

Laboratoire de Physique des Océans

Ifremer / Université de Bretagne Occidentale / CNRS

CAMPAGNE ROMANCHE 2
L'Atalante (12 novembre - 2 décembre 1992)

Données de la sonde CTDO₂

**Mesures de Salinité, d'Oxygène Dissous
et des Chlorofluorométhanés**

Courantométrie Acoustique Doppler

**Herlé Mercier
André Billant et Pierre Branellec
Chantal Andrié et Marie-José Messias
Yves Gouriou
Catherine Lagadec**

Rapport Interne LPO 95-02

Laboratoire de Physique des Océans

Ifremer / Université de Bretagne Occidentale / CNRS

CAMPAGNE ROMANCHE 2
L'Atalante (12 novembre - 2 décembre 1992)

Données de la sonde CTDO₂

**Mesures de Salinité, d'Oxygène Dissous
et des Chlorofluorométhanes**

Courantométrie Acoustique Doppler

**Herlé Mercier
André Billant et Pierre Branellec
Chantal Andrié et Marie-José Messias
Yves Gouriou
Catherine Lagadec**

Rapport Interne LPO 95-02



SOMMAIRE

Présentation de la campagne Manche 2	1
Calibration des mesures CTDO₂.....	5
Mesure des chlorofluorométhane (CFM ou fréons)	23
Données CTDO₂.....	29
Mesures de salinité, d'oxygène dissous et des chlorofluorométhane.....	81
Courantométrie acoustique Doppler	131



Présentation de la campagne Romanche 2

La campagne Romanche 2 s'est déroulée du 12 novembre au 2 décembre 1992, de Dakar (Sénégal) à Douala (Cameroun), à bord du navire de recherche de l'Ifremer L'Atalante (Figure 1). Romanche 2, deuxième campagne dans le cadre du projet Romanche avait pour but la mise à l'eau de huit mouillages de courantométrie dans les zones de fracture de l'Atlantique équatorial Romanche et Chain (Figure 1). Cela a été l'occasion de compléter la description de l'hydrologie de ces zones de fracture, initiée lors de la campagne Romanche 1 (Mercier et al., Campagne Romanche 1, Données CTDO₂, Chimie et Bathymétrie, rapport interne LPO, 92-02). Vingt cinq stations d'hydrologie et de géochimie ont été effectuées (Figures 1 et 2). Les mouillages mis à l'eau en 1992 ont été relevés en novembre 1994. Les données de courantométrie feront l'objet d'un rapport séparé.

Le projet Romanche fait partie de l'expérience Deep Basin Experiment (DBE) du core 3 de WOCE (World Ocean Experiment).

Dans ce rapport nous présentons la calibration des données CTDO₂ (A. Billant et P. Branellec), la mesure et la calibration des fréons (C. Andrié et M. J. Messias) et les données de courantométrie acoustique Doppler de coque (75 khz) qui ont été traitées par Yves Gouriou. Pour chaque station d'hydrologie et de géochimie, une présentation numérique et graphique des paramètres de la bathysonde et des mesures chimiques est proposée.

Les participants à la campagne : André Billant, Jean-Pierre Gouillou, Pierre Branellec, Catherine Lagadec, Sylvie Le Gentil, Raymond Perchoc, Guy Auffret, Gérard Hesloin, Herlé Mercier, Kevin Speer, Pierre Doaré, Muriel Lux du Laboratoire de Physique des Océans, Chantal Andrié et Marie José Messias du LODYC (Université de Paris 6), Catherine Thomas de la Mouette (Toulouse), Fabrice Le Cornu du service DITI/DSI de l'Ifremer, Bernard Barnier de l'Institut de Mécanique de Grenoble et Christine Chauvin du LGI/Guidel (IUT Lorient).

Remerciements : Ce projet a été financé par l'Ifremer et l'Insu via le programme National d'Etude de la Dynamique du Climat (PNEDC). Le commandant et l'équipage du N/O L'Atalante ont permis que cette mission se déroule dans les meilleurs conditions.

Herlé Mercier
Laboratoire de Physique des Océans
Ifremer centre de Brest, BP 70
29280 Plouzané, France
e-mail : herle.mercier@ifremer.fr

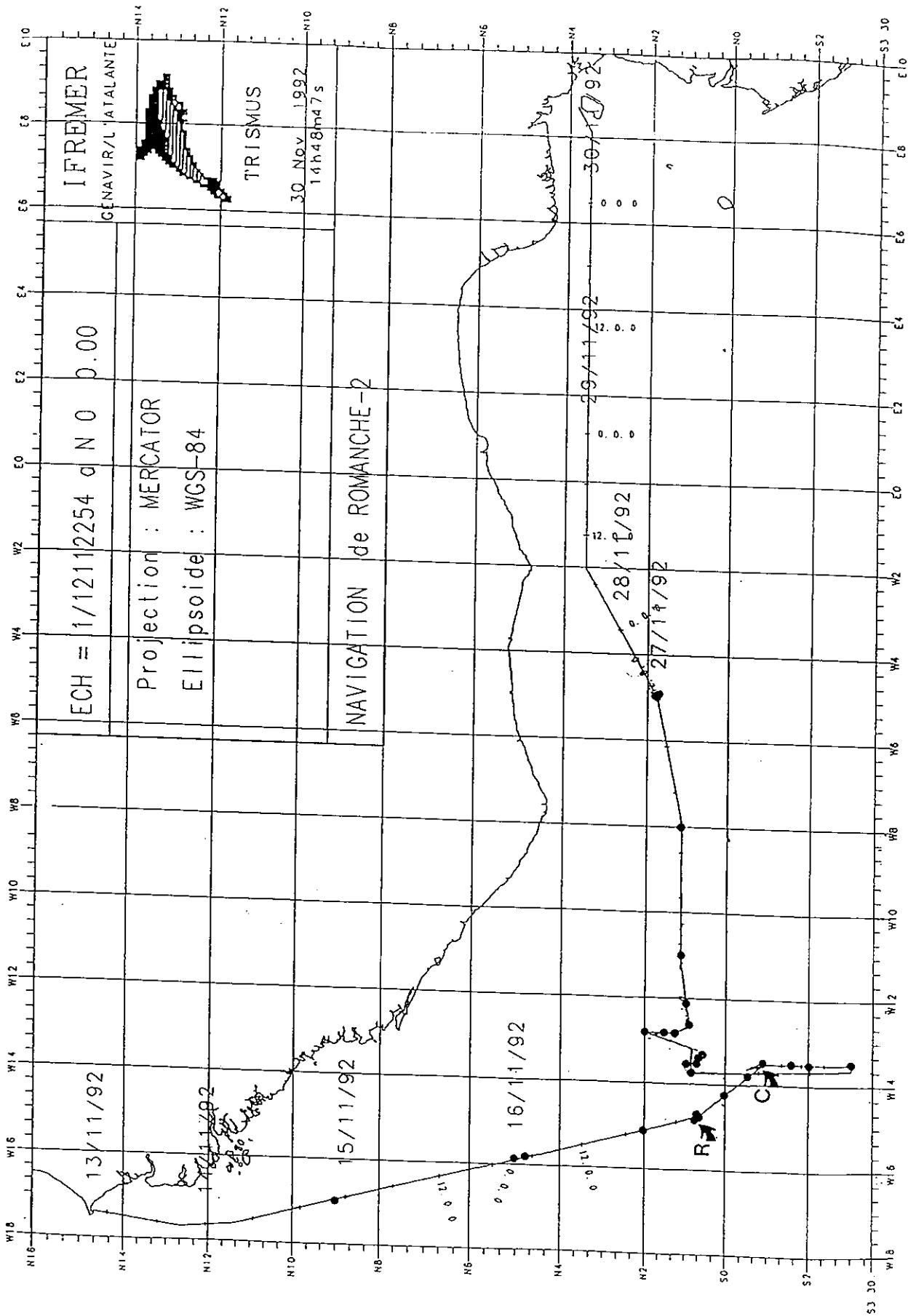


Figure 1 : Route suivie par L'ATALANTE lors de la campagne Romanche 2. Les cercles pleins indiquent la position des stations d'hydrologie et géochimie, les flèches la position des mouillages (R: mouillages dans la zone de fracture Romanche, C : Chain).

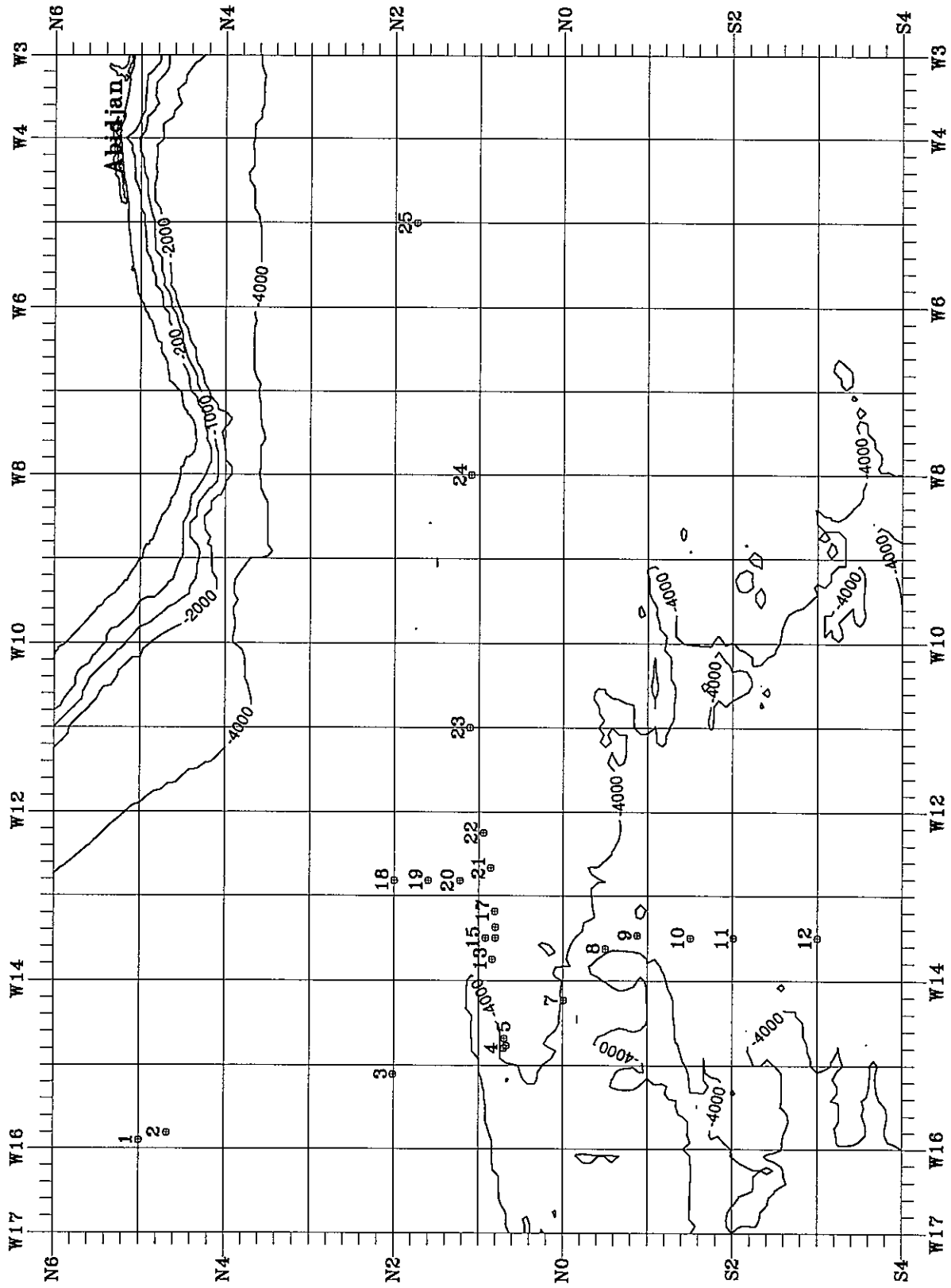


Fig 2 : Position des stations hydrologiques de la campagne ROMANCHE 2



CALIBRATION DES MESURES CTDO₂

André BILLANT et Pierre BRANELLEC

Laboratoire de Physique des Océans

La procédure de calibration des capteurs de la sonde Neil-Brown est la même que celle décrite dans Billant (1985) et appliquée pour la campagne ROMANCHE I. Les résultats de cette calibration ont été présentés dans le Rapport Interne LPO 92-02. La même sonde CTD O₂ a été mise en oeuvre sur les deux campagnes, avec les mêmes capteurs de pression, température et conductivité. Seul le capteur d'oxygène dissous a été remplacé et une isolation thermique a été rajoutée au capteur de pression.

1 ETALONNAGE DU CAPTEUR DE PRESSION

1.1 Modifications et étalonnages en laboratoire

Un inconvénient majeur du capteur de pression en titane maintenant utilisé sur les sondes Neil-Brown a été observé lors de la campagne ROMANCHE I. Il s'agit de l'effet dynamique de la température sur la réponse du capteur de pression qui provoque un décalage brutal de 9 dbars après son passage dans la thermocline. Cependant les différentes corrections appliquées à la mesure de pression permettent d'aboutir à des résultats satisfaisants (incertitude inférieure à 3 dbars).

Pour atténuer l'incidence de cet effet dynamique un adaptateur thermique a été rajouté avant la campagne ROMANCHE II dans les circuits de compensation du capteur. Après vérifications, les caractéristiques du nouvel ensemble ne sont pas apparues totalement satisfaisantes mais faute de temps avant le départ de la campagne il n'a pas été possible d'y remédier. La campagne ROMANCHE II a donc été réalisée avec les caractéristiques suivantes :

- effet dynamique au passage de la thermocline limité à 4 dbars (au lieu de 9 dbars),
- phase de stabilisation qui ramène le capteur à son état initial prolongée de 1 heure à 3 heures.

Cette phase de stabilisation plus longue, provoque un décalage de la mesure de pression sur le profil remontée dont la valeur est dépendante de la durée du profil descente (et donc de la profondeur).

Le capteur, avec de telles caractéristiques, a subi plusieurs types d'essais au laboratoire avant et après la campagne de manière à étudier son comportement :

- immersions successives dans deux bains dont la température diffère de l'ordre de 15°C pour étudier l'influence de l'effet dynamique de température,
- cycles de pression entre 0 et 6000 dbars, à une température donnée. Cet étalonnage est réalisé en sept points de température compris entre 2 et 30°C pour étudier l'influence de la température statique,
- trois cycles de pression entre 0 et 6000 puis entre 6000 et 0 dbars ont été effectués à la température expérimentale de 20°C pour vérifier la linéarité du capteur avec le banc balance Desgranges et Huot (incertitude sur la pression référence délivrée : $\pm 0,73$ dbar).

La figure 1 présente les résultats obtenus sous forme d'écarts en fonction de la pression expérimentale : la valeur indiquée par le capteur est corrigée de l'influence de l'effet de température statique en appliquant à la pression concernée une valeur de température qui correspond à celle obtenue sur un profil moyen de la campagne ROMANCHE II. La courbe représentée sur cette figure est celle d'un polynôme de degré 3 qui corrige l'indication de pression. Noter que lors de cette campagne la pression maximale atteinte est voisine de 5400 db, ce qui limite l'effet de la variation de réponse du capteur au-delà de 4000 db lors de l'étalonnage avant et après campagne.

1.2 Correction des mesures de pression sur la campagne ROMANCHE II

L'étude de l'effet dynamique réalisée en laboratoire permet une modélisation du phénomène et son application aux mesures de pression sur les profils descente de la campagne revêt une correction de la forme :

$$\Delta P(t) = 1.6 \Delta T e^{-\frac{t}{2400}} - 1.4 \Delta T e^{-\frac{t}{1900}} - 0.2 \Delta T e^{-\frac{t}{25000}}$$

ΔT amplitude du choc thermique (en degré celsius)

t temps (en secondes)

L'application du polynôme de degré 3 qui intègre à la fois la correction de l'effet statique et de linéarité recale la mesure de pression à sa valeur absolue.

Campagne ROMANCHE 2

Etalonnage du capteur de pression en laboratoire

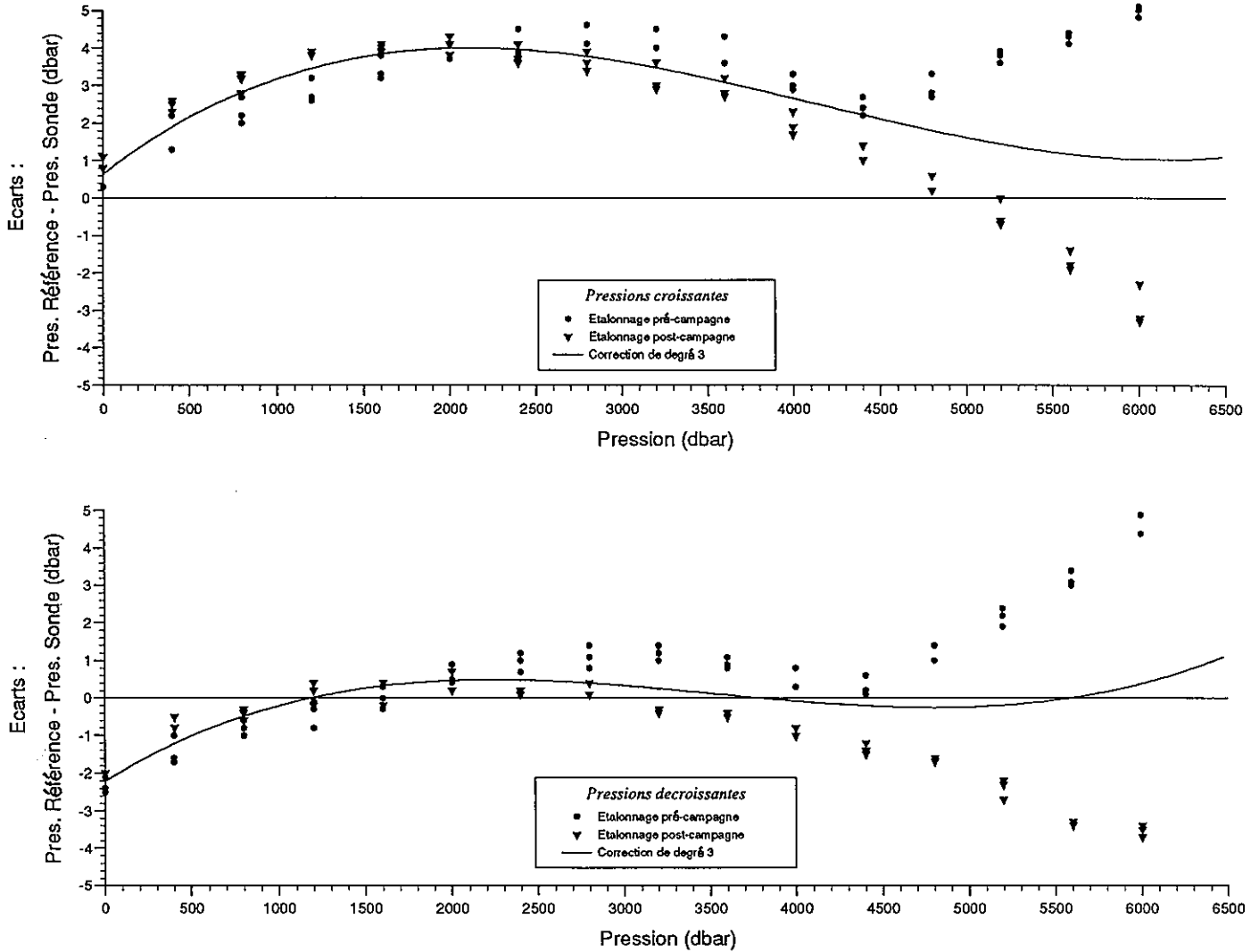


Figure 1 : Etalonnage du capteur de pression

Distribution des écarts avant (●) et après (▼) la campagne entre la pression référence et la pression indiquée par le capteur en laboratoire, tous les 400 dbars. La température expérimentale adoptée est proche de celle d'un profil moyen obtenu au cours de la campagne ROMANCHE 2. Le polynôme de degré 3 qui passe au mieux par les écarts est tracé en trait plein.

La pression associée aux prélèvements effectués lors de la montée a été corrigée suivant les mêmes principes.

1.3 Contrôles de la mesure de pression

Des contrôles systématiques ont été effectués à chaque station pour vérifier le comportement du capteur :

- dans l'air avant mise à l'eau : les valeurs relevées sont comprises entre -1.0 et -2.0 dbars,
- au fond en fin de profil descente, pour 20 stations, la profondeur déduite de la mesure de pression du capteur est inférieure à la longueur de câble immergé de 4 à 7 mètres,
- le dernier niveau observé en surface à la fin du profil monté varie en général entre 3 et 5 dbars.

Ces observations indiquent que l'indication du capteur est stable pendant toute la campagne.

En outre, 8 pressiomètres montés sur les bouteilles de prélèvement ont été retournés au niveau de la fermeture des bouteilles. Les écarts obtenus entre la lecture des pressiomètres et l'indication du capteur au niveau du prélèvement sont présentés sur la figure 2. La correction de l'étalonnage du pressiomètre combinée à la correction ultérieure du capteur de pression donnent des écarts entre les deux observations qui sont du même ordre de grandeur que ceux observés à ROMANCHE I (3 dbars). On estimera donc que la pression est connue avec une incertitude inférieure à 3 dbars.

2 ETALONNAGE DE LA TEMPERATURE

2.1 Etalonnages en laboratoire

L'étalonnage a été réalisé au laboratoire avant et après la campagne suivant la nouvelle définition EIT90 en 7 ou 8 points répartis entre 0 et 30°C. Les résultats obtenus sont présentés à la figure 3 sous forme d'écarts entre la température référence et la température indiquée par la sonde : on observe une très bonne stabilité du capteur entre ces deux étalonnages. Un polynôme de degré 2 suffit à corriger la température indiquée par la sonde.

2.2 Vérifications pendant la campagne

Au cours de chaque remontée, 7 thermomètres étaient renversés entre 5400 et 1500 mètres à une température comprise entre 1.1 et 4.1°C. Les écarts entre la lecture de ces instruments et la température indiquée par la sonde sont regroupés sur la figure 4.

Ecart entre la lecture des pressiomètres SIS
et l'indication du capteur de pression Neil-Brown

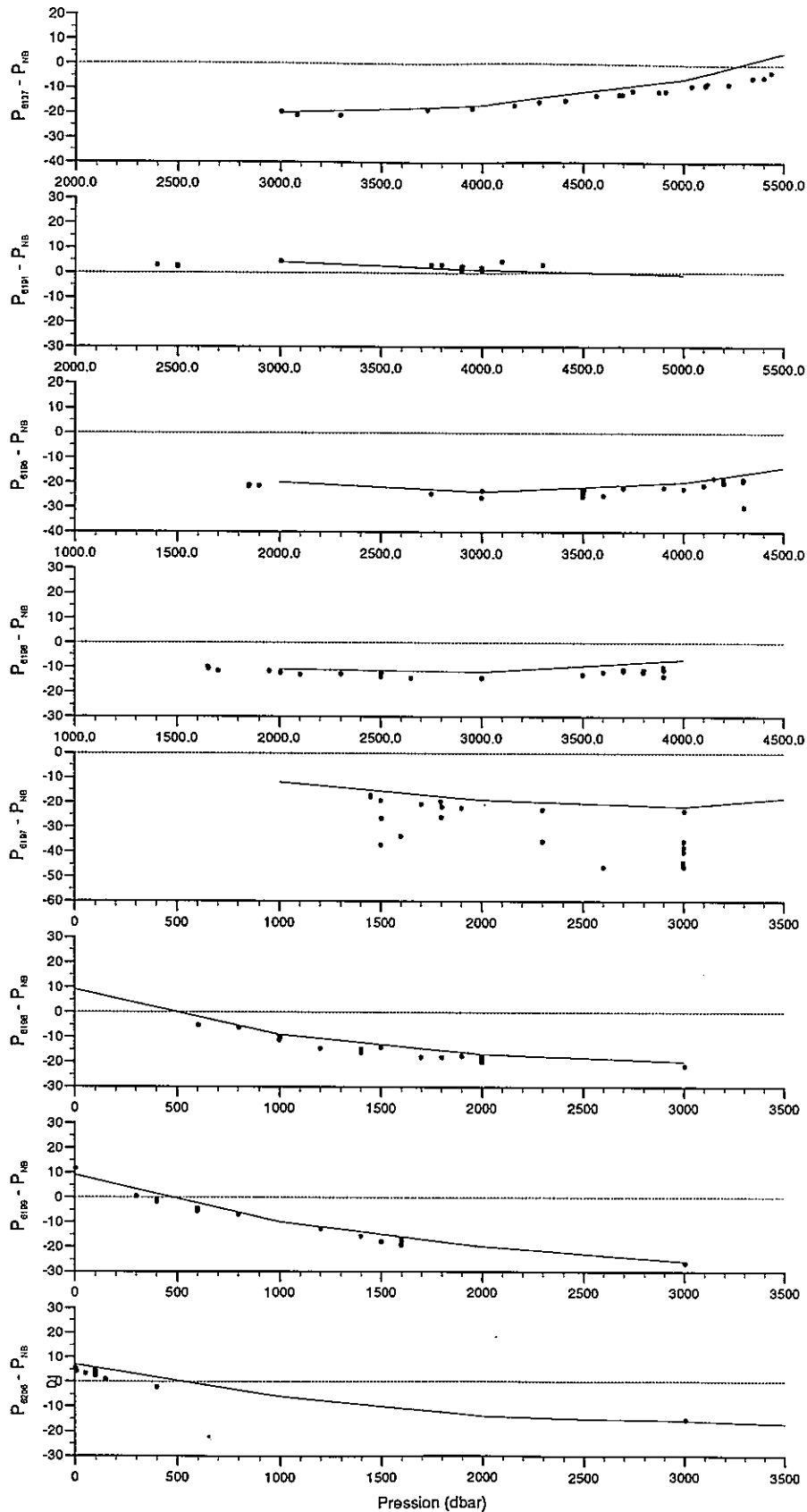


Figure 2 : Ecart entre la lecture des pressiomètres et l'indication brute du capteur de pression en fonction de la pression de renversement. Les segments de droite représentent la correction d'étalonnage à apporter à la lecture du pressiomètre effectué en laboratoire. La dispersion des points autour des segments provient de l'incertitude à l'affichage du pressiomètre (2 dbars), de l'incertitude liée à sa calibration et du fait que la pression sonde n'a pas été corrigée. A noter des problèmes d'affichage sur le 6197.

Campagne ROMANCHE2

Etalonnage du capteur de température en laboratoire

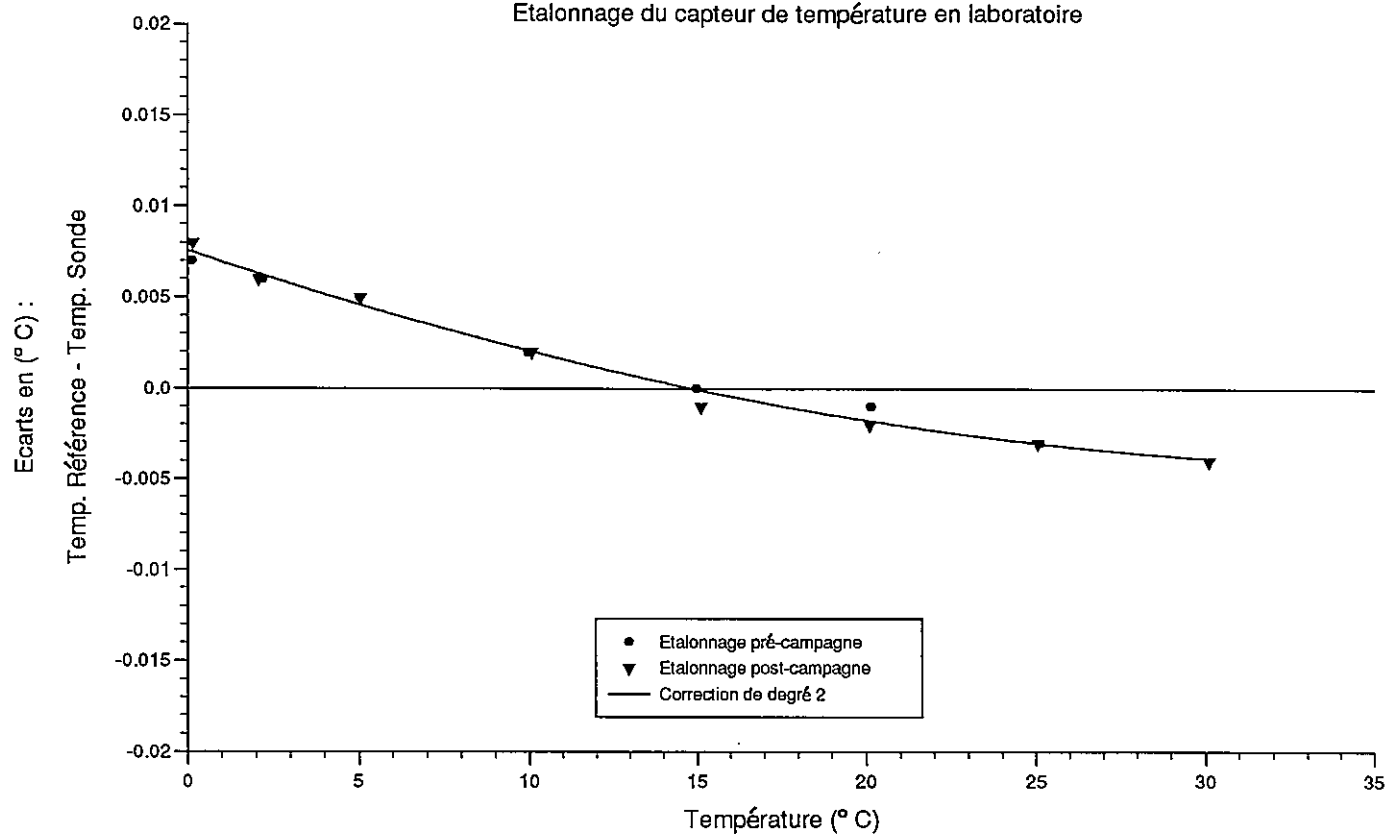


Figure 3 : Ecart entre la température référence et la température sonde pour l'étalonnage pré (●) et post (▼) campagne. La courbe de degré 2 qui corrige ces écarts est représentée en trait plein.

Ecart entre la lecture des thermomètres SIS
et l'indication du capteur de température Neil-Brown
($1.1 < T < 4.1$)

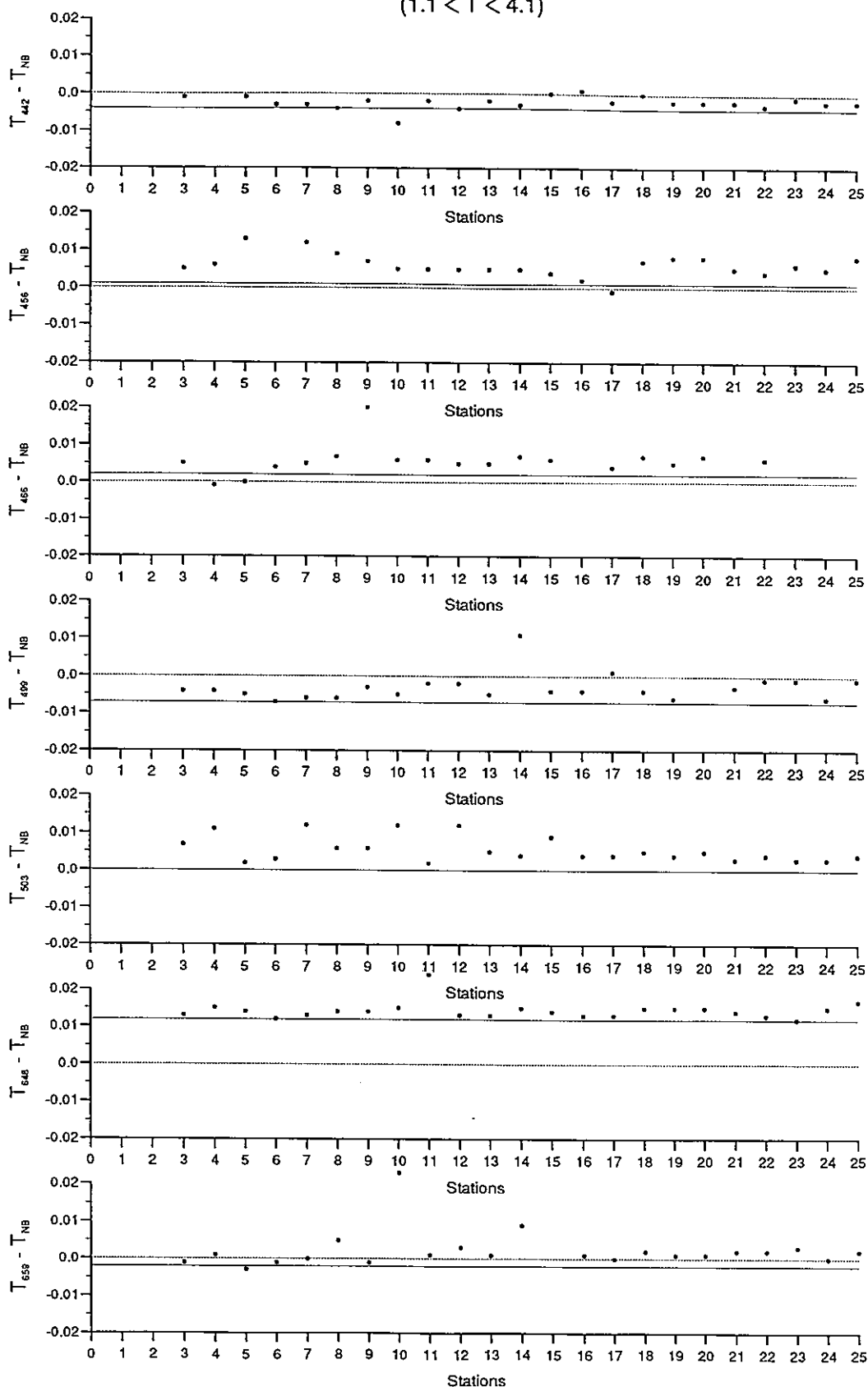


Figure 4 : Ecart (.) au fil des stations entre la lecture des thermomètres SIS et l'indication brute du capteur de température Neil-Brown. Le trait continu indique la correction à apporter à ces écarts (cumul de l'étalonnage SIS et Neil-Brown): seul l'étalonnage pré-campagne des thermomètres a été considéré.

Après correction des deux observations, il apparaît que, en général, lorsque le thermomètre fonctionne normalement, elles diffèrent d'une valeur inférieure à 0.003°C.

3 CALIBRATION DE LA CONDUCTIVITE

La conductivité de la sonde est comparée et recalée sur les échantillons recueillis pendant la campagne : de 16 à 32 par station prélevés sur les bouteilles fermées entre 5400 dbars et la surface. Ces échantillons ont été analysés à l'aide d'un salinomètre PORTASAL dont la température du bain est stabilisée à 21°C. La standardisation de l'appareil était faite avec des ampoules d'eau normale du lot P120 du 6.4.92 ($K_{15} = 0.99985$).

La comparaison de la conductivité sonde (CO_S), au niveau de chaque prélèvement, avec la conductivité de l'échantillon (CO_H) déduite de la salinité, a mis en évidence une évolution sensible du capteur après la station 10. On considèrera donc pour la calibration les stations de 0 à 10 puis celles de 11 à 25. Un calcul réalisé séparément sur chacune des deux parties, permet de déterminer les coefficients de recalage de la conductivité de la sonde. Le tableau ci-dessous précise les résultats obtenus :

	Stations 0 à 10	Stations 11 à 25	Résultat global
Nombre d'échantillons analysés	175	284	459
dont retenus par le processus de calcul	158 (90.3 %)	273 (96.1 %)	431 (93.9%)
Déviat ion standard	0.0040	0.0041	
Ecart maximum accepté $\Delta C CO_H - CO_S $	0.0112	0.115	
Coefficients de recalage { C1	0.999280	0.999463	
" " { C0	+0.0377	+0.0287	

La distribution des écarts ΔC qui subsistent après ce recalage est présentée sur les figures 5 et 6 : la répartition est correcte pour l'ensemble de la campagne et quel que soit le niveau du prélèvement. Les histogrammes de la figure 7 montrent que la répartition des écarts dans chaque classe est acceptable.

L'ensemble des diagrammes θ -S obtenus sur les profils de la campagne ROMANCHE I avait permis d'établir une relation linéaire entre la salinité et la température potentielle de la forme :

ROMANCHE 2

Tracés des écarts en Conductivité
sur la totalité des échantillons validés

Station 0 à 25

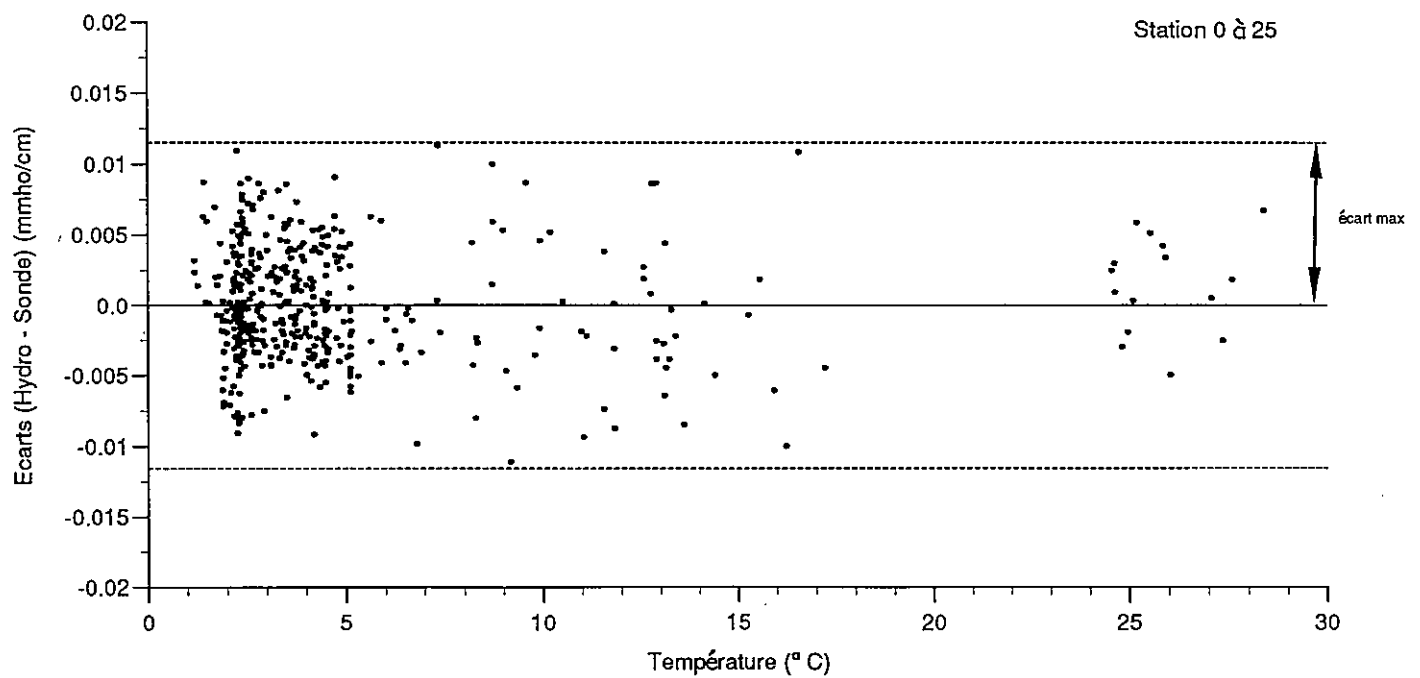
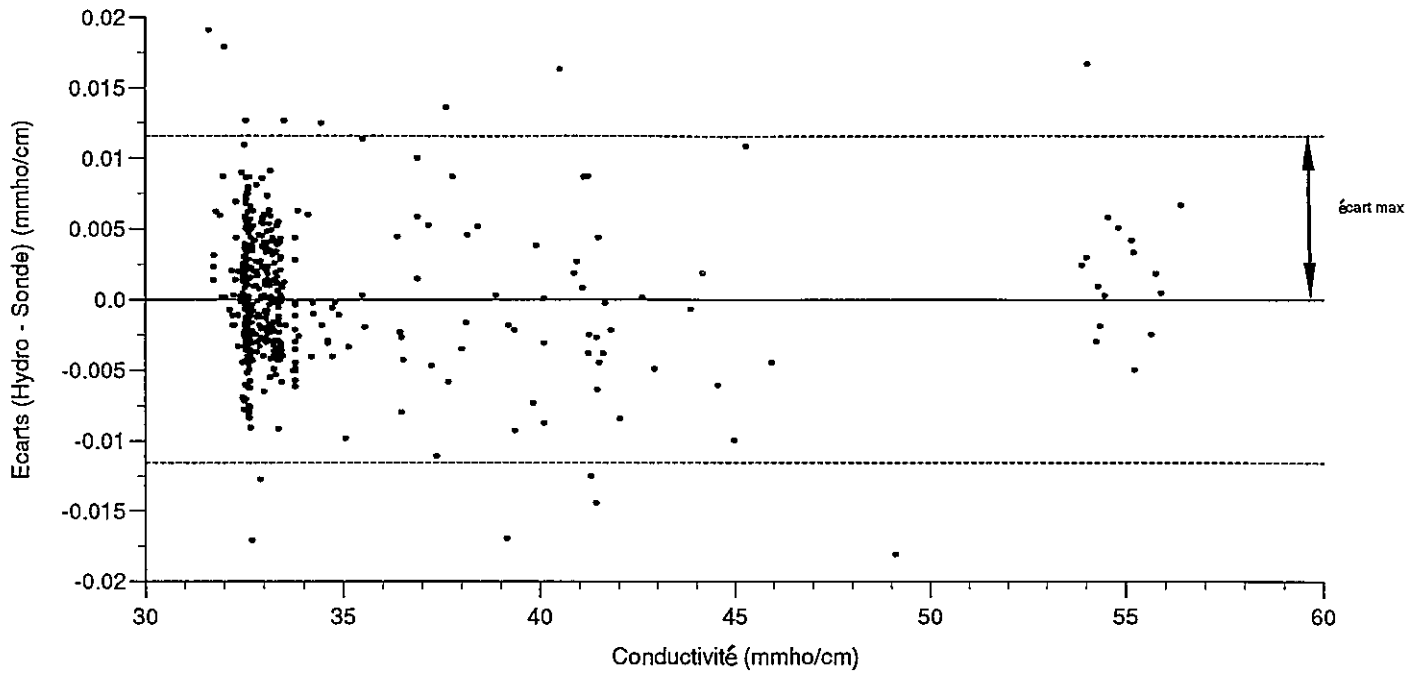


Figure 5 : Ecart entre la conductivité de l'échantillon et la conductivité sonde :
a) en fonction de la conductivité mesurée
b) en fonction de la température in situ au niveau du prélèvement

ROMANCHE 2

Tracés des écarts en Conductivité
sur la totalité des échantillons validés

Station 0 à 25

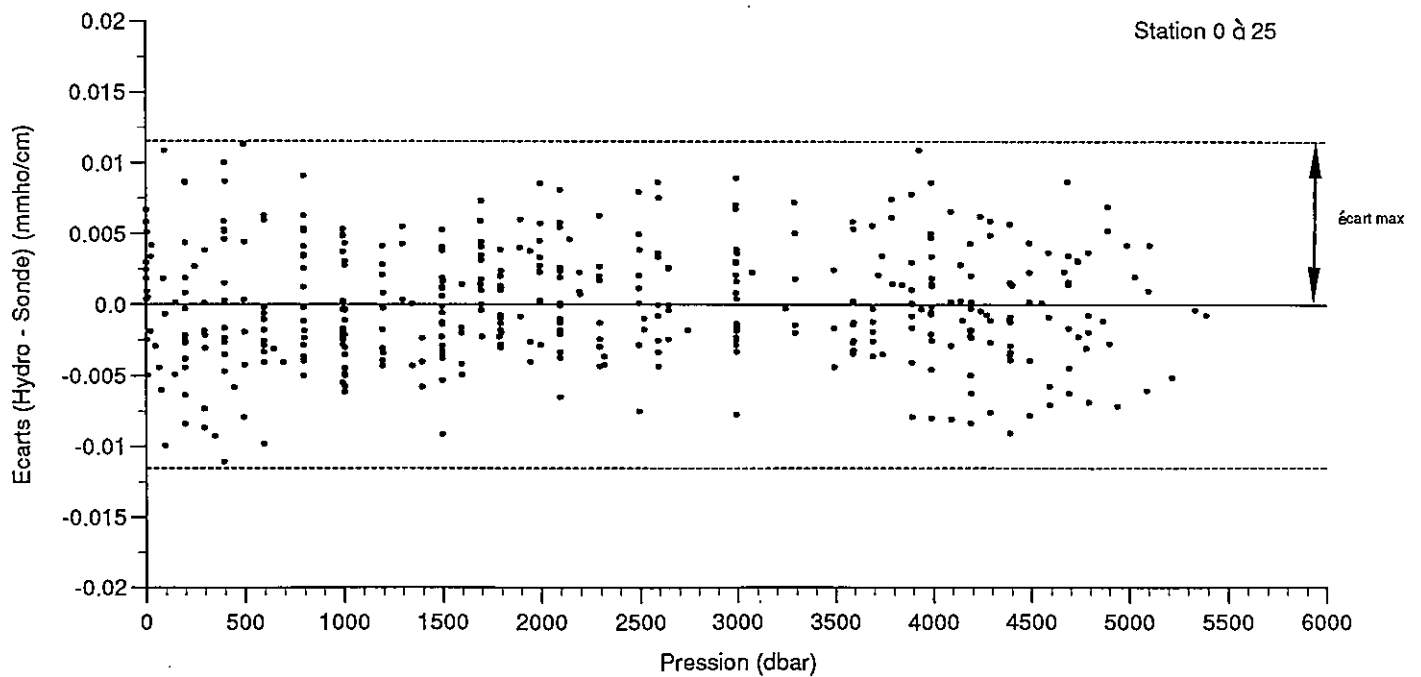
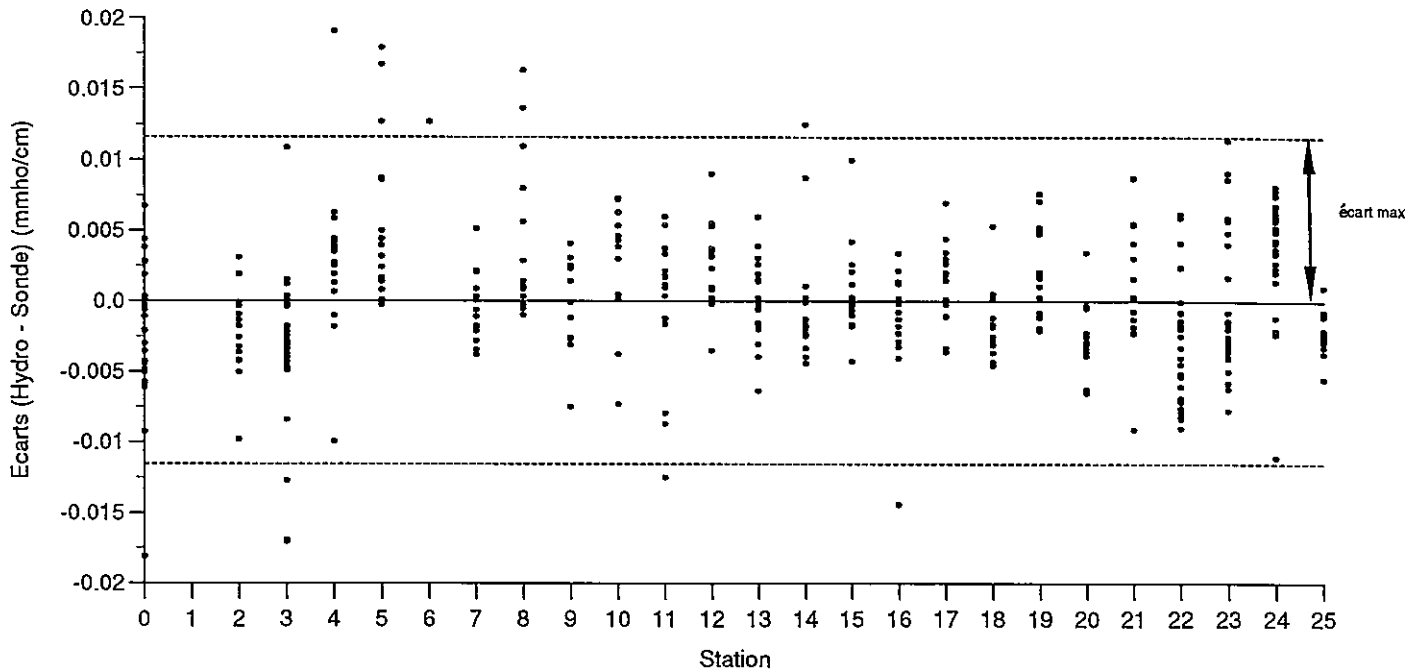


Figure 6 : Ecart entre la conductivité de l'échantillon et la conductivité sonde :

- en fonction de la station dont provient le prélèvement
- en fonction de la pression au niveau du prélèvement

ROMANCHE 2

Répartition des écarts en Conductivité (Hydro - Sonde) pour les profils descende

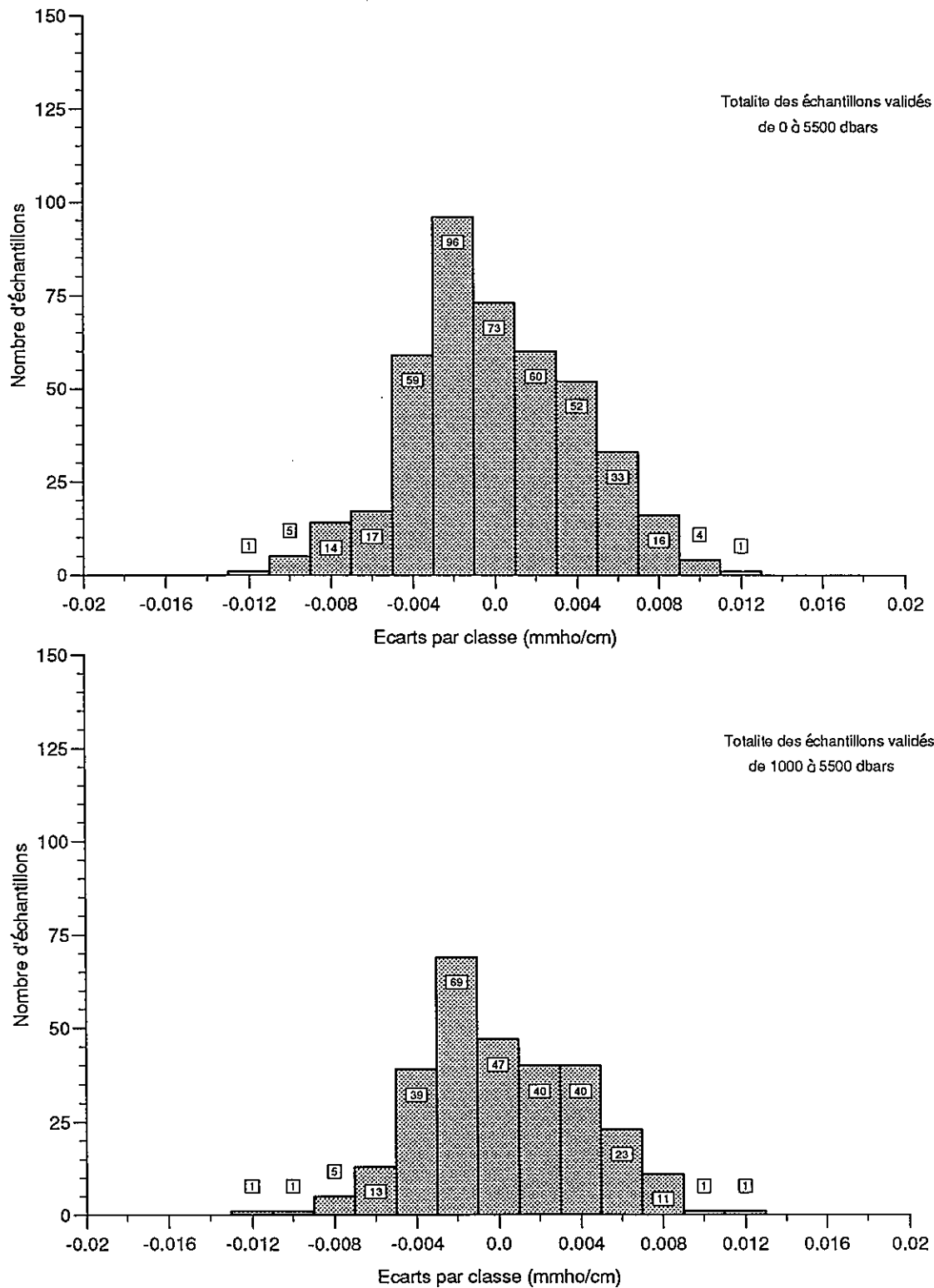


Figure 7 : Répartition des écarts en conductivité (échantillon - sonde) par classe de 0.002 mmho/cm (le nombre d'échantillons dans chaque classe est indiqué) :

- a) totalité des échantillons validés
- b) échantillons validés entre 1000 et 5500 dbars

$$S = 34.681 + 0.106 \theta$$

Cette relation permettait de déduire la salinité de la température potentielle avec une erreur inférieure à 0.003 PSU. La figure 8 présente les diagrammes θ -S des 26 stations de la campagne ROMANCHE II : ils se répartissent rigoureusement le long de la droite qui matérialise la relation précédente avec une même barre d'erreur. Ceci montre que les différentes corrections apportées à la pression, à la température et à la conductivité aboutissent à des mesures de qualité comparable à celles de ROMANCHE I.

On peut donc estimer que la salinité est connue avec une incertitude inférieure à 0.003 PSU.

4 CALIBRATION DES PROFILS D'OXYGENE DISSOUS

Un dosage d'oxygène dissous par voie chimique est effectué sur les échantillons recueillis pendant la campagne. Ce dosage est réalisé par la méthode de Winkler conformément aux instructions WOCE (1991).

Un capteur Beckman mesure deux paramètres sur les profils de la sonde :

- OC : courant oxygène proportionnel à la pression partielle d'oxygène dissous au niveau de la mesure,
- OT : température de l'électrolyte dans le capteur.

Le profil d'oxygène dissous est obtenu par calcul en utilisant la formule :

$$OXYC = soc \cdot OC \cdot OXSAT \cdot e^{oxtc (oxc1 \cdot T + oxc2 (OT-T) + oxpc \cdot P)}$$

soc, oxpc, oxtc, oxc1, oxc2 : caractéristiques du capteur Beckman

OXSAT oxygène à saturation calculé par la méthode de Benson et Krause (1984).

Pour un ensemble de stations, les profils descente sont recalés sur les valeurs d'oxygène dissous obtenues sur les échantillons. Les caractéristiques du capteur sont ainsi déterminées pour un ensemble de stations.

Une première détermination de ces caractéristiques en utilisant tous les échantillons permet d'étudier le comportement du capteur pendant la campagne. Les résultats obtenus sont présentés à la figure 9 sous forme d'écarts entre la mesure Winkler, la valeur obtenue sur le profil en fonction de la station concernée et de la pression au niveau du prélèvement :

ROMANCHE 2 stations 0 a 25

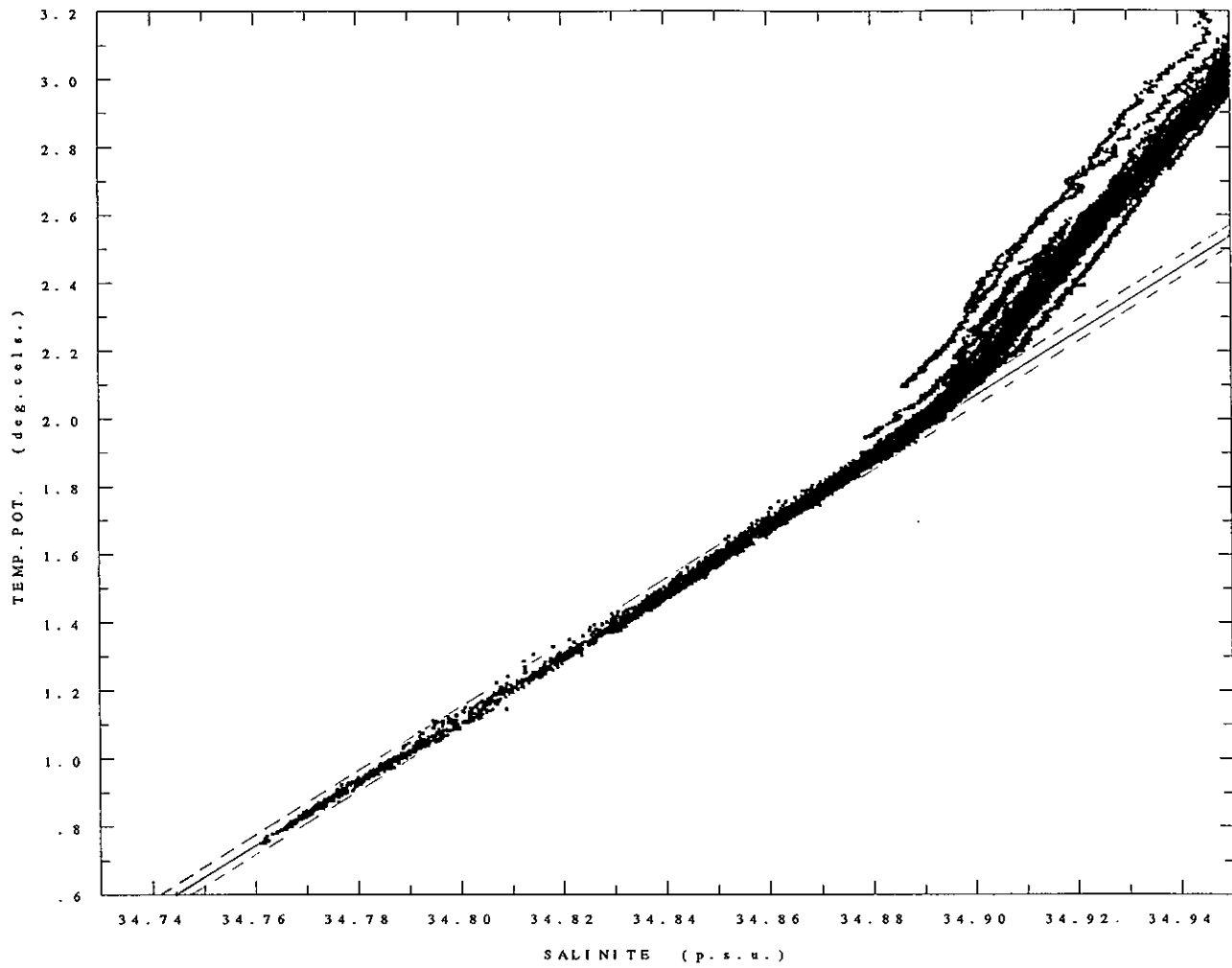


Figure 8 : Ensemble des diagrammes θ/S obtenus sur les 26 profils de la campagne ROMANCHE 2 . La relation θ/S déterminée d'après les mesures de la campagne ROMANCHE 1 est représentée avec les bornes (± 0.003 psu) en pointillés.

ROMANCHE 2

(Tracés des écarts en Oxygène)

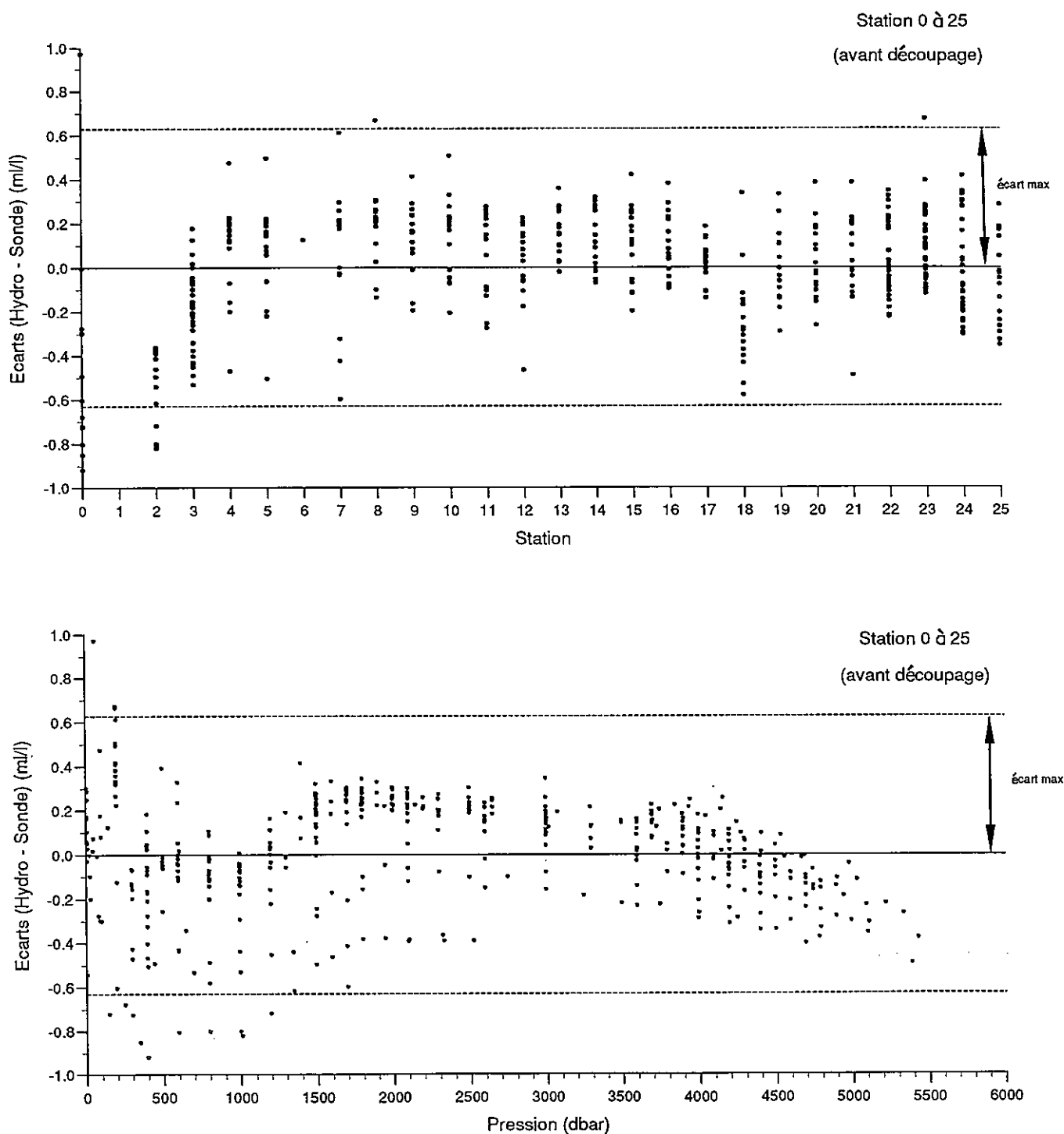


Figure 9 : Ecart entre la teneur en oxygène de l'échantillon et l'indication sonde pour une calibration de l'ensemble des stations 0 à 25 :

- a) station par station
- b) en fonction du niveau de prélèvement

Les lignes pointillées indiquent l'intervalle hors duquel un point est rejeté par le processus de calcul.

- la répartition des écarts sur chaque station montre que la réponse du capteur est évolutive,
- la distribution des écarts suivant le niveau du prélèvement indique que l'effet de pression sur le capteur et probablement de température n'est pas correctement intégré par le modèle utilisé.

Un découpage de la campagne par station ou groupe de stations permet d'améliorer sensiblement les résultats. Après détermination des coefficients suivant ce découpage, la répartition des écarts en fonction de la pression au niveau du prélèvement n'est cependant pas totalement satisfaisante. Les écarts sont réduits en appliquant une correction qui revêt la forme d'un polynôme de degré 5 à la valeur d'oxygène calculé sur les profils en fonction de la pression. Le tableau, ci-dessous, montre les résultats obtenus à l'issue de cette phase qui a permis d'aboutir à une calibration acceptable pour chaque profil de la campagne.

stations ou groupe de stations	nombre de prélèvements considérés	dont retenus par le calcul	déviations standard pour les prélèvements compris entre			coefficients obtenus				
			0-5500	0-1000	1000-5500	soc	oxpc	oxtc	oxcl	oxc2
0-2	32	32	0.294	0.409	0.025	0.0182	0.000472	0.00304	1	-7.696
3	32	32	0.085	0.125	0.052	0.0359	0.000184	-0.0213	1	2.218
4-15	197	193	0.121	0.175	0.066	0.0396	0.000179	-0.0249	1	1.441
16-23	134	133	0.094	0.177	0.065	0.0416	0.000156	-0.0247	1	1.567
18	18	18	0.094	0.144	0.051	0.0341	0.000191	-0.0197	1	1.537
24	48	48	0.090	0.146	0.081	0.0449	0.000134	-0.0293	1	1.924
25	16	16	0.048	0.085	0.042	0.0422	0.000145	-0.0260	1	1.773
total	477	472 (98%)								

Les écarts qui subsistent après recalage définitif de tous les profils sont présentés sur la figure 10 : les profils sont correctement centrés à chaque station quel que soit le niveau du prélèvement. Les histogrammes de distribution des écarts de la figure 11 montrent que les profils sont décalés des valeurs chimiques au maximum de 0,075 ml/l dans 70 % des cas. Ceci prouve que les profils d'oxygène dissous obtenus à partir de la sonde CTD O₂ sont de moins bonne qualité que ceux obtenus lors de ROMANCHE I (écart maximum de 0,03 ml/l pour 60 % des cas). Les mesures Winkler sont cependant de qualité constante.

ROMANCHE 2

(Tracés des écarts en Oxygène)

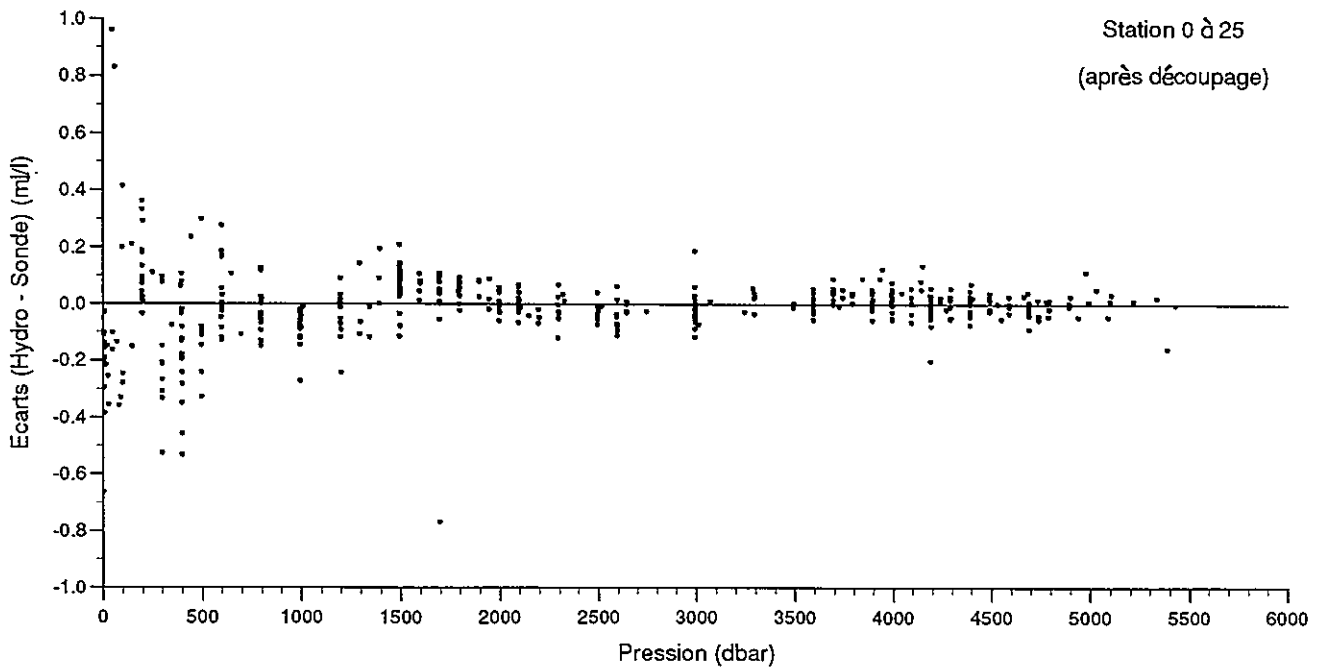
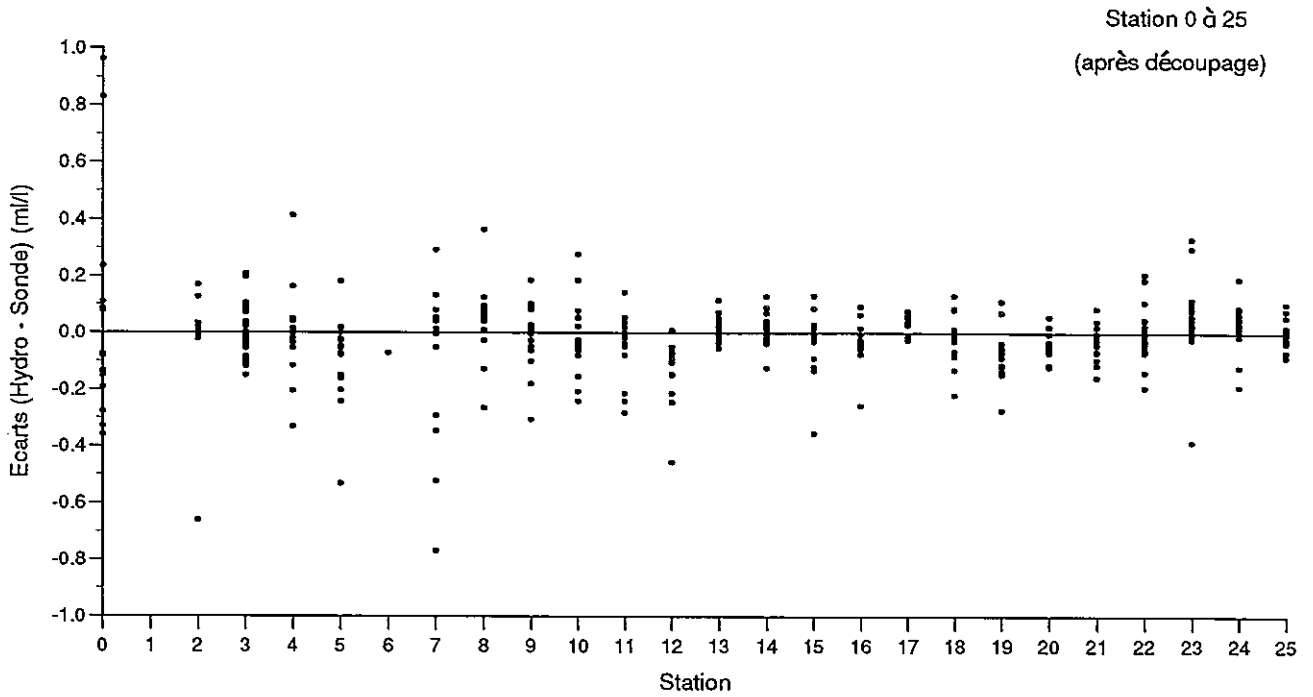


Figure 10 : Idem figure 9 après une calibration effectuée par station ou groupes de station suivi d'une optimisation de la distribution des écarts par une correction avec un polynôme de degré 5.

ROMANCHE 2

Répartition des écarts en Oxygène (Hydro - Sonde)
pour les profils descente

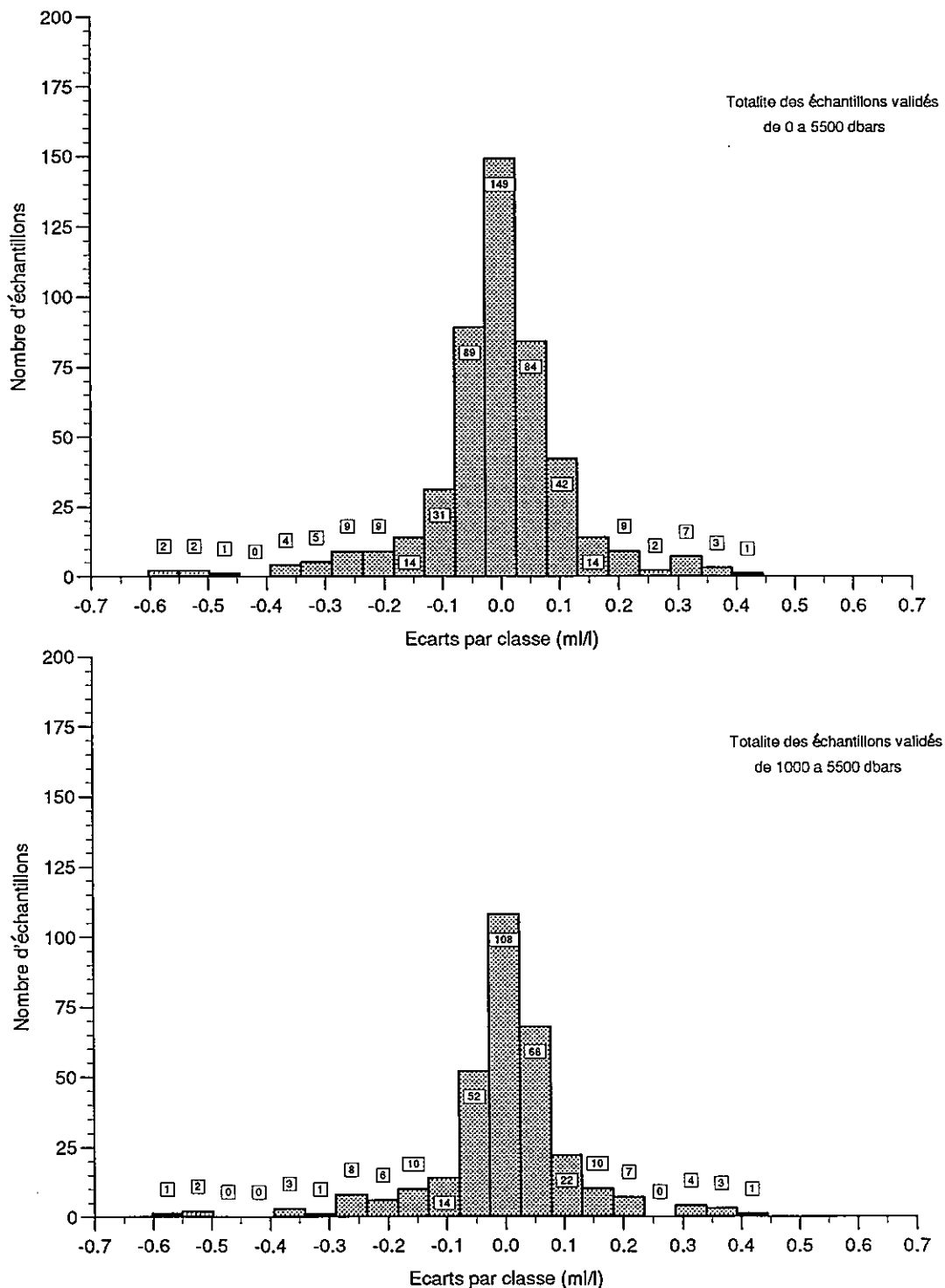


Figure 11 : Répartition des écarts oxygène (hydro - sonde) après calibration en classes de largeur 0.05 ml/l :

- a) totalité des échantillons validés
- b) échantillons validés entre 1000 et 5500 dbars

5 REFERENCES

Benson B.B. and D. Krause, Jr., 1984. The concentration and isotopic fractionation of oxygen dissolved in freshwater and seawater in equilibrium with the atmosphere. *Limnol. Oceanogr.*, 29 (3), 620-632.

Billant A., 1985. Calibration des mesures d'une sonde CTD O₂ Neil Brown. Rapport Scientifique et Technique de l'IFREMER, n° 1.

Campagne ROMANCHE 1. Données CTD O₂, chimie et bathymétrie. Rapport Interne LPO 92-02.

WOCE Operations Manual, 1991. WHP Operations and Methods. WHP Office Report WHPO 91-1. WOCE Report n° 68/91, July 1991.

Mesure des chlorofluorométhanés (CFM ou fréons)

C. Andrié et M.J. Messias

I. Contexte général : les fréons dans le programme Romanche

Lors de la campagne Romanche1 en Atlantique équatorial (10 août-7 septembre 1991) une exploration de la zone de fracture Romanche a été réalisée entre 19°W et 12°W (autour de 0°-0°50N) et de la zone de fracture Chain entre 15°W et 12°W (autour de 1°30S-1°S). La stratégie de la campagne, à bord de l'Atalante, était une reconnaissance de la topographie de chacune des zones et la réalisation de relevés hydrologiques et géochimiques (cf. rapport de campagne Romanche1, Mercier et al, 1992).

Des analyses de CFM ont été effectuées par M.J. Messias (LMCE, Saclay, en Thèse au LODYC) et L. Memery (LODYC). Elles ont montré la présence de 2 noyaux associés à l'eau profonde Nord Atlantique : l'un centré vers 1650 m correspondant à une masse d'eau originaire de la mer du Labrador (UDNAW ou *upper deep north Atlantic water*), l'autre centré vers 4000 m et originaire de la Mer de Norvège et du Groënland (LDNAW ou *lower deep north Atlantic water*). La stratégie d'échantillonnage et la limite de détection de la méthode n'avaient pas permis l'identification de l'eau Antarctique de fond (AABW).

Compte-tenu de la programmation des campagnes Romanche 2 et Cither 1 à bord de l'Atalante il a été prévu que la chaîne d'analyse des CFM de l'ORSTOM (LODYC) serait mise en place dès Romanche 2 pour assurer une continuité dans les mesures de CFM. Cet aspect logistique est un atout essentiel dans l'acquisition des données : le suivi du matériel de prélèvement (bouteilles de prélèvement et leurs accessoires, seringues...), de l'environnement du navire et de la chaîne d'analyse elle-même sont en effet des éléments essentiels à l'obtention de données CFM de qualité dans un domaine où les conditions de contamination doivent être parfaitement contrôlées.

II- Stratégie d'échantillonnage :

L'objectif principal de la campagne était la mise à l'eau de 8 mouillages profonds de courantométrie. Il a été décidé d'y inclure un programme d'hydrologie afin de compléter le jeu de données de Cither, de suivre l'eau Antarctique de fond et de l'eau profonde Nord Atlantique.

Les données acquises lors de la campagne Romanche1 ont permis de focaliser la stratégie d'échantillonnage lors de Romanche 2 suivant 2 axes prioritaires :

- recentrer les niveaux de prélèvements de façon plus resserrée autour des 2 noyaux UNADW et LNADW ;
- répartir une vingtaine de stations afin d'assurer une couverture à plus grande échelle que la zone de fracture Romanche proprement dite : en plus des stations effectuées à la proximité des mouillages, une radiale méridienne a été réalisée entre 5°N et 3°S (11 stations) et une radiale zonale entre 14°W et 5°W (19 stations).

Pendant la période d'échantillonnage "serré" nous avons choisi 20 niveaux de prélèvements par stations entre le fond et 1000 m afin d'assurer au mieux la couverture de l'eau profonde et d'analyser des doublés sur les niveaux d'intérêt majeur.

La chaîne d'analyse a fonctionné 24h sur 24h pendant la moitié de la campagne.

III- Déroulement des opérations à bord :

III-1- Préparation des bouteilles de prélèvement :

Après la campagne Romanche 1 il avait été demandé que les bouteilles soient stockées à l'air libre afin de limiter tout risque de contamination à l'intérieur de bâtiments à atmosphère non contrôlée au-niveau de la teneur en fréons. Au moment de la mise en caisses du matériel, A. Billant (IFREMER) nous avait indiqué une apparente décomposition des joints toriques ayant provoqué des dépôts importants sur les portées de joints et parfois le corps des bouteilles lui-même. Une commande de joints neufs avait été faite par ses soins juste avant le départ.

Dès l'installation à bord les bouteilles, bouchons et ressorts ont été démontés et lavés au détergent (Decon) puis à l'alcool et les joints détériorés éliminés ; le remontage a été fait avec des joints toriques neufs pré-étuvés sous vide à 60°C, à bord.

Ce protocole s'est avéré totalement satisfaisant, aucune contamination importante liée aux bouteilles n'étant constatée.

Le protocole de stockage à envisager par la suite sera sans doute un démontage des capuchons, ressorts et joints avant stockage à l'extérieur pour minimiser le travail de nettoyage lié à la décomposition des joints en place.

III-2- Installation du laboratoire :

La chaîne d'analyse a été installée dans le laboratoire de servitude humide A, qui avait déjà été utilisé lors de Romanche 1.

Pour minimiser le plus possible les risques de contamination des seringues pendant leur transport depuis leur lieu de stockage (bassines à circulation d'eau de mer sur la coursive tribord) jusqu'au lieu d'analyse, différents prélèvements d'air ont été réalisés dans des espaces plus proches de la coursive tribord de récupération de la rosette (laboratoire humide, laboratoire de préparation adjacent et laboratoire d'électronique) : le risque entrevu par la présence de groupes frigorifiques (non en fonctionnement) dans le laboratoire de préparation s'est avéré possible (teneur en F11 deux fois plus élevée que dans le laboratoire de servitude humide).

Des analyses régulières de la teneur du laboratoire n'ont pas révélé de pollution liée à la recharge annoncée d'un groupe de climatisation à bord.

Un suivi régulier de la teneur atmosphérique a été effectué par pompage au-travers d'un tube de Dekabon dont l'entrée était fixée en tête du mât avant et relié à un compresseur spécifique (clapets métalliques) placé au-dessus du laboratoire.

III-3- Stations tests :

Des contraintes de suivi du niveau de contamination des bouteilles de prélèvements ("blancs"), particulièrement draconiennes en ce qui concerne les CFM, ont imposé diverses opérations tout au long de la campagne. 4 stations "tests" ont été réalisées :

station 00 : 16 bouteilles fermées à 1000 m (puis profil de 16 bouteilles réparties entre 500 m et la surface).

Cette station a révélé un taux de contamination assez élevé en F11 pour les bouteilles à 1000 m (10 fois plus fort que le niveau moyen en cours de campagne). Ce test a confirmé qu'un rinçage préalable des bouteilles dans une eau profonde pauvre en fréons est indispensable avant tout échantillonnage.

station 02 : 16 bouteilles fermées entre 2500 m et 600 m et 16 bouteilles fermées en surface (pour **reproductibilité en surface**).

Le rinçage s'est avéré encore insuffisant, surtout pour les bouteilles de surface qui n'avaient pas encore été rincées dans l'eau profonde. La reproductibilité de surface est de l'ordre de 5% en

F11 et 2% en F12 : ce résultat médiocre doit être imputé à l'insuffisance de rinçage des bouteilles.

station 06 : 32 bouteilles fermées à 3000 m (évaluation du niveau moyen de contamination des bouteilles et de la **limite de détection** de la méthode).

Les niveaux de "blancs" moyens globaux (0,024 pmol/kg en F12 et 0,02 pmol/kg en F11) sont supérieurs aux "blancs" moyens de l'ensemble de la campagne (de l'ordre de 0,010 pmol/kg en F12 et en F11). Ceci est dû à une contamination rémanente (identifiée par la suite lors de CITHER 1) sur les bouteilles 4, 5 et 6 : en effet ces bouteilles, situées juste au-dessus de la connexion électrique de la bathysonde, sont susceptibles d'être contaminées par un relargage de F12 piégé sur la graisse du connecteur.

Après validation (voir plus loin), et élimination des niveaux 4, 5 et 6, la moyenne et l'écart type du calcul statistique des "blancs" en F12 est nettement réduit ($0,017 \pm 0,007$ pmol/kg).

station 26 : 32 bouteilles fermées à 3000 m (évaluation du taux de contamination moyen des bouteilles et de la **limite de détection**) ; cette dernière palanquée était indispensable pour une vérification de l'état de non-contamination de bouteilles changées après le test de la station 06 (bouteilles endommagées lors de chocs de la rosette en fin de stations 07 et 16).

Cette station test a permis de déterminer les niveaux de contamination moyens en fin de campagne et la limite de détection (écart type sur la moyenne) : $0,007 \pm 0,003$ pmol/kg en F12 et $0,010 \pm 0,007$ pmol/kg en F11.

Les résultats relatifs à ces stations tests sont reportés Table 1.

IV - Principe de la mesure :

La méthode consiste à piéger puis séparer les composés gazeux que sont les fréons dissous dans l'eau de mer : une ligne de piégeage-séparation est utilisée en amont d'un système de chromatographie en phase gazeuse. La méthode est similaire à celle décrite par Bullister and Weiss (1988).

IV-1 : Calibration des données :

Le gaz standard utilisé comme étalon secondaire est de l'air comprimé AIR LIQUIDE, de teneurs 327,12 ppt en F11 et 597,85 ppt en F12 et calibré par rapport au standard primaire de la SIO dans l'échelle SIO 1986, . La teneur du standard a été déterminée en début et en fin de campagne : l'évolution (0,2 % en F11 et 0,5 % en F12) est restée inférieure à la précision de la mesure.

Pour les échantillons profonds (prélèvements en-dessous de 1000 m) les teneurs en fréons 11 et 12 ont été calibrées par rapport à une droite d'étalonnage. Pour les échantillons de surface, un polynôme en x^2 ajusté sur 6 niveaux de calibration a été utilisé.

IV-2 : Validation par le rapport F11/F12 :

Après calibration, les données ont été traitées profil par profil en comparant les profils F11 et F12. L'étude de la corrélation F11-F12 a permis d'éliminer certaines données correspondant à des contaminations ponctuelles en F11 ou F12.

IV-3 : Retrait des "blancs" par stations :

Compte-tenu de la courte durée de la campagne et d'une sensible évolution des "blancs" stations entre stations 6 et 26, il a été choisi de déterminer les niveaux de contamination moyens par station : ceux-ci ont été évalué en calculant les moyennes des teneurs en F12 et F11 mesurées au niveaux 1000 m et entre 2300 m et 3600 m en général, et 2600-

4100 m après les seuils, c'est à dire dans les zones supposées être dépourvues de fréons dans l'eau de mer. Les valeurs calculées sont donc supposées être le niveau de contamination moyen des bouteilles de prélèvement, pour chaque station (Table 1) : ce niveau de contamination varie entre 0,006 et 0,013 pmol/kg en F12 et 0,008 et 0,019 pmol/kg en F11. Toutes les concentrations en F12 et F11 sont recalculées en retranchant la valeur de ces "blancs", station par station. La figure 1 indique les résultats obtenus suivant le type de retraitement utilisé : par rapport au profil brut de la figure 1a, c'est le type de correction 1b qui a été retenu.

Ce sont ces données retraitées qui sont indiquées comme concentrations en fréons (en pmol/kg) dans le fichier final.

V - Résultats :

V. 1 : Teneurs atmosphériques :

Elles ont été évaluées à partir de mesures quotidiennes d'échantillons d'air pompé à l'avant du navire.

Les échantillons correspondant à des prises directes sur le compresseur se sont avérés être inexploitable (adsorption de F12 et F11 sur le desséchant). Seules les mesures effectuées à partir de prélèvements par seringues ont été utilisées.

Les moyennes obtenues sont de $515,3 \pm 4,4$ ppt pour F12 et $275,3 \pm 4,7$ ppt pour F11 sur l'ensemble de la campagne.

V. 2 : Concentrations de l'eau de mer de surface :

Elles sont exprimées sous forme des écarts à la saturation c.à.d. des écarts, en pourcentage, entre les concentrations mesurées et les valeurs théoriques attendues de l'équilibre de solubilité (dépendantes de la température et de la salinité, Warner and Weiss, 1985).

Les écarts sont -13% à 0% en F12 et de -10% à +4% en F11 ce qui est en accord avec les sous-saturations attendues en zone équatoriale.

V.3 : Concentrations des eaux profondes - Limite de détection :

Dans le cadre de cette étude des teneurs extrêmement faibles ont pu être déterminées grâce à une limite de détection adaptée aux mesures de bas niveau : on retiendra celle calculée à partir de la station test 26 (Table 1) : **0,003 pmol/kg en F12 et 0,007 pmol/kg en F11.**

Les 2 jeux de données Romanche 1 et Romanche 2 sont tout à fait comparables et complémentaires et ils sont exploités dans un cadre commun.

Références :

J. Bullister and R. F. Weiss, Determination of CCL3F and CCL2F2 in seawater and air. *Deep-Sea Res.*, 35 (5), 839-853, 1988.

M.J. Warner and R. Weiss, Solubilities of chlorofluorocarbons 11 and 12 in water and seawater, *Deep-Sea Res.*, 32, 12, 1485-1497, 1985.

station	date en jour	blc F12	blc F11	sigma F12	sigma F11	n F12	n F11
0	1,000	0,012	0,090	0,008	0,150	12,000	12,000
2	2,350	0,006	0,016	0,003	0,004	4,000	4,000
3	3,150	0,008	0,015	0,005	0,003	6,000	6,000
4	3,920	0,009	0,017	0,003	0,009	4,000	4,000
5	4,210	0,008	0,011	0,005	0,003	4,000	4,000
6	5,500	0,024	0,020	0,016	0,009	32,000	21,000
7	6,210	0,008	0,014	0,002	0,004	6,000	6,000
8	7,050	0,009	0,014	0,002	0,004	4,000	5,000
9	7,420	0,012	0,016	0,003	0,007	6,000	6,000
10	7,750	0,011	0,013	0,006	0,003	6,000	4,000
11	8,300	0,010	0,017	0,004	0,006	6,000	4,000
12	8,670	0,010	0,014	0,005	0,004	8,000	6,000
13	9,540	0,013	0,019	0,002	0,007	6,000	6,000
14	9,750	0,010	0,017	0,002	0,002	5,000	5,000
15	9,960	0,007	0,011	0,002	0,002	6,000	6,000
16	10,210	0,005	0,013	0,003	0,005	5,000	6,000
17	10,460	0,005	0,014	0,002	0,002	4,000	4,000
18	10,960	0,007	0,011	0,002	0,002	10,000	10,000
19	11,250	0,008	0,013	0,002	0,002	9,000	9,000
20	11,580	0,010	0,015	0,002	0,002	10,000	10,000
21	11,800	0,010	0,014	0,004	0,005	10,000	10,000
22	11,960	0,011	0,012	0,003	0,003	9,000	9,000
23	12,420	0,010	0,012	0,002	0,003	9,000	9,000
24	13,420	0,006	0,012	0,002	0,002	9,000	9,000
25	14,335	0,006	0,008	0,002	0,002	9,000	9,000
26	14,540	0,007	0,010	0,003	0,007	32,000	32,000

Table 1 : Niveaux de contamination moyens ("blancs" moyens) et écart-types, exprimés en pmol/kg, pour les échantillons supposés "sans fréons", pour chaque station. Les stations 06 et 26 correspondent à des stations-tests pour lesquelles toutes les bouteilles ont été fermées à 3000m. L'écart type obtenu sur la moyenne à la station 26 constitue la limite de détection de la méthode pour F11 et pour F12.

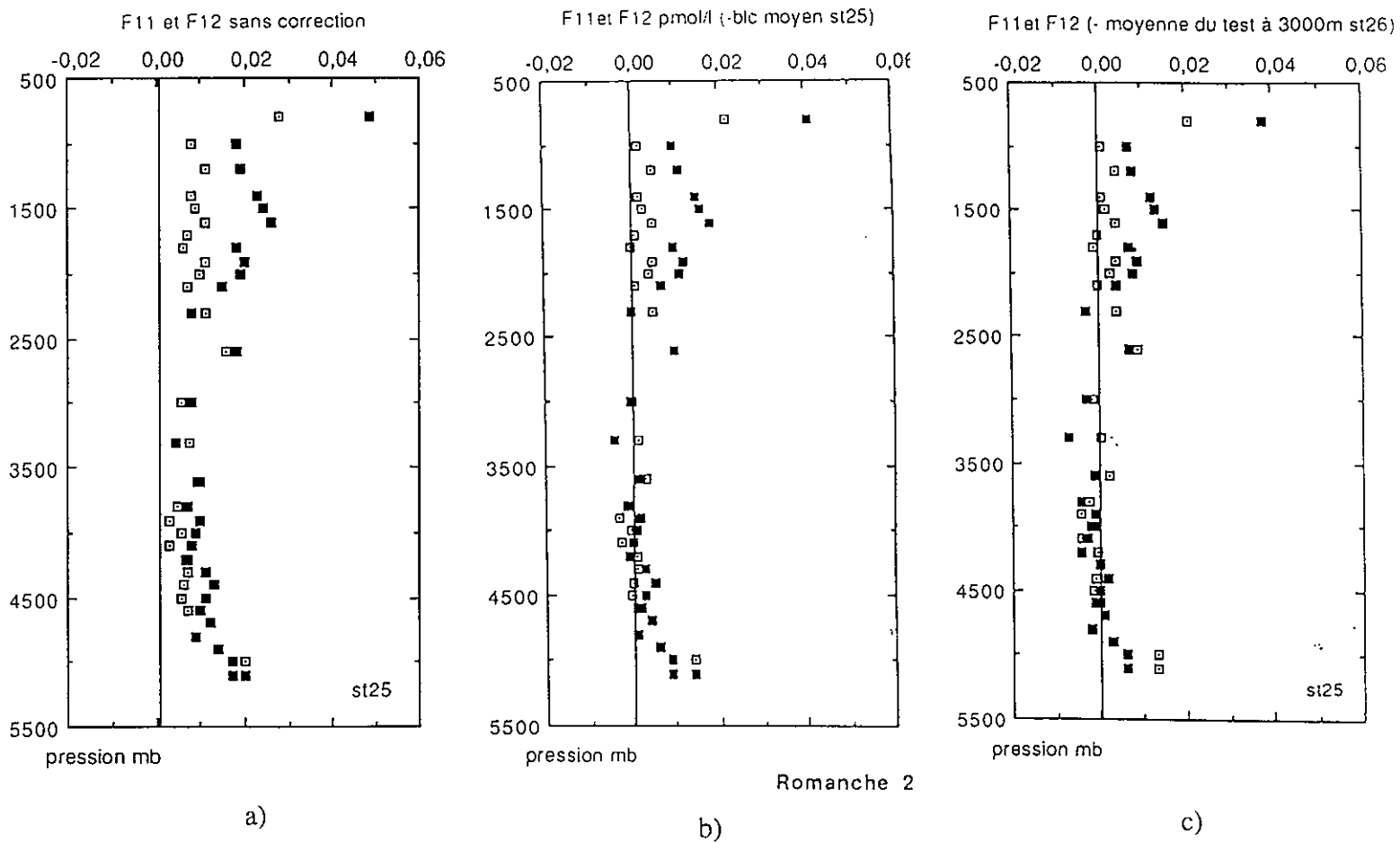
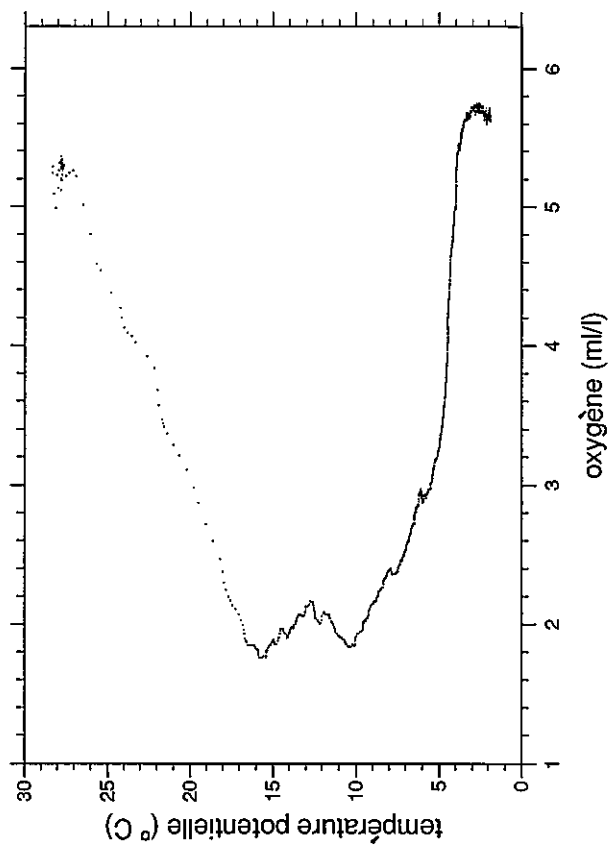
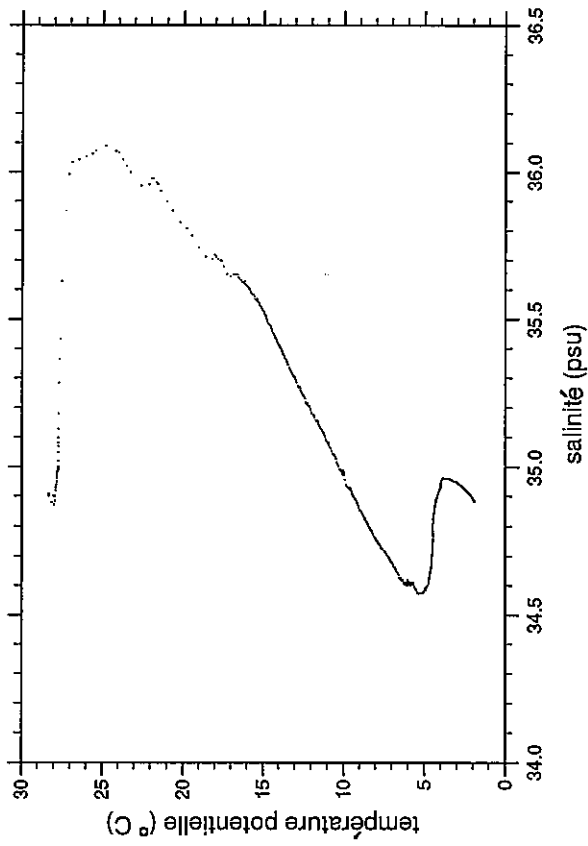
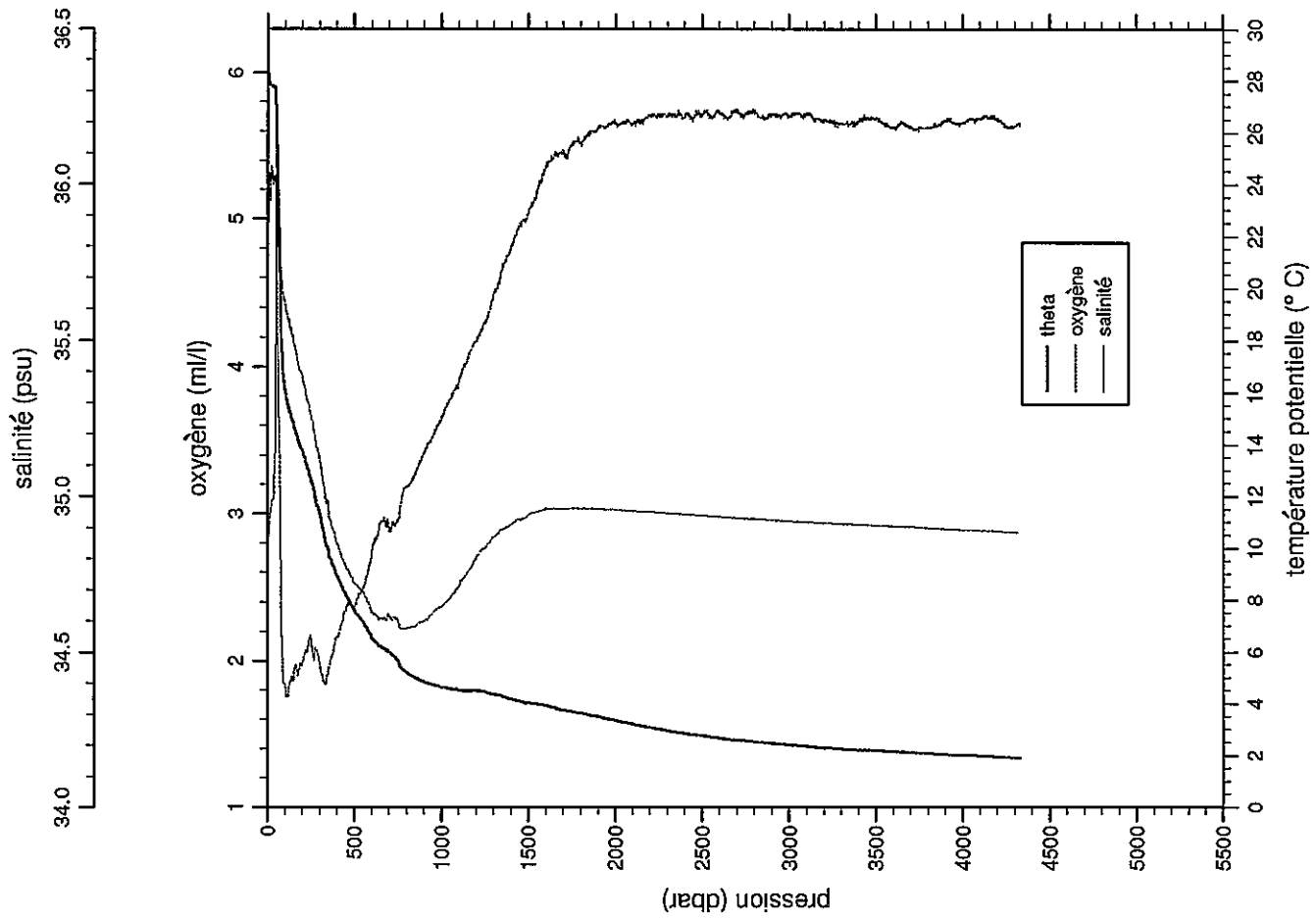


Figure 1 : Exemple de retraitement des données F11 et F12 pour la station 25 :
 a) profils "bruts" (carré noir F11, carré blanc F12) , sans correction ;
 b) profils F11 et F12 corrigés du blanc moyen par station (sation 25) ;
 c) profils F11 et F12 corrigés du blanc moyen de la station-test 26.

Données CTDO₂

Station : 1 Campagne : ROMANCHE2
 Date : 15-11-92 Navire : L'ATALANTE
 Profondeur: 4991 m Organisme : IFREMER
 Position : N 5 0.12
 W 15 53.86

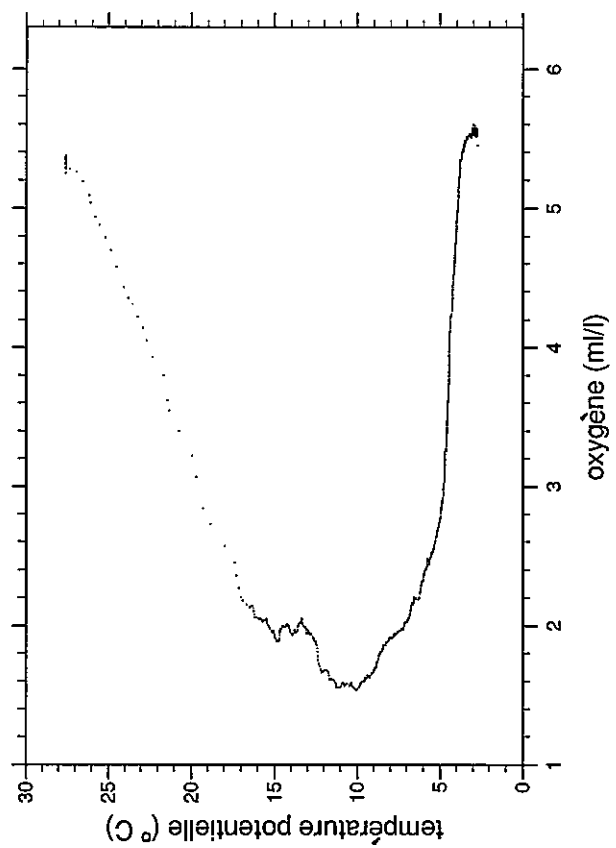
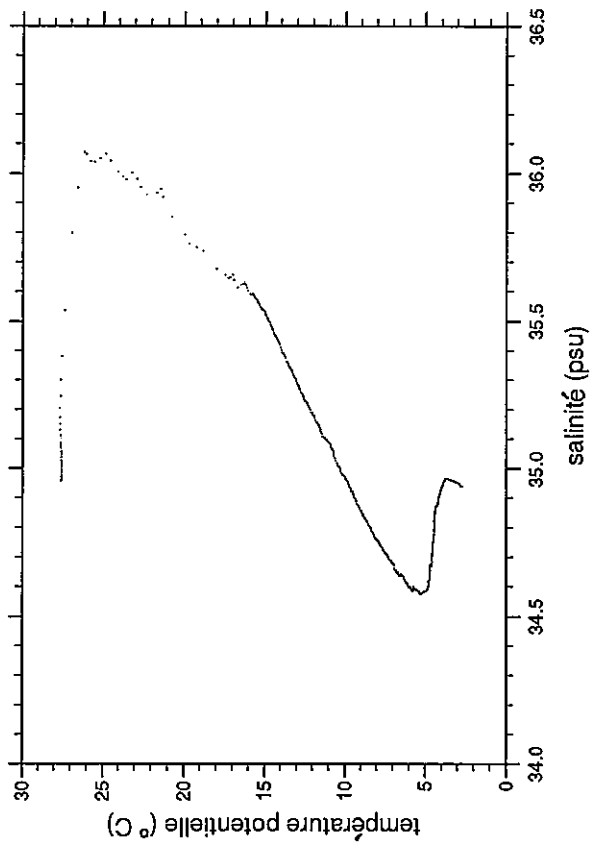
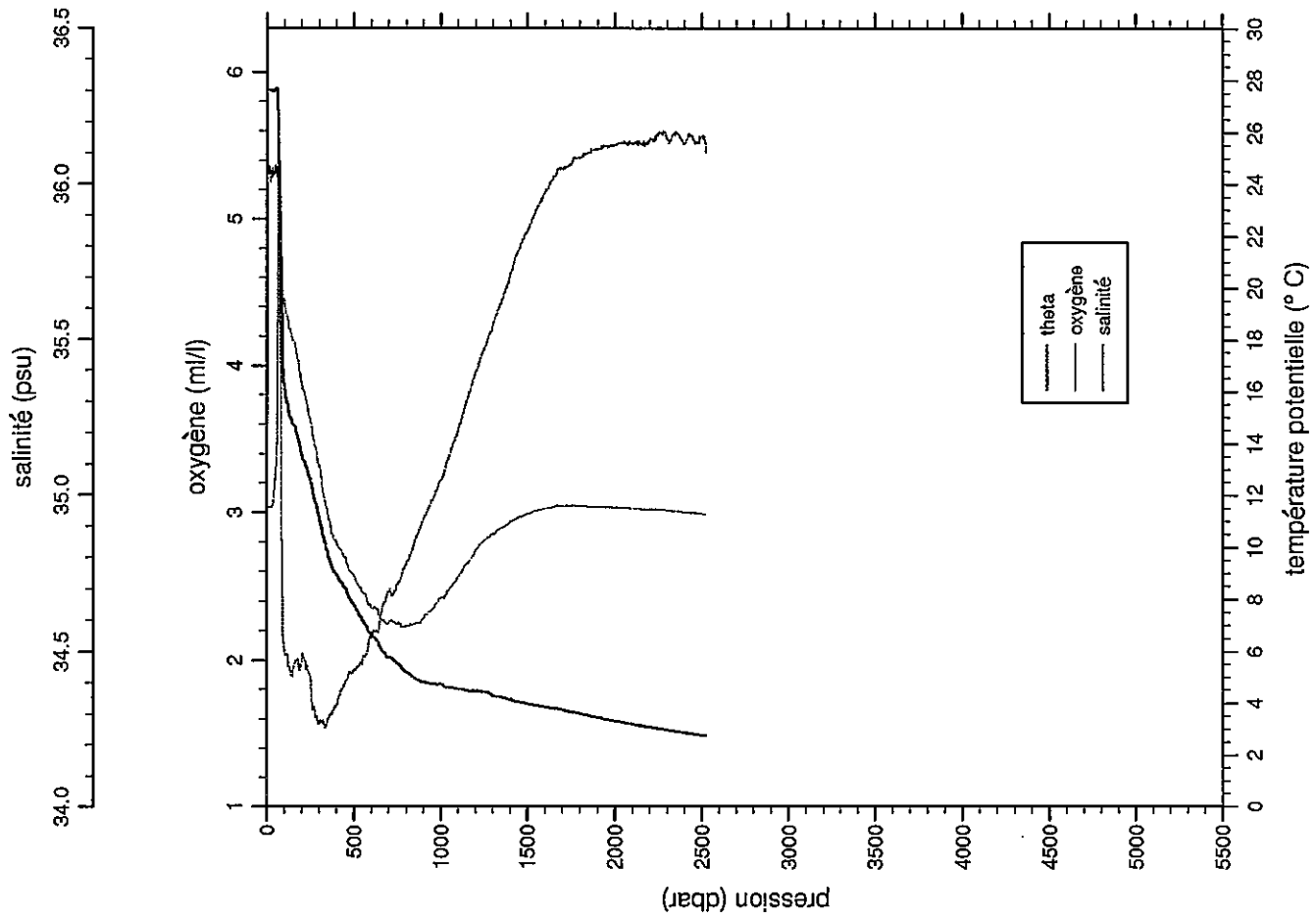
PRESSION	TEMPERA- TURE	SALINITE	OXYGENE DISSOUS	TEMP. POTENT.	PRESSION	TEMPERA- TURE	SALINITE	OXYGENE DISSOUS	TEMP. POTENT.
dbar	deg.cels.	p.s.u.	ml/l	deg.cels.	dbar	deg.cels.	p.s.u.	ml/l	deg.cels.
1.0	28.063	34.902	5.23	28.063	2650.0	2.827	34.931	5.69	2.615
2.0	28.347	34.904	5.29	28.346	2700.0	2.805	34.930	5.74	2.589
3.0	28.340	34.911	5.24	28.340	2750.0	2.779	34.929	5.72	2.559
4.0	28.286	34.902	5.09	28.285	2800.0	2.745	34.927	5.73	2.520
5.0	28.158	34.881	4.99	28.157	2850.0	2.721	34.925	5.69	2.492
6.0	28.014	34.871	5.13	28.013	2900.0	2.697	34.924	5.71	2.463
7.0	27.966	34.876	5.26	27.964	2950.0	2.672	34.922	5.70	2.434
8.0	27.949	34.885	5.31	27.947	3000.0	2.644	34.920	5.70	2.401
9.0	27.927	34.901	5.31	27.925	3050.0	2.619	34.918	5.72	2.371
10.0	27.913	34.921	5.31	27.911	3100.0	2.597	34.917	5.73	2.345
20.0	27.822	34.975	5.31	27.818	3150.0	2.572	34.915	5.68	2.315
30.0	27.763	34.993	5.23	27.755	3200.0	2.552	34.914	5.68	2.290
40.0	27.753	35.127	5.28	27.744	3250.0	2.535	34.912	5.66	2.269
50.0	26.083	36.053	4.80	26.071	3300.0	2.517	34.911	5.66	2.245
100.0	16.038	35.612	1.83	16.022	3350.0	2.509	34.911	5.65	2.232
150.0	14.708	35.487	1.88	14.686	3400.0	2.495	34.909	5.68	2.214
200.0	13.748	35.378	1.99	13.720	3450.0	2.484	34.908	5.69	2.197
250.0	12.615	35.250	2.16	12.581	3500.0	2.473	34.907	5.69	2.182
300.0	11.334	35.117	1.98	11.296	3550.0	2.463	34.905	5.65	2.166
350.0	9.918	34.940	1.93	9.877	3600.0	2.450	34.904	5.63	2.148
400.0	8.964	34.850	2.16	8.921	3650.0	2.437	34.903	5.65	2.130
450.0	8.272	34.776	2.33	8.225	3700.0	2.421	34.902	5.63	2.109
500.0	7.650	34.722	2.37	7.600	3750.0	2.410	34.900	5.62	2.092
550.0	7.231	34.692	2.49	7.177	3800.0	2.394	34.898	5.62	2.071
600.0	6.562	34.626	2.72	6.506	3850.0	2.374	34.895	5.65	2.046
650.0	6.258	34.608	2.94	6.199	3900.0	2.361	34.895	5.67	2.028
700.0	6.089	34.618	2.89	6.026	3950.0	2.353	34.893	5.67	2.015
750.0	5.721	34.602	2.96	5.655	4000.0	2.342	34.892	5.66	1.999
800.0	5.269	34.575	3.19	5.202	4050.0	2.334	34.890	5.70	1.985
850.0	5.064	34.583	3.28	4.994	4100.0	2.326	34.889	5.68	1.971
900.0	4.905	34.600	3.41	4.831	4150.0	2.317	34.888	5.70	1.957
950.0	4.803	34.623	3.54	4.726	4200.0	2.307	34.887	5.67	1.942
1000.0	4.704	34.645	3.65	4.623	4250.0	2.287	34.884	5.63	1.916
1050.0	4.647	34.673	3.78	4.562	4300.0	2.274	34.882	5.64	1.897
1100.0	4.601	34.711	3.91	4.511	4330.0	2.266	34.882	5.64	1.886
1150.0	4.579	34.756	4.05	4.485					
1200.0	4.607	34.807	4.18	4.509					
1250.0	4.559	34.836	4.30	4.456					
1300.0	4.466	34.869	4.50	4.360					
1350.0	4.394	34.893	4.69	4.283					
1400.0	4.279	34.910	4.82	4.165					
1450.0	4.202	34.925	4.96	4.084					
1500.0	4.147	34.942	5.04	4.025					
1550.0	4.098	34.950	5.20	3.972					
1600.0	4.053	34.960	5.35	3.923					
1650.0	3.979	34.961	5.44	3.845					
1700.0	3.882	34.959	5.47	3.745					
1750.0	3.835	34.961	5.51	3.694					
1800.0	3.781	34.960	5.52	3.636					
1850.0	3.701	34.961	5.58	3.552					
1900.0	3.652	34.960	5.62	3.499					
1950.0	3.564	34.958	5.63	3.408					
2000.0	3.504	34.956	5.66	3.344					
2050.0	3.436	34.955	5.67	3.272					
2100.0	3.376	34.952	5.65	3.208					
2150.0	3.305	34.950	5.67	3.134					
2200.0	3.247	34.950	5.72	3.072					
2250.0	3.190	34.948	5.70	3.011					
2300.0	3.132	34.945	5.70	2.949					
2350.0	3.074	34.944	5.71	2.887					
2400.0	3.028	34.941	5.70	2.837					
2450.0	2.982	34.939	5.69	2.787					
2500.0	2.948	34.938	5.72	2.749					
2550.0	2.907	34.936	5.70	2.704					
2600.0	2.871	34.933	5.72	2.663					



ROMANCHE 2 Station 1

Station : 2 Campagne : ROMANCHE2
 Date : 16-11-92 Navire : L'ATALANTE
 Profondeur: 4991 m Organisme : IFREMER
 Position : N 4 40.39
 W 15 48.50

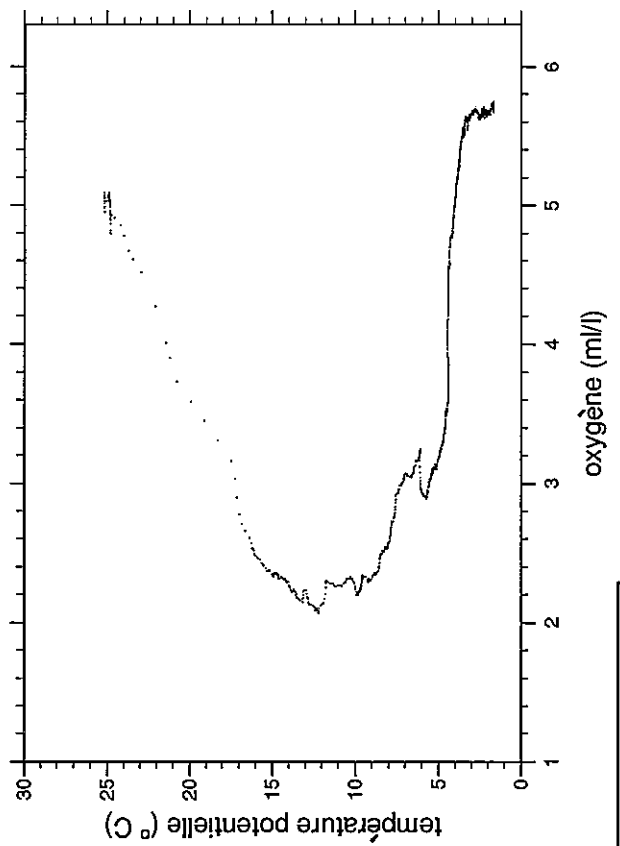
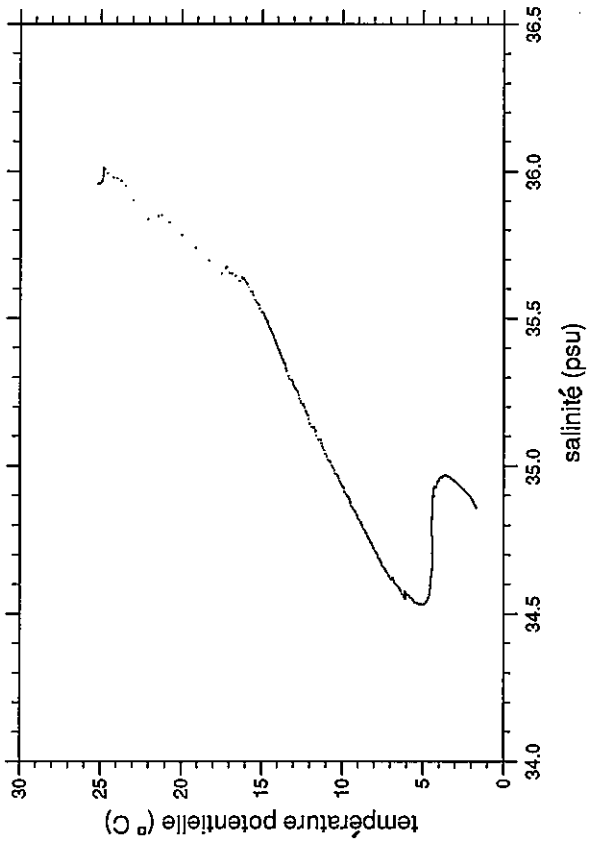
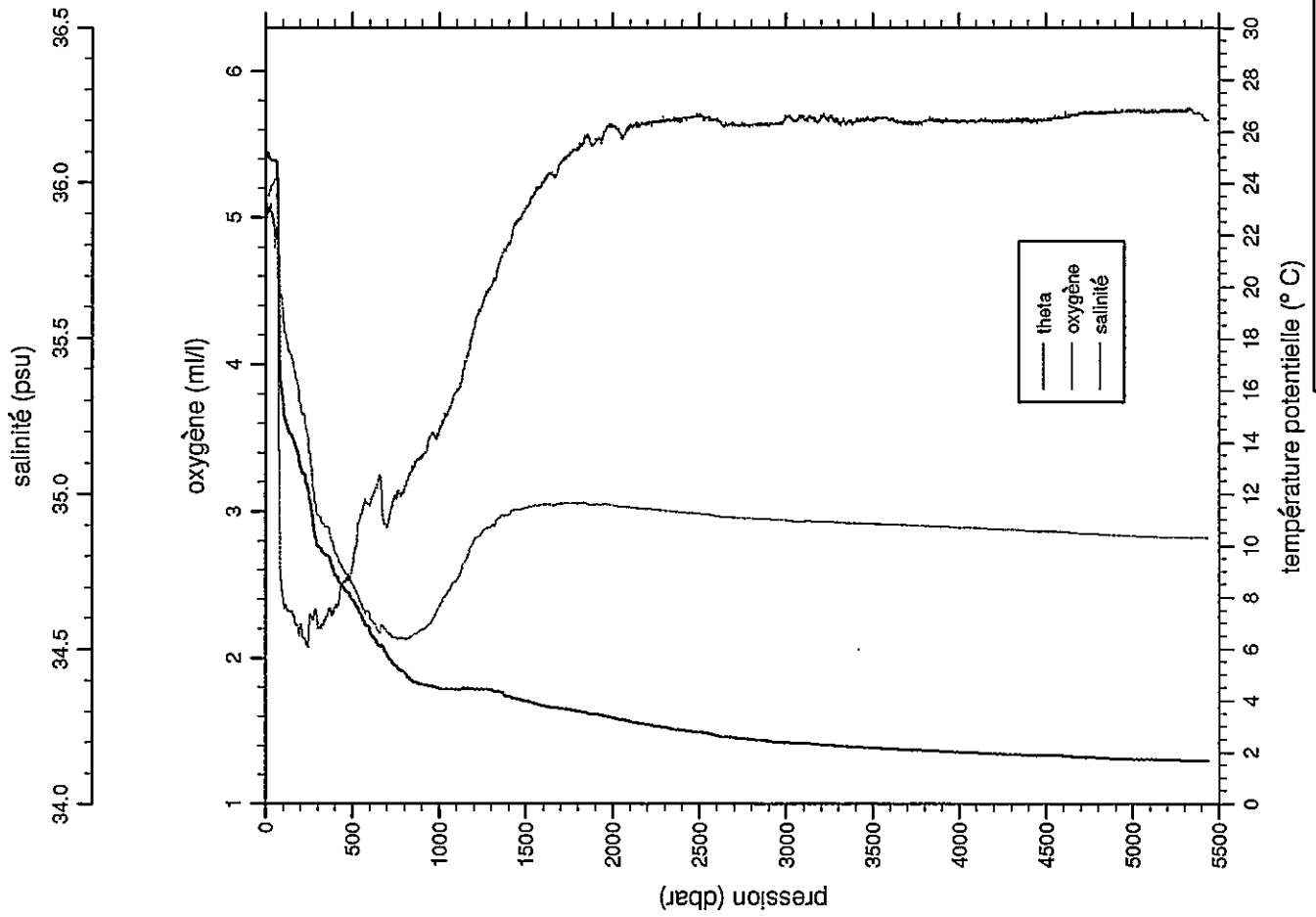
PRESSION	TEMPERA- TURE	SALINITE	OXYGENE DISSOUS	TEMP. POTENT.
dbar	deg.cels.	p.s.u.	ml/l	deg.cels.
1.0	27.611	34.959	5.34	27.611
2.0	27.611	34.959	5.34	27.611
3.0	27.607	34.960	5.33	27.607
4.0	27.610	34.960	5.33	27.609
5.0	27.613	34.960	5.35	27.612
6.0	27.614	34.959	5.37	27.613
7.0	27.614	34.959	5.38	27.612
8.0	27.612	34.959	5.36	27.610
9.0	27.611	34.959	5.35	27.609
10.0	27.612	34.959	5.33	27.609
20.0	27.607	34.960	5.29	27.603
30.0	27.586	34.968	5.35	27.579
40.0	27.585	35.013	5.30	27.576
50.0	27.633	35.082	5.32	27.621
100.0	16.183	35.620	2.06	16.167
150.0	14.732	35.498	1.95	14.710
200.0	13.547	35.350	2.01	13.518
250.0	12.534	35.233	1.88	12.500
300.0	11.134	35.092	1.56	11.096
350.0	9.723	34.933	1.60	9.683
400.0	8.962	34.847	1.70	8.918
450.0	8.466	34.800	1.85	8.419
500.0	7.828	34.738	1.92	7.777
550.0	7.219	34.687	2.00	7.166
600.0	6.694	34.640	2.15	6.638
650.0	6.224	34.611	2.27	6.165
700.0	5.813	34.588	2.47	5.752
750.0	5.602	34.592	2.52	5.537
800.0	5.264	34.582	2.66	5.197
850.0	5.035	34.586	2.81	4.965
900.0	4.870	34.604	2.95	4.797
950.0	4.830	34.635	3.08	4.752
1000.0	4.811	34.672	3.22	4.729
1050.0	4.677	34.700	3.39	4.591
1100.0	4.633	34.740	3.56	4.543
1150.0	4.567	34.781	3.76	4.473
1200.0	4.561	34.822	3.95	4.463
1250.0	4.517	34.852	4.12	4.415
1300.0	4.387	34.874	4.28	4.281
1350.0	4.335	34.892	4.45	4.225
1400.0	4.244	34.912	4.62	4.130
1450.0	4.162	34.929	4.79	4.044
1500.0	4.101	34.939	4.93	3.980
1550.0	4.034	34.949	5.06	3.909
1600.0	3.971	34.955	5.18	3.842
1650.0	3.927	34.960	5.29	3.794
1700.0	3.880	34.965	5.34	3.743
1750.0	3.798	34.965	5.38	3.657
1800.0	3.741	34.964	5.42	3.596
1850.0	3.662	34.962	5.45	3.514
1900.0	3.592	34.961	5.47	3.440
1950.0	3.526	34.959	5.50	3.370
2000.0	3.456	34.959	5.51	3.296
2050.0	3.409	34.958	5.52	3.246
2100.0	3.352	34.956	5.52	3.184
2150.0	3.299	34.955	5.52	3.128
2200.0	3.245	34.953	5.54	3.070
2250.0	3.197	34.953	5.58	3.018
2300.0	3.141	34.950	5.55	2.958
2350.0	3.100	34.948	5.58	2.913
2400.0	3.041	34.943	5.51	2.851
2450.0	2.999	34.941	5.55	2.804
2500.0	2.953	34.939	5.56	2.754
2522.0	2.934	34.938	5.45	2.734



ROMANCHE 2 Station 2

Station	: 3	Campagne	: ROMANCHE2
Date	: 16-11-92	Navire	: L'ATALANTE
Profondeur	: 5366 m	Organisme	: IFREMER
Position	: N 2 0.69		
	W 15 6.58		

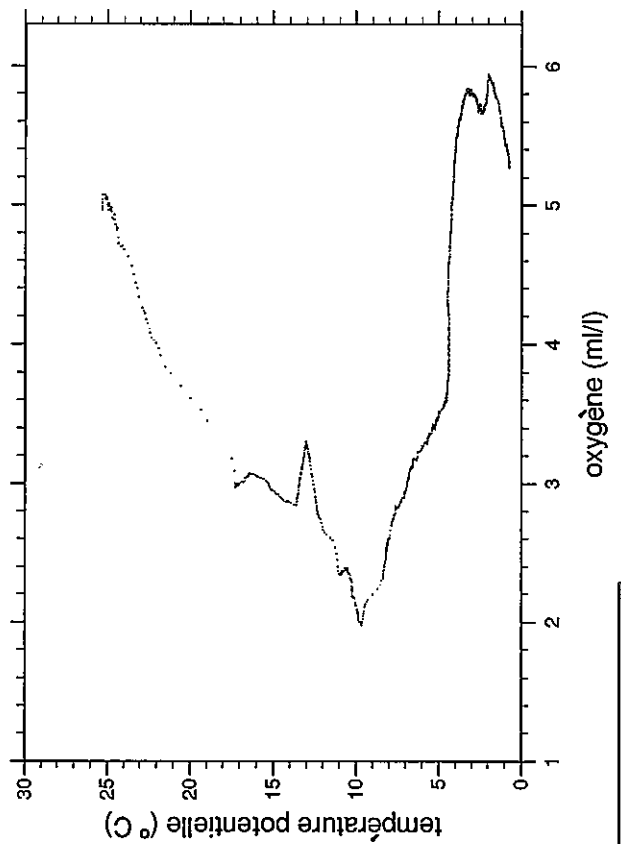
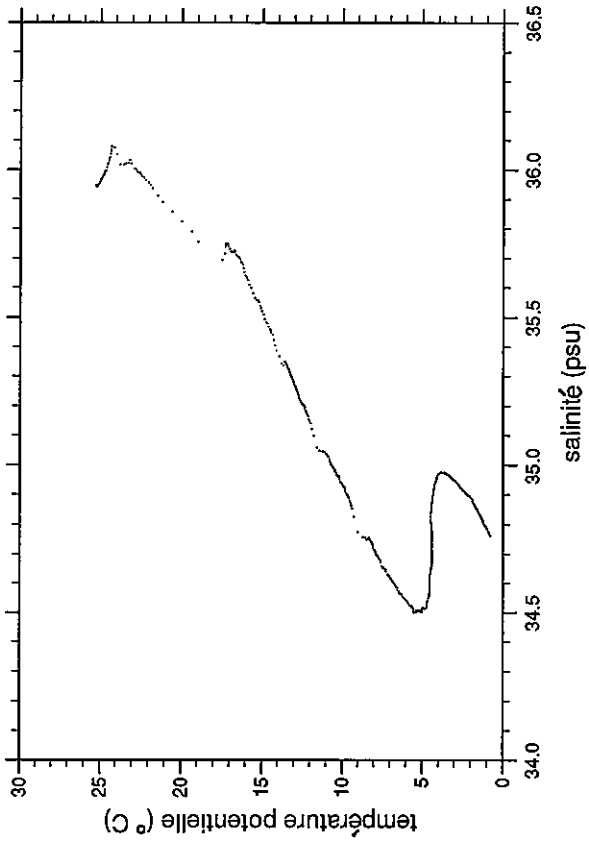
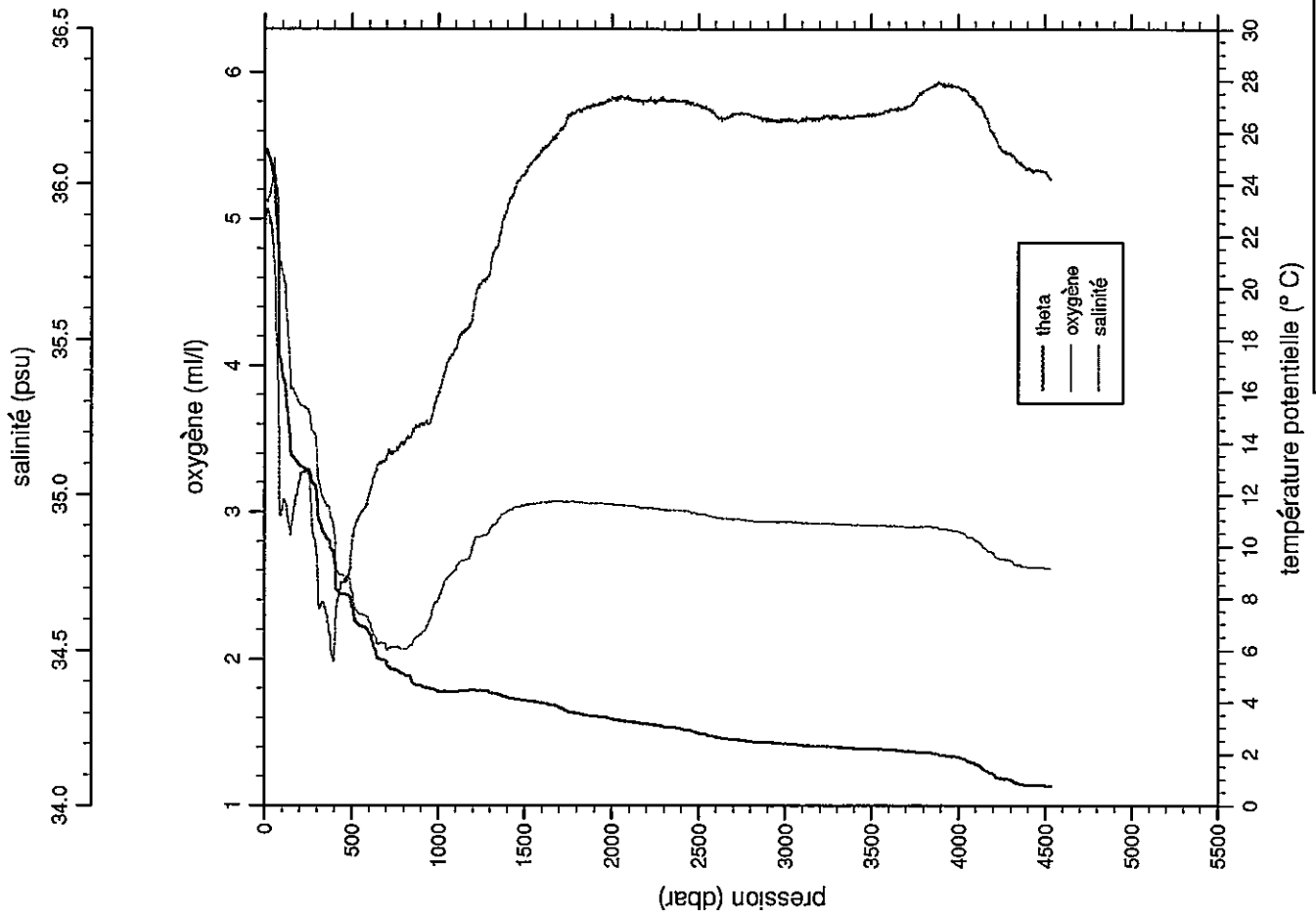
PRESSION	TEMPERA-TURE	SALINITE	OXYGENE DISSOUS	TEMP. POTENT.	PRESSION	TEMPERA-TURE	SALINITE	OXYGENE DISSOUS	TEMP. POTENT.
dbar	deg.cels.	p.s.u.	ml/l	deg.cels.	dbar	deg.cels.	p.s.u.	ml/l	deg.cels.
1.0	25.174	35.959	5.03	25.173	2650.0	2.804	34.926	5.65	2.593
2.0	25.174	35.959	5.03	25.173	2700.0	2.772	34.924	5.64	2.557
3.0	25.187	35.959	4.98	25.186	2750.0	2.747	34.923	5.64	2.527
4.0	25.182	35.959	4.95	25.181	2800.0	2.722	34.922	5.64	2.498
5.0	25.184	35.959	4.99	25.183	2850.0	2.701	34.920	5.65	2.472
6.0	25.190	35.959	5.05	25.189	2900.0	2.657	34.919	5.64	2.424
7.0	25.186	35.959	5.01	25.185	2950.0	2.638	34.917	5.65	2.400
8.0	25.182	35.959	5.01	25.181	3000.0	2.616	34.914	5.70	2.374
9.0	25.178	35.959	5.07	25.176	3050.0	2.603	34.912	5.67	2.356
10.0	25.172	35.958	5.09	25.169	3100.0	2.599	34.912	5.69	2.347
20.0	24.943	35.966	5.03	24.939	3150.0	2.581	34.912	5.69	2.323
30.0	24.883	35.983	5.04	24.877	3200.0	2.551	34.909	5.69	2.289
40.0	24.855	35.996	4.96	24.846	3250.0	2.544	34.909	5.69	2.277
50.0	24.849	36.009	4.95	24.839	3300.0	2.526	34.908	5.66	2.254
100.0	15.424	35.563	2.39	15.408	3350.0	2.501	34.906	5.65	2.225
150.0	14.284	35.440	2.31	14.262	3400.0	2.492	34.906	5.66	2.210
200.0	13.106	35.287	2.23	13.078	3450.0	2.472	34.904	5.68	2.186
250.0	11.863	35.130	2.17	11.831	3500.0	2.458	34.903	5.67	2.167
300.0	9.991	34.929	2.22	9.956	3550.0	2.446	34.902	5.68	2.149
350.0	9.666	34.894	2.29	9.626	3600.0	2.433	34.901	5.67	2.131
400.0	8.902	34.809	2.35	8.858	3650.0	2.429	34.900	5.66	2.122
450.0	8.406	34.755	2.52	8.359	3700.0	2.418	34.899	5.65	2.106
500.0	7.972	34.711	2.61	7.921	3750.0	2.405	34.899	5.65	2.088
550.0	7.380	34.648	2.98	7.326	3800.0	2.390	34.897	5.66	2.068
600.0	6.845	34.609	3.05	6.788	3850.0	2.386	34.897	5.66	2.058
650.0	6.205	34.557	3.21	6.146	3900.0	2.374	34.895	5.67	2.041
700.0	5.816	34.555	2.89	5.755	3950.0	2.372	34.894	5.66	2.033
750.0	5.403	34.535	3.08	5.339	4000.0	2.349	34.892	5.66	2.005
800.0	5.138	34.533	3.16	5.071	4050.0	2.342	34.891	5.67	1.993
850.0	4.814	34.545	3.31	4.745	4100.0	2.336	34.890	5.66	1.981
900.0	4.710	34.562	3.38	4.637	4150.0	2.321	34.888	5.67	1.960
950.0	4.647	34.582	3.52	4.571	4200.0	2.315	34.887	5.66	1.949
1000.0	4.553	34.636	3.56	4.473	4250.0	2.307	34.885	5.65	1.935
1050.0	4.522	34.685	3.68	4.438	4300.0	2.299	34.884	5.66	1.921
1100.0	4.515	34.722	3.83	4.426	4350.0	2.285	34.882	5.66	1.903
1150.0	4.559	34.784	4.01	4.465	4400.0	2.272	34.880	5.68	1.884
1200.0	4.547	34.848	4.24	4.449	4450.0	2.270	34.879	5.65	1.876
1250.0	4.550	34.879	4.43	4.447	4500.0	2.269	34.879	5.67	1.869
1300.0	4.514	34.897	4.54	4.407	4550.0	2.270	34.878	5.69	1.864
1350.0	4.429	34.925	4.72	4.318	4600.0	2.269	34.877	5.69	1.857
1400.0	4.278	34.933	4.83	4.164	4650.0	2.249	34.874	5.70	1.831
1450.0	4.188	34.949	4.98	4.070	4700.0	2.236	34.873	5.73	1.813
1500.0	4.109	34.956	5.07	3.988	4750.0	2.228	34.871	5.73	1.799
1550.0	4.023	34.964	5.17	3.898	4800.0	2.216	34.870	5.72	1.781
1600.0	3.937	34.965	5.25	3.808	4850.0	2.204	34.868	5.72	1.764
1650.0	3.870	34.963	5.29	3.738	4900.0	2.194	34.867	5.74	1.748
1700.0	3.849	34.969	5.38	3.712	4950.0	2.192	34.866	5.73	1.739
1750.0	3.805	34.970	5.43	3.664	5000.0	2.190	34.865	5.73	1.731
1800.0	3.735	34.969	5.48	3.591	5050.0	2.188	34.863	5.74	1.723
1850.0	3.680	34.970	5.56	3.531	5100.0	2.190	34.862	5.73	1.719
1900.0	3.638	34.966	5.53	3.485	5150.0	2.182	34.861	5.73	1.705
1950.0	3.573	34.967	5.59	3.417	5200.0	2.178	34.860	5.73	1.695
2000.0	3.491	34.963	5.63	3.331	5250.0	2.185	34.860	5.73	1.694
2050.0	3.436	34.958	5.57	3.272	5300.0	2.176	34.858	5.74	1.680
2100.0	3.366	34.956	5.63	3.198	5350.0	2.181	34.859	5.72	1.678
2150.0	3.310	34.954	5.63	3.139	5400.0	2.187	34.858	5.71	1.678
2200.0	3.264	34.952	5.64	3.088	5433.0	2.192	34.858	5.67	1.678
2250.0	3.193	34.949	5.65	3.014					
2300.0	3.155	34.947	5.67	2.972					
2350.0	3.091	34.943	5.68	2.904					
2400.0	3.060	34.942	5.68	2.869					
2450.0	3.006	34.939	5.68	2.811					
2500.0	2.992	34.938	5.69	2.793					
2550.0	2.936	34.934	5.68	2.732					
2600.0	2.848	34.929	5.66	2.641					



ROMANCHE 2 Station 3

Station : 4 Campagne : ROMANCHE2
 Date : 17-11-92 Navire : L'ATALANTE
 Profondeur: 4491 m Organisme : IFREMER
 Position : N 0 42.50
 W 14 47.98

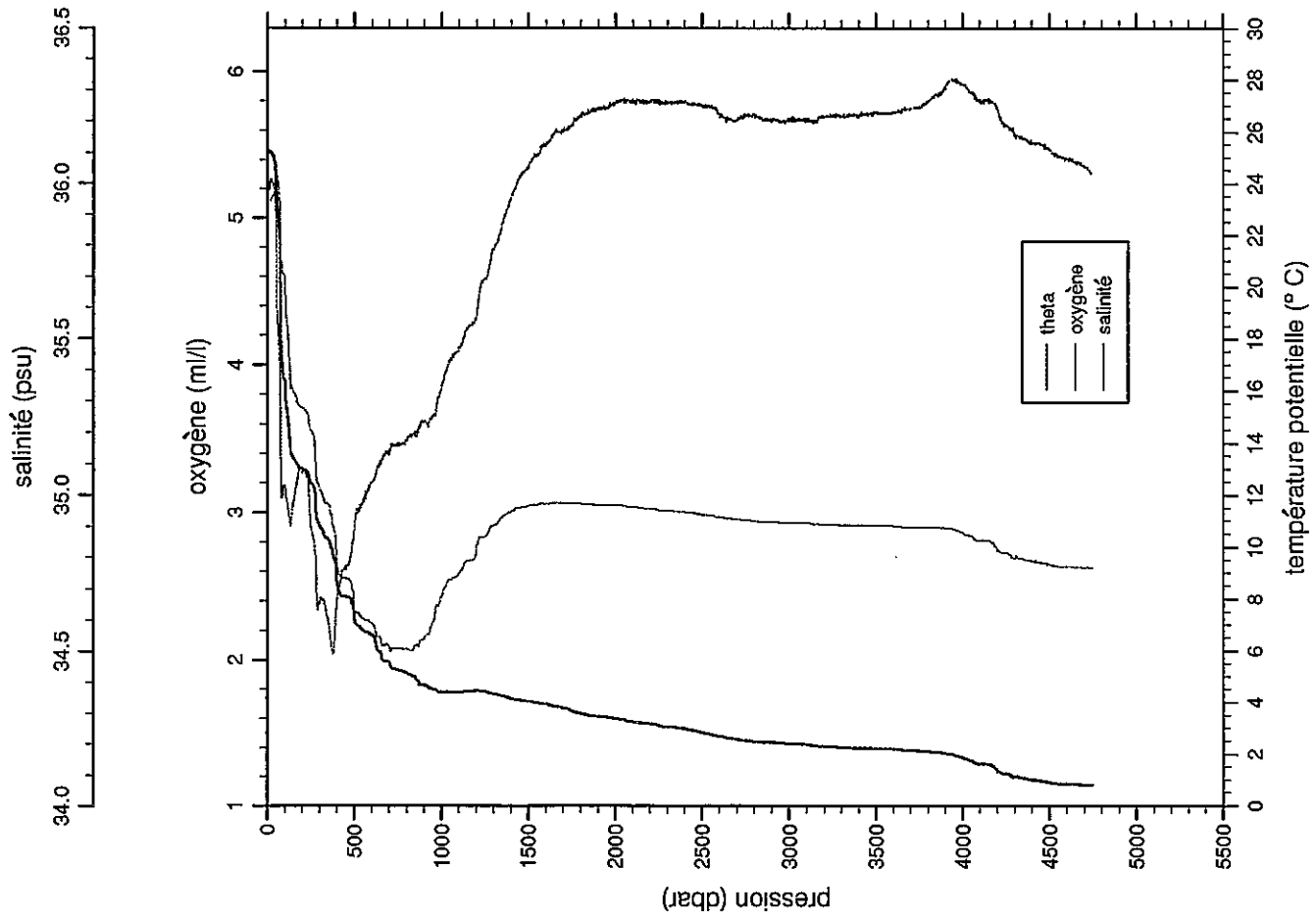
PRESSION	TEMPERA- TURE	SALINITE	OXYGENE DISSOUS	TEMP. POTENT.	PRESSION	TEMPERA- TURE	SALINITE	OXYGENE DISSOUS	TEMP. POTENT.
dbar	deg.cels.	p.s.u.	ml/l	deg.cels.	dbar	deg.cels.	p.s.u.	ml/l	deg.cels.
1.0	25.315	35.947	5.01	25.315	2650.0	2.811	34.924	5.68	2.599
2.0	25.315	35.947	5.01	25.314	2700.0	2.757	34.921	5.71	2.542
3.0	25.316	35.948	4.97	25.315	2750.0	2.742	34.919	5.73	2.522
4.0	25.318	35.948	4.97	25.317	2800.0	2.691	34.916	5.71	2.468
5.0	25.321	35.949	4.96	25.320	2850.0	2.674	34.914	5.70	2.446
6.0	25.324	35.948	4.96	25.323	2900.0	2.676	34.913	5.68	2.442
7.0	25.325	35.948	4.99	25.323	2950.0	2.664	34.912	5.67	2.426
8.0	25.325	35.948	5.01	25.323	3000.0	2.645	34.912	5.68	2.402
9.0	25.325	35.947	5.02	25.323	3050.0	2.625	34.910	5.67	2.377
10.0	25.321	35.946	5.04	25.318	3100.0	2.579	34.908	5.68	2.327
20.0	25.123	35.950	5.04	25.118	3150.0	2.570	34.907	5.68	2.313
30.0	24.944	35.970	5.01	24.938	3200.0	2.565	34.906	5.68	2.303
40.0	24.697	35.997	4.90	24.688	3250.0	2.557	34.906	5.71	2.290
50.0	24.377	36.062	4.77	24.367	3300.0	2.541	34.904	5.71	2.269
100.0	16.731	35.727	3.04	16.714	3350.0	2.518	34.903	5.70	2.241
150.0	13.622	35.349	2.85	13.600	3400.0	2.501	34.902	5.71	2.219
200.0	13.156	35.293	3.21	13.129	3450.0	2.495	34.902	5.71	2.208
250.0	12.995	35.270	3.26	12.960	3500.0	2.497	34.901	5.72	2.205
300.0	12.027	35.143	2.67	11.988	3550.0	2.476	34.900	5.72	2.179
350.0	10.389	34.968	2.32	10.347	3600.0	2.453	34.899	5.75	2.151
400.0	9.555	34.876	2.08	9.509	3650.0	2.453	34.899	5.75	2.146
450.0	8.201	34.738	2.52	8.154	3700.0	2.423	34.896	5.76	2.111
500.0	7.742	34.682	2.77	7.691	3750.0	2.395	34.896	5.81	2.078
550.0	6.973	34.614	2.98	6.920	3800.0	2.377	34.897	5.87	2.055
600.0	6.708	34.590	3.12	6.652	3850.0	2.359	34.896	5.90	2.032
650.0	5.728	34.519	3.32	5.672	3900.0	2.271	34.887	5.92	1.940
700.0	5.625	34.512	3.35	5.565	3950.0	2.240	34.885	5.91	1.905
750.0	5.292	34.509	3.42	5.229	4000.0	2.206	34.879	5.90	1.866
800.0	5.139	34.503	3.46	5.073	4050.0	2.058	34.865	5.88	1.717
850.0	4.806	34.518	3.54	4.738	4100.0	1.945	34.852	5.80	1.601
900.0	4.700	34.550	3.59	4.627	4150.0	1.721	34.829	5.70	1.379
950.0	4.589	34.595	3.61	4.513	4200.0	1.548	34.811	5.58	1.205
1000.0	4.482	34.660	3.81	4.402	4250.0	1.389	34.792	5.47	1.045
1050.0	4.468	34.730	4.02	4.384	4300.0	1.341	34.787	5.44	0.993
1100.0	4.482	34.756	4.12	4.394	4350.0	1.211	34.773	5.38	0.861
1150.0	4.514	34.787	4.25	4.421	4400.0	1.154	34.767	5.34	0.800
1200.0	4.566	34.833	4.37	4.468	4450.0	1.159	34.766	5.33	0.800
1250.0	4.531	34.865	4.57	4.428	4500.0	1.143	34.763	5.32	0.778
1300.0	4.458	34.892	4.65	4.352	4533.0	1.119	34.761	5.27	0.751
1350.0	4.395	34.921	4.87	4.284					
1400.0	4.285	34.946	5.10	4.171					
1450.0	4.216	34.959	5.24	4.098					
1500.0	4.189	34.963	5.32	4.067					
1550.0	4.143	34.969	5.40	4.016					
1600.0	4.090	34.973	5.47	3.959					
1650.0	4.029	34.974	5.54	3.895					
1700.0	3.933	34.976	5.61	3.795					
1750.0	3.784	34.976	5.71	3.643					
1800.0	3.712	34.974	5.74	3.568					
1850.0	3.633	34.971	5.76	3.486					
1900.0	3.600	34.970	5.79	3.448					
1950.0	3.577	34.969	5.79	3.421					
2000.0	3.497	34.967	5.82	3.337					
2050.0	3.450	34.965	5.83	3.285					
2100.0	3.408	34.962	5.82	3.240					
2150.0	3.371	34.959	5.81	3.199					
2200.0	3.319	34.956	5.80	3.143					
2250.0	3.291	34.954	5.80	3.110					
2300.0	3.223	34.951	5.82	3.038					
2350.0	3.212	34.950	5.80	3.023					
2400.0	3.159	34.948	5.80	2.966					
2450.0	3.128	34.945	5.81	2.931					
2500.0	3.001	34.938	5.77	2.801					
2550.0	2.925	34.933	5.75	2.721					
2600.0	2.852	34.927	5.70	2.645					



ROMANCHE 2 Station 4

Station	: 5	Campagne	: ROMANCHE2
Date	: 17-11-92	Navire	: L'ATALANTE
Profondeur	: 4701 m	Organisme	: IFREMER
Position	: N 0 42.00		
	W 14 41.04		

PRESSION	TEMPERA- TURE	SALINITE	OXYGENE DISSOUS	TEMP. POTENT.	PRESSION	TEMPERA- TURE	SALINITE	OXYGENE DISSOUS	TEMP. POTENT.
dbar	deg.cels.	p.s.u.	ml/l	deg.cels.	dbar	deg.cels.	p.s.u.	ml/l	deg.cels.
1.0	25.252	35.942	5.23	25.251	2650.0	2.832	34.924	5.69	2.620
2.0	25.252	35.942	5.23	25.251	2700.0	2.782	34.921	5.67	2.567
3.0	25.251	35.943	5.22	25.251	2750.0	2.747	34.920	5.71	2.528
4.0	25.254	35.942	5.25	25.253	2800.0	2.700	34.916	5.71	2.477
5.0	25.256	35.942	5.25	25.255	2850.0	2.687	34.914	5.68	2.458
6.0	25.257	35.942	5.23	25.256	2900.0	2.680	34.914	5.67	2.447
7.0	25.258	35.942	5.23	25.256	2950.0	2.663	34.912	5.65	2.425
8.0	25.256	35.942	5.24	25.255	3000.0	2.648	34.912	5.67	2.405
9.0	25.255	35.942	5.24	25.253	3050.0	2.640	34.911	5.67	2.392
10.0	25.252	35.941	5.21	25.249	3100.0	2.622	34.909	5.66	2.369
20.0	25.184	35.947	5.27	25.179	3150.0	2.573	34.907	5.66	2.317
30.0	25.099	35.957	5.24	25.092	3200.0	2.552	34.906	5.70	2.290
40.0	24.811	35.986	5.16	24.803	3250.0	2.545	34.905	5.70	2.278
50.0	23.884	36.051	4.84	23.874	3300.0	2.531	34.904	5.69	2.259
100.0	16.300	35.675	3.17	16.284	3350.0	2.521	34.903	5.70	2.244
150.0	13.416	35.330	3.08	13.395	3400.0	2.522	34.902	5.69	2.240
200.0	13.039	35.278	3.29	13.011	3450.0	2.519	34.903	5.72	2.232
250.0	12.473	35.206	2.90	12.440	3500.0	2.504	34.902	5.72	2.211
300.0	10.846	35.020	2.40	10.809	3550.0	2.508	34.902	5.72	2.210
350.0	10.341	34.970	2.27	10.299	3600.0	2.502	34.900	5.73	2.198
400.0	8.710	34.784	2.40	8.667	3650.0	2.460	34.898	5.74	2.153
450.0	8.136	34.733	2.61	8.090	3700.0	2.455	34.898	5.75	2.142
500.0	7.424	34.630	2.88	7.375	3750.0	2.440	34.896	5.77	2.122
550.0	6.866	34.605	3.09	6.814	3800.0	2.419	34.896	5.80	2.096
600.0	6.675	34.588	3.21	6.619	3850.0	2.399	34.896	5.84	2.071
650.0	6.010	34.542	3.34	5.953	3900.0	2.343	34.894	5.89	2.011
700.0	5.621	34.515	3.40	5.561	3950.0	2.297	34.890	5.94	1.960
750.0	5.318	34.508	3.47	5.255	4000.0	2.204	34.879	5.91	1.864
800.0	5.225	34.509	3.49	5.158	4050.0	2.096	34.868	5.86	1.753
850.0	5.072	34.519	3.52	5.002	4100.0	1.947	34.853	5.79	1.603
900.0	4.743	34.538	3.62	4.670	4150.0	1.926	34.850	5.80	1.578
950.0	4.593	34.593	3.65	4.517	4200.0	1.689	34.822	5.75	1.341
1000.0	4.469	34.675	3.84	4.390	4250.0	1.587	34.814	5.64	1.237
1050.0	4.468	34.728	4.03	4.384	4300.0	1.464	34.798	5.57	1.113
1100.0	4.483	34.747	4.12	4.394	4350.0	1.432	34.796	5.55	1.075
1150.0	4.524	34.787	4.24	4.431	4400.0	1.359	34.787	5.52	0.999
1200.0	4.568	34.831	4.31	4.470	4450.0	1.324	34.783	5.51	0.959
1250.0	4.523	34.865	4.58	4.420	4500.0	1.262	34.777	5.48	0.894
1300.0	4.426	34.902	4.79	4.320	4550.0	1.208	34.770	5.43	0.836
1350.0	4.365	34.929	4.97	4.255	4600.0	1.215	34.770	5.41	0.837
1400.0	4.263	34.948	5.12	4.150	4650.0	1.206	34.768	5.39	0.823
1450.0	4.205	34.958	5.28	4.087	4700.0	1.193	34.767	5.36	0.804
1500.0	4.167	34.964	5.34	4.045	4743.0	1.200	34.766	5.31	0.805
1550.0	4.134	34.967	5.43	4.007					
1600.0	4.079	34.970	5.51	3.949					
1650.0	3.986	34.973	5.59	3.852					
1700.0	3.917	34.973	5.60	3.780					
1750.0	3.812	34.973	5.63	3.671					
1800.0	3.722	34.972	5.70	3.578					
1850.0	3.650	34.969	5.73	3.502					
1900.0	3.612	34.968	5.75	3.459					
1950.0	3.591	34.967	5.76	3.434					
2000.0	3.541	34.965	5.79	3.380					
2050.0	3.505	34.964	5.80	3.340					
2100.0	3.416	34.960	5.80	3.248					
2150.0	3.386	34.957	5.79	3.213					
2200.0	3.354	34.955	5.79	3.177					
2250.0	3.287	34.951	5.80	3.106					
2300.0	3.250	34.949	5.79	3.065					
2350.0	3.226	34.948	5.80	3.037					
2400.0	3.198	34.946	5.80	3.005					
2450.0	3.119	34.942	5.78	2.922					
2500.0	3.031	34.936	5.76	2.830					
2550.0	2.955	34.933	5.76	2.751					
2600.0	2.900	34.929	5.71	2.692					



ROMANCHE 2 Station 5

