

# Influence du rayonnement solaire sur le résultat de mesures de température effectuées avec des chaînes de thermistances Aanderaa

Mesure de températures  
Chaînes de thermistances  
Énergie solaire  
Coefficient d'extinction  
Temperature measurement  
Thermistors chains  
Solar energy  
Diffuse attenuation coefficient

J. Y. Le Tareau, V. Mariette, R. Maze, J. P. Le Saos  
Laboratoire d'Océanographie Physique, Université de Bretagne Occidentale, 29283 Brest  
Cedex, France.

Reçu le 28/4/78, révisé le 26/6/78, accepté le 10/7/78.

## RÉSUMÉ

Les enregistrements de températures effectués avec des chaînes de thermistances Aanderaa laissent apparaître des variations diurnes très importantes au voisinage de la surface marine. Ces variations de température proviennent, non seulement de l'absorption du rayonnement solaire par la mer, mais également de l'influence directe de ce rayonnement sur les thermistances. Une campagne de mesures, effectuée sur la bouée laboratoire « Bohra II » nous a permis de quantifier la perturbation apportée aux mesures par le rayonnement solaire ( $\lambda < 4 \mu\text{m}$ ). L'influence de ce flux énergétique sur les capteurs se traduit par une majoration de la mesure de température. L'écart entre la température mesurée et la valeur effective de ce paramètre varie linéairement en fonction de l'éclairement énergétique qui agit sur la thermistance. La réponse des thermistances Aanderaa à l'influence du rayonnement pourrait être mise à profit pour étudier l'évolution en continu du profil vertical du coefficient d'extinction de la mer, à condition de bien définir l'orientation des capteurs par rapport au soleil, et d'effectuer simultanément des mesures de flux solaire.

*Oceanol. Acta*, 1979, 2, 1, 5-12.

## ABSTRACT

The influence of solar radiation on temperature measurements made with Aanderaa thermistor chains

Very important diurnal temperature variations near the surface of the Ocean have been observed when taking measurements with Aanderaa thermistor chains. These variations are due not only to the absorption of solar radiation energy by the sea, but also to the direct influence of solar radiation on the thermistors themselves. A serie of measurements taken on the laboratory buoy "Bohra II" has enabled us to determine the disturbances of temperature which are due to solar radiation ( $\lambda < 4 \mu\text{m}$ ). The action of this energy flux on the temperature sensors results in an increase in the measured temperature. The difference between the measured temperature and the true temperature varies linearly as a function of the solar radiation energy acting on the thermistor. Aanderaa thermistor responses to solar radiation might perhaps be used to investigate the continuous evolution of the

vertical structure of the extinction coefficient in the sea, provided that the orientation of the thermistors to the solar radiations is accurately determined and that the solar flux energy is measured at the same time.

*Oceanol. Acta*, 1979, 2, 1, 5-12.

## INTRODUCTION

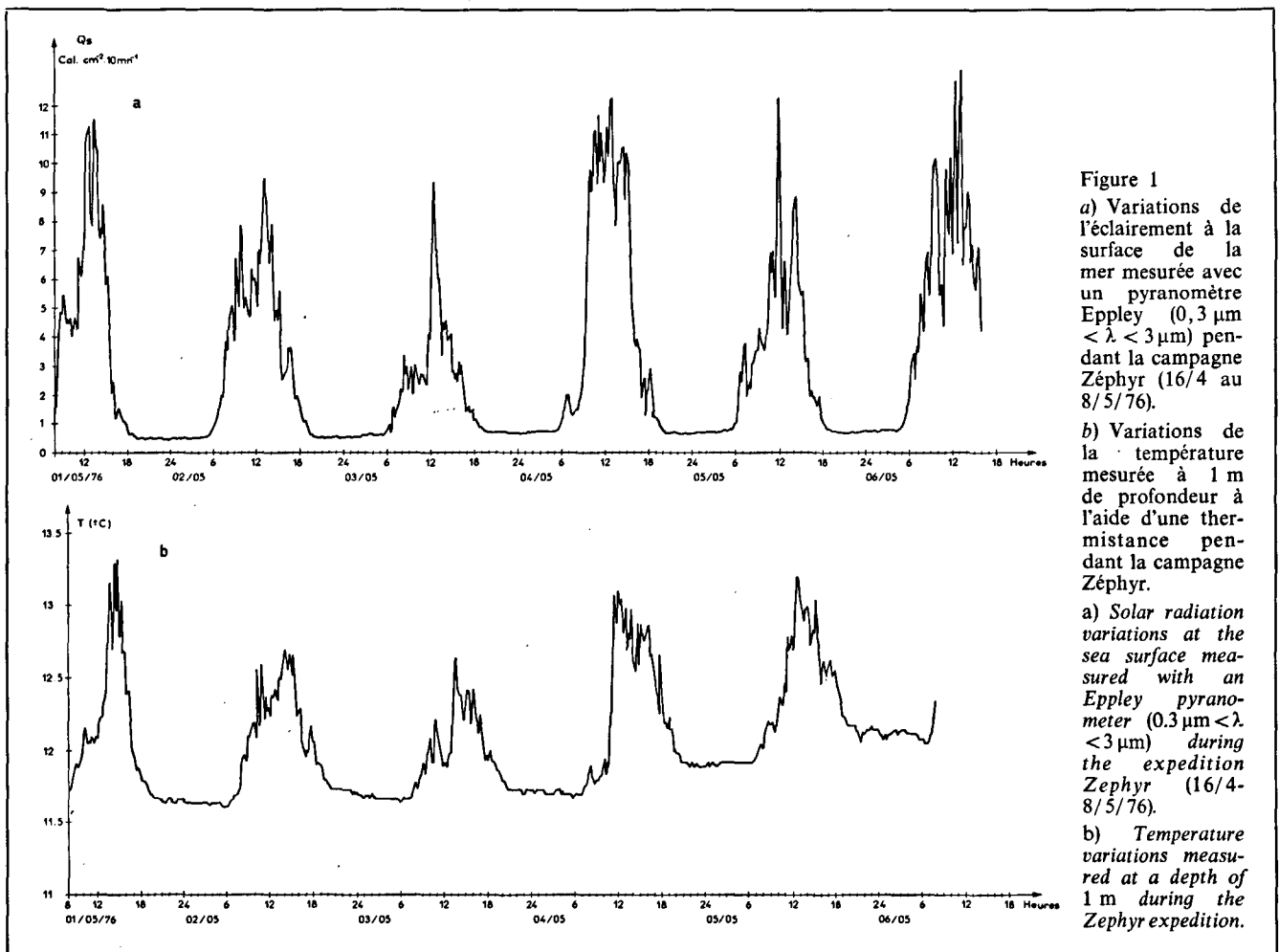
Au cours de la campagne Zephyr (16 avril-8 mai 1976) à bord du Navire Océanographique « Jean Charcot », nous avons effectué des enregistrements simultanés de la température de la mer à 10 niveaux à l'aide de deux chaînes de thermistances Aanderaa de 50 m placées sous des bouées dérivantes, et des différentes composantes du bilan radiatif. L'ensemble des résultats obtenus nous a conduit à des constatations assez inattendues :

- l'enregistrement de la première thermistance, située à 1 m sous la surface marine, montre des variations diurnes de température pouvant atteindre une amplitude supérieure à 1,5°C. A l'immersion 16 m, ces variations sont encore de l'ordre de 0,1°C;
- il existe une similitude évidente entre l'évolution diurne du rayonnement solaire incident ( $\lambda < 4 \mu\text{m}$ ) et celle des températures mesurées entre 1 et 16 m de profondeur;
- des variations brusques de  $Q_s$  (rayonnement solaire incident) se répercutent quasi instantanément sur les mesures de température dans la mer. Cette influence décroît avec l'immersion (Mariette, 1977).

Ces différentes remarques apparaissent clairement sur la figure 1. L'ensemble de ces observations nous a conduit à effectuer une étude de l'influence du rayonnement solaire sur les thermistances.

Afin de tester la validité de nos mesures de température, nous avons effectué une étude en bassin en septembre 1976. Nous avons immergé une chaîne de thermistances, dont certains capteurs étaient protégés du rayonnement solaire par un ruban adhésif blanc. La chaîne a été repliée sur elle-même de façon à ce que deux thermistances, l'une protégée et l'autre non protégée donnent chacune une mesure de la température au même endroit du bassin. Nous avons mis en évidence des différences notables entre les enregistrements des thermistances protégées et ceux des capteurs non protégés. L'influence du rayonnement solaire sur ces derniers se traduit par une majoration des résultats par rapport aux mesures fournies par les thermistances protégées. L'écart entre les deux résultats est une fonction croissante de l'énergie solaire incidente.

Lors de la campagne Atoce effectuée sur la bouée laboratoire « Bohra II » du 22 mai au 10 juin 1977,



nous avons pu effectuer une approche quantitative de l'influence directe du rayonnement solaire sur les mesures de température effectuées avec des chaînes de thermistance Aanderaa.

A cet effet, nous avons mouillé à deux reprises, deux chaînes de ce type, ayant une longueur de 20 m et comportant chacune 10 capteurs. Les thermistances de l'une des chaînes ont été protégées du rayonnement par un ruban adhésif blanc. Seuls les enregistrements de température effectués le 6 juin se sont révélés exploitables. En parallèle, nous avons mesuré les différentes composantes du bilan radiatif pour des longueurs d'onde comprises entre 0,3 et 50  $\mu\text{m}$  à l'aide de deux pyranomètres et de deux pyr géomètres Eppley. Par ailleurs, une thermopile nous a permis d'effectuer quatre mesures de la répartition verticale du coefficient d'extinction entre 0,5 et 50 m, et de déterminer l'éclairement énergétique aux profondeurs respectives de chaque couple de thermistances.

### PÉNÉTRATION DE L'ÉNERGIE SOLAIRE DANS LA MER

La diminution de l'éclairement dans la mer, en fonction de la profondeur est donnée par l'expression :

$$Q_d(z) = Q_0 e^{-\int_0^z k(z) dz}$$

avec  $Q_d(z)$ , éclairement énergétique descendant à la profondeur  $z$ ;  $Q_0$ , éclairement énergétique à la surface de la mer;  $k(z)$ , coefficient d'extinction.

L'éclairement énergétique ascendant est négligeable devant l'éclairement descendant. L'éclairement énergétique global à la profondeur  $z$ ,  $Q(z)$ , est donc très voisin de l'éclairement descendant à cette même immersion (Bethoux, Ivanoff, 1973) :

$$Q(z) \approx Q_d(z).$$

L'éclairement énergétique à la surface de la mer,  $Q_0$  correspond à l'éclairement incident  $Q_s$ , diminué des pertes par albedo :

$$Q_0 = Q_s \cdot (1 - A),$$

avec  $A = Q_r/Q_s$ ,  $Q_r$  étant l'éclairement rétro-diffusé et réfléchi par la surface marine, et  $Q_s$  l'éclairement incident.

Les courbes de la figure 2a traduisent les résultats que nous avons obtenus les 31 mai, 1, 3, et 5 juin 1977.

L'éclairement énergétique descendant entre 0,38  $\mu\text{m}$  et 1,20  $\mu\text{m}$ , mesuré avec une thermopile, est exprimé en valeur relative par rapport au flux incident diminué des pertes par albedo, en fonction de la profondeur.

Ces courbes ont des caractéristiques voisines de celles déterminées par Prieur en 1969 et 1970, à mi-distance entre Nice et la Corse (43°12N, 7°55E), au moyen d'un quantamètre (Ivanoff, 1975, p. 222-223).

Les figures 2b et 2c représentent respectivement la moyenne des quatre courbes précédentes, et le coefficient d'extinction déduit du profil moyen d'éclairement énergétique.

Nous avons utilisé le profil moyen de la figure 2b pour déterminer l'éclairement  $Q(z)$  à l'immersion de chaque couple de thermistances.

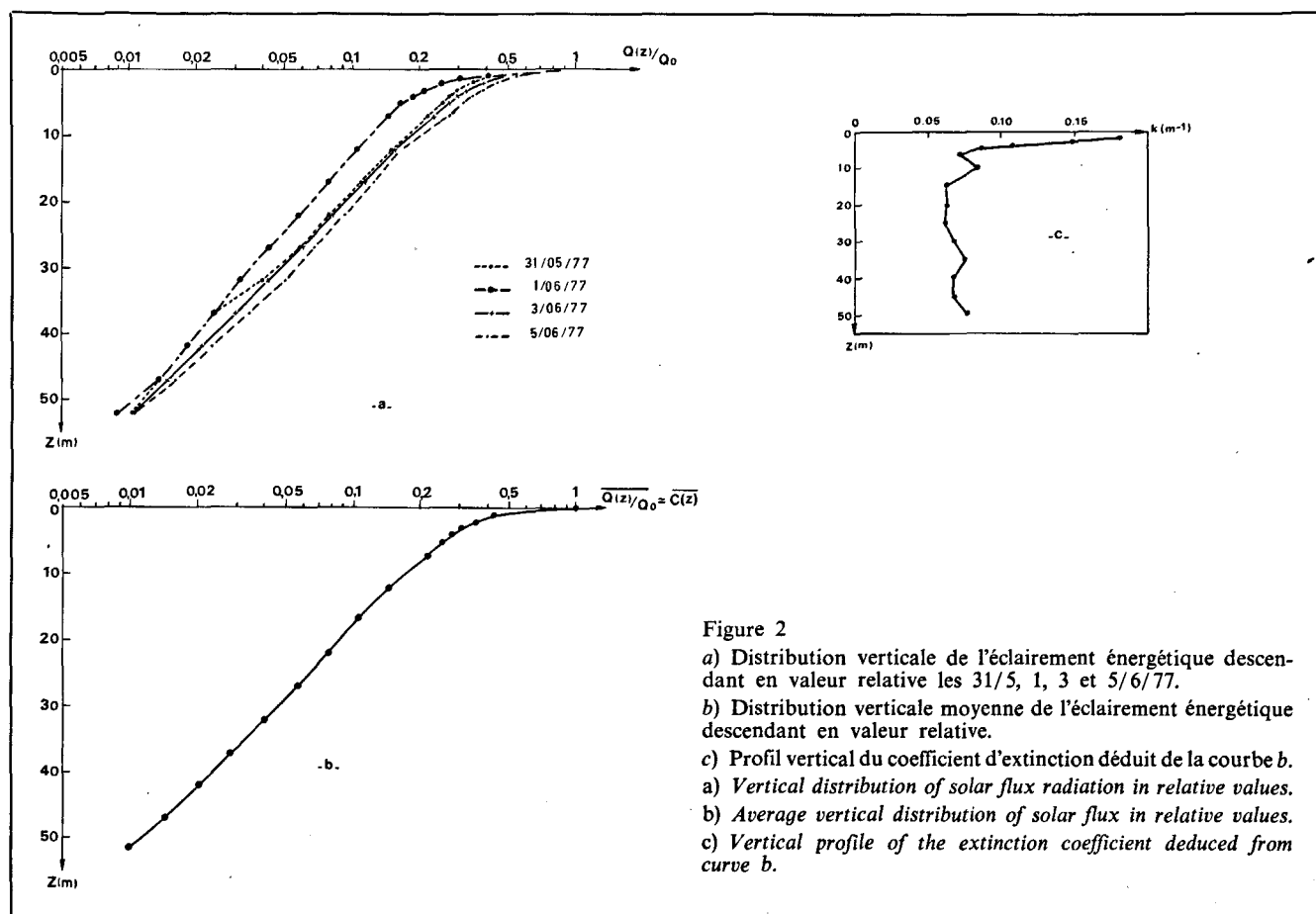


Figure 2  
 a) Distribution verticale de l'éclairement énergétique descendant en valeur relative les 31/5, 1, 3 et 5/6/77.  
 b) Distribution verticale moyenne de l'éclairement énergétique descendant en valeur relative.  
 c) Profil vertical du coefficient d'extinction déduit de la courbe b.  
 a) Vertical distribution of solar flux radiation in relative values.  
 b) Average vertical distribution of solar flux in relative values.  
 c) Vertical profile of the extinction coefficient deduced from curve b.

L'énergie solaire absorbée par l'océan a été déterminée à partir de mesures effectuées au moyen de deux pyranomètres Eppley. Un des appareils, situé à 20 m au-dessus de la mer, a été orienté vers le ciel pour mesurer l'énergie solaire incidente  $Q_s$ . L'autre capteur a été placé à une altitude de 5 m, la coupelle orientée vers la surface marine afin de déterminer la quantité d'énergie  $Q_z$ , réfléchiée et rétro-diffusée par l'océan. Un dispositif d'intégration a permis une acquisition de la valeur moyenne de ces deux composantes, toutes les 10 minutes. Le bilan radiatif, relatif au rayonnement solaire, s'exprime alors par :

$$Q_0 = Q_s \cdot (1 - A).$$

Les enregistrements de  $Q_s$  et  $Q_z$ , effectués par ciel clair, le 6 juin 1977, à bord de la bouée laboratoire « Bohra II » entre 4 h 15 et 14 h 45 TU conduisent à une valeur moyenne de l'albedo égale à 4,5 % entre le début et la fin des mesures.

Dans le bilan radiatif global de la mer, on doit également faire intervenir les gains ou les pertes par absorption ou émission de radiations thermiques ( $\lambda > 4 \mu\text{m}$ ), mais celles-ci n'intéressent que la pellicule marine superficielle, et n'ont, de ce fait, aucune influence directe sur des capteurs situés à des immersions comprises entre 1 et 19 m.

Nous avons donc considéré que seule l'énergie solaire produit une perturbation des mesures de température effectuées avec des thermistances. Ceci est d'ailleurs confirmé par le fait que les enregistrements nocturnes des deux chaînes de thermistances sont confondus.

#### PERTURBATION APPORTÉE AUX RÉSULTATS DES MESURES DE TEMPÉRATURE DE L'EAU EFFECTUÉS AVEC DES THERMISTANCES, PAR DES RADIATIONS SOLAIRES

L'évolution de la température de la mer a été enregistrée à l'aide de deux chaînes de thermistances Aanderaa de 20 m de long, les 5 et 6 juin 1977. Chaque chaîne comportait 10 capteurs, soit une thermistance tous les 2 m.

Les thermistances de l'une des chaînes ayant été préalablement protégées du rayonnement solaire par un ruban adhésif blanc, les deux chaînes ont été ensuite accolées l'une à l'autre de façon à ce que chaque couple de capteurs donne une mesure de température au même endroit.

Les capteurs n'étant pas rigoureusement fixes à l'intérieur de leur gaine protectrice, ils ont subi une variation de niveau et sont sortis de la zone protégée du rayonnement lors de la première mise à l'eau, ce qui a rendu inexploitable l'enregistrement effectué le 5 juin.

Par contre, l'enregistrement effectué le 6 juin, s'est révélé très intéressant, d'autant plus que le ciel était bien dégagé ce jour là. L'enregistrement a duré 12 h 30 mn (de 4 h 15 TU à 14 h 45 TU).

Sur la figure 3, nous avons représenté, pour 3 immersions, l'évolution dans le temps de l'écart  $\Delta T$  entre les

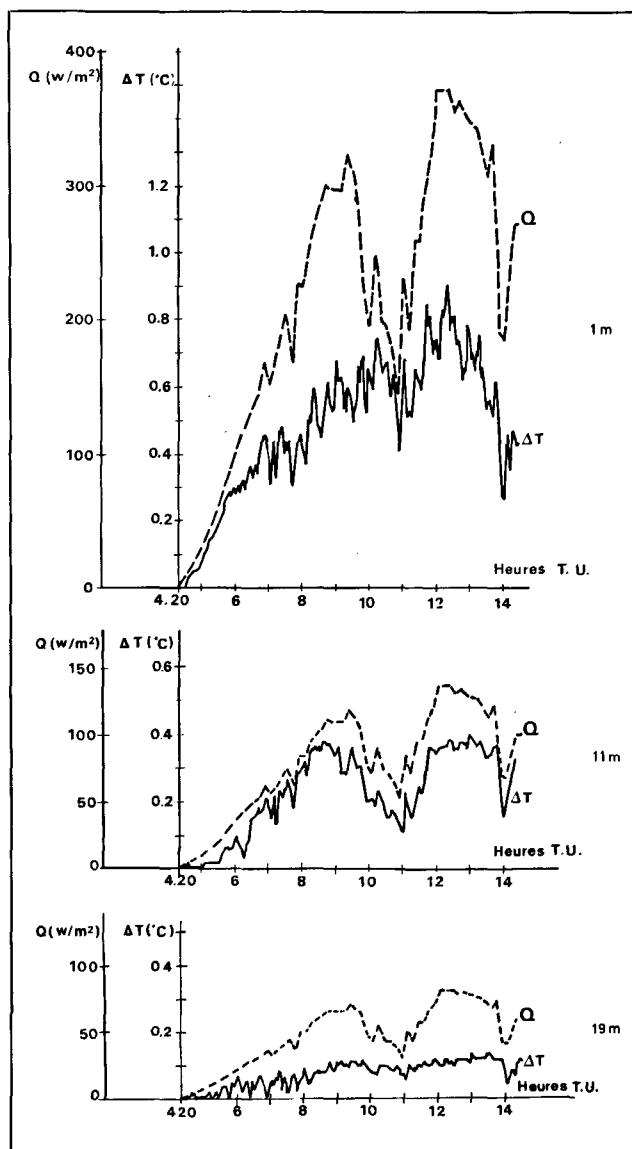
températures mesurées avec des thermistances non protégées du rayonnement, et celles fournies par les capteurs protégés. La courbe en traits discontinus représente la variation correspondante du flux d'énergie solaire  $Q(z)$ , aux profondeurs considérées. Les valeurs de  $Q(z)$  ont été calculées à partir de l'éclairement en surface  $Q_0$  et de la distribution verticale moyenne de l'éclairement énergétique exprimé en valeur relative (fig. 2 b).

La comparaison des courbes  $Q(t)$  et  $\Delta T(t)$  met clairement en évidence l'influence directe du rayonnement solaire sur l'écart entre les résultats des deux mesures de température.

L'évolution de  $Q(t)$  est plus lissée que celle de  $\Delta T(t)$  du fait que l'acquisition des données des pyranomètres est intégrée sur 10 minutes tandis que l'enregistrement des températures se fait toutes les 2 minutes.

Figure 3  
Évolution dans le temps de l'écart  $\Delta T$  entre les mesures effectuées avec des thermistances non protégées et celles obtenues à partir de capteurs protégés, et variations correspondantes de l'éclairement solaire  $Q$ , aux immersions 1, 11 et 19 m.

*Evolution in time of the temperature difference  $\Delta T$  between measurements taken with thermistors exposed to and sheltered from solar radiation; and variations corresponding to the solar flux energy  $Q$  at depths of 1, 11 and 19 m.*



Aux minimums et aux maximums de la courbe  $Q(t)$  correspondent respectivement des minimums et des maximums de la courbe  $\Delta T(t)$ . Ceci est particulièrement net sur les courbes  $\Delta T(t)$  déduites des enregistrements de température effectués aux profondeurs 1 et 11 m. Si l'on observe les courbes  $\Delta T(t)$  et  $Q(t)$  obtenues à 19 m, on voit apparaître un léger déphasage dans le temps des minimums respectifs des deux courbes. Cependant, ce déphasage reste de l'ordre de 10 minutes, et est donc très voisin de l'intervalle d'acquisition des composantes du bilan radiatif.

Si l'on examine la corrélation entre l'éclairement énergétique à la surface de la mer,  $Q_0(t)$ , et l'écart  $\Delta T(t)$  mesuré à chaque profondeur, on constate une dispersion plus ou moins grande des points en fonction des couples de thermistances considérés. Cette dispersion des points [ $Q_0(t)$ ,  $\Delta T(t)$ ] est principalement due au fait que les capteurs de la chaîne non protégée n'ont pas été complètement exposés à tout instant à l'éclairement énergétique à leur immersion. En effet, à cause des mouvements de la bouée laboratoire, dont l'une des trois chaînes d'ancrage était rompue à l'époque des mesures et également du couplage des deux chaînes avec un cordage, le dispositif de mesures était plus ou moins torsadé dans la mer, et de ce fait, les thermistances non protégées étaient partiellement extraites à l'influence solaire à certains moments. Par ailleurs, vers midi, au moment de l'éclairement énergétique maximal, les chaînes de thermistance se trouvaient à l'ombre de « Bohra II ». Une autre cause de la dispersion des points [ $Q_0(t)$ ,  $\Delta T(t)$ ] aux immersions 7 et 15 m est due à la mauvaise isolation du rayonnement des thermistances de la chaîne protégée à ces deux niveaux. Ceci apparaît sur la courbe TP de la figure 4, courbe qui représente la structure thermique moyenne sur la durée des enregistrements déduite de la chaîne de thermistances protégée; de même la courbe  $\bar{T}$  reproduit le résultat correspondant obtenu avec la chaîne non protégée. L'aspect tourmenté de cette dernière courbe provient des problèmes liés au dispositif de mesure, et signalés précédemment.

La dispersion des points [ $Q_0(t)$ ,  $\Delta T(t)$ ] peut être réduite si l'on ne considère que les valeurs  $\Delta T(t)$  obtenues lorsque chaque thermistance subit l'influence totale de l'éclairement énergétique  $Q_0(t)$ . Pour éliminer les points aberrants nous avons procédé de la façon suivante :

— on effectue une partition de la gamme d'éclairements énergétiques mesurés en surface

$$(0 \leq Q_0(t) \text{ (W/m}^2\text{)} \leq 850)$$

en intervalles  $[Q - \Delta Q, Q + \Delta Q[$  avec  $\Delta Q = 5 \text{ W/m}^2$ ;

— à chaque intervalle  $[Q - \Delta Q, Q + \Delta Q[$  nous avons fait correspondre la valeur maximale de l'écart en température obtenu pour les valeurs  $Q_0$  situées à l'intérieur de cet intervalle;

— si, pour deux intervalles successifs  $[Q - \Delta Q, Q + \Delta Q[$ , et  $[Q + \Delta Q, Q + 2 \Delta Q[$ , auxquels correspondent respectivement des valeurs  $\Delta T_{1 \max}$  et  $\Delta T_{2 \max}$ , l'on a :

$$\Delta T_{2 \max} < \Delta T_{1 \max} - 0,05^\circ\text{C},$$

nous avons considéré que la valeur  $\Delta T_{2 \max}$  était erronée, et ne correspondait pas à une influence de l'éclairement énergétique total sur la thermistance non protégée du rayonnement, ce qui nous a amené à ne pas tenir compte de cette valeur.

Par ailleurs, pour des valeurs importantes de  $Q_0$  ( $Q_0 > 500 \text{ W/m}^2$ ), la fréquence d'acquisition des données (10 minutes) et leur enregistrement sur une courte période (12 h 30 mn) conduit à ne rencontrer aucune valeur mesurée de  $Q_0$  à l'intérieur de certains intervalles  $[Q - \Delta Q, Q + \Delta Q[$ .

Avec cette façon de procéder, nous avons obtenu les corrélations ( $\Delta T_{\max}, Q_0$ ) représentées sur la figure 5 a, qui met en évidence une bonne linéarité entre ces deux paramètres à chaque profondeur :

$$\Delta T_{\max}(z) = \alpha(z) Q_0 + b, \quad \text{pour } Q_0 \geq -b/\alpha(z),$$

$$\Delta T_{\max}(z) = 0 \quad \text{pour } 0 \leq Q_0 < -b/\alpha(z).$$

L'ordonnée à l'origine  $b$ , n'est pas nulle, car les thermistances non protégées ne réagissent pas à l'influence d'un éclairement énergétique faible tel que  $Q_0 < -b/\alpha(z)$ . L'écart de température entre la thermistance non protégée et la thermistance protégée ne devient significatif que pour des valeurs de l'éclairement en surface supérieures à un seuil  $Q_{0s}$  défini par :

$$Q_{0s} = -b/\alpha(z).$$

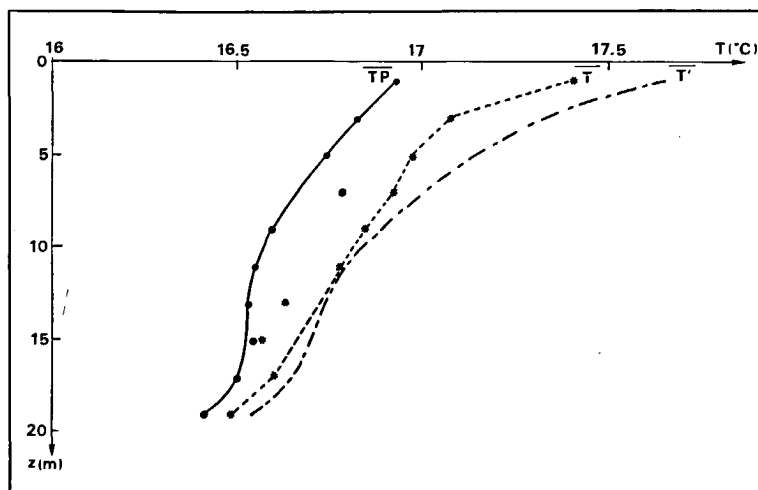


Figure 4  
Profils thermiques moyens entre 4 h 15 et 14 h 45 déduits des enregistrements de la chaîne protégée (TP), de la chaîne non protégée ( $\bar{T}$ ), et structure verticale théorique moyenne ( $\tilde{T}$ ) que l'on aurait obtenue avec la chaîne non protégée si tous les capteurs avaient subi l'influence totale du flux énergétique à chaque profondeur.

*Average temperature profile between 4.15 a. m. and 2.45 p. m. deduced from the recording of the sheltered chain (TP), unsheltered chain ( $\bar{T}$ ), and the theoretical average vertical structure ( $\tilde{T}$ ) which would have been obtained with the unsheltered chain if all the thermistors had been exposed to the total flux energy at each depth.*

La valeur de  $Q_{0s}$  dépend de l'immersion des thermistances.

A titre indicatif, nous donnons le tableau suivant, relatif à la figure 5 a :

Immersion des thermistances (m)	$Q_{0s}$ (W/m <sup>2</sup> )
1	20
11	30
19	45

L'éclairement énergétique à la profondeur  $z$  est défini par :

$$Q(z) = Q_0 \cdot C(z),$$

avec  $C(z) = e^{-\int_0^z k(z) dz}$ .

On en déduit :

$$\Delta T_{max}(z) = a \cdot Q(z) + b,$$

en posant :  $a = \alpha(z) / C(z)$ .

Les valeurs  $C(z)$  utilisées dans nos calculs correspondent à la distribution verticale moyenne  $\overline{C}(z)$  représentée sur la figure 2 b.

Si toutes les thermistances de la chaîne non protégée réagissent de façon identique au rayonnement solaire, le coefficient  $a$  doit être constant. C'est ce que nous avons vérifié en portant sur un même graphique les couples de valeurs  $[\overline{C}(z), \alpha(z)]$  relatifs à chaque immersion (fig. 5 b).

Au sujet de la corrélation  $[\overline{C}(z), \alpha(z)]$ , les remarques suivantes s'imposent :

– le point représentatif de l'immersion 3 m est très éloigné de la droite moyenne, soit parce que la thermistance non protégée n'a en aucun moment subi l'influence totale de l'éclairement énergétique effectif à cette profondeur, soit qu'elle ne réagit pas d'une façon identique aux autres capteurs, au rayonnement solaire.

L'examen de l'évolution des températures mesurées par les deux thermistances situées à 7 m montre que le capteur de la chaîne protégée a réagi à l'excitation solaire jusqu'à 10 h TU. Après cette heure, il apparaît que cette thermistance a été bien protégée du soleil ce qui explique que l'on ait pu déterminer avec suffisamment de précision le coefficient  $\alpha$  (7);

– aux immersions 13 et 15 m, le coefficient  $\alpha(z)$  n'a pu être calculé de façon très précise. En effet, les capteurs situés à ces deux niveaux, sur la chaîne non protégée, n'ont été totalement exposés à l'éclairement énergétique solaire que pendant peu de temps. Ceci se remarque immédiatement sur la courbe  $\overline{T}(z)$  de la figure 4. Aussi, nous avons été conduits à ne retenir qu'un nombre restreint de couples  $(\Delta T_{max}, Q_0)$  ce qui explique l'imprécision sur  $\alpha(z)$  à ces deux profondeurs.

La droite qui traduit la corrélation entre  $\overline{C}(z)$  et  $\alpha(z)$  à une pente  $a$  telle que :

$$a = 3,44 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C/W/m}^2.$$

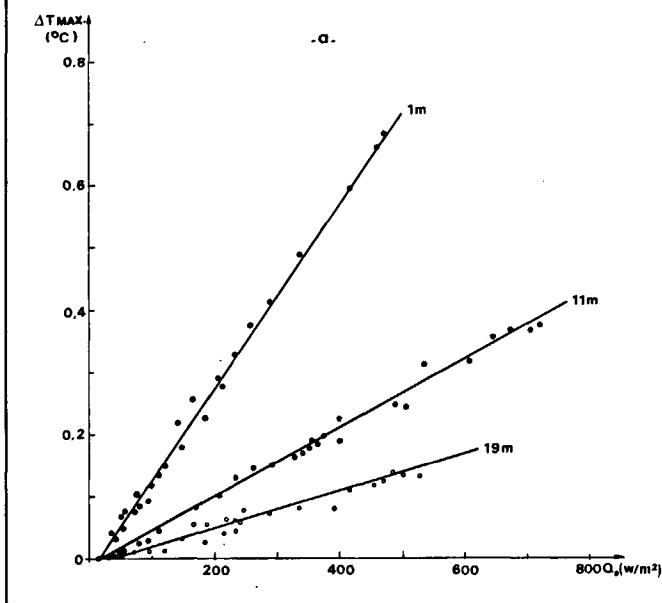
Cette valeur de  $a$  a été calculée par la méthode des moindres carrés, sans tenir compte des points 3, 13, 15 que nous avons écartés pour les raisons invoquées plus haut.

Ces résultats nous permettent de déduire le profil thermique moyen sur la durée de l'enregistrement (4 h 15-14 h 45 TU), que l'on aurait dû obtenir si tous les capteurs avaient subi, à tout instant, l'influence totale du rayonnement solaire. Cette structure verticale, notée

Figure 5

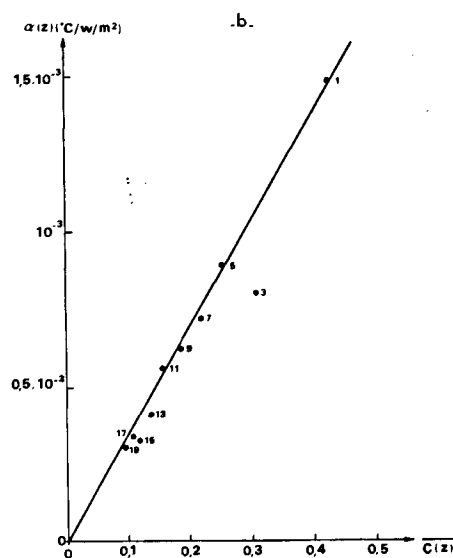
a) Corrélation  $(Q_0, \Delta T_{max})$  à 1, 11 et 19 m de profondeur.

b) Corrélation  $[\overline{C}(z), \alpha(z)]$ .



a) Correlation between  $Q_0$  and  $\Delta T_{max}$  at depths of 1, 11 and 19 m.

b) Correlation between  $\overline{C}(z)$  and  $\alpha(z)$ .



$\overline{T'(z)}$  est la transformée de la courbe  $\overline{TP(z)}$  par la relation :

$$\overline{T'(z)} = \overline{TP(z)} + \overline{\Delta T_{\max}(z)},$$

$$\text{avec } \overline{\Delta T_{\max}(z)} = a \cdot \overline{C(z)} \cdot \overline{Q_0} + b.$$

$\overline{Q_0}$  est la valeur moyenne de l'éclairement énergétique en surface, entre 4 h 15 et 14 h 45 TU.

Les valeurs de  $\overline{Q_0}$  et  $b$  sont telles que :

$$\overline{Q_0} = 516 \text{ W/m}^2,$$

$$b = -0.03^\circ\text{C},$$

(ordonnée à l'origine moyenne des droites de la figure 5 a).

La courbe  $\overline{T'(z)}$  ainsi déterminée est représentée sur la figure 4.

On peut remarquer qu'il existe des écarts plus importants entre  $\overline{T(z)}$  et  $\overline{T'(z)}$  aux immersions 1, 3, 5, 13 et 15 m qu'aux profondeurs 7, 9, 11 et 19 m. Compte tenu de la précision des mesures, on peut considérer que seules les thermistances non protégées situées à ces dernières immersions ont été exposées pendant pratiquement toute la durée de l'enregistrement à l'éclairement solaire total arrivant à différents niveaux.

## CONCLUSIONS

L'étude que nous venons d'effectuer met en évidence l'importance très grande du rayonnement solaire sur le résultat des mesures de températures effectuées avec des chaînes de thermistances Aanderaa. La perturbation apportée aux mesures varie linéairement en fonction de l'intensité du rayonnement solaire qui agit sur les thermistances. De ce fait, des mesures effectuées avec des capteurs de température de ce type, non protégés du rayonnement solaire, et disposés aux immersions d'influence de ce dernier sont entachées d'une erreur d'autant plus importante que la thermistance considérée se trouve plus près de la surface marine.

Il est donc nécessaire de disposer sur la chaîne au niveau des capteurs, un système de protection. Le ruban adhésif blanc que nous avons utilisé à cet effet, s'est révélé être un isolant efficace du rayonnement solaire.

Par ailleurs, il apparaît que 9 des 10 capteurs de la chaîne non protégée réagissent de façon identique à l'éclairement solaire. Seule la thermistance disposée à l'immersion 3 m lors des enregistrements présente une anomalie (fig. 5 b). Mais comme nous l'avons signalé auparavant, celle-ci est vraisemblablement due à des conditions expérimentales qui ont isolé ce capteur d'une

fraction de l'éclairement énergétique, pendant toute la durée de l'enregistrement.

Il serait souhaitable de réaliser d'autres séries de mesures de ce type, avec différentes chaînes de thermistances de façon à tester la réponse des capteurs à l'influence directe du soleil. Si pour d'autres thermistances Aanderaa, les corrélations que nous avons établies se révèlent également exactes, il suffirait de connaître le flux énergétique solaire au niveau de la surface marine, et la structure verticale des coefficients d'extinction, pour corriger les enregistrements qui ont déjà été obtenus avec des capteurs non protégés.

Il est également intéressant de noter que la corrélation établie entre la perturbation apportée aux mesures de température par le rayonnement solaire et le flux radiatif absorbé par la mer, permet de déterminer le coefficient d'extinction moyen entre les immersions de deux capteurs de la chaîne de thermistances, et de suivre l'évolution temporelle de la structure verticale de ce paramètre entre les thermistances situées aux extrémités de la chaîne. Cette méthode ne saurait bien entendu être efficace que si les conditions expérimentales permettent à tout moment une influence de l'éclairement énergétique total sur le capteur, et si l'orientation de celui-ci est bien définie. Cette dernière condition apparaît cependant difficilement réalisable pour l'ensemble des thermistances d'une chaîne.

## Remerciements

Au cours de cette campagne, outre les moyens propres du laboratoire, nous avons bénéficié de l'aide du Muséum national d'Histoire naturelle (J. Gonella), qui nous a prêté les deux chaînes de thermistances utilisées, et de la Station marine de Villefranche-sur-Mer (J. P. Bethoux) qui a mis la thermopile à notre disposition.

La campagne a été financée par l'Inag dans le cadre de l'ATP « Recherche Atmosphériques » organisée en 1976.

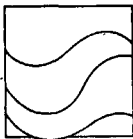
Nous remercions également les membres de l'équipage de « Bohra II » dont la compétence nous a été précieuse.

## RÉFÉRENCES

Bethoux J. P., Ivanoff A., 1973. Énergie solaire et thermocline saisonnière, Agard Lecture Séries n° 61, Optics of the Sea (interface and in-water transmission and imaging), Nato, Octobre 1973.

Ivanoff A., 1975. *Introduction à l'Océanographie. Propriétés physiques et chimiques des eaux de la mer*, Tome II, Vuibert, Paris, 340 p.

Mariette V., 1977. Contribution à l'étude des échanges Océan-Atmosphère et à l'élaboration d'un modèle de prévision à court terme de la structure thermique superficielle de la mer, thèse de 3<sup>e</sup> cycle, Univ. Bretagne Occidentale, juillet 1977.



#### Avis aux lecteurs

#### To our readers

Nous signalons qu'*Oceanologica Acta* publiera désormais des annonces concernant les congrès scientifiques ou présentant un intérêt général pour les différentes disciplines océanographiques qui lui seront transmises par ses lecteurs. Le choix de ces annonces, rédigées dans l'une des langues acceptées par la revue, sera fait par le rédacteur en chef. Elles seront publiées à titre gracieux dans la limite de la place disponible. La longueur du texte ne devra pas excéder quelques lignes.  
(Voir p. 48)

*Oceanologica Acta* can now accept for publication announcements submitted by its readers concerning forthcoming scientific meetings or of general interest to oceanographic disciplines. Subject to approval by the Chief Editor, and within the limits of available space, these announcements, which should be in one of the languages accepted by the journal (French, English or German), will be inserted free of charge. Their length should not exceed a few lines.  
(See p. 48.)