

DONNEES HYDROLOGIQUES

D. Tailliez¹ & Cl. Bournot²

¹Laboratoire de Physique et Chimie Marines, BP 8, F-06230 Villefranche-sur-Mer
tel: (33) 93 76 37 20 / fax: (33) 93 76 37 29 / email: tailliez@ccrv.obs-vlfr.fr

²INSU, Service des Moyens à la Mer, Bât. IFRTP, Rue Dumont d'Urville, BP 74, F-29280 Plouzané
tel: (33) 98 05 65 34 / fax: (33) 98 05 65 30 / email: cbournot@ifrtp.ifrmer.fr

Les mesures à la bathysonde ont été assurées par Claudie Bournot (Service des Moyens à la mer de l'INSU) et par Dominique Tailliez (LPCM, Villefranche-sur-Mer). Les dosages chimiques par la méthode de Winkler pour la calibration du capteur d'oxygène ont été réalisées par Thierry MOUTIN (Centre Océanologique de Marseille). Les mesures au salinomètre Guildline Portasal ont été effectuées par Cl. Bournot.

Le traitement des données a été réalisé par D. Tailliez, à l'aide du logiciel Seasoft et des programmes qu'il a mis au point au Centre de Calcul de l'Observatoire Océanologique de Villefranche-sur-Mer.

La sonde utilisée était une sonde Sea-Bird, modèle SBE 911plus, équipée des capteurs suivants:

- sonde SBE 9plus, numéro de série: 2388
- capteur de pression Digiquartz, numéro de série: 29760
- capteur de température SBE-3, numéro de série: 970
- capteur de conductivité SBE-4, numéro de série: 606
- capteur d'oxygène SBE-13, numéro de série: 13188
- transmissomètre Sea-Tech (trajet optique 25 cm), numéro de série: 144D puis 146D
- fluorimètre Sea-Tech, numéro de série: 38S
- capteur PAR, numéro de série: 4357 puis 4339
- capteur de référence PAR, numéro de série: 6287

A la sonde était associée un carrousel Sea-Bird SBE 32, équipé de 24 bouteilles Niskin de 12 litres.

Étalonnages

Pour les différents étalonnages, on s'est conformé aux recommandations WOCE et JGOFS et plus particulièrement aux deux documents:

- WOCE Operations Manual, part 3.1.3: WHP Operations and Methods.
WOCE Report No 68/91, July 1991
- Protocols for the Joint Global Ocean Flux Study (JGOFS) Core Measurements.
IOC Manuals and Guides No 29, UNESCO 1994

Ces méthodes ayant été développées dans le fascicule de présentation des données hydrologiques des campagnes Eumeli, on ne donnera ici que les résultats de ces étalonnages.

Température

Entre deux étalonnages en laboratoire (avant et après la campagne), le capteur de température SBE-3 subit une dérive linéaire en fonction du temps, de sorte que la température corrigée peut s'écrire sous la forme:

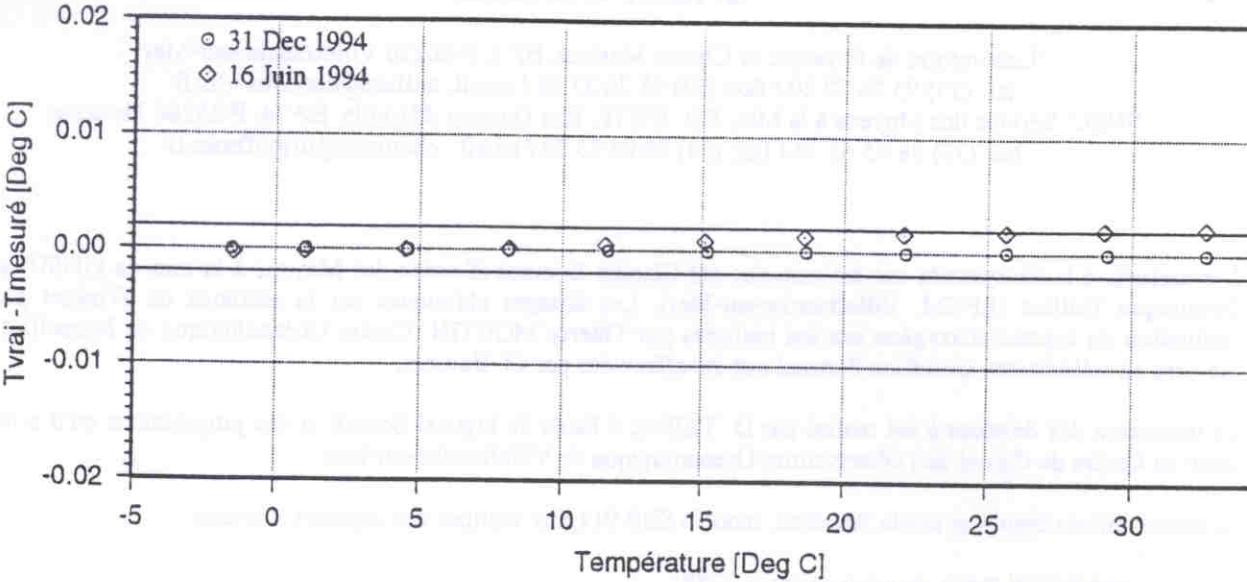
$$T_c = a \times T_m + b$$

où T_m est la température mesurée avec les coefficients de pré-calibration

Sur le graphique suivant, on a reporté les résultats des deux étalonnages effectués avant (16 Juin 1994) et après (31 Décembre 1994) la campagne, au North West Regional Calibration Center (NRCC) à Seattle.

Pour faire apparaître la dérive du capteur, les écarts de température mesurés lors du pré-étalonnage ont été reportés en utilisant les mêmes coefficients d'étalonnage que lors de la post-calibration. On peut constater qu'en dessous de 15°C, la dérive est très inférieure au millième de degré et qu'elle est au plus de deux millièmes au-delà, c'est-à-dire encore

dans les limites fixées par le programme WOCE. La campagne s'étant déroulée à peu près au milieu de l'intervall temps entre les deux étalonnages, on peut considérer que la dérive maximum (à 30 °C) est de l'ordre de 1 millièm degré. On notera par ailleurs que la température de 15°C correspond à une profondeur de 300 m environ.



Pour le traitement des données, compte tenu de ces remarques, on a appliqué les coefficients de l'étalonnage effectué le 6 Juin 1994, sans correction de dérive.

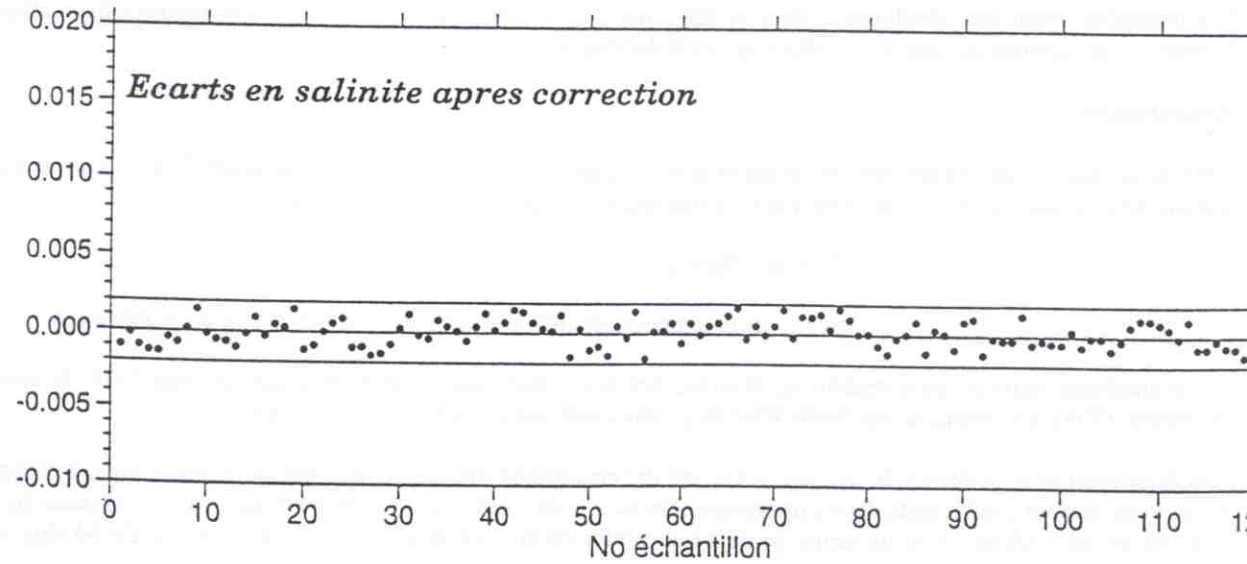
Conformément aux recommandations , la température est fournie dans la nouvelle échelle internationale température définie en 1990 (ITS-90), liée à celle précédemment définie en 1968 (IPTS-68) par la relation linéaire (uniquement valable sur la gamme océanographique) suivante:

$$t_{68} = 1.00024 \times t_{90}$$

On gardera en mémoire que c'est la température définie suivant l'échelle IPTS-68 qui est utilisée dans les calculs des paramètres dérivés tels que la salinité et la densité.

Conductivité

Bien que la dérive du capteur de conductivité puisse se traduire, comme pour le capteur de température, par une relation linéaire en fonction du temps, il est toujours préférable d'y associer une calibration du capteur en cours de campagne, à l'aide d'un salinomètre. Il a été utilisé pour ce faire un salinomètre Guildline Portasal dont les caractéristiques (0.0003 en résolution et ±0.003 en exactitude) sont très légèrement inférieures aux normes requises par WOCE (0.0002 en résolution et ±0.002 en exactitude). Conduit avec soin, l'étalonnage au salinomètre Portasal permet cependant d'atteindre la précision requise, comme le montre le graphique suivant sur lequel on a porté les écarts en salinité des échantillons, après correction.



La correction consiste, en utilisant les coefficients d'étalonnage fournis lors de la pré-calibration (17 Juin 1994), à calculer, à l'aide d'une méthode de moindres carrés, une relation linéaire du type:

$$C_c = a \times C_m + b$$

Les coefficients calculés pour la régression sont: $a = 1.000102$ et $b = 0.000002$

Pression

Le capteur de pression utilisé (Digiquartz) est en principe exempt d'hysteresis. Par contre, on observe un décalage d'origine au cours du temps, que l'on peut assez facilement mesurer à bord, lorsque le capteur est hors de l'eau. Le capteur a d'autre part été étalonné par l'Ifremer, en Avril 1995. Les résultats de cet étalonnage, conformes aux observations faites à bord, donne une relation de la forme

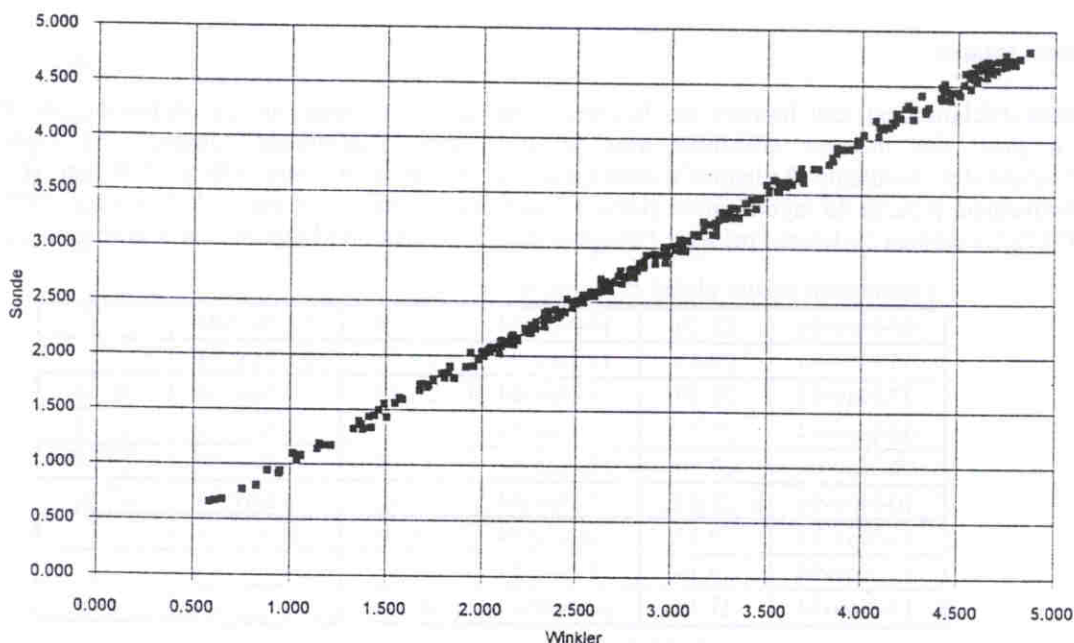
$$P_c = 0.99962 \times P_m - 2.3896$$

(le décalage d'origine ainsi calculé correspond à une dérive de l'ordre de 0,5 dbar, par rapport à la campagne Eumeli 5 de Décembre 1992, soit deux ans auparavant).

Oxygène

Pour la mesure de l'oxygène dissous, seuls les dosages chimiques par la méthode de Winkler sur les échantillons prélevés sont retenus comme paramètre de base. Il existe cependant une relation, développée par Owens & Millard (1965), pour calibrer le capteur d'oxygène de façon que les courbes enregistrées passent au mieux par les valeurs d'oxygène mesurées à bord. On ne parlera donc pas d'étalonnage au sens strict du terme (dont le soin est laissé à l'opérateur qui a effectué les dosages) mais d'un ajustement des mesures. Le résultat de cet ajustement est illustré par le graphique suivant sur lequel on a porté la différence entre la valeur d'oxygène mesurée par la sonde et la valeur mesurée par la méthode de Winkler.

Oxygene Olipac Toutes stations, apres etalonnage



Transmissomètre

Le transmissomètre Sea-Tech mesure sur un trajet optique de 25 cm l'atténuation d'un pinceau lumineux collimaté, de longueur d'onde 660 nm. Le coefficient d'atténuation s'exprime en m^{-1} et sa valeur pour l'eau de mer pure est $0,364 m^{-1}$. La qualité des mesures obtenues avec cet appareil va dépendre essentiellement de la propreté des surfaces optiques et de la stabilité de l'électronique, de telle sorte que la mesure de l'atténuation dans l'air ne varie pas. L'expérience a montré que ces conditions étaient très difficiles à remplir et surtout à maintenir entre deux stations. D'autre part, la régulation en température des transmissomètres Sea-Tech est tombée en panne, comme pratiquement à chaque campagne, malgré un retour de l'appareil chez le constructeur. Ce défaut chronique, constaté par d'autres utilisateurs, qui empêche toute comparaison correcte entre profils, a conduit à considérer qu'en profondeur, c'est-à-dire au delà de 200 m, l'eau de mer présente un coefficient d'atténuation constant, arbitrairement posé égal à celui de l'eau de mer optiquement pure, soit $0,364 m^{-1}$. Toutes les courbes ont donc été normalisées de façon qu'à partir de 200 m le coefficient d'atténuation soit égal à cette valeur. D'autre part pour supprimer le problème posé par le défaut de régulation en dessous de la thermocline, qui se traduit par une bosse sur le profil d'atténuation (le temps que l'électronique se stabilise aux basses températures), on a coupé systématiquement les profils au delà de 300 m.

Sur certains graphiques (voir par exemple la station 10, sur l'équateur), on peut observer que l'un des profils d'atténuation s'écarte nettement du profil moyen. Il ne s'agit pas là d'un défaut de fonctionnement mais d'une augmentation de l'atténuation en fin d'après midi, en liaison avec une augmentation de la quantité de matière en suspension (phytoplancton en particulier). Ce phénomène est également observable sur les courbes de fluorescence.

Fluorimètre

Le fluorimètre Sea-Tech a été utilisé pour visualiser la concentration en phytoplancton à partir de la mesure de la fluorescence stimulée de la chlorophylle a . En première approximation, l'énergie mesurée est proportionnelle à la quantité de chlorophylle a par une relation linéaire du type:

$$chl a (mg.m^{-3}) = A \times V_{\text{mesuré}} + B$$

Mais si cette relation est possible en laboratoire, et sous certaines conditions, il n'en va pas de même in situ car la fluorescence varie à la fois avec les espèces rencontrées, leur état physiologique et les conditions d'éclairement locales. Il est donc impossible de fournir un étalonnage en valeurs absolues, c'est-à-dire de fournir des valeurs en unités de masse. Les données de fluorescence sont donc données en unités relatives. Cependant on a appliqué un étalonnage moyen sur toute la campagne, de façon que ces valeurs soient compatibles (du même ordre de grandeur) avec les mesures de chlorophylle effectuées par HPLC.

Eclairement solaire

Les données d'éclairement sont fournies par la centrale météo de l'Atalante, suivant un pas d'échantillonnage de 1 minute, à partir des mesures effectuées avec un pyranomètre (infrarouge compris). La valeur de PAR ("Photosynthetically Available Radiation") correspond au rayonnement entre 400 et 700 nm et est obtenue approximativement à partir du rayonnement global en multipliant cette valeur par 0,44 (Jitts et al., 1976; Baker and Frouin, 1987). Le tableau ci-dessous présente l'intégrale de ces mesures, soit l'éclairement solaire global et journalier.

Eclairement solaire global et journalier [MJ.m-2]

05-Nov-94	23.20	14-Nov-94	27.39	23-Nov-94	
06-Nov-94	29.63	15-Nov-94	29.96	24-Nov-94	
07-Nov-94	29.30	16-Nov-94	26.93	25-Nov-94	28.66
08-Nov-94	27.20	17-Nov-94		26-Nov-94	29.95
09-Nov-94	27.30	18-Nov-94	27.94	27-Nov-94	28.67
10-Nov-94	29.63	19-Nov-94	27.32	28-Nov-94	27.04
11-Nov-94	29.93	20-Nov-94	28.64	29-Nov-94	23.83
12-Nov-94	29.14	21-Nov-94	29.43		
13-Nov-94	27.18	22-Nov-94	27.86		

Références:

- JITTS H.R., A. MOREL and Y. SAIJO, 1976. The relation of oceanic primary production to available photosynthetic irradiance. *Australian Journal of Marine Freshwater Research*, 27, 441-454.
- BAKER K.S. and R. FROUIN, 1987. Relation between photosynthetically available radiation and total insolation at the ocean surface under clear skies. *Limnology and Oceanography*, 32, 1370-1377