

Calibration des données oxygène-CTD pendant la campagne Frontalis-3
aux mois d'avril-mai 2005

Alexandre Ganachaud

Rapport no XX

Fevrier 2007

Ce rapport est un complément du rapport de mission principal (Maes et al. 2006) et concerne uniquement la calibration de l'oxygène CTD. Cette calibration a été effectuée au Pacific Marine Environmental Laboratory (PMEL). Les codes utilisés sont ceux du PMEL. Je tiens à remercier K. McTaggart et G. Johnson pour leur expertise et leur aide technique qui ont été essentielles à cette calibration. Je remercie également R. Chuchla et E. Kestenare pour leur aide dans le cadre de ces mesures et calibrations. Ce rapport s'appuie essentiellement sur le rapport de mission de la section WOCE P14/P15 de McTaggart et Johnson (1997).

Les instruments, les capteurs, les pré-traitements, les mesures chimiques sont détaillés dans Maes et al. (2006).

Mesure: Le capteur SBE13 permet de déterminer la concentration en oxygène dissous par comptage du nombre de molécules d'oxygène par seconde qui diffusent à travers une membrane polarographique. Connaissant ce flux et la géométrie du chemin de diffusion, la concentration en oxygène peut être calculée. La perméabilité de la membrane est fonction de la température et de la pression ambiante. L'interface électronique fournit une tension proportionnelle au courant à travers la membrane (courant oxygène) et à la température de la membrane (température d'oxygène) ce qui permet de déduire la concentration en oxygène. Le capteur permet des mesures de 0 à 650 $\mu\text{mol/kg}$ avec une précision nominale de 4 $\mu\text{mol/kg}$ et une résolution de 0.4 $\mu\text{mol/kg}$. Le temps de réponse du capteur est de 2s à 25°C et de 5s à 0°C.

Problèmes: Les stations sont numérotées 1 à 90. Du aux conditions météorologiques, aux limitations techniques du navire, ou à des défaillances électroniques, le package CTD911p n'a pu être utilisé pour les stations 5 à 15, 39 à 41 et 80 à 83. En outre, aucun échantillon n'a été prélevé pour les stations 28 et 67.

Calibration

Les mesures d'oxygène sur échantillons in situ sont utilisés pour effectuer la post-calibration. Le capteur d'oxygène ayant un fort hystérésis entre la descente et la montée, le programme du PMEL `oxdwnp` a été modifié pour replacer les données bouteille prélevées lors de la montée aux niveaux correspondants lors de la descente sur une même densité. Ceci pour éliminer les perturbations dues aux ondes internes-jusqu'à 7m de déplacement des isopycnes entre la montée et la descente de la sonde lors de cette campagne. La dérivée temporelle du courant d'oxygène a été calculée par le programme `SEASOFT` par intervalles de 2s, puis filtré par un filtre médian sur 5m (programme `MERGE_CTDBTL_CHIMIE.m`). La saturation en oxygène a été calculée suivant Benson et Krause (1984).

L'algorithme utilisé pour la calibration du capteur d'oxygène fait appel à une régression non-linéaire pour déterminer le meilleur ajustement du modèle de comportement du capteur d'oxygène aux valeurs mesurées par échantillon (Owens et Millard 1985). Le programme correspondant de WHOI `oxfitmr.m` utilise les routines Fortran de Numerical Recipes (Press et al. 1986) `MRQMIN`, `MRQCOF`, `GAUSSJ`, et `COVSRT` pour effectuer la régression non linéaire moindres carrés par la méthode de Levenberg-Marquardt. Une subroutine Fortran `FOXY` décrit le modèle d'oxygène avec les dérivées du modèle par rapport à six coefficients dans cet ordre: pente de courant oxygène (`slope`), correction en température (`tcor`), correction en pression (`pcor`), poids (`wt`), biais de courant d'oxygène (`bias`) et décalage de courant d'oxygène (`lag`).

Le programme `OXFITMR` lit les données pour un groupe de stations. Les données sont éditées pour enlever les points négatifs ou excédant 1.2 fois la valeur de saturation. La routine fait varier les six (ou moins) paramètres du modèle de manière à obtenir un minimum sur la somme des déviations oxygène bouteille-oxygène calculé. Les différences individuelles entre les oxygènes bouteille et les oxygènes calculés (les résidus) sont comparés avec l'écart type des résidus. Tout résidu excédant un facteur de 2.8 écart types est rejeté, ce qui correspondrait à un risque de 0.5% rejeter une bonne valeur dans le cas d'une distribution normale. Le processus d'ajustement itératif est répété jusqu'à ce que toutes les données entrent dans ce critère. Le meilleur ajustement du modèle de capteur

d'oxygène est alors déterminé. Les coefficients sont alors appliqués avec le programme Fortran du PMEL CALOX2W et les oxygènes CTD sont calculés en utilisant la subroutine OXY6W.

Un graphique des résidus d'oxygène par station permet de grouper les stations pour améliorer l'ajustement en recherchant les changements abruptes d'une station à l'autre. Les coefficients sont ensuite appliqués au profil complet de descente CTD en utilisant le programme PMEL OXYCALC.m. Les regroupements sont indiqués tableau 1, ainsi que les coefficients de calibration.

Stations	Bias	Slope	Pcor	Tcor	Wt	lag	Résidu moyen±écart type
1-20	0.047	0.2610E-02	0.1433E-03	-0.2029E-01	0.1053E+01	0.1425E+01	0.020867±2.415064
21-37	0.030	0.2441E-02	0.2296E-03	-0.1908E-01	0.9714E+00	0.2309E+01	-0.003255±2.257396
38-47	0.017	0.2495E-02	0.2550E-03	-0.1935E-01	0.1007E+01	0.1563E+01	0.068869± 2.528814
48-62	0.020	0.2597E-02	0.1812E-03	-0.2141E-01	0.8928E+00	0.1476E+01	0.082985±1.561837
63-68	0.012	0.2349E-02	0.3513E-03	-0.1790E-01	0.8728E+00	0.1692E+01	0.012682±0.748307
69-79	0.017	0.2288E-02	0.3370E-03	-0.1706E-01	0.1033E+01	0.1807E+01	0.544901±2.217987
84-90	0.059	0.2478E-02	0.1941E-03	-0.1959E-01	0.1085E+01	0.2269E+01	0.007134±1.302388

Table 1: coefficients de calibration calculés par groupements de station, et résidus (CTD-Prélèvements après ajustement)

Les valeurs d'oxygène CTD sont filtrées en enlevant manuellement les pics par interpolation avec le programme CLEANOX.m. Pour la campagne Frontalis-3, les pics ont été retirés avant calibration (stations 38 (435-437 dbars et sous 597 dbars) et 54 (334, 459 et 498:515 dbars)), et les données correspondantes soit interpolée, soit flaguées « mauvaises données » (dernières données de la station 38).

Les différences entre oxygène bouteille et CTD en fonction des numéro de station sont données Figure 1, montrant la stabilité de l'ajustement dans le temps. Les résidus sont en dessous de la précision nominale du capteur d'oxygène. Ces mêmes résidus en fonction de la profondeur (Figure 2) montrent le peu de profondeurs disponibles en dessous de 200m du aux contraintes d'échantillonnage, la quasi-totalité des bouteilles ayant été utilisées dans les 200 premiers mètres. La distribution des écarts est relativement bien centrée à toutes les profondeurs (Figure 5).

Les fichiers générés sont en ASCII utilisant le format suivant, similaire à WOCE WHP, ou le code qualité 2 est donné pour les mesures d'oxygène qui ont été calibrées (voir Maes et al. 2006 pour plus de détails). Les figures 6 à 9 montrent l'oxygène dissous par section.

Bibliographie

Benson, B. et D. Krauss, 1984. The concentration and isotopic fractionation of oxygen dissolved in freshwater and seawater in equilibrium with the atmosphere. *Limnol. Oceanogr.*, 29, 620-632.

Maes C., E. Kestenare, A. Ganachaud, F. Gallois, M. Rodier, D. Varillon, G. Eldin, R. Chuchla, A. Lapetite. Rapport de la mission FRONTALIS 3 à bord du N.O. Alis du 22 avril au 19 mai 2005, 22°S-2°N / 161°E-172°E. Noumea : IRD, 2006. (Sciences de la Mer. Oceanographie Physique. Rapports de Missions, No 20), 167 pp.

McTaggard, K.E. et G.C. Johnson, 1997. CTD/O₂ Measurements collected on a climate and global change cruise (WOCE P14S and P15S) during January-March 1996, NOAA data report ERL PMEL-63, NOAA/PMEL, 7600 Sand Point Way NE, Seattle, WA 98115.

Owens, W. et R. Millard, 1985. A new algorithm for CTD oxygen calibration. *J. Phys. Oceanogr.*, 15, 621-631.

Press, W., B. Flannery, S. Teukolsky, et W. Vetterling, 1986. Numerical Recipes: The art of scientific computing. Cambridge University Press, 818 pp.

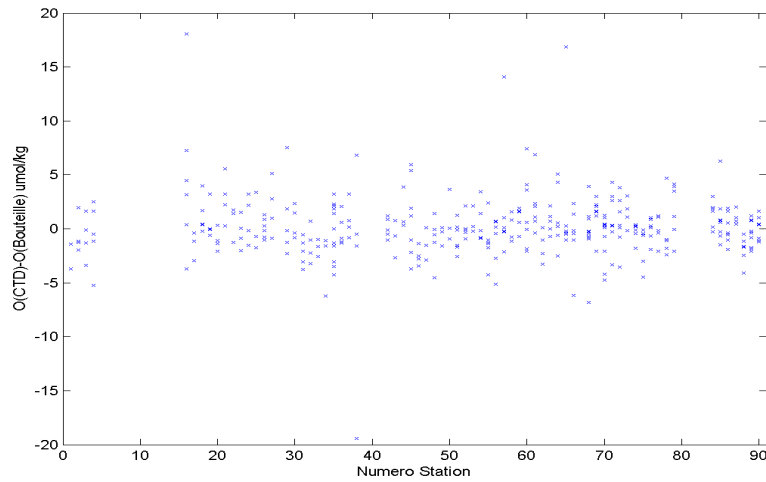


Figure 1: Résidus oxygène après calibration (différence CTD-bouteille) en $\mu\text{mol/s}$ en fonction du numéro de station.

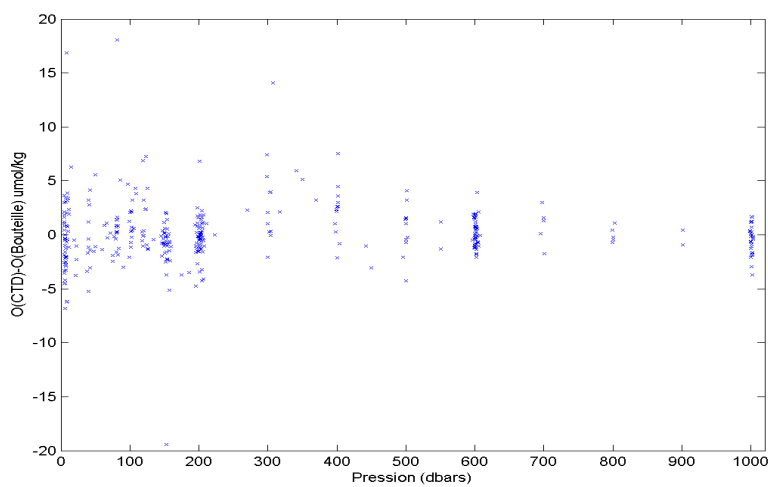


Figure 2. Tout comme la figure 1, mais en fonction de la profondeur, toutes stations confondues.

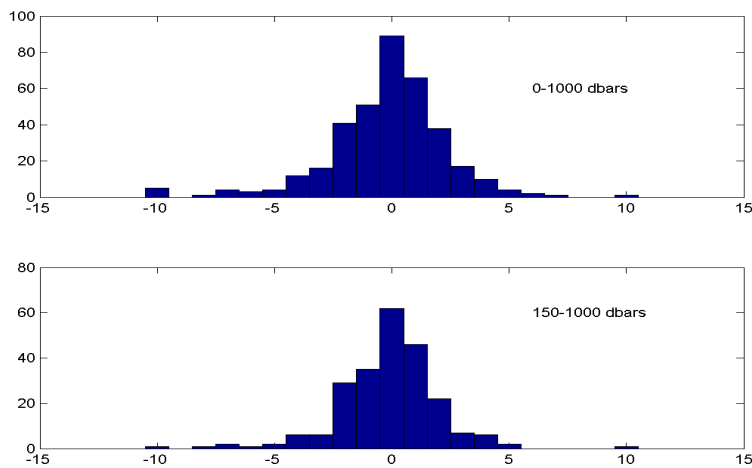


Figure 3: Histogramme des écarts entre les valeurs d'oxygène dissous issues de l'analyse des échantillons et des mesures de la sonde après calibration. Ces écarts sont considérés de la surface au fond (en haut) et de 1000 dbar au fond (en bas). Toutes mesures confondues.

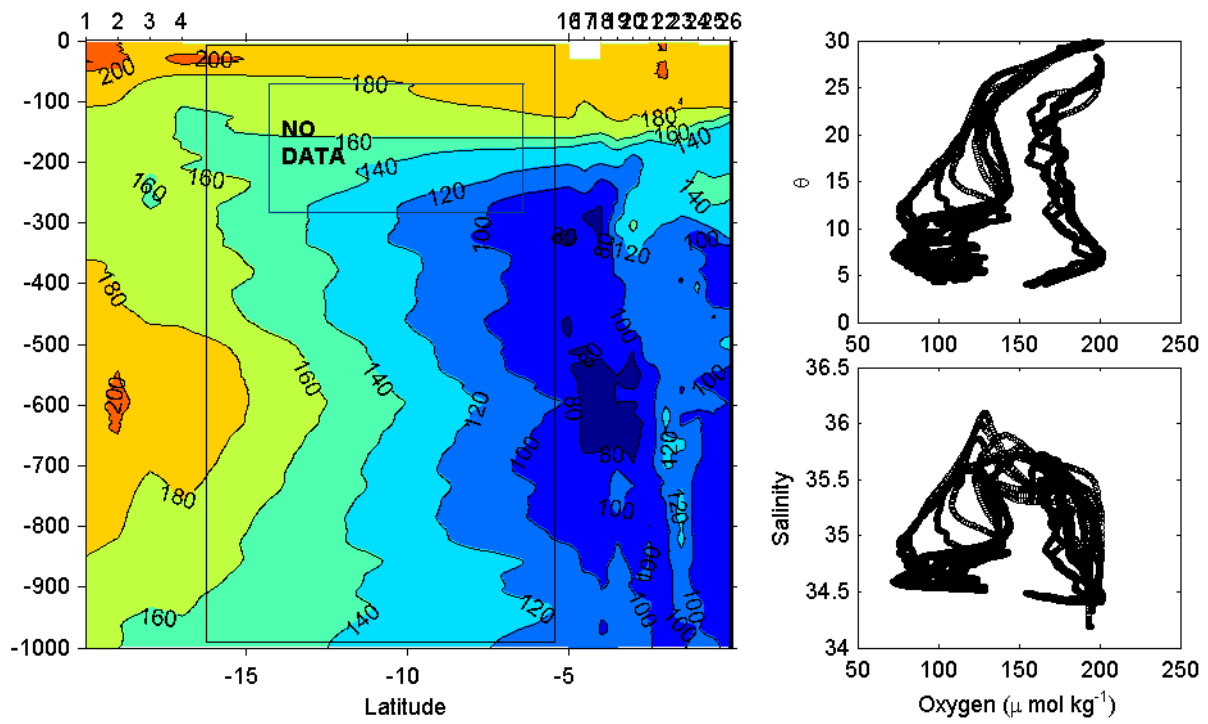


Figure 4: Oxygène radiale montante (stations 1-26)

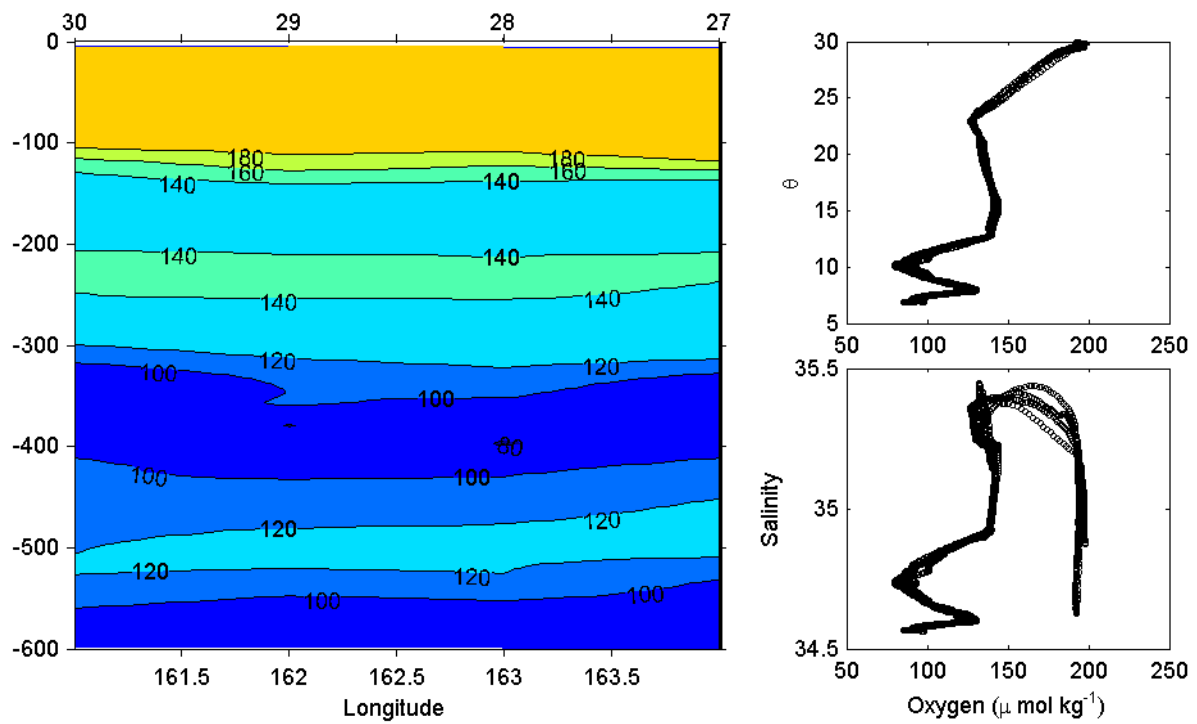


Figure 5: Oxygène Equateur ouest (stations 27-30)

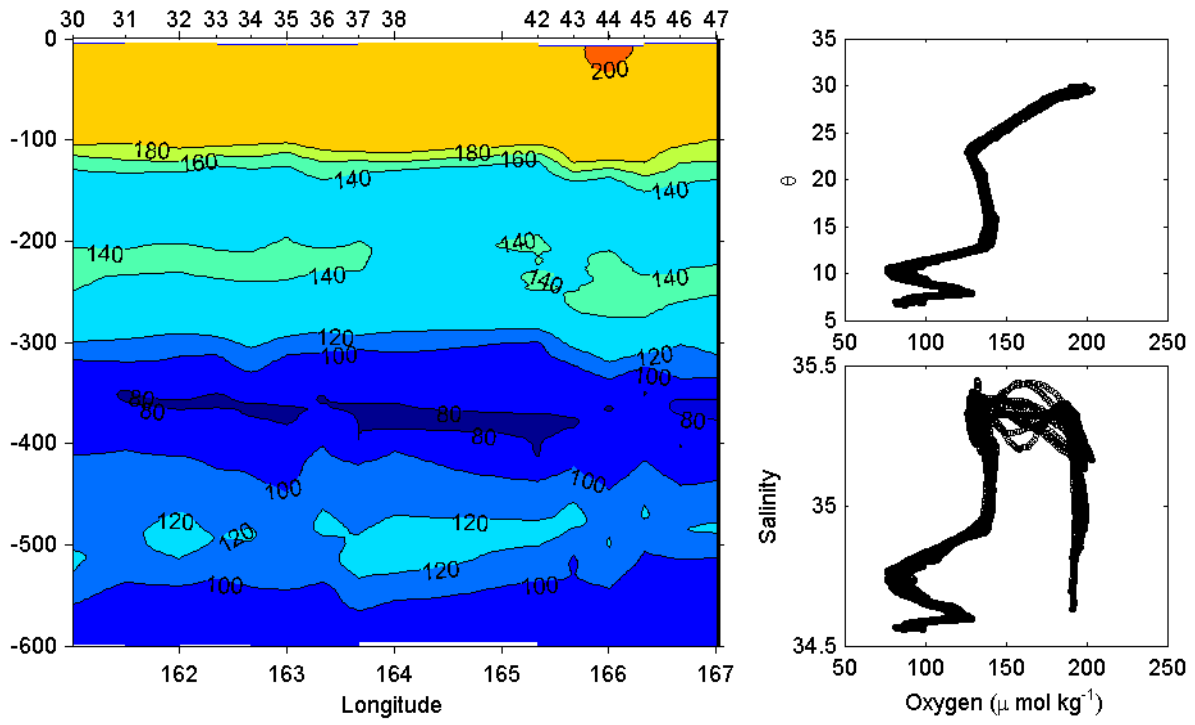


Figure 6: Oxygène Papillon-longitude (stations 30-47)

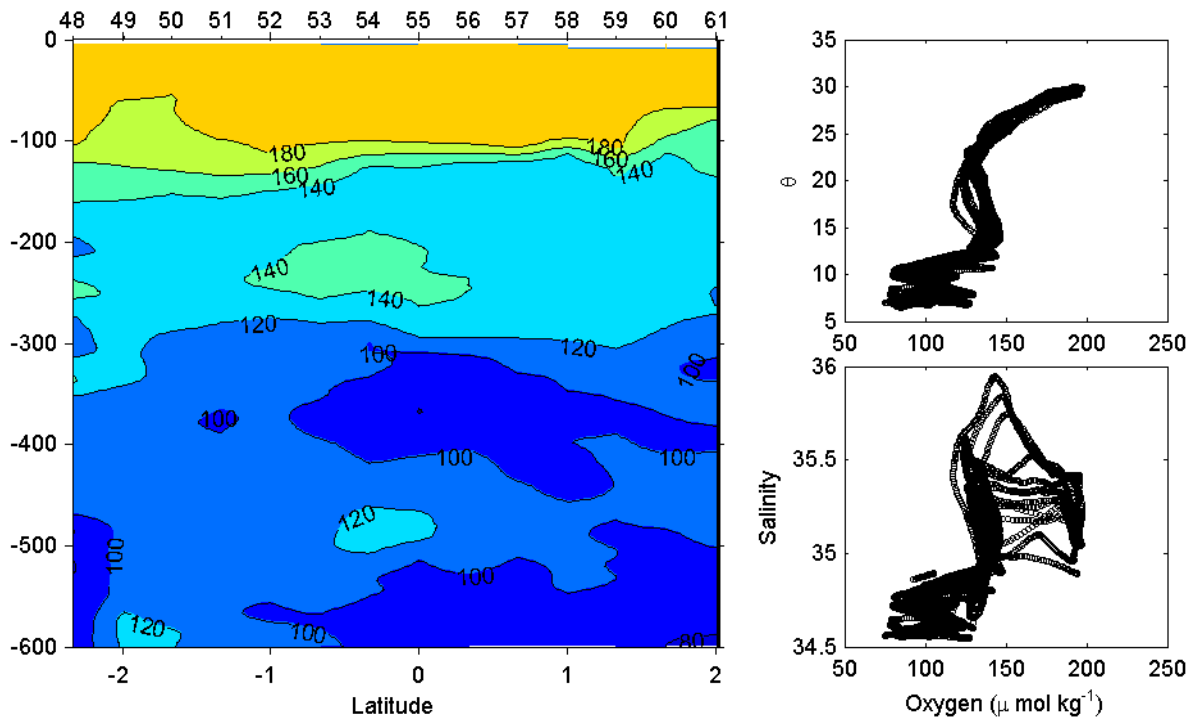


Figure 7: Oxygène Papillon-latitude (stations 48-61)

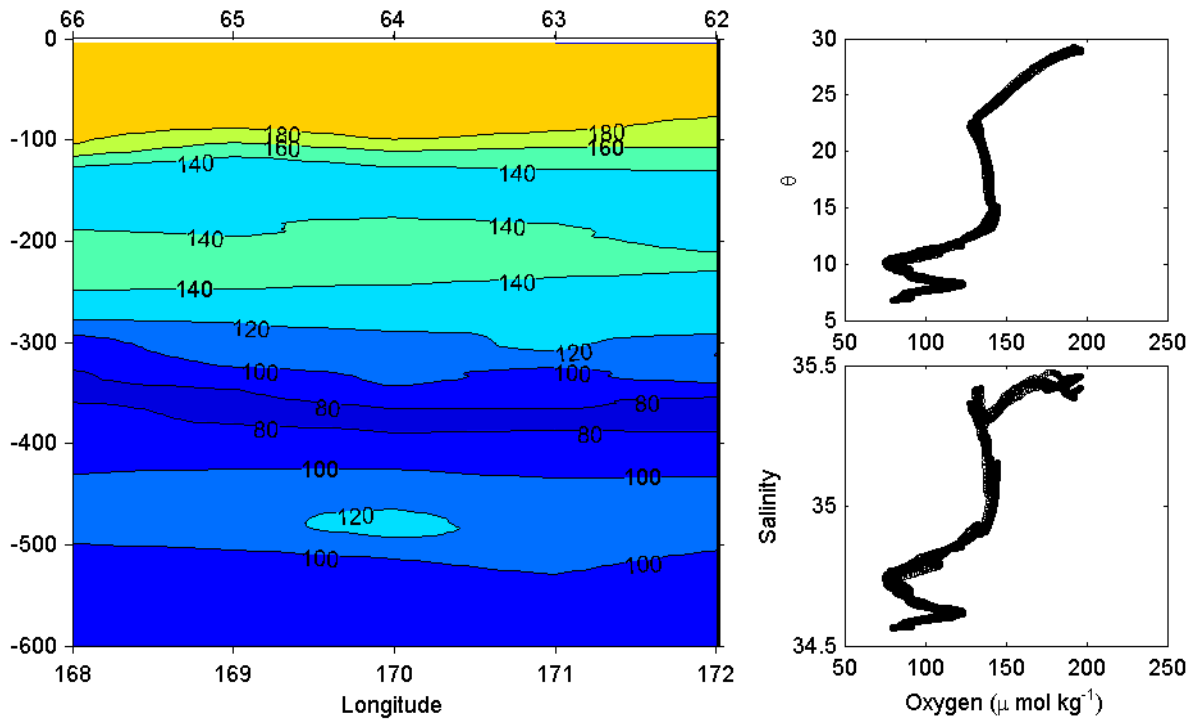


Figure 8: Equateur-Est (stations 62-66)

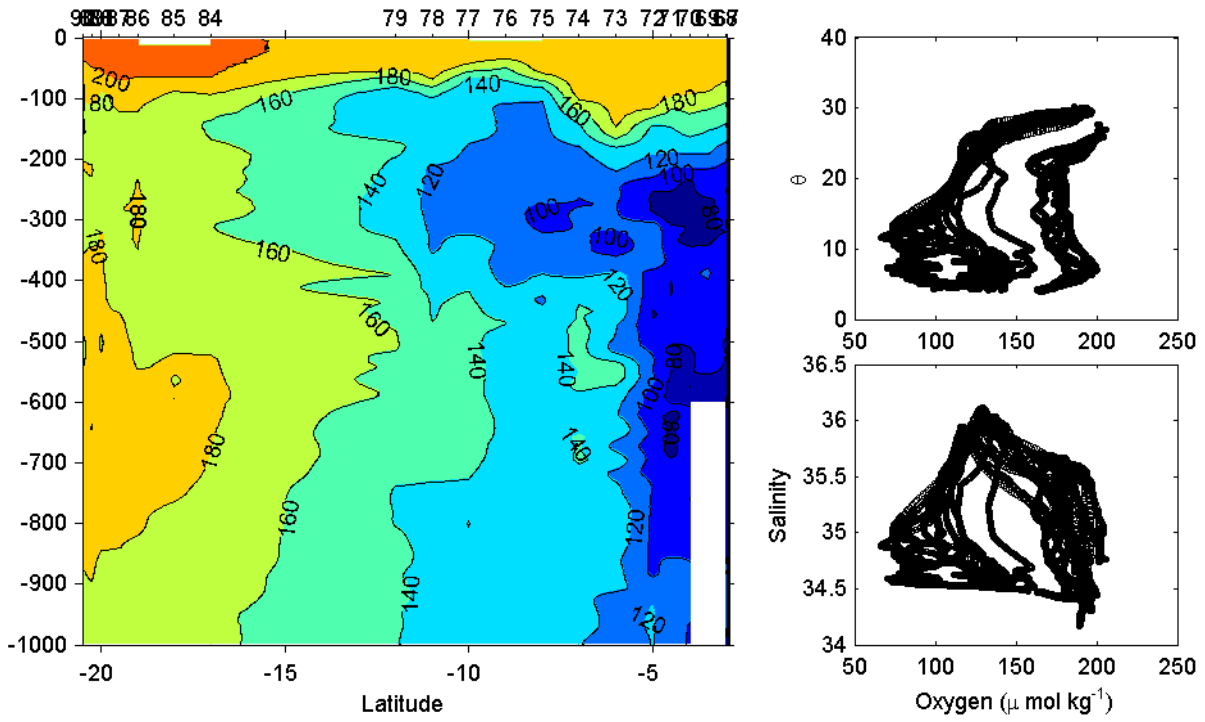


Figure 9: Méridienne descendante (stations 67-90)