

AMANDES3

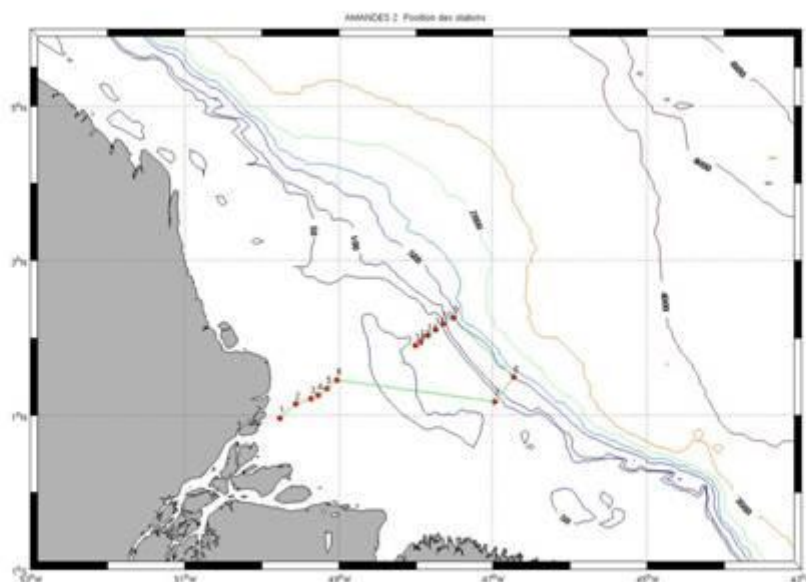
du 10 Avril au 17 Avril 2008

CALIBRATION DES MESURES CTD-O₂

Rémy CHUCHLA (1) et Jacques GRELET (2)

(1)Legos Toulouse

(2) IRD Brest



1- Acquisition des données CTDO2

14 stations (avec 26 profils) ont été réalisées au cours de la campagne AMANDES 3 avec une sonde Seabird de type 911 + , à bord du N/O Antea en avril 2008.

Les personnes ayant participé lors de la campagne à l'acquisition des mesures 'sonde', que ce soit sous forme de quarts ou d'assistance électronique, sont les suivantes :

Rémy CHUCHLA	LEGOS-Toulouse
Jacques GRELET	IRD-Brest
Noreddine Khatir	IRD-Brest

2- Présentation de la sonde utilisée et de l'acquisition des mesures.

La sonde comporte :

- un capteur de pression ; ce capteur est un capteur à quartz développé par la société Paroscientific Inc. Il est muni d'un capteur de température interne pour pouvoir effectuer une correction de température sur la mesure de pression. Il permet des mesures de 0 à 10000 psia ('pound per square inch, absolute' soit 6800 dbar, avec 1 dbar=1.4503774 psia) avec une résolution de 0.001% de la pleine échelle (soit 0.068 dbar) et une précision de 0.015% de la pleine échelle (soit environ 1 dbar).
- deux capteurs de température ; ces capteurs à sonde de platine permettent des mesures entre - 5°C et +35°C, avec une résolution de 0.0002°C et une précision de 0.002°C.
- deux capteurs de conductivité ; ces capteurs à électrodes sont placés dans un tube en verre et mesurent la conductivité absolue. La gamme de mesure se situe de 0 à 7 S/m (Siemens par mètre, équivalent à 0-70 mmho/cm), avec une résolution de $4 \cdot 10^{-5}$ S/m et une précision de 0.0003 S/m.
- un capteur d'oxygène, de type SBE43, permettant des mesures de 0 à 15 ml/l, avec une précision de 0.1 ml/l et une résolution de 0.02 ml/l (soit approximativement 600 µmol/kg, 4 µmol/kg et 0.4 µmol/kg respectivement).

Une pompe externe relie les différents capteurs, afin d'assurer une meilleure synchronisation de leurs réponses. De même, chaque capteur de température est relié à un capteur de conductivité par un conduit, afin qu'ils mesurent exactement la même eau. Ainsi, on dispose de deux ensembles de capteurs T/C (température-conductivité).

Etaient aussi associés à la sonde un capteur de fluorimétrie et un capteur de transmission.

Pour plus de détails sur les différents capteurs de la SEABIRD 911, prière de se référer au site internet du constructeur : <http://www.seabird.com/911plus.htm>.

Les numéros de série des différents capteurs utilisés pendant la campagne Amandes 3 sont reportés dans le tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1 :

Stations	1-14
sonde	IRD S/N 09P10828-0419
Temp_0	4750
Temp_1	4775
Cond_0	3203
Cond_1	3341
Pression	419
Oxygène SBE43	1210
Fluometer	835
Transmissometer	373DR

Les capteurs de température et de conductivité des sondes IRD et INSU ont été calibrés par SEABIRD avant la campagne. Le capteur d'oxygène a été calibré le 4 novembre 2007. Les mesures 'brutes' d'oxygène de la sonde ne peuvent *a priori* être utilisées que pour visualiser les variations de la concentration en oxygène selon la verticale. Cependant, le logiciel d'acquisition de SEABIRD prend en compte un algorithme (Owens et Millard, 1985) qui permet de corriger la mesure du capteur d'oxygène de l'influence de la pression. La correction des mesures est alors affinée par les comparaisons avec les mesures *in-situ*; en effet, les concentrations 'absolues' d'oxygène sont obtenues à partir d'une calibration effectuée à partir des dosages chimiques des échantillons d'eau de mer prélevés pendant la remontée lors de chaque profil.

Les données mesurées par la sonde ont été acquises à l'aide du logiciel SEASOFT (version 7.11) fourni par le constructeur de la sonde. Lors d'un profil les mesures de la sonde, effectuées à la fréquence de 24 Hz, sont transmises à un micro-ordinateur (de type PC) d'acquisition via le programme SEASAVE. Une fois la station terminée, une procédure de traitement préalable préconisée par le constructeur est appliquée aux données des profils de descente et de montée (voir le document joint au logiciel et indiqué en référence).

La procédure exécutée à la suite des programmes suivants :

- DATCNV : ce programme convertit les mesures brutes de la sonde en données physiques (pression, température, conductivité et les paramètres permettant de déduire l'oxygène dissous –courant et température-).
- WILDEDIT : ce programme vérifie les mesures et repère les mesures a priori incorrectes (s'écartant de plus de deux écarts-types d'une moyenne calculée sur 24 mesures, soit toutes les secondes).
- ALIGNCTD : ce programme avance de 3 secondes les mesures relatives à l'oxygène afin de les recalibrer par rapport aux mesures de pression.
- CELLTM : ce programme corrige les données de conductivité en fonction de 'l'effet de masse thermique'.
- FILTER : ce programme applique un filtre 'passe-bas' à la conductivité (0.03 s) et à la pression (0.15s).
- LOOPEDIT : ce programme vérifie si le déplacement vertical de la sonde est correct pour effectuer les mesures. Il repère les mesures 1) dont la variation de pression est opposée au déplacement vertical moyen (descente ou montée) ou 2) pour lesquelles la vitesse verticale est inférieure à 25 cm/s.
- DERIVE (O₂). programme utilisé pour le calcul des concentrations en oxygène (ml/l et $\mu\text{mole/kg}$).
- BINAvg : ce programme effectue une moyenne des mesures . Ici, la moyenne est effectuée en fonction de la pression tous les décibars.
- DERIVE (salinité) : ce programme calcule la valeur de salinité.
- BOTTLESUM : ce programme crée un fichier BTL contenant les informations relatives aux prélèvements effectués à la remontée de la sonde.
- SPLIT : ce programme crée deux fichiers (descente et remontée).
-

Pour plus de détails sur ces procédures, prière de se référer au document SEABIRD relatif au logiciel, mentionné dans les références bibliographiques.

Après chaque station hydrologique, l'ensemble des mesures (brutes, et issues de ce traitement préliminaire) est systématiquement enregistré en double sur des disques réseaux.

3- Déroulement des travaux.

14 stations hydrologiques (de 0 à 100 dbar) ont été effectuées pendant la campagne AMANDES 3.

Il y a eu 31 prélèvements pour l'analyse de l'oxygène et des sels nutritifs (échantillons pris en double l'un pour un dosage à Brest, l'autre pour un dosage à Cayenne).

Pour vérifier la précision des résultats de mesure de l'oxygène, à la station 1001, 12 bouteilles ont été fermées à 50 dbar. Les résultats obtenus donnent un écart-type de 0,007 ml/l (0,34 $\mu\text{mol /kg}$), résultat conforme à ceux obtenus lors des campagnes précédentes.

4- Calibration de l'oxygène.

4a. Calibration :

Les mesures du capteur d'oxygène de la sonde sont calibrées en comparant les résultats des analyses chimiques avec les mesures de la sonde obtenues à la même pression, en prenant en compte le profil de remontée (fichier *.BTL).

La calibration se fait en utilisant la méthode préconisée par SEABIRD (note 64) ou bien par le calcul des coefficient soc et voffset en utilisant un fit linéaire entre les valeurs de courant transmis par l'électrode du capteur d'oxygène et les concentrations en oxygène obtenues par la formule d'Owens-Millard . La seconde méthode a été utilisée pour cette campagne.

La figure 1 montre les écarts, en ml/l, entre les mesures des échantillons et les mesures de la sonde extraites du profil de descente, avant et après la calibration des profils.

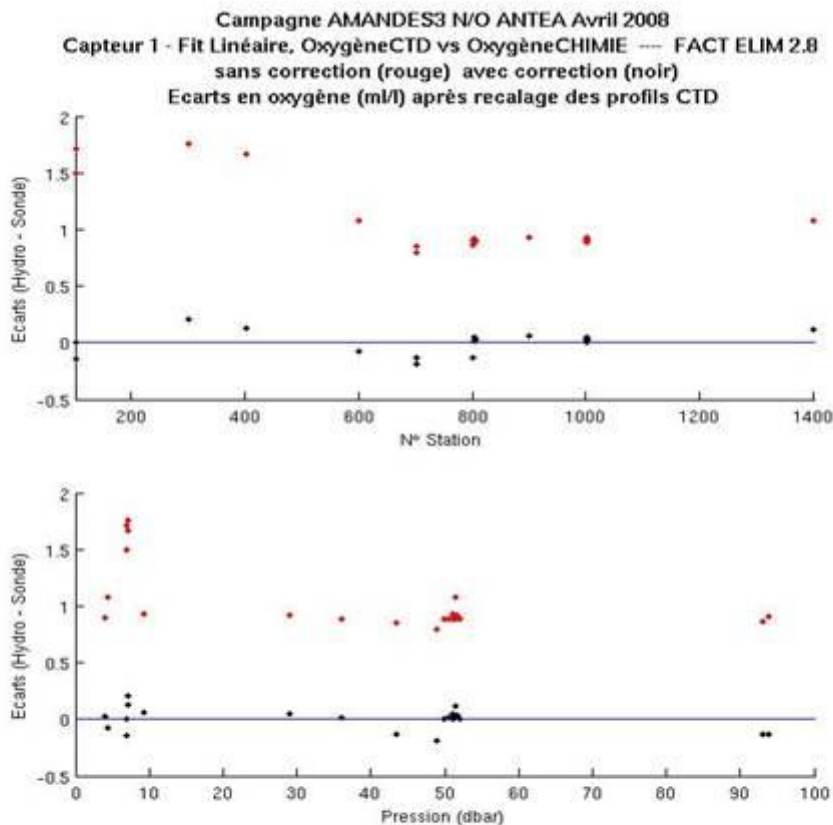


Figure 1 : Ecart d'oxygène dissous (en ml/l), entre les mesures des échantillons et les mesures de la sonde lors du profil de descente, avant et après calibration ; en fonction de temps (numéro de station, en haut) et de la pression (en bas).

La figure 1 montre les écarts, en ml/l, entre les mesures des échantillons et les mesures de la sonde extraites du profil de descente, après la calibration des profils. Ces écarts sont tout-à-fait acceptables sur l'ensemble des stations et de la colonne d'eau. Ainsi, les histogrammes de la figure 2 montrent que la distribution des écarts est bien centrée. Ainsi, l'écart est inférieur à ± 0.05 ml/l dans 60 % des cas.

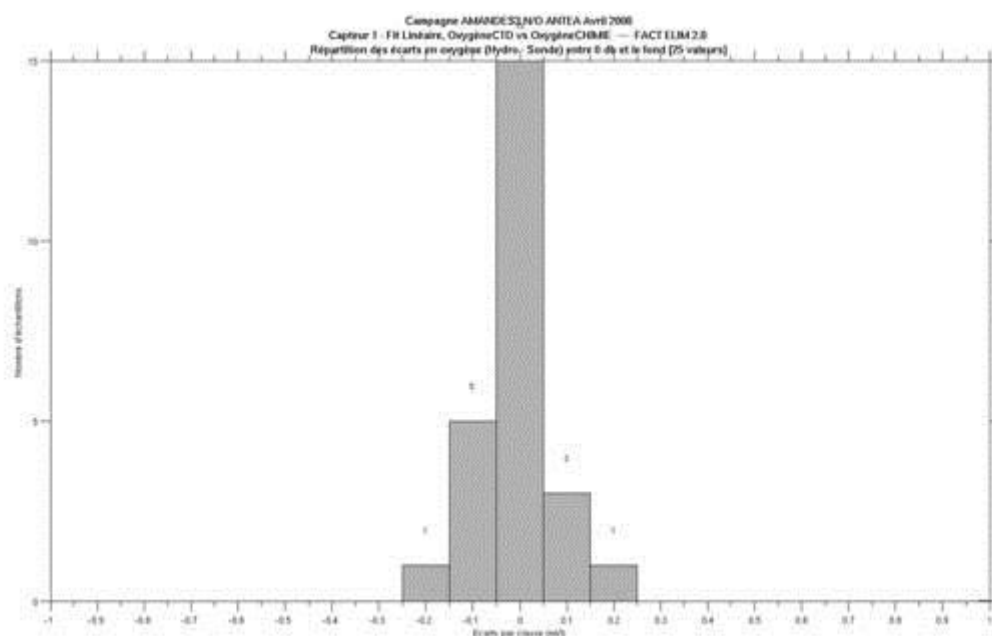


Figure 2 : Histogramme des écarts entre les valeurs d'oxygène dissous issues de l'analyse des échantillons et des mesures de la sonde après calibration. Ces écarts sont considérés de la surface au fond .

4b. Vérification des résultats :

Les profils de θ -S et les profils de θ -O₂ sont comparés avec des profils réalisés en des mêmes positions lors de campagnes antérieures. Ici nous ne possédons pas de données permettant ces comparaisons, et de plus nous avons des profils compris entre 0 et 100 dbar, zones à forte variabilité.

Pour la campagne Amandes 1 nous avons pu réaliser ce type de comparaison avec la campagne ETAMBOT1 effectuée en 1996. On observe pour des températures inférieures à 5°C une très bonne superposition des profils.

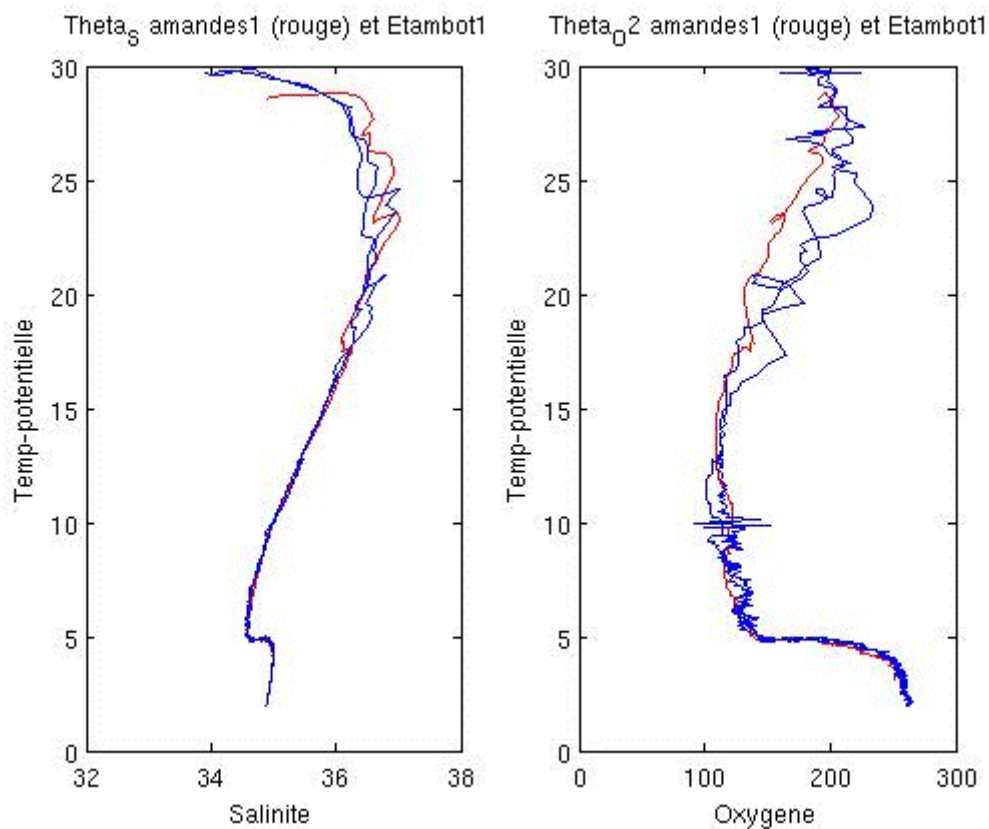


Figure 4 : Campagne AMANDES 1 Diagrammes θ -O₂ et θ -S de la station 7 (50°W-7°N).

5- Contenu et format des fichiers générés.

Les fichiers, à raison d'un fichier par palanquée sont en ASCII à un type de format analogue (mais non identique - la position ici est fournie, mais le type d'instrument utilisé et la fréquence d'acquisition ne le sont pas -) à celui préconisé par le WHP (Joyce et Corry, 1994). Un exemple de début de fichier est fourni ci-dessous.

AMANDES3

STRNBR 1 CASTNO 1 NO.RECORDS 6
 DATE: Apr 10 2008 10:41:35

LATITUDE: = 00 57.640 N LONGITUDE: = 049 45.730 W

CTDPRS	CTDTMP	CTDSAL	CTD OXY	CTD OXY	FLUORI	ATTENUATION	TRANSM	QUALT1
DBAR	ITS-90	PSS-78	ML/L	UMOL/KG	µg/L	L/M	Pct	
2.00	27.7530	0.0339	3.73	167.18	0.1744	55.2620	-0.0013	22222222
3.00	27.7543	0.0336	3.76	168.42	0.1714	55.2620	-0.0013	22222222
4.00	27.7536	0.0331	3.75	168.07	0.1707	55.2620	-0.0013	22222222
5.00	27.7540	0.0330	3.74	167.68	0.1713	55.2620	-0.0013	22222222
6.00	27.7534	0.0329	3.75	168.24	0.1770	55.2620	-0.0013	22222222
7.00	27.7513	0.0333	3.66	164.24	0.1734	55.2620	-0.0013	22222222

avec :

- 1^{ère} ligne : intitulé de la campagne.
- 2nde ligne : indications de l'indice de la station, de la palanquée et du nombre de données du profil.
- 3^{ème} ligne : date, et heure (TU).
- 4^{ème} ligne : position (degrés, minutes, centièmes).
- 5^{ème} ligne : code des paramètres (p, T, S, O2, nombre de mesures considérées pour le calcul des valeurs, code de qualité des valeurs)
- 6^{ème} ligne : unité des paramètres.

La signification des codes de qualité est la suivante :

<u>Code</u>	<u>Définition</u>
1	Non calibré
2	Mesure acceptable
3	Mesure douteuse
4	Mauvaise mesure
5	Non reporté
6	Interpolé sur un intervalle supérieur à 2 bar
7	Pics anormaux éliminés
8	Pas défini pour les mesures CTD-O ₂
9	Non échantillonné

6- Références bibliographiques.

- Billant, A., et P. Brannelec, Calibration des mesures CTD-O₂ ; Campagne CITHER-1 N/O ATALANTE (2 janvier – 19 mars 1993), Recueil de données, Vol.2 : CTD-O₂, Rapport Interne LPO (94-04), 1994.
- Chuchla, R., B. Bourlès et Y. Gouriou, Calibration des mesures CTD-O₂, Campagne EQUALANT 99, N.O. Thalassa 13 juillet – 21 août 1999, Rapport de campagne à la mer, Rapport interne LODYC n°2000-01, décembre 2000.
- Gouriou, Y., Calibration des mesures CTD-O₂, dans « Campagne ETAMBOT 1, Recueil de données, Vol.1/2 : Introduction, Mesures ‘en route’, Courantométrie ADCP, mesures CTDO₂, Coupes de distributions verticales », Doc. Scient. du Centre ORSTOM de Cayenne, O.P. 22, 1997a.
- Gouriou, Y., Calibration des mesures CTD-O₂, dans « Campagne ETAMBOT 2, Recueil de données, Vol.1/2 : Introduction, Mesures ‘en route’, Courantométrie ADCP, mesures CTDO₂, Coupes de distributions verticales », Doc. Scient. du Centre ORSTOM de Cayenne, O.P. 24, 1997b.
- Joyce, T., et C. Corry, Requirements for WOCE hydrographic programme data reporting, WHP Office Report 90-1, WOCE Report n°67/91, Woods Hole, Mass., USA, 1994.
- Owen, W.B., et R.C. Millard, A new algorithm for CTD oxygen calibration, Journal of Physical Oceanography, 15, 621-631, 1985.
- Seabird Electronics, Inc., CTD Data Acquisition software, SEASOFT, version 4.234, Washington, USA, 2 octobre 1998 (email : seabird@seabird.com).
- World Ocean Circulation Experiment : WOCE Experiment Manual, WHP Office Report 90-1, WOCE Report No. 67/91, Rev.2, Woods Hole, Mass., USA, May 1994.