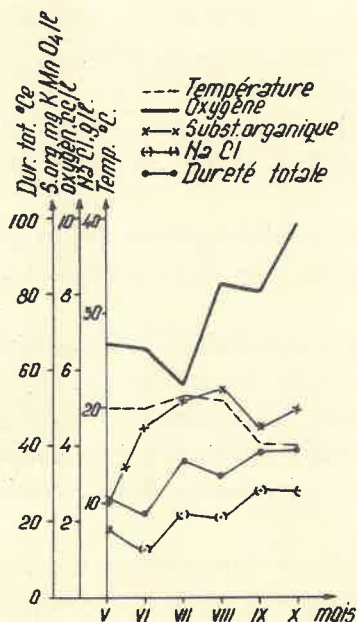


Fig. 6 - Paramètres physico-chimiques dans le lac Sinoe (moyenne des stations 9 et 10).

L'oxygène dissout dans l'eau, déterminé par la méthode Winkler, a eu des valeurs entre 5,49 et 11,74 cc/l. On a enregistré des concentrations plus basses dans les mois d'été, particulièrement en juillet, quand la température et la substance organique ont eu des valeurs maxima. La concentration en oxygène de l'eau s'est située d'habitude tout près de la saturation, en dépassant même quelquefois les valeurs de celle-ci, grâce à l'aération puissante produite par les vagues.

Le pH de l'eau, établi par colorimétrie, a eu des oscillations entre 7,7 et 8,6 étant plus grand pendant l'été.

L'alcalinité vis-à-vis de phénolphtaléine, a présenté des valeurs plus grandes dans l'eau de petite profondeur et de salinité plus grande, dans les lacs Nuntași et Istria, ayant des maxima de 13,5 cc HCL 0,1 N/l. Pour le lac Sinoe, les valeurs de l'alcalinité ont été comprises dans les limites 2-5, ce qui prouve, tout comme le pH, un bon tamponnement de l'eau dans cette unité.

La substance organique non filtrée a été déterminée par la méthode d'oxydation à permanganate, en milieu acide, en l'exprimant par mg  $\text{KMnO}_3$ /l. Les valeurs limite ont inclus un grand do-

maine: 17,85-117,24, les concentrations les plus élevées étant rencontrées pendant l'été, dans les stations de petite profondeur. Au large, la substance organique n'a pas dépassé 66 mg  $\text{KMnO}_4$ /l, en se situant d'habitude dans l'intervalle 44-55.

Les chlorures, dosées par titrage à azotate d'argent, ont été présentes en concentrations variables dans toutes les trois unités.

Dans le lac Nuntași on a trouvé la plus petite salinité de 2,65 g NaCl/l en mars, et la plus grande, de 6,18 g NaCl/l en octobre.

Dans le lac Istria, à cause de l'exécution - pendant l'été de 1973 - de quelques travaux en vue de fermer la communication avec Sinoe, la salinité est arrivée en automne à 9,69 g NaCl/l, la plus petite valeur de 3,32 g NaCl/l étant enregistrée aussi en mars, comme suite des hautes eaux ordinaires d'eau douce du printemps.

Le lac Sinoe, moins isolé de point de vue hydrographique que les autres unités, a eu un intense échange d'eaux avec le Danube par l'intermédiaire du Razelm, et aussi avec la mer; par conséquent, on a eu une action prépondérante d'adoucissement de l'eau. D'un côté, la différence de niveau a déterminé l'augmentation du débit d'eau douce du lac Razelm vers Sinoe, et d'autre côté, la prédominance des vents dirigés de la terre vers la mer a favorisé la formation d'un courant d'eau dans ce sens.

A partir du mois de septembre, en même temps avec la croissance du niveau des eaux marines côtières par le changement du sens d'action des vents, la salinité a augmenté dans toutes les trois unités de la lagune (Figs. 4-6).

C'est ainsi que dans le lac de Sinoe depuis 6,51 g NaCl/l en décembre 1972, la salinité enregistre le minimum de 0,53 g/l en juin 1973 et revient graduellement à 2,98 g/l en octobre.

Si l'on tient compte du fait qu'en 1950 la salinité moyenne dans le lac Sinoe était de 17 g/l, ayant une baisse en 1970 jusqu'à 3,5 g/l pour arriver en 1973 à seulement 2 g/l, il est bien évident le rythme intense d'adoucissement de l'eau dans les deux dernières décennies.

Nos recherches ont mis en évidence en même temps la

grande fréquence des sauts de salinité d'un mois à l'autre, et aussi l'homogénéisation rapide de la concentration de l'eau dans la lagune par l'action efficace des vagues. A cette cause il n'y a pas de grandes différences dans la salinité de la partie sud vis-à-vis de la partie nord.

La dureté totale a été toujours dépendante de la salinité, atteignant les valeurs maxima de plus de 70 degrés allemands dans les lacs Nuntași et Istria. Dans le lac Sinoe, les valeurs plus proches d'une station à l'autre se sont situées de manière fréquente dans l'intervalle 30-40 degrés allemandes.

Le calcium dans l'eau de la lagune a oscillé entre 28 et 84 mg Ca/l. La dynamique de cet élément montre, pour toutes les stations, une diminution accentuée pendant l'été à cause du processus de déchaulage biogène, et puis une venue vers l'automne, quand le développement de la végétation cesse, et le contenu en bioxyde de carbone augmente dans l'eau à cause des pluies. Dans telles conditions, de l'automne jusqu'au printemps, les eaux maintiennent une bonne capacité de tamponnement.

Le magnésium a connu de larges variations (48,6 - 265,0 mg Mg/l), ayant des concentrations plus grandes dans les lacs Nuntași et Istria. Dans le lac Sinoe la limite supérieure a été de 131,3 mg Mg/l.

Les sulfates, dépendant eux-aussi de la salinité, ont varié entre les limites 117 et 528 mg SO<sub>4</sub>/l.

Les phosphates ont été présents en concentrations oscillant entre 0,013-0,167 mg P/l, ayant des valeurs plus grandes dans Nuntași et Istria. La dynamique des phosphates en Sinoe, dans les stations situées à profondeur où il y a de bonnes conditions d'homogénéisation de l'eau, met en évidence un grand rapprochement des valeurs dans toutes les zones du lac, avec un minimum pendant l'été, expliquable par l'augmentation de la consommation de phosphore à cause des processus biologiques plus intenses dans la saison chaude (Fig.7).

Les nitrates dans l'eau sont arrivés à de grandes valeurs jusqu'à 17,5 mg/NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l dans les lacs Nuntași et Istria, grâce à l'abondance de végétation et aux processus de décomposition à la petite profondeur où l'on a pris les échantillons. Dans les stations du large du lac Sinoe, les valeurs se sont situées dans

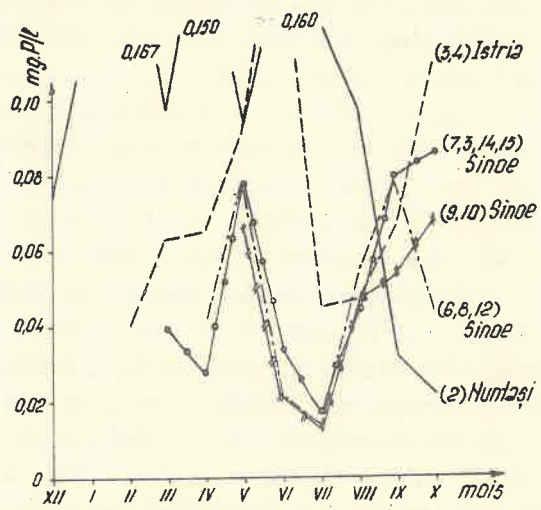


Fig.7 - Dynamique des phosphates dans l'eau

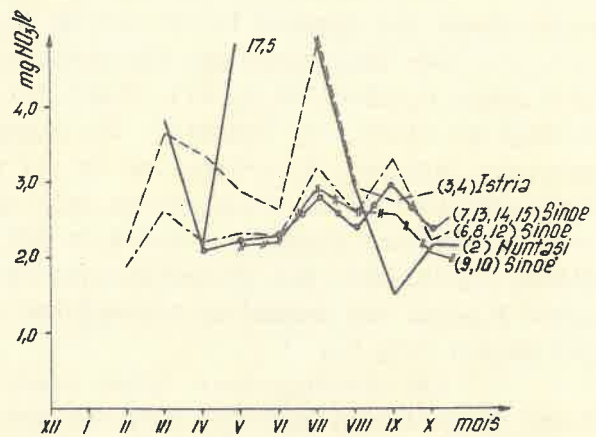


Fig.8 - Dynamique des azotates dans l'eau

un interval assez étroit (2,10-380 mg NO<sub>3</sub>/l), qui caractérise les eaux piscicoles douces (Fig.8).

Le résidu fixe à 110°C a été directement proportionnel à la concentration en sels de l'eau, se situant entre les limites 818-10832 mg/l.

Généralement on a trouvé des valeurs plus élevées de quelques paramètres chimiques (pH, alcalinité, phosphates, azotates, dureté, etc.) dans les stations à petite profondeur, où l'intensité des processus biologiques de décomposition de la flore et de la faune aquatiques, et aussi l'enrichissement de l'eau en sels, par évaporation, sont plus accentuées que dans les stations du large. Cette situation est bien évidente dans les figures 2-8. On peut constater qu'à partir du mois de mai où l'on a commencé le prélèvement des échantillons aux profondeurs qui dépassaient 1,5m, les paramètres chimiques sont mieux liés entre eux. Ce fait est très important, démontrant que la grande masse de l'eau, celle qui constitue le milieu naturel où l'on effectue la pisciculture dirigée, présente une fluctuation réduite de la concentration en différents éléments, d'une station à l'autre.

En vue de déterminer les paramètres chimiques des vases, on a prélevé trimestriellement des échantillons des mêmes stations en même temps que les échantillons d'eau (Tableau 1).

Comme structure, la vase présente un aspect grasseyé, sa couleur variant du gris au brun et même au noir.

Dans les stations de marge, la vase a été riche en sable, ayant une structure friable. La différence d'humidité (30 % aux vases sablonneuses vis-à-vis de 55 % à celles humiques) indique le degré différent de rétention de l'eau, en fonction de la structure géomorphologique des deux types de sol.

Généralement, la minéralisation des vases et aussi de l'eau, est plus homogène dans les stations du large que dans celles du bord, où la couche de vase est à la fois lavée par les vagues, agglomérée par la végétation et les coquilles, et en contact avec l'eau plus chaude que le reste du lac. C'est ainsi que le pH a eu des valeurs en limites plus restreintes (7,7-7,9) au large du lac Sinoe, qu'au voisinage de la côte (7,0-8,2).

La teneur en humus, pauvre dans les vases sablonneuses (0,13-1,20 %) a atteint des valeurs favorables pour la piscicul-

Dynamique des paramètres

| Paramètre déterminé                                      | Tri-mestres Station | Le      |             |       |       |       |
|--|---------------------|---------|-------------|-------|-------|-------|
|  |                     | Nuntası | I s t r i a |       |       |       |
|  |                     | 2       | 3           | 4     | 6     | 7     |
| pH   | I                   | 7,0     | 7,1         | -     | -     | 7,1   |
|  | II                  | 7,3     | 7,3         | 7,7   | -     | 7,9   |
|  | III                 | 7,8     | 7,9         | 8,1   | -     | 7,9   |
|  | IV                  | 8,2     | 8,2         | 8,1   | 7,8   | 7,9   |
| CHLOR<br>g/loo g vase                                    | I                   | 0,115   | 0,100       | -     | -     | 0,096 |
|  | II                  | 0,196   | 0,199       | 0,130 | -     | 0,081 |
|  | III                 | 0,153   | 0,125       | 0,290 | -     | 0,084 |
|  | IV                  | 0,119   | 0,203       | 0,252 | 0,241 | 0,054 |
| SULFATES<br>mg SO <sub>4</sub> /loo g vase               | I                   | 68,5    | 51,6        | -     | -     | 14,8  |
|  | II                  | 71,5    | 70,2        | 51,0  | -     | 79,1  |
|  | III                 | 23,1    | 47,0        | 25,6  | -     | 13,2  |
|  | IV                  | 23,8    | 28,0        | 18,0  | 31,0  | 8,2   |
| HUMUS<br>g/loo g vase                                    | I                   | 0,504   | 1,215       | -     | -     | 0,134 |
|  | II                  | 0,806   | 1,947       | 0,600 | -     | 0,186 |
|  | III                 | 1,263   | 1,738       | 3,478 | -     | 1,097 |
|  | IV                  | 0,340   | 0,656       | 3,972 | 4,196 | 0,477 |
| ACIDITÉ HY-<br>DROLITIQUE<br>cc NaOH 0,1 N<br>loo g vase | I                   | 3,2     | 4,6         | -     | -     | 3,2   |
|  | II                  | 2,8     | 3,5         | 2,0   | -     | 2,8   |
|  | III                 | 2,2     | 2,4         | 2,4   | -     | 2,4   |
|  | IV                  | 1,5     | 1,5         | 1,5   | 2,6   | 2,5   |
| BESOIN<br>DE CALCIUM<br>Kg CaO/ha                        | I                   | 265     | 386         | -     | -     | 269   |
|  | II                  | 235     | 294         | 168   | -     | 235   |
|  | III                 | 185     | 202         | 202   | -     | 202   |
|  | IV                  | 128     | 125         | 123   | 221   | 209   |
| AZOTATES<br>mg NO <sub>3</sub> /loo g vase               | I                   | 1,110   | 1,020       | -     | -     | 0,890 |
|  | II                  | 1,052   | 1,257       | 1,469 | -     | 0,904 |
|  | III                 | 1,146   | 1,492       | 1,554 | -     | 1,241 |
|  | IV                  | 1,273   | 0,716       | -     | 1,789 | 0,820 |
| PHOSPHATES<br>mg P/loo g vase                            | I                   | 0,296   | 0,213       | -     | -     | 0,188 |
|  | II                  | 0,028   | 0,031       | 0,029 | -     | 0,027 |
|  | III                 | 0,027   | 0,058       | 0,050 | -     | 0,057 |
|  | IV                  | 0,332   | 0,193       | 0,495 | 0,385 | 0,155 |
| HUMIDITÉ<br>- % -  | I                   | 30,4    | 32,2        | -     | -     | 27,6  |
|  | II                  | 29,6    | 44,9        | 30,0  | -     | 31,3  |
|  | III                 | 24,4    | 26,2        | 43,4  | -     | 25,5  |
|  | IV                  | 24,4    | 29,5        | 62,6  | 60,8  | 27,1  |

Tableau 1

chimiques de la vase

| lac       |       |       |       |       |       |       |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| S i n o e |       |       |       |       |       |       |
| 8         | 9     | 10    | 12    | 13    | 14    | 15    |
| 7,7       | 7,7   | 7,8   | 7,7   | 7,7   | 7,7   | 7,9   |
| 7,7       | 7,9   | 7,8   | 7,7   | 7,7   | 7,8   | 7,9   |
| 7,8       | 8,0   | 7,8   | 7,8   | 7,9   | 7,9   | 7,9   |
| 0,213     | 0,126 | 0,173 | 0,129 | 0,202 | 0,209 | 0,133 |
| 0,309     | 0,367 | 0,280 | 0,287 | 0,251 | 0,266 | 0,156 |
| 0,153     | 0,118 | 0,138 | 0,116 | 0,121 | 0,148 | 0,162 |
| 102,3     | 90,0  | 117,4 | 61,5  | 76,3  | 84,2  | 90,8  |
| 33,1      | 21,4  | 27,8  | 29,5  | 26,7  | 32,5  | 29,4  |
| 3,7       | 18,0  | 18,0  | 19,0  | 23,2  | 51,0  | 17,5  |
| 2,345     | 1,830 | 2,345 | 3,247 | 3,282 | 3,661 | 3,247 |
| 4,248     | 5,803 | 4,041 | 2,758 | 5,388 | 3,558 | 3,863 |
| 2,487     | 2,399 | 2,590 | 3,212 | 2,590 | 2,694 | 2,605 |
| 2,9       | 3,8   | 2,9   | 2,8   | 2,9   | 2,9   | 2,9   |
| 2,6       | 2,2   | 2,4   | 2,7   | 2,4   | 2,5   | 2,5   |
| 2,4       | 1,8   | 1,8   | 2,4   | 2,5   | 2,4   | 2,2   |
| 243       | 319   | 243   | 235   | 243   | 243   | 243   |
| 218       | 185   | 202   | 227   | 202   | 210   | 210   |
| 204       | 152   | 148   | 201   | 207   | 203   | 187   |
| 1,940     | 1,101 | 1,437 | 1,570 | 1,817 | 1,237 | 1,954 |
| 1,909     | 1,509 | 1,542 | 1,701 | 1,792 | 1,589 | 1,863 |
| 1,812     | 1,615 | 1,858 | 2,024 | 1,763 | 1,785 | 1,692 |
| 0,050     | 0,049 | 0,045 | 0,063 | 0,067 | 0,056 | 0,656 |
| 0,038     | 0,035 | 0,036 | 0,037 | 0,046 | 0,041 | 0,039 |
| 0,244     | 0,292 | 0,224 | 0,193 | 0,253 | 0,223 | 0,216 |
| 61,2      | 53,4  | 62,3  | 51,8  | 63,8  | 62,0  | 56,5  |
| 51,9      | 57,7  | 52,8  | 59,2  | 54,1  | 54,1  | 52,3  |
| 49,0      | 44,6  | 48,9  | 38,6  | 56,7  | 52,1  | 48,0  |

ture dans les zones profondes (2,10-5,80%).

Les chlorures ont varié entre 0,10-0,23 g/100 g sol.

Les azotates ont été présents en concentrations de 0,80-1,80 mg NO<sub>3</sub>%, et les phosphates entre 0,027-0,310 mg P %, ayant les minima en été et les maxima en hiver.

Le besoin de calcium dans les circonstances de l'année 1973 a été dans les limites 124-386 kg CaO/ha.

Mettant en relation les résultats des analyses chimiques chez les vases, on constate que les variations fréquentes de la salinité ont conduit à un certain déséquilibre chimique dans la lagune.

Les paramètres chimiques de la vase, moins dépendants des changements de la salinité, n'ont pas réussi de se mettre en accord permanent avec ceux de l'eau.

#### CONCLUSIONS

Du point de vue chimique, la lagune Sinoe s'est caractérisée en 1973 par une baisse évidente de la salinité, les valeurs minima étant sous 1 g NaCl/l.

Dans le lac Sinoe la valeur moyenne a été de 2 g NaCl/l vis-à-vis de 3,5 g NaCl/l en 1970 et 17 g NaCl/l en 1950.

L'adoucissement de l'eau a déterminé l'oscillation des autres paramètres chimiques.

L'instabilité des conditions de milieu, incompatible à la pratique de la pisciculture dirigée, préconisée de se réaliser dans la lagune, impose la nécessité de trouver des solutions hydrotechniques pour régler et contrôler les débits d'eau.

Nous considérons que l'étude des conditions physico-chimiques doit être continuée en vue de déterminer le moment de l'installation de l'équilibre chimique et biologique dans les trois unités.

#### BIBLIOGRAPHIE:

1. ANTIPA GR., 1916 - Pescăria și pescuitul în România. Publicațiile Fondului V. Adamache, București, 8: 258-260.
2. ANTONESCU C.S., 1967 - Biologia apelor. Ed. Did. și Ped., București: 1-329.

3. BORCEA I., 1926 - Observations sur la faune des lacs Razelm. Annales scientifiques de l'Université de Jassy, Jassy, 13: 432.
4. GISTESCU P., 1963 - Lacurile din Republica Populară Română. Ed.Acad. R.P.R., București: 1-291.
5. TEODORESCU-LEONTE R., LEONTE V., DUMITRIU M. și SOILEANU B. 1956 - Observații asupra complexului Razelm-Sinoe în perioada 1950-1952. An.Inst.de Cerc.Pisc., București: 1: 1-50.
6. TEODORESCU-LEONTE R., POPESCU L., BANARESCU P., STOINA T. și MUNTEANU I., 1960 - Observații hidrobiologice piscicole asupra complexului Razelm în perioada 1955-1956. Studii și cercetări. Inst.Cerc.Pisc.București, 2, 5: 123-129.
7. TEODORESCU-LEONTE R., 1966 - Rezultatele cercetărilor asupra bazei trofice a complexului Razelm și perspectivele producției piscicole din acest complex prin dirijarea populației. Bul.Inst.Cerc.Pisc., București, 1: 38-46.
8. UDREA V., 1971 - Possibilités de développement de la pisciculture marine dans les lacs saumâtres du littoral roumain de la Mer Noire. Cercetări marine - IRCM, 2: 131-148.