

## REGIME THERMIQUE DES EAUX MARINES SUR LE PLATEAU CONTINENTAL ROUMAIN

Bulgar Alexandru et Diaconu Vasile

Institut Roumain de Recherches Marines Constantza

### ABSTRACT

The existing relationships between air and water temperature evolution allowed some correlations between air-temperature values, as recorded on the coast areas, and the water temperatures, as recorded over the continental shelf at the surface and bottom, to be established. The correlations determined by the least squares method shows a low scattering, which allows the temperatures of sea water to be predicted. This makes possible an objective characterization of the temperature of the water masses; moreover, the correlations have a practical usefulness with regard to the development of the marine environment activities.

Les observations océanographiques conduites durant ces dix dernières années au large des côtes roumaines de la mer Noire ont permis de recueillir des données sur le régime des eaux marines à la surface et en profondeur, en faisant ainsi un premier pas vers une caractérisation objective des masses d'eau et vers une détermination précise de la température des eaux type entraînées dans le processus de mélange.

La variation en temps de la température des eaux marines sur l'étendue du plateau continental roumain est déterminée par l'évolution annuelle des facteurs météorologiques et par les particularités de la dynamique des eaux marines.

Puisque la dynamique de la mer Noire n'est pas encore suffisamment connue, on a essayé de caractériser le régime thermique des eaux marines en se fondant sur les observations météorologiques, et notamment en cherchant de mettre en évidence la relation entre les facteurs météorologiques et la température de l'eau marine.

Le calcul du bilan thermique est une opération qui comporte un grand degré d'approximation en raison du manque d'observations directes au large de la mer Noire. Ainsi, pour la même zone marine devant Constantza, les éléments du bilan thermique sont évalués de façon différente suivant l'auteur. Le tableau ci-dessous donne les valeurs de la radiation globale absorbée, de la radiation effective, du flux turbulent et de la perte de chaleur par évaporation; il donne également le bilan calorique calculé à partir des données ci-dessous par I. V. MAKEROV et E. V. SOLIANKIN.

Eléments du bilan thermique (Valeurs en kcal/cm <sup>2</sup> an)	I. V. MAKEROV	E. V. SOLIANKIN
Radiation globale absorbée.....	110,0	106,1
Radiation effective .....	56,0	49,4
Flux turbulent .....	12,1	7,8
Perte de chaleur par évaporation..	56,2	46,4
Bilan thermique .....	-14,4	+2,5

Les différences sensibles entre les résultats du bilan sont dues à la différence entre les valeurs attribuées aux paramètres de calcul pour les éléments du bilan, qui ne peuvent avoir qu'un caractère estimatif en absence d'observations directes au large.

Pour contourner ces difficultés, on préfère de prendre en considération la température de l'air comme indicateur synthétique englobant les influences directes des facteurs radiatifs et dynamiques.

La relation qui existe entre l'évolution de la température de l'air et celle de l'eau marine a permis d'établir certaines corrélations entre les valeurs de température de l'air relevées sur la côte et la température de l'eau marine sur le plateau continental, à la surface et au fond. Ces corrélations donnent la possibilité de prévoir la température des eaux marines en utilisant dans ce but des indicateurs mesurés à la côte, fait particulièrement utile si l'on veut optimiser les activités liées à la mer.

Pour caractériser le régime thermique des eaux marines, on a pris en considération les observations effectuées mensuellement, durant la période 1963-1972, dans un point situé à 30 Mm Est de Constantza, à 52 m de profondeur. L'analyse des valeurs de température des eaux marines dans le point considéré a montré qu'il est possible d'établir une

relation entre celles-ci et les températures caractéristiques de l'air, obtenues grâce aux observations météorologiques effectuées à la station de Constantza.

Néanmoins, vue la complexité des échanges thermiques entre la mer et l'atmosphère, ainsi que les particularités spécifiques à ces deux milieux, la relation établie n'est pas une relation de cause à effet dans l'acceptation phénoménologique de la notion.

Le caractère différent de l'évolution de la température des eaux superficielles en rapport avec celles de fond a imposé l'analyse séparée de ces deux évolutions.

En prenant comme point de départ les observations mensuelles de la température des eaux superficielles, on a construit des courbes qui reproduisent la variation annuelle, en calculant ensuite, graphiquement, les moyennes mensuelles.

Souvent, la circulation des eaux marines est la cause d'écartés importants dans l'évolution normale de la température, qui peut changer rapidement en raison de celles-ci.

Pour pouvoir tenir compte de toutes ces fluctuations, il faut avoir une bonne connaissance de la circulation de l'eau marine, ce qui n'est pas le cas pour le moment. Pour cette raison, on a cherché de réduire au minimum l'influence des changements brusques de température dus à la dynamique, en calculant les moyennes mensuelles pour une période de dix années, ce qui permet le trassage du graphique de variation multi-annuelle de la température de l'eau, reproduit en fig. 1.

La différence d'inertie entre l'air et l'eau soumis à la chauffe et au refroidissement est cause d'un déphasage qui apparaît entre l'évolution de la température de l'air et celle de la température de l'eau, cette dernière mettant plus de temps à refléter l'influence des facteurs radiatifs.

Les essais ont établi que le déphasage moyen minimalisateur des erreurs d'ajustage a une durée de 15 jours. Ce qui nous amène à considérer la corrélation entre la moyenne mensuelle de la température de l'air et la température de l'eau marine à la fin du mois (fig. 2).

L'expression pour la corrélation ainsi obtenue est de la forme:

$$T_w = 0,012 T_a^2 + 0,582 T_a + 5,17 \quad (1)$$

où  $T_w$  est la température de l'eau à la fin du mois, et  $T_a$  la moyenne mensuelle de la température de l'air.

La corrélation a été calculée par la méthode des moindres carrés pour les valeurs  $T_a$  comprises entre  $+0,30^\circ\text{C}$  et  $+22,50^\circ\text{C}$ . Les méthodes usuelles de la théorie statistique (YULE et KENDALL, 1969) ont donné pour le coefficient de corrélation la valeur de 0,996. Il est possible que la nélinéarité de la dépendance établie puisse s'expliquer par la variation du déphasage selon la saison, donc en fonction de  $T_a$ .

L'expression (1) reflète le fait qu'à basses températures le refroidissement de l'eau est beaucoup plus lent que celui de l'air au-dessus de la côte, car l'apparition du mélange vertical convectif maintient une température plus élevée de l'eau.

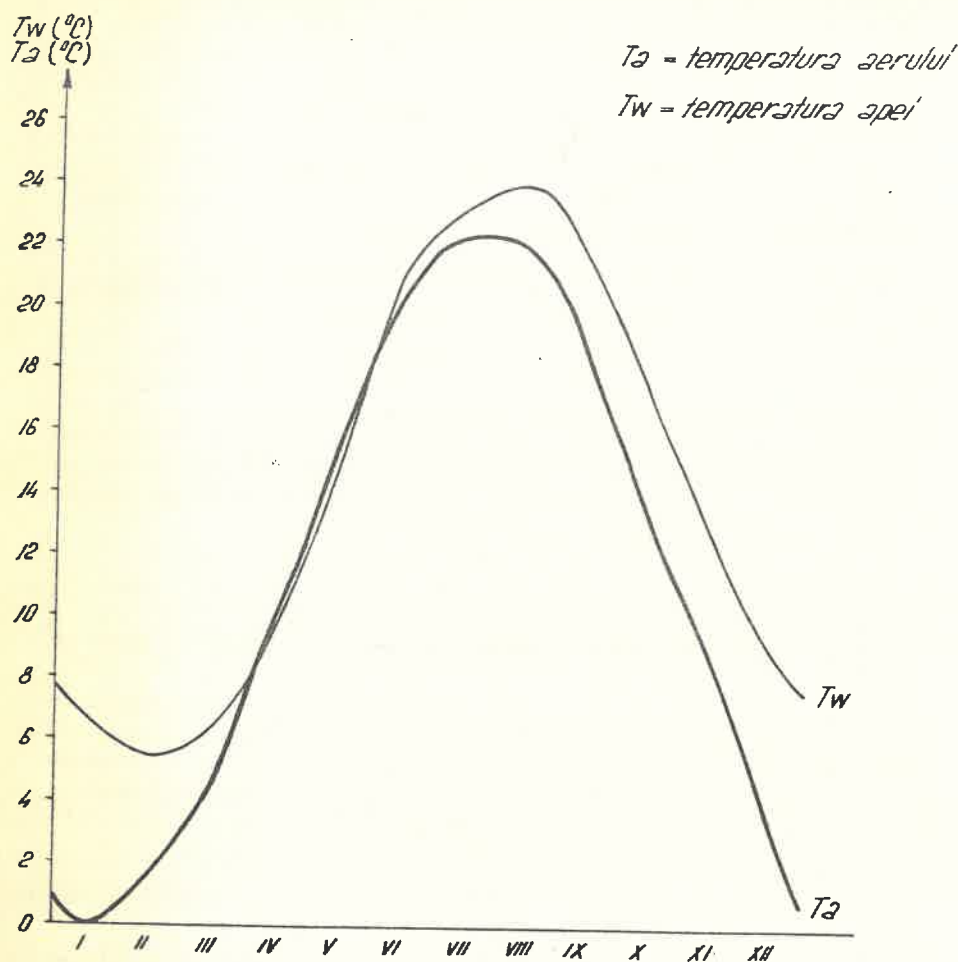


Fig. 1. Evolution de la température des eaux superficielles à 30 milles Est de Constantza (moyennes multiannuelles 1963-1972) et celle de la température de l'air à Constantza (même période)

Le point choisi, bien que situé à 30 milles seulement de la côte peut être considéré comme représentatif de l'évolution de la température superficielle dans la zone de large du plateau continental.

En effet, la comparaison des valeurs de température de l'eau marine à 30 milles et des valeurs de température relevées par saisons dans un point situé à 70 Mn de la côte (au cours des années 1971-1972) (fig. 3), mène à la conclusion que leur différence est négligeable pour toutes les fins pratiques.

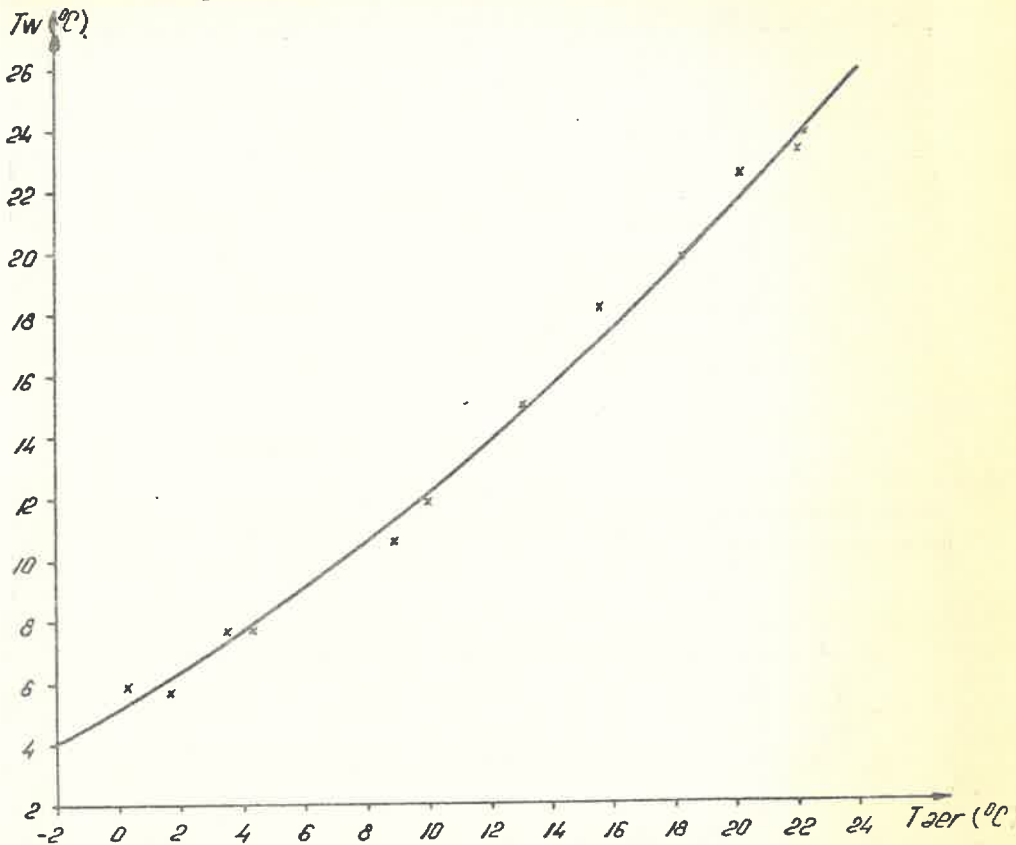


Fig. 2. Relation entre la température des eaux superficielles à 70 milles et la température superficielle à 30 milles au large de la côte (1971-1972)

Quant à l'eau froide du fond, elle prend naissance sur le plateau continental dans le processus de mélange engendré par le refroidissement superficiel pendant la période de l'hiver (TRUFAS, 1959), et donc ses particularités dépendent essentiellement des caractéristiques thermiques de l'hiver.

Sur le plateau continental, le minimum de température atteint par l'eau de fond diffère d'un point à l'autre comme valeur et comme temps d'apparition.

Dans les zones peu profondes, la présence du fond limite le volume d'eau qui participe au processus de mélange vertical convectif, le refroidissement de l'eau étant plus rapide et plus intense (fig. 4).

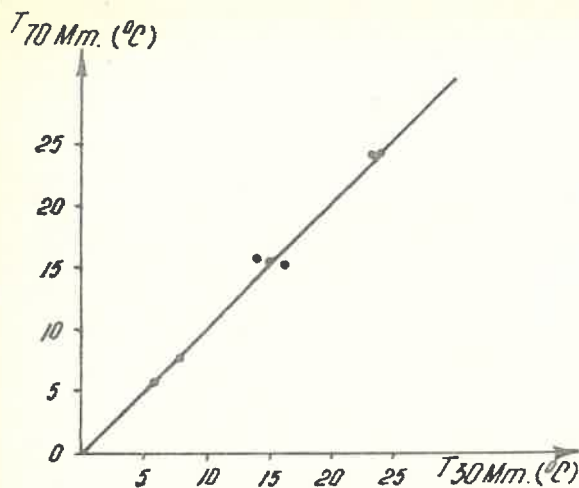


Fig. 3. Relation entre la température des eaux superficielles à 70 milles et la température superficielle à 30 milles au large de la côte (1971 - 1972)

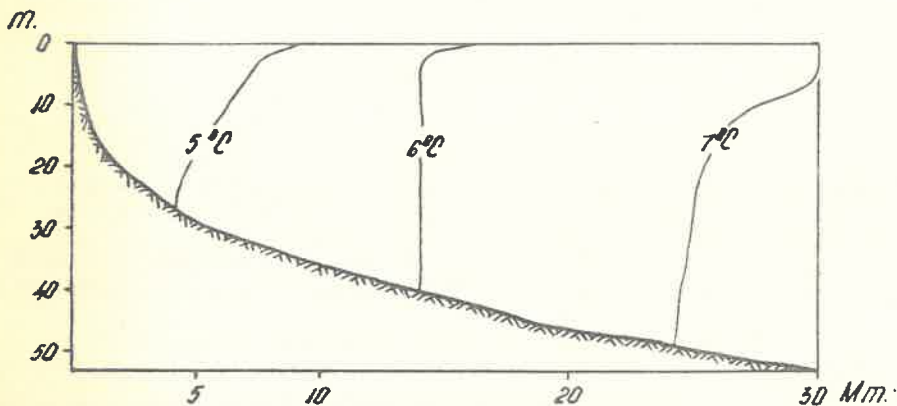


Fig. 4. Homogénéisation verticale de la température. Coupe hydrologique Est Constantza - 29 janvier 1965

A des profondeurs plus poussées, la température atteinte durant la période d'homothermie verticale est plus élevée mais plus tardive

qu'à proximité de la côte. La baisse de température des eaux de fond dans la zone du large du plateau continental continue même après la période d'homothermie verticale, en raison de l'advection des eaux de fond froides issues des zones moins profondes (fig. 5).

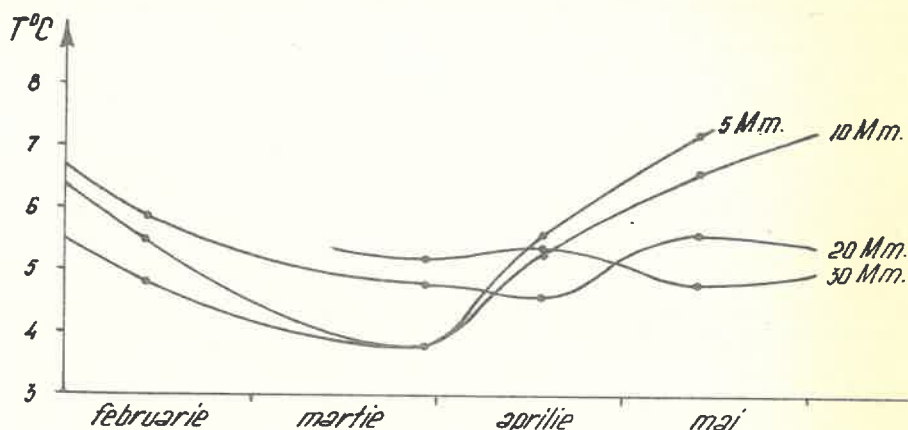


Fig. 5. Evolution de la température des eaux de fond (fevrier-mai 1964) à 5, 10, 20 et 30 milles Est de Constantza

Ainsi, au fur et à mesure que la profondeur augmente, la température minimale atteinte par l'eau de fond est plus élevée cependant que la date à laquelle se produit le minimum thermique est plus tardive.

Avec l'avènement de la période d'échauffement et l'apparition de la thermocline, l'eau de fond évolue de façon relativement indépendante par rapport à la masse d'eau superficielle. Sa température hausse lentement jusqu'aux mois de septembre-novembre quand cette masse d'eau se transforme par mélange, à la suite de l'abaissement de la thermocline.

Etant donné l'importance de la température minimale dans l'évolution ultérieure de l'eau de fond, on insiste sur sa dépendance du caractère thermique de l'hiver.

Pour caractériser l'hiver, on a adopté la moyenne des températures de l'air dans la période froide de l'année (depuis la troisième décade du mois de décembre jusqu'à la deuxième décade du mois de mars). La corrélation est linéaire - coefficient de corrélation  $R = 0,98$ , et son expression est :

$$T_{\min} = 0,56 T_i + 5,1$$

où  $T_{\min}$  est la température minimale de l'eau de fond, et  $T_i$  la moyenne de la température de l'air pour la période 21 décembre-20 mars (fig. 6).

Cette corrélation, établie pour le point analysé (30 milles Est Constantza) caractérise ce point à l'exclusivité, toute généralisation devant tenir compte des différences entre les points quant à la profondeur, la distance par rapport à la côte et la pente du fond.

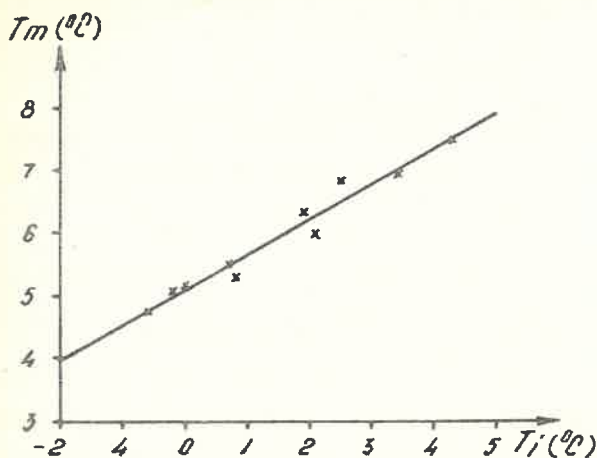


Fig. 6. Relation entre la température minimale des eaux de fond à 30 milles Est de Constantza et le caractère thermique de l'hiver (1963 - 1972)

Les corrélations établies permettent d'utiliser les données météorologiques relevées sur la côte, dans le but de déterminer les températures des eaux au large. Les coefficients de corrélation ayant des valeurs élevées, il est possible de caractériser le régime thermique des eaux marines de sur le plateau continental pour les périodes où les données directes manquent.

#### Bibliographie

1. MAKEROV, I. V. - 1961. Teplovoi balans Cernogo Morea, Tr. G. O. I. vîpusk 61, pp. 169-198
2. SOLIANKIN, E. V. - 1963. O vodnom balanse Cernogo Morea. Okeanologhiia, vîpusk 6, pp. 986-993
3. TRUFAS, V. - 1969. Hidrologia RSR, Partea I, Marea neagră, Centrul de multiplicare al Univ. București, pp. 81-90
4. YULE G. U. et KENDALL, M. C. - 1969 - Introducere în teoria statisticii. Ed. șt. București, pp. 355-380