

Mesures de salinité

Rémy Chuchla(*), Briac Le Vu(**)

(* Centre IRD de Bretagne

(**) Université Paris 6 - LBCM (Laboratoire de Biogéochimie et Chimie Marines)

Définition

La salinité est représentée par un rapport de conductivité, qui pour une *eau de mer standard* à 15°C, contenant par définition 32,4356g de KCL (UNESCO, 1981), a pour valeur 35,0000 PSU (*Practical Salinity Unit*). C'est à partir de cette définition que la relation permettant de calculer la salinité a été établie:

$$S = a_0 + a_1R_T^{1/2} + a_2R_T + a_3R_T^{3/2} + a_4R_T^2 + a_5R_T^{5/2} \\ + (T-15) / (1+k(T-15)) * (b_0 + b_1R_T^{1/2} + b_2R_T + b_3R_T^{3/2} + b_4R_T^2 + b_5R_T^{5/2})$$

avec:

$a_0 = 0,0080$	$b_0 = 0,0005$	$k = 0,0162$
$a_1 = -0,1692$	$b_1 = -0,0056$	
$a_2 = 25,3851$	$b_2 = -0,0066$	
$a_3 = 14,0941$	$b_3 = -0,0375$	
$a_4 = -7,0261$	$b_4 = 0,0636$	
$a_5 = 2,7081$	$b_5 = -0,0144$	
$\Sigma a_i = 35,0000$	$\Sigma b_i = 0,0000$	

R_T : Rapport de conductivité mesuré

T: Température du bain thermostaté du salinomètre

Remarque: Cette relation n'est valable que pour des mesures effectuées à une pression de 1 atm, pour une échelle de température comprise entre -2°C et 35°C et pour une salinité comprise entre 2 et 42 PSU.

Les mesures de salinité ont été effectuées et analysées selon les mêmes procédures que pour la campagne EQUALANT-99 (voir *Chuchla et Marin, 2000*).

Prélèvement des échantillons

Les échantillons sont recueillis dans des flacons de 200 ml dont l'étanchéité est assurée par une capsule en plastique et un bouchon en bakélite. Avant chaque prélèvement trois rinçages des flacons, des capsules et des bouchons sont effectués. Les échantillons sont entreposés dans le laboratoire biologique de N/O Thalassa, dont la température est régulée (21°C). Les échantillons sont analysés dans les 24 heures qui suivent leur prélèvement.

Equipement

a) Appareils de mesure

Les mesures sont faites avec deux salinomètres Guildline de type Portasal modèle 8410.

La résolution de ces appareils est de 0,0003 équivalent PSU, à 15°C et pour une salinité de 35 PSU.

Salinomètre utilisé	Stations analysées
S001 (IRD 1991)	0-47, 48-55, 57, 59 à 65, 67 à 84, 87 à 89
S002 (IRD 1999)	47 à 48, 56, 58, 66, 85, 86

Suite aux problèmes techniques rencontrés au cours de cette campagne et pour ne pas interrompre le rythme des analyses nous avons été conduits à utiliser les deux appareils à notre disposition.

b) Eau Normale

La calibration du salinomètre est effectuée grâce à des ampoules d'eau normale (IAPSO, Standard Seawater) du lot P134 ($K_{15}=0,99989$ du 4 juin 1998 utilisé pour l'étalonnage des stations 0 à 31, 44-2 à 55, 57, 59 à 65 ,67 à 84 et 87 à 89) et du lot P136 ($K_{15}=0,99992$ du 9 février 1999 utilisé pour les stations 32 à 44-1, 56, 58, 66, 85 et 86) fabriquées par Ocean Scientific International à Wormley (Royaume Uni).

Mesures

c) Calibration ou standardisation du salinomètre

La température du bain thermostaté est fixée pour cette campagne à 23°C, c'est à dire 2°C de plus que la température ambiante du laboratoire, et ceci afin d'améliorer les conditions d'analyses.

Initialement le salinomètre est standardisé en utilisant au moins deux ampoules d'eau normale. Ensuite tous les jours, avant de commencer une série d'analyses, la standardisation est vérifiée puis ajustée si la valeur de la salinité s'écarte de plus de 0,0005 PSU de la valeur de la standardisation précédente. Deux ampoules d'eau normale, au moins, sont utilisées dans le cas où il est nécessaire de refaire la standardisation.

d) Analyse des échantillons

Au cours de la journée, après l'analyse de deux stations, la stabilité du salinomètre est contrôlée en vérifiant la standardisation avec une nouvelle ampoule d'eau normale. La nouvelle valeur lue est notée sur la feuille d'analyse de la station. En cas de dérive du salinomètre, les valeurs de salinité notées lors de l'analyse des échantillons sont corrigées en admettant une dérive linéaire. Puis une nouvelle standardisation est effectuée avec au moins deux ampoules d'eau normale. La dérive moyenne entre deux standardisations (après analyse de deux stations) est de $-2,1.10^{-5} \pm 0,00045$ PSU.

L'opération de rinçage de la cellule de mesure du salinomètre avec de l'eau de l'échantillon est répétée trois fois avant de faire une première lecture. Après une nouvelle évacuation et remplissage de la cellule, une deuxième mesure est effectuée. Si l'écart de salinité entre les deux mesures est supérieur à 0,0002 PSU, une autre lecture est nécessaire. La mesure est considérée comme bonne quand elle est reproductible au moins deux fois avec un écart de salinité de moins de 0,0002 PSU.

La mesure retenue est la moyenne de ces deux lectures.

Pendant cette campagne les valeurs obtenues lors des vérifications en fin d'analyse étant satisfaisantes, nous n'avons pas effectué de corrections sur les mesures.

Résultats

e) Précision

La précision des résultats de mesure est principalement appréciée par la répétabilité des résultats sur des séries d'échantillons identiques prélevés à un même niveau de profondeur au cours de 3 stations "tests" présentées ci-après:

Les prélèvements, lors des stations 0, 15, 34 et 49 ont été faites à des pressions égales à 2000 et 3000 dbar (zones de gradient vertical minimal de la salinité), ce qui nous permet de mieux estimer la répétabilité des résultats au cours de la campagne EQUALANT 2000.

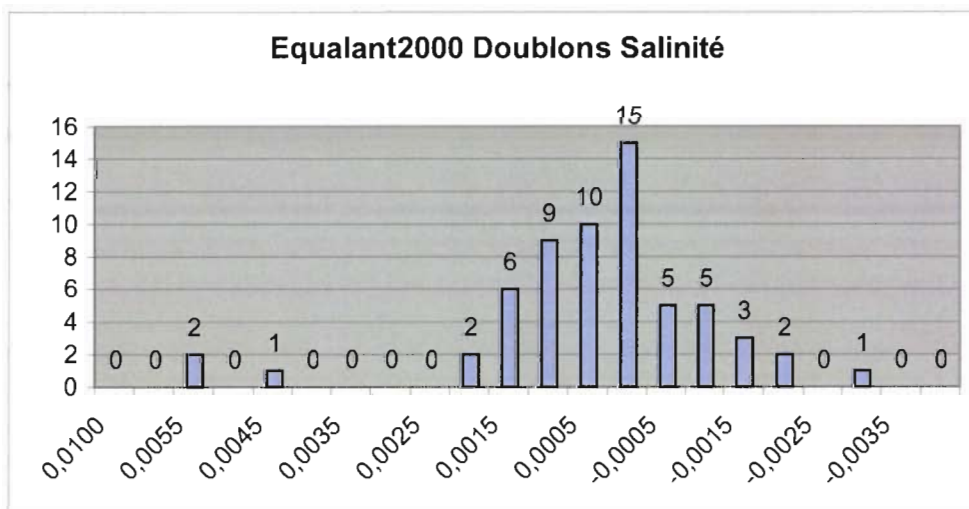
STATION	0	15	34	49
Niveau de fermeture des bouteilles	2000	3000	3000	3000
Nombre de bouteilles	21	22	23	24
Valeur moyenne de salinité	34.9566	34.9105	34.8963	34.9113
Ecart maximum à la moyenne	0,000594	0,0004415	0,0003974	0.0004021
Ecart type des valeurs mesurées	0,0006622	0,0003393	0,0004836	0.0005376

On peut donc considérer d'après les résultats de l'ensemble des stations "tests", que la précision des mesures de salinité durant EQUALANT 2000 est en moyenne 0,0005 PSU.

Pour la station 15, 1 point s'écartant anormalement des autres points a été rejeté. Si l'on prend l'ensemble des 24 mesures la moyenne est de 34.9115, l'écart à la moyenne de 0.0018 et l'écart type de 0.0023, ces valeurs restant dans les normes de précision de l'appareil.

La précision des mesures est également estimée par l'analyse de doublets d'échantillons obtenus à partir de deux bouteilles fermées au même niveau tout au long de la campagne.

L'analyse nous montre que pour les 61 doublets effectués à une pression comprise entre 0 et 5000 dbar, 64% des écarts entre doublets sont inférieurs à 0,001 PSU et 93% inférieurs à 0,003 PSU.



Le tableau suivant compare les résultats de la campagne à ceux obtenus lors de campagnes WOCE (CITHER 1, ETAMBOT 1 et ETAMBOT 2) et EQUALANT 99.

	CITHER1	ETAMBOT1	ETAMBOT2	EQUALANT99	EQUALANT2000
Pression de 0 à 5000 dbar					
Ecart type	0,0026	0,0009	0,0010	0.0015*	0.0025
Ecarts inférieurs à 0.001 PSU	51%	78%	73%	81%	64%
Ecarts inférieurs à 0.003 PSU	85%	94%	97%	97%	93%

Tableau de comparaison des résultats obtenus par le traitement des doublets pour les campagnes CITHER1 (1993), ETAMBOT 1 (1995), ETAMBOT 2 (1996), EQUALANT 99 (1999) et EQUALANT 2000 (2000).

*La valeur (0.0006) mentionnée dans ce tableau du rapport d'EQUALANT 99 est erronée.

Le calcul de l'écart type ('Standard deviation' selon le *manuel DOE*, 1994), sur le lot de 61 doublets, par la formule:

$$S = \{ \sum d_i^2 / 2n \}^{1/2}$$

d_i: écart entre les doublets
n_i: nombre de doublets

permet d'estimer la répétabilité des résultats de salinité à 0.0019 PSU.

Références bibliographiques

- A. Billant et P. Branellec, 1994. Mesures de salinité et oxygène dissous. In : Recueil de données, Campagne CITHER1, volume ¾ : Traceurs Géochimiques, *Doc Scient. ORSTOM* Cayenne, N°O.P. 15, 7-30.
- R. Chuchla et F. Marin, 2000. Mesures de salinité, Campagne EQUALANT-99, N.O. Thalassa, 13 juillet-21 août 1999, Recueil de données, Rapport Interne LODYC n°2000-01.
- DOE, 1994. Handbook of methods for the analysis of the various parameters of the carbon dioxide system in sea water ; version 2. A.G. Dickson & C. Goyet, eds.
- WOCE, 1994. WOCE Operations Manual. Vol. 3, Part 3.1.3 : WHP Operations and methods. WHP Office Report WHPO 91-1, WOCE report N°68/91, Revision 1, November 1994.
- P.Fournier et C. Oudot, 1997 - Mesures de salinité, Campagne ETAMBOT-1, Recueil de données, volume 2/2, Documents Scientifiques du Centre ORSTOM de Cayenne, n°O.P. 23.
- P.Fournier et C. Oudot, 1997 - Mesures de salinité, Campagne ETAMBOT-2, Recueil de données, volume 2/2, Documents Scientifiques du Centre ORSTOM de Cayenne, n°O.P. 25.
- UNESCO, 1981. Background papers and supporting data on the practical Salinity Scale 1978.
- UNESCO Technical Papers in marine Science, N°37, 144 p.

Chuchla Rémy, Le Vu B..

Mesures de salinité, 89.

In Andrié Chantal (ed.), Bourlès Bernard (ed.).

Campagne Equalant 2000 N.O. Thalassa (24 juillet-21 août 2000) : rapport de campagne à la mer.

Brest (FRA) : IRD ; Paris (FRA) : LODYC, 2001, p. 88-91 multigr.. (Document Scientifique et Technique du Centre IRD de Bretagne (FRA)), 89