

VARIATIONS MULTIANNUELLES DE LA TEMPÉRATURE ET DE LA SALINITÉ DE L'EAU MARINE SUR LE LITTORAL ROUMAIN DE LA MER NOIRE

Gh. SERPOIANU

Institut Roumain de Recherches Marines, Constantza (Roumanie)

Les observations effectuées chaque jour dans la période des années 1965-1985 sur la température et la salinité de l'eau marine à la surface près du littoral, dans un point situé au Nord de Constantza (44°14'N, 28°37'E), mettent en évidence de grandes variations des facteurs mentionnés, fait déterminé d'une part par les grandes oscillations saisonnières de la température de l'air et d'autre part par l'influence des eaux douces du Danube dont le débit et le déplacement en mer subissent des changements saisonniers et annuels très importants.

Dans la période analysée les moyennes mensuelles de la température de l'air ont oscillé entre -5,8°C en février 1985 et 23,5°C en juillet 1970, et celles annuelles entre 10,4° en 1985 et 12,6° en 1966. Il faut noter les grandes différences d'une année à l'autre, l'amplitude des valeurs moyennes atteignant 11,9° au mois février (de -5,8° à 6,1°).

En rapport avec les caractéristiques climatologiques, la température de l'eau marine présente de grandes variations saisonnières, les valeurs moyennes mensuelles extrêmes représentant -0,7°C (mer gelée) en mars 1985 et 24,6°C en août 1967. Les moyennes mensuelles multiannuelles de la période analysée ont oscillé entre 2,8° en février et 21,7° en août.

Pour le même mois d'observation il y a de grandes différences d'une année à l'autre, l'amplitude des valeurs moyennes oscillant entre 4,8° en décembre (de 2,9° à 7,7°) et 8,8° en juillet (de 15,3° à 24,1°). In faut préciser que la valeur grande de l'amplitude au mois de juillet, tout comme en juin - quand a représenté 7,9° - est due au phénomène d'upwelling qui, dans les mois respectifs, peut produire de baisses de température au-dessous de 10°.

Les moyennes annuelles de la température de l'eau marine ont oscillé entre 10,0° en 1985 et 13,4° en 1966 et - à l'exception de 3 d'entre les 21 années d'observations - ont été supérieures à celles de l'air, la différence positive atteignant 1,6° en 1967.

Les plus froides années ont été celles dans lesquelles le refroidissement pendant l'hiver a été le plus fort, situations quand l'effet du phénomène d'upwelling a été aussi plus intense.

La salinité de l'eau marine a présenté aussi de grandes variations, par rapport aux changements du débit fluvial et le spécifique des courants marins. Nous précisons que de 341 km³ d'eau douce que la mer Noire reçoit annuellement de ses fleuves, environ 60% revient au Danube, dont le débit moyen pour la période analysée a été de 220 km³, avec des oscillations entre 164 km³ (1983) et 292 km³ (1970). Les débits les plus élevés correspondent aux mois mars-juin, avec un maximum en mai (25,3 km³, la valeur moyenne multiannuelle). La période septembre-novembre correspond aux plus bas débits, le minimum se situant en novembre (12,6 km³).

Etant donné la position des embouchures du Danube, dans la partie nord du littoral roumain, ainsi que la dominance des courants superficiels de sud, la zone roumaine de la mer Noire subit la plus puissante influence de ses eaux douces.

En corrélation avec les particularités mentionnées, les moyennes mensuelles de la salinité de l'eau marine ont présenté des valeurs comprises entre 10,59 en juillet 1967 et 18,68 dans le même mois de l'année 1974. Il faut souligner le fait que la valeur maxima de juillet 1974 est due à l'existence d'un upwelling intense.

Les valeurs moyennes mensuelles multiannuelles ont oscillé entre 14,02 en mars et 15,99 en décembre et les moyennes annuelles entre 14,32 en 1975 et 15,96 en 1983. Les variations saisonnières ainsi que celles annuelles sont en concordance avec les modifications que subit le débit du Danube.

Comme dans le cas de la température, on a constaté aussi des amplitudes grandes des valeurs moyennes mensuelles de la salinité, comprises entre 3,13 en mars (de 12,73 à 15,86) et 8,09 en juillet (de 10,59 à 18,68).

Le spécifique des conditions climatologiques, du débit du Danube et des courants marins, déterminent au littoral roumain de la mer Noire de grandes variations de la température et de la salinité de l'eau marine, ainsi que d'importantes différences pour la même période de temps, d'une année à l'autre.

ESTIMATION OF WATER EXCHANGE AND RESIDENCE TIME OF THE WATERS IN THE WESTERN HARBOUR OF ALEXANDRIA (EGYPT)

A.A.H. EL GINDY

Lecturer of Physical Oceanography, Faculty of Science, Alexandria University, Alexandria (Egypt)

Abstract The western harbour of Alexandria which receives about (90x10³ m³ day) of fresh water from Noubaria Canal, has an outflow to the adjacent Mex bay (about 92.9x10⁶ m³/month), and an inflow of about 89.9 x 10⁶m³/month. These estimates are based on salinity data, rainfall amounts, evaporation and fresh water runoff inside the basin, considering a two layer model. The residence time of the harbour water, estimated from water budget and independently from sea level changes, was found to be between 21.7 and 30.7 days with a good agreement between the two methods of calculations. These results are important in the calculation of the pollutants and the trace metals mass balance.

Material and discussion The western harbour of Alexandria, Fig (1) is a major commercial harbour with a maximum depth of about 18 meters, mean depth of about 10m, and a surface area nearly 7.5 x 10⁶m². The harbour and the polluted Mex bay waters are communicating by the harbour mouth in the SW. The maximum range of the tide in the harbour is about 33 cm. Rady (1979). The estimation of the residence time of the harbour water and the rate of water exchange with the Mex bay is important in the mass balance calculations for the different pollutants.

A- Water exchange between the harbour and Mex bay:

The two layers model is a valid hypothesis in the western harbour where there is a fresh water inflow and a relatively weak tide. Assuming that both of salt and water volume are conserved in the basin, the annual means of the outflow to Mex bay (Qo) and the inflow to the harbour (Qi) can be calculated by equations (1) and (2)

$$Q_o = \text{Outflow} = Q_R \frac{S_i}{S_i - S_o} \quad (1)$$

$$Q_i = \text{Inflow} = Q_R \frac{S_o}{S_i - S_o} \quad (2)$$

Where Q_R = water from Noubaria canal + rainfall - evaporation.

S_i and S_o are the mean salinities in the deep high saline layer and upper low saline layer respectively. The data used to estimate (Q_o) and (Q_i) are the salinities taken in the harbour (1980 - 1981) presented on vertical sections by Farag (1982), estimates of monthly means of evaporation and rainfall given by Hamed (1979) and the rate of fresh water flow in harbour (90 x 10³m³/day) Abou El Dahab (1985).

The typical calculations are shown by Table (1) using the annual mean values of S_i/(S_i-S_o) and Q_R, the outflow is about 92.9 x 10⁶m³/month, while the inflow is 89.9x10⁶m³/month.

B- Residence time of harbour water:

This has been estimated by two methods:-

- Using the rate of outflow (Q_o), and the given volume of the water in the basin, the residence time is given by the equation (3)

$$t = \frac{\text{Volume of the basin (} 75 \times 10^6 \text{ m}^3 \text{)}}{Q_o (92.9 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{month})} = 24.2 \text{ days (3)}$$

2- Lisitzin (1974) estimated the renewal time of Baltic sea from day to day positive and negative sea level changes. Since the western harbour is a small basin, the sea level could have the same phase in the whole basin and the hourly values of sea level could be used for this purpose. Typical results are shown by table (2) where residence time

$$t_{\text{months}} = \frac{\text{mean water depth (} 10 \text{ m)}}{\text{Sum of positive sea level changes in meters per month.}}$$

This method gives an annual mean residence time of the harbour about 26.6 days which is in a good agreement with the estimate from the water budget method. This proves the validity of sea level data for this type of calculations in the harbours.

References:

- Abou Dahab O.M. (1985) " Chemical cycle of inorganic pollutants in the ecosystem west of Alexandria between Anfoushy and Agamy." Ph D. thesis, Faculty of Science, Alexandria University.
- Farag M. (1982) " Circulation patterns and hydrographic structure of El-Mex and western harbour areas." M. SC. thesis, Faculty of Science, Alexandria University.
- Hamed A.A.(1979) Atmospheric circulation features over the south easterly part of the Mediterranean sea in relation with weather conditions and wind waves at Alexandria. M.Sc. thesis. Faculty of Science, Alexandria University.
- Lisitzin E. (1974) " Sea level changes " Text book, Elsevier Oceanography series 8, Chap. 10 P. 246.
- Rady M. (1979) " Variations of sea level at Alexandria and its relation to the meteorological conditions". M.Sc. thesis, Faculty of Science, Alexandria University.

Table (1) Summary of the data used in the calculations of the mean residence time from monthly observation of salinity, rainfall, evaporation and discharge from Noubaria canal in the Western harbour of Alexandria.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	mean
S _i (bottom)	36.5	37.5	36.5	36.0	37.0	39	38.5	39.2	39.3	x	39.0	38.0	
S _o (surface)	14.0	17.0	15.0	13.0	16.2	17	16.0	16.0	17	x	16.2	17.0	
S _i -S _o	14.6	75	24.3	12.0	49.3	19.5	15.4	32.7	17.1	x	52	38	31.8
Rain fall (mm)	1.67	2.25	0.82	0.9	0.15	0	0	0	0	0.67	2.1	4.1	2
Evap. (mm)	0.99	1.06	1.03	1.06	0.92	0.97	0.89	1.06	1.12	1.08	1.24	0.99	
SW (mm)	3.38	1.89	2.49	2.54	1.93	1.73	1.81	1.64	1.58	2.29	3.56	5.83	2.92

Table(2) positive and negative changes in the Sea level of the western Harbour of Alexandria, and its water renewal time.

	Jan.		April		July		October	
	1980	1981	1980	1981	1980	1981	1980	1981
Increase in Sea level (cm)	1204	1272	1383	1163	1011	1097	1171	1056
Decrease in Sea level (cm)	1179	1248	1399	1103	1017	1093	1173	1099
Renewal time of water (days)	25.7	24.4	21.7	25.7	30.7	28.3	27.7	28.5

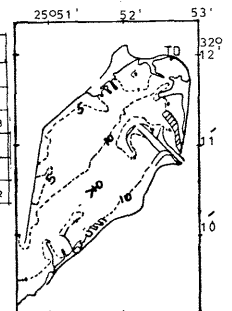


Fig. (1)