

ARCHIVES
SCIENCES DE LA MER
OCÉANOGRAPHIE PHYSIQUE

N° 8

1994

Observations intensives de la température
et de la salinité de surface dans le Pacifique
tropical ouest entre 20° S et 20° N (1991 - 1993)

Christian HENIN
Jacques GRELET
Marie-José LANGLADE

ARCHIVES
SCIENCES DE LA MER
OCÉANOGRAPHIE PHYSIQUE

n° 8

1994

Observations intensives de la température
et de la salinité de surface dans le Pacifique
tropical ouest entre 20° S et 20° N (1991 - 1993)

Christian HENIN
Jacques GRELET
Marie-José LANGLADE

Avec la participation de
François GALLOIS
Yves MONTEL
Pierre WAIGNA
Henry WALICO



L'INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

CENTRE DE NOUMÉA

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS, ACKNOWLEDGMENTS	3
RESUME	4
EXTENDED ABSTRACT	5-7
INTRODUCTION	8
PRESENTATION DU SYSTEME	9-13
NAVIRES SELECTIONNES ET LIGNES	14
REFERENCES	15-16
TAS MARINER	17-21
TAS VOYAGER	22-31
PACIFIC ISLANDER	32-51
TAS EXPLORER	52-57
NO LE NOROIT	58-75

REMERCIEMENTS

Nous remercions les officiers et les équipages des navires marchands sélectionnés (MARINER, EXPLORER, VOYAGER, PACIFIC ISLANDER) et ceux du navire océanographique LE NOROIT pour les observations réalisées et l'aide apportée lors de l'installation des thermosalinographes. La compréhension des compagnies de navigation (Tasman Asia Shipping Line et China Navigation Company) a grandement facilité le développement du réseau d'observations automatiques de surface.

La convention CORDET (Coordination de la Recherche dans les Départements et Territoires d'Outre Mer) n°90-352 PAC qui avait pour but d'améliorer la qualité et la quantité d'observations de surface de la SST (Sea Surface Temperature) et de la SSS (Sea Surface Salinity) a permis de financer l'étude de l'automatisation des mesures à bord de navires de commerce.

ACKNOWLEDGMENTS

We owe our thanks to the officers and crews of the Volunteer Observing Ships (MARINER, EXPLORER, VOYAGER, PACIFIC ISLANDER) and of R.V. LE NOROIT who carried out observations. Their help was greatly appreciated during the installation and the maintenance of thermosalinograph systems. The goodwillness of shipping companies (Tasman Asia Shipping Line and China Navigation Company) has permitted to developp the surface automatic observation network.

We wish to point out that installation of the systems was made possible by the kind and efficient co-operation given by the officers of the various ships, particularly the ship's engineers who accepted, without asking for any form of compensation, to modify some of the ships' systems to enable us to connect our apparatus to the water intakes of the ships' cooling circuits.

RESUME

L'importance du rôle de la salinité et de la température, sur les échanges entre l'océan et l'atmosphère a rendu nécessaire une amélioration de la qualité des mesures traditionnelles. Pour les mesures de surface l'échantillonnage au seau météorologique s'est révélé être insuffisant, sa fréquence trop faible et la précision de la mesure de salinité insuffisante. L'installation d'un thermosalinographe sur des navires de commerce parcourant des lignes de navigation régulières a permis de mesurer correctement la salinité et la température de surface.

Le système d'acquisition est basé sur l'utilisation d'un thermosalinographe installé sur le circuit d'eau de mer de refroidissement de la machine. Ses mesures sont enregistrées toutes les 5 minutes sur un microordinateur de type PC installé à la passerelle. La position, fournie par un récepteur de navigation GPS autonome est également enregistrée.

Une comparaison des mesures obtenues avec cette méthode et celles obtenues avec la technique du seau météorologique montre une amélioration très nette de la qualité des mesures de salinité. L'amélioration de la mesure de la température est encore insuffisante car elle dépend des caractéristiques du circuit d'eau de mer.

Pendant les trois années 1991, 1992 et 1993 des observations automatiques de surface (température et salinité) ont été réalisées dans le Pacifique. Dans ce rapport sont réunies les observations réalisées dans la partie occidentale du Pacifique entre 20°S et 20°N.

EXTENDED ABSTRACT

One of the objectives of the international COARE (Coupled Ocean-Atmosphere Response Experiment) programme is the assessment of the space/time distribution of surface salinity in the warm water reservoir of the Pacific (the "Warm Pool"), and of the processes controlling its variations over time scales ranging from a few days to several years.

To day, available data on salinity is far from comprehensive. Studies by Hires and Montgomery (1972), Rochford (1977) and Donguy and Hénin (1978) have shown the importance of surface salinity and temperature in the characterisation of ocean structures and in the study of their variability in the inter-tropical Pacific.

In 1969, J.R. Donguy and C. Hénin (ORSTOM Centre in Nouméa - New Caledonia) were instrumental in establishing a network of commercial vessels operating between New-Caledonia and Japan. By regrouping surface temperature and salinity measurements taken along the routes, they correlated salinity distribution, rainfall and the movements of the Intertropical and South Pacific Convergence Zones of the wind. (ITCZ and SPCZ) In the southwestern Pacific a study by Delcroix and Hénin (1989) spanned the 1979-1985 period, and focused especially on the 1982-1983 period during which the El Niño phenomenon was particularly well developed and resulted in the formation of a number of tropical cyclones which devastated French Polynesia, causing widespread damage. In this region of SPCZ, the interannual salinity changes were very significant, having an amplitude more than five times greater than the seasonal changes.

Since 1969, from its centres in Noumea (New Caledonia), Papeete (French Polynesia) and occasionally Le Havre (France), ORSTOM has carried out systematic observations of surface temperature and salinity in the Pacific, Atlantic and Indian oceans, using surface water samples taken by a variety of commercial vessels. The technique consists of the watch officer taking water samples four to six times a day, using an insulated bucket equipped with a thermometer. This bucket, known as a meteorological bucket, is hoisted up to the bridge - which can be as high as 25 to 30 metres above sea level - where the temperature is read. Measurements taken in these conditions can easily be inaccurate due to several hard-to-assess parameters, such as loss of heat through evaporation, heat gain through solar radiation, influence of ambient air temperature, amount of cloud cover, effect of true and

apparent wind (ships are often steaming at 18 to 20 knots), etc. The accuracy of the measurement of temperature is also questionable, the thermometer being supplied with a calibration correction which is unfortunately often ignored by the person taking the measurement. The uncertainty thus introduced is usually considered to be of the order of 0.2 - 0.3 °C. The water sampled is then placed in an airtight container, to be analyzed later. On certain routes, a ship may call in Nouméa only once every four months, and the preservation of the samples in good condition becomes critical. There again, evaporation may become a problem depending on the quality and condition of the sample bottles, and current estimates indicate that accuracy in salinity is of the order of 0.1 psu (practical salinity unit).

Furthermore, this technique is becoming harder and harder to put into practice, due to the physical difficulties involved to retrieve sample buckets from the bridge of ships cruising at 15 to 20 knots following an arduous and acrobatic process !... So, when one considers that modern vessels operate with greatly reduced crews, and increasingly make use of automated equipment for their other data-gathering needs, it becomes evident that our original out-of-date and often imprecise sampling techniques need to be upgraded.

Some observation networks have attempted to devise automated means of recording temperature, but, to our knowledge and to this day, none offer routine automatic measurements of sea surface salinity and temperature.

In spite of the current lack of accuracy of the measurements, the ORSTOM-Pacific surface temperature and salinity network, gathered over the last 24 years, is particularly useful. It is the only one monitoring both parameters over such a long time span.

The annual number of measurements taken by the vessels belonging to the SURTROPAC Pacific network has varied, reaching as much as 10,000 observations/year between 1977 and 1983. Unfortunately, this figure is gradually decreasing, due to difficulties encountered. In June 1992, the Papeete ORSTOM Centre which provided a large number of data has completely stopped collecting measurements of surface salinity and temperature in the central Pacific from commercial vessels.

We have considered the need to introduce automation in the measurement of surface temperature and salinity, i.e. the need for better accuracy, for simplicity of method and for a much larger number of observations. With the financial backing of CORDET

(*Coordination de la Recherche dans les Territoires et Départements d'Outre Mer*), ref 90-352, this goal of automating SSS and SST measurements from commercial vessels has now been reached.

Having studied the various types of equipment available, we finally selected the equipment manufactured by SeaBird (SBE21). The outgoing data are recorded on a PC installed on the ship's bridge, and it is hoped that in the near future onboard data processing will become possible, with near-real-time transmission of the results through the ARGOS system. A complete description of the system can be found in Grelet *et al.* (1992).

For the geographical positioning of the observations, having the watch officer enter the ship's position on the computer keyboard proved too much of a nuisance, and we were able to interface our equipment with a reasonably inexpensive separate GPS satellite positioning system.

The installation, in schematic form, is shown on Figure 1. It was accomplished with the help of officers during their short stop-overs of the ship in Noumea, and we had occasionally to go at sea with them in order to complete the installation and proceed with the fine tuning of our equipment.

The data acquisition program was written in C language by Buisson and Grelet (1992). The validation, operation and data processing programs were developed in Fortran language by M.J.Langlade and C.Hénin on a SUN workstation.

In this report sea surface temperature and salinity data recorded for the period 1991-93 are presented versus latitude between 20°N and 20°S along each quasi meridional route crossing the equator in the western Pacific ocean. We choose to present separately the sections from the 5 selected ships of the network operating in the western Pacific ocean : TAS Mariner, TAS Voyager, TAS Explorer, Pacific Islander and RV Le Noroit.

Introduction:

Les recherches sur les oscillations atmosphériques à basse fréquence et à l'échelle planétaire montrent que l'origine de ces fluctuations climatiques est à rechercher principalement dans les variations de température des océans tropicaux.

Afin de simuler et mieux prévoir la circulation atmosphérique des modèles de circulation sont actuellement en phase de développement. Ils demandent de très nombreuses observations de la température mais également de la salinité de la surface des océans, paramètres capitaux régissant les processus d'échanges entre l'océan et l'atmosphère (Cooper, 1988). La salinité superficielle longtemps considérée comme négligeable se révèle être un paramètre clé au niveau des échanges océan-atmosphère par le biais de l'évaporation et des précipitations et conditionne ces échanges. Ce paramètre est également sensible à l'advection océanique.

Décrire et comprendre la variabilité de la salinité et de la température de surface en zone tropicale est un des objectifs du programme international TOGA (Tropical Ocean and Global Atmosphere). Pour cela le développement des réseaux d'observations s'est avéré nécessaire.

Dans la partie ouest de l'océan Pacifique, dans le cadre de TOGA, l'expérience COARE (Coupled Ocean Atmosphere Response Experiment) réalisée dans la zone 10°S-10°N, 140°E-180°, est plus particulièrement axé sur l'étude des couches superficielles homogènes en température, distinctes de celles homogènes en salinité et qui ont des effets très marqués sur les échanges océan-atmosphère dans cette région considérée comme la source chaude de la machine thermique planétaire.

En 1969 un réseau d'observations a été mis en place par JR Donguy et Ch Hénin, océanographes au centre ORSTOM de Nouméa. Les mesures de la température et de la salinité de surface ont pu être réalisées grâce à la participation bénévole des officiers des navires de commerce sélectionnés.

Le rythme d'échantillonnage était d'une observation toutes les 6 heures avec un seau météorologique lancé depuis des passerelles situées à plus de 20 m au dessus de la surface de la mer sur des navires en route à des vitesses atteignant souvent 20 noeuds.

Les données obtenues ont été largement exploitées à des échelles de temps de 1 mois et d'espace de 1 à 2 degré de latitude (Donguy et Hénin, 1978a, 1978b; Delcroix et Hénin, 1989, 1991; Porte, 1992).

De nombreux facteurs contribuent à réduire la qualité des mesures : évaporation pendant la remontée du seau sous l'effet du

vent apparent, influence de la température de l'air ambiant, couverture nuageuse, précision du thermomètre utilisé et facteur correctif souvent ignoré, conservation de l'échantillon d'eau dans des flacons plus ou moins étanches jusqu'au moment de la mesure de la salinité au laboratoire quelques mois après le prélèvement. On considère que l'incertitude en température est au moins égale à 0.2, 0.3°C et celle en salinité de l'ordre de 0.1 usp (unité de salinité pratique).

De plus cette technique de mesure est de plus en plus difficile à mettre en oeuvre car prélever avec un seau météorologique depuis des passerelles de navires filant 20 noeuds relève souvent de l'exploit sportif. La réduction des équipages limite également la disponibilité des officiers de quart. Ainsi le nombre d'observations du réseau qui a dépassé 10 000 par an de 1977 à 1983 n'atteignait pas 2500 observations pendant l'année 1993.

La technique de mesure se devait d'être modernisée afin d'améliorer la qualité des observations.

Depuis fin 1990 le Groupe SURTROPAC a développé un réseau d'observations automatiques et intensives de la salinité de surface grâce à l'utilisation de thermosalinographes (Hénin et Grelet, 1992).

Les observations obtenues par ce réseau dans la partie occidentale du Pacifique tropical entre 20°S et 20°N sont présentées dans ce rapport.

Présentation du système

-Description du système d'acquisition

Le système d'acquisition complet installé sur les navires marchands et sur les navires océanographiques par le Groupe SURTROPAC est constitué des éléments suivants :

- un thermosalinographe SeaBird modèle SBE21 comprenant l'unité de mesure, la boîte de jonction et le câble d'alimentation,

- un récepteur GPS (modèle Pronav GPS1000, Magellan NAV54000, Magnavox MX200, etc..) avec son antenne extérieure et une alimentation externe de 12 Volts,

- un micro ordinateur, en général portable,

- un multiplexeur de lignes RS232,

- un ensemble moteur électrique-pompe pour l'alimentation en eau de mer du thermosalinographe sur le circuit interne de refroidissement du navire.

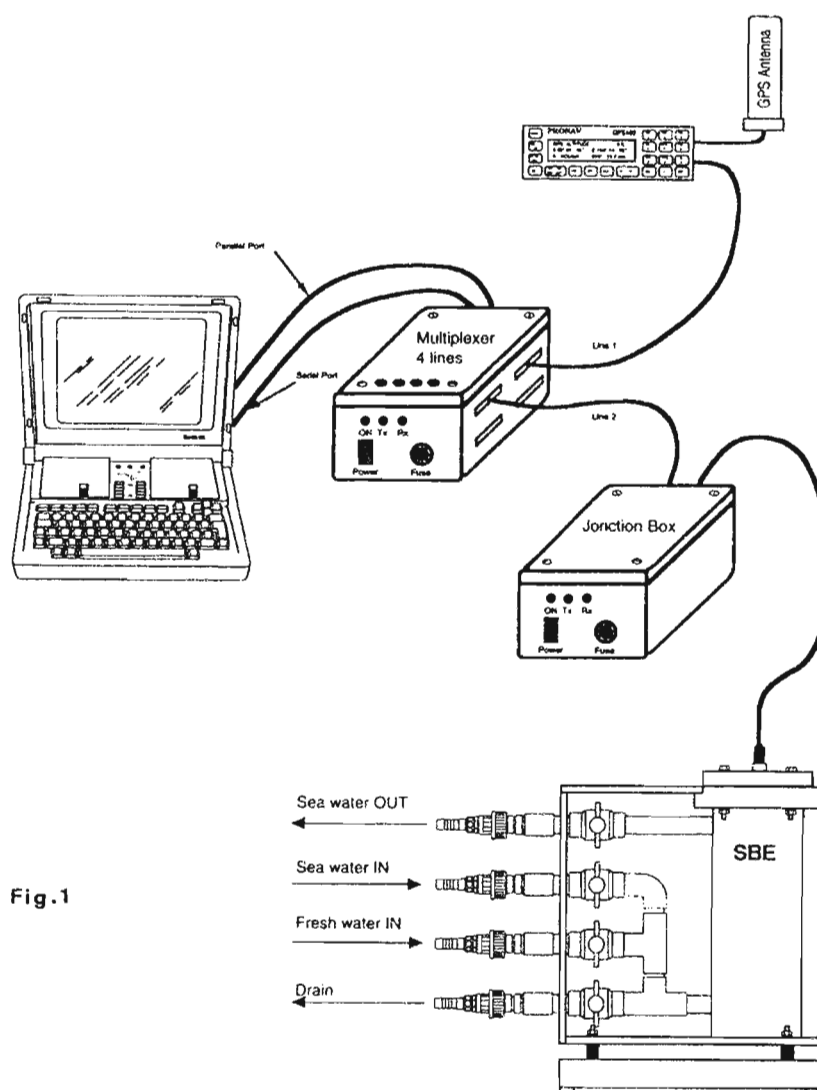


Fig.1

Le récepteur GPS est relié à l'ordinateur par une liaison série unidirectionnelle. Il transmet des données sous forme de plusieurs chaînes de caractères ASCII, toutes les deux secondes. Le format est conforme à la norme NMEA-0183 qui est utilisée par tous les appareils de positionnement. Parmi les chaînes de caractères transmises, on récupère outre la position, l'heure GMT, la date et l'état de la couverture GPS.

Lorsque le système GPS d'acquisition de la position ne fonctionne pas, la position du navire et l'heure sont obtenues grâce aux positions entrées manuellement par l'officier (toutes les deux heures) et par l'horloge interne du PC dont l'heure est également enregistrée.

Le logiciel d'acquisition THERMO mis au point par Grelet et Buisson (1992) est conçu de façon à être très facilement configuré.

La fréquence d'enregistrement des données sur le PC est de une observation toutes les 5 minutes. A la mise en place du réseau la moyenne de 20 mesures réalisées pendant 5 minutes était enregistrée. Depuis 1992 une amélioration sensible a consisté à enregistrer la valeur médiane de ces 20 mesures.

-Principe de fonctionnement:

Les capteurs de température et de conductivité transmettent leurs informations sous forme de fréquences. La grandeur mesurée est calculée à partir de la fréquence et des coefficients d'étalonnage du capteur grâce à un algorithme approprié.

Le programme d'acquisition réalise le traitement en temps réel et sauvegarde également les données brutes (fréquences) afin de pouvoir rejouer facilement le jeu de données avec de nouveaux coefficients d'étalonnage. Cette méthode présente l'avantage de pouvoir corriger les données après réétalonnage des capteurs. Chaque appareil doit être régulièrement étalonné (environ une fois par an) chez le fabricant.

-Comparaison

Nous avons en 1991 et 1992 au cours de quatre campagnes océanographiques du N.O. Le Noroit dans le Pacifique équatorial ouest (Surtropac 14 et 15, Coare 1 et 2) comparé les données obtenues par la technique de la mesure au seau météorologique, celle du thermosalinographe automatique et les données de surface des stations hydrologiques réalisées avec une sonde CTD (Table 1).

	ctd-seau		ctd-sbe21	
	<i>moyenne</i>	<i>ecart type</i>	<i>moyenne</i>	<i>ecart type</i>
<u>Température</u>				
Surtropac-14	-0,162	0,220	-0,169	0,125
Surtropac-15	0,595	0,483	-0,204	0,103
Coare-1			-0,192	0,046
Coare-2	-0,126	0,343	-0,302	0,081
<u>Salinité</u>				
Surtropac-14	-0,130	0,192	0,023	0,024
Surtropac-15	0,066	0,097	0,000	0,022
Coare-1			0,025	0,022
Coare-2	-0,097	0,091	0,017	0,011

Table 1 : Statistique des écarts en température (°C) et en salinité (unité de salinité pratique) entre la sonde ctd et le seau d'une part et entre la sonde ctd et le thermosalinomètre d'autre part.

a) Salinité

Sur ces quatre campagnes différentes du N.O. Le Noroit on a une valeur moyenne de la différence de salinité entre la CTD et le SBE-21 allant de 0,000 à 0,025 usp avec un écart type de 0,011 à 0,024 usp.

Notons que pour les mêmes campagnes la différence moyenne entre les salinités CTD et seau était comprise entre -0,130 et +0,066 usp avec un écart type de 0,091 à 0,192 usp.

Il est ainsi indéniable que la technique de mesure automatique de la salinité avec le système SBE-21 est bien plus précise que celle du prélèvement au seau. Nous devons également noter que les mesures des échantillons prélevés sur un navire océanographique de taille réduite et analysées à bord immédiatement après le prélèvement sont certainement bien plus précises que celles prélevées depuis des passerelles des navires marchands situées à plus de 20 mètres d'altitude et en route (de 15 à 20 noeuds) et analysées à terre 4 à 5 mois plus tard.

Pour les observations faites à bord de navires marchands on a régulièrement réétalonné les capteurs SeaBird chez le fabricant à Bellevue (Washington / Etats-Unis). Les différences de salinité obtenues avec les coefficients d'étalonnage pré et post campagnes étant infimes et inférieures à 0,01 usp nous avons conservé dans les fichiers définitifs les valeurs obtenues avec les coefficients pré campagnes.

b)Température

Les tests faits au cours de ces campagnes océanographiques montrent que la température mesurée par le système SBE21 est supérieure à la température de surface mesurée à la sonde CTD (0,1 à 0,3°C) en raison certainement du réchauffement de l'eau de mer dans les canalisations entre la prise d'échantillonnage et le thermosalinomètre (la température de l'air étant supérieure à la température de la mer). L'utilisation future d'un thermomètre de coque nous permettra d'avoir une meilleure mesure de la température de surface.

A bord des navires de commerce sélectionnés la température mesurée par le système SBE21 est celle de l'eau du circuit de refroidissement. Elle peut être différente de la température de surface selon la profondeur de la prise d'eau

Gestion des données:

Les données brutes sont transférées sur station de travail SUN au Centre ORSTOM de Nouméa afin d'être validées et corrigées.

Les interventions de l'officier de navigation étant réduites, un nombre très restreint d'erreurs est dû aux manipulations de l'observateur. Cependant des défaillances se sont souvent produites au niveau de l'horloge interne du PC qui est instable ou qui n'a pas été remise à l'heure. Des enregistrements en escale sont également extraits car non représentatifs de la température et de la salinité au large.

Nous avons également décelé des erreurs de transmission de la date et de la position mais leur nombre a toujours été inférieur à 1% du nombre d'enregistrements. Depuis la fin de l'année 1993 une

amélioration sensible du logiciel d'acquisition a permis de faire disparaître ce type d'erreurs.

La plus grande part des mauvaises données est imputable à des manipulations inconsidérées des vannes du circuit d'eau de mer. Après avoir observé sur les enregistrements des arrivées intempestives d'eau douce sur le thermosalinographe en pleine mer nous avons supprimé le circuit de rinçage à l'eau douce, le responsable du réseau se chargeant de l'entretien de l'appareil lors de l'escale au port de Nouméa, tous les deux mois pour les navires opérant dans le Pacifique ouest et tous les 4 mois pour ceux de la ligne Tour du Monde.

Validité des mesures:

L'eau traversant le circuit de mesure SBE21 n'est pas de l'eau de surface au sens strict mais plutôt l'eau qui se trouve à une profondeur comprise entre 4 et 7 mètres selon le niveau de la prise d'eau par rapport à la ligne de flottaison du navire. A cette profondeur l'influence de l'atmosphère est plus réduite que sur les eaux strictement de surface. En revanche l'océan aura une action plus directe qu'en surface. Parmi ces influences et mécanismes on peut citer :

- l'effet du vent sur l'homogénéisation des couches superficielles,
- le cycle diurne de la température,
- l'effet des précipitations sur la salinité principalement mais également sur la température,
- l'effet de l'évaporation sur la température et la salinité,
- l'advection océanique horizontale et verticale transportant des masses d'eaux différentes.

L'apparition de dessalures pendant plusieurs heures, c'est à dire plusieurs dizaines de milles marins dans le Pacifique équatorial ouest, sont dues à des pluies violentes. Nous avons enregistré au cours de campagnes océanographiques à la fois la SSS et les précipitations (par des pluviomètres optiques). Nous avons été conduits à limiter au maximum les corrections en cas de dessalures brutales qui sont liées aux précipitations en zone intertropicale.

Des logiciels de tests et de contrôles graphiques mis au point au Centre ORSTOM de Nouméa ont grandement facilité la validation des données.

Navires sélectionnés et lignes parcourues.

Nous avons principalement axé notre effort d'automatisation de la mesure de la salinité de surface dans la partie ouest du Pacifique tropical.

Le réservoir d'Eaux chaudes du Pacifique ouest a été largement échantillonné au cours de ces trois années d'observations (1991, 1992 et 1993). Les routes suivies par les navires sélectionnés sont présentées ci-dessous :

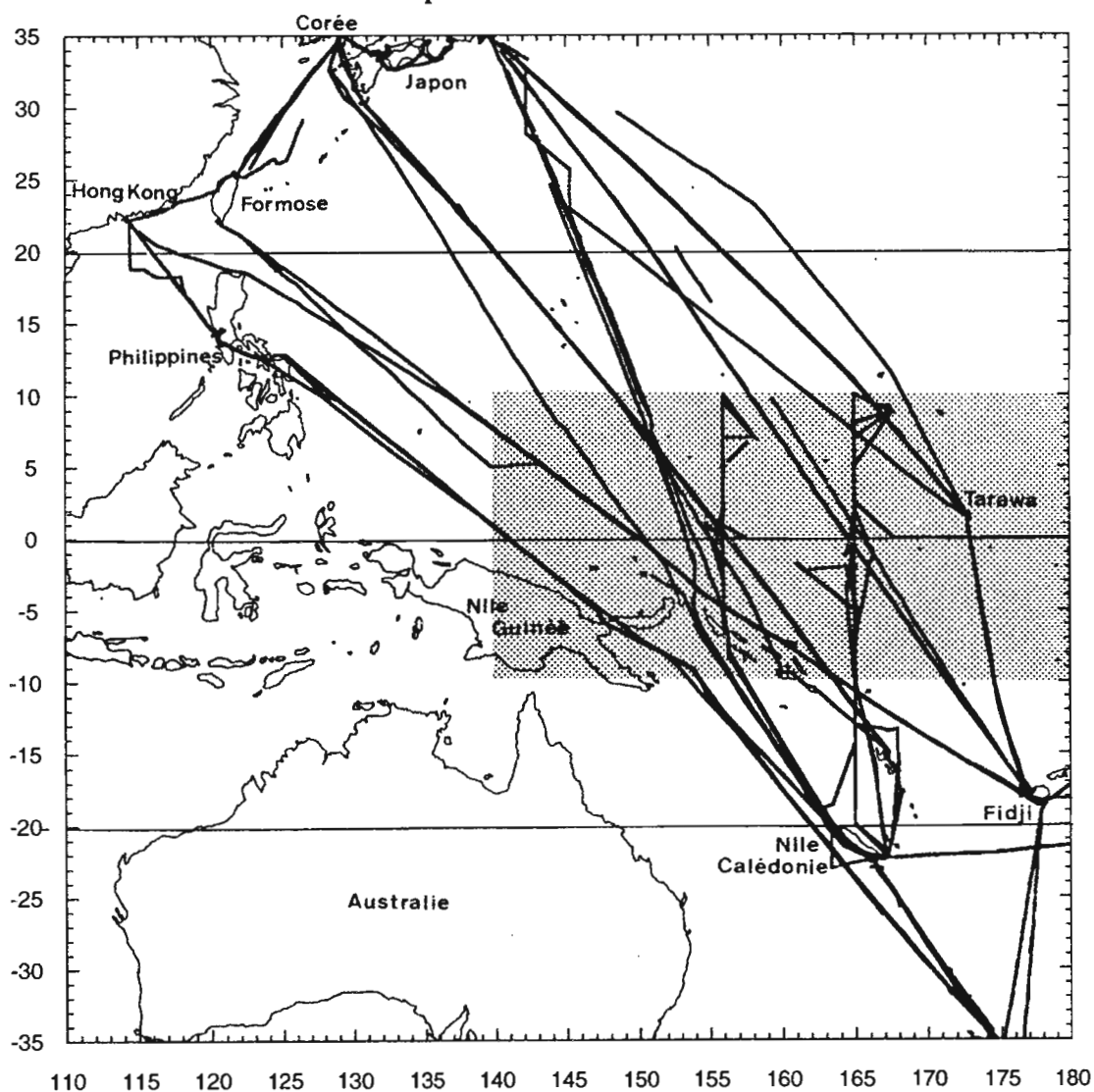


Fig. 2

Il nous a semblé judicieux de regrouper les présentations des observations de température et de salinité de surface par navire et par voyage de façon chronologique depuis la mise en place du réseau.

Elles représentent un nombre non négligeable de graphiques (32 voyages et 59 radiales).

Dans ce rapport nous n'avons présenté que l'aller (décembre 1992) et le retour (février 1993) du trajet 22°S/167°E - 5°N/156°E de la campagne Coare-Poi du N.O. Le Noroit tandis que

les 16 autres sections méridiennes (5°N-5°S) de cette campagne sont présentées dans un autre document (Delcroix *et al.*, 1993)

TAS Mariner (6 voyages)

- Fidji / Taiwan (4 radiales)
- Japon /Nlle Calédonie (2 radiales)

TAS Voyager (5 voyages)

- Nlle Calédonie / Philippines (7 radiales)
- Fidji / Japon (4 radiales)

Pacific Islander (10 voyages)

- Nlle Calédonie / Vanuatu / Corée (9 radiales)
- Fidji / Tarawa / Japon (10 radiales)

TAS Explorer (3 voyages)

- Nlle Zélande-Philippines-HongKong (3 radiales)
- Japon - Nlle Calédonie (3 radiales)

N.O. Le Noroit

- Nlle Calédonie / 10°N-165°E (Alizé-2 et Surtropac 14 à 17)
5 voyages (9 radiales)
- Nlle Calédonie / Bougainville / 10°N-156°E (Coare-156)
4 voyages (8 radiales)

Références:

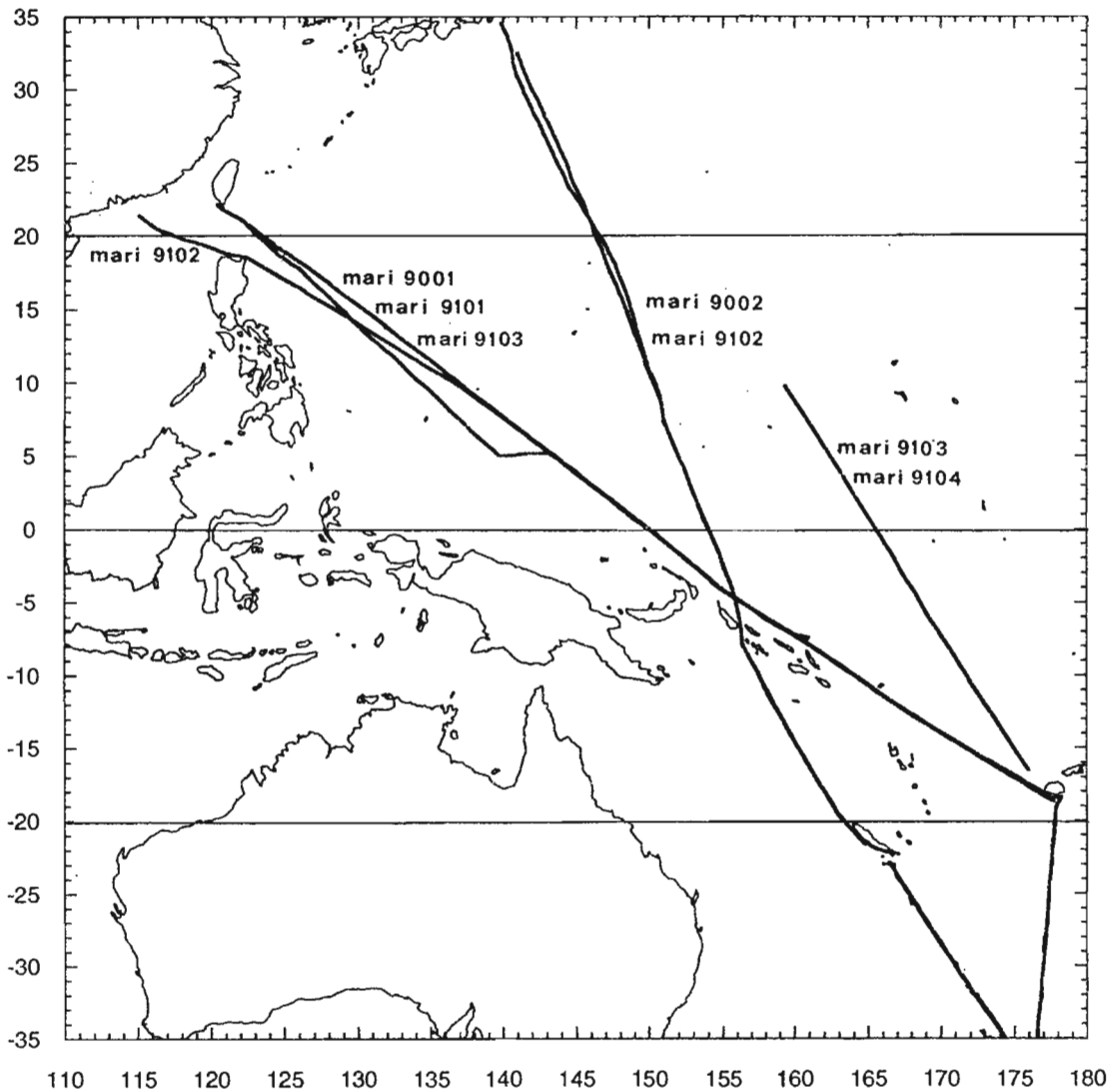
- Cooper N.S.,1988 : The Effects of Salinity on Tropical Ocean Models.*J. Phys. Oceanogr.*, 18, 697-707.
- Delcroix T., C. Hénin, 1991: Seasonal and interannual variations of sea-surface salinity in the tropical Pacific ocean. *J. Geophys. Res.*, 96, 22135-22150
- Delcroix T., C. Hénin, 1989 : Mechanisms of subsurface thermal structure and sea surface thermohaline variabilities in the southwestern tropical Pacific during 1979-85. *J. Mar. Res.* 47, 777-812.
- Delcroix T., G. Eldin, C. Hénin et collaborateurs, 1993 : Campagne COARE-POI à bord du N.O. Le Noroit (1er déc 1992-2 mars 1993). *Rap. de Mis. Sci. Mer, Océanog. Physi.*, 10, 338 pp.
- Donguy JR, C. Hénin, 1978a : La salinité de surface dans l'océan pacifique tropical sud ouest. *Cahiers ORSTOM Serie Océanog.*, 16-2, 107-136.
- Donguy JR. , C. Hénin, 1978b : Hydroclimatic anomalies in the South Pacific. *Oceanologica Acta*, 1, 25-30
- Grelet J, B. Buisson, C. Hénin, 1992 : Installation et utilisation d'un thermosalinographe à bord d'un navire marchand. *Notes*

- techniques. Sci. Mer. Océanog. Phys. 7. ORSTOM. Centre de Nouméa. 99pp.*
- Hénin C., J. Grelet, 1992 : Automatisation de la mesure de la température et de la salinité de surface aux stations cotières et sur les navires du réseau d'observation dans l'Océan Pacifique Tropical. *Conv. Sci. Mer. Océanog. Phys. 3, 28pp*
- Hires R.I. and R.B.Montgomery, 1972 : Navifacial temperature and salinity along the track from Samoa too Hawaii 1957-1965. *J. Mar. Res. 30-2, 177-200*
- Kessler W.S. et B.A. Taft, 1987 : Dynamic heights and zonal geostrophic transports in the central tropical Pacific during 1979-84. *J. Phys. Oceanogr., 17, 97-122.*
- Rochford D.J., 1977 : The surface salinity regime of the Tasman and Coral Seas. *Rep. Div. Fish. Oceanogr., CSIRO, Aust, 940, 33pp.*
- Porte V., 1992 : Relations entre précipitations et salinité de surface au sein du Pacifique tropical, aux échelles saisonnières et interannuelles. *Mémoire de stage, Série Sci Mer, Océanogr. phys., ORSTOM Nouméa, 161 pp.*

TAS Mariner

- mari9001**
1) Nlle Zélande-Fidji-Formose 20/11/90 au 04/12/90
mari9002
2) Japon-Nlle Calédonie 21/12/90 au 29/12/90
mari9101
3) Nlle Zélande -Fidji-Formose 20/01/91 au 12/02/91
mari9102
4) Nlle Zélande-Fidji-Formose 20/03/91 au 02/04/91
5) Japon-Nlle Calédonie 25/04/91 au 02/05/91
mari9103
6) Nlle Zélande-Fidji-Formose 24/05/91 au 04/06/91
7) Japon-Fidji 25/06/91 au 02/07/91
mari9104
8) Japon-Fidji 28/8/91 au 02/09/91

TAS Mariner

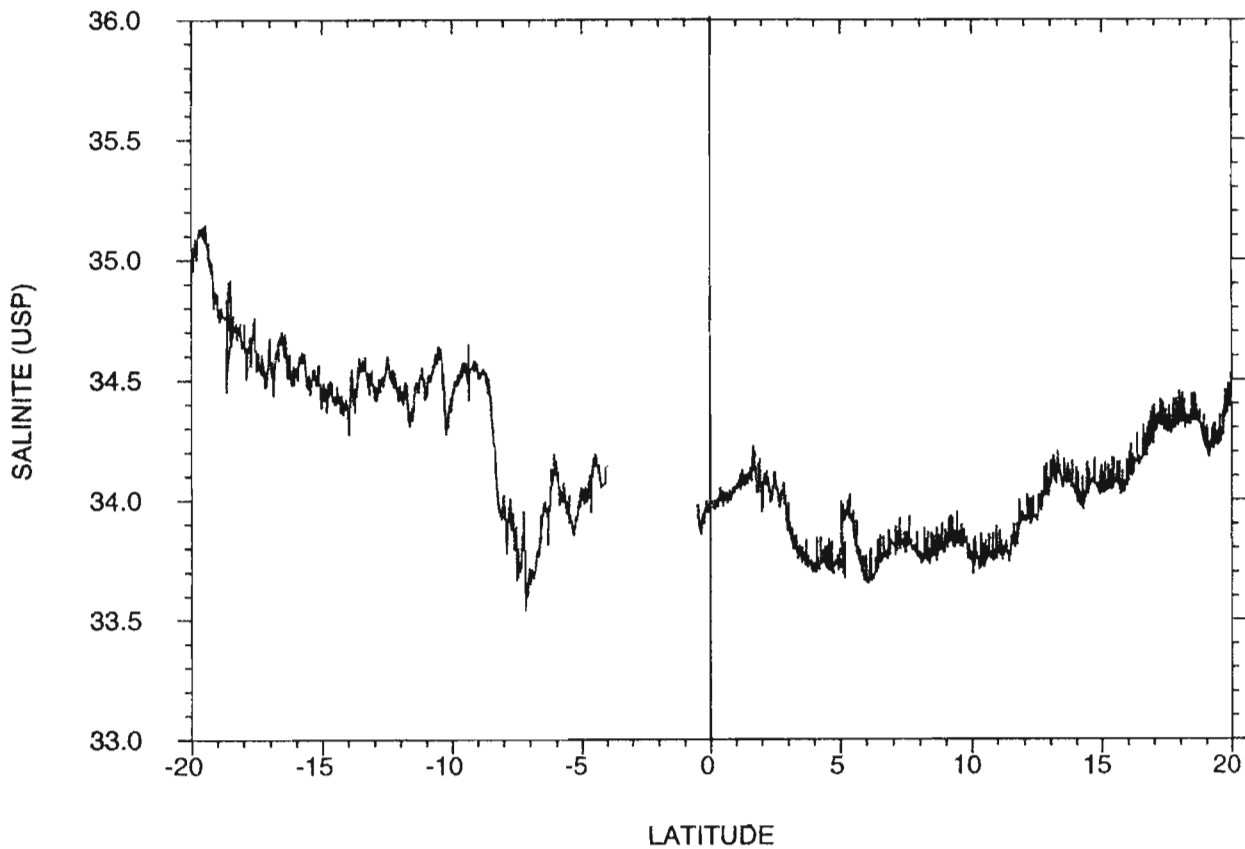


178°E

150°E

120°E

mari9001 Fidji-Formose 20/11/90 au 4/12/90

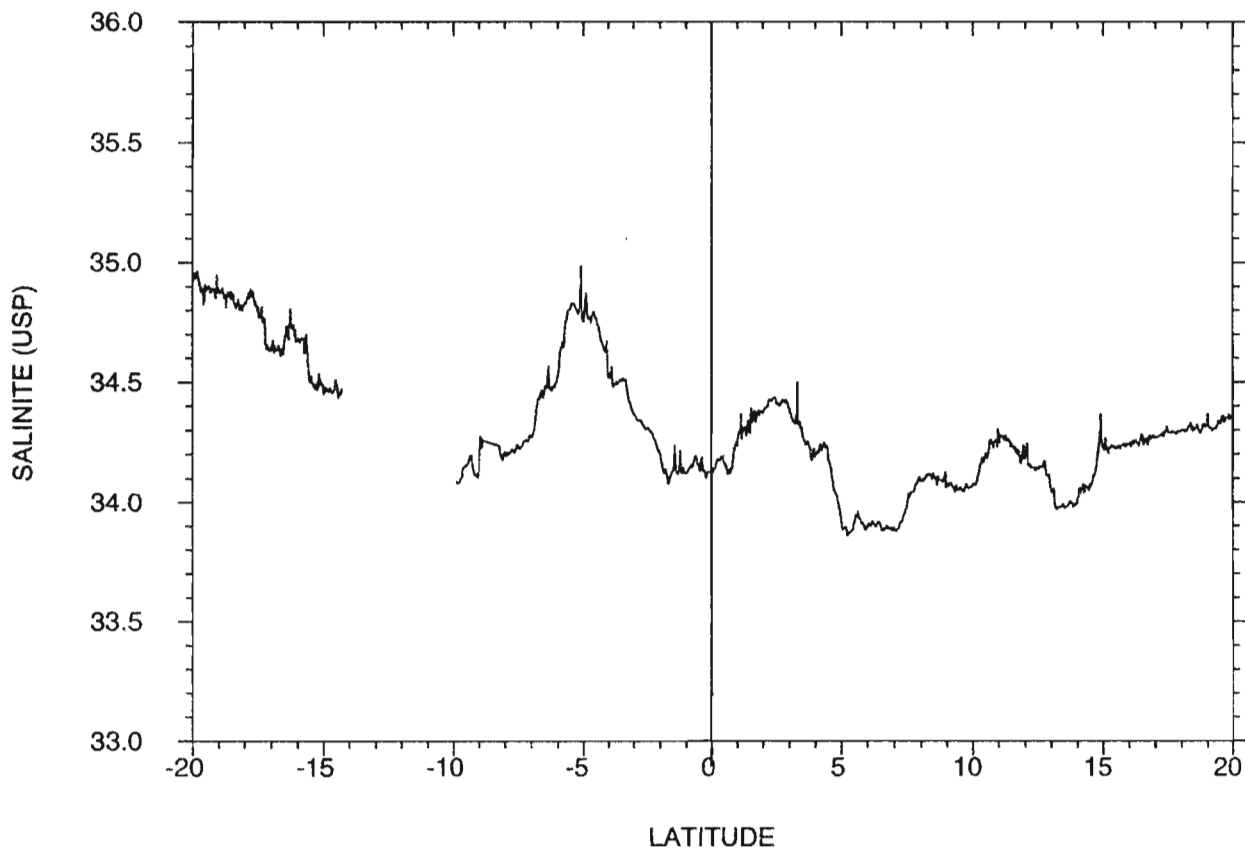


163°E

154°E

146°E

mari9002 Japon - Nlle Caledonie 21/12/90 au 29/12/90

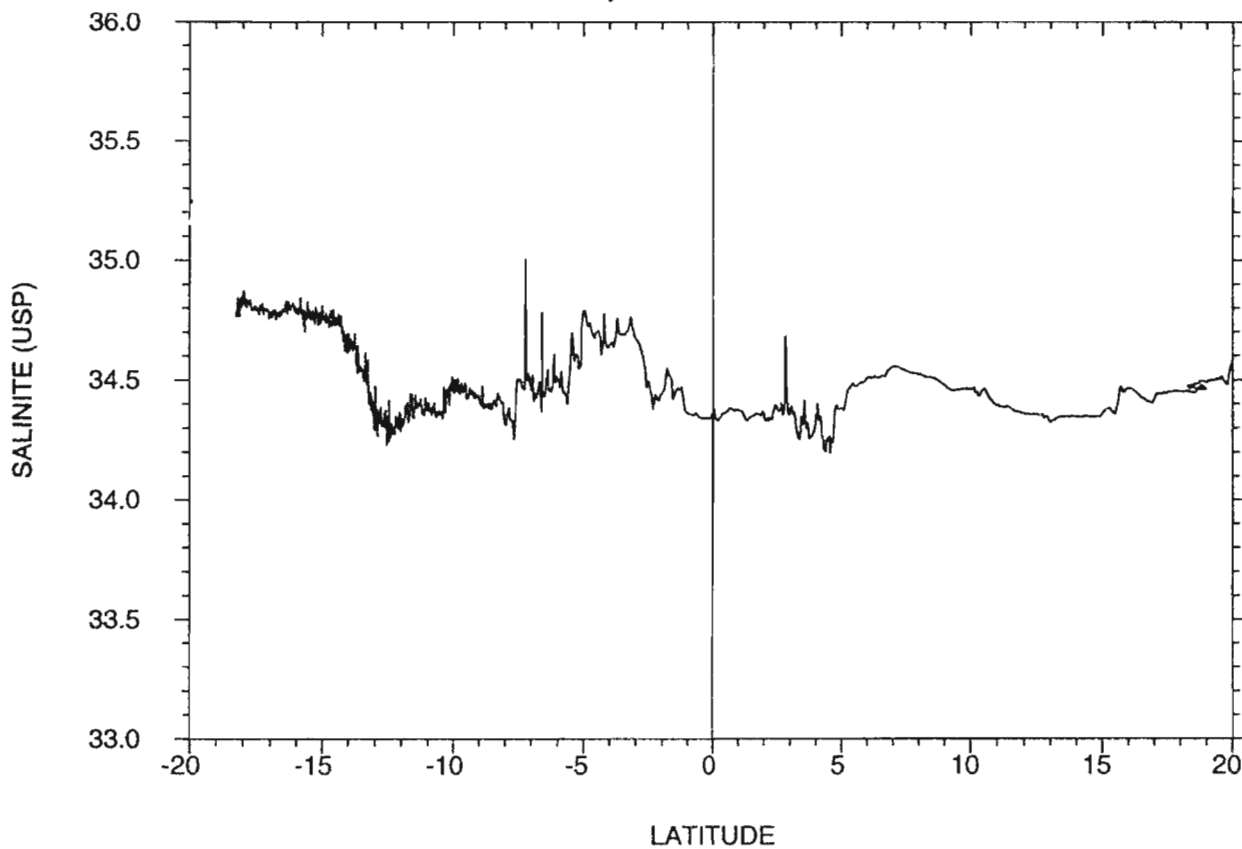


178° E

150° E

120° E

mari9101 Fidji - Formose 20/1/91 au 12/2/91

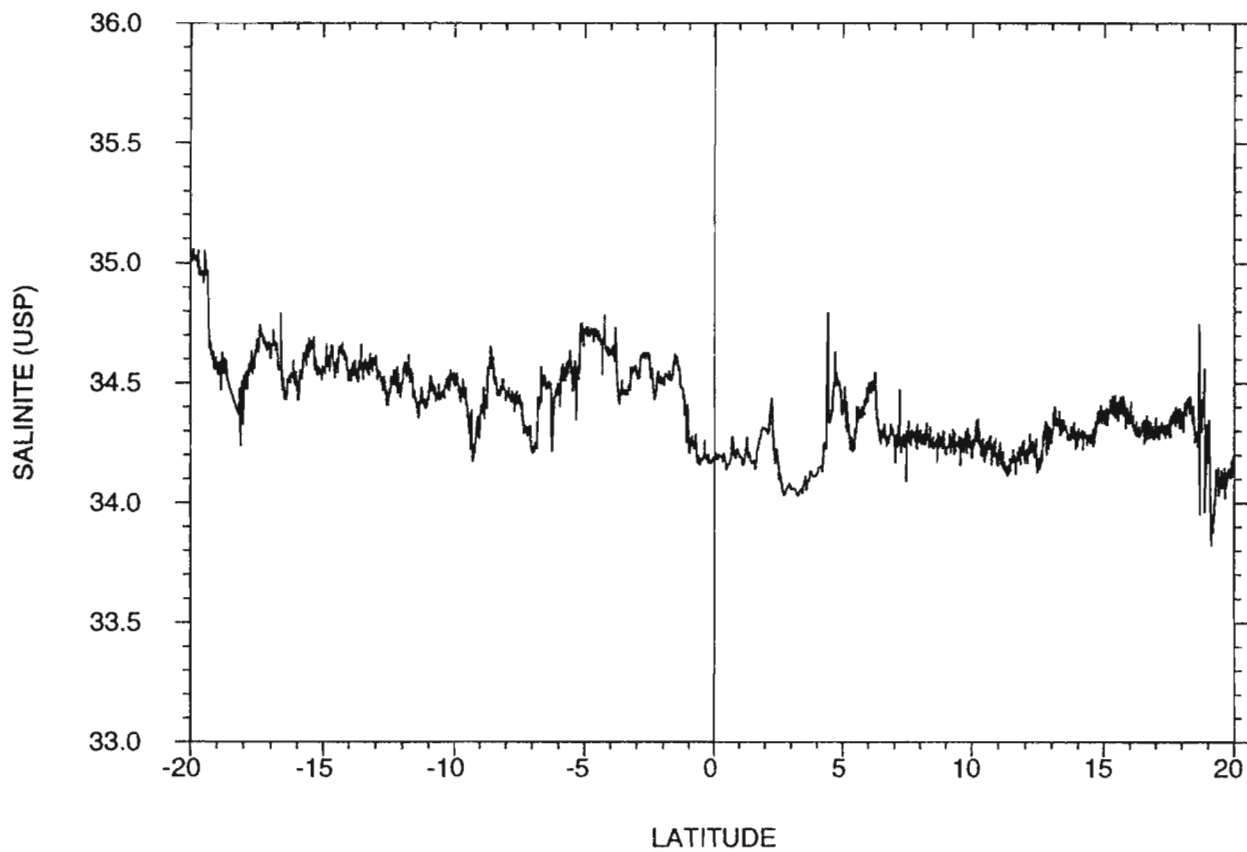


178° E

150° E

117° E

mari9102 Fidji - Formose 20/3/91 au 2/4/91

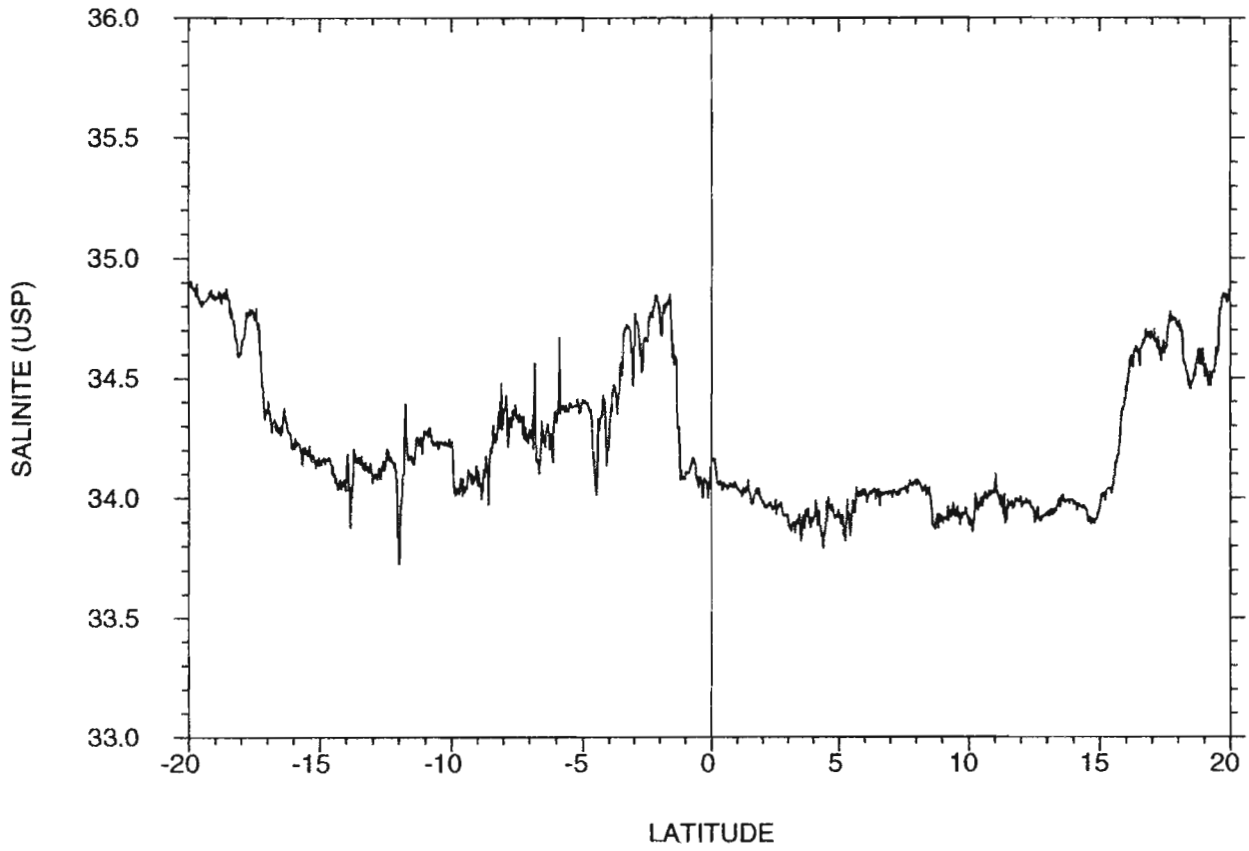


163° E

154° E

146° E

mari9102 Japon-Nlle Caledonie 25/4/91 au 2/5/91

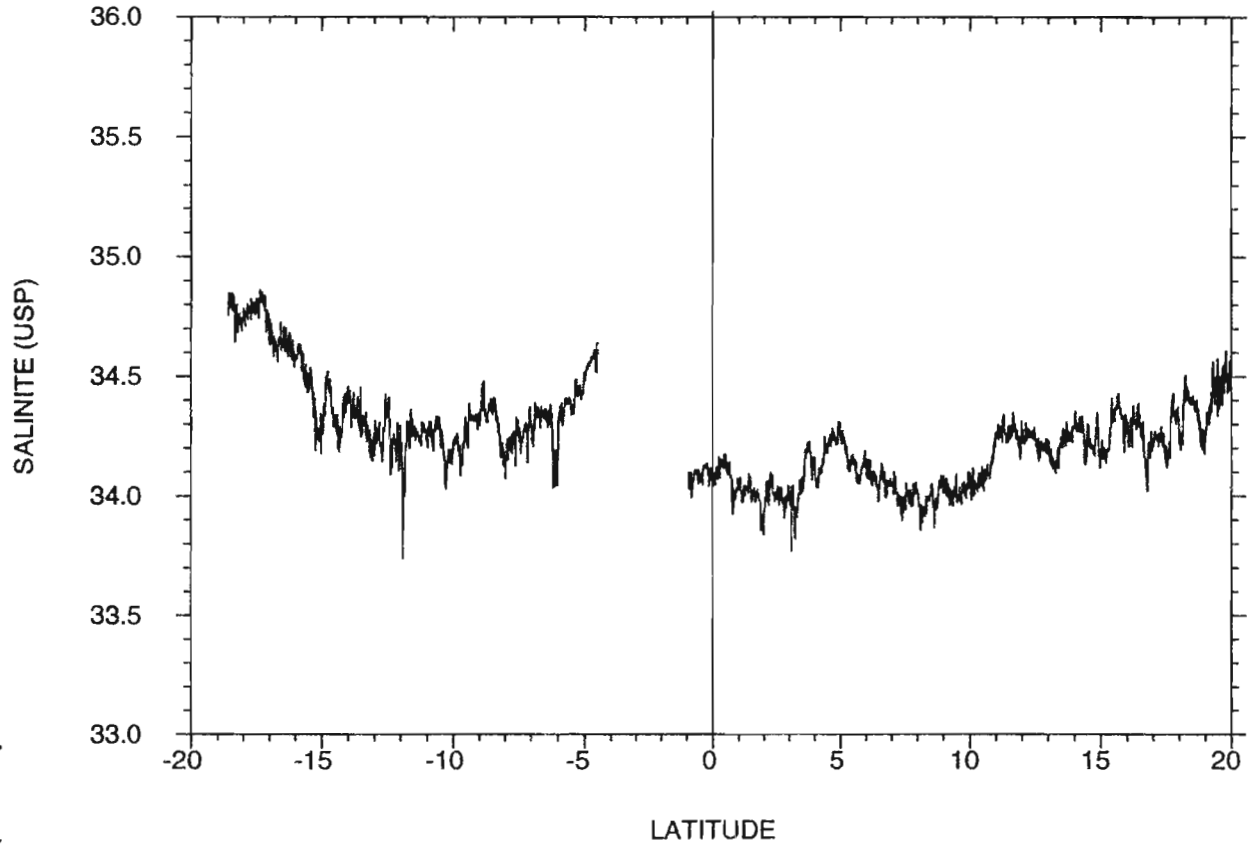


178° E

150° E

120° E

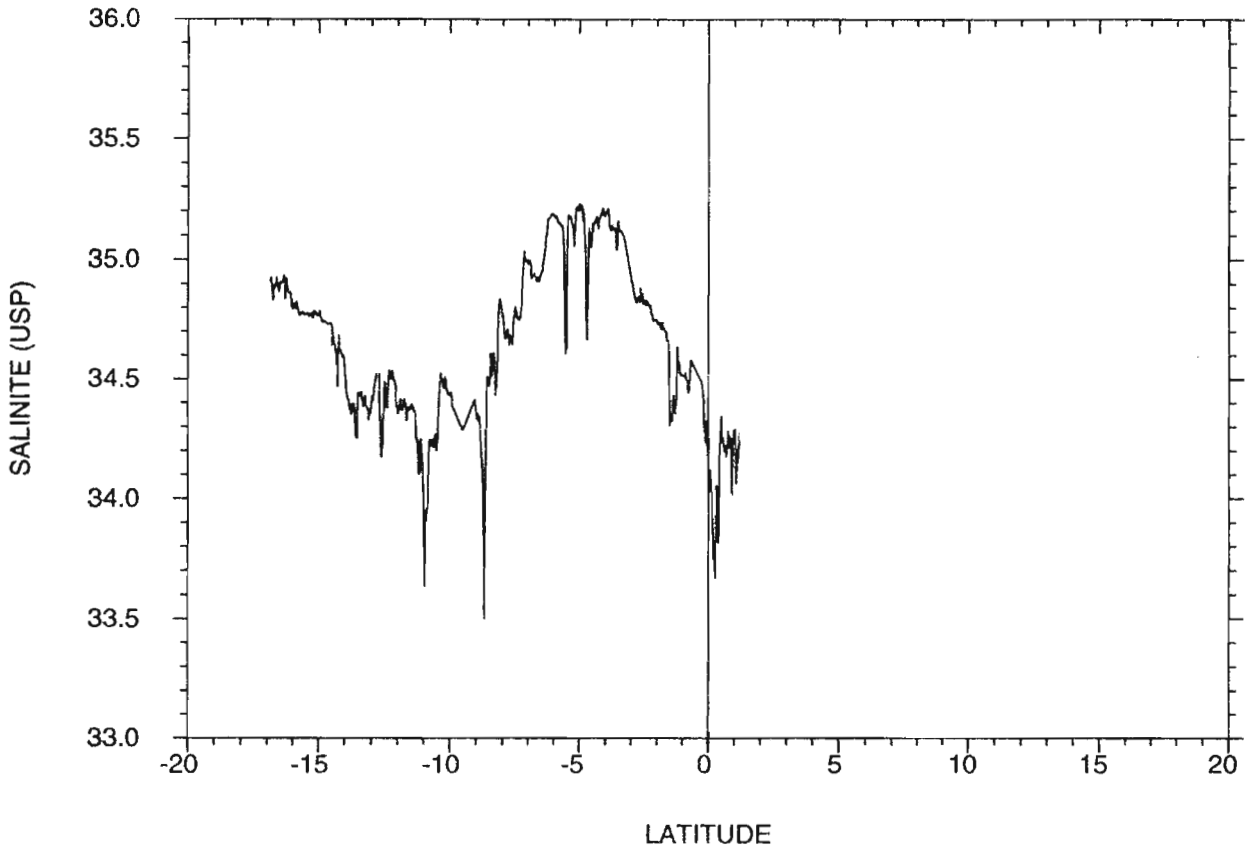
mari9103 Fidji - Formose 24/5/91 au 4/6/91



175°E

165°E

mari9103 Japon - Fidji 25/6/91 au 2/7/91

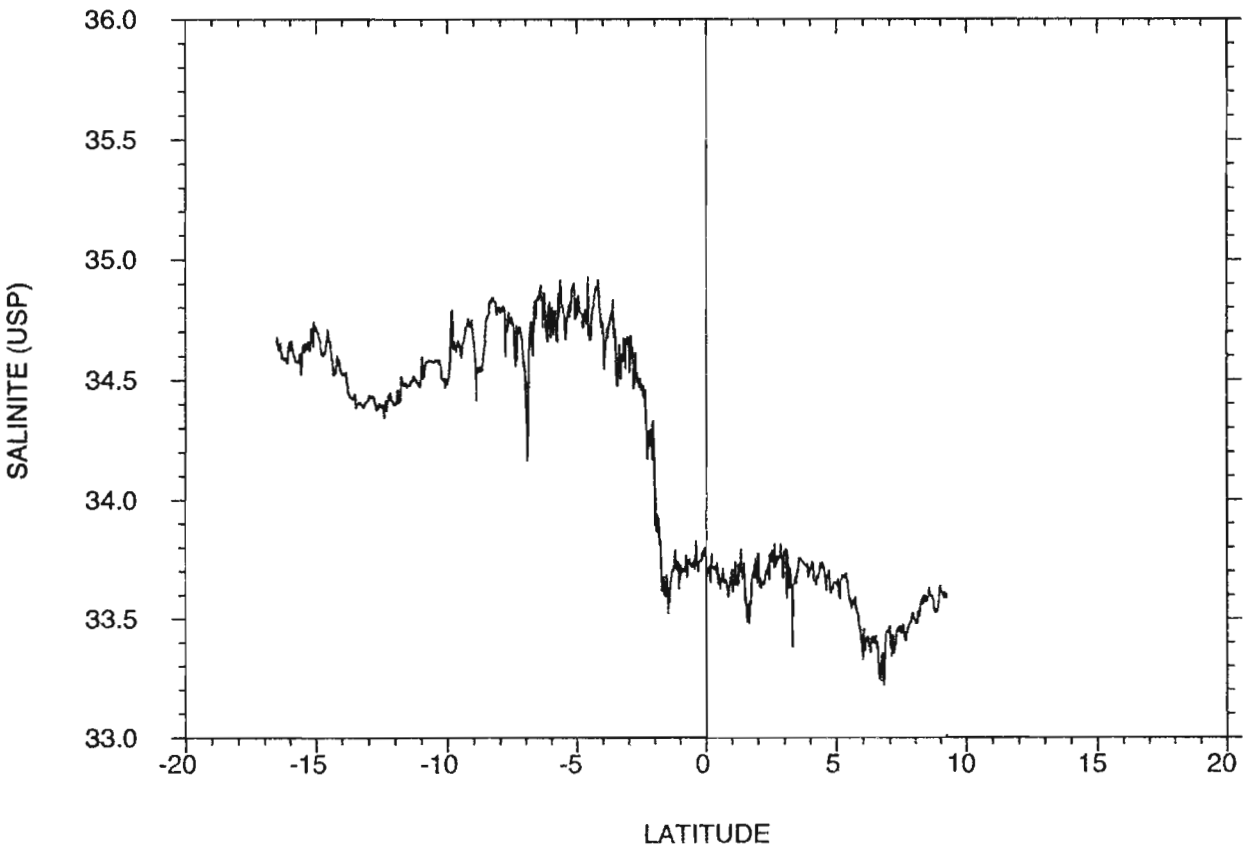


175°E

165°E

159°E

mari9104 Japon - Fidji 28/8/91 au 2/9/91



TAS Voyager

voya9102

- 9) Nlle Calédonie - Philippines 14/12/91 au 22/12/91
- 10) Japon-Fidji 14/1/92 au 24/1/92

voya9201

- 11) Nlle Calédonie - Philippines 13/2/92 22/2/92
- 12) Japon-Fidji 13/3/92 au 22/3/92
- 13) Nlle Zélande - Philippines 13/4/92 au 22/4/92
- 14) Japon - Fidji 14/5/92 au 21/5/92

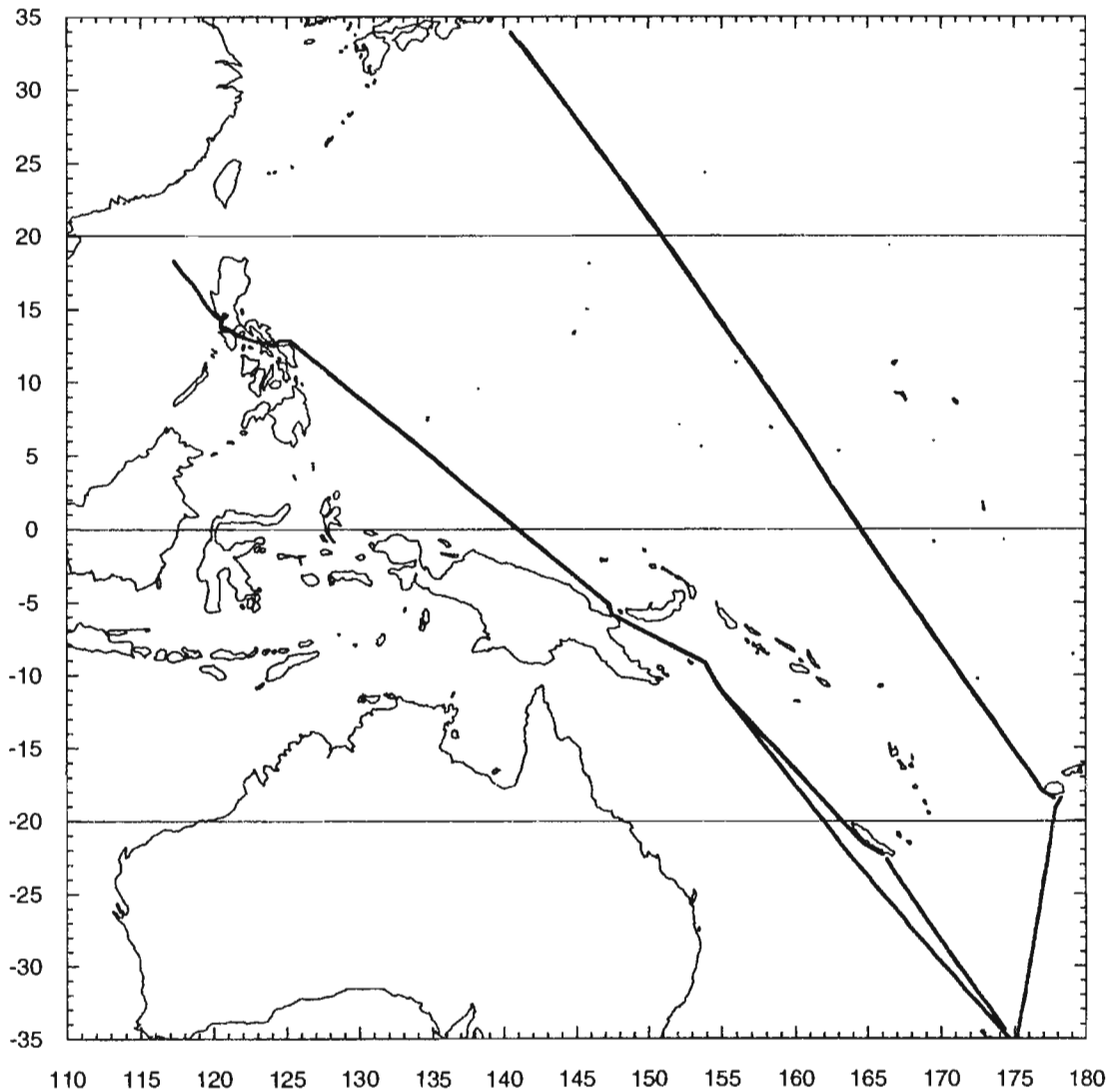
voya9203

- 15) Nlle Calédonie - Philippines 12/08/92 au 22/08/92
- 16) Nlle Calédonie - Philippines 13/10/92 au 24/10/92

voya9204

- 17) 5°N - Philippines 21/12/92 au 26/12/92

TAS Voyager

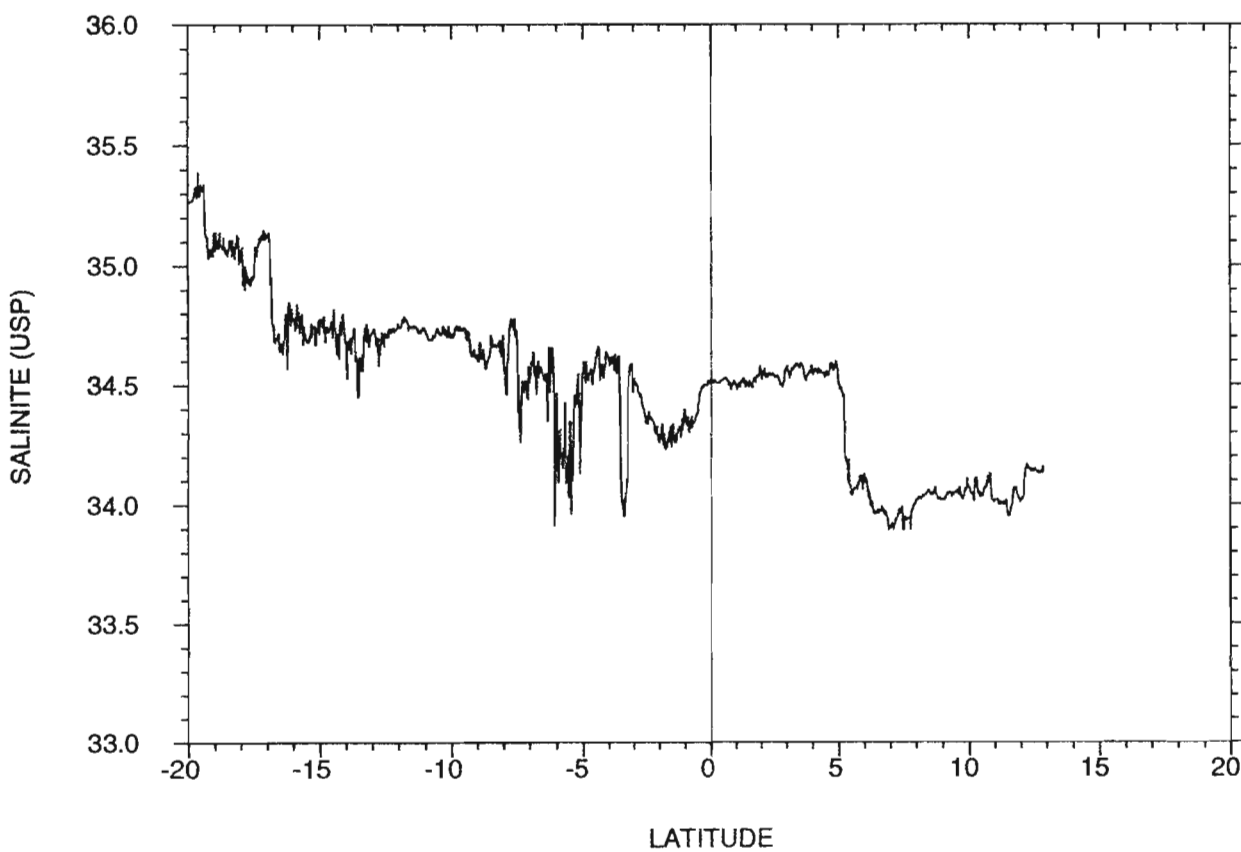
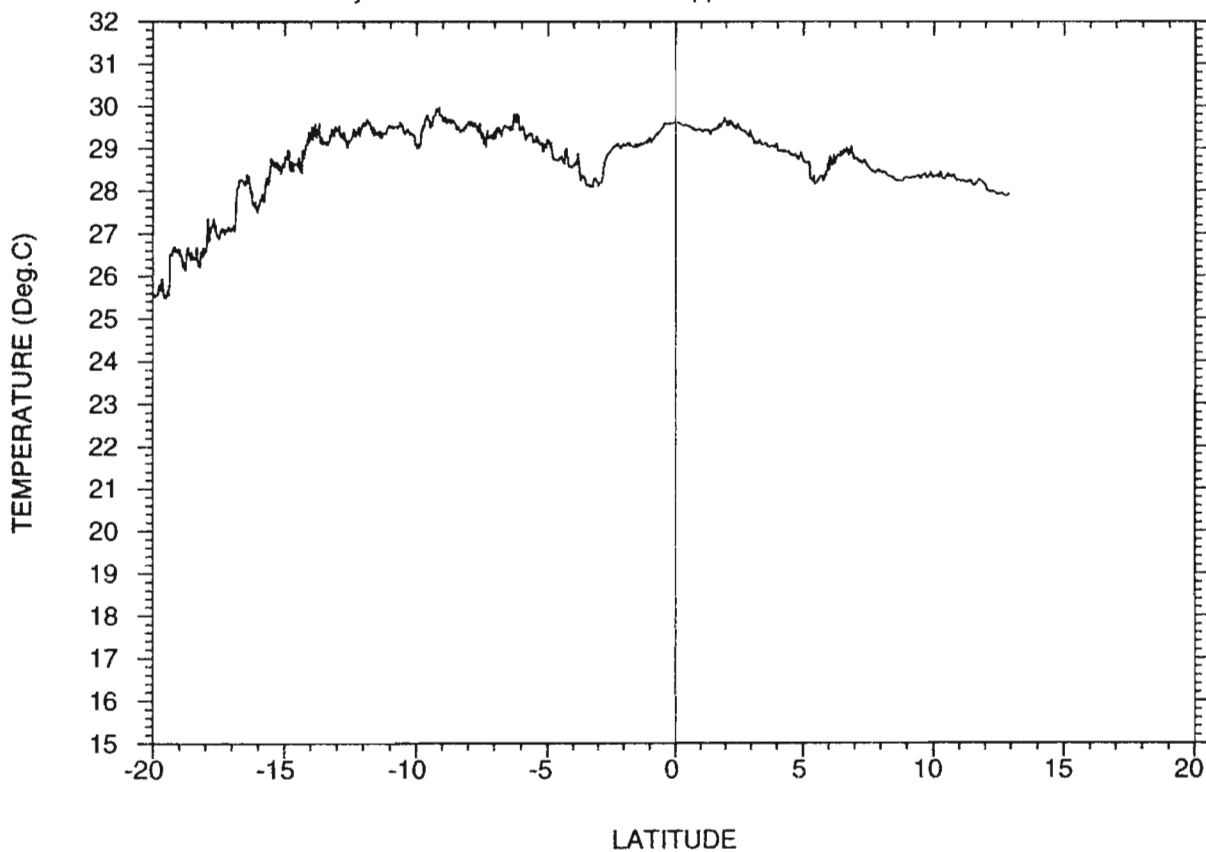


163° E

142° E

120° E

voya9102 Nlle Caledonie - Philippines 14/12/91 au 22/12/91

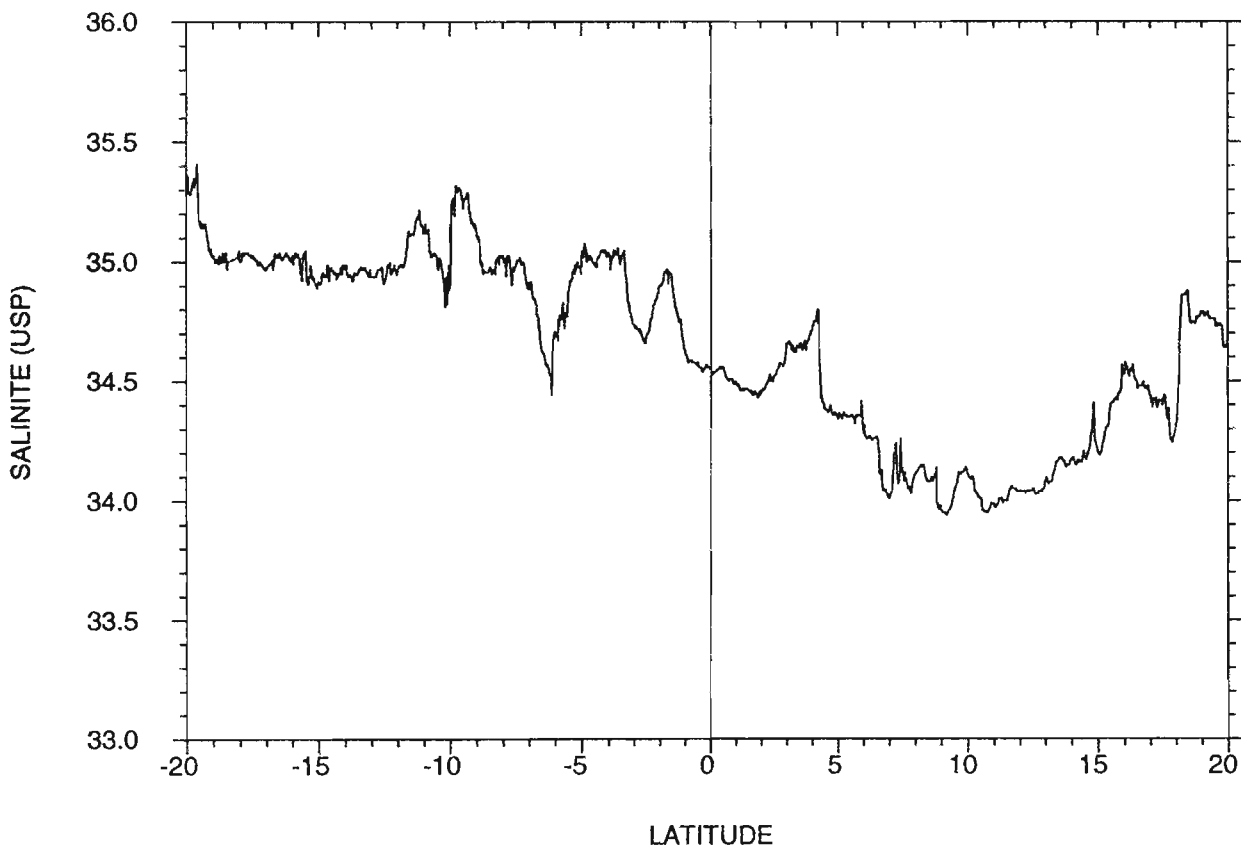
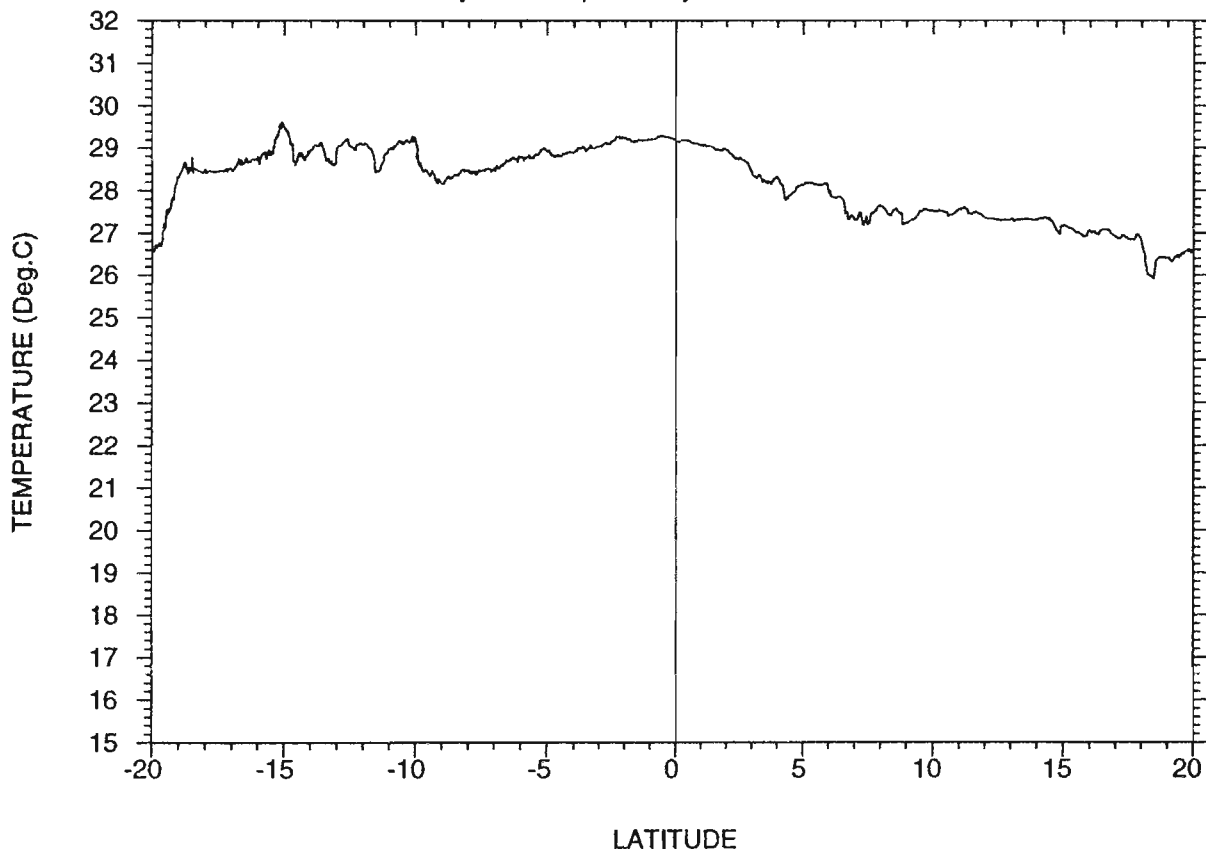


178° E

165° E

152° E

voya9102 Japon - Fidji 14/1/92 au 24/1/92

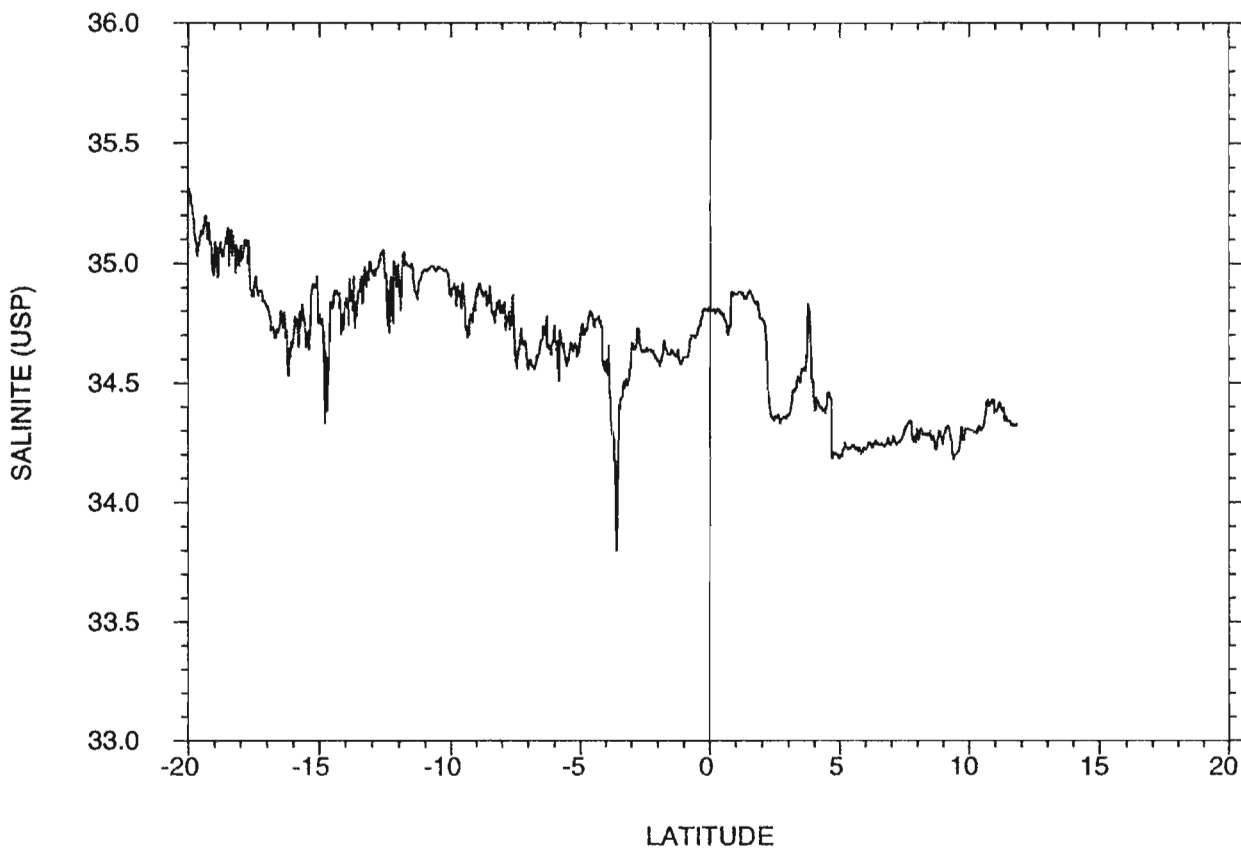
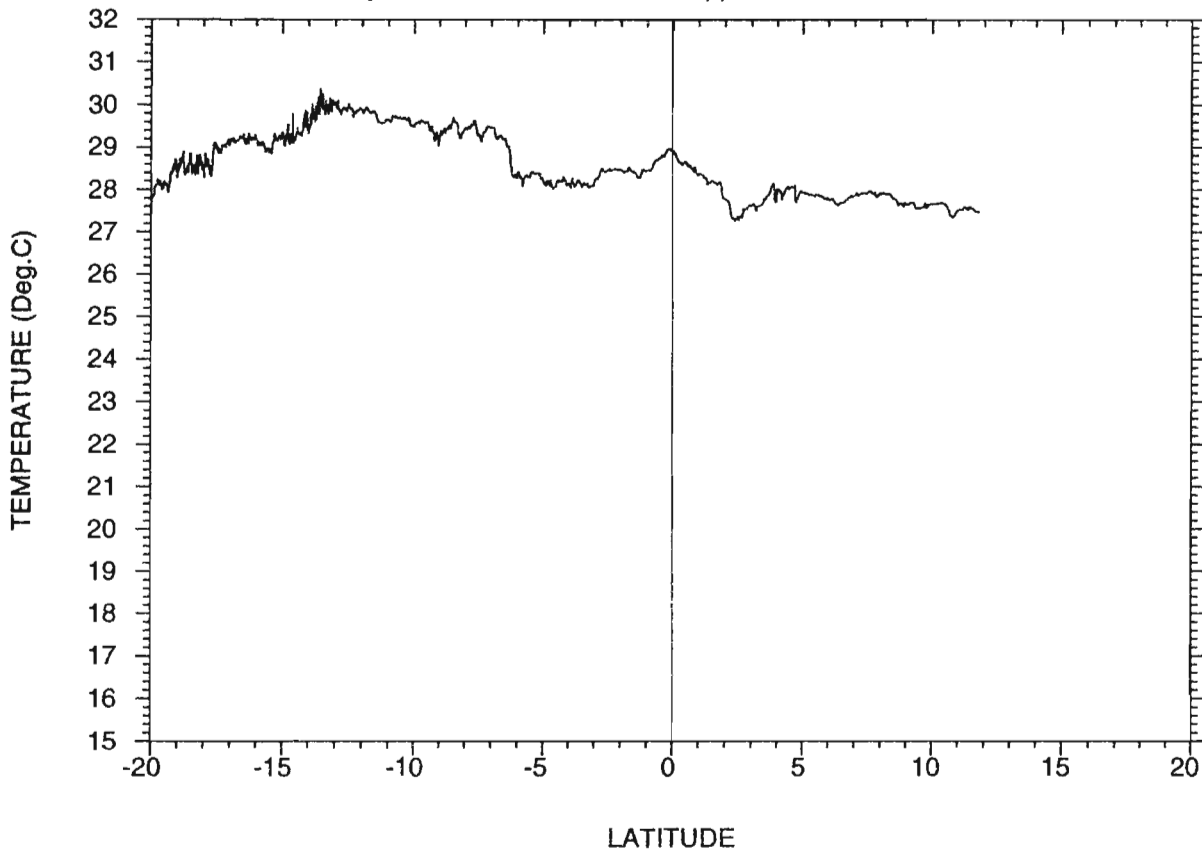


163° E

142° E

120° E

voya9201 Nlle Caledonie - Philippines 13/2/92 au 22/2/92

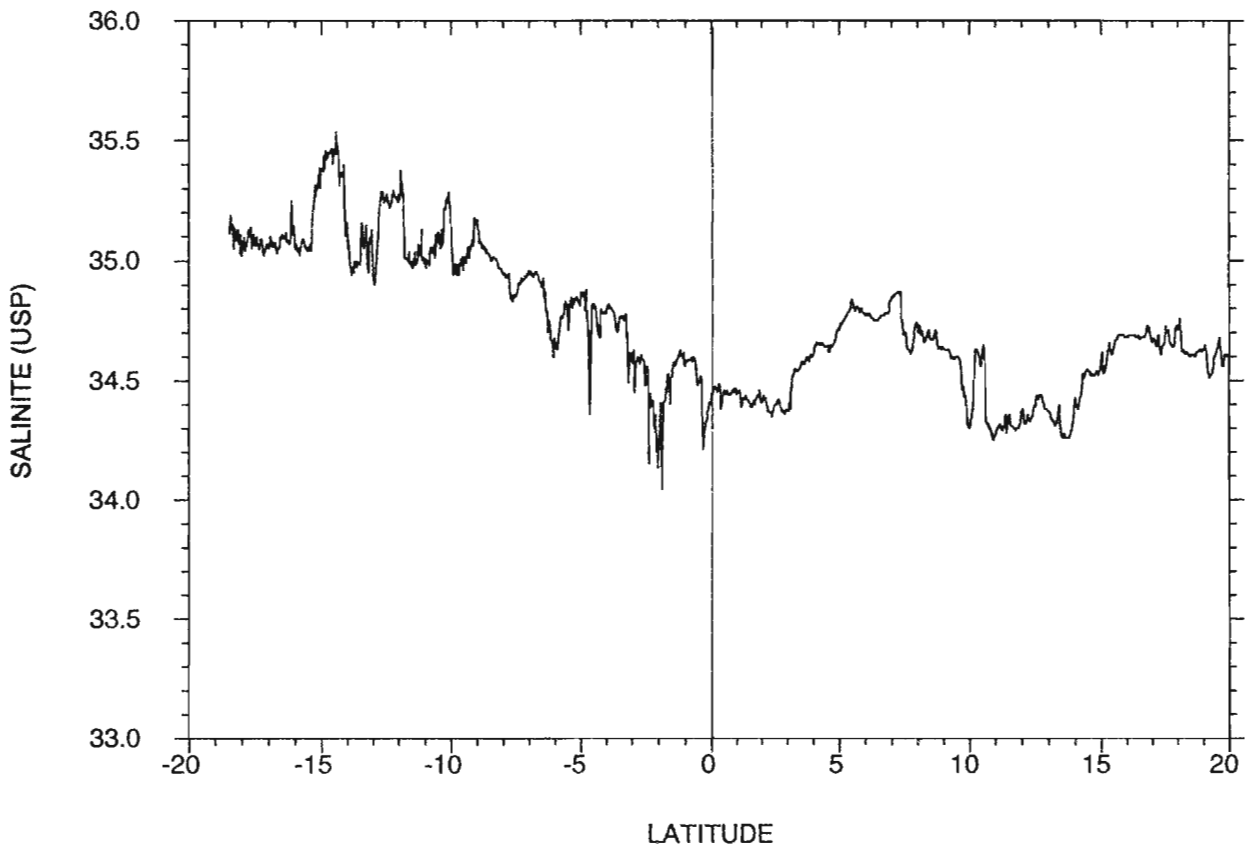
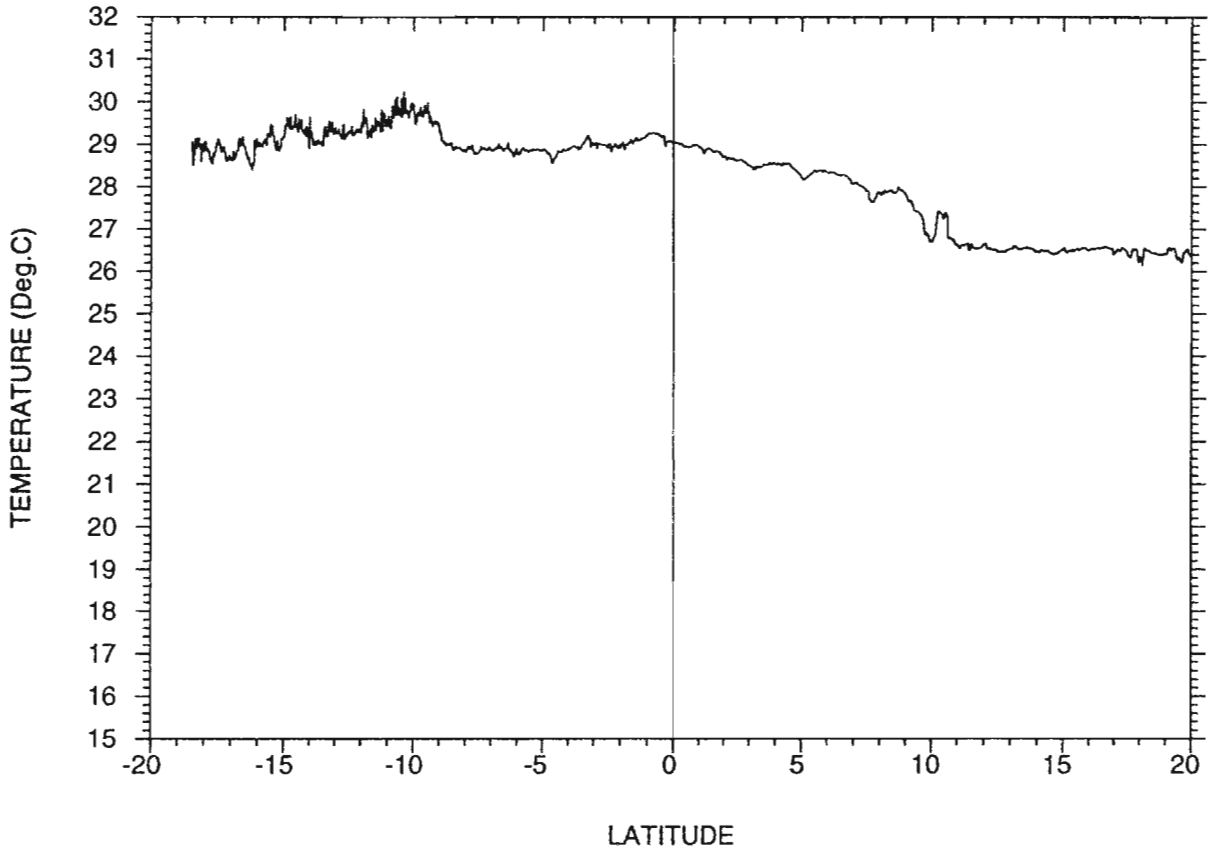


178° E

165° E

152° E

voya9201 Japon - Fidji 13/3/92 au 22/3/92

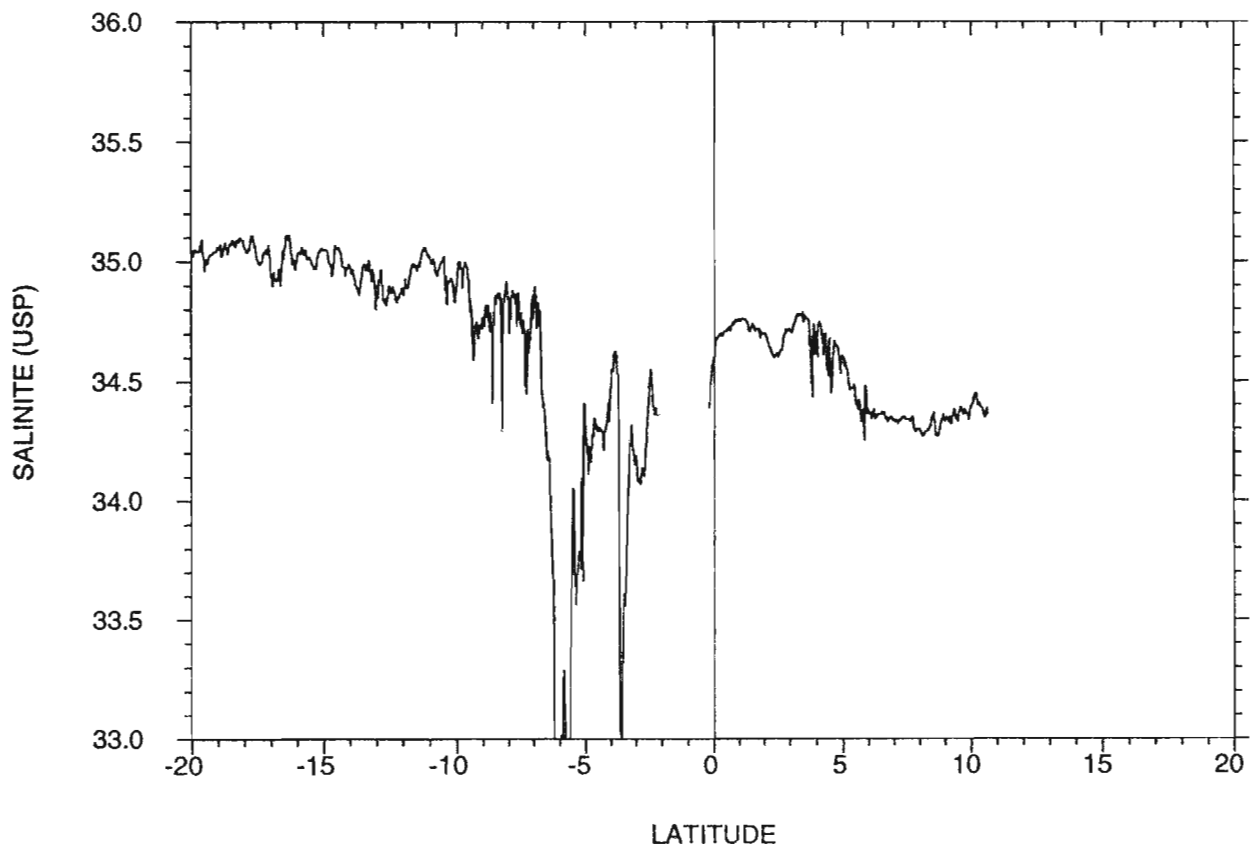
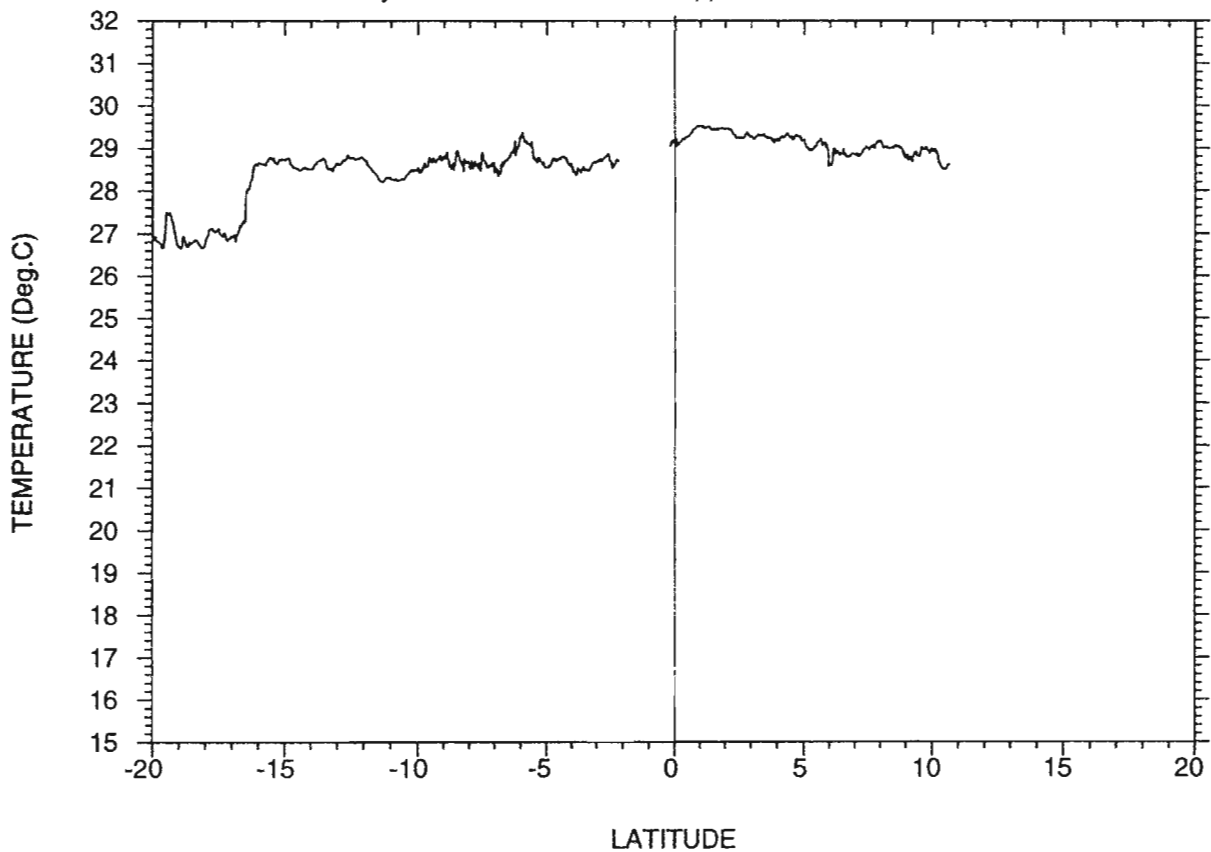


162°E

142°E

120°E

voya9201 Nlle Zelande - Philippines 13/4/92 au 22/4/92

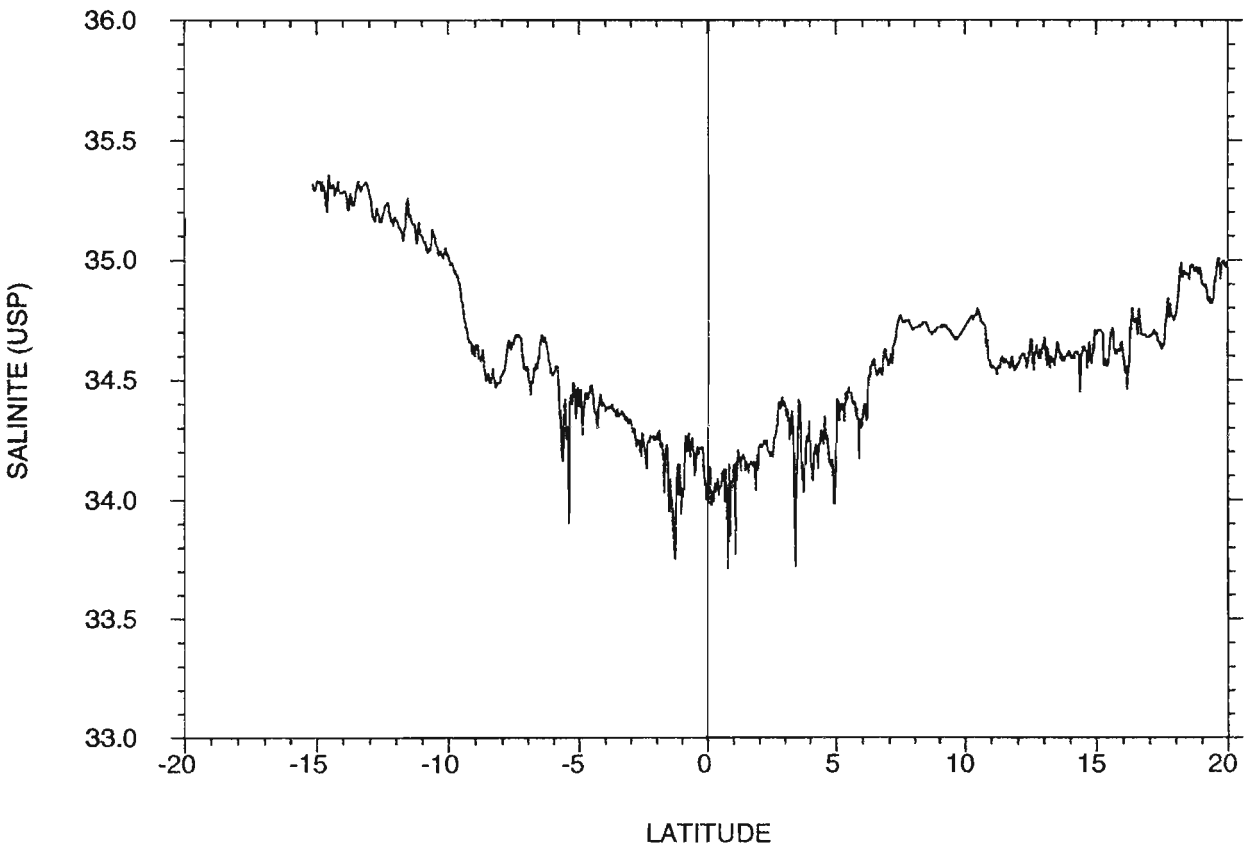
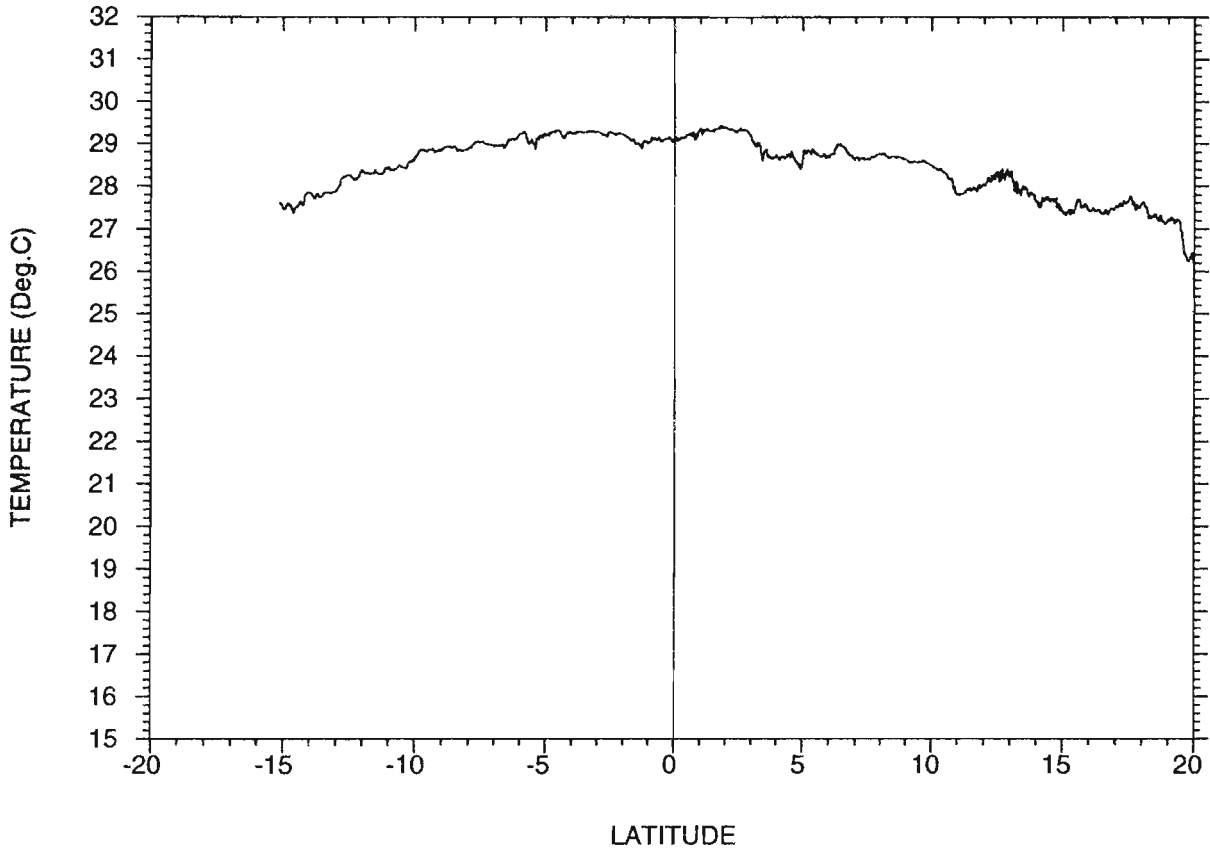


178°E

165°E

152°E

voya9201 Japon - Fidji 14/5/92 au 21/5/92

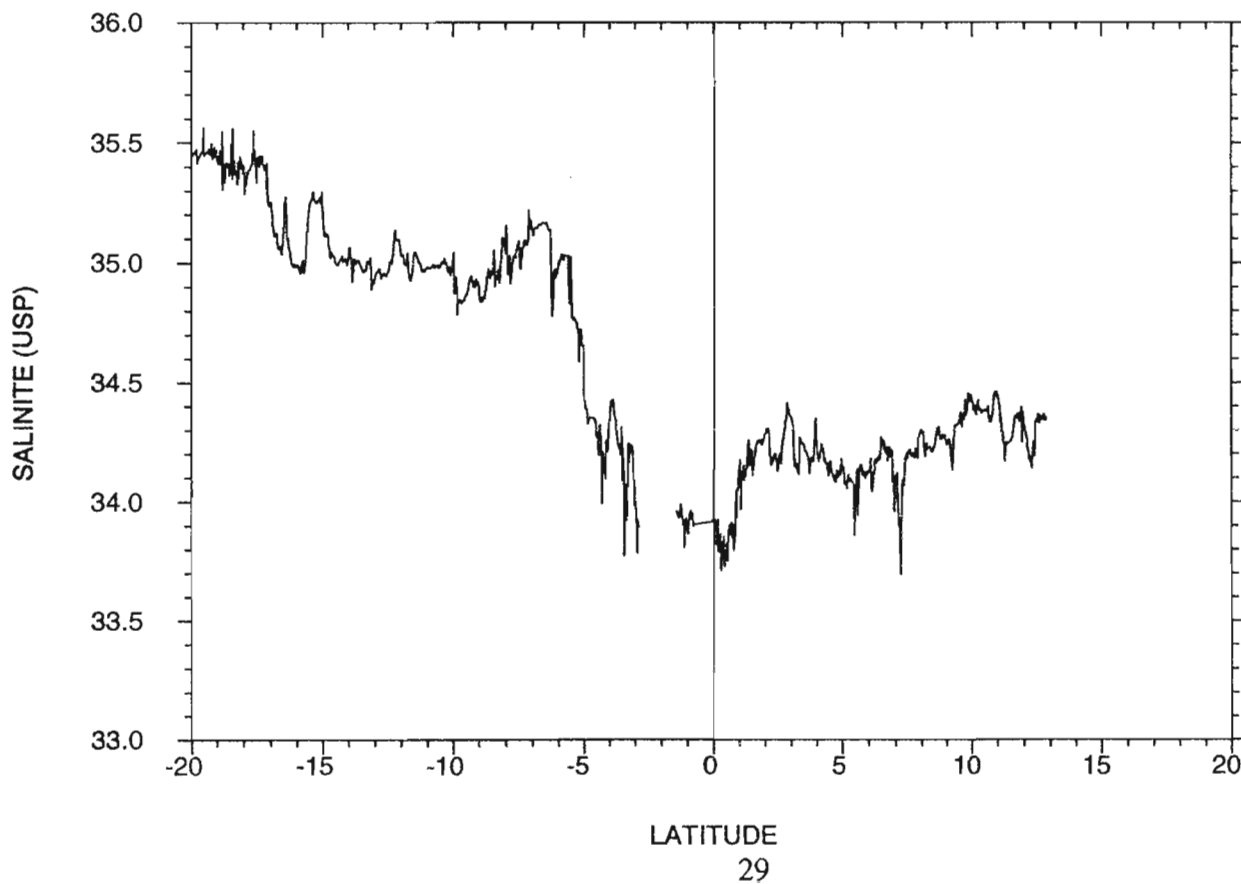
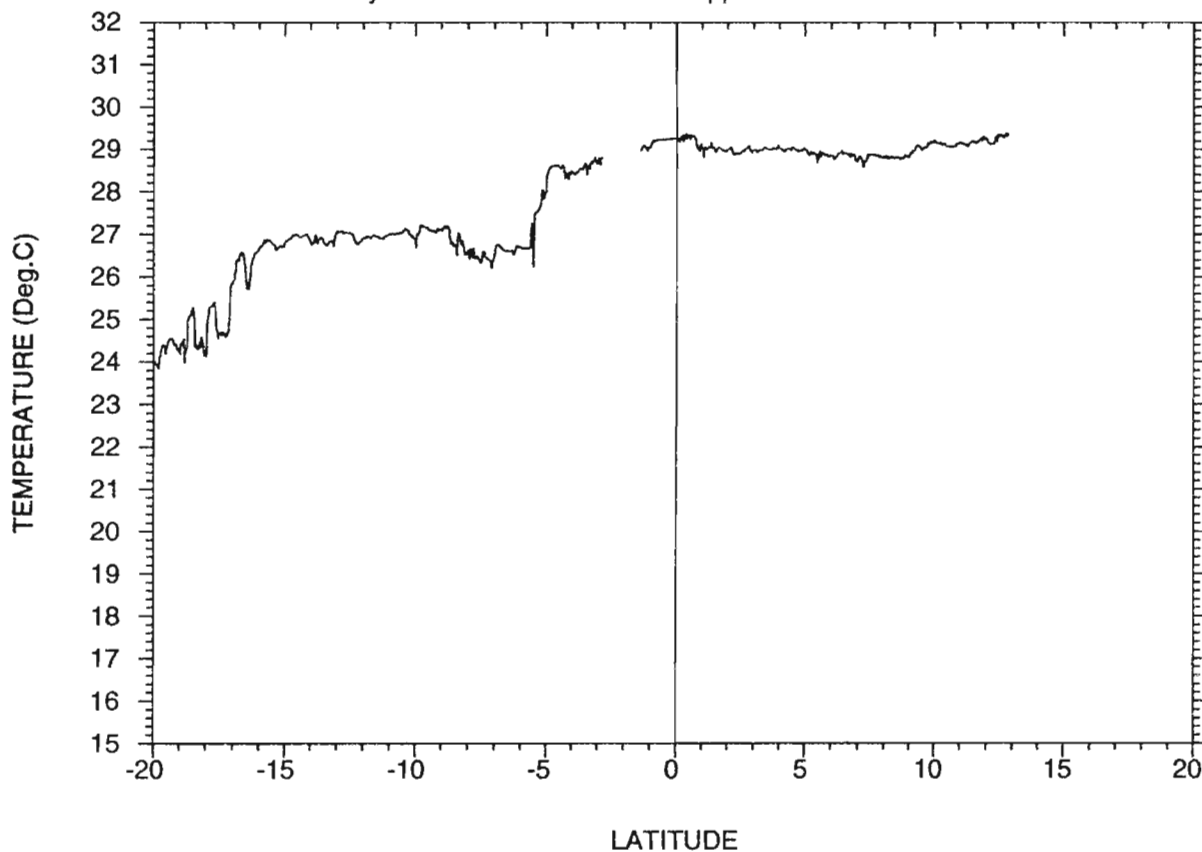


165° E

142° E

120° E

voya9203 Nlle Caledonie - Philippines 12/8/92 au 22/8/92

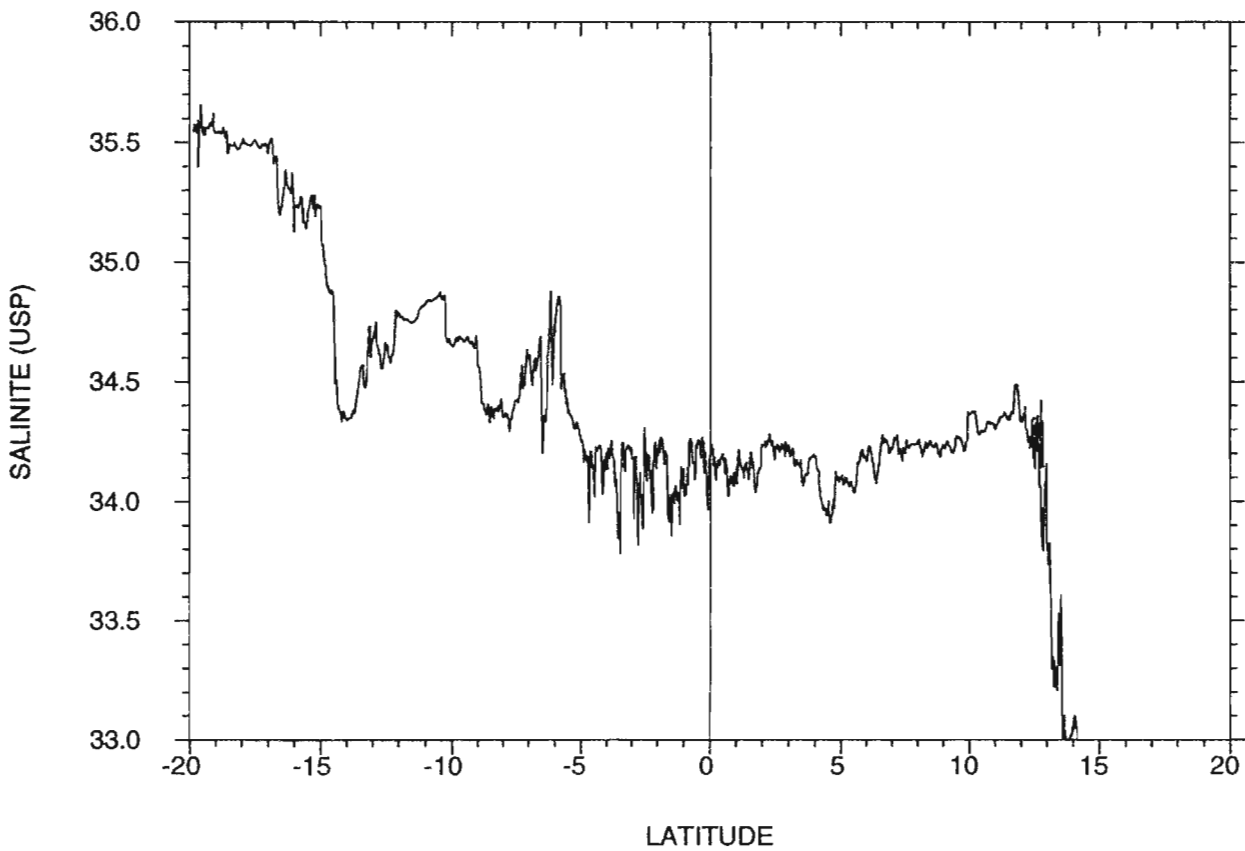
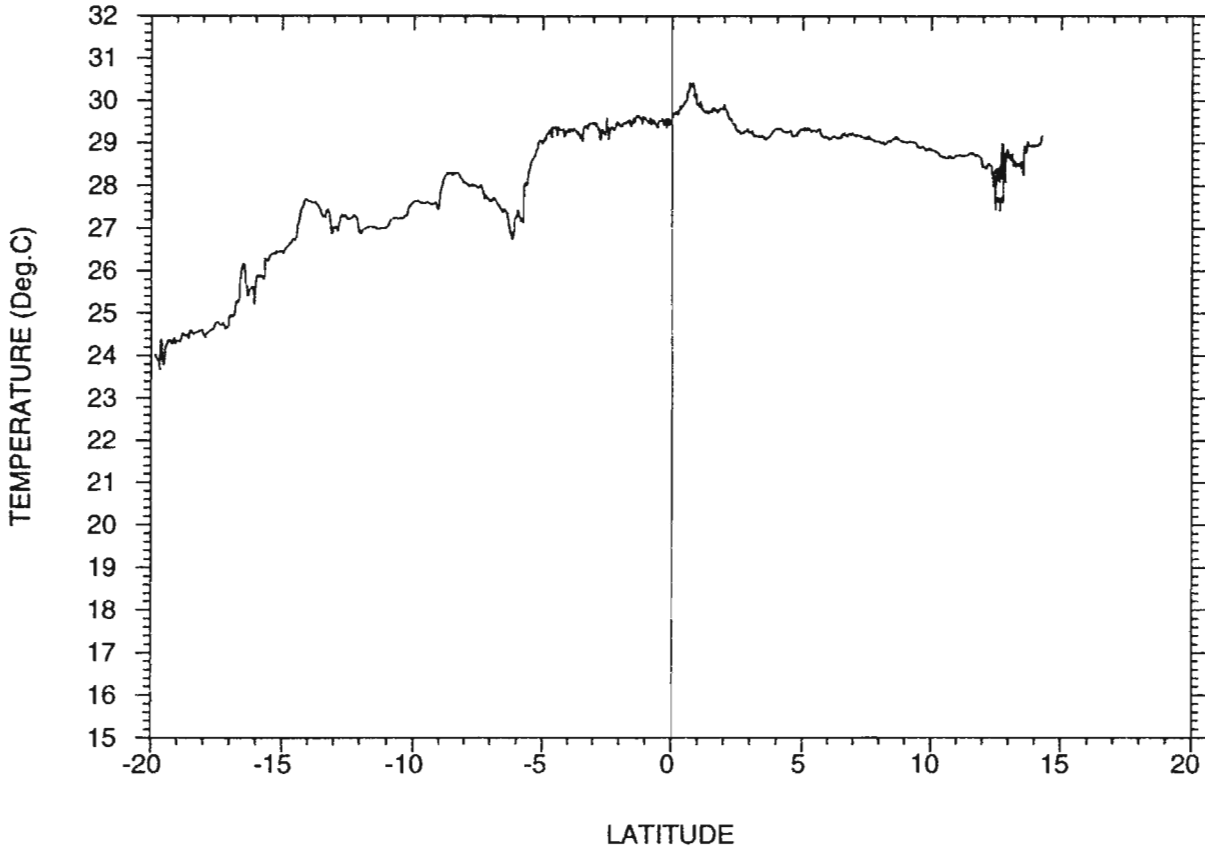


163° E

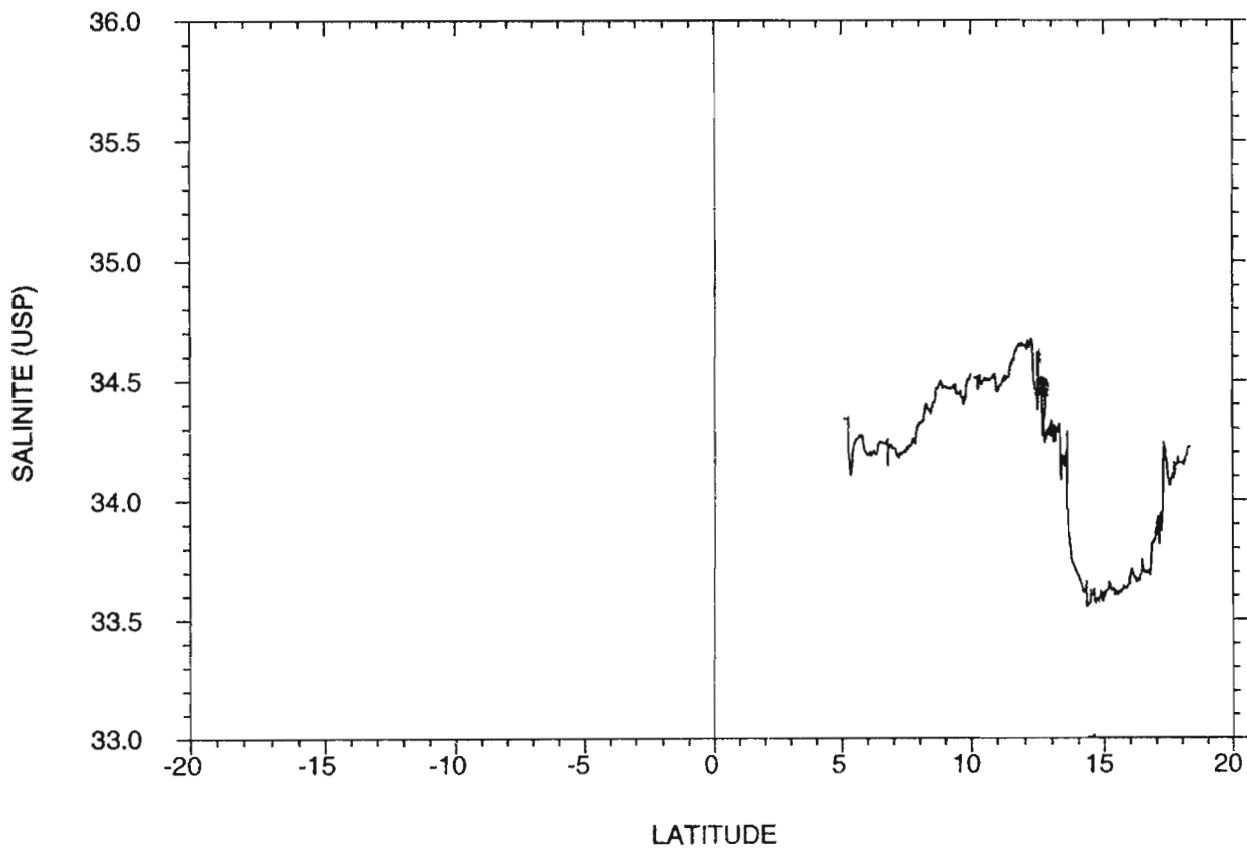
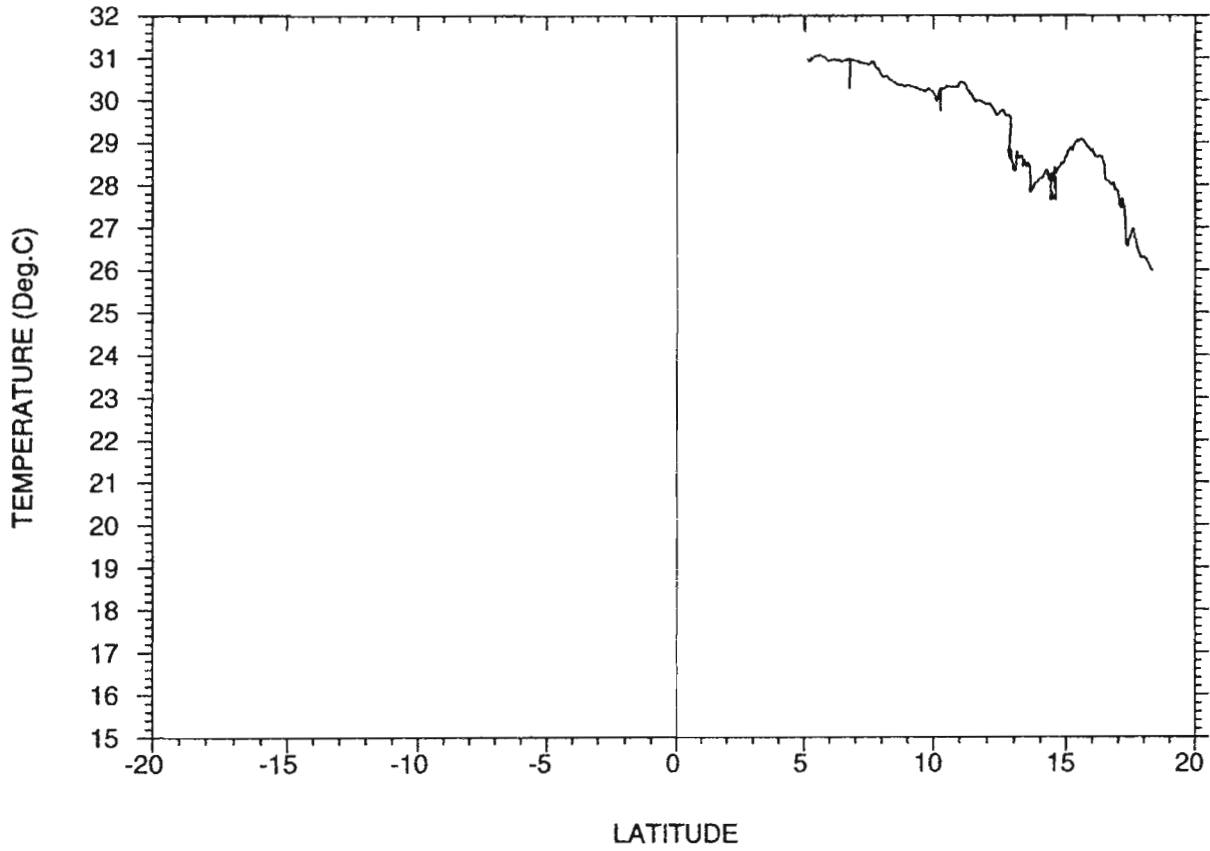
142° E

120° E

voya9203 Nlle Caledonie - Philippines 13/10/92 au 24/10/92

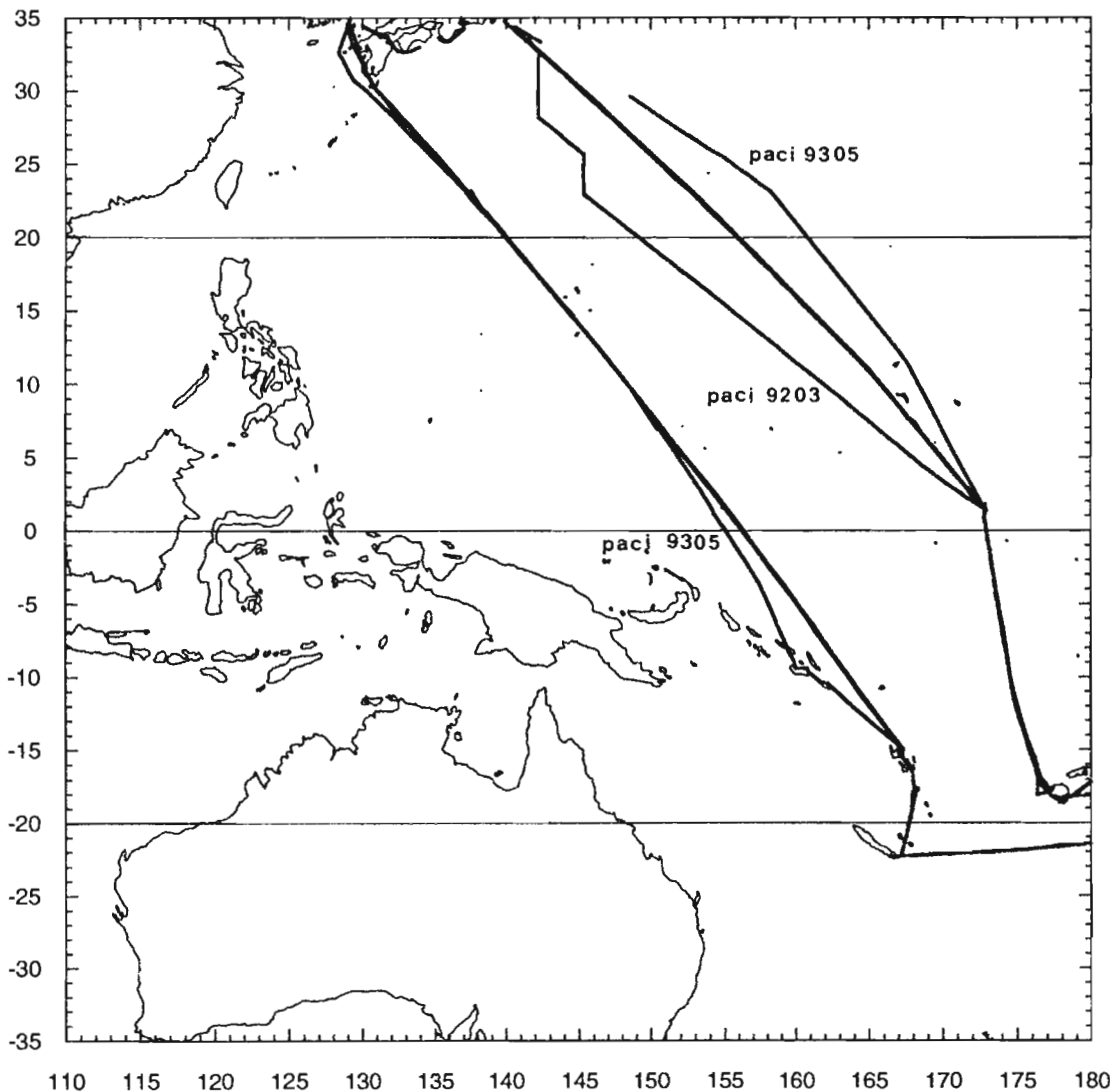


135° E 120° E
voya9204 5N - Philippines 21/12/92 au 26/12/92



paci9201			
18)	Nlle Calédonie - Japon	11/05/92	au 20/05/92
19)	Japon-Tarawa-Fidji	07/06/92	au 17/06/92
paci9202			
20)	Nlle Calédonie - Japon	07/07/92	au 18/07/92
21)	Japon-Tarawa-Fidji	03/08/92	au 13/08/92
paci9203			
22)	Salomons-Japon	10/09/92	au 17/09/92
23)	Japon-Tarawa-Fidji	04/10/92	au 16/10/92
paci9204			
24)	Japon-Tarawa-Fidji	08/12/92	au 17/12/92
paci9301			
25)	Nlle Calédonie-Japon	12/01/93	au 23/01/93
26)	Japon-Tarawa-Fidji	09/02/93	au 18/02/93
paci9302			
27)	Nlle Calédonie - Japon	12/03/93	au 23/03/93
28)	Japon-Tarawa-Fidji	10/04/93	au 20/04/93
paci9303			
29)	Nlle Calédonie-Japon	10/05/93	au 20/05/93
30)	Japon-Tarawa-Fidji	05/06/93	au 15/06/93
paci9304			
31)	Nlle Calédonie-Japon	09/07/93	au 22/07/93
32)	Japon-Tarawa-Fidji	31/07/93	au 14/08/93
paci9305			
33)	Nlle Calédonie - Japon	03/09/93	au 20/09/93
34)	Japon-Tarawa-Fidji	30/09/93	au 13/10/93
paci9306			
35)	Nlle Calédonie-Japon	01/11/93	au 17/11/93
36)	Japon-Tarawa-Fidji	01/12/93	au 15/12/93

Pacific Islander

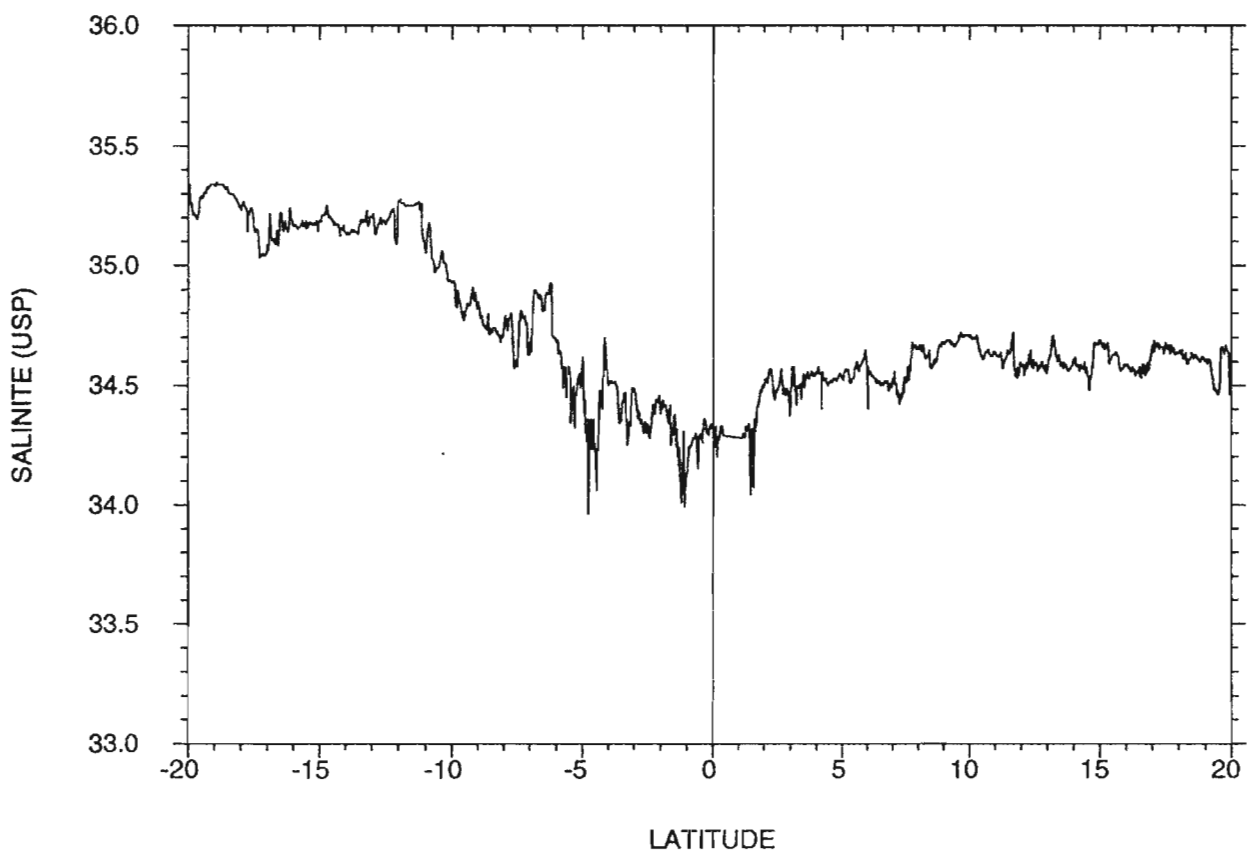
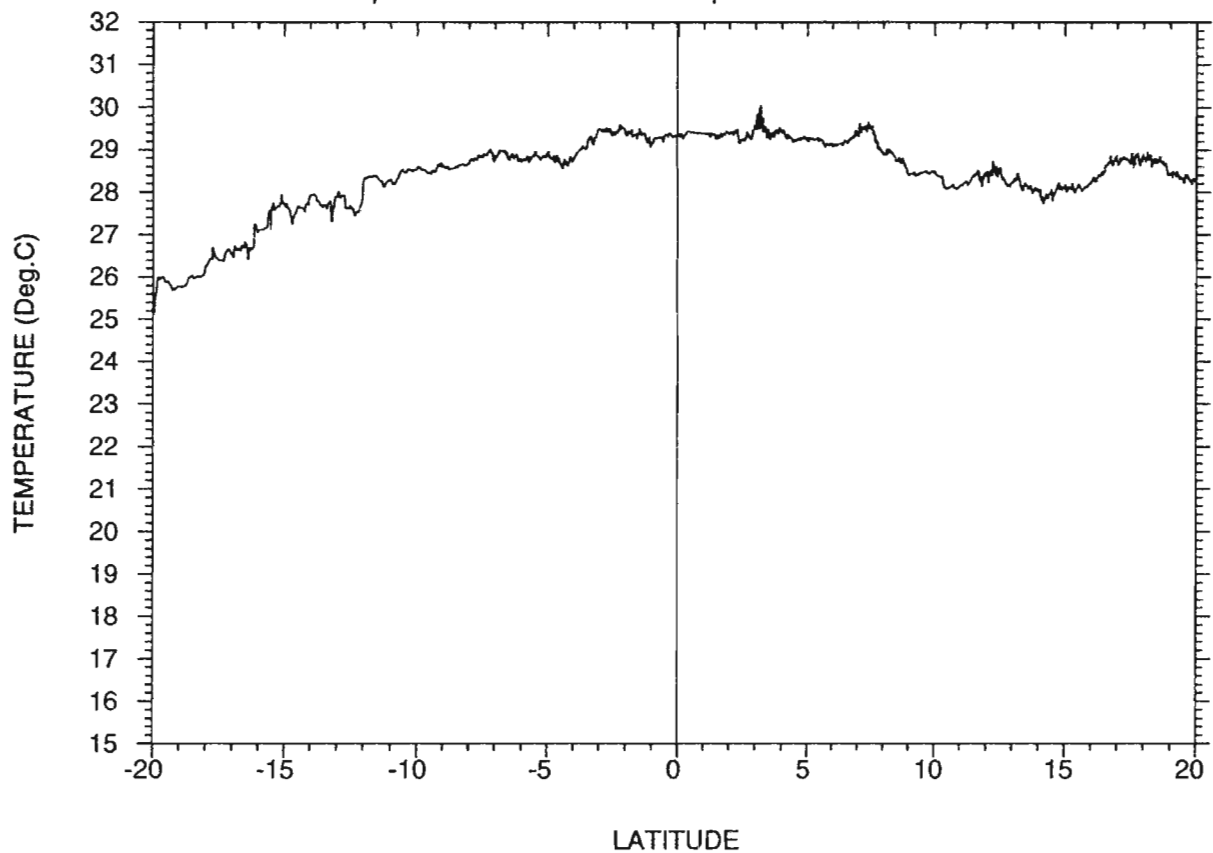


168° E

156° E

140° E

paci9201 Nlle Caledonie - Japon 11/5/92 au 20/5/92

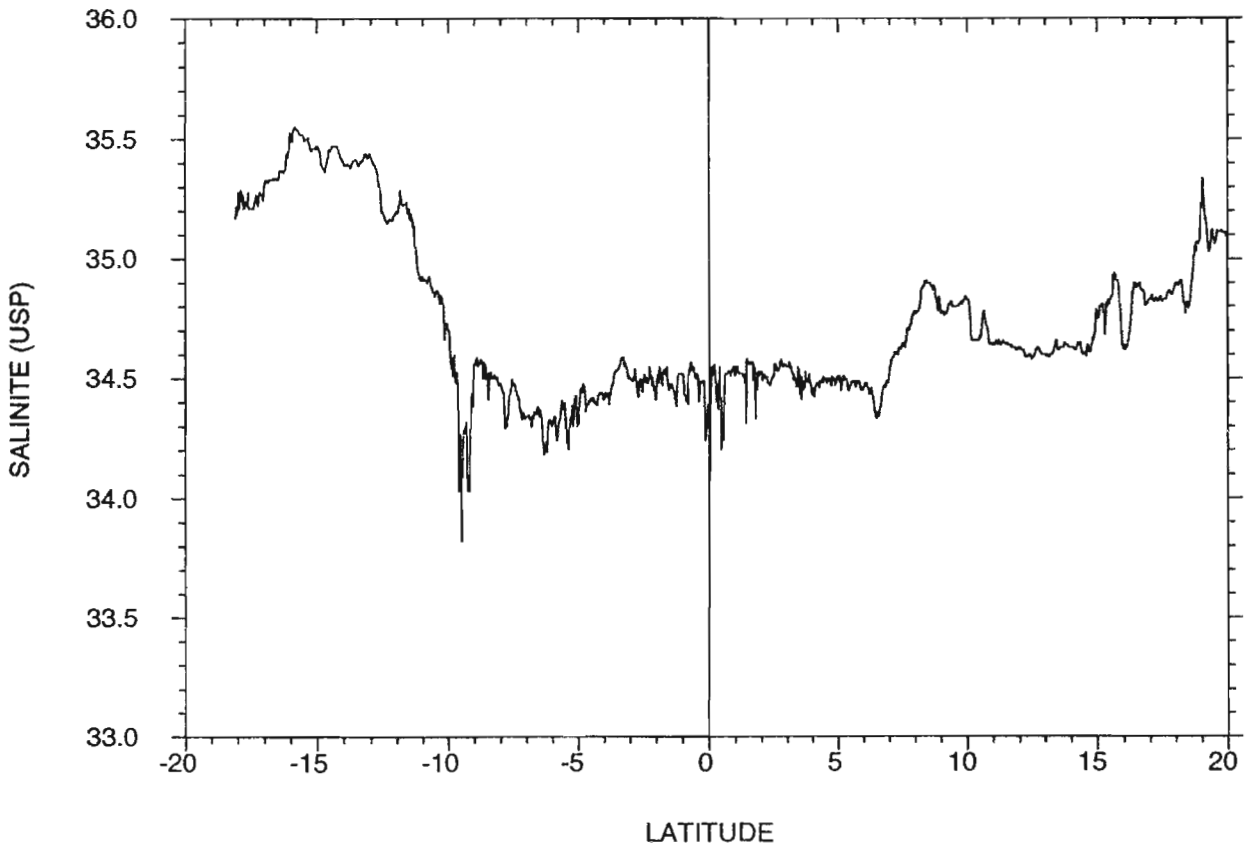
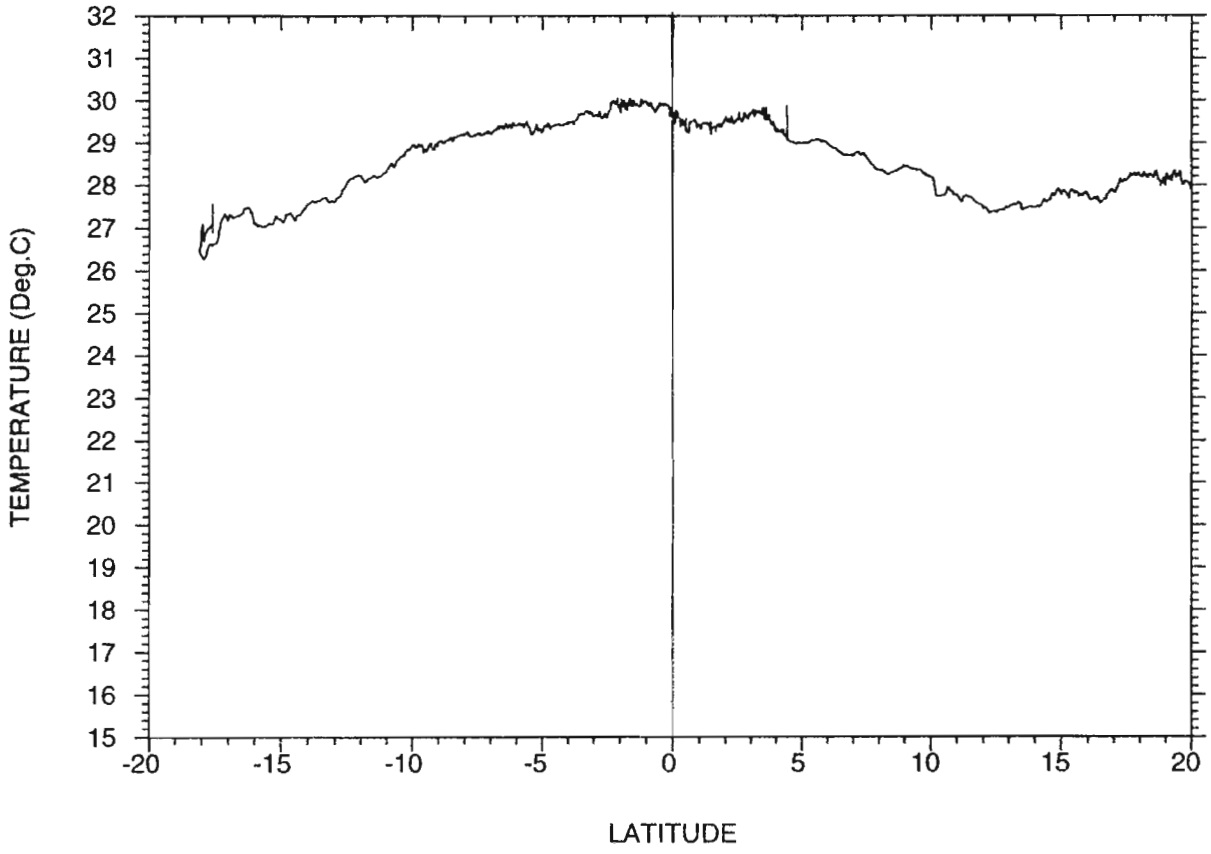


178° E

173° E

156° E

paci9201 Japon - Fidji 7/6/92 au 17/6/92

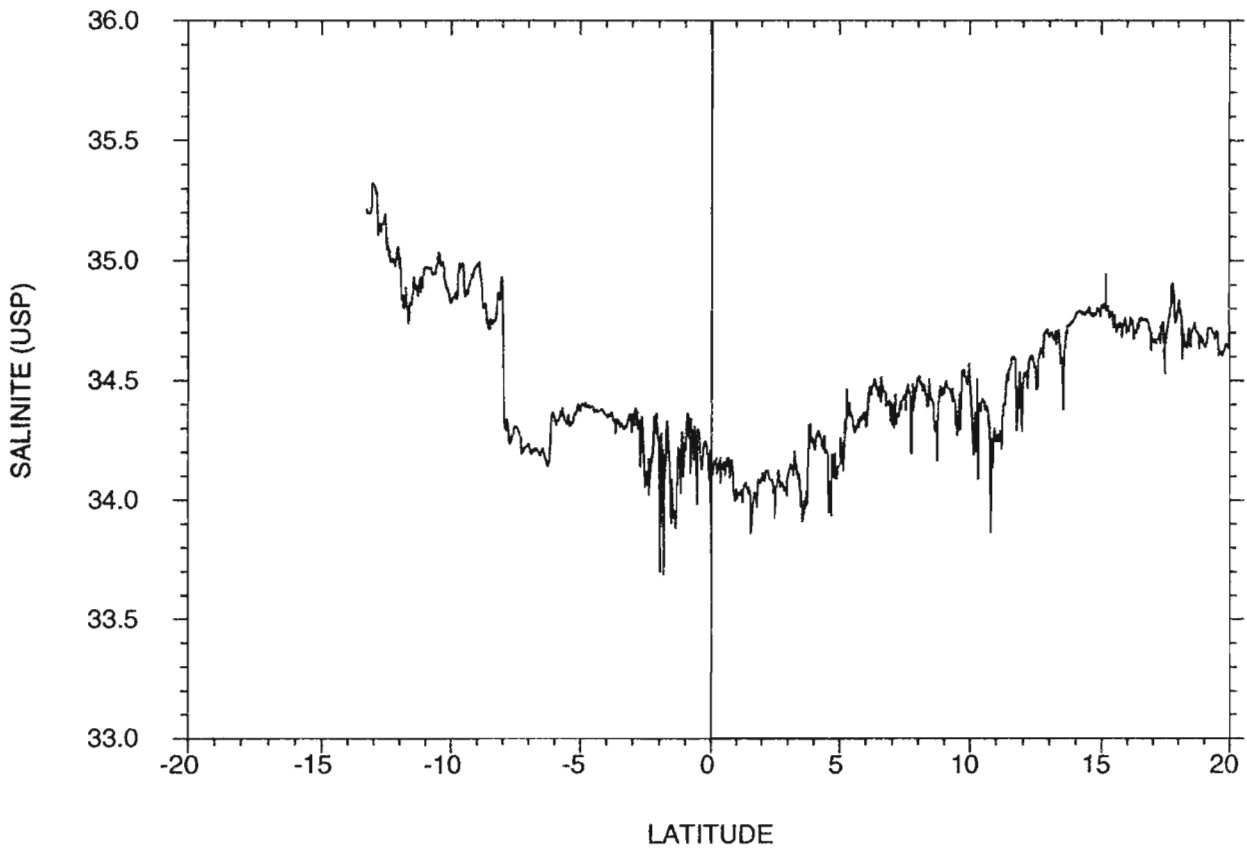
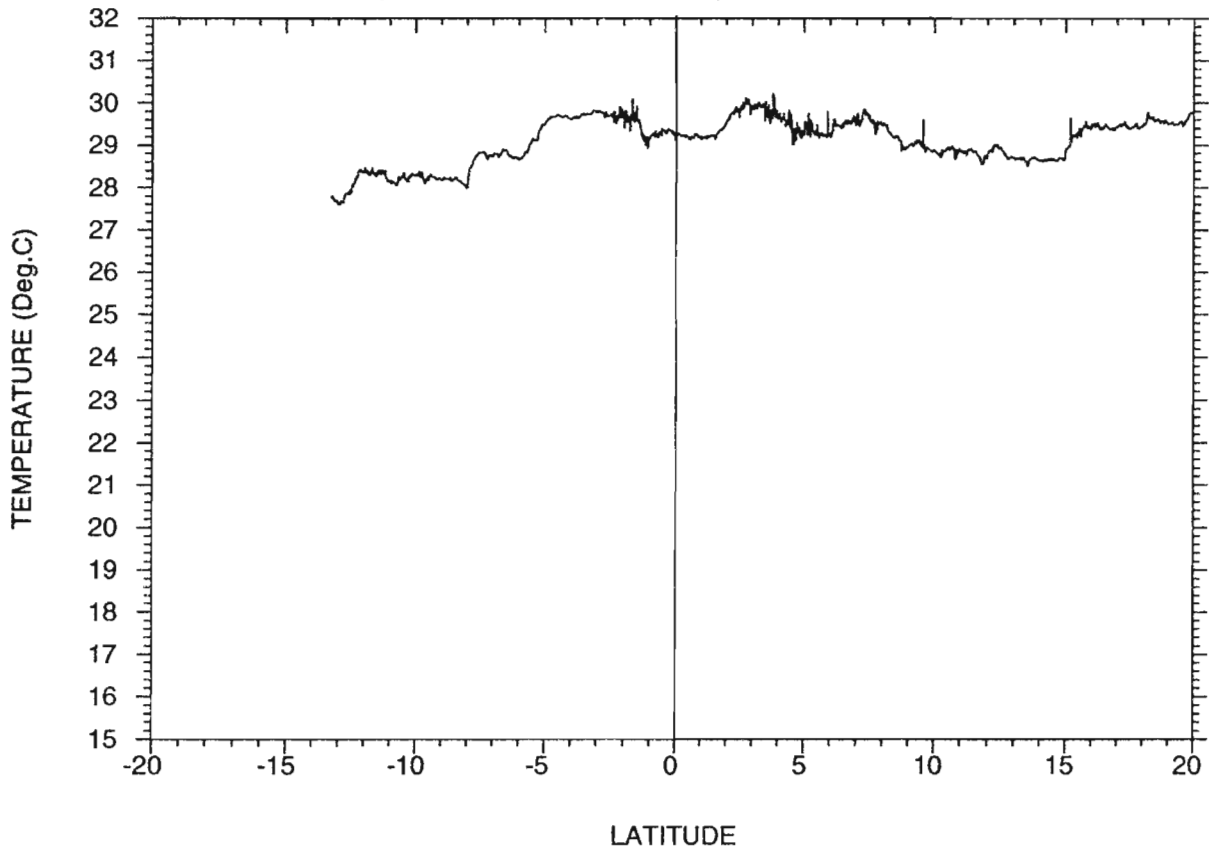


167° E

156° E

140° E

paci9202 Nlle Caledonie - Japon 7/7/92 au 18/7/92

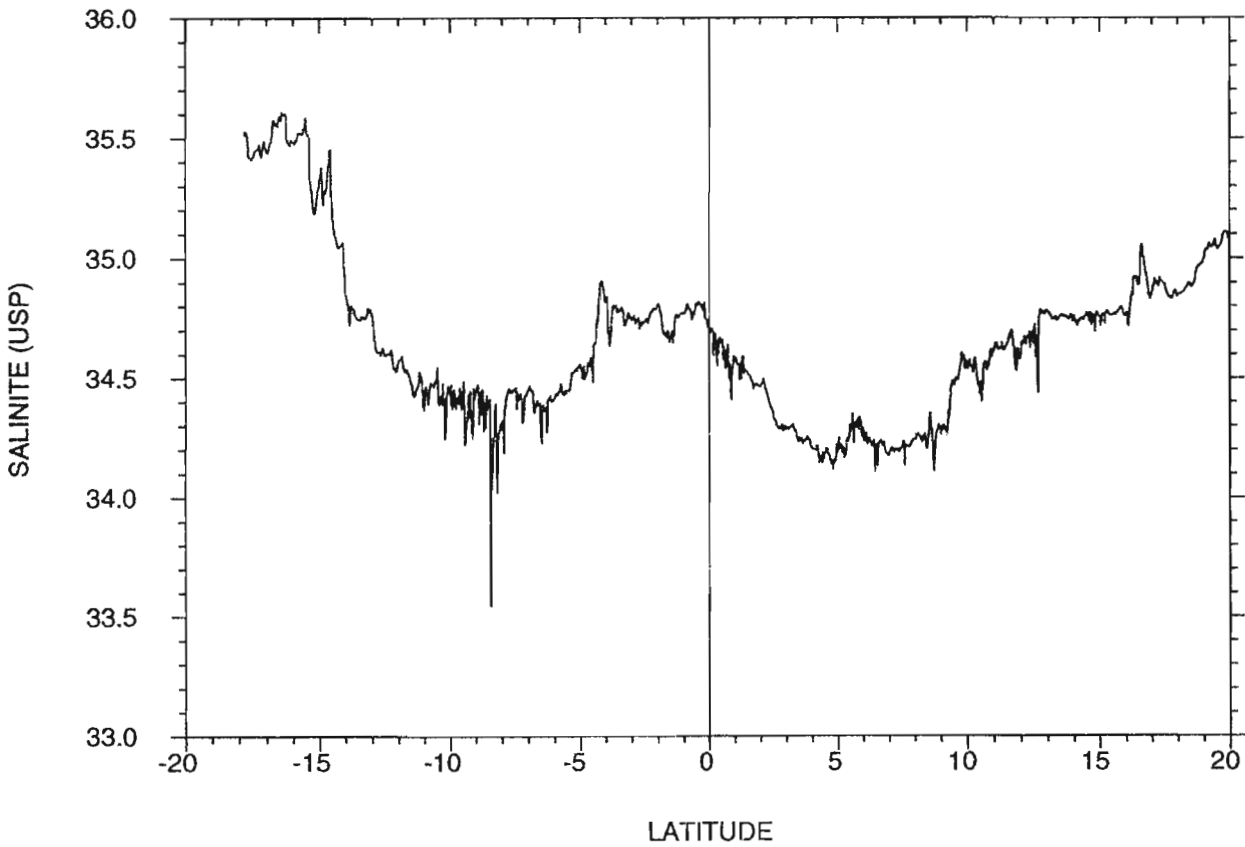
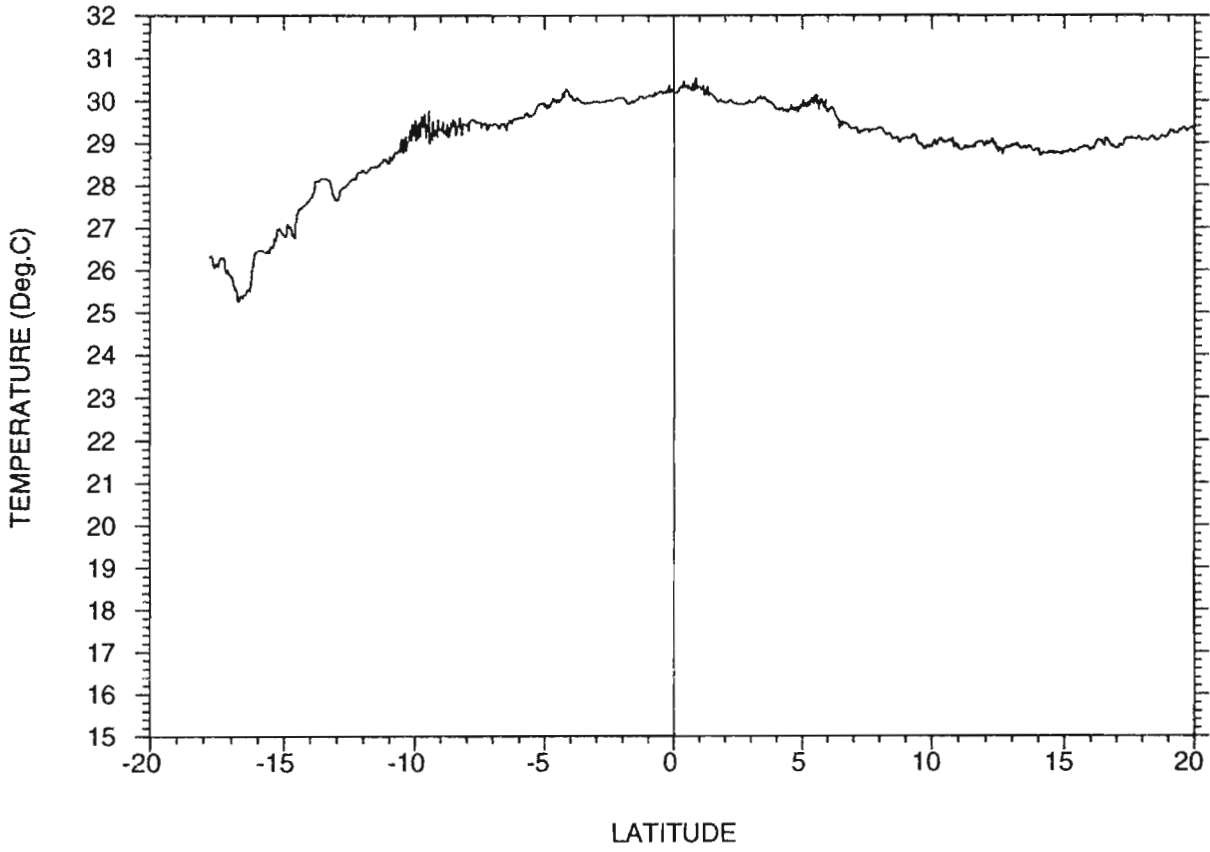


178° E

173° E

156° E

paci9202 Japon - Fidji 3/8/92 au 13/8/92

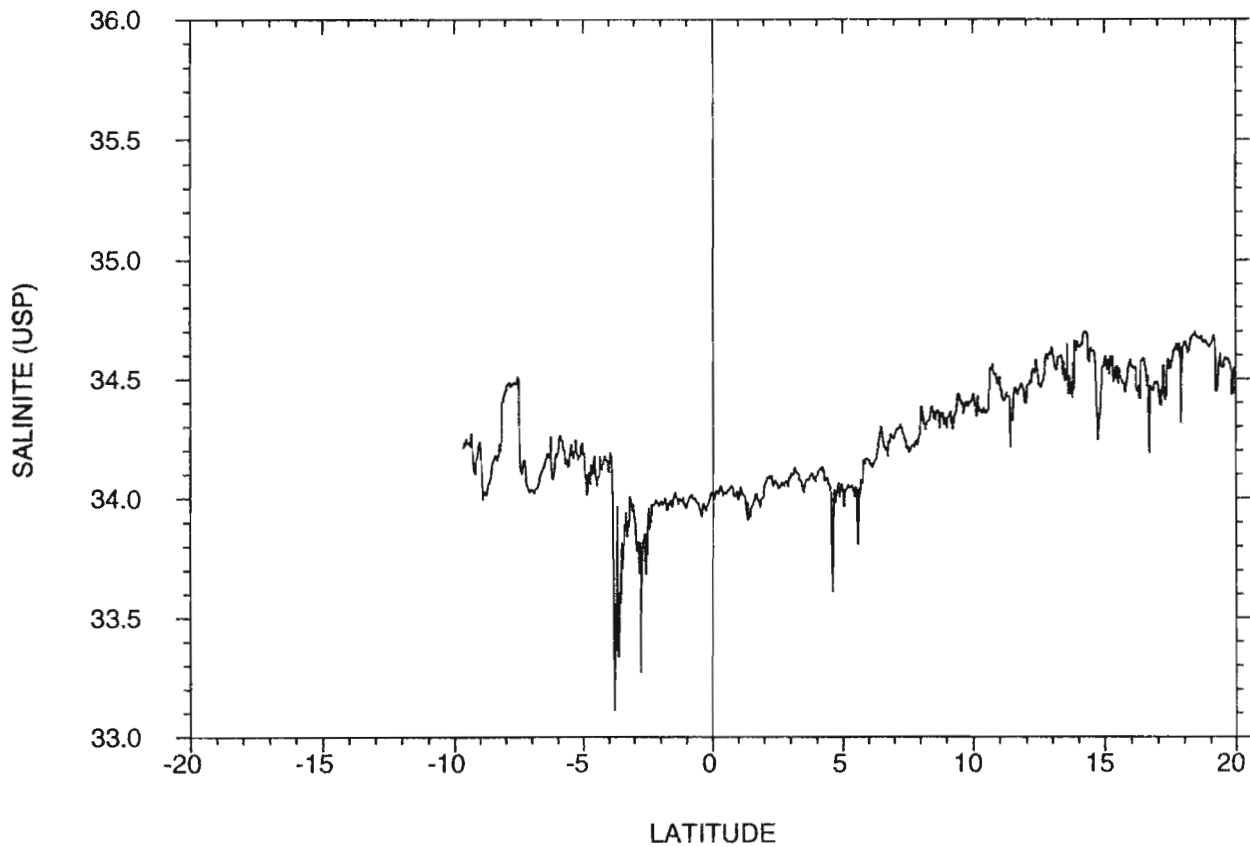
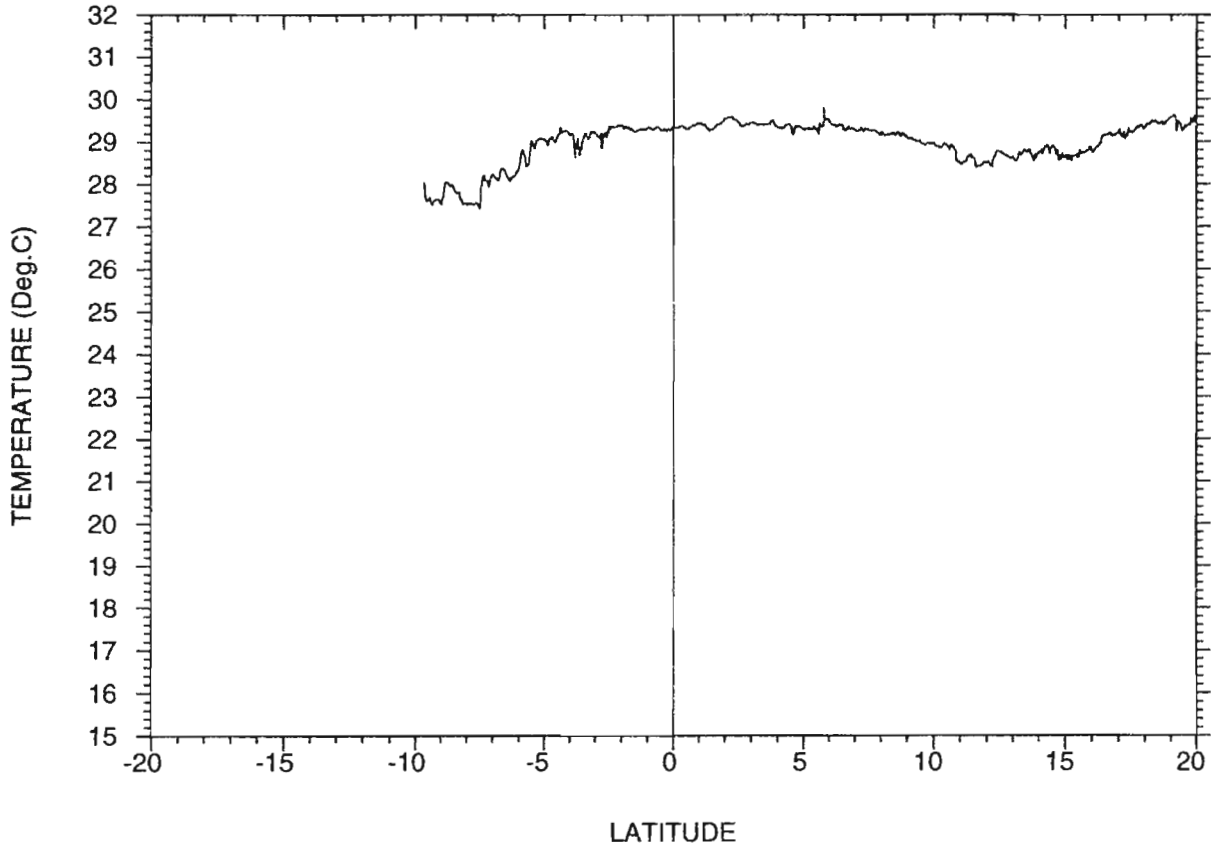


164° E

156° E

140° E

paci9203 Salomons - Japon 10/9/92 au 17/9/92

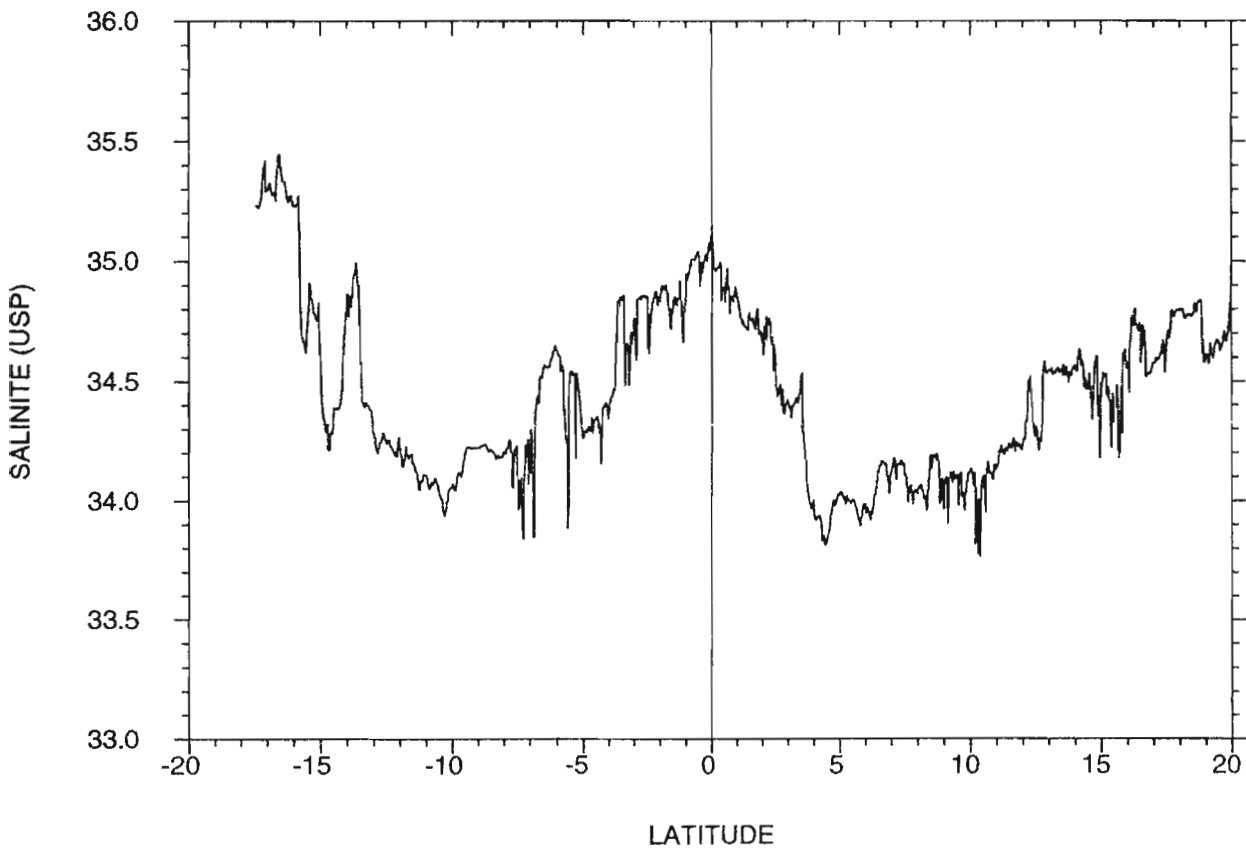
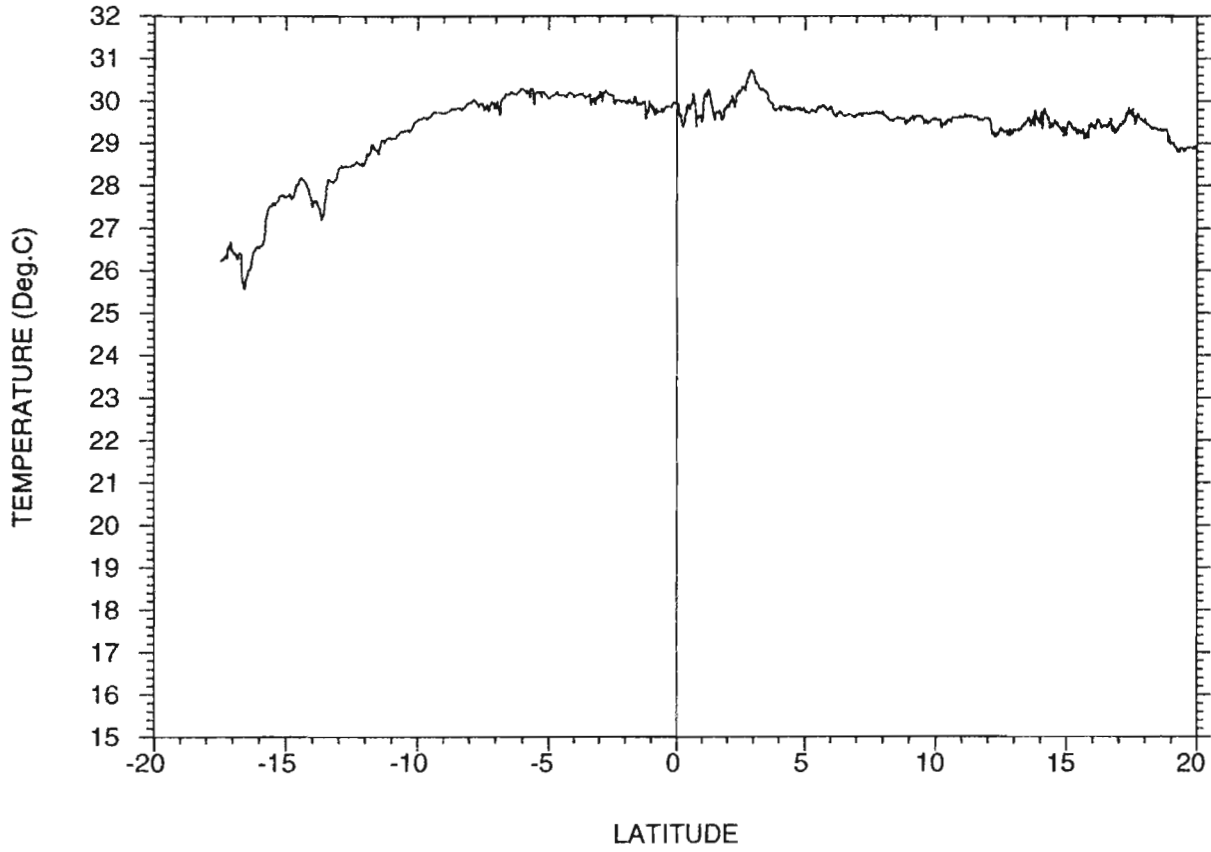


177°E

173°E

150°E

paci9203 Japon - Fidji 4/10/92 au 16/10/92

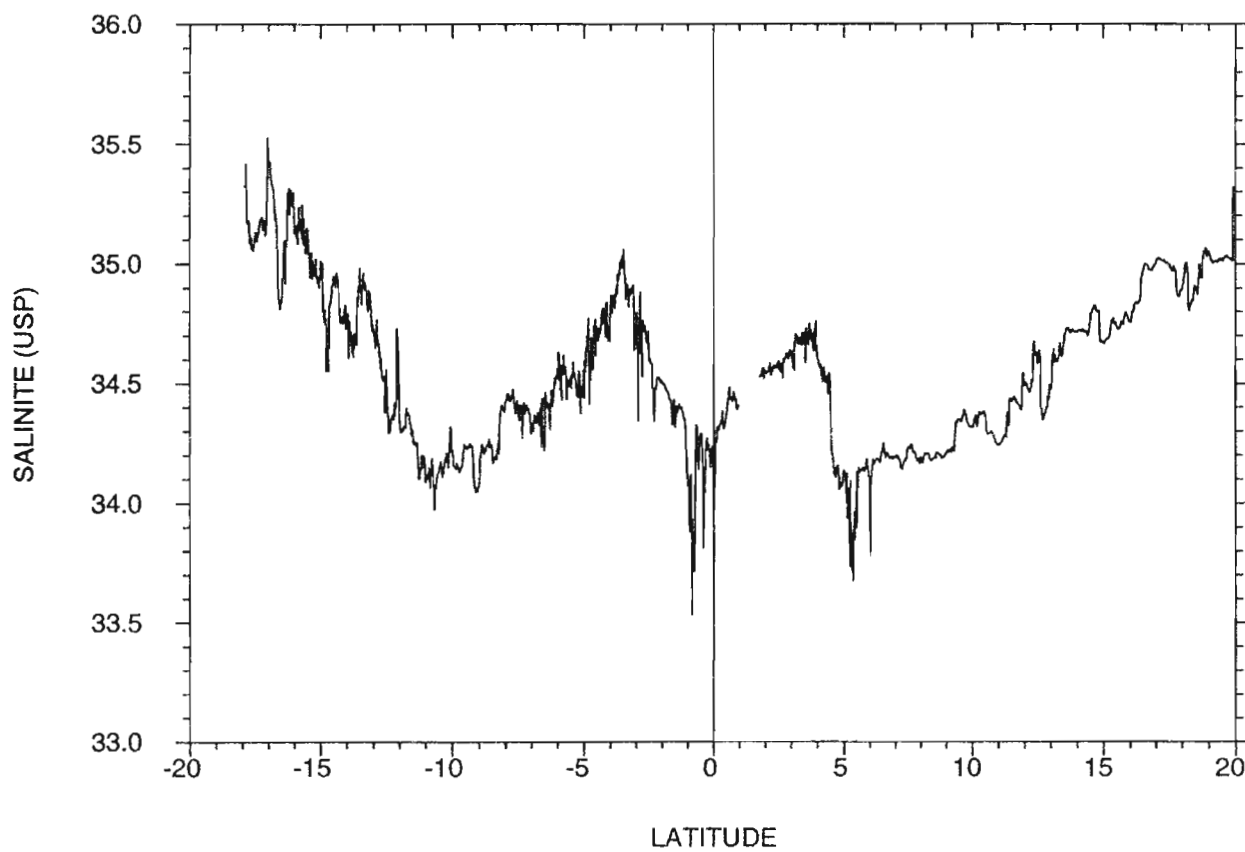
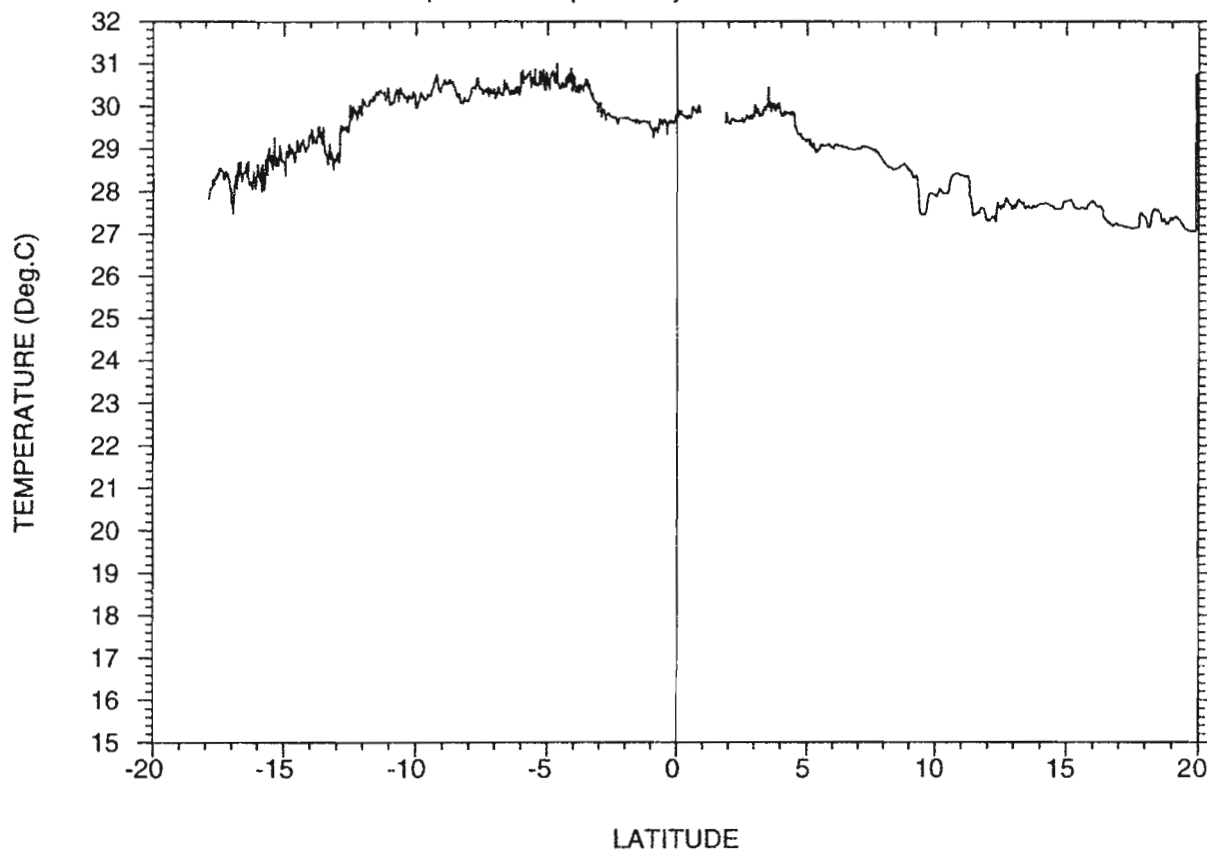


177° E

173° E

156° E

paci9204 Japon - Fidji 8/12/92 au 17/12/92

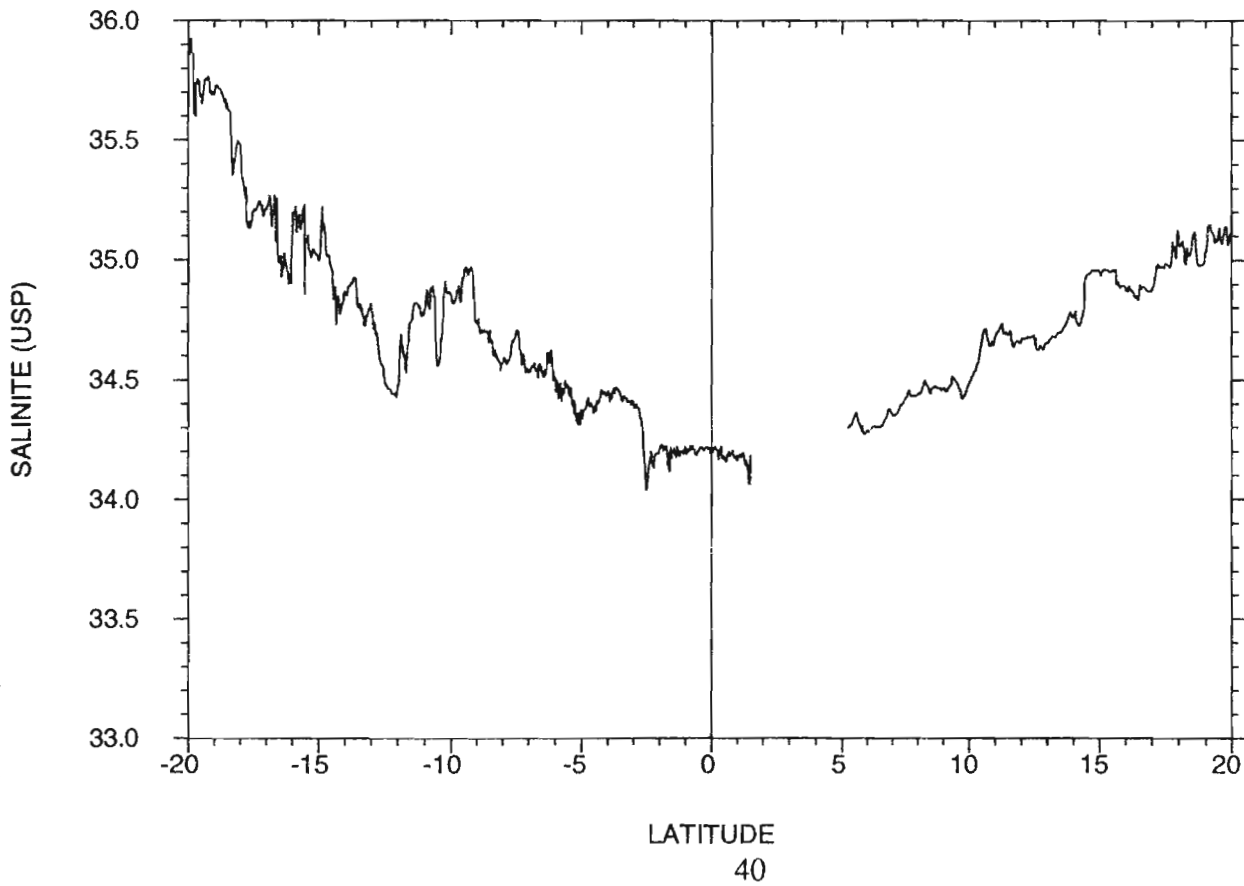
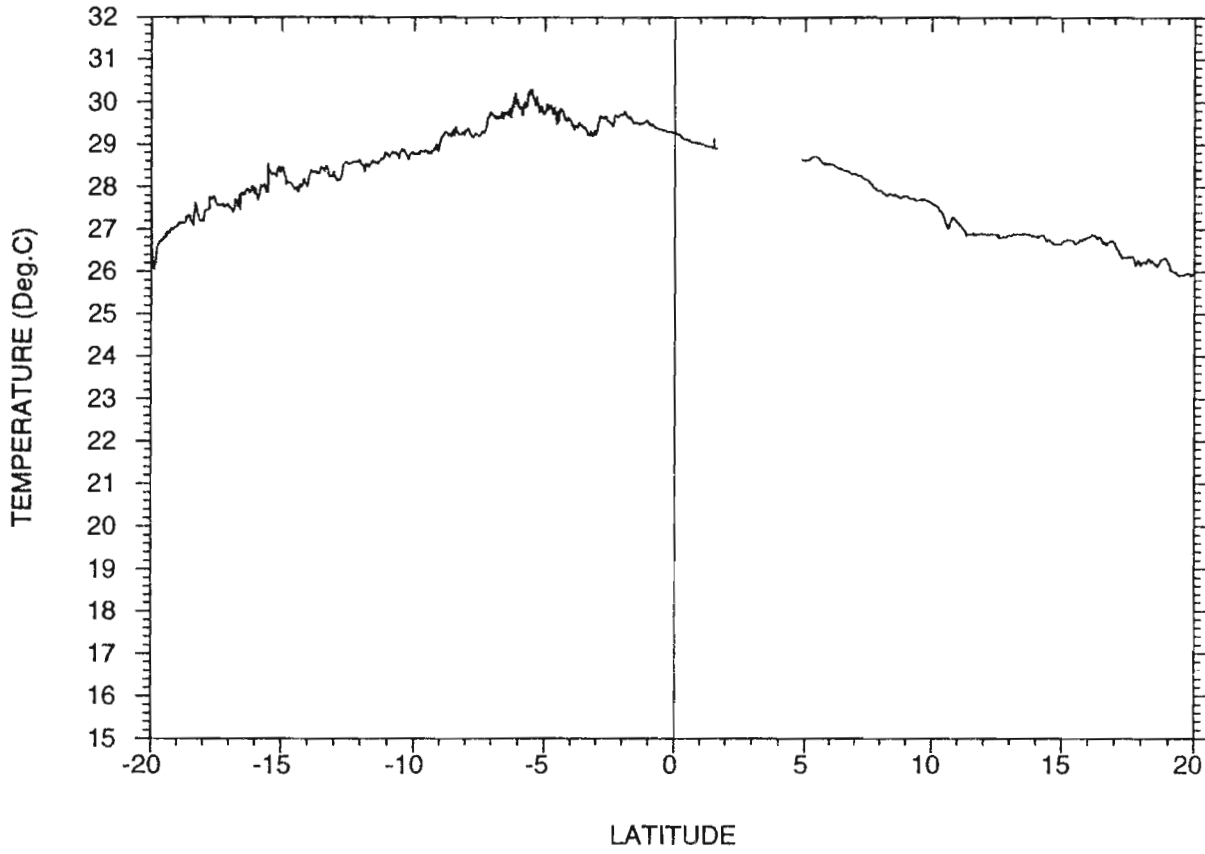


168° E

156° E

140° E

paci9301 Nlle Caledonie - Japon 12/1/93 au 23/1/93

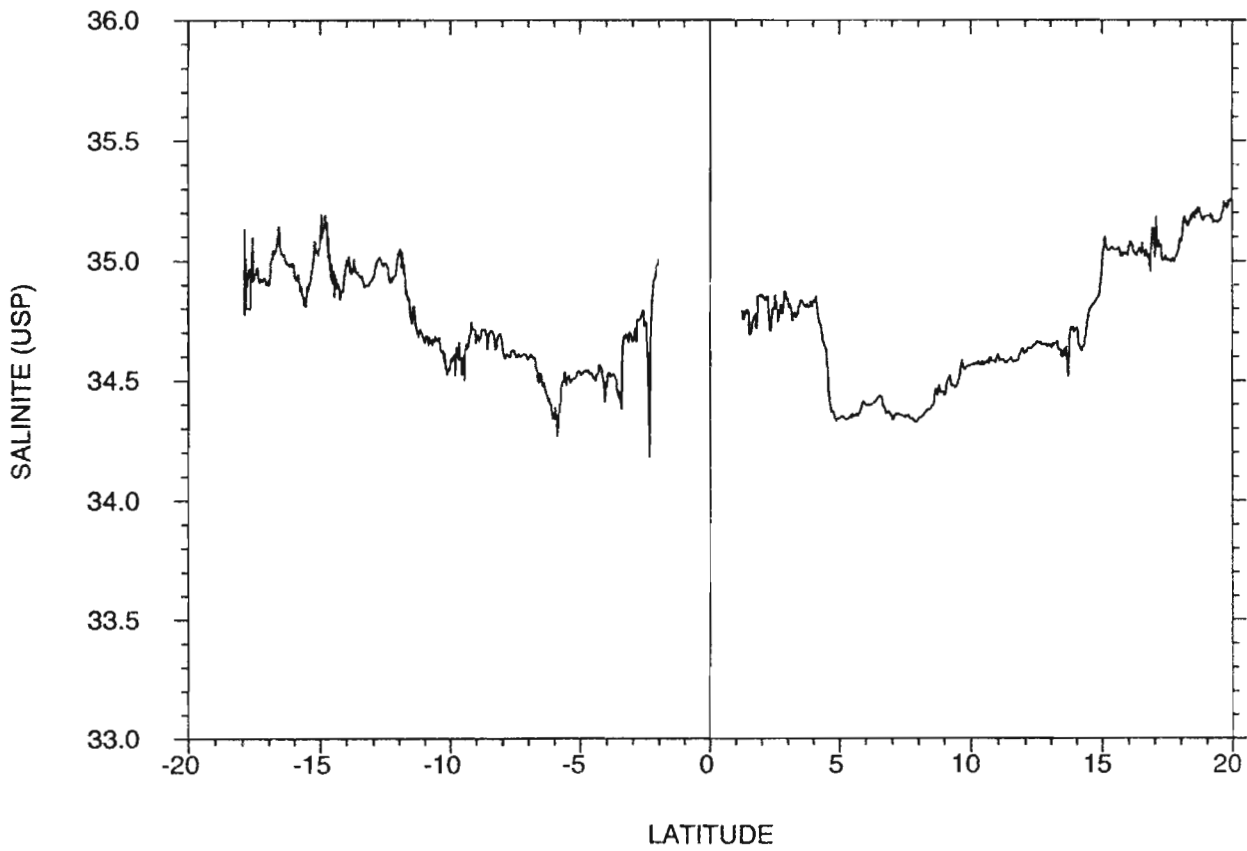
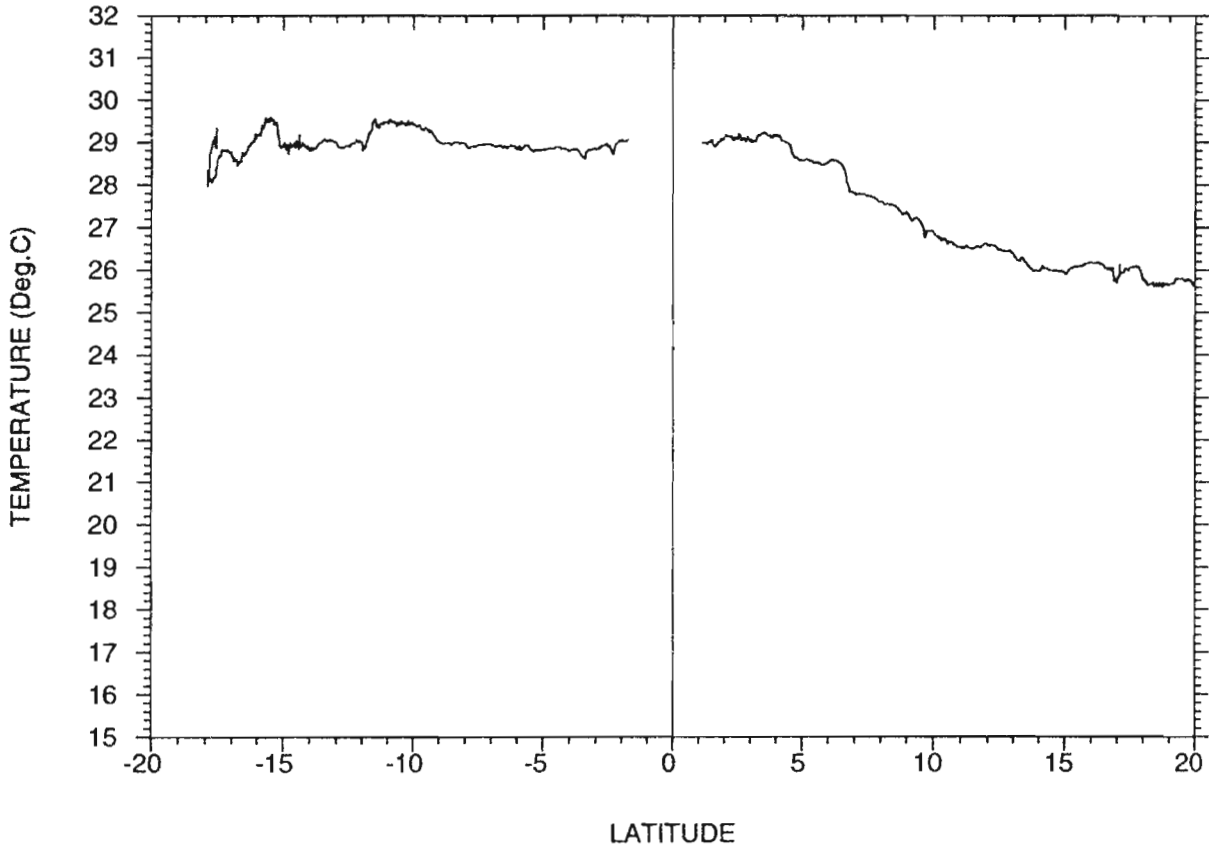


177°E

173°E

156°E

paci9301 Japon - Fidji 9/2/93 au 18/2/93

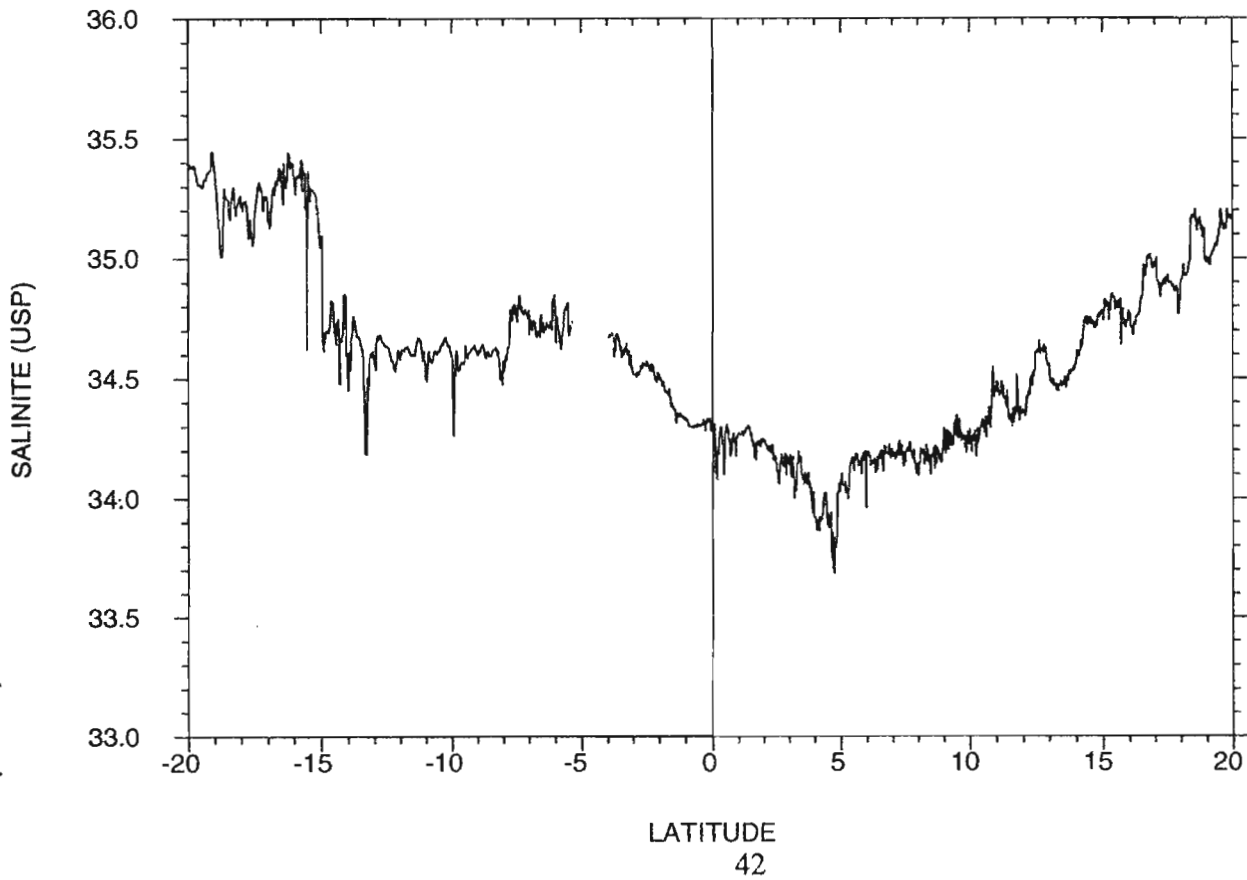
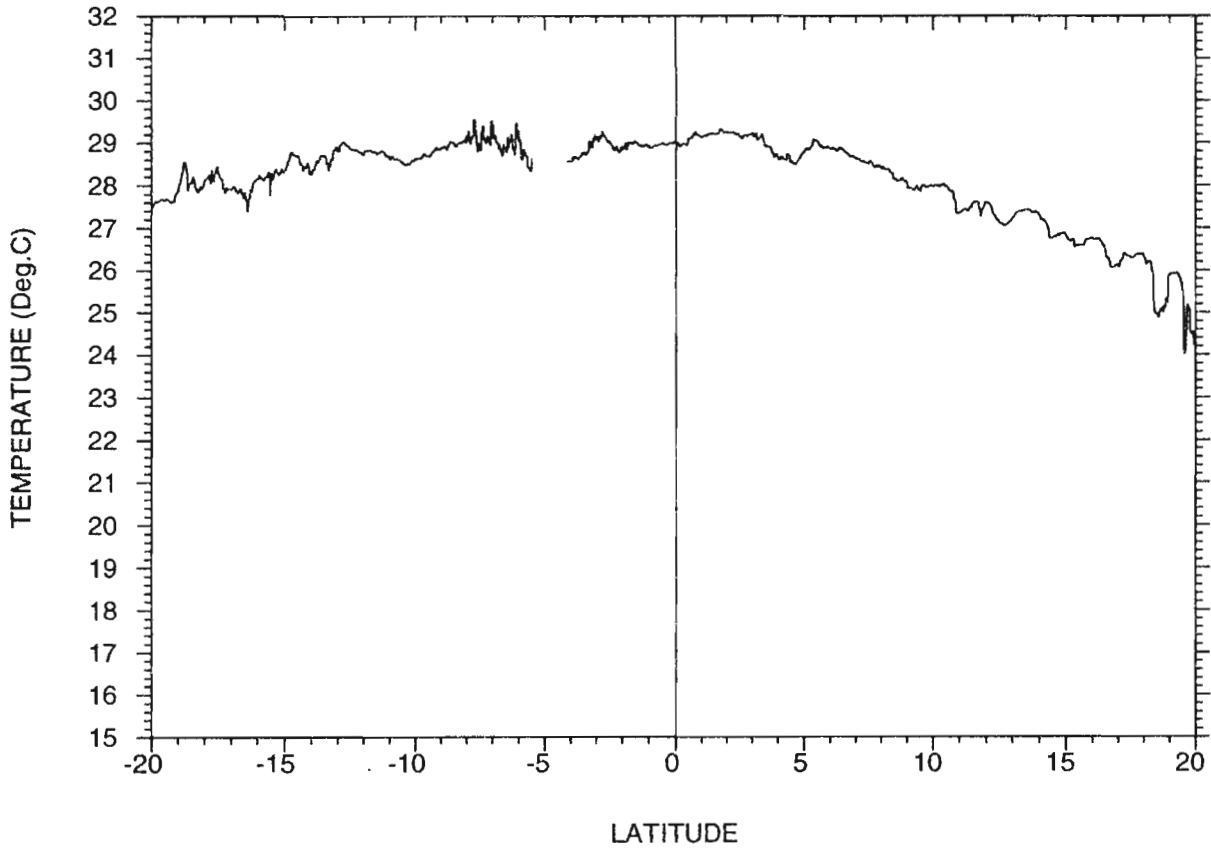


168° E

156° E

140° E

paci9302 Nlle Caledonie - Japon 12/3/93 au 23/3/93

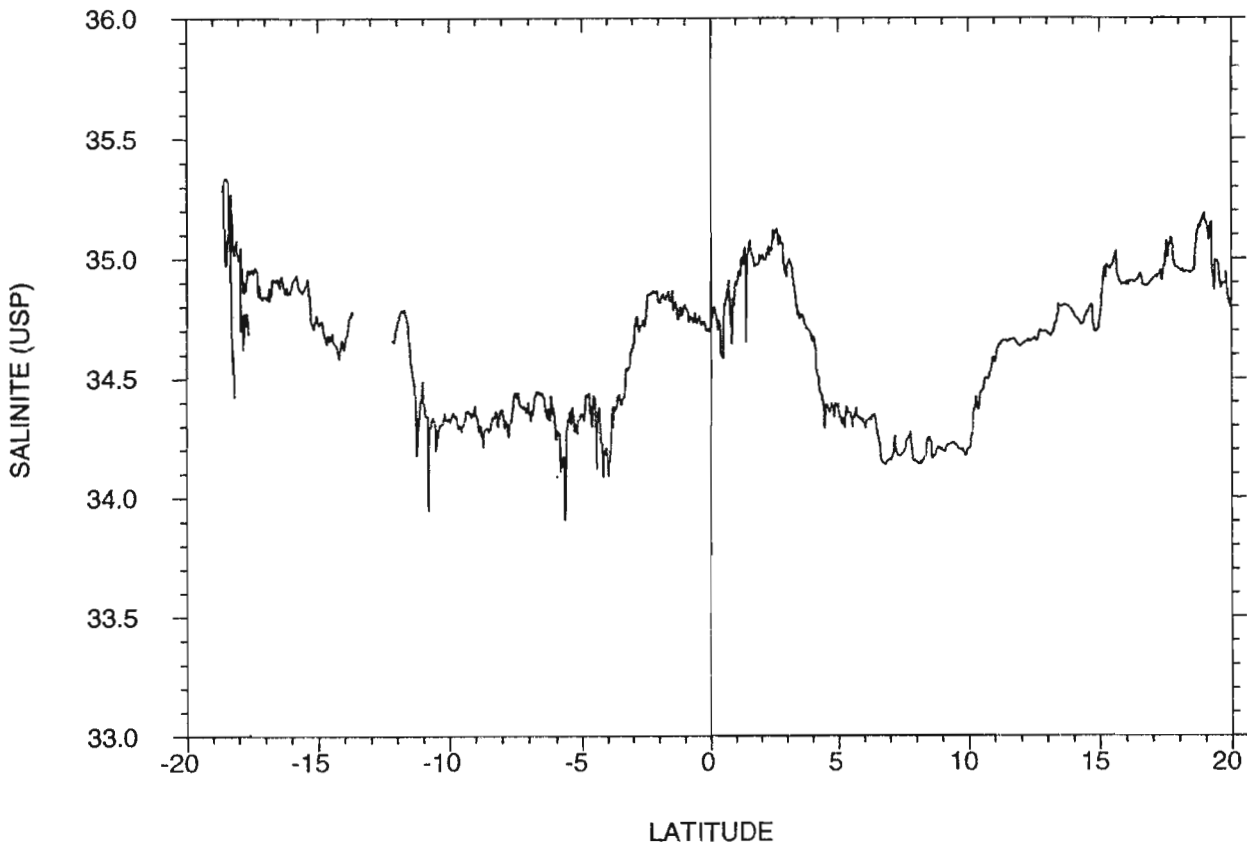
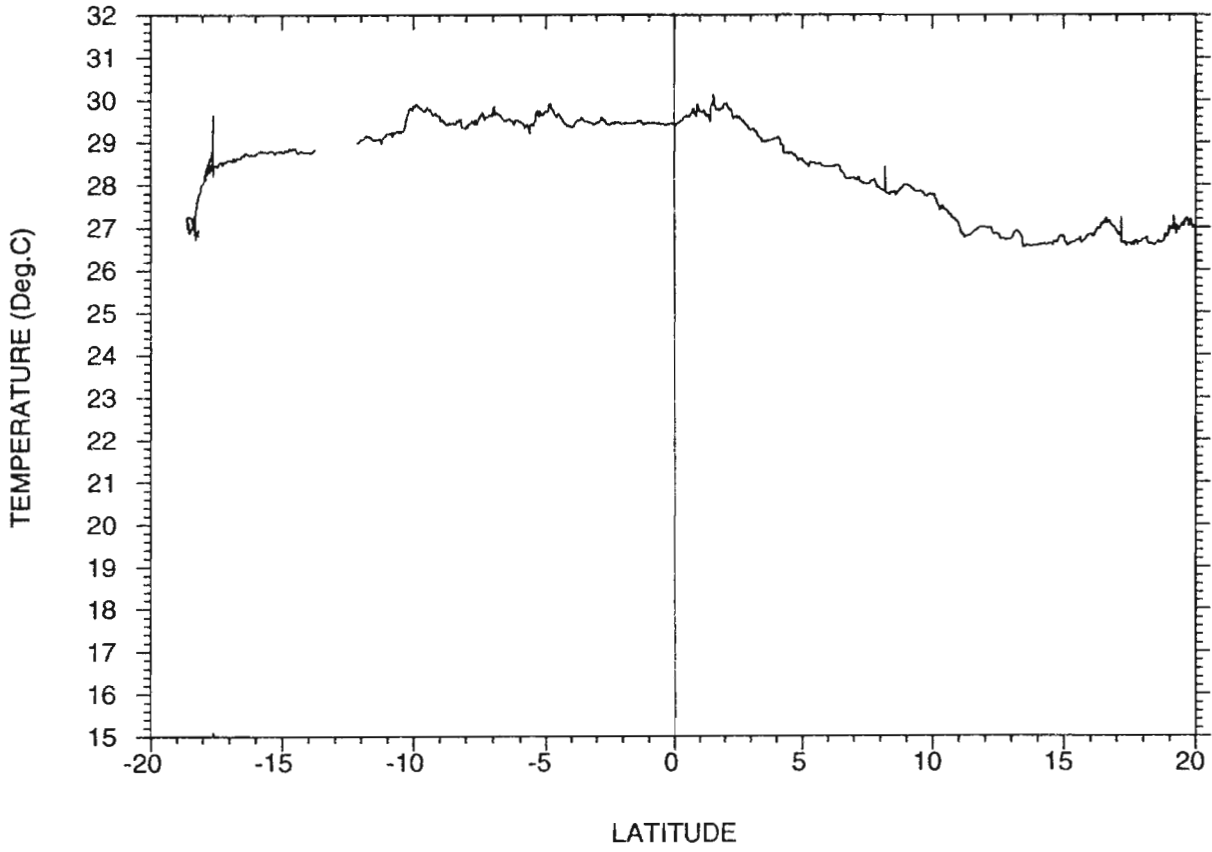


177° E

173° E

156° E

paci9302 Japon - Fidji 10/4/93 au 20/4/93

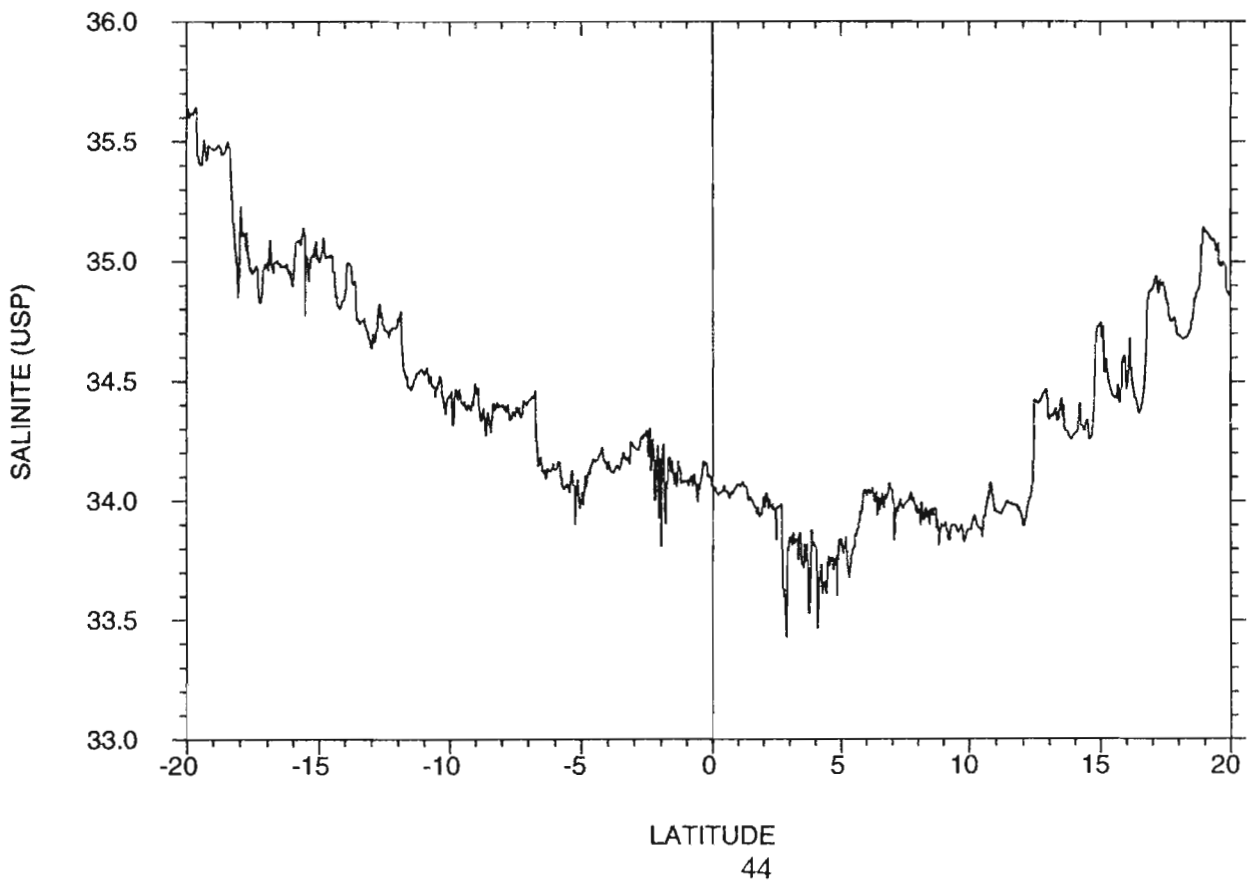
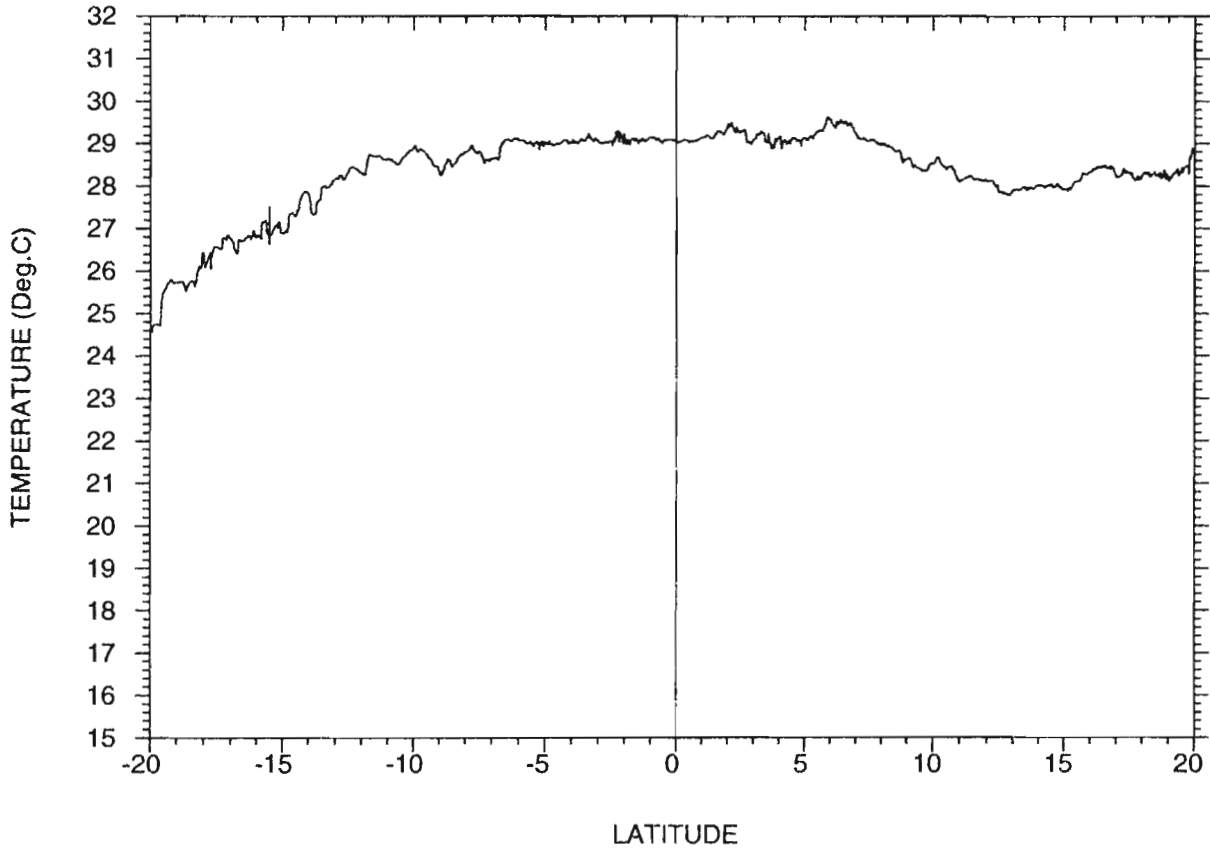


168° E

156° E

140° E

paci9303 Nlle Caledonie - Japon 10/5/93 au 20/5/93

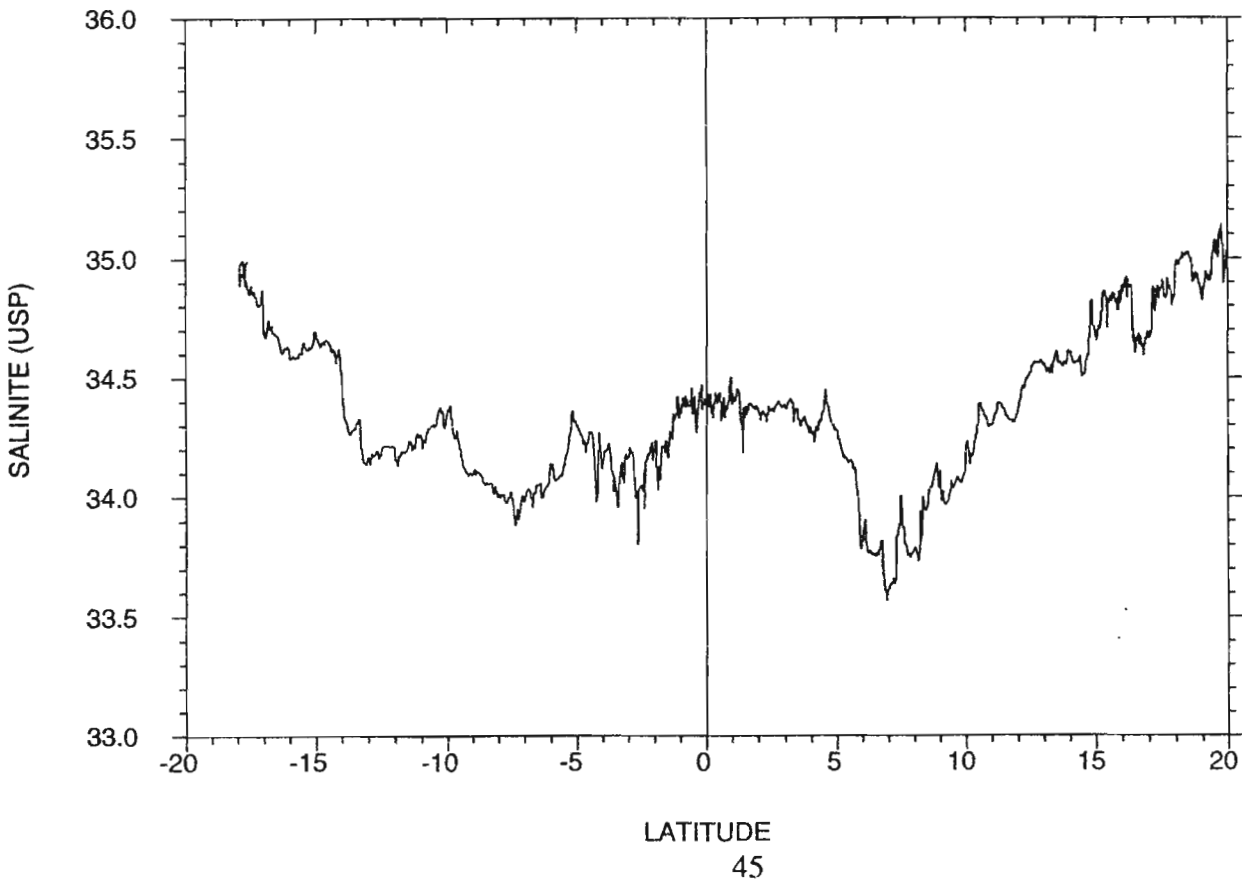
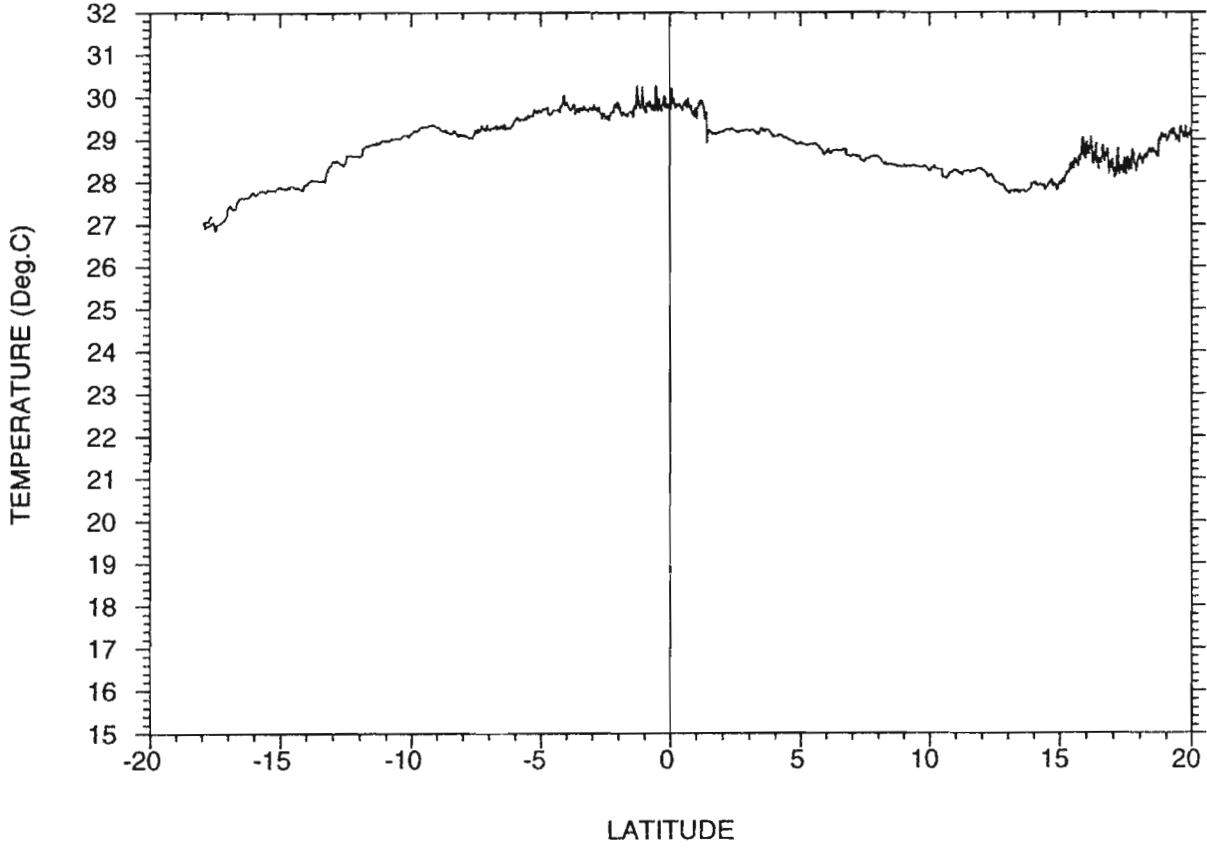


178° E

173° E

156° E

paci9303 Japon - Fidji 5/6/93 au 15/6/93

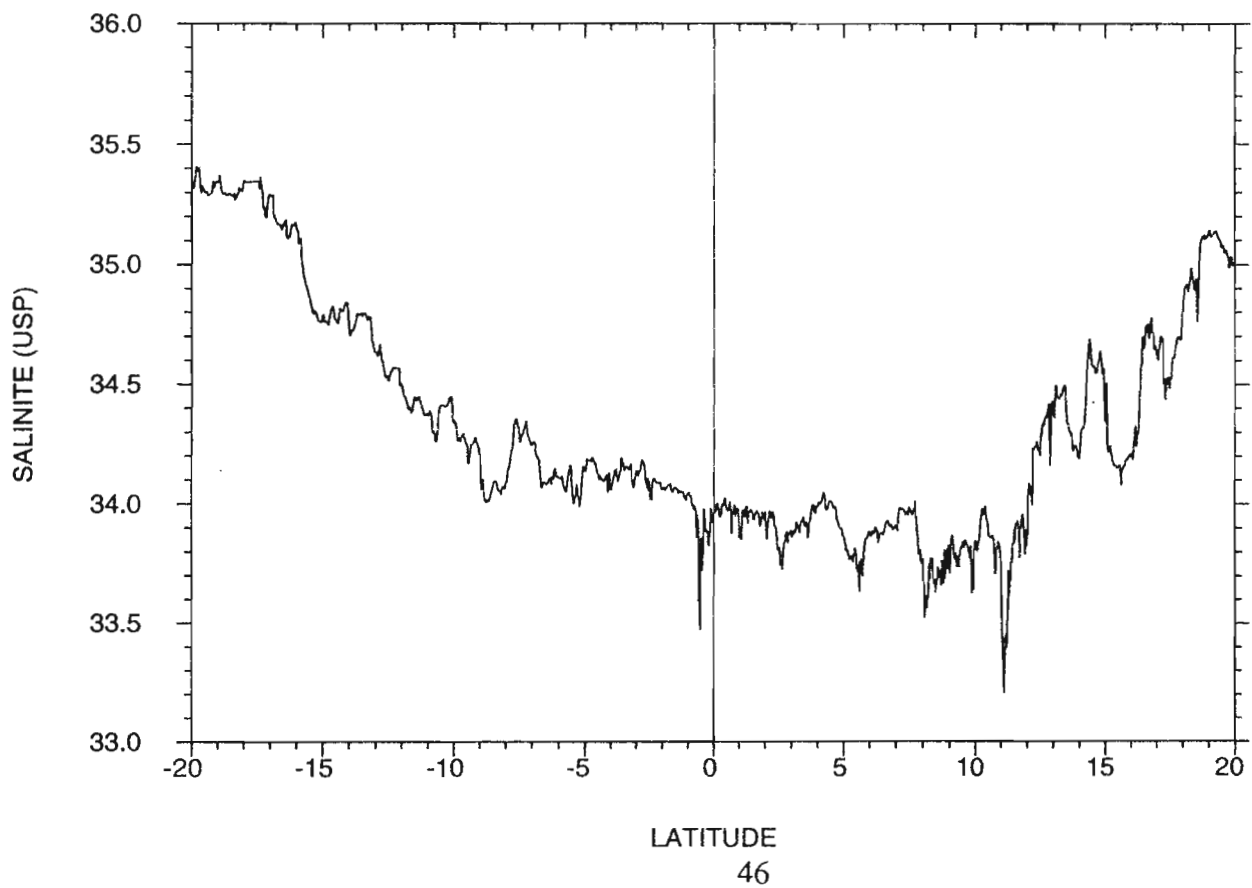
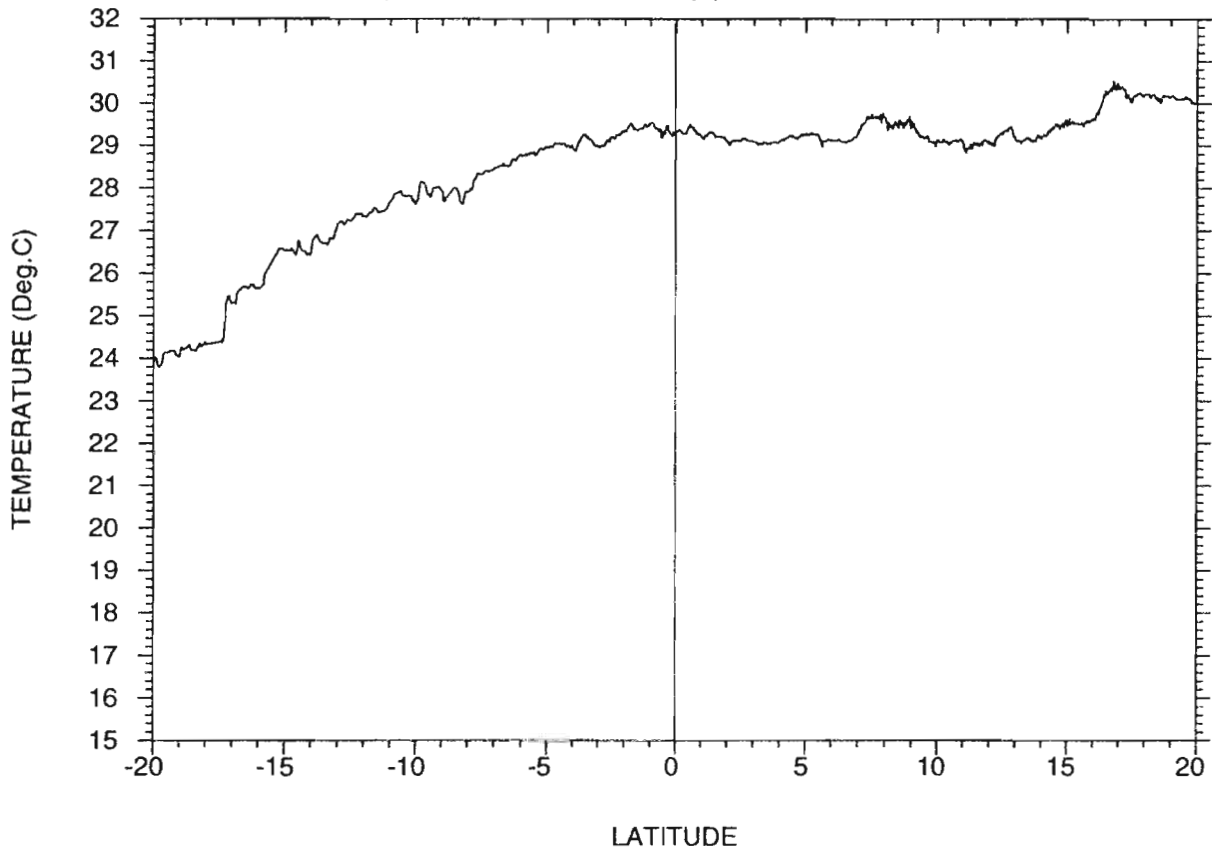


168° E

156° E

140° E

paci9304 Nlle Caledonie - japon 9/7/93 au 22/7/93

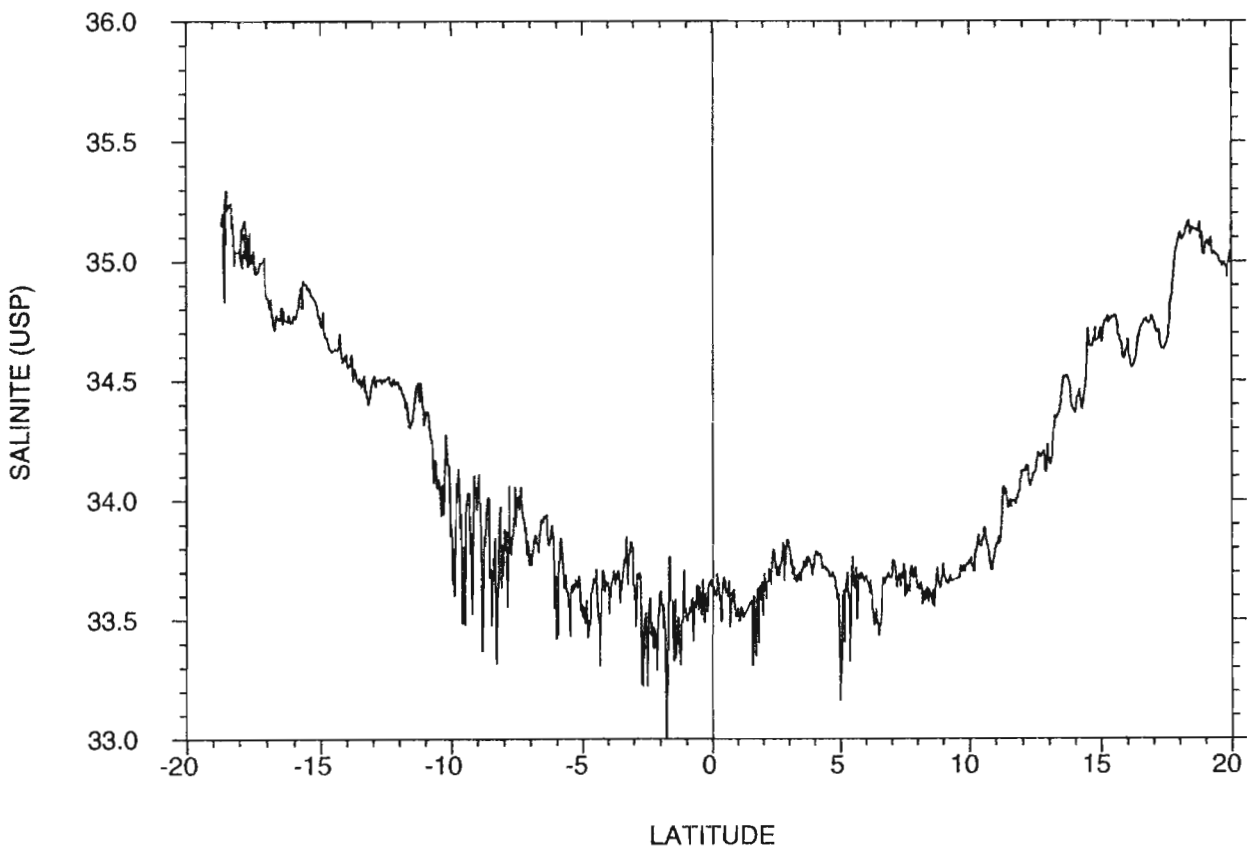
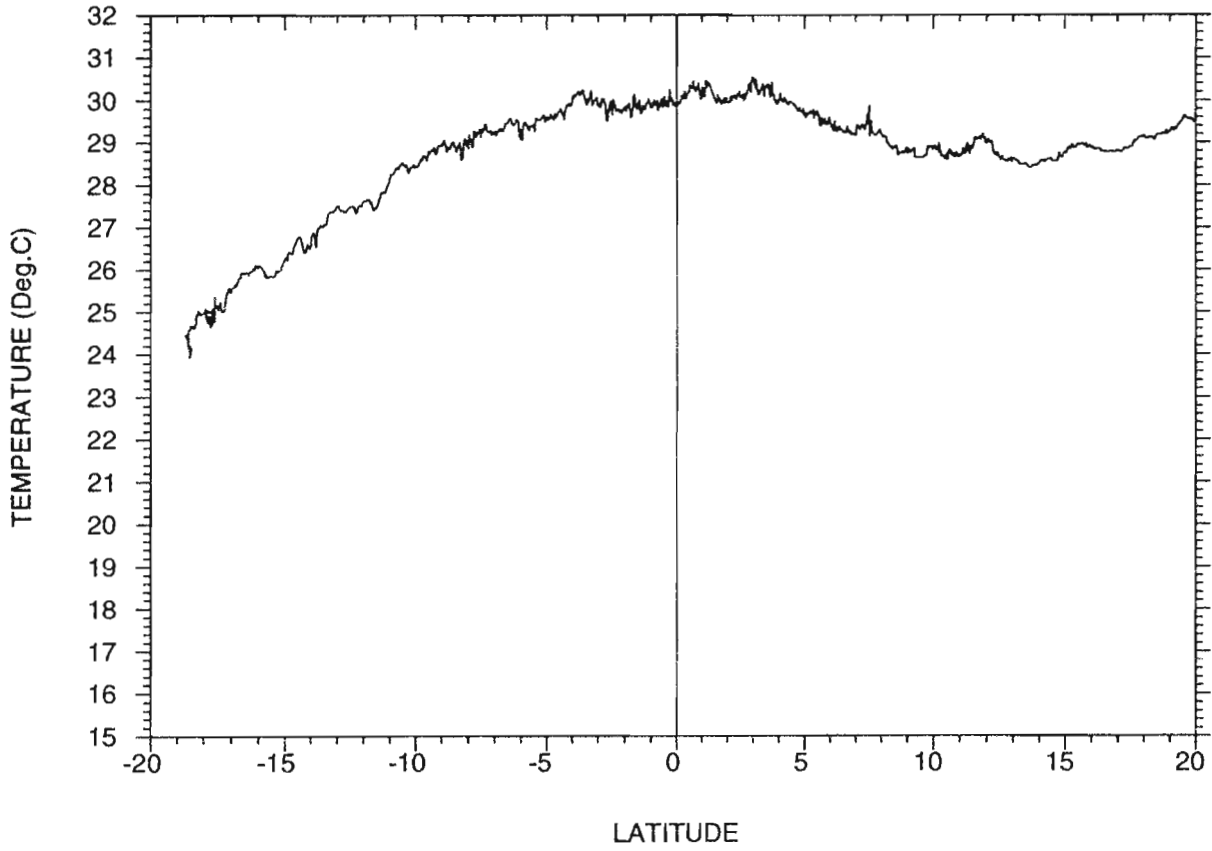


178° E

173° E

156° E

paci9304 Japon - Fidji 31/7/93 au 14/8/93

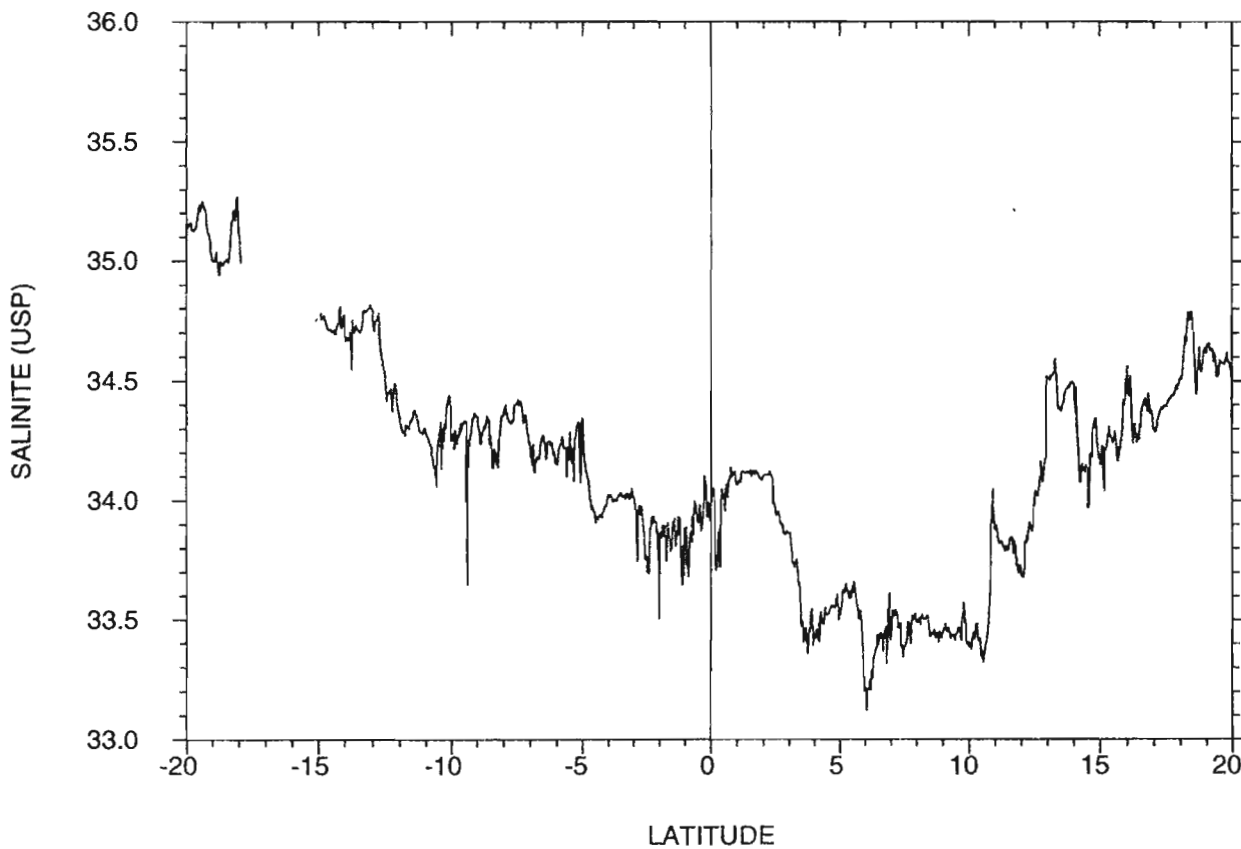
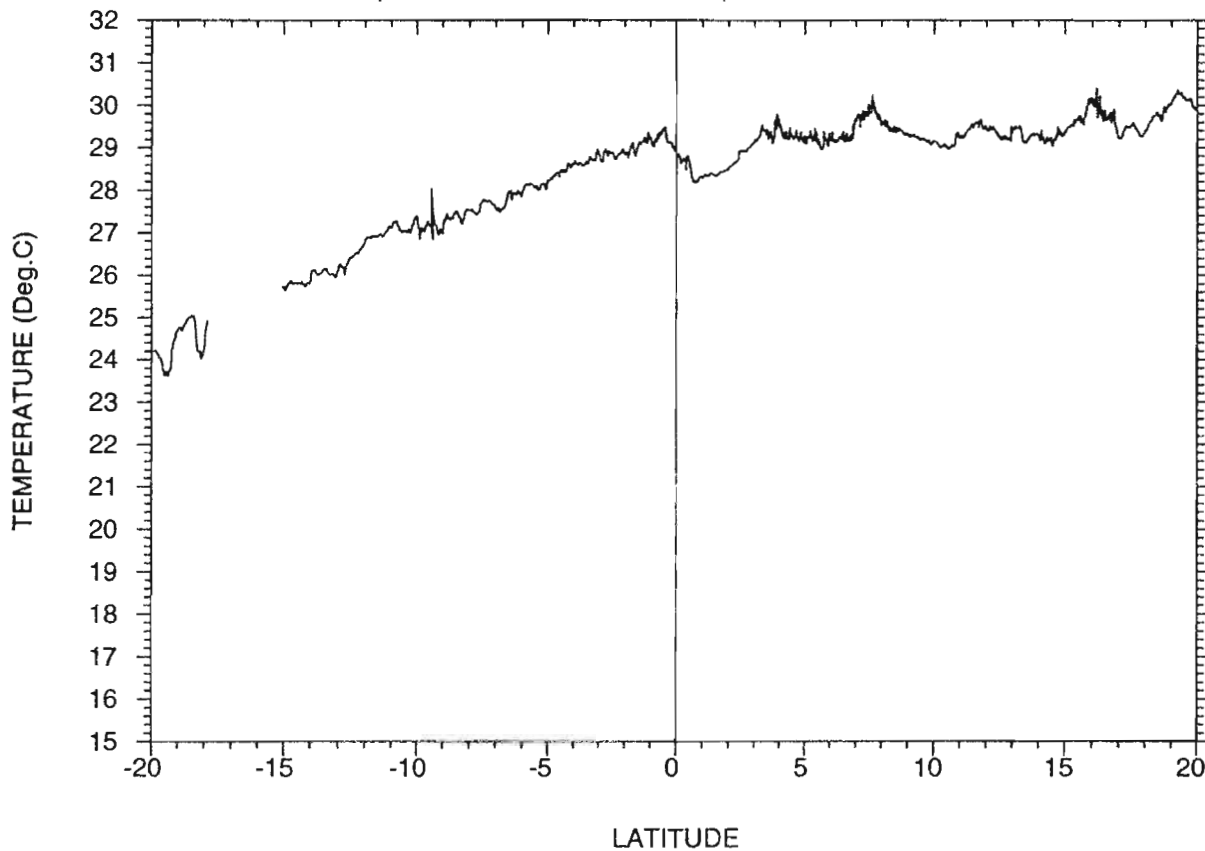


168° E

156° E

140° E

paci9305 Nlle Caledonie - Japon 3/9/93 au 20/9/93

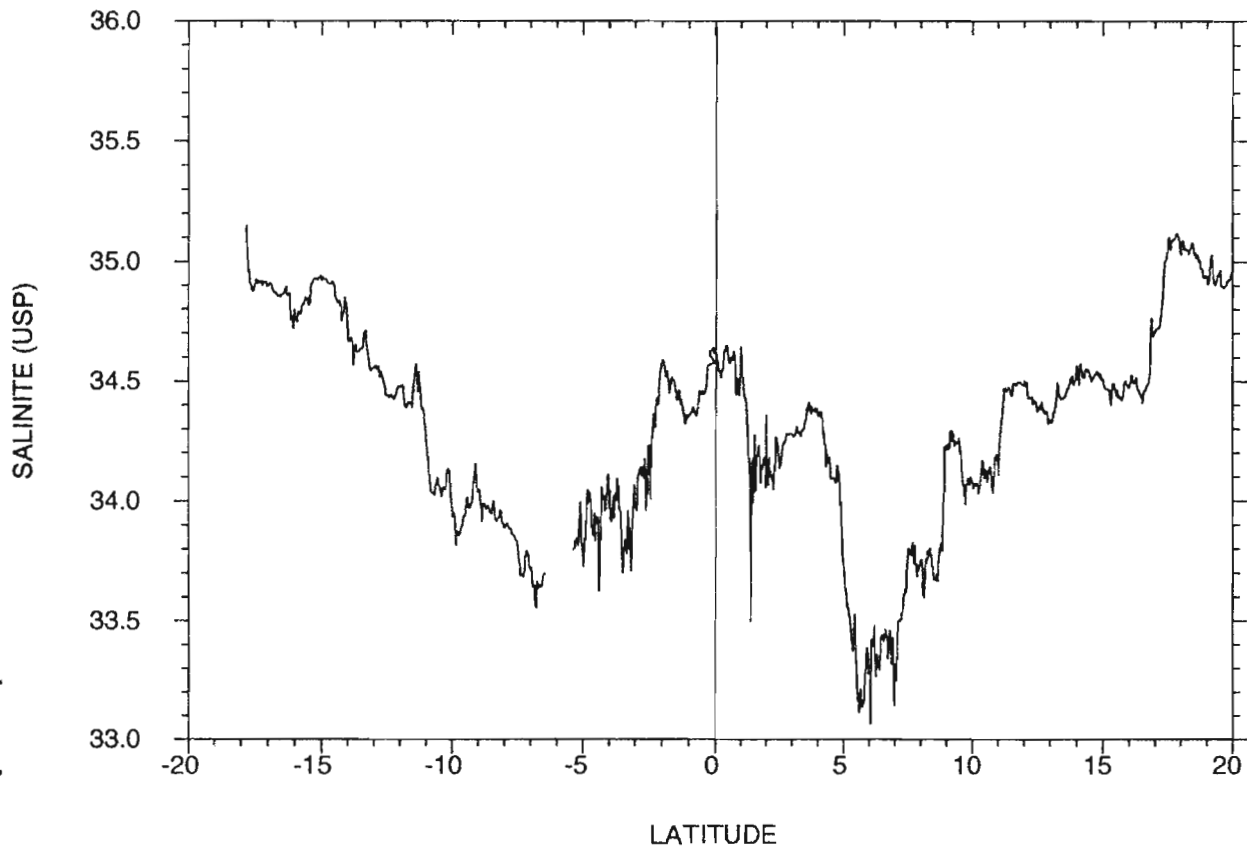
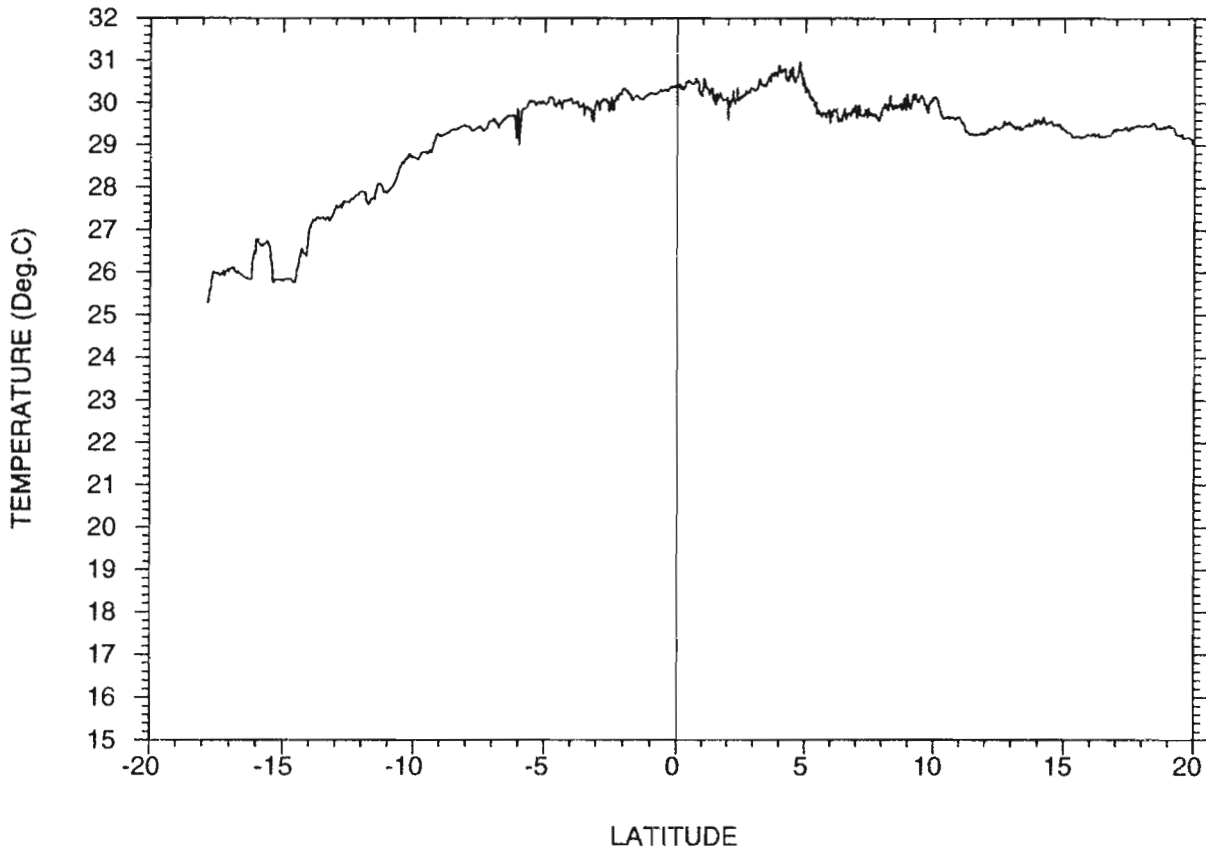


178° E

173° E

162° E

paci9305 Japon - Fidji 30/9/93 au 13/10/93

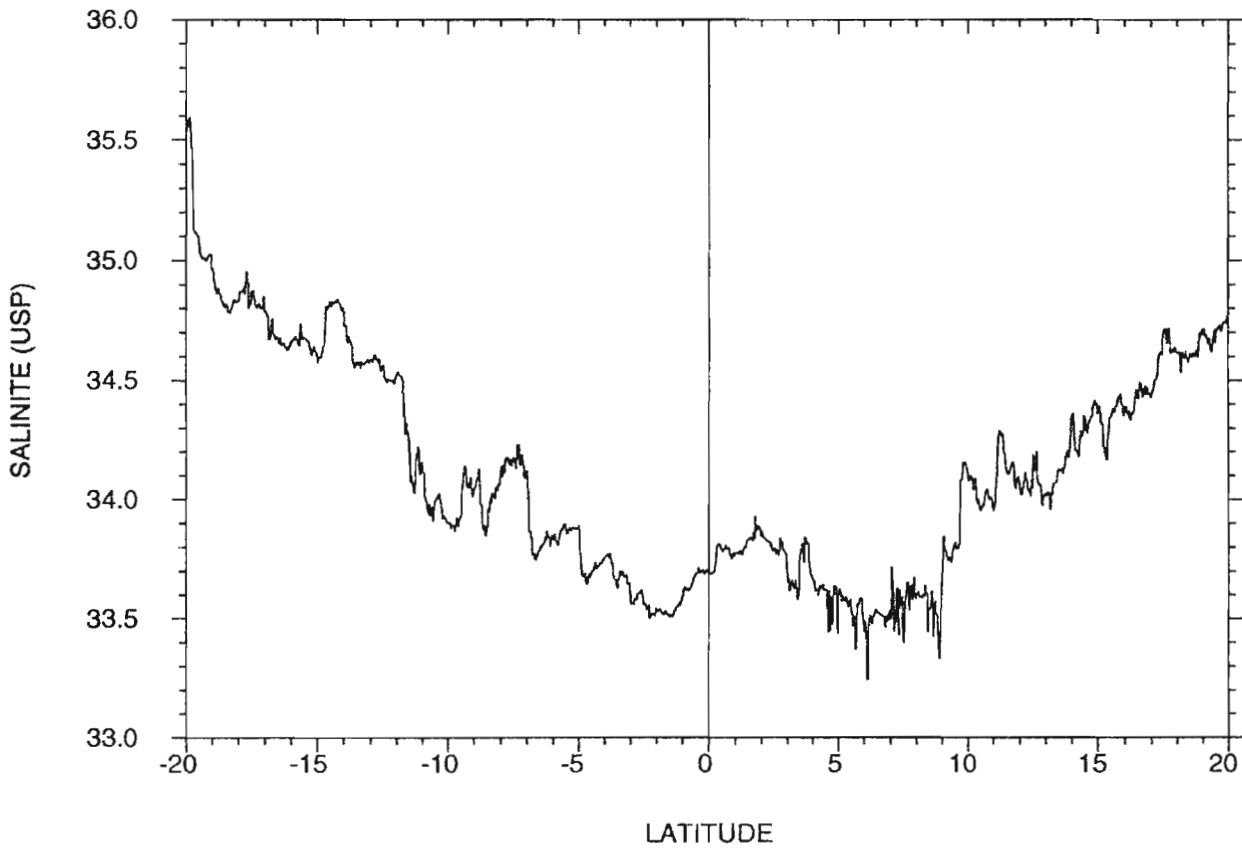
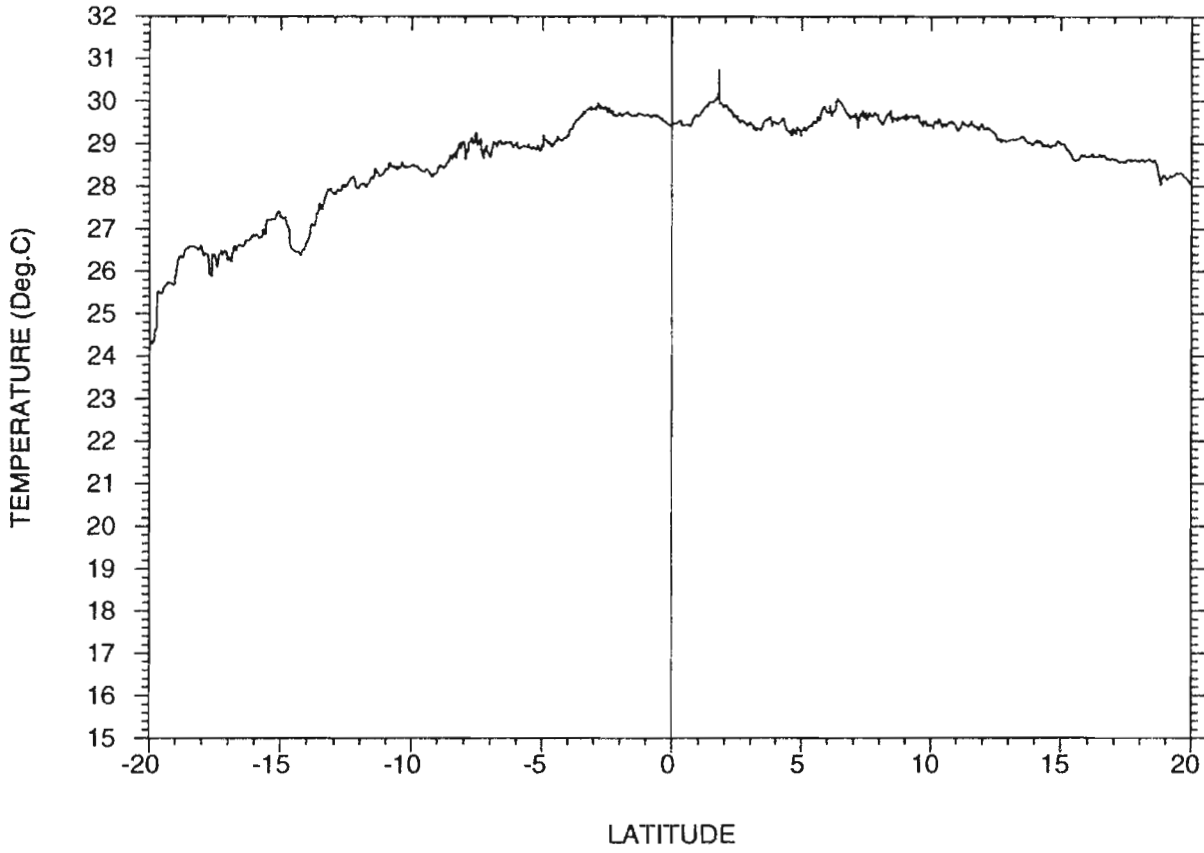


168° E

156° E

140° E

paci9306 Nlle Caledonie - Japon

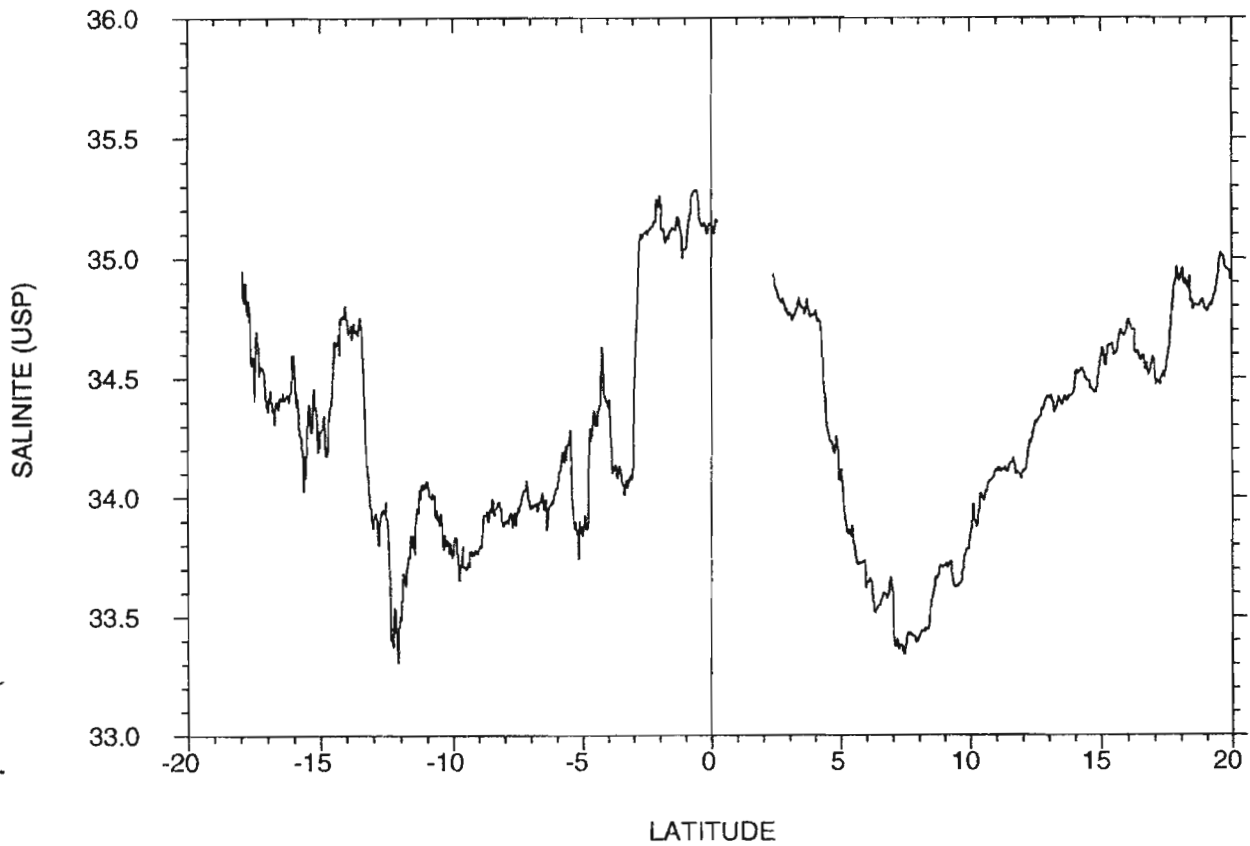
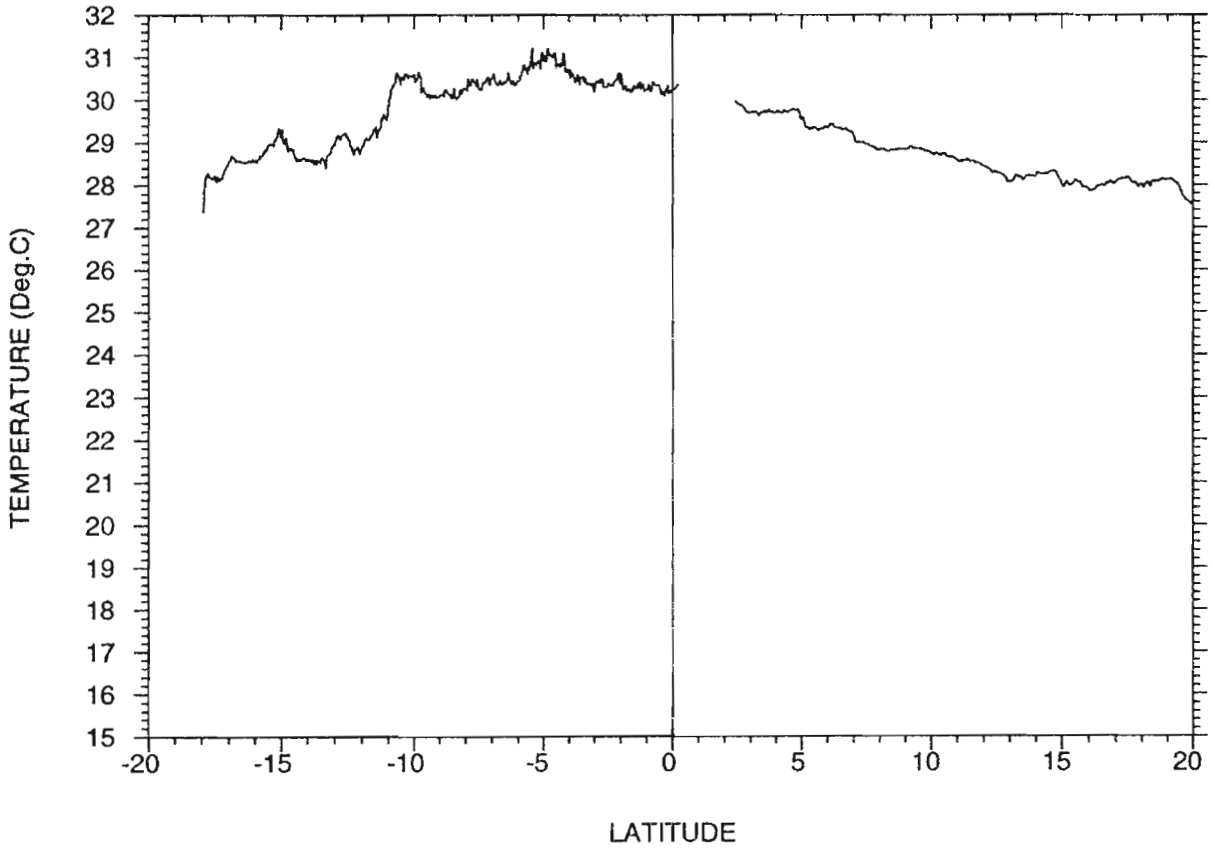


178° E

173° E

156° E

paci9306 Japon-Fidji 1/12/93 au 15/12/93



TAS Explorer

exp19301

37) Nlle Zélande-HongKong 12/07/93 au 25/07/93
38) Japon-Nlle Calédonie 14/08/93 au 22/08/93

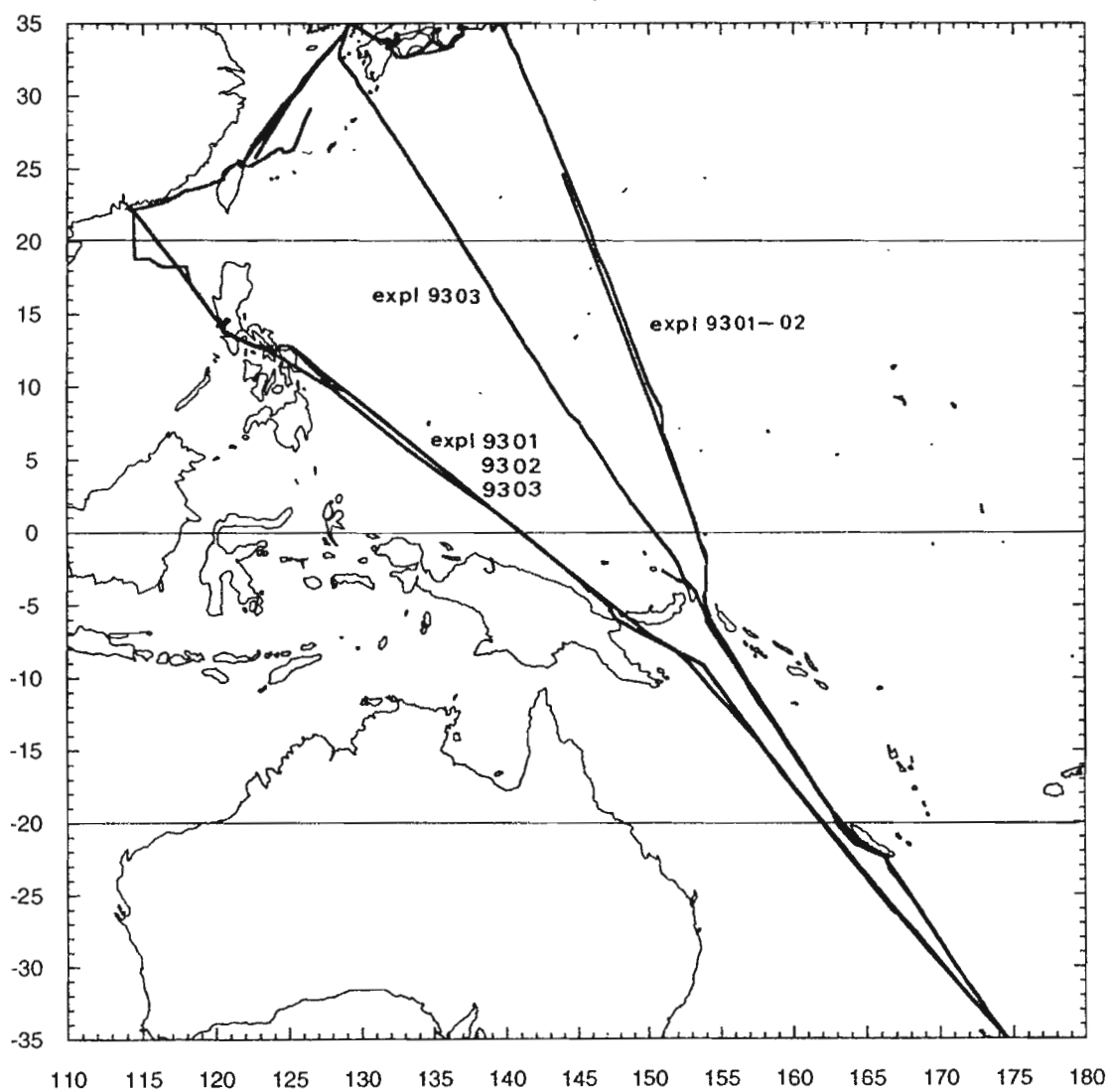
exp19302

39) Nlle Zélande-HongKong 08/09/93 au 02/10/93
40) Japon-Nlle Calédonie 14/10/93 au 23/10/93

exp19303

41) Nlle Zélande-Hongkong 07/11/93 au 02/12/93
42) Japon-Nlle Calédonie 14/12/93 au 12/01/94

TAS Explorer

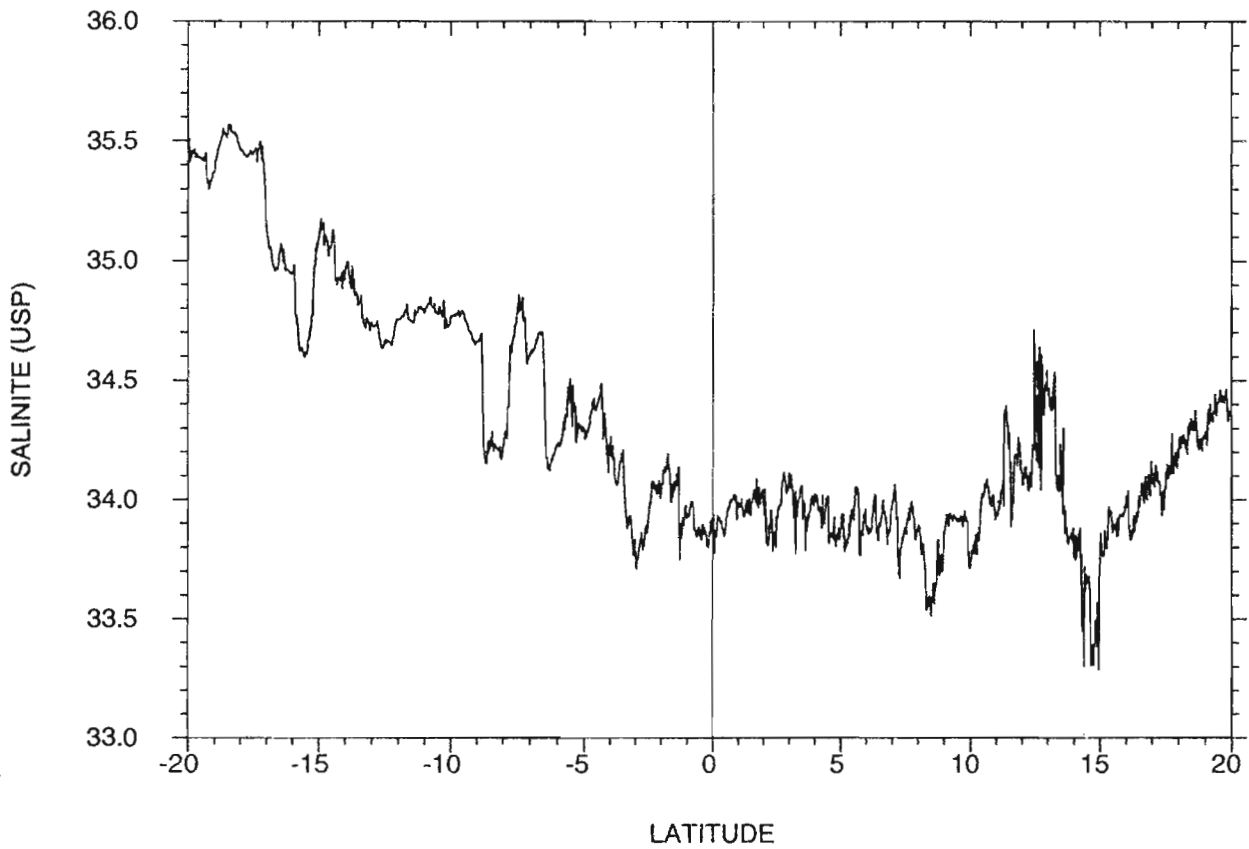
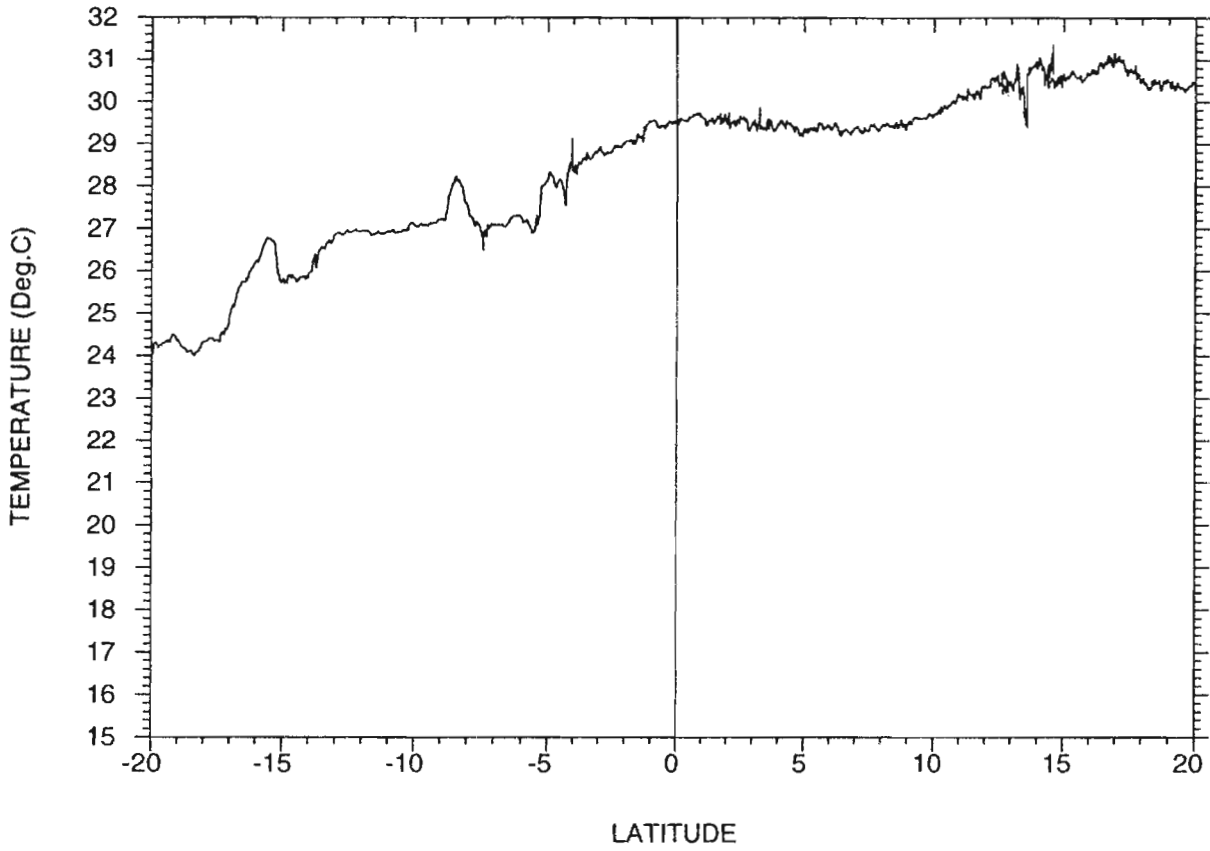


162°E

142°E

116°E

expl9301 Nlle Zelande-HongKong 12/7/93 au 25/5/93

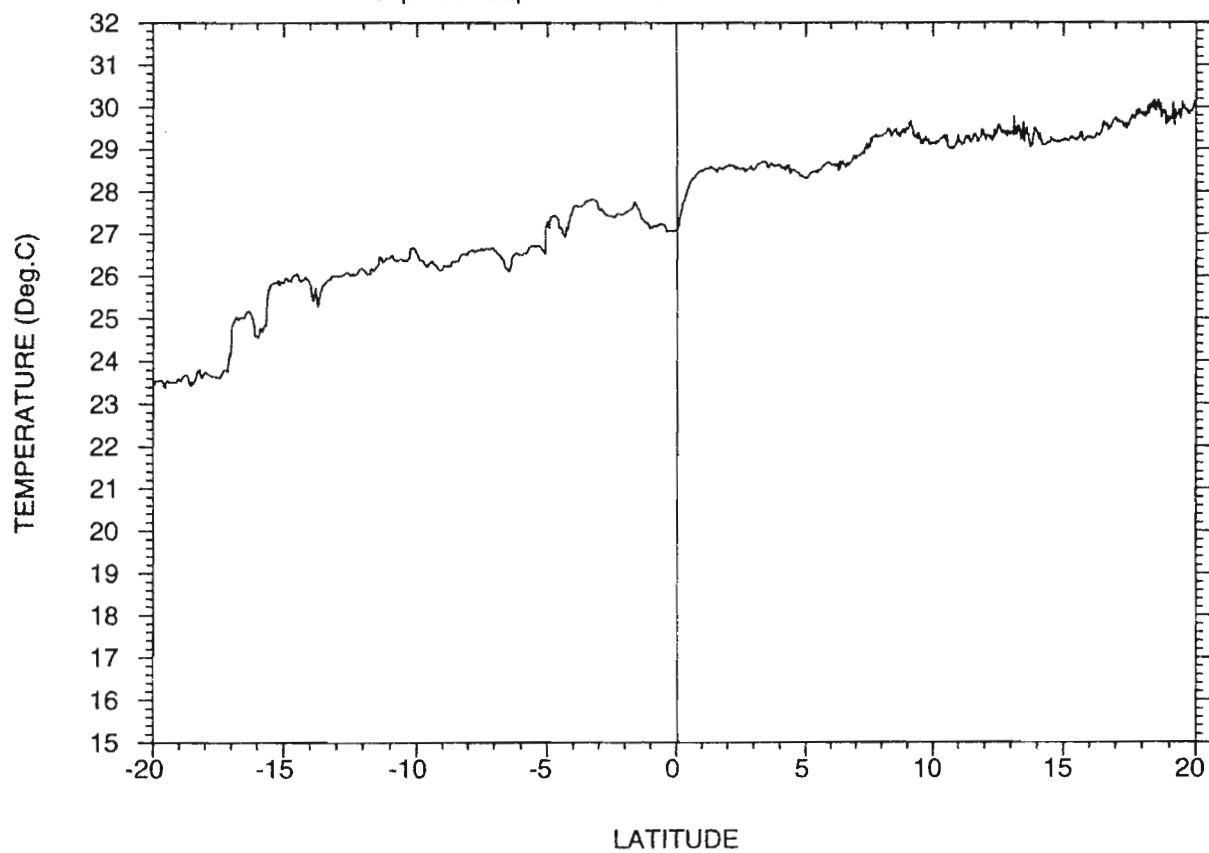


163° E

153° E

146° E

expl9301 Japon - Nlle Caledonie 14/8/93 au 22/8/93

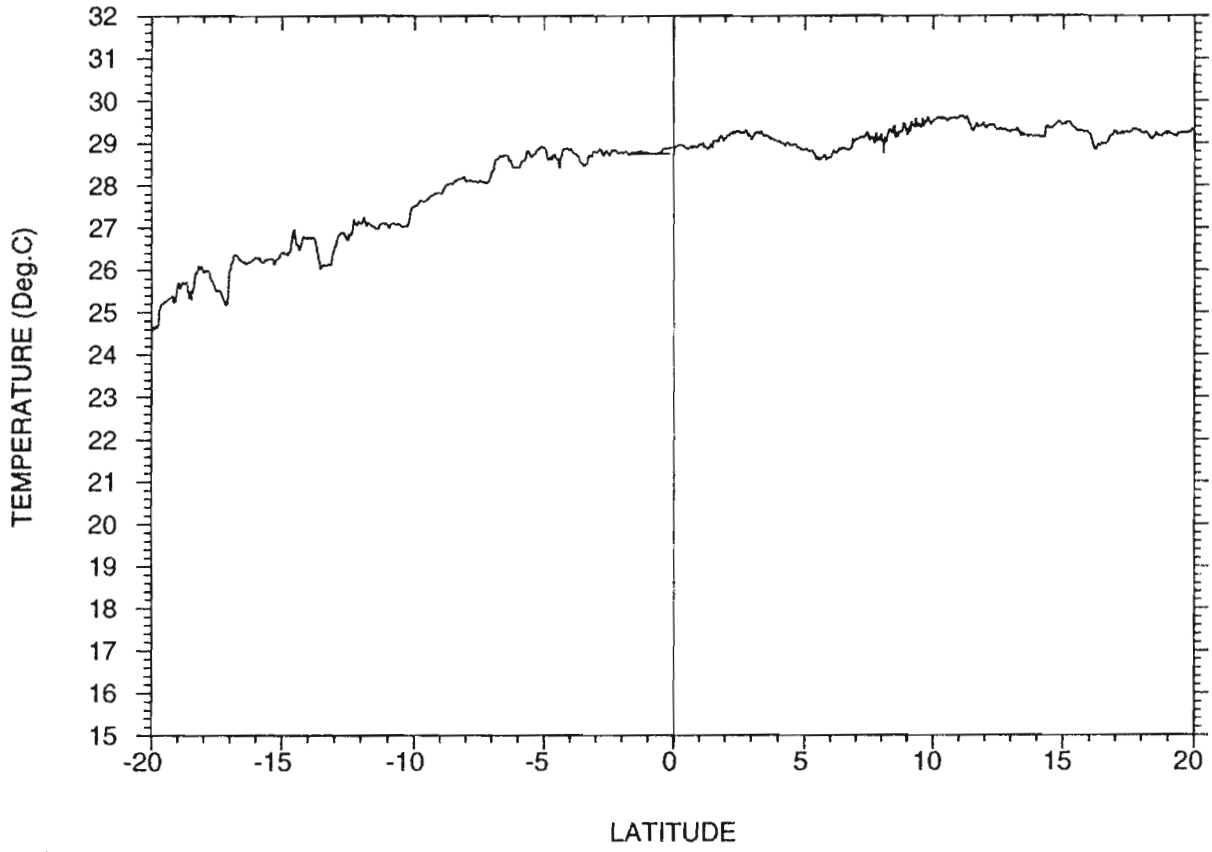


163° E

153° E

146° E

expl9302 Japon - Nlle Caledonie 14/10/93 au 23/10/93

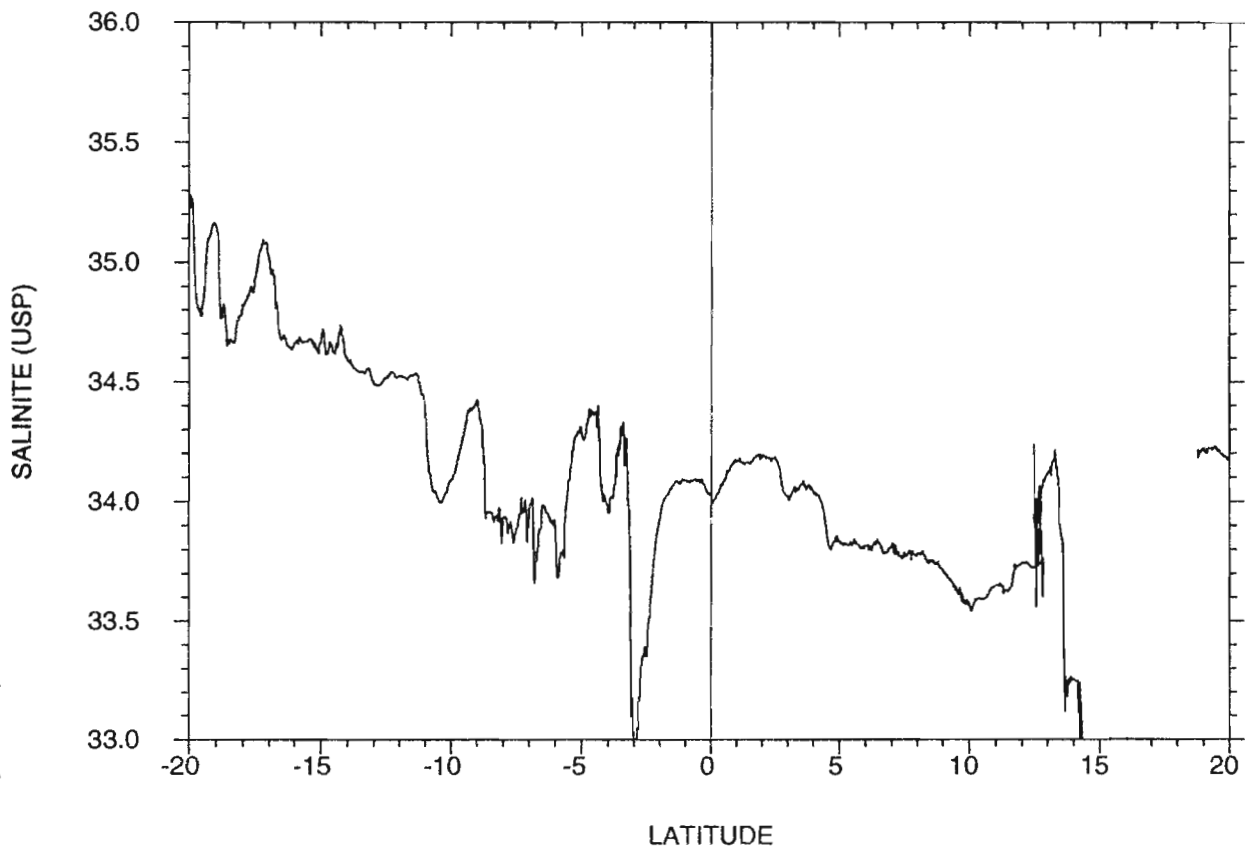
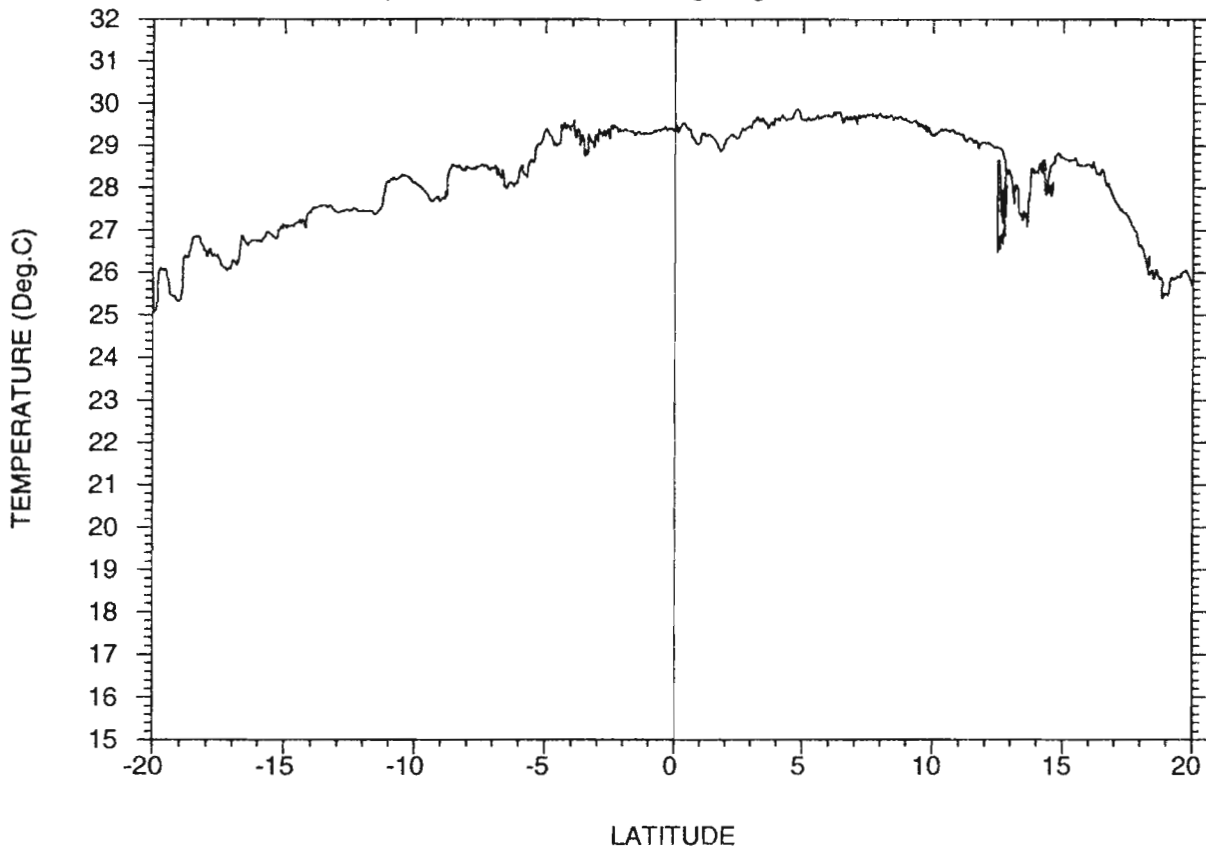


162° E

142° E

116° E

expl9303 Nlle Zelande - HongKong 7/11/93 au 2/12/93

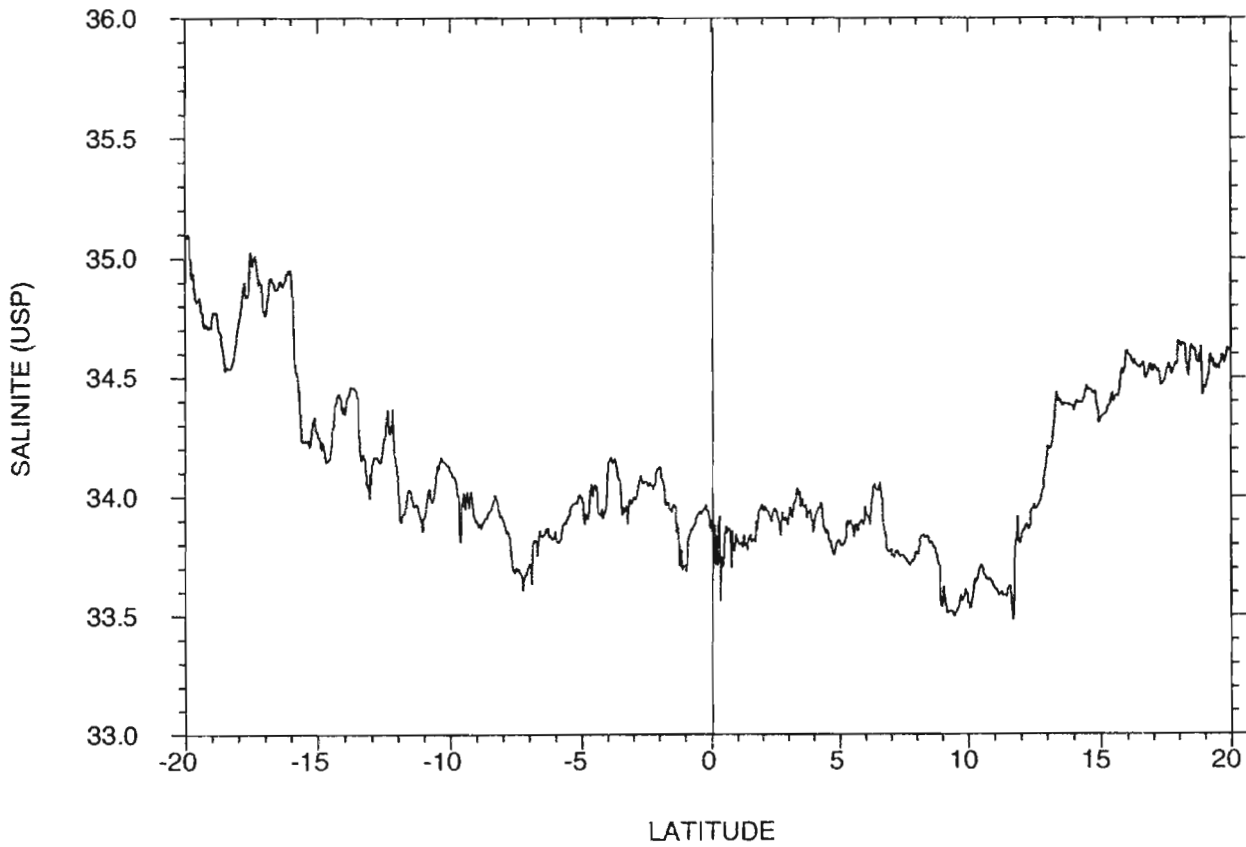
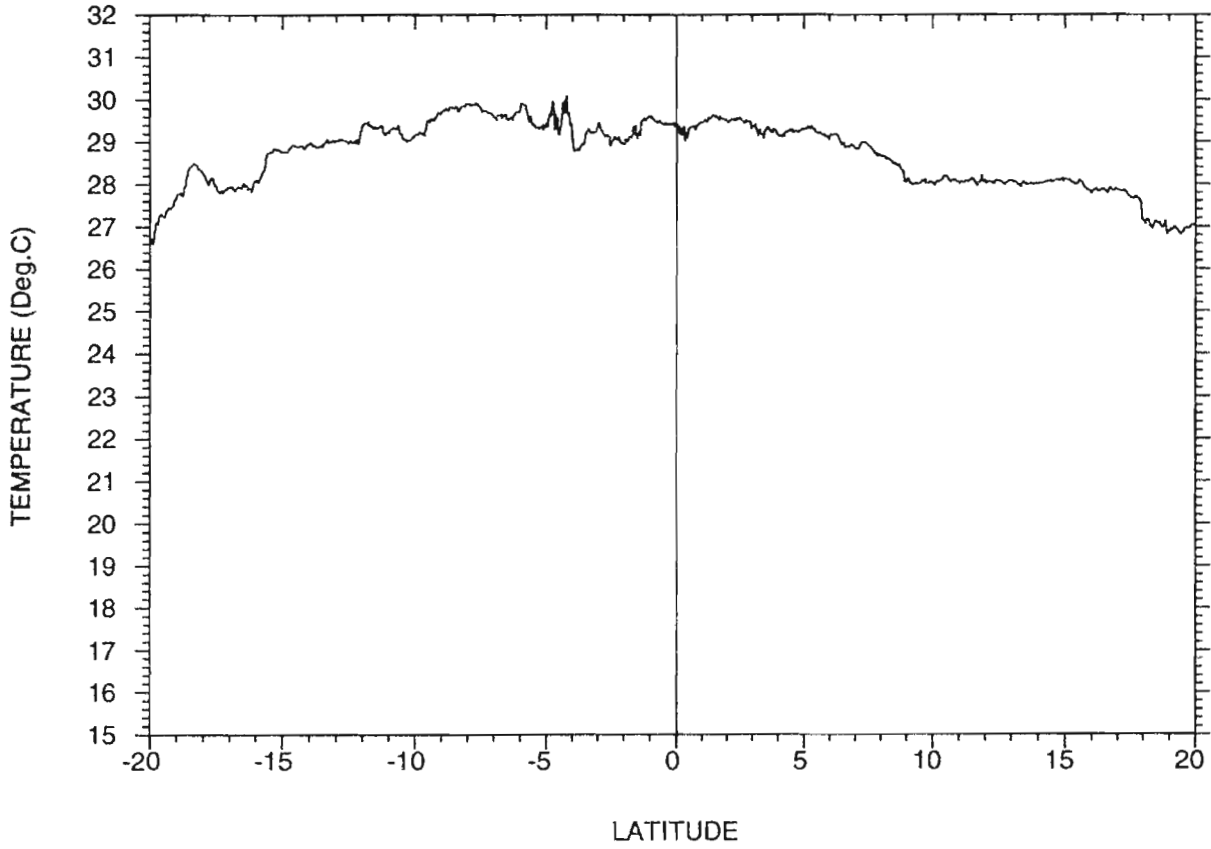


163° E

150° E

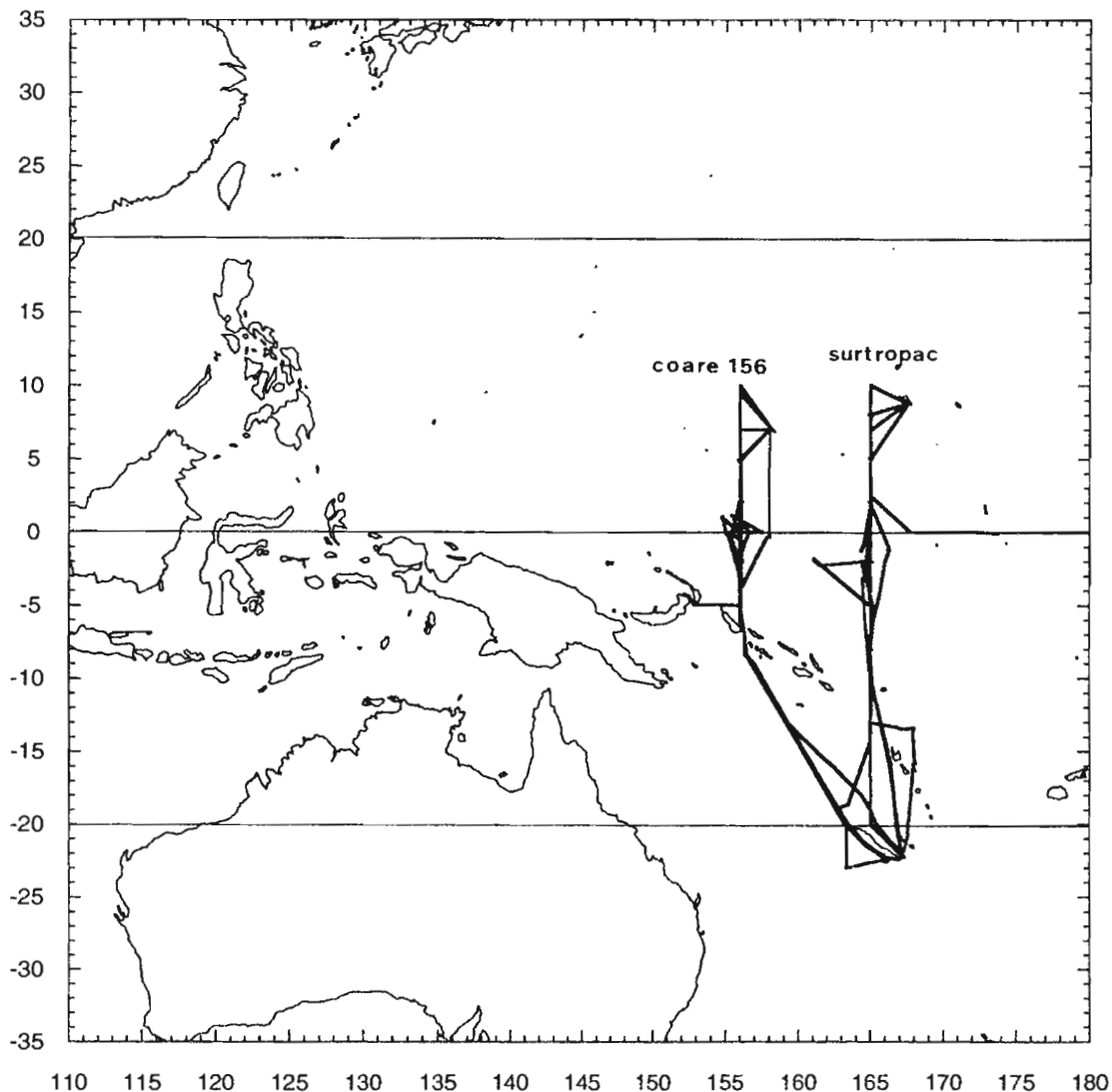
137° E

expl9303 Japon / nlle Caledonie 14/12/93 au 12/1/94

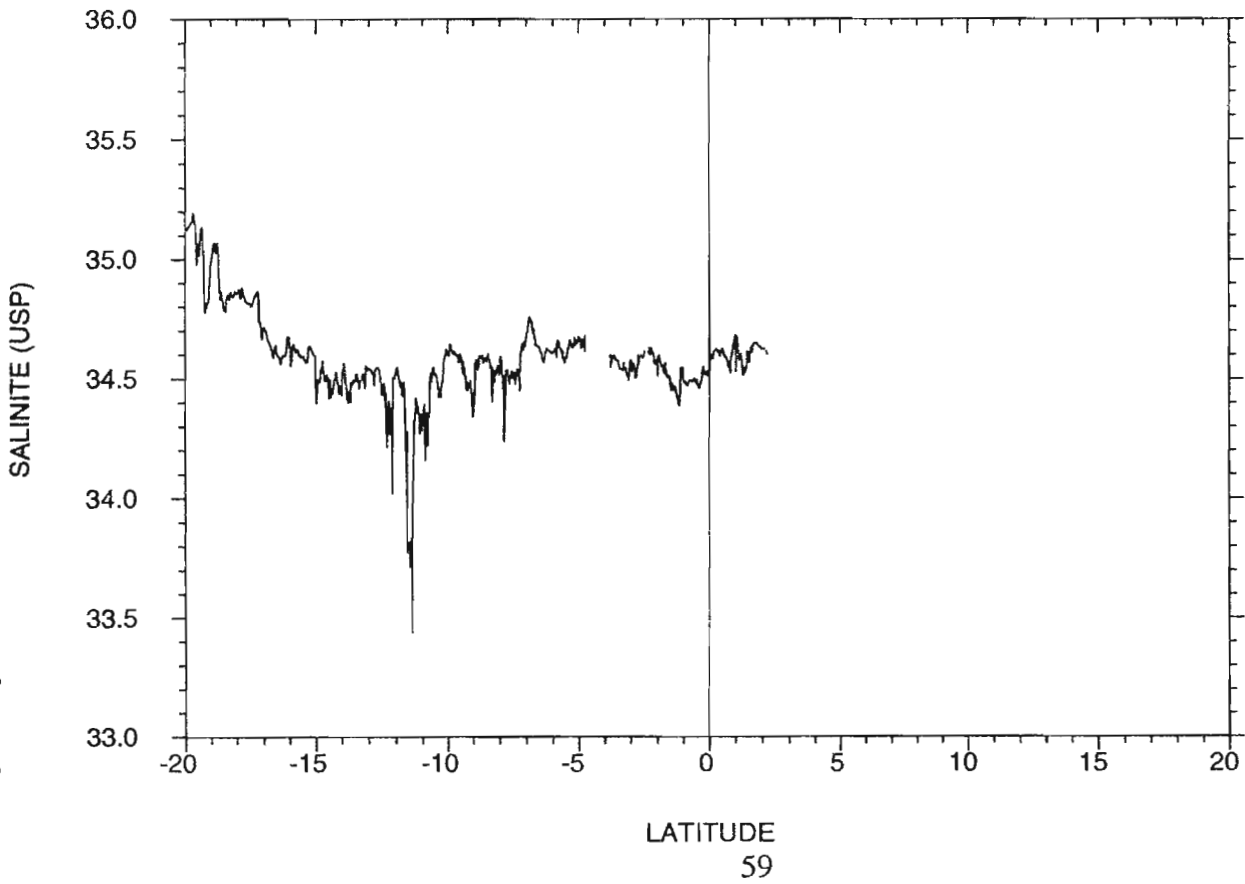
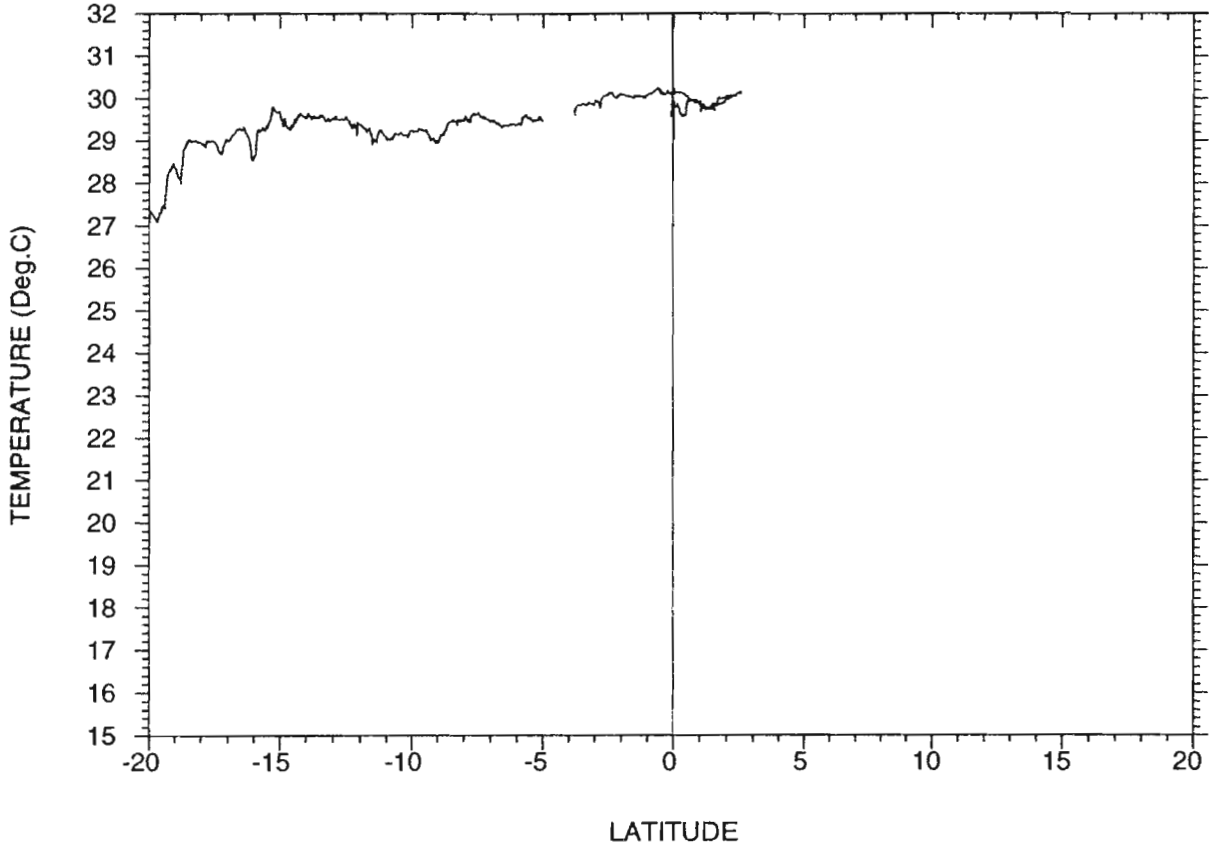


noro9101 (Alizé-2)
 43) Nlle Calédonie-2°30N/165°E 25/02/91 au 06/03/91
noro9102 (Surtropac-14)
 44) Nlle Calédonie-10°N/165°E (aller) 11/03/91 au 22/03/91
 45) Nlle Calédonie-10°N/165°E(retour)25/03/91 au 06/04/91
noro9104 (Surtropac-15)
 46) Nlle Calédonie-10°N/165°E (aller) 18/07/91 au 28/07/91
 47) Nlle Calédonie-10°N/165°E (retour) 28/07/91 au 14/08/91
noro9105 (Coare-156-1)
 48) Nlle Calédonie-10°N/156°E (aller) 20/08/91 au 04/09/91
 49) Nlle Calédonie-10°N/156°E (retour) 04/09/91 au 15/09/91
noro9201 (Surtropac-16)
 50) Nlle Calédonie-10°N/165°E (aller) 18/01/92 au 30/01/92
 51) Nlle Calédonie-10°N/165°E (retour) 30/01/92 au 16/02/92
noro9202 (Coare-156-2)
 52) Nlle Calédonie-10°N/156°E (aller) 21/02/92 au 04/03/92
 53) Nlle Calédonie-10°N/156°E (retour) 04/03/92 au 17/03/92
noro9205 (Surtropac-17)
 54) Nlle Calédonie-10°N/165°E (aller) 05/08/92 au 17/08/92
 55) Nlle Calédonie-10°N/165°E (retour) 19/08/92 au 31/08/92
noro9206 (Coare-156-3)
 56) Nlle Calédonie-10°N/156°E (aller) 05/09/92 au 19/09/92
 57) Nlle Calédonie-10°N/156°E (retour) 19/09/92 au 02/10/92
noro9207 (Coare-Poi)
 58) Nlle Calédonie-5°N/156°E (aller) 02/12/92 au 11/12/92
 59) Nlle Calédonie-5°N/156°E (retour) 19/02/93 au 01/03/93

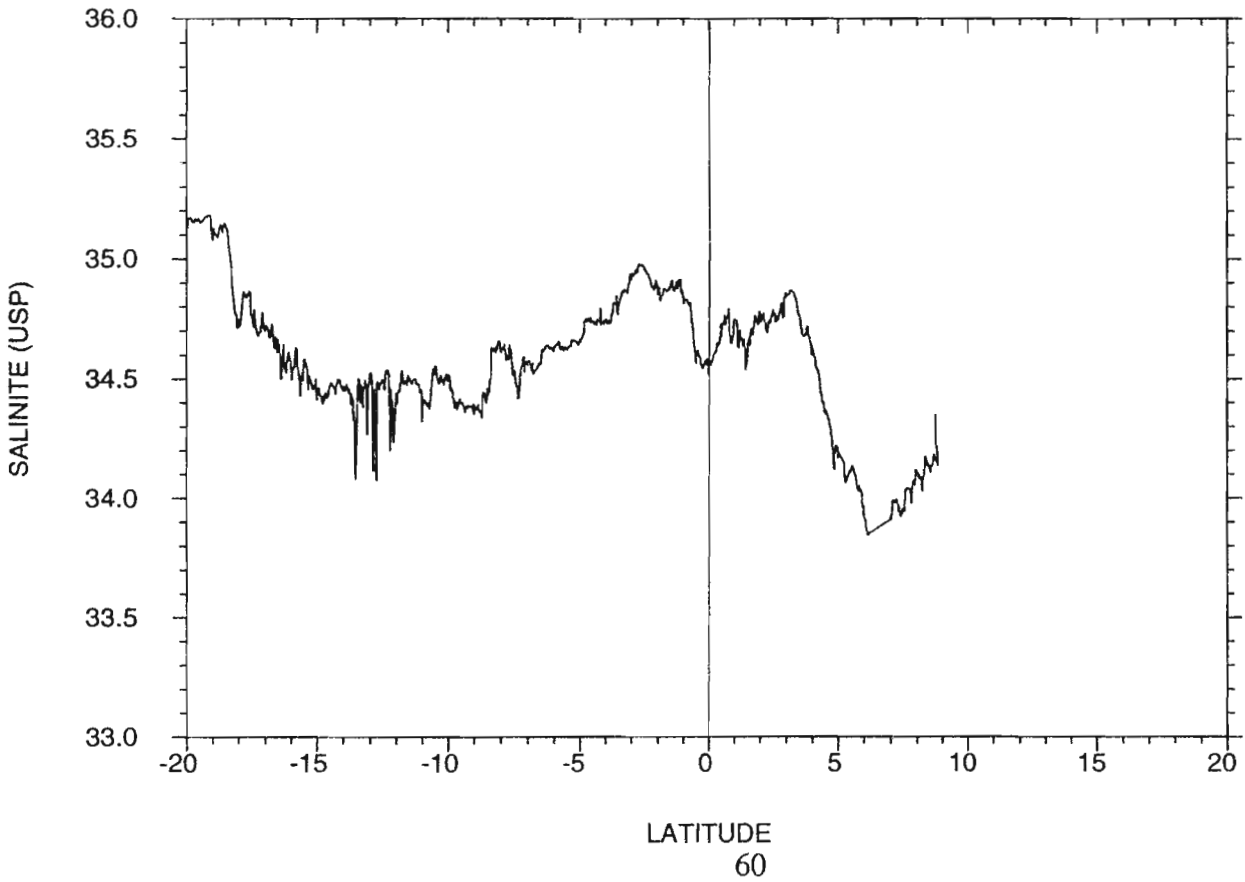
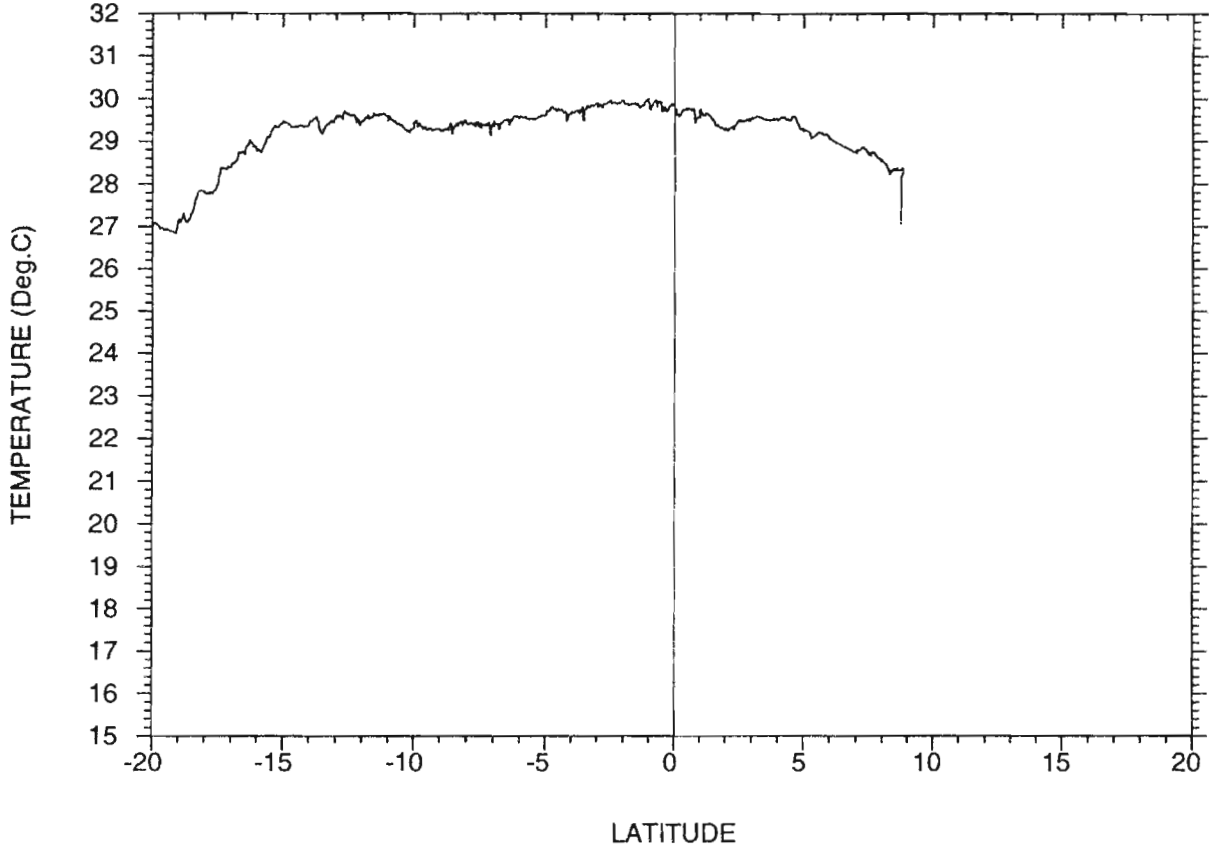
N.O. Le Noroit



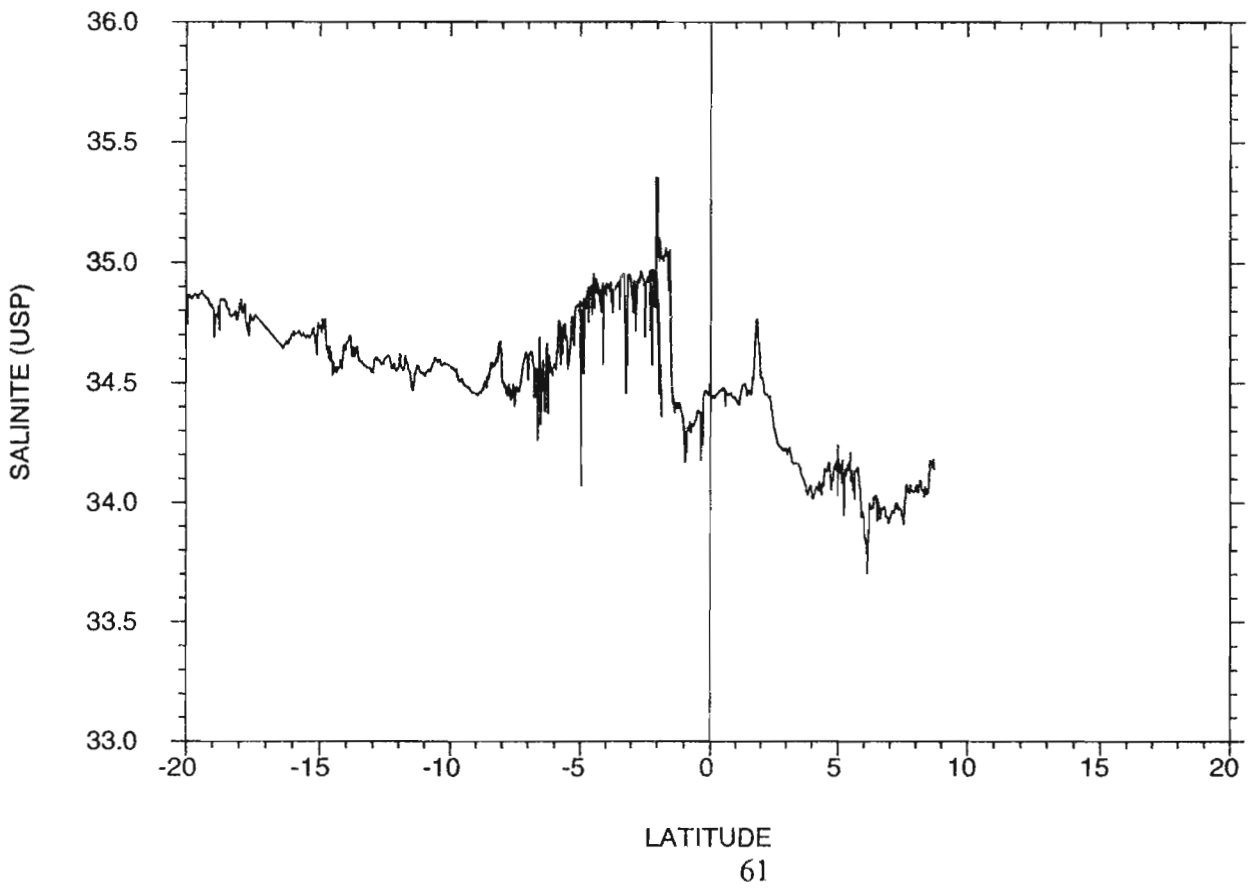
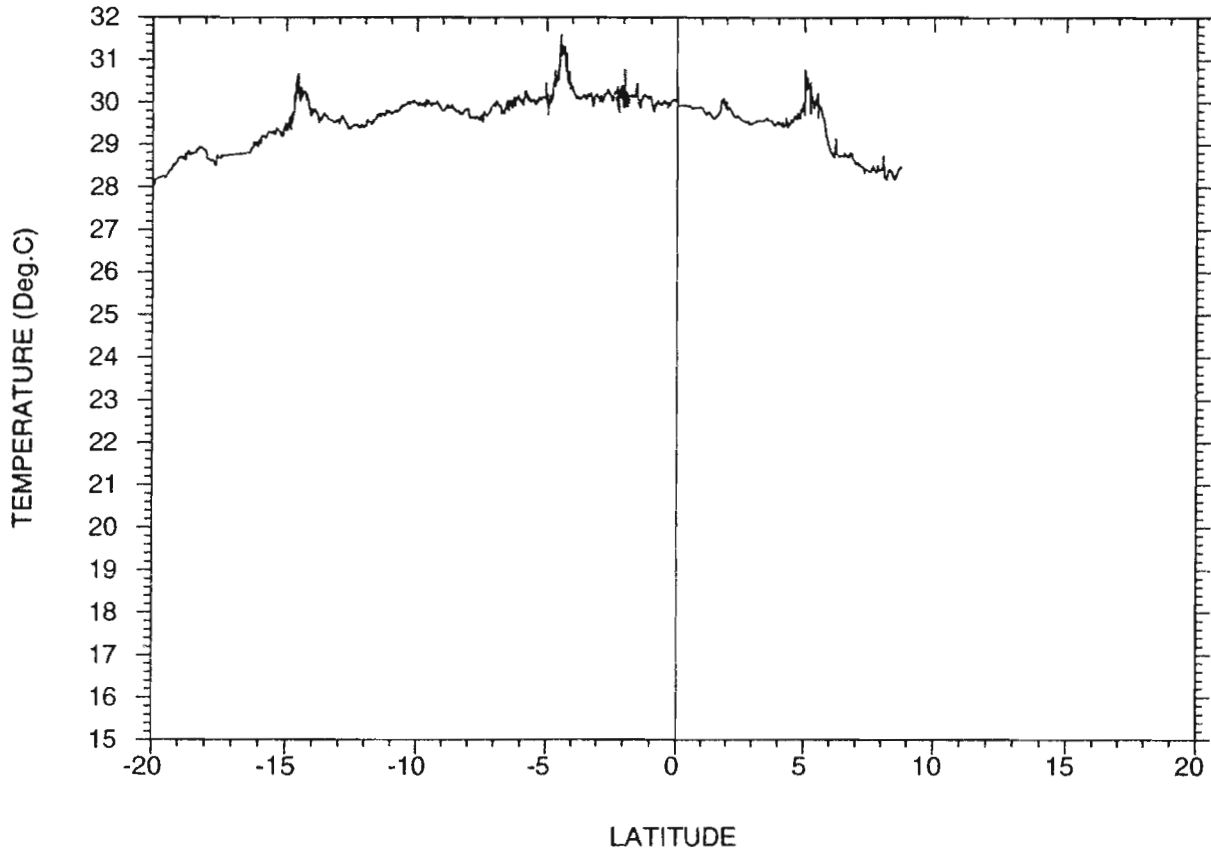
noro9101 (Alize-2) 165 E 25/2/91 au 6/3/91



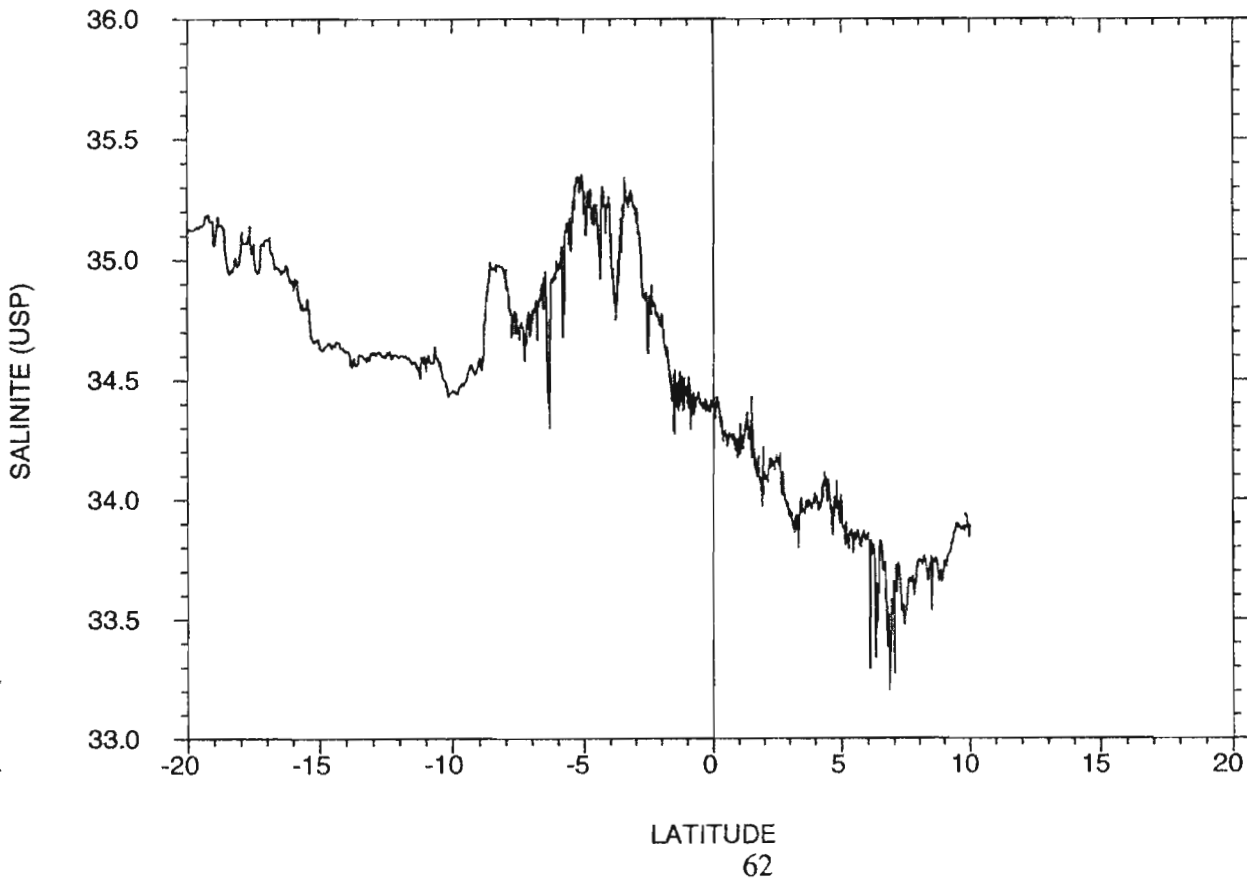
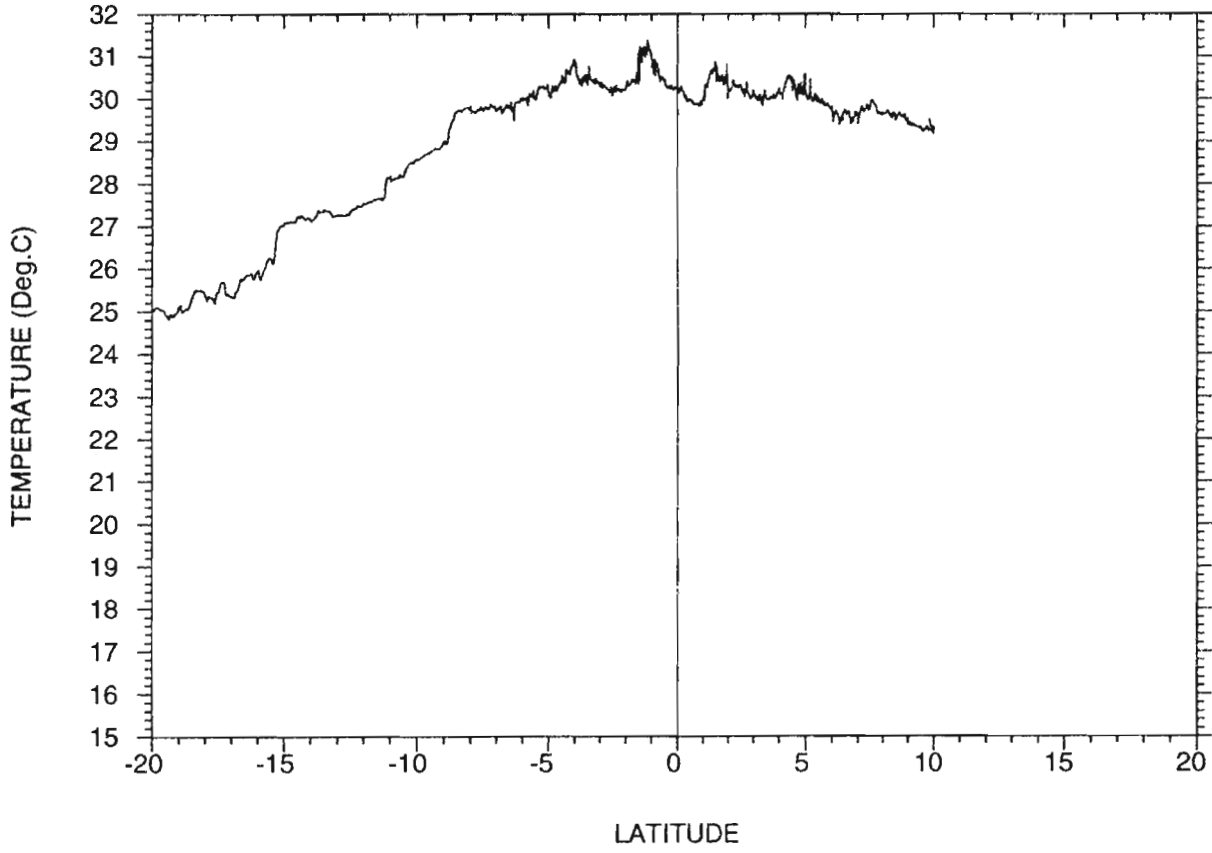
noro9102 (Surtropac-14) 165 E 11/3/91 au 22/3/91



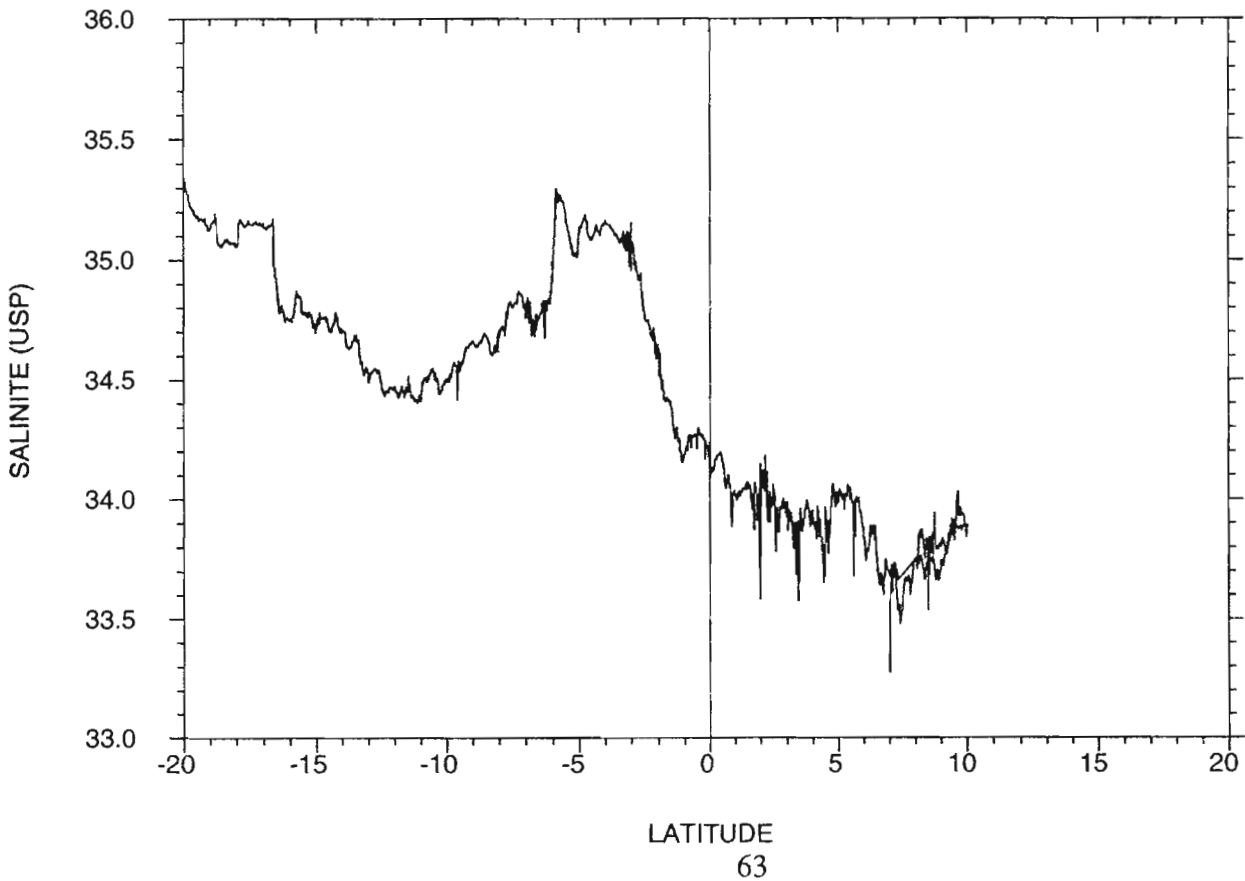
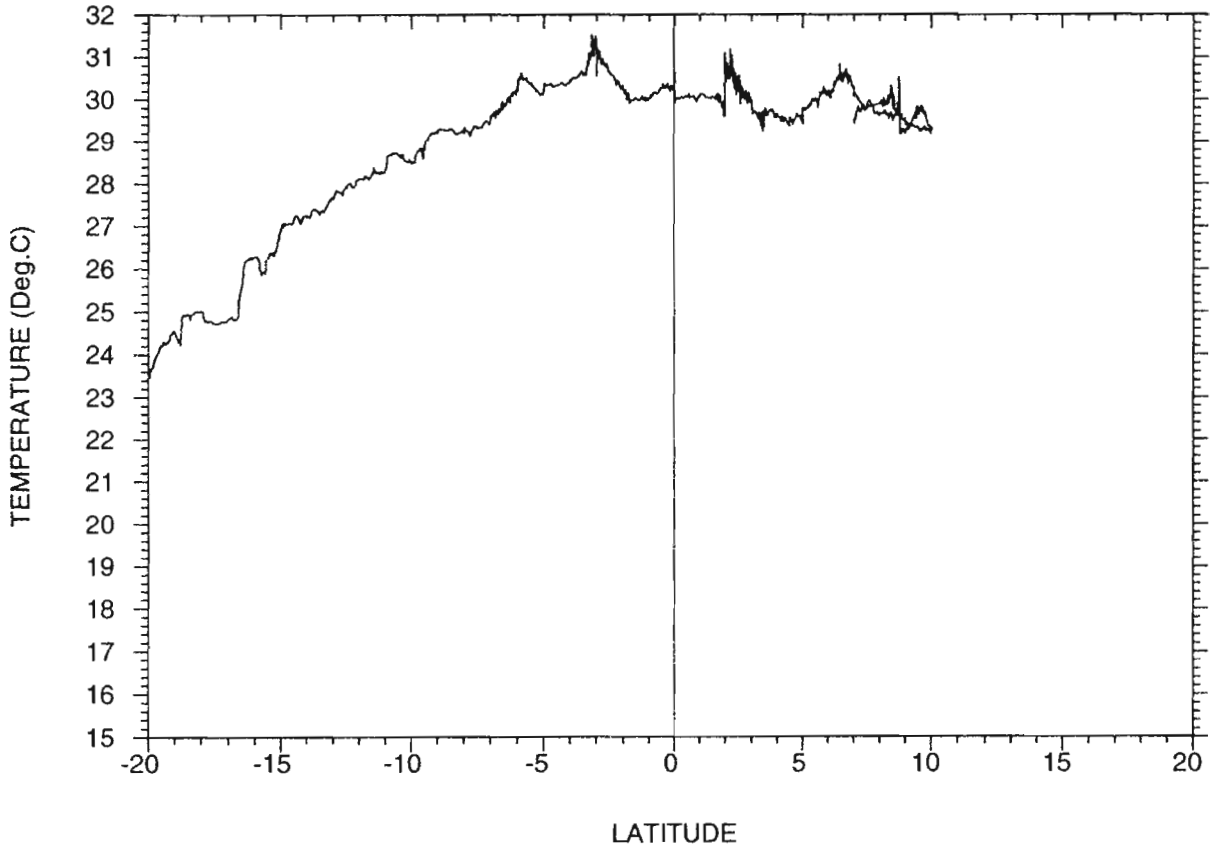
nor09102 (Surtropac-14) 165 E 25/3/91 au 6/4/91



noro9104 (Surtropac-15) 165 E 18/7/91 au 28/7/91



noro9104 (Surtropac-15) 165 E 28/7/91 au 14/8/91

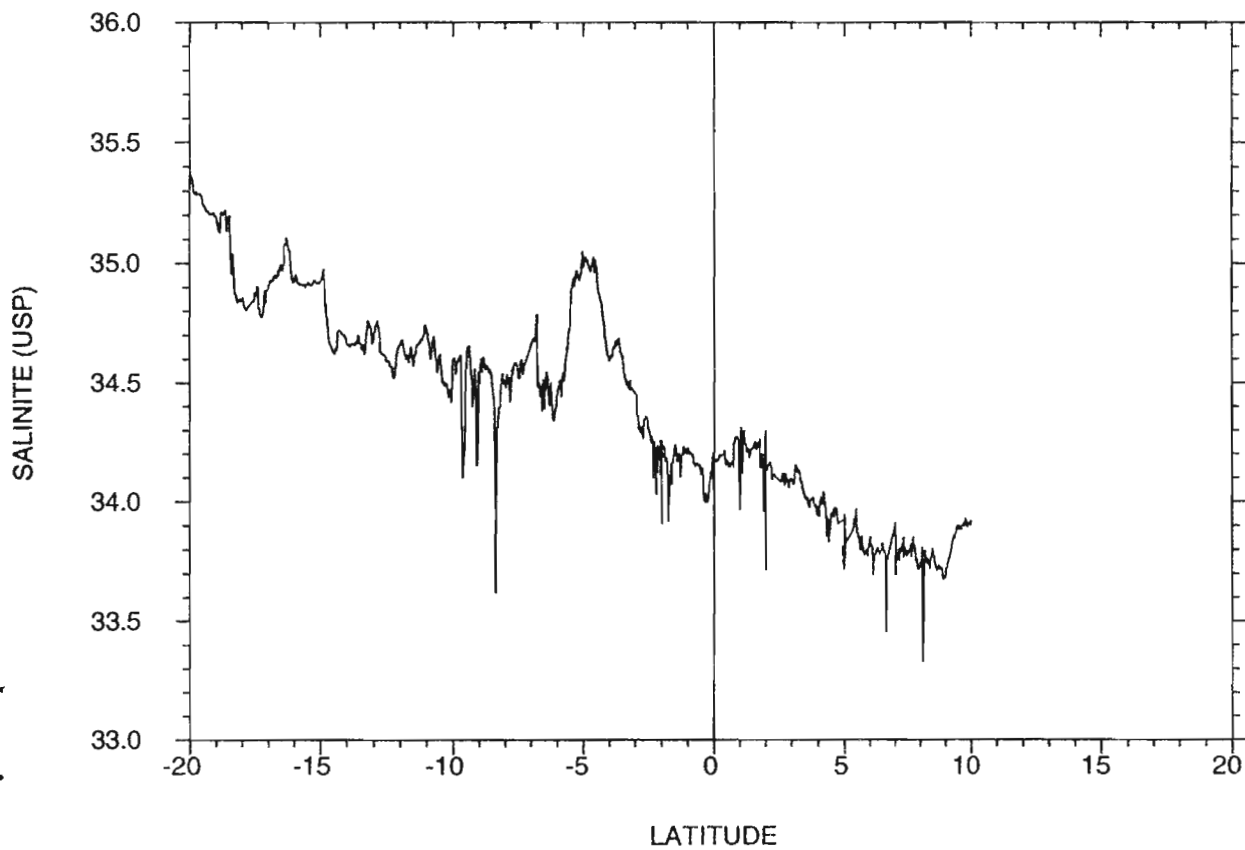
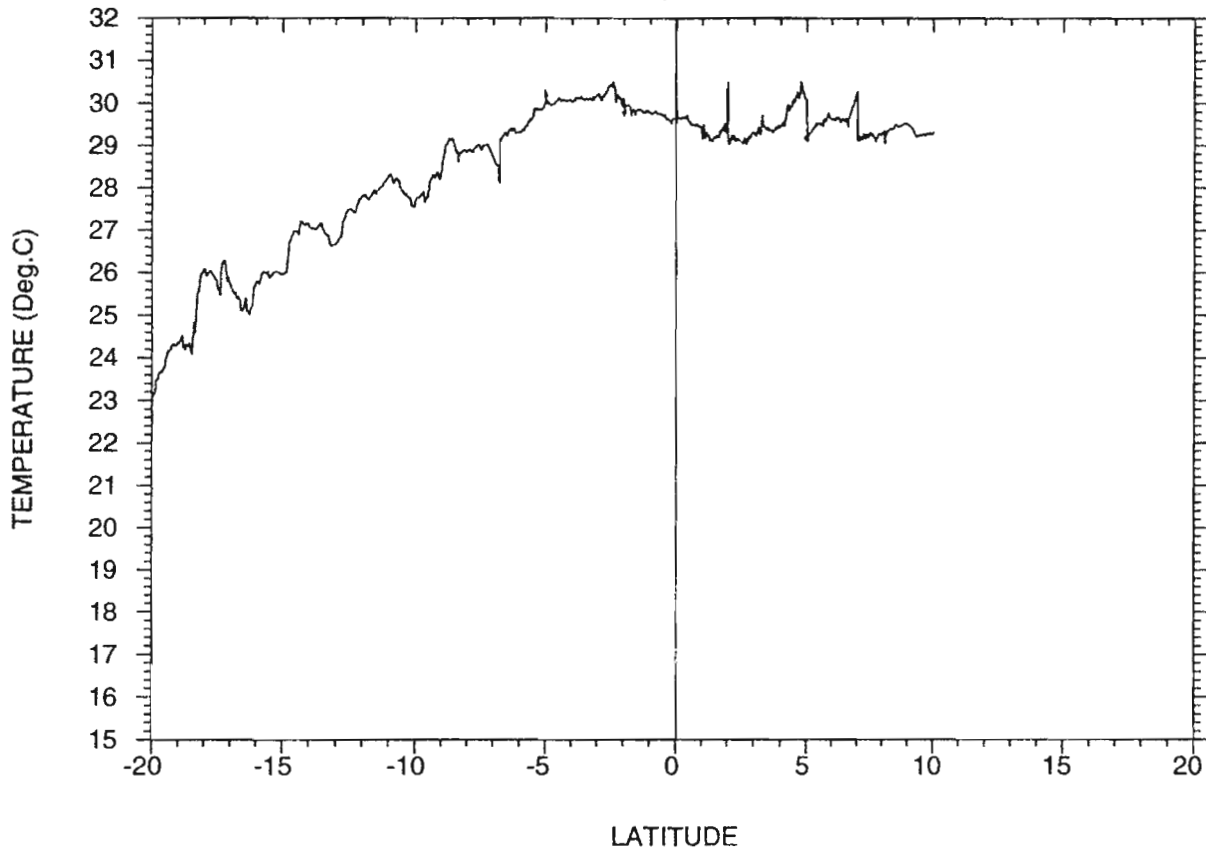


163° E

156° E

156° E

noro9105 (Coare-156-1) 156 E 20/8/91 au 4/9/91

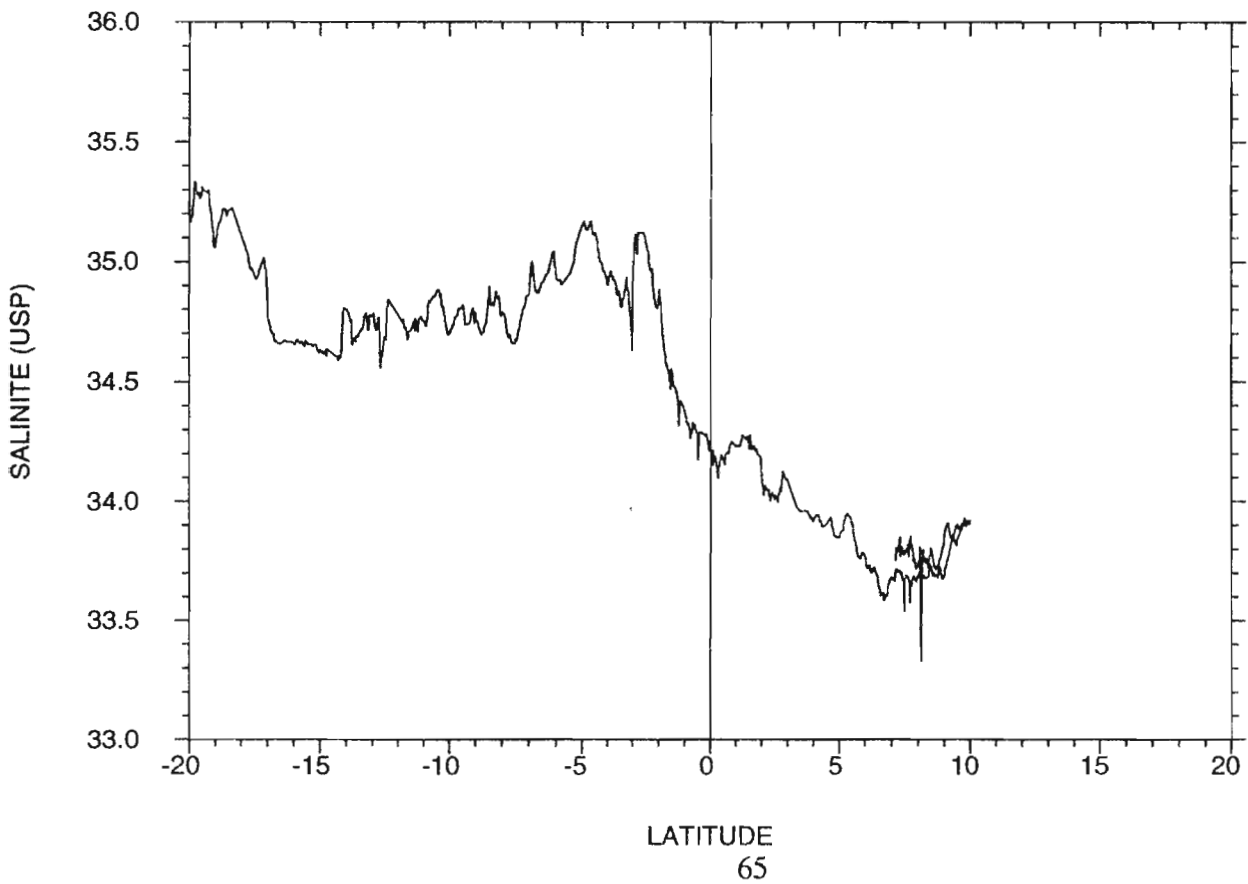
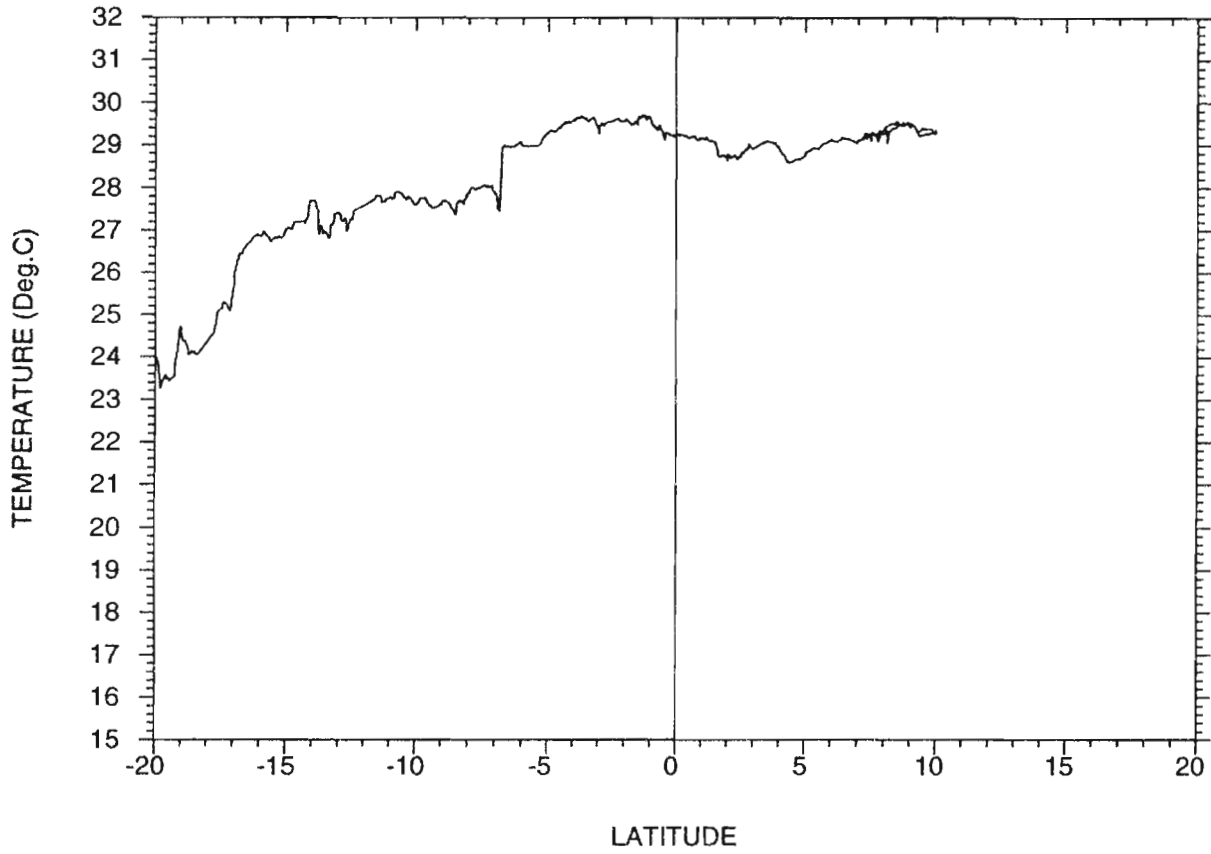


163° E

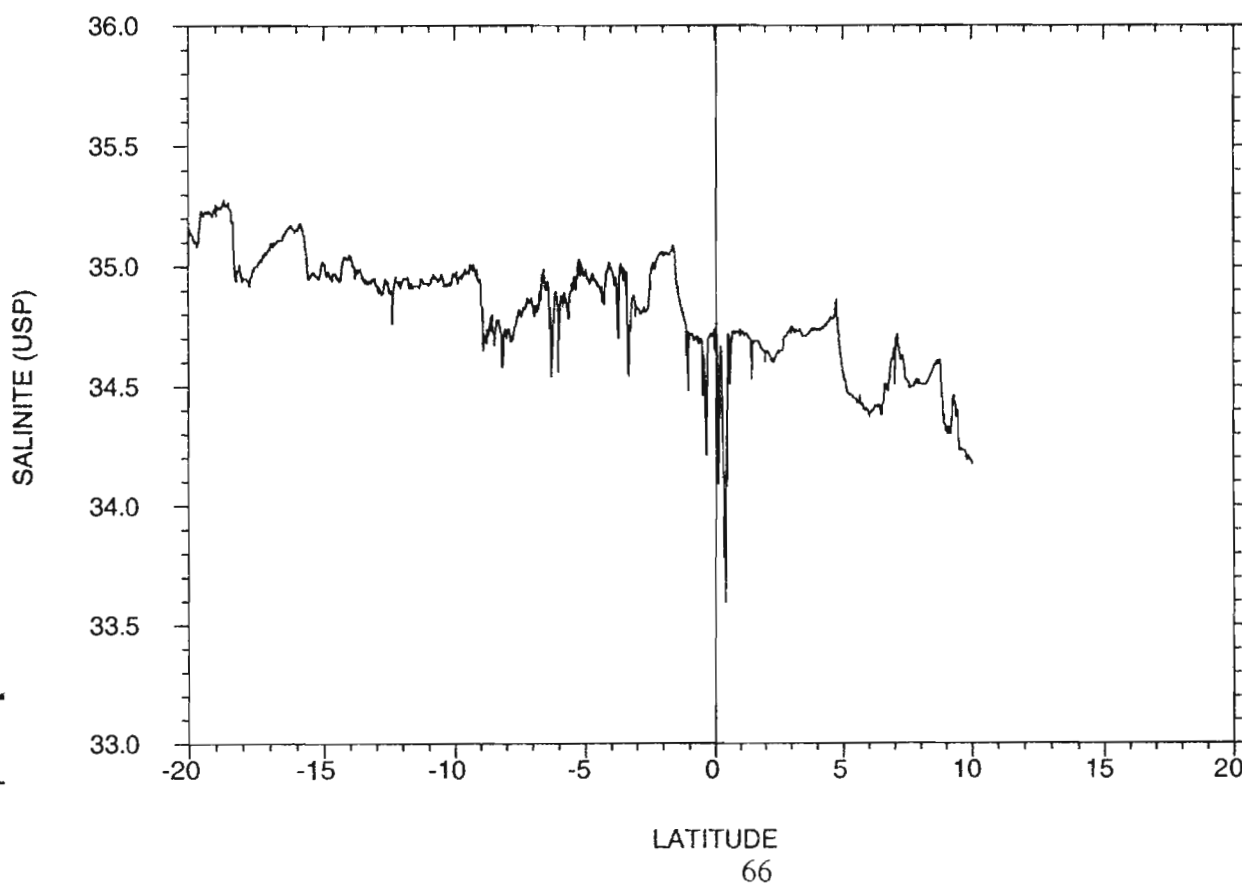
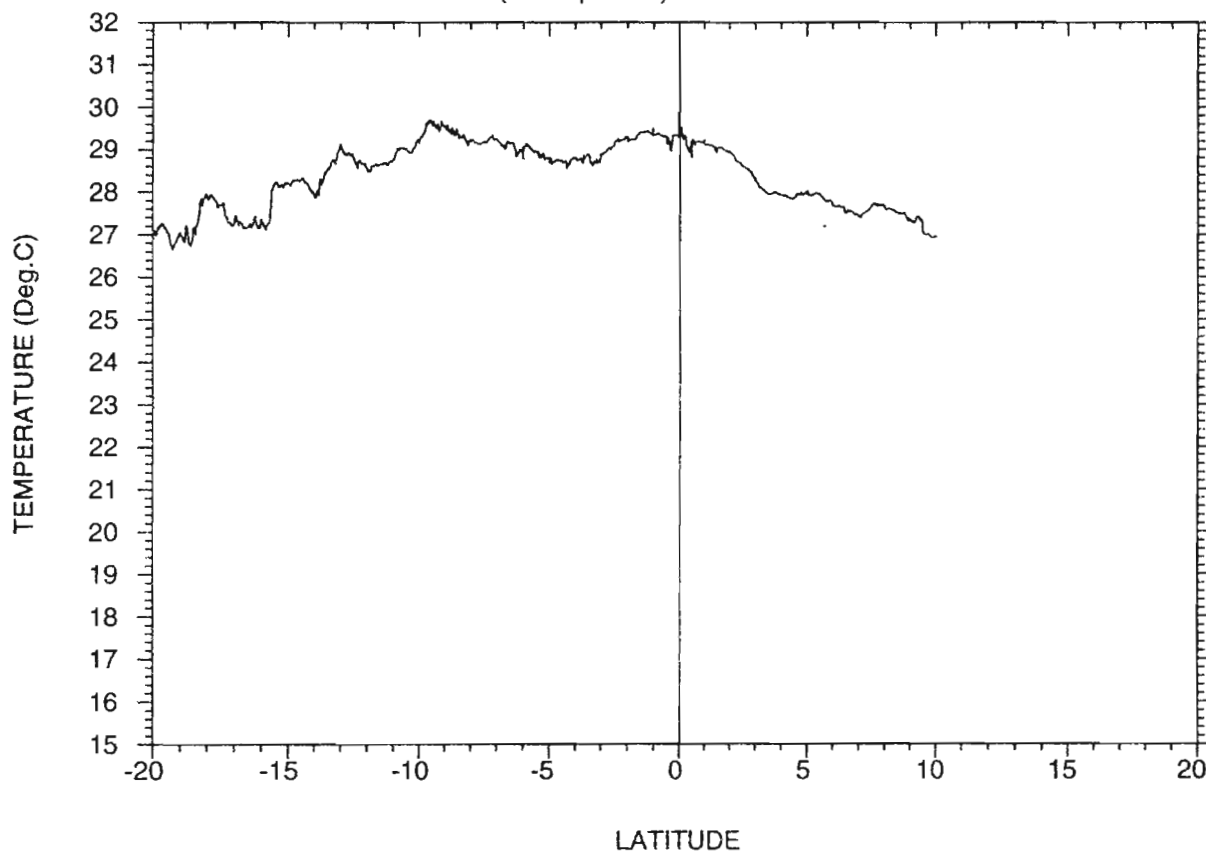
156° E

156° E

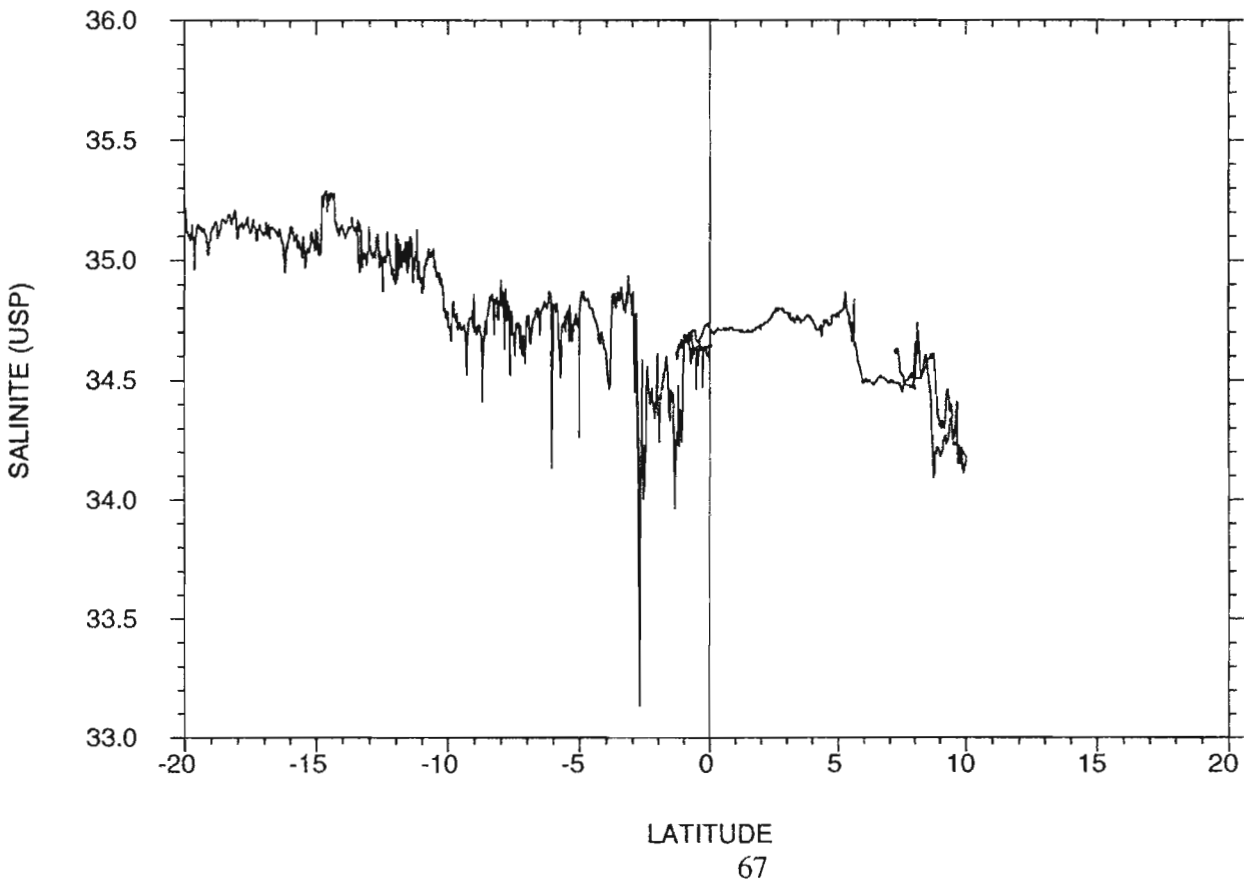
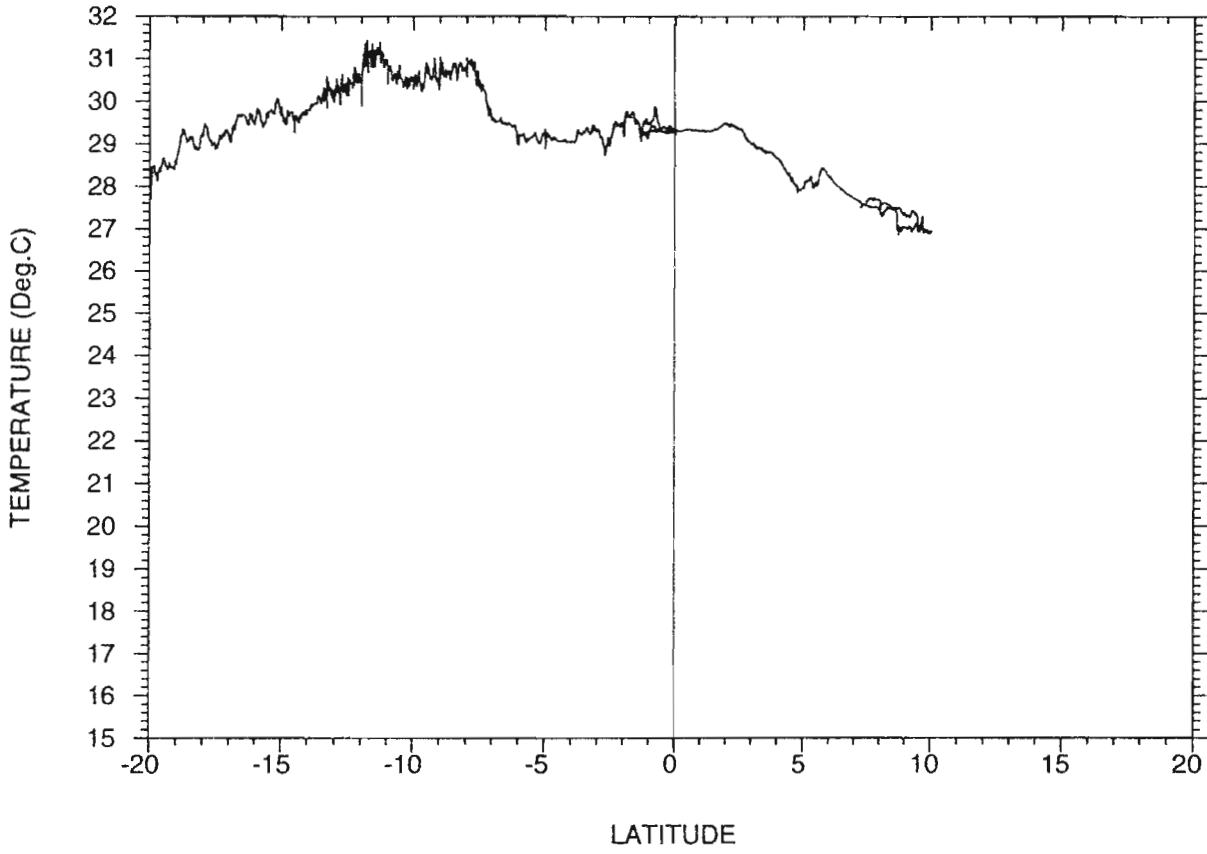
noro9105 (Coare-156-1) 156 E 4/9/91 au 15/9/91



noro9201 (Surtropac-16) 165 E 18/1/92 au 30/1/92



noro9201 (Surtropac-16) 165 E 30/1/92 au 16/2/92

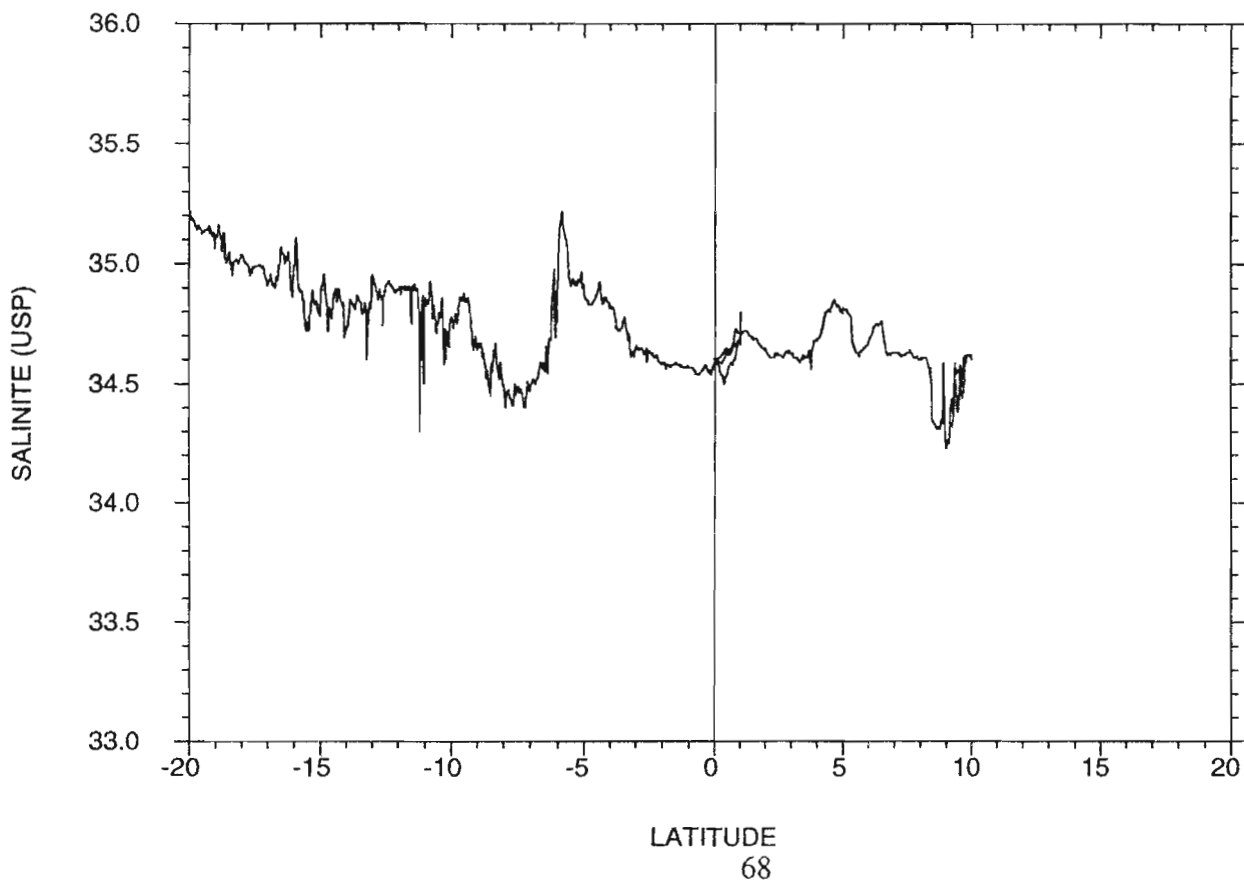
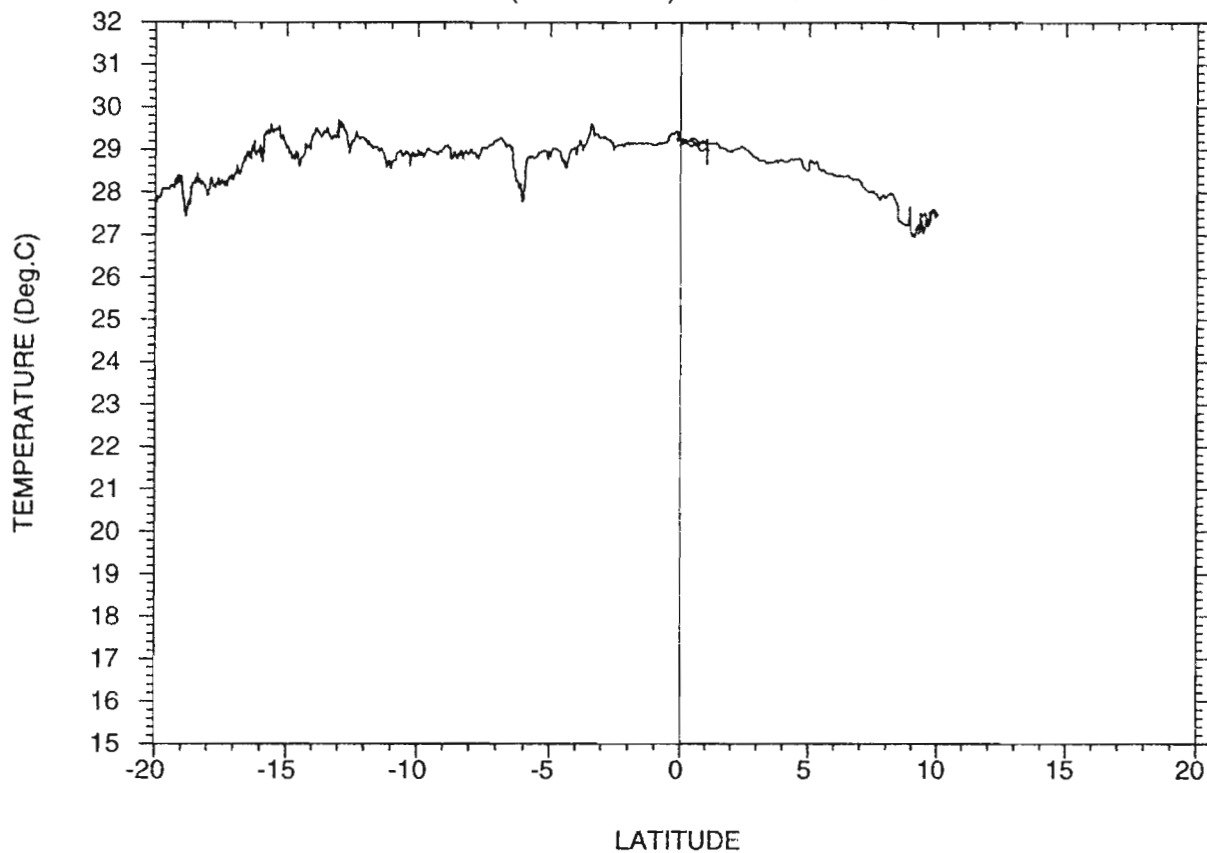


163° E

156° E

156° E

noro9202 (Coare-156-2) 156 E 21/2/92 au 4/3/92

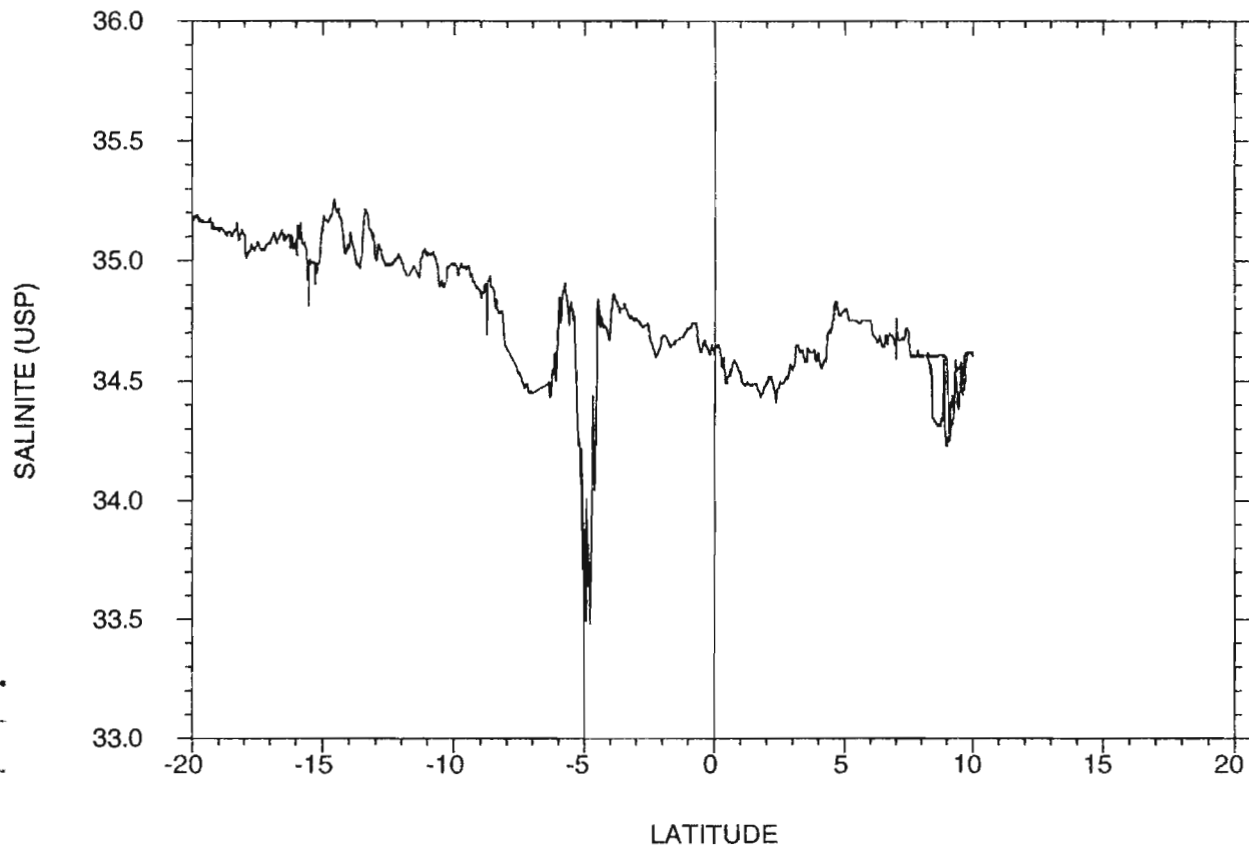
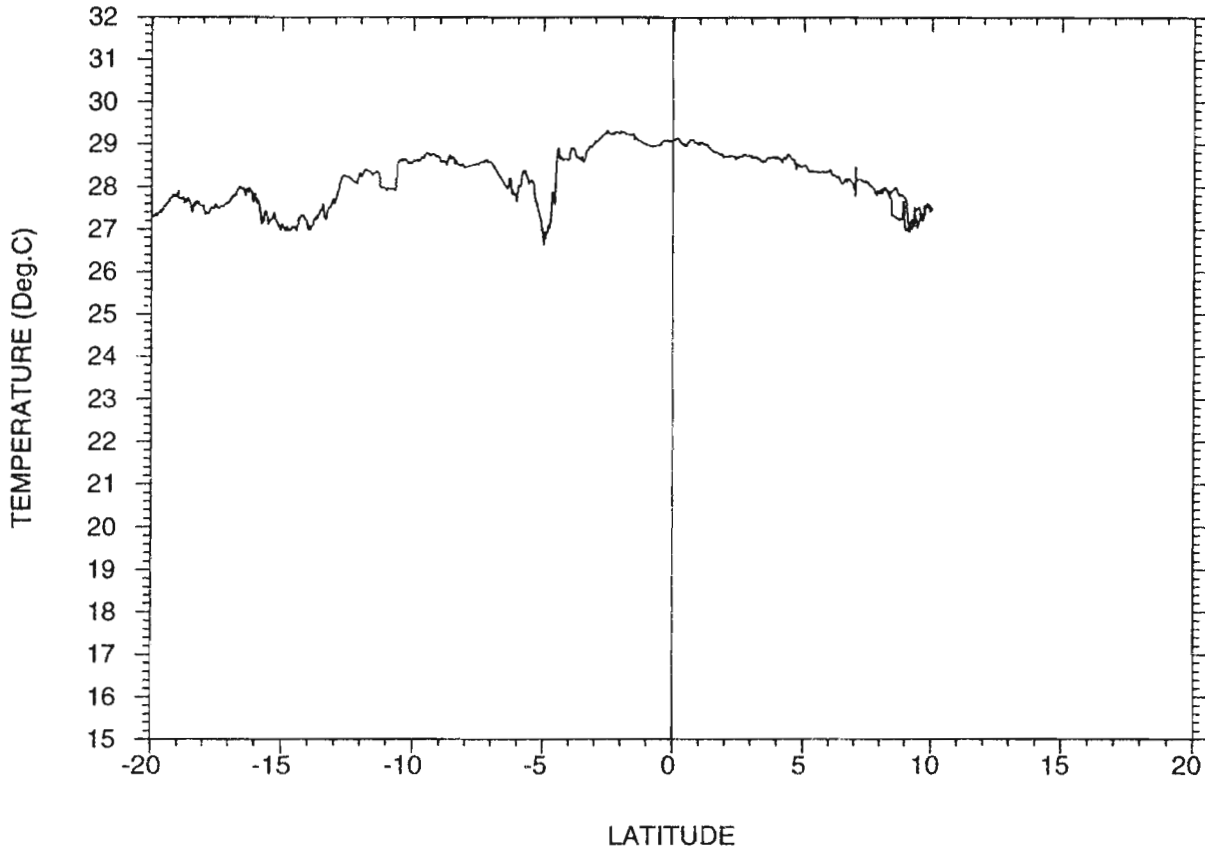


163° E

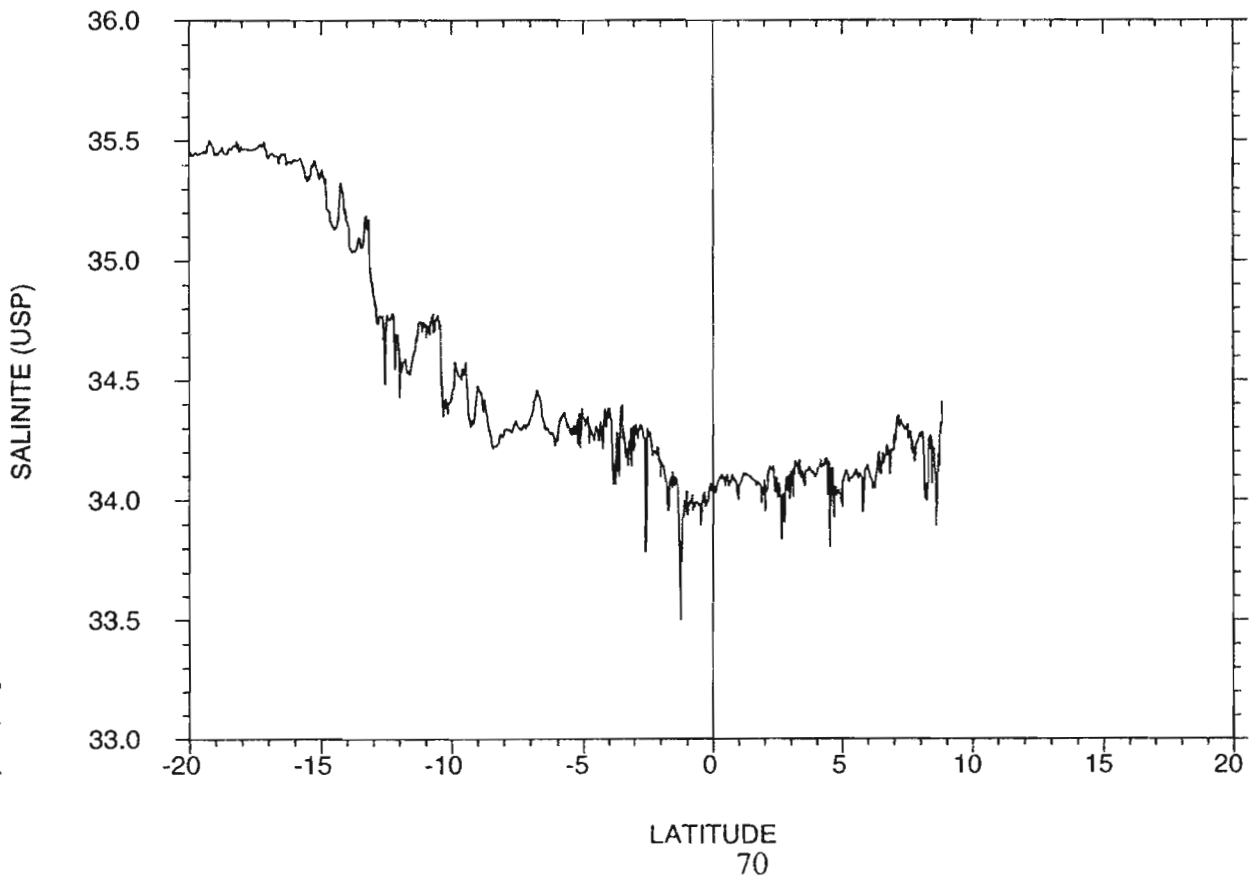
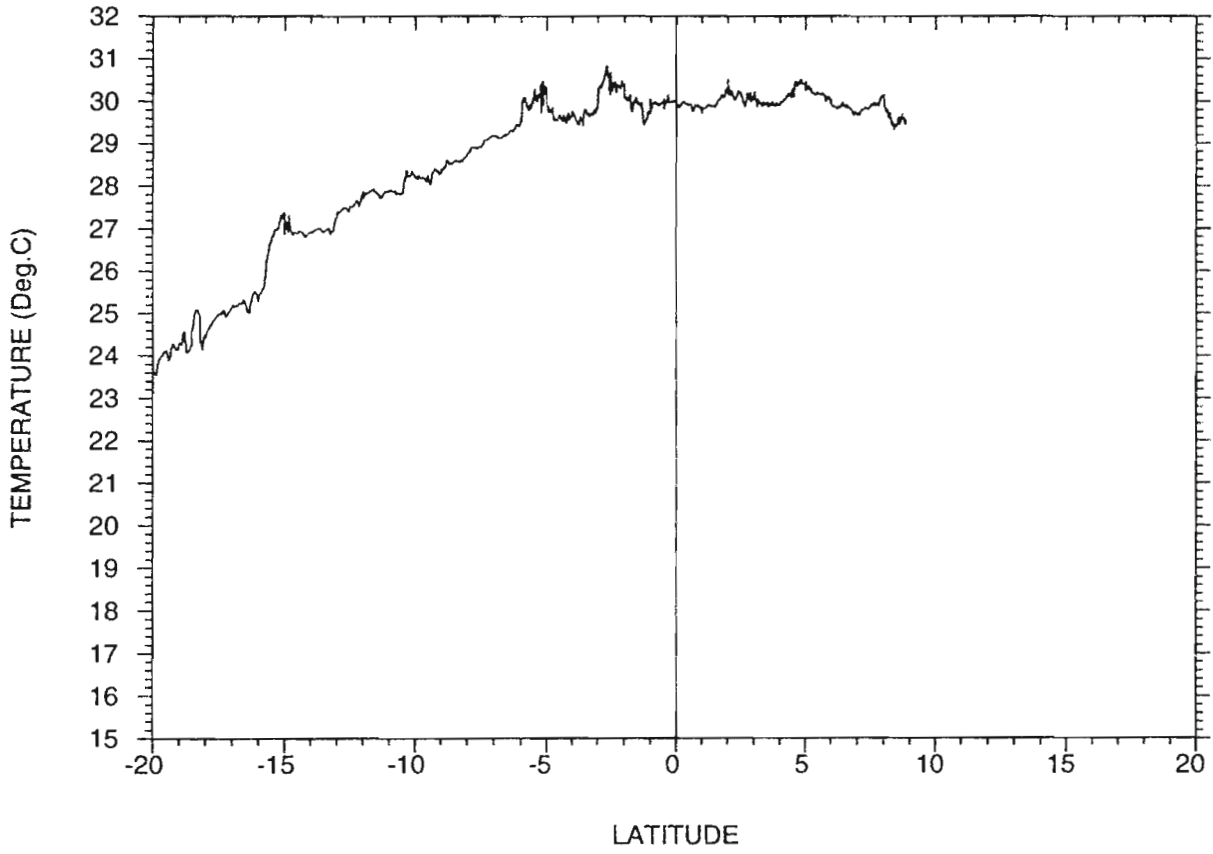
156° E

156° E

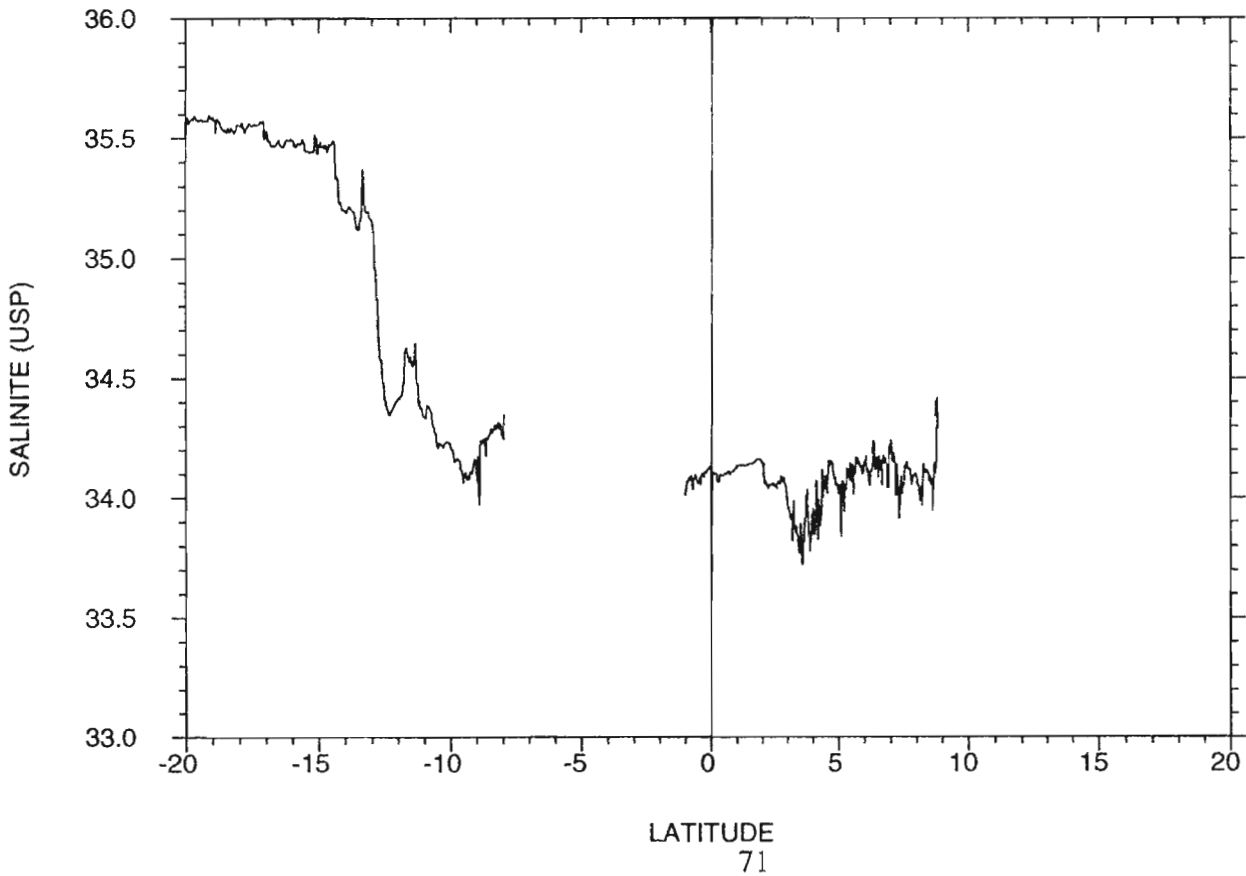
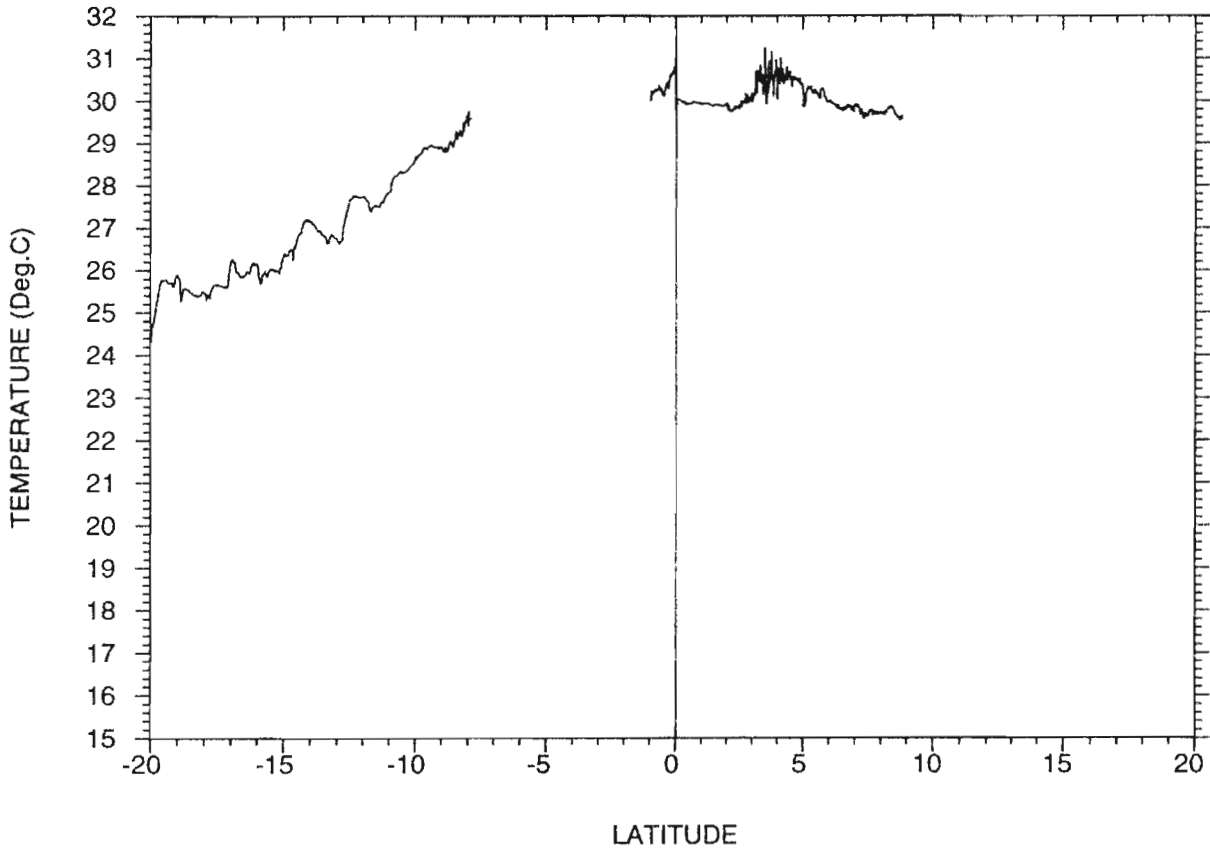
noro9202 (Coare-156-2) 156 E 4/3/92 au 17/3/92



noro9205 (Surtropac-17) 165 E 5/8/92 au 17/8/92



noro9205 (Surtropac-17) 165 E 19/8/92 au 31/8/92

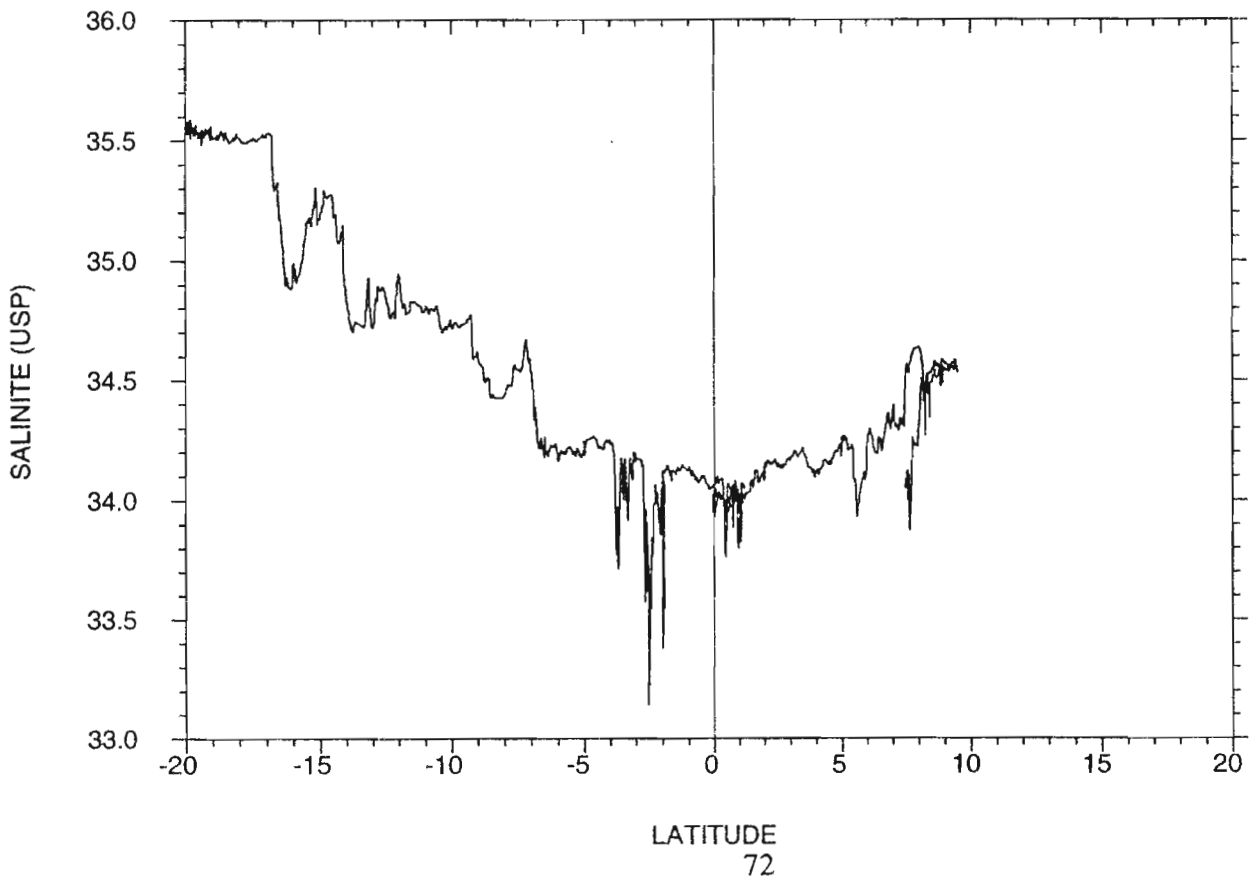
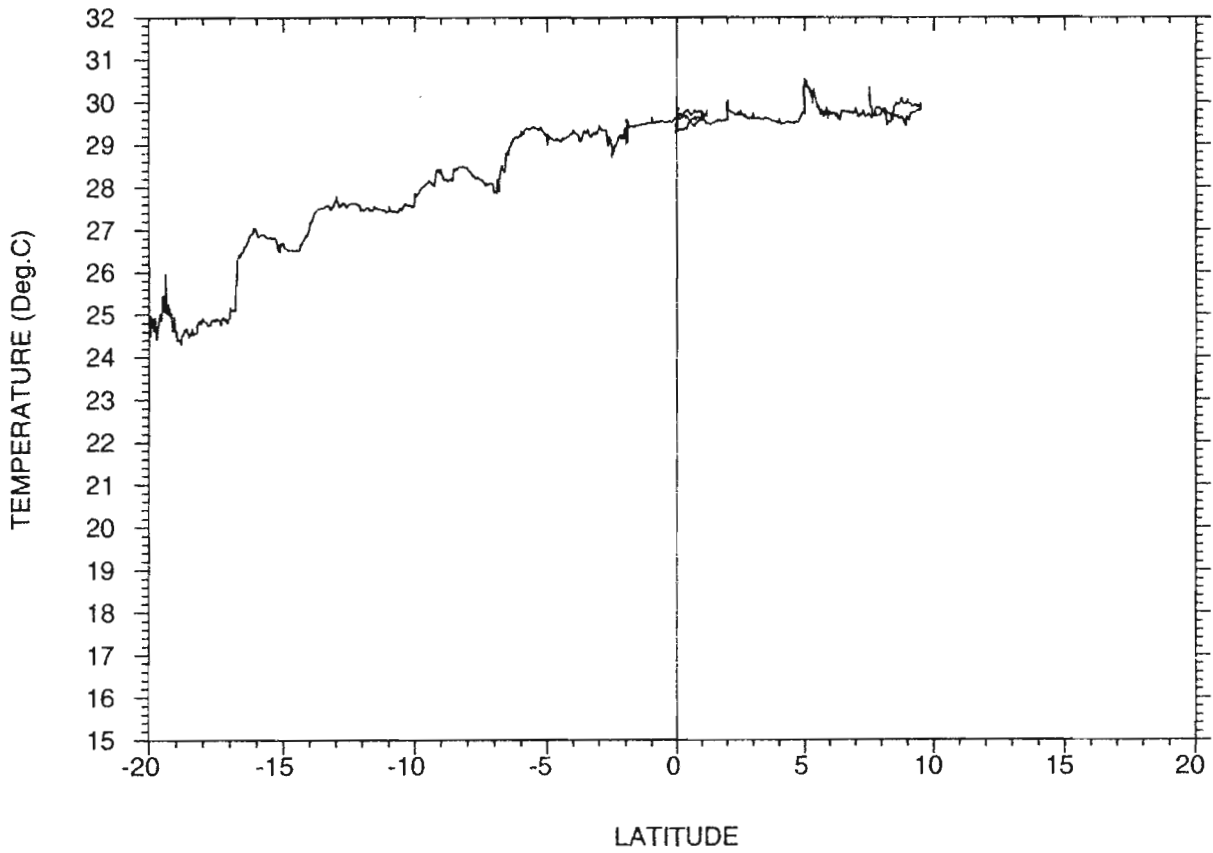


163° E

156° E

156° E

noro9206 (Coare-156-3) 156 E 5/9/92 au 19/9/92

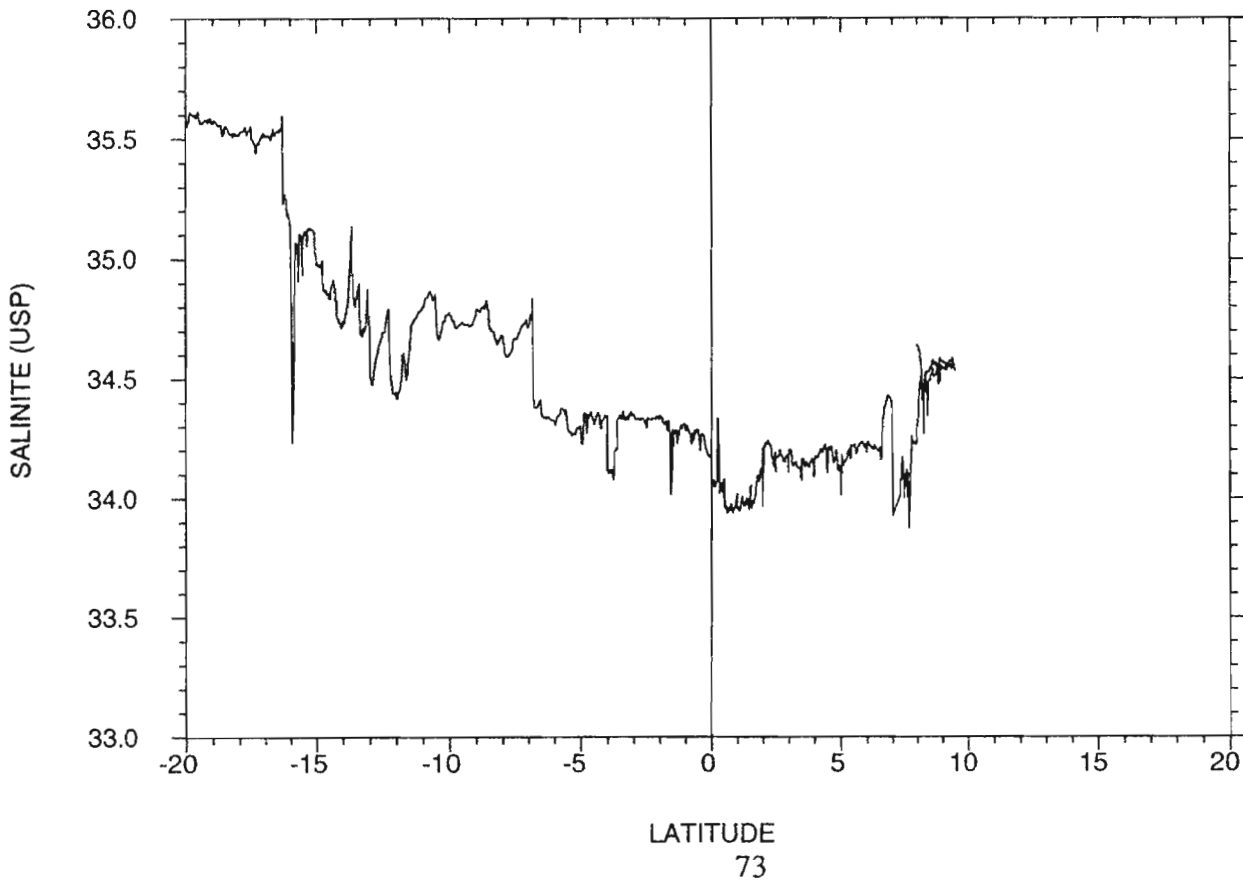
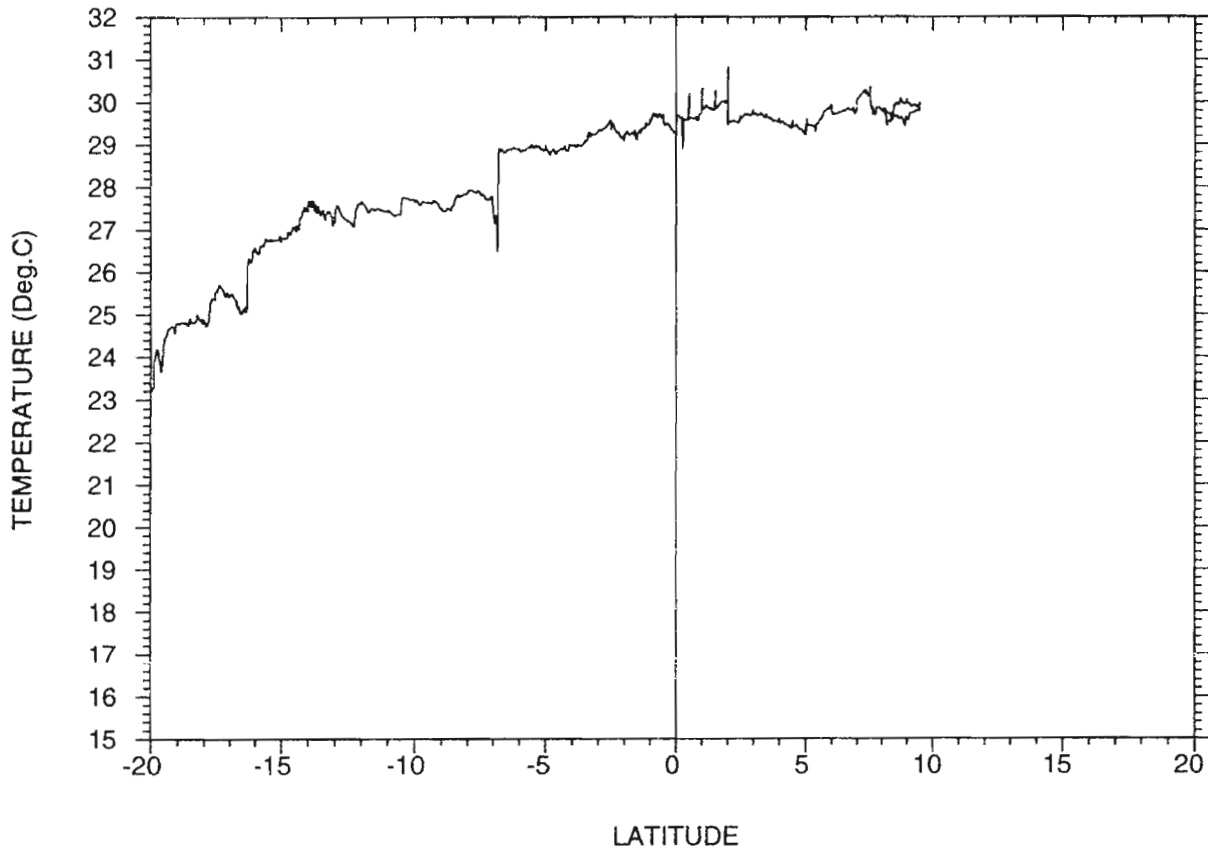


163° E

156° E

156° E

noro9206 (Coare-156-3) 156 E 19/9/92 au 2/10/92

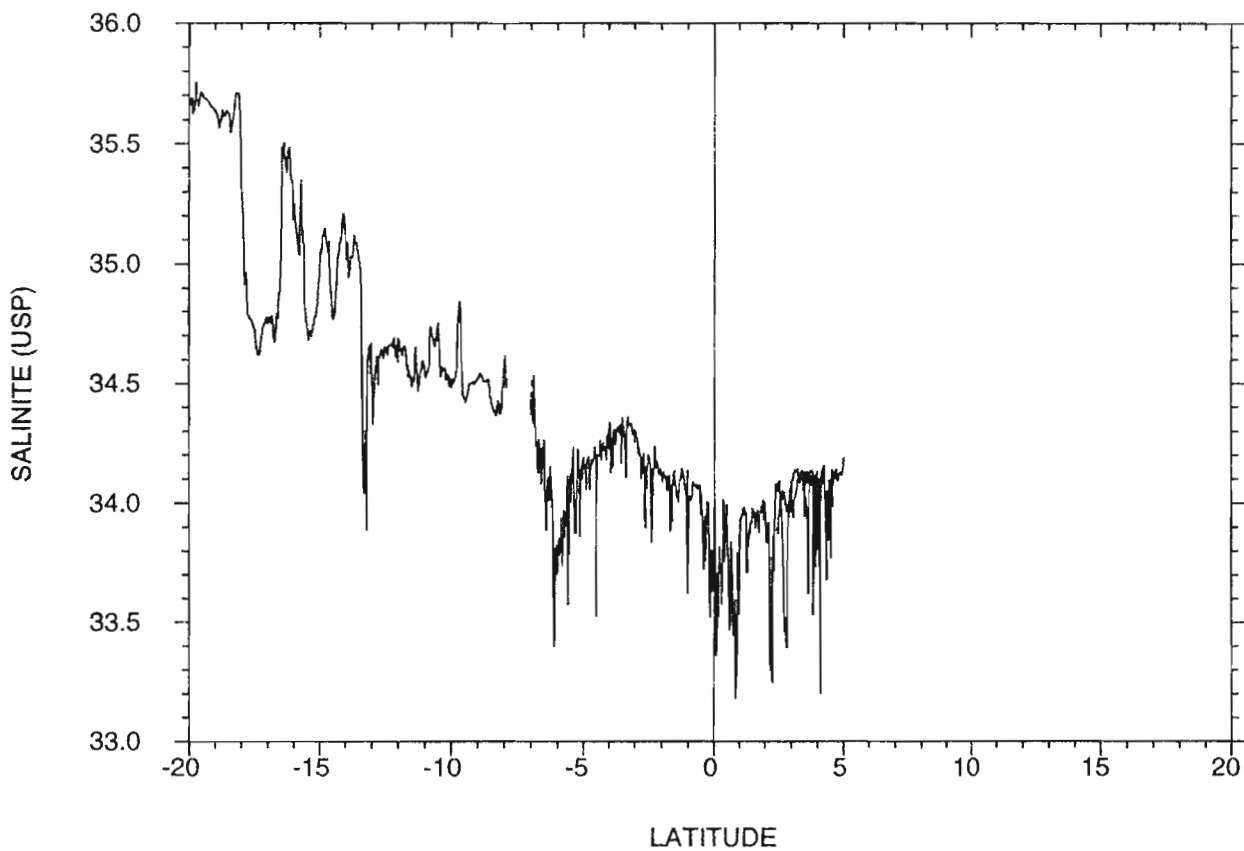
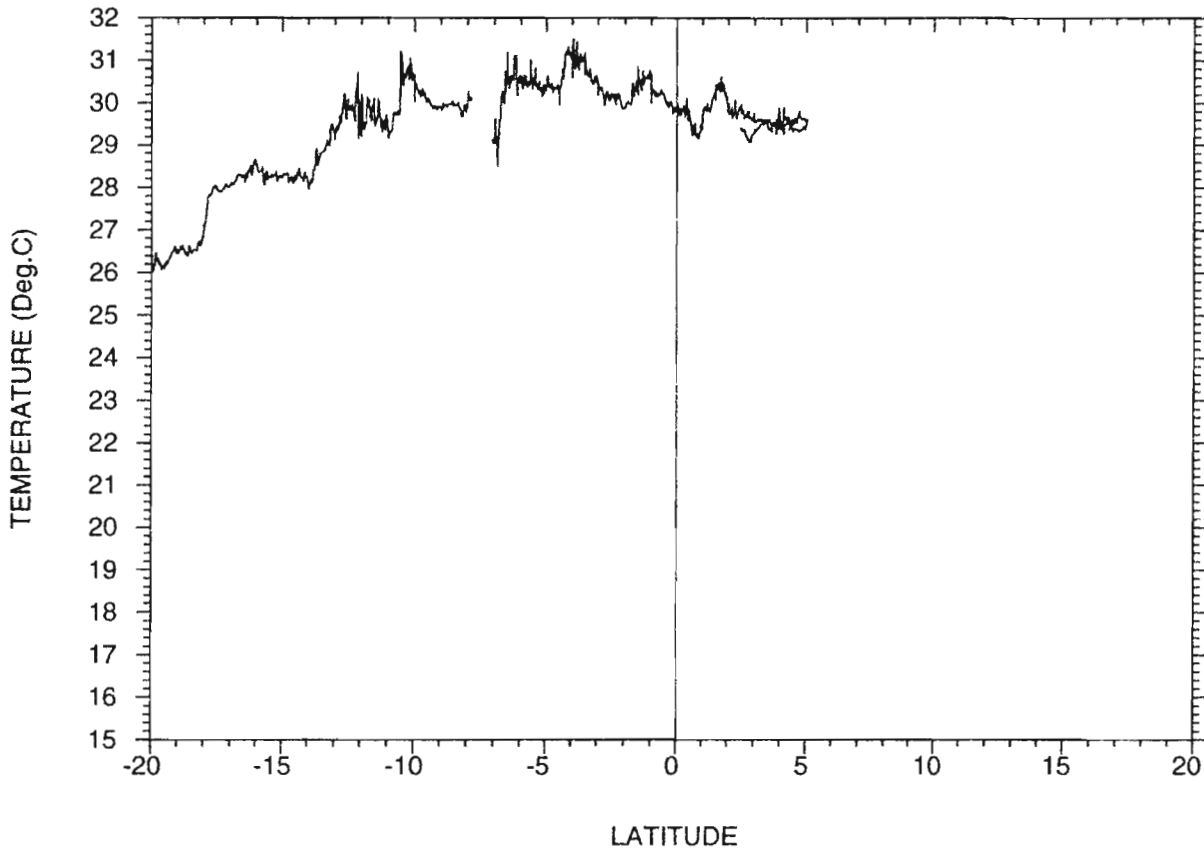


163° E

156° E

156° E

noro9207 (Coare-POI) 156 E 2/12/92 au 11/12/92



163° E

156° E

156° E

noro9207 (Coare-POI) 156 E 19/2/93 au 1/3/93

