

RAPPORTS SCIENTIFIQUES
ET TECHNIQUES

SCIENCES DE LA MER

OCEANOGRAPHIE PHYSIQUE

N° 2

1989

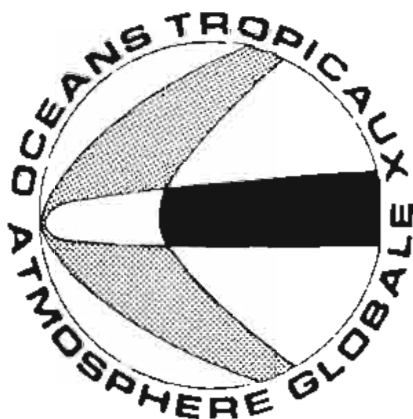
Atlas des variations de température
et de salinité de surface du Pacifique tropical
(1969 - 1988)

*Atlas of sea surface temperature and salinity
variations in the tropical Pacific
(1969 - 1988)*

Thierry DELCROIX

François MASIA

Groupe SURTROPAC



Document de travail

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

ORSTOM

Centre de Nouméa

RAPPORTS SCIENTIFIQUES
ET TECHNIQUES
SCIENCES DE LA MER
OCEANOGRAPHIE PHYSIQUE

N° 2
1989

Atlas des variations de température
et de salinité de surface du Pacifique tropical
(1969 - 1988)

*Atlas of sea surface temperature and salinity
variations in the tropical Pacific
(1969 - 1988)*

Thierry DELCROIX
François MASIA

Groupe SURTROPAC



INSTITUT FRANCAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION
CENTRE DE NOUMEA

PLAN

Resumé - Abstract :	3
Abridged English version :	4
Présentation de l'atlas : <i>Atlas presentation (In French)</i>	5
* Introduction.	
* Données utilisées.	
Annexe bibliographique sommaire : <i>Succinct reference list</i>	10
Distribution spatio/temporelle des données : <i>Spacetime distribution of SST and SSS data</i>	
* Rail ouest / <i>Western track</i>	12
* Rail centre / <i>Central track</i>	14
* Rail centre-est / <i>East-central track</i>	16
* Rail est / <i>Eastern track</i>	18
Moyennes climatologiques : <i>Climatological means</i>	
* Température de surface / <i>Sea surface temperature</i>	20
* Salinité de surface / <i>Sea surface salinity</i>	22
Années types : <i>Standard years</i>	
* Température de surface / <i>Sea surface temperature</i>	24
* Salinité de surface / <i>Sea surface salinity</i>	26
Variations année par année : <i>Year to year variations</i>	
* Rail ouest / <i>Western track (1969-1988)</i>	28
* Rail centre / <i>Central track (1975-1988)</i>	68
* Rail centre-est / <i>East-central track (1976-1988)</i>	96
* Rail est / <i>Eastern track (1974-1988)</i>	122

RESUME

Une partie des données collectées systématiquement par l'ORSTOM (depuis 1969) le long de routes maritimes couvrant le Pacifique tropical est utilisée pour présenter graphiquement les variations de température et de salinité de surface le long de quatre rails de navigation. Ces rails s'étendent de la Nouvelle Zélande au Japon, de la Nouvelle Zélande à Hawaï, de Tahiti à l'état de Californie et de Tahiti au canal de Panama. Ils coupent respectivement l'équateur à 155°E, 160°W, 140°W et 110°W.

Dans la première partie de cet atlas, les auteurs rappellent l'origine "historique" des mesures de surface effectuées au cours des années 1969 à 1988, présentent les données de température et de salinité disponibles le long des quatre rails, puis décrivent les tests statistiques de validation et la procédure permettant d'obtenir des valeurs sur des points de grille.

La seconde partie est consacrée à la présentation des cartes de température et de salinité de surface, le long de chaque rail. Les cartes présentées sont:

- a) la moyenne climatologique (\pm un écart type),
- b) l'année type,
- c) les variations année par année sur les périodes 1969-1988 (Nouvelle Zélande / Japon), 1975-1988 (Nouvelle Zélande / Hawaï), 1976-1988 (Tahiti / Californie), et 1974-1988 (Tahiti / Panama),
- d) les anomalies année par année, relativement à l'année type.

Une liste bibliographique sommaire des publications ayant utilisé une partie des données présentées est également offerte, complétant ainsi le caractère essentiellement descriptif de cet atlas.

MOTS CLES. Atlas, El Nino, salinité de surface, série temporelle, température de surface, variations interannuelles, variations saisonnières, océan Pacifique tropical.

ABSTRACT

Surface data collected by ORSTOM from ship-of opportunity programme are used to map the variations of sea surface temperature (SST) and salinity (SSS) over four main shipping tracks which cross the tropical Pacific. These tracks extend from New Zealand to Japan, New Zealand to Hawaii, Tahiti to California, and Tahiti to Panama. They respectively cross the equator at 155°E, 160°W, 140°W and 110°W.

A description of bucket-SST and SSS data and data processing is first given. Then, for each track, the following SST and SSS maps are presented:

- a) the climatological mean (\pm one standard deviation),
- b) the standard year,
- c) the year to year variations over 1969-88 (New Zealand / Japan), 1975-88 (New Zealand / Hawaii), 1976-88 (Tahiti / California), and 1974-88 (Tahiti / Panama),
- d) the year to year anomalies relative to the standard year.

A succinct reference list of publications using part of the analysed data set is finally added to complement this descriptive atlas.

KEY WORDS. Atlas, El Nino, sea surface salinity, sea surface temperature, time series, seasonal variations, interannual variations, tropical Pacific ocean.

Abridged English Version.

Introduction. Following the 1969 pioneering work of J.R. Donguy and C. Hénin, the SURTROPAC group of ORSTOM, Nouméa - New Caledonia, manages a surface data base including various measurements derived from a ship-of-opportunity programme.

The present atlas specifically focuses on bucket-SST and SSS collected during the 1969-1988 period, along four main shipping tracks (Fig.1) between:

- New Zealand and Japan (the western track),
- New Zealand and Hawaii (the central track),
- Tahiti and Hawaii (the east-central track), and
- Tahiti and Panama (the eastern track).

Details about these tracks, as well as the respective space/time distributions of SST and SSS data are given in Table 1 and in pages 12 to 18.

Data and data processing. The SST and SSS measurements have been routinely checked, before entering the ORSTOM surface data base. A basic test systematically rejected $SST > 32^{\circ}C$, $SST < 10^{\circ}C$, $SSS > 37$, and $SSS < 30$. All the SST and SSS values have been reported along the corresponding ship tracks allowing to detect position error and/or dubious values with regards to the surrounding ones.

Additional validation tests were applied to our selected SST and SSS data. Along each track, dubious measurements were detected by an objective criterion based on multiples (± 5 , ± 4 , and then ± 3.5) of the sample standard deviation inside 2° latitude bands centered on even latitudes. Dubious measurement were rejected.

The irregularly distributed space and time SST and SSS data were then gridded, along each track, onto a regular 2° -latitude and 1-month grid mesh. On a mean, each grid point represents the average of 9.3, 6.6, 2.4, and 5.7 measurements along the western, central, east-central, and eastern tracks, respectively. Missing grid point values were filled through a Laplace interpolation procedure. As a final step, SST and SSS values were smoothed (Laplacian method) in time-latitude plan, and a (1/4, 1/2, 1/4) filter was applied on each time series.

Presented maps. The main part of the atlas is designed to map the SST and SSS variations. Along each track, the following is presented:

- the climatological mean and its related standard deviation, both computed over the whole available monthly gridded values.
- the standard year, computed over the whole period, excluding the 1972-73, 1976, 1982-83, and 1987 El Nino years.
- the year to year variations and anomalies relative to the standard year.

A succinct list of references is lastly given in order to provide the reader with a scientific use of the SST and SSS data sets.

1. Introduction.

C'est en 1969, à l'initiative de J.R. Donguy et de C. Hénin, que le groupe SURTROPAC du Centre ORSTOM de Nouméa sollicita la participation bénévole des officiers des marines marchande et Nationale, afin que ceux-ci concourent à améliorer notre connaissance de l'océan Pacifique. Dans ce but, en complément des données météorologiques classiques, de nombreux paramètres océanographiques de surface furent alors systématiquement mesurés au cours de nombreux trajets¹. Limitée dans un premier temps au rail Nouvelle Calédonie - Japon, de 20°S à 10°N, la couverture spatiale des paramètres recueillis s'est peu à peu étendue pour atteindre 28°S à 28°N à la fin de l'année 1972. Par la suite, le groupe SURTROPAC étendit progressivement le réseau d'observations à d'autres rails couvrant le Pacifique tropical, aidé en cela dès 1976 par le centre ORSTOM de Tahiti.

Dans ce recueil, nous nous intéressons uniquement à la température et à la salinité de surface mesurées le long de quatre rails de navigation situés de l'ouest à l'est du Pacifique (Fig.1). Ces quatre rails, "choisis" pour leur forte densité d'observations respectives, se situent entre:

- la Nouvelle Zélande et le Japon (166°E-28°S à 142°E-28°N),
- la Nouvelle Zélande et l'état de Californie (166°E-28°S à 126°W-28°N),
- le sud de Tahiti et l'état de Californie (152°W-28°S à 126°W-28°N), et
- le sud de Tahiti et le canal de Panama (152°W-22°S à 80°W-7°N).

Dans la suite de ce recueil, par souci de simplification, les rails moyens seront désormais appelés rail ouest, rail centre, rail centre-est et rail est. Ces rails ont des largeurs respectives de 1000 km, 1000km, 775 km et 445 km; ils coupent l'équateur à 155°E, 160°W, 140°W et 110°W.

Le long de chacun de ces rails, nous nous limitons ici:

- à identifier les données disponibles, et
- à décrire les variations chronologiques de la température et de la salinité de surface par un ensemble de cartes.

Le chapitre suivant répertorie les données disponibles et décrit les traitements préalables effectués sur ces données avant de les exploiter. Pour chacun des rails, les cartes suivantes sont présentées:

- les valeurs climatologiques moyennes de température et de salinité de surface,
- les variations mensuelles moyennes, au cours d'une "année type",
- les variations année par année, ainsi que les anomalies relatives à une "année type".

Signalons que le lecteur intéressé par une approche plus scientifique est invité à consulter l'annexe bibliographique, récapitulant quelques publications ayant utilisé une partie de ces données. Une analyse des structures moyennes et de la variabilité de la température et de la salinité de surface, ainsi que des motivations sous-jacentes à l'étude de ces paramètres sera offerte dans un prochain ouvrage.

1. Pour un trajet donné, les paramètres potentiels mesurés sont maintenant: a) l'état de la mer, b) la nébulosité, c) la température de l'air sec, d) la température de l'air humide, e) la direction du vent, f) la force du vent, g) la température de surface de la mer, h) la salinité de surface de la mer, et i) la concentration en chlorophylle.

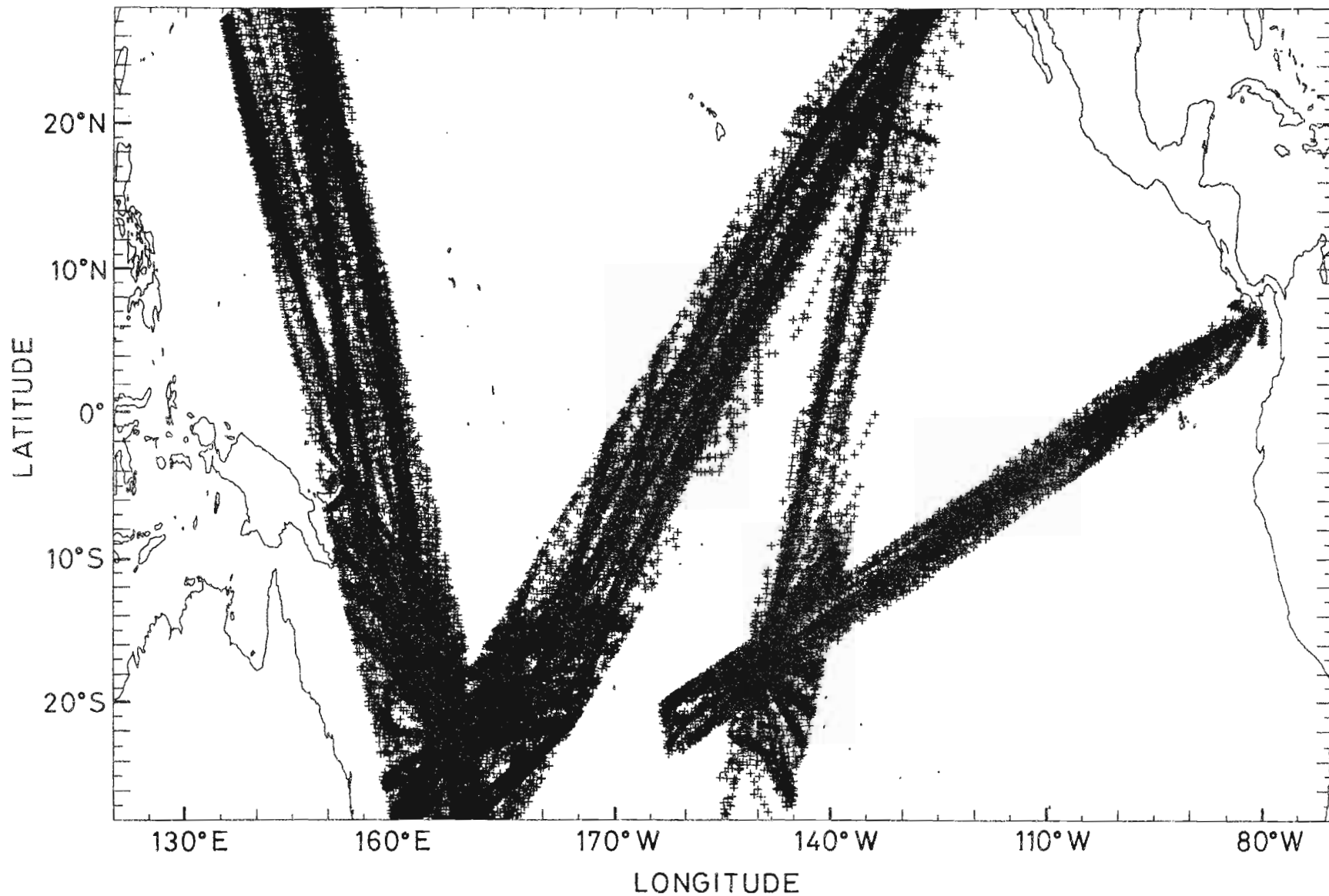


Fig.1 : Distribution spatiale des données de température et de salinité de surface recueillies au cours de la période 1969-1988, le long de quatre rails de navigation (ouest, centre, centre-est et est).

: Spatial distribution of SST and SSS data collected during the 1969-88 period, along four mean shipping tracks (west, center, east-center and east).

	Rails moyens	Longitude à l'équateur	Largeur (Km)	Données utilisées	Nombre total
	Mean tracks	Equatorial crossing	Width (Km)	Used data	Total number
Ouest West	166E-28S 142E-28N	155E	1000	08/69-08/72: 22S-10N 09/72-09/84: 28S-28N 10/84-01/87: 28S-20N 02/87-06/87: 28S-10S 07/87-12/88: 28S-20N	T: 52112 S: 50934
Centre Center	166E-28S 126W-28N	160W	1000	08/75-12/88: 28S-28N	T: 30123 S: 29611
Centre-Est East-center	152W-28S 126W-28N	140W	775	05/76-01/78: 18S-28N 08/79-12/88: 18S-28N	T: 7872 S: 7492
Est East	152W-22S 80W-07N	100W	445	09/74-12/88: 20S-07N	T: 14651 S: 14197

Table 1 : Caractéristiques spatio/temporelles des données de température (T) et de salinité (S) de surface, le long de quatre rails moyens de navigation (Ouest, Centre, Centre-est, Est) de l'océan Pacifique tropical.

: Spacetime characteristics of sea surface temperature (T) and salinity (S) data, along four mean shipping tracks (West, Center, East-center, East) of the tropical Pacific ocean.

2. Données utilisées.

a. Description des données.

Comme nous l'avons précisé dans le chapitre précédent, les données de température et de salinité de surface proviennent de quatre rails moyens de navigation situés de l'ouest à l'est de l'océan Pacifique.

Sur chacun de ces rails, la quasi-totalité des mesures a été obtenue à partir d'échantillons d'eau de mer prélevés de la passerelle des navires, à l'aide de seaux météorologiques². La mesure de température de surface est effectuée à bord avec un thermomètre d'une précision voisine de 0.5°C. La mesure de salinité de surface est faite dans les laboratoires de l'ORSTOM (Nouméa et Tahiti), à partir des prélèvements d'eau de mer stocké dans des récipients neutres. Cette dernière, effectuée à l'aide d'un salinomètre Autolab a une précision voisine de 0.01. Il est important de noter que la précision de ces mesures est détériorée par rapport à la précision expérimentale en raison de la nature même de la technique de prélèvement utilisée.

Les répartitions spatio-temporelles, par rail, des données brutes utilisées sont reportées sur les pages 12 à 18. Ces figures mettent clairement en évidence la qualité générale de l'échantillonnage au cours de période donnée (voir par exemple, le rail ouest avant 1984). *A contrario*, des bandes entières de latitude ne comptent que très peu de mesures et ne peuvent être raisonnablement étudiées. Ces bandes sont donc écartées de notre investigation et seules sont retenues les bandes de latitude reportées sur la Table 1.

b. Vérification / Validation.

De manière systématique, la première vérification des données est effectuée au moment de la saisie informatique relative à un trajet. Dans un premier temps, elle consiste à éliminer les valeurs peu vraisemblables à l'aide d'un filtre passe-bande rudimentaire (i.e., $10^{\circ}\text{C} < T < 32^{\circ}\text{C}$ et $30 < S < 37$). Dans un second temps, le trajet du bateau est reporté sur une carte géographique et les valeurs de température et de salinité de surface sont portées le long du trajet (manuellement avant 1982). Cette procédure permet de détecter les erreurs de position (latitude-longitude), puis d'éliminer éventuellement les mesures aberrantes en les comparant aux valeurs voisines.

Pour chacun des rails qui nous concernent, une validation statistique des mesures de température et de salinité de surface a été effectuée objectivement, en regroupant les données (T ou S) par mailles de 2° de latitude centrées sur des valeurs paires (e.g., 1°S-1°N). Les moyennes et écart-types ont été calculés pour chaque maille, puis les mesures s'écartant de ± 5 écart-types ont été éliminées. Ce test a été réitéré en éliminant successivement les mesures s'écartant de ± 4 , puis ± 3.5 écart-types des moyennes "re-calculées" à chaque étape. Notons que le choix de ± 3.5 écart-types repose sur des études antérieures, mais est également justifiable *a posteriori* en examinant les figures relatives aux moyennes climatologiques (pages 20 à 22). En résumé, à ce stade de traitement, nous disposons d'environ 53000 données sur le rail ouest, 31000 sur le rail centre, 8000 sur le rail centre-est et 14000 sur le rail est (les valeurs exactes sont fournies dans la table 1.).

2. Avant 1972, environ 25% des mesures provenant du rail ouest sont issues d'échantillons prélevés à l'entrée du circuit de refroidissement de la salle machine (C. Hénin; communication personnelle). La température et la salinité, mesurées entre 4 et 8 m de profondeur, ne sont donc plus strictement représentatives de la surface. Ne disposant pas de moyens de différencier ces mesures, elles sont incluses dans notre analyse et peuvent donc légèrement biaiser nos estimations.

Pour chacun des rails, les données disponibles ont été ramenées sur des points de grille temps-latitude distant d'un mois et de 2°, en moyennant (arithmétiquement) l'ensemble des données disponibles à l'intérieur de chaque maille. Compte tenu du nombre de données disponibles, chaque maille inclue, en moyenne, 9.3 mesures pour le rail ouest, 6.6 pour le rail centre, 2.4 pour le rail centre-est, et 5.7 pour le rail est. La précision sur les valeurs aux points de grille est donc améliorée par rapport à celle des mesures originales.

L'absence de valeurs $V(i,j)$ en certain points a ensuite été comblée par interpolation Laplacienne ($\Delta V=0$) dans le plan temps(i)-latitude(j), tel que:

$$V(i,j) = 0.25 [V(i+1,j) + V(i-1,j) + V(i,j+1) + V(i,j-1)]$$

Puis, le bruit haute fréquence détecté sur les variations spatio-temporelles a été réduit par un filtrage Laplacien ($\Delta V=V$), tel que les valeurs lissées $V'(i,j)$ deviennent,

$$V'(i,j) = V(i,j) + \{ 0.25 [V(i+1,j) + V(i-1,j) + V(i,j+1) + V(i,j-1)] - V(i,j) \}$$

Pour un rail et une latitude donnés, un lissage final de poids (1/4, 1/2, 1/4) a été appliqué à chaque série temporelle.

c. Présentation des cartes de température et de salinité de surface.

Pour chaque rail (ouest, centre, centre-est, est), et pour chaque paramètre (T, S), en fonction de la latitude, nous présentons:

- a) une moyenne climatologique et son écart-type, calculés sur l'ensemble des données mois par mois, toutes années confondues,
- b) une année type, calculée en moyennant les valeurs du même mois, quelque soit l'année considérée, à l'exception des années El Nino 1972-73, 1976, 1982-83 et 1987,
- c) des années particulières (e.g., 1969 à 1988 sur le rail ouest) directement déduites des grilles temps-latitude,
- d) des anomalies année par année, calculées en retranchant les valeurs d'une année particulière à l'année type correspondante.

Remerciements. Nous remercions l'ensemble des officiers ayant participé bénévolement au prélèvement des mesures utilisées. Depuis plus de 20 ans, la tenacité et la participation active de quelques techniciens et chercheurs du groupe SURTROPAC, ont permis la genèse et la maintenance d'une banque ORSTOM de données de surface. Notre part de travail dans cette lourde tâche étant extrêmement minime, nous ne leur en sommes que plus reconnaissant. Nos remerciements s'adressent aussi directement à Christian Hénin qui a éclairé nombre de points au cours de l'élaboration ce cet atlas.

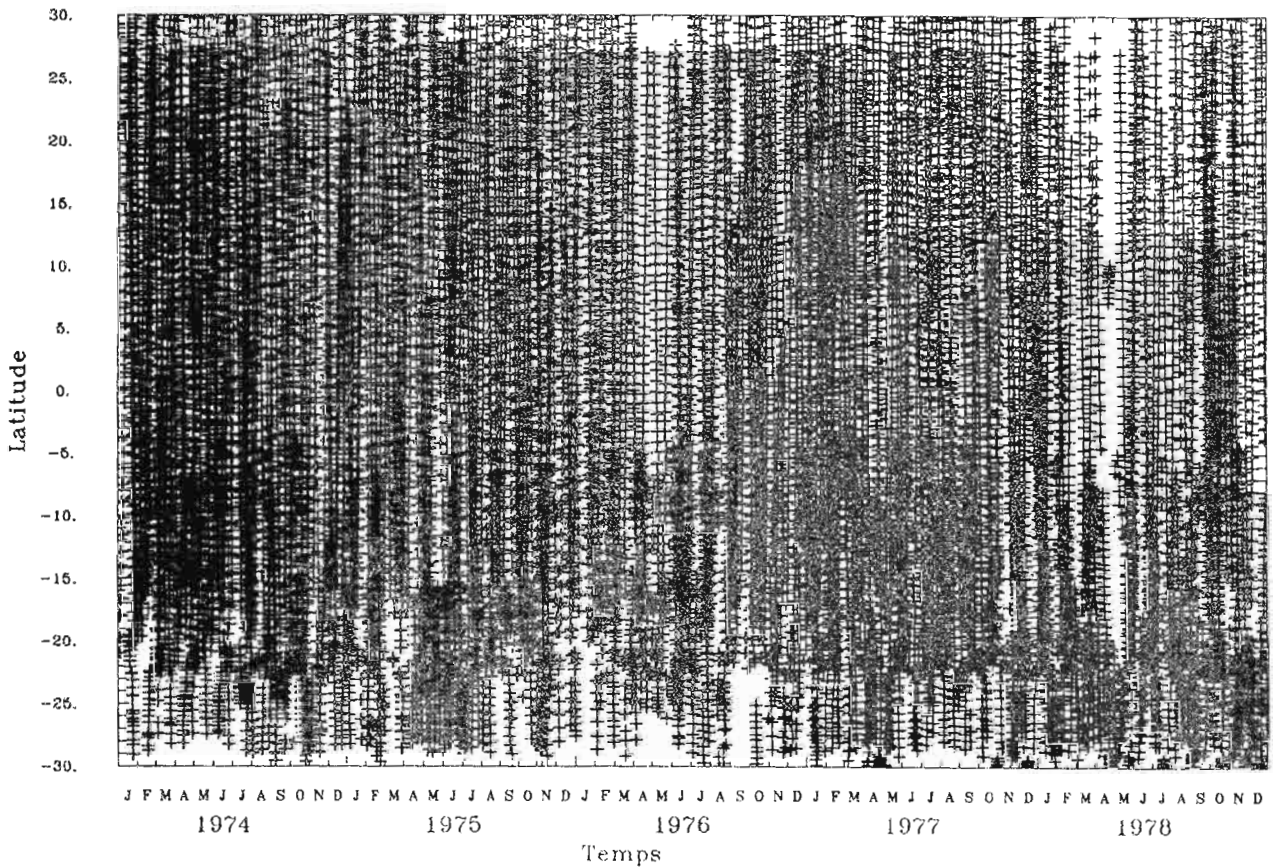
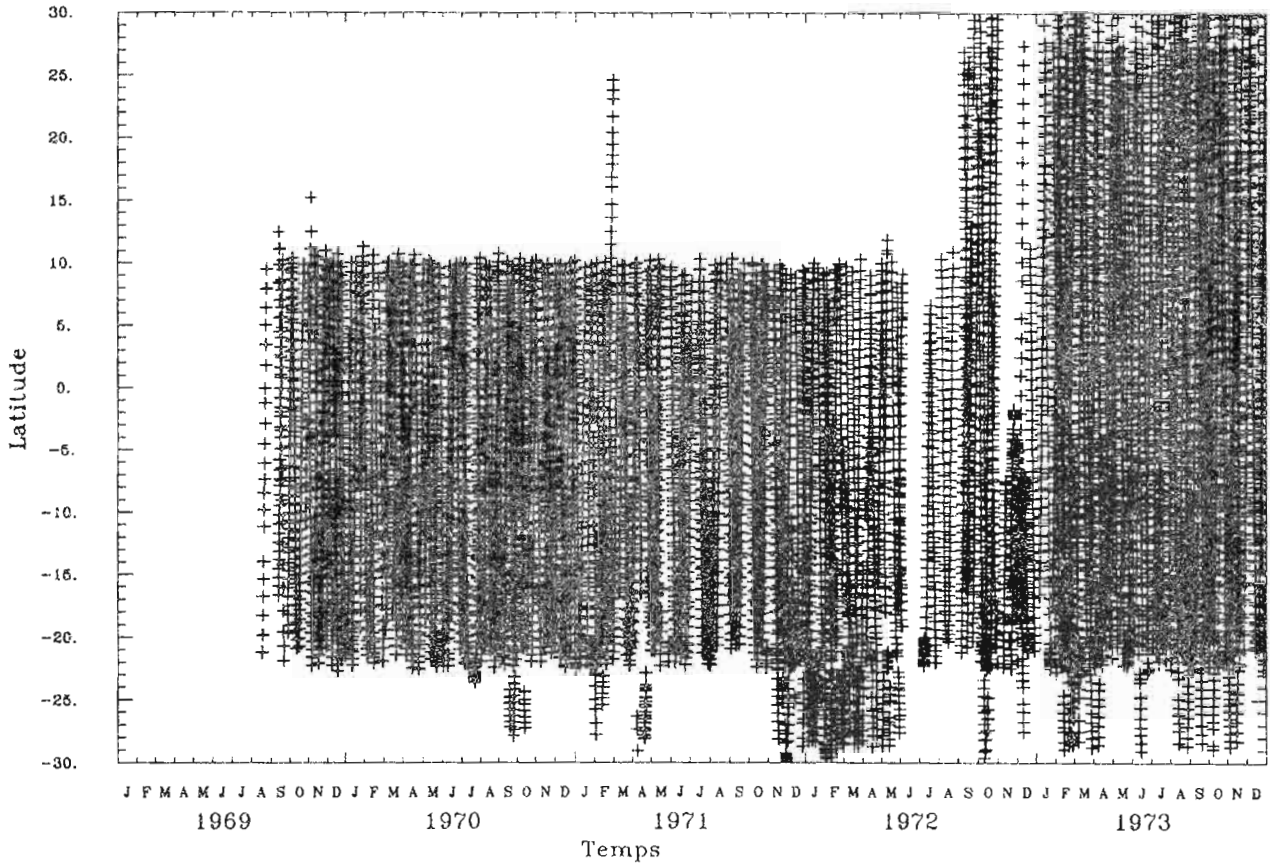
Annexe bibliographique sommaire

Succinct reference list

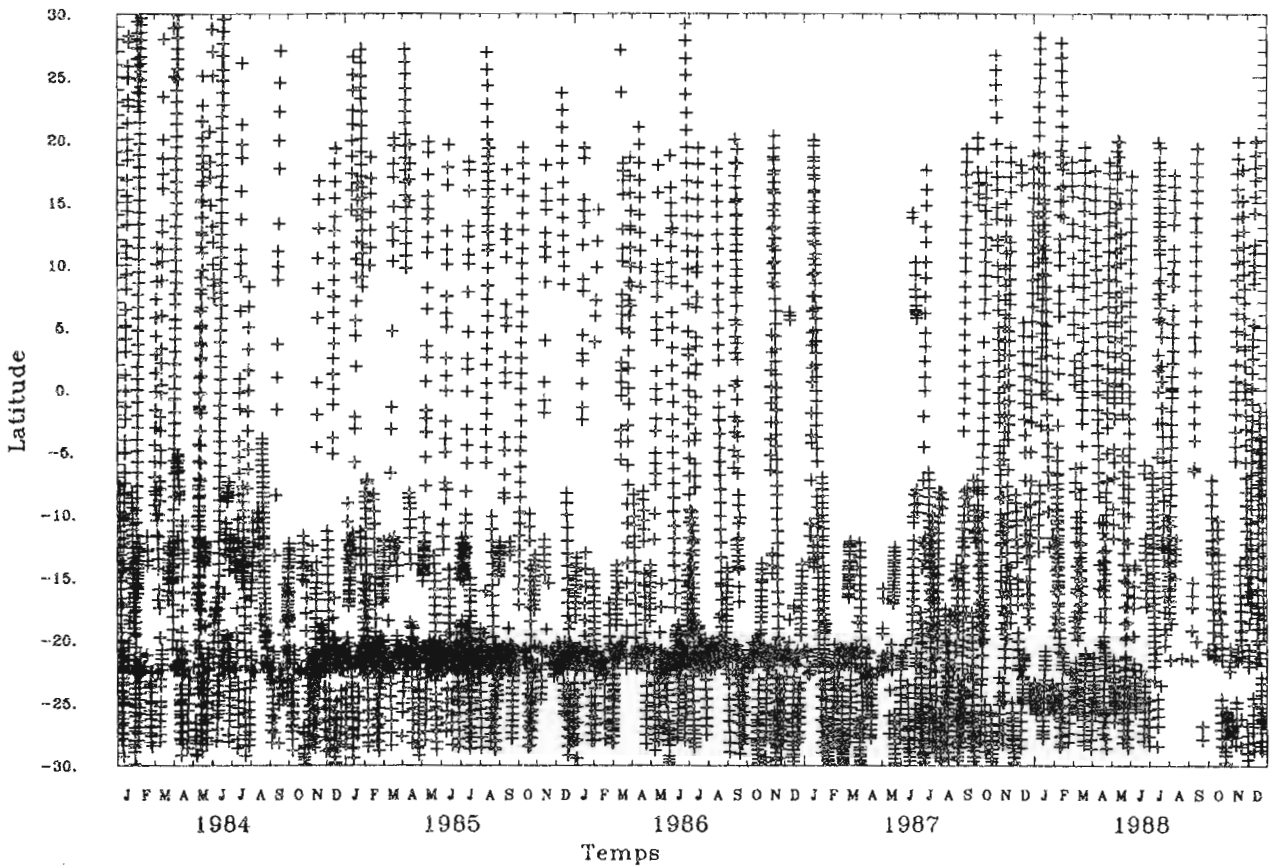
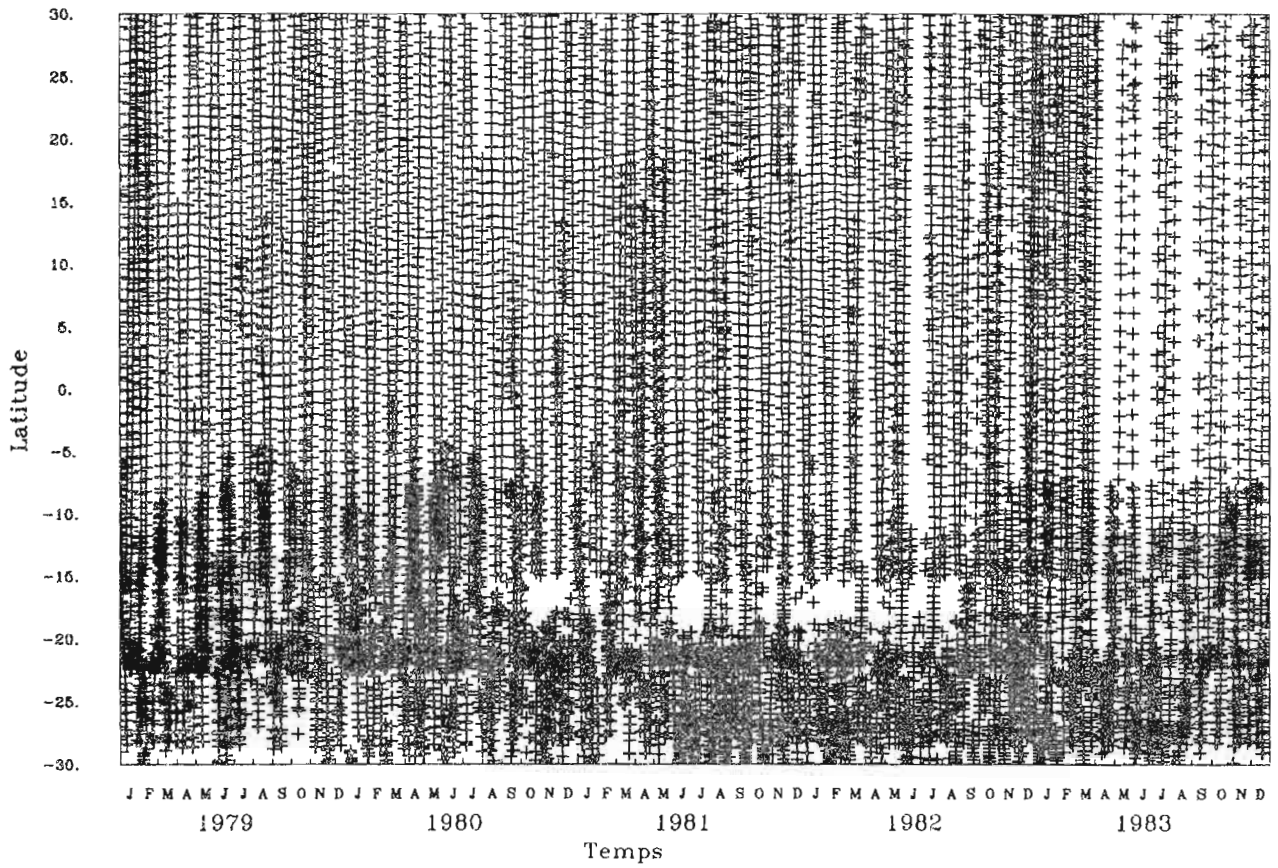
- Delcroix T. et C. Gautier, 1987: Estimates of heat content variations from sea level measurements in the central and western tropical Pacific from 1979 to 1985. *J. Phys. Oceanogr.*, **17**, 725-734.
- Delcroix T. et C. Hénin, 1989: Atlas océanographique du Pacifique tropical sud-ouest. Rapport ORSTOM, Série Convention, Science de la mer, Océanographie physique, **2**, 68 pages. Centre ORSTOM de Nouméa, Nouvelle Calédonie.
- Delcroix T. et C. Hénin, 1989: Mechanisms of sub-surface thermal structure and sea surface thermo-haline variabilities in the south western tropical Pacific ocean during 1979-85. *J. Mar. Res.*, **47**.
- Dessier A. et J.R. Donguy, 1985: Planktonic copepods and environmental properties of the eastern equatorial Pacific: seasonal and spatial variations. *Deep Sea Res.*, **32**, 1117-1133.
- Dessier A. et J.R. Donguy, 1987: Response to El Nino signals of the epiplanktonic copepod populations in the Eastern Tropical Pacific. *J. Geophys. Res.*, **92**, 14393-14403.
- Donguy J.R. et C. Hénin, 1974: Salinités de surface caractéristiques du courant équatorial et du courant équatorial nord à 150°E-160°E. *La Mer, Bull. Soc. Fr. Jap. Océanogr.*, **12**, 88-94.
- Donguy J.R., C. Hénin et F. Rougerie, 1974: Les principaux aspects de la dessalure des eaux superficielles du Pacifique tropical sud-ouest. *Cahiers ORSTOM, série Océanographie*, **12**, 179-185.
- Donguy J.R. et C. Hénin, 1975: Surface waters in the north of the Coral sea. *Aust. J. Freshwater Res.*, **26**, 293-296.
- Donguy J.R. et C. Hénin, 1976: Anomalous navifacial salinities in the tropical Pacific ocean. *J. Mar. Res.*, **34**, 355-364.
- Donguy J.R. et C. Hénin, 1976: Relations entre les précipitations et la salinité de surface dans le pacifique tropical sud-ouest, basées sur un échantillonnage de surface de 1956 à 1973. *Annales Hydrog.*, **4**, 53-59.
- Donguy J.R. et C. Hénin, 1977: Origin of the surface tropical water in the Coral and Tasman seas. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, **28**, 321-332.
- Donguy J.R. et C. Hénin, 1977: Navifacial conditions in the north-west Pacific ocean. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, **33**, 183-189.
- Donguy J.R. et C. Hénin, 1978: Surface salinity conditions between 1956 and 1973 in the western south Pacific ocean. *J. Phys. Oceanogr.*, **8**, 1132-1134.
- Donguy J.R. et C. Hénin, 1978: Hydroclimatic anomalies in the south Pacific. *Oceanol. Acta*, **1**, 25-30.
- Donguy J.R. et C. Hénin, 1978: La salinité de surface dans l'océan pacifique tropical sud-ouest. *Cahiers ORSTOM, série Océanographie*, **16**, 107-136.
- Donguy J.R., B. Bour, P. Galenon et J.A. Gueredrat, 1978: Les conditions océanographiques de la pêche à la bonite (*Katsuwonus Pelamis*) dans le Pacifique occidental. *Cahiers ORSTOM, série Océanographie*, **16**, 309-317.
- Donguy J.R. et C. Hénin, 1980: Surface conditions in the eastern equatorial Pacific related to the intertropical convergence zone of the winds. *Deep Sea Res.*, **27**, 693-714.
- Donguy J.R. et C. Hénin, 1980: Climatic teleconnections in the Western South Pacific with El Nino phenomenon. *J. Phys. Oceanogr.*, **12**, 1952-1958.
- Donguy J.R. et C. Hénin, 1981: Two types of hydroclimatic conditions in the south-western Pacific. *Oceanol. Acta*, **4**, 57-62.
- Donguy J.R. et A. Dessier, 1983: El Nino like event observed in the tropical Pacific. *M. Wea. Rev.*, **111**, 2136-2139.

- Donguy J.R., 1987: Recent advances in the knowledge of the climatic variations in the tropical Pacific. *Prog. Oceanogr.*, **19**, 49-85.
- Harrison D.E, W. Kessler et B. Giese, 1989: Ocean circulation model hindcasts of the 1982-83 El Nino: thermal variability along the ship-of-opportunity tracks. *J. Phys. Oceanogr.*, **19**, 397-418.
- Hénin C. et J.R. Donguy, 1979: Sea surface salinity and temperature anomalies between New Caledonia and Japan (1969-1978). In: *Proceedings of the 4th CSK symposium*. Tokyo, Japan. pp. 321-331.
- Hénin C., 1982: Caractéristiques des températures et salinités de surface et leur variabilité dans le Pacifique sud-ouest. *Rapports Scientifiques et techniques*, **28**, Série Océanographie. Centre ORSTOM de Nouméa, Nouvelle Calédonie.
- Hénin C., 1985: Contribution à l'étude de la climatologie des contre-courants équatoriaux superficiels des océans Atlantique et Pacifique. Thèse de Doctorat d'état en Sciences Physiques. Université Pierre et Marie Curie, Paris.
- Kessler W., B. Taft et M. McPhaden, 1985: An assessment of the XBT sampling network in the central Pacific. University Corporation for Atmospheric Research, USTOGA4, 62 pages.
- Kessler W. and B. Taft, 1987: Dynamic heights and zonal geostrophic transports in the central tropical Pacific during 1979-85. *J. Phys. Oceanogr.*, **17**, 97-122.
- Pickard G., J.R. Donguy, C. Hénin et F. Rougerie, 1977: A review of the physical oceanography of the Great Barrier Reef and western Coral Sea. Australian Institute of Marine Science. Monograph series, 2.
- Rougerie F. et C. Hénin, 1977: Les mers du Corail et des Salomons en mousson d'été austral. *Cahiers ORSTOM, Série Océanographie*, **15**, 261-278.
- Rougerie F., P.J. Vienney et L. Marec, 1985: Les eaux cotières de Tahiti et leur contexte hydroclimatique. *Collection Notes et documents*, **26**, 26 pages. Centre ORSTOM de Tahiti, Polynésie Française.

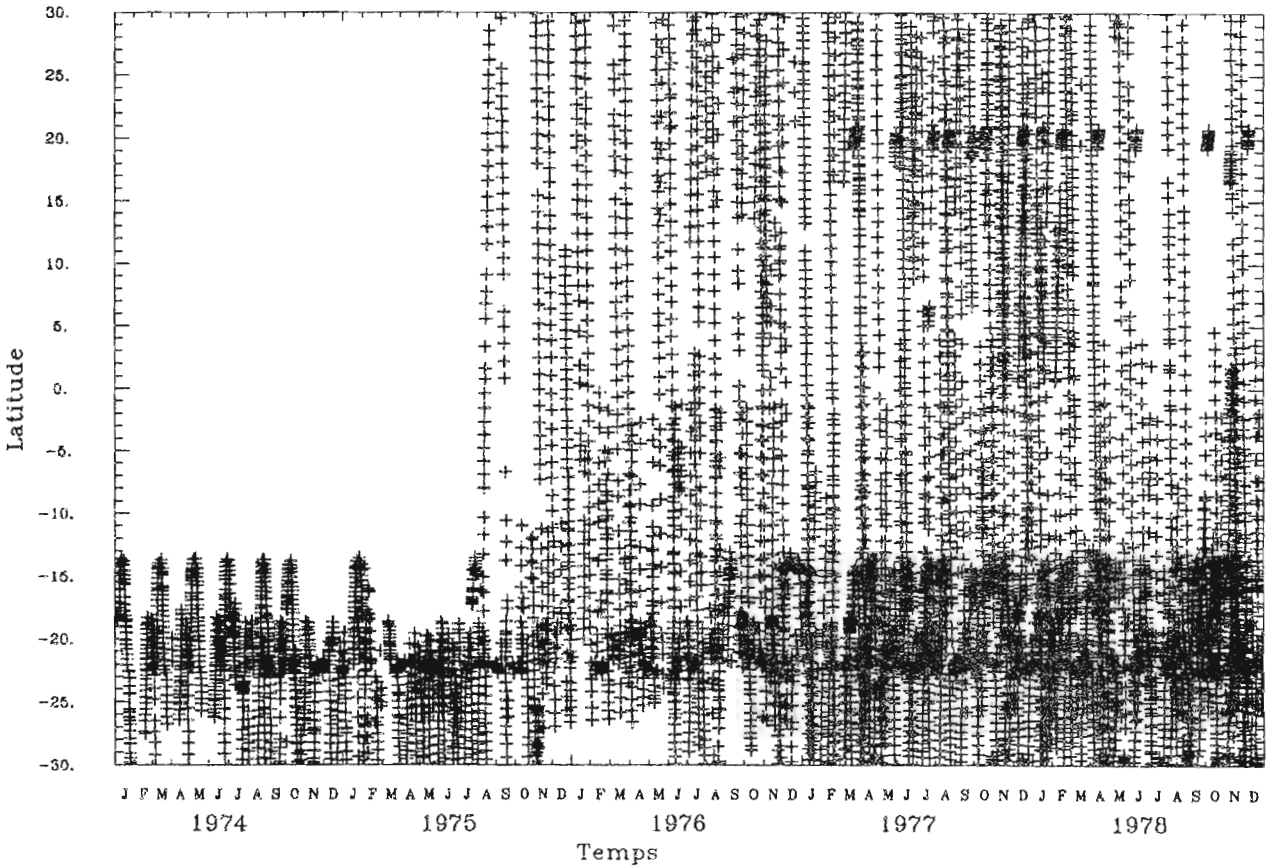
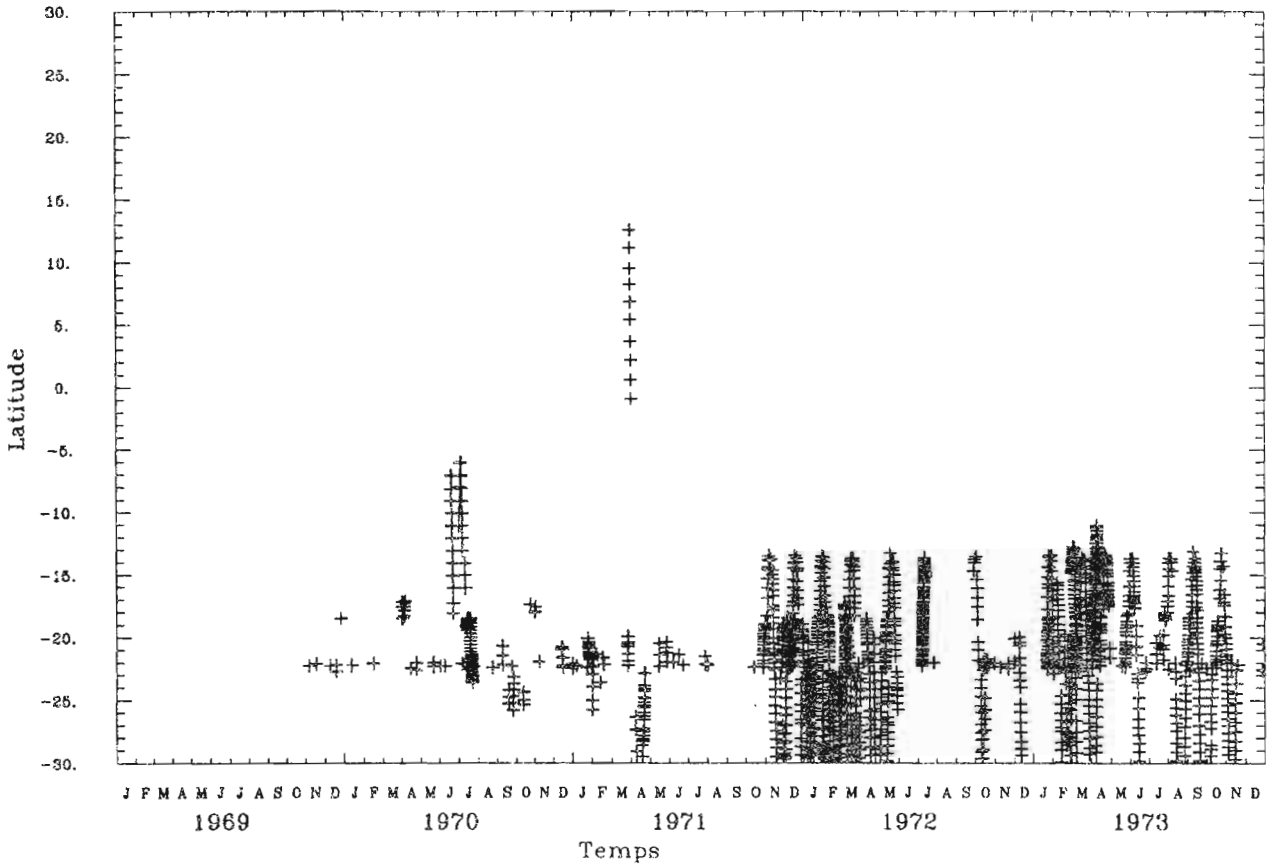
Rail ouest



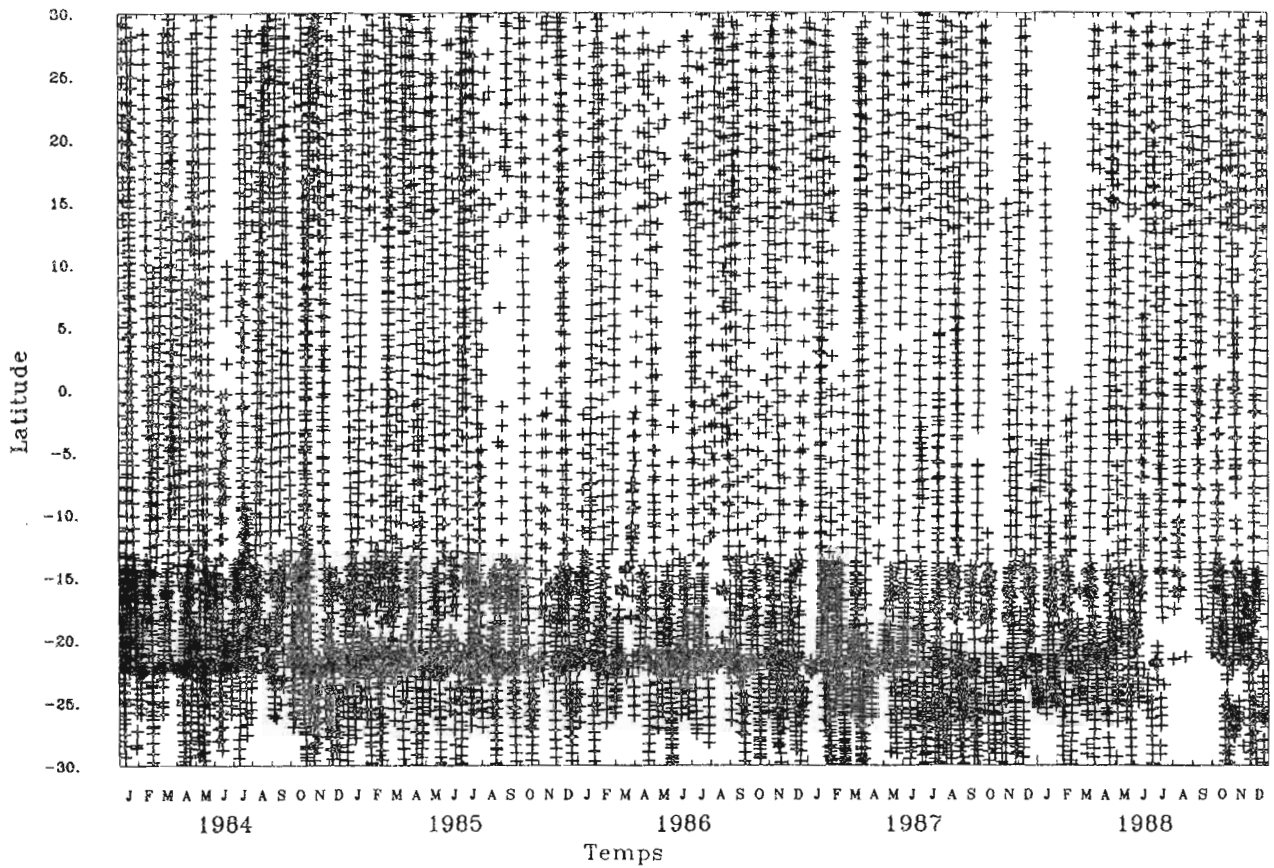
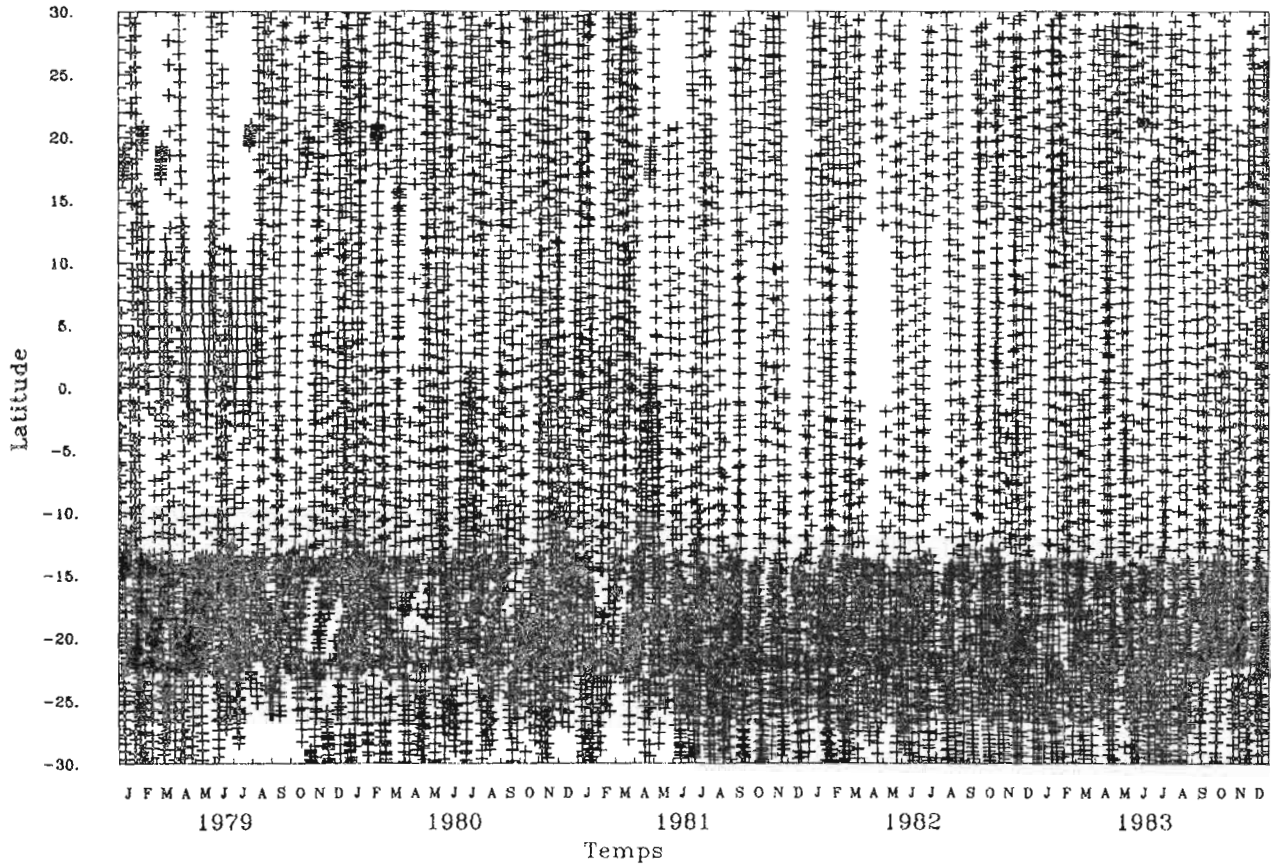
Rail ouest



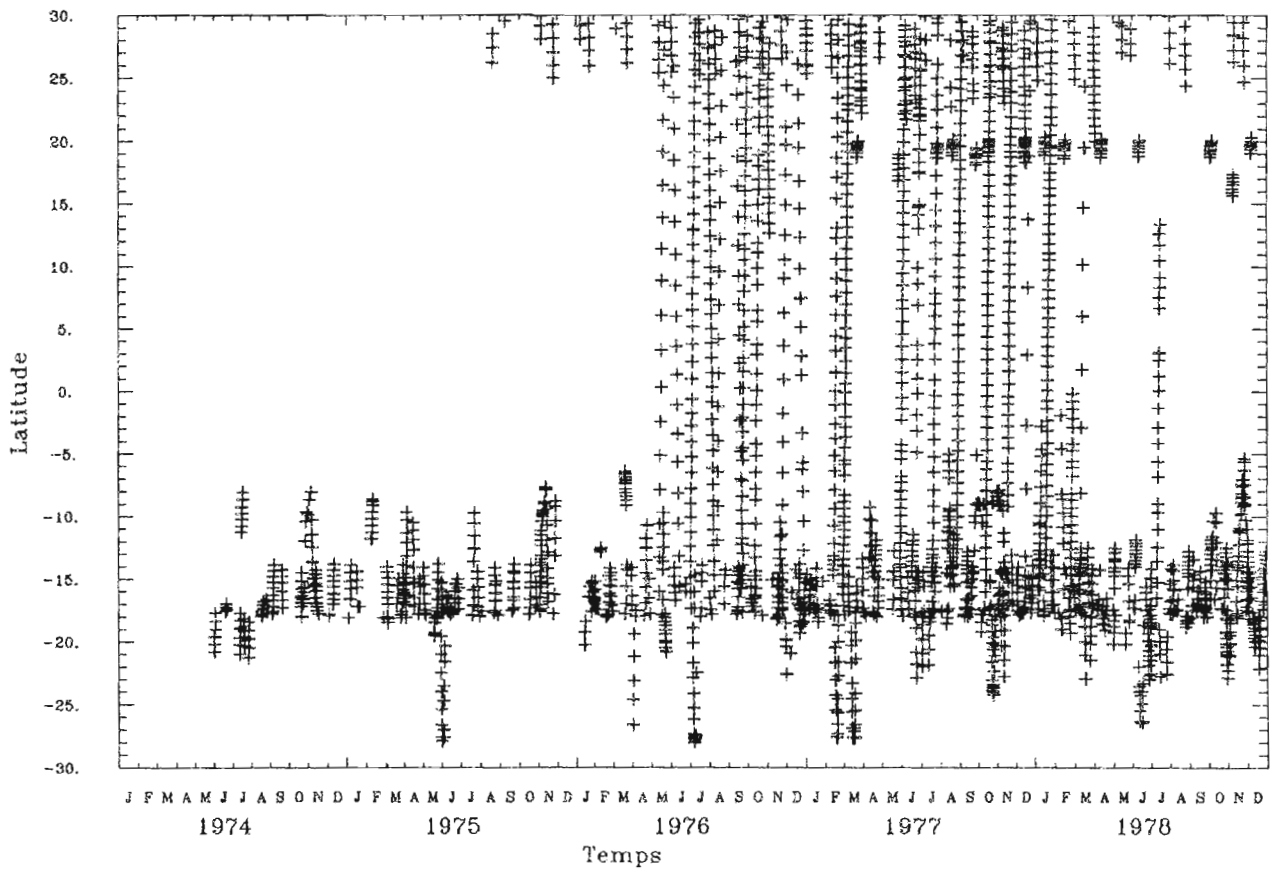
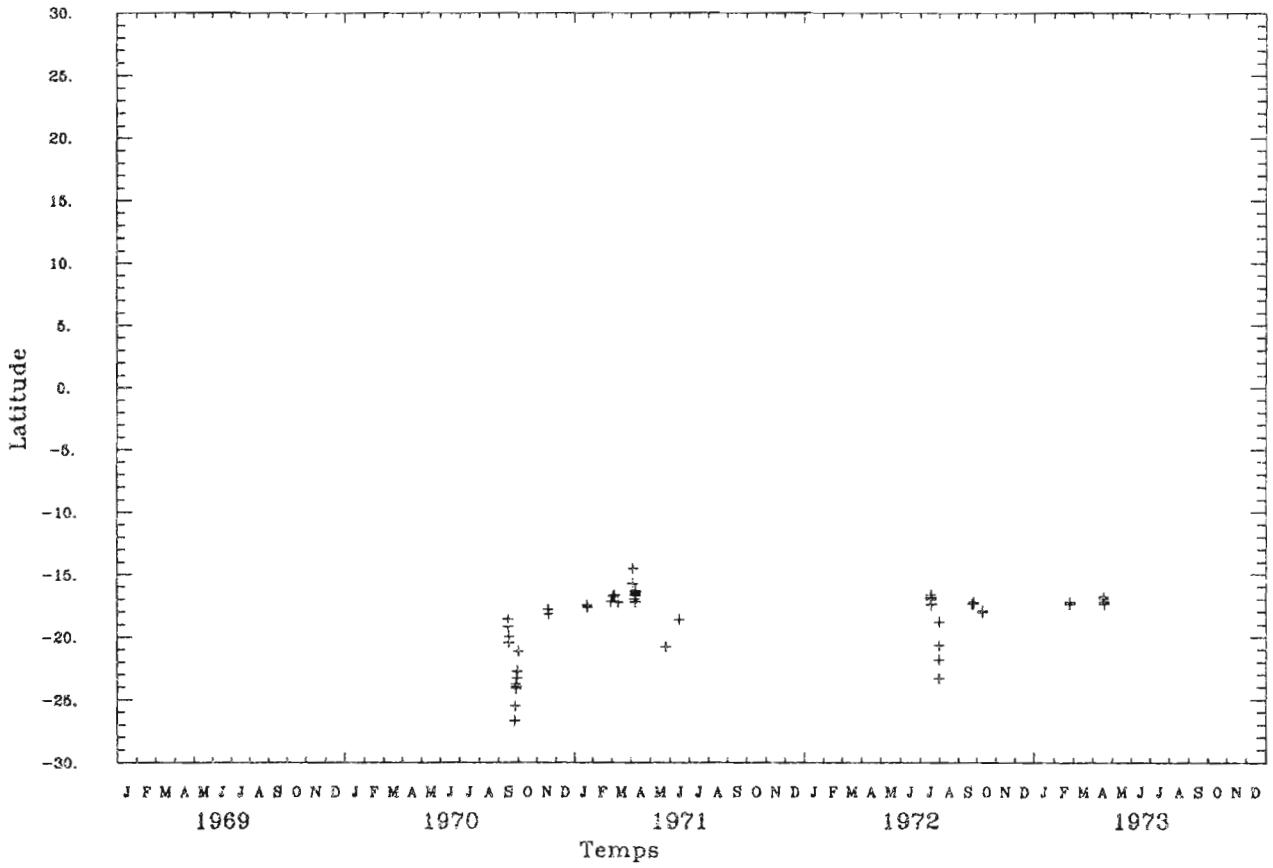
Rail centre



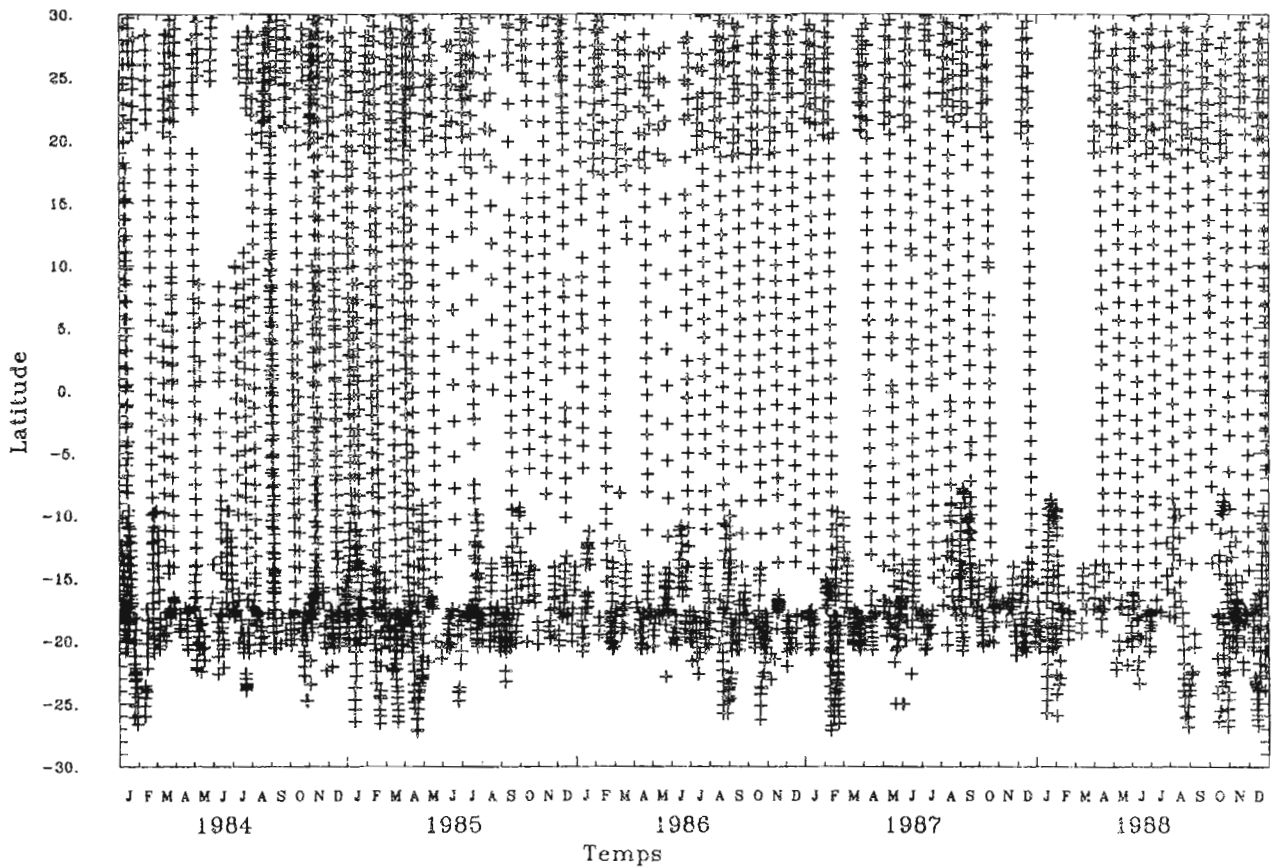
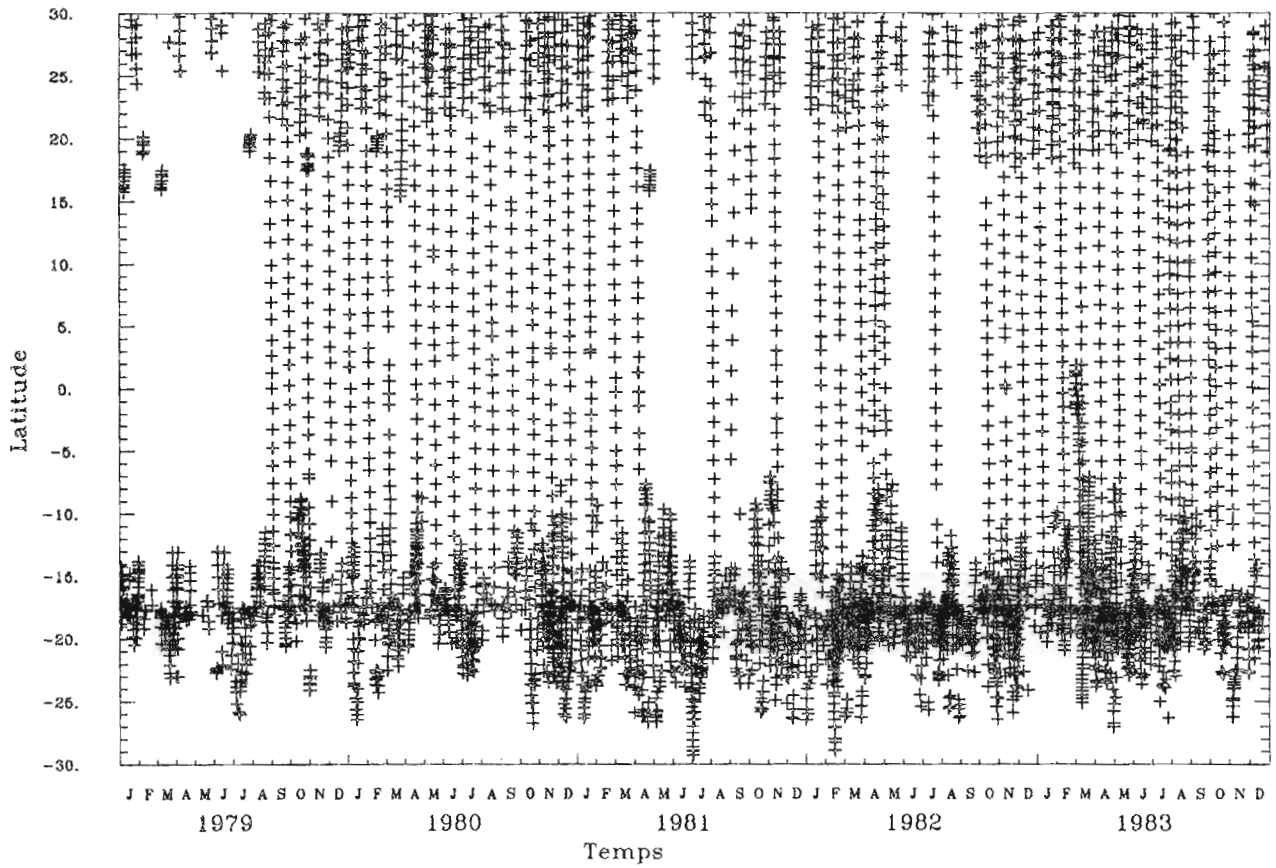
Rail centre



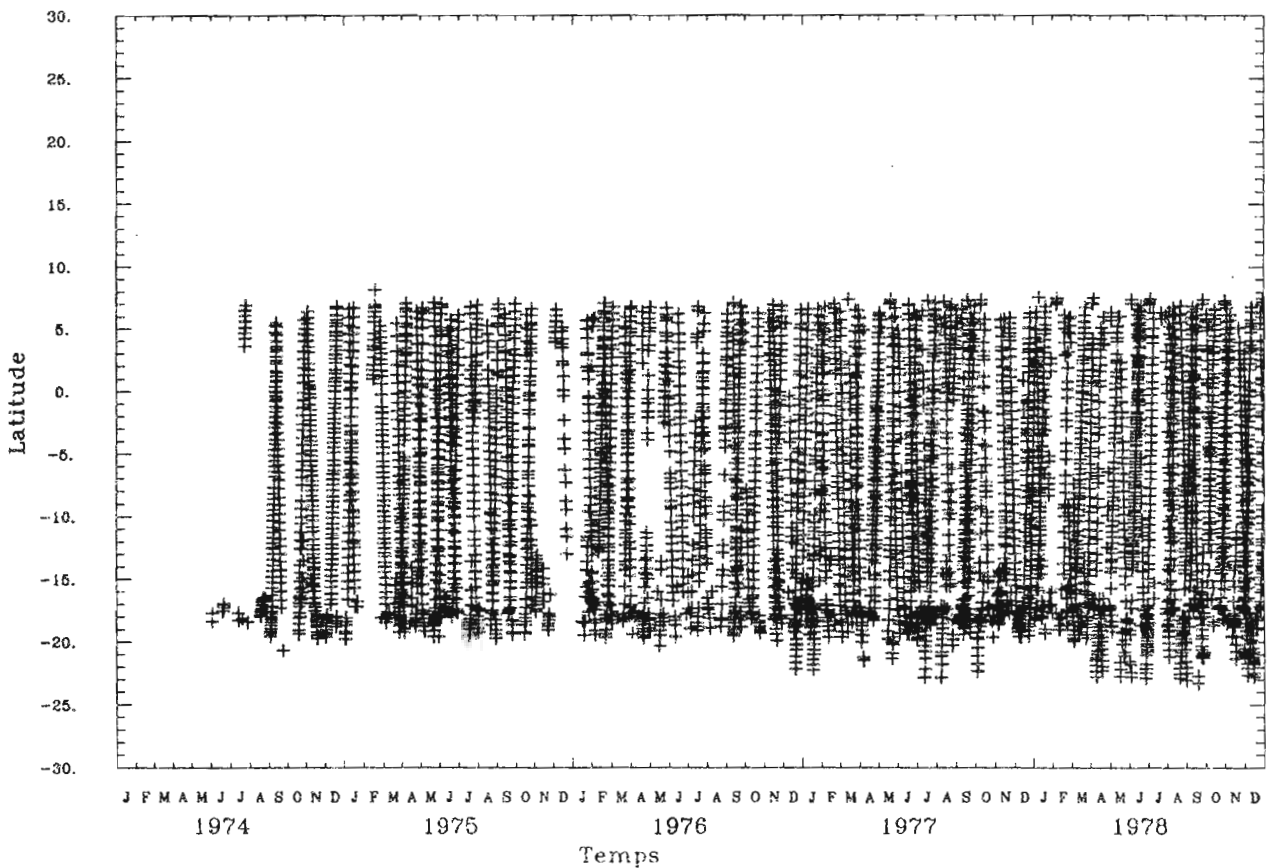
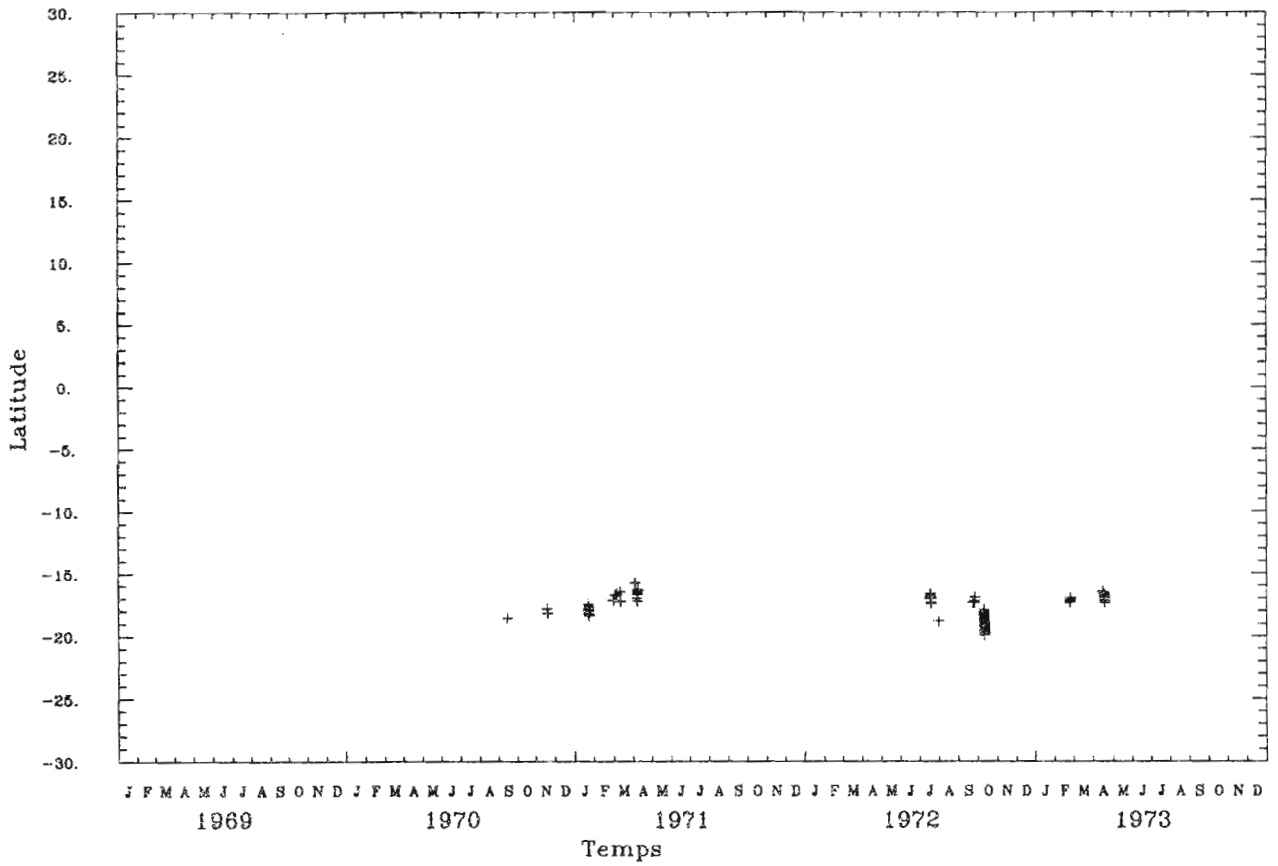
Rail centre-est



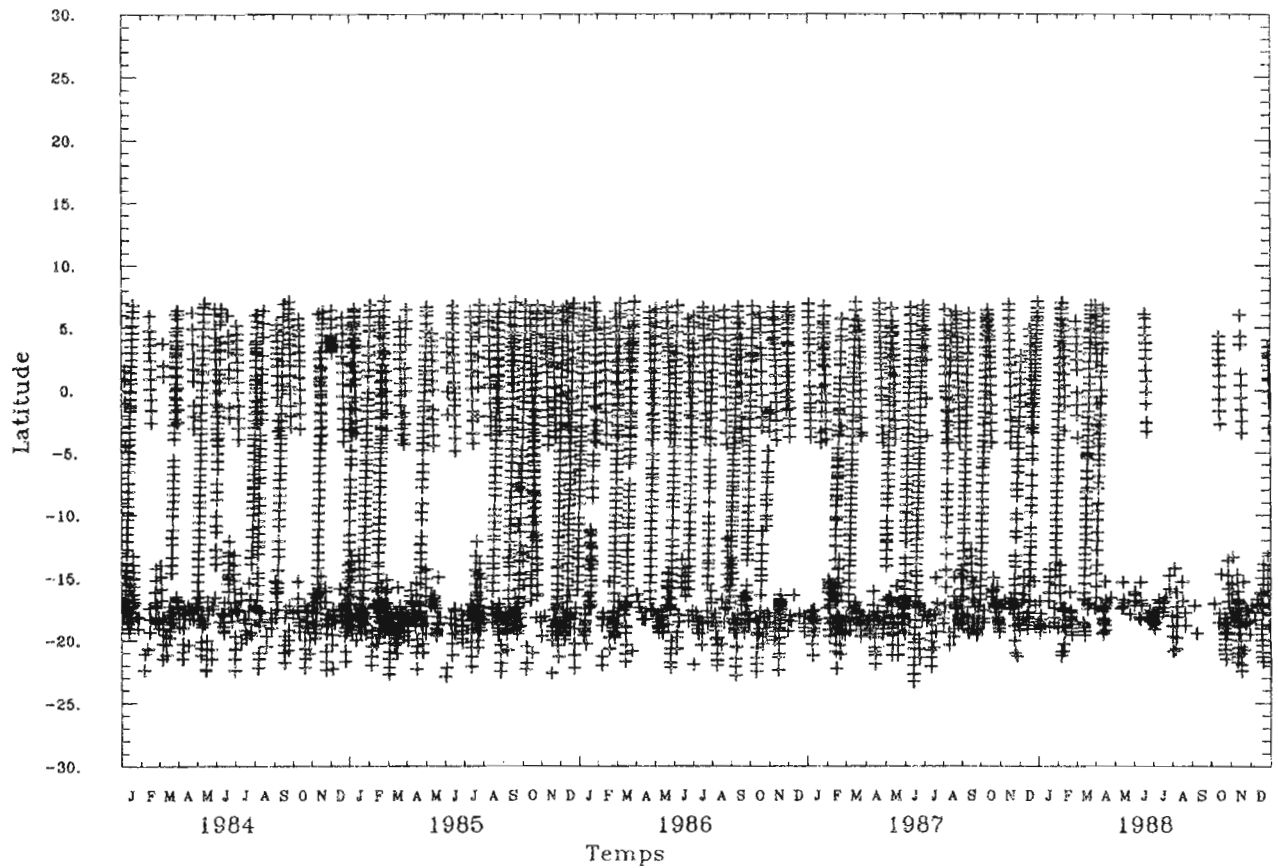
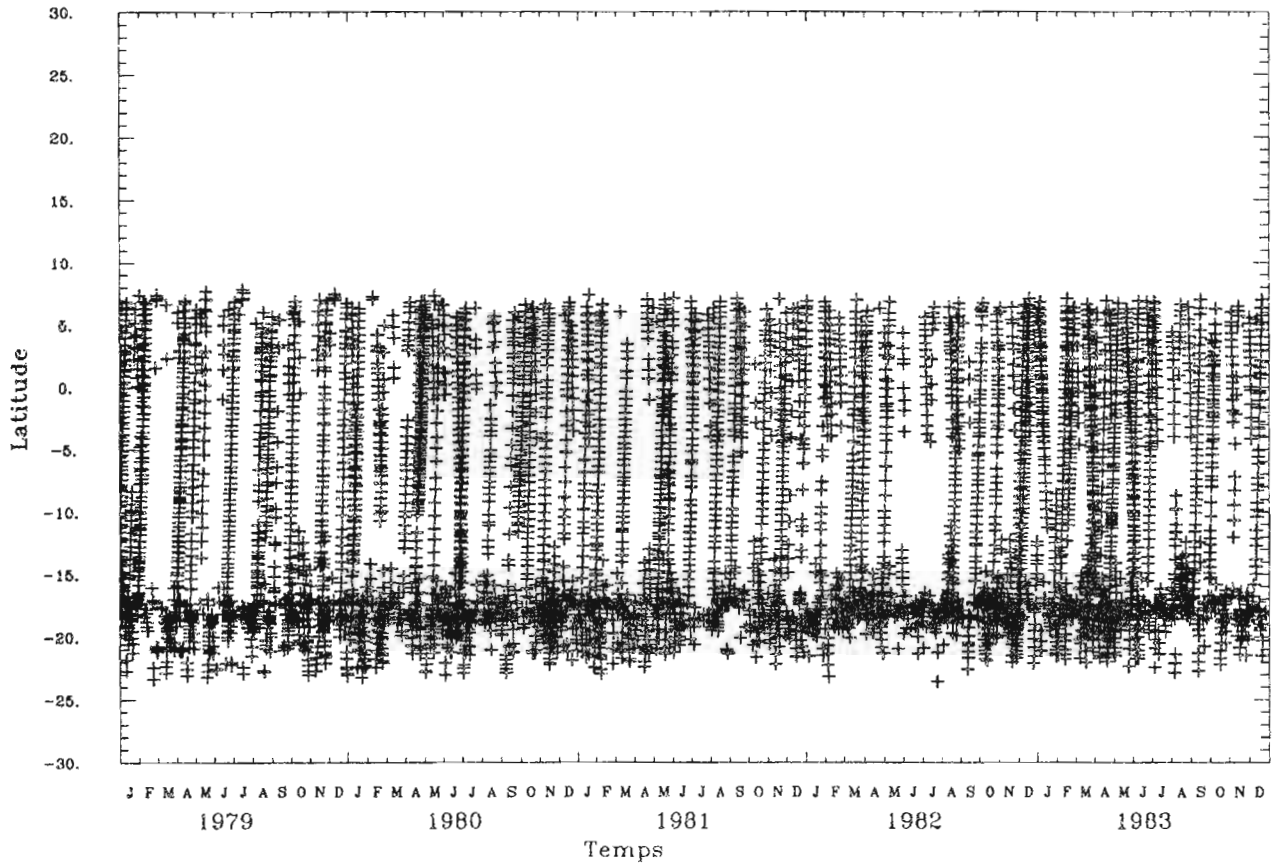
Rail centre-est



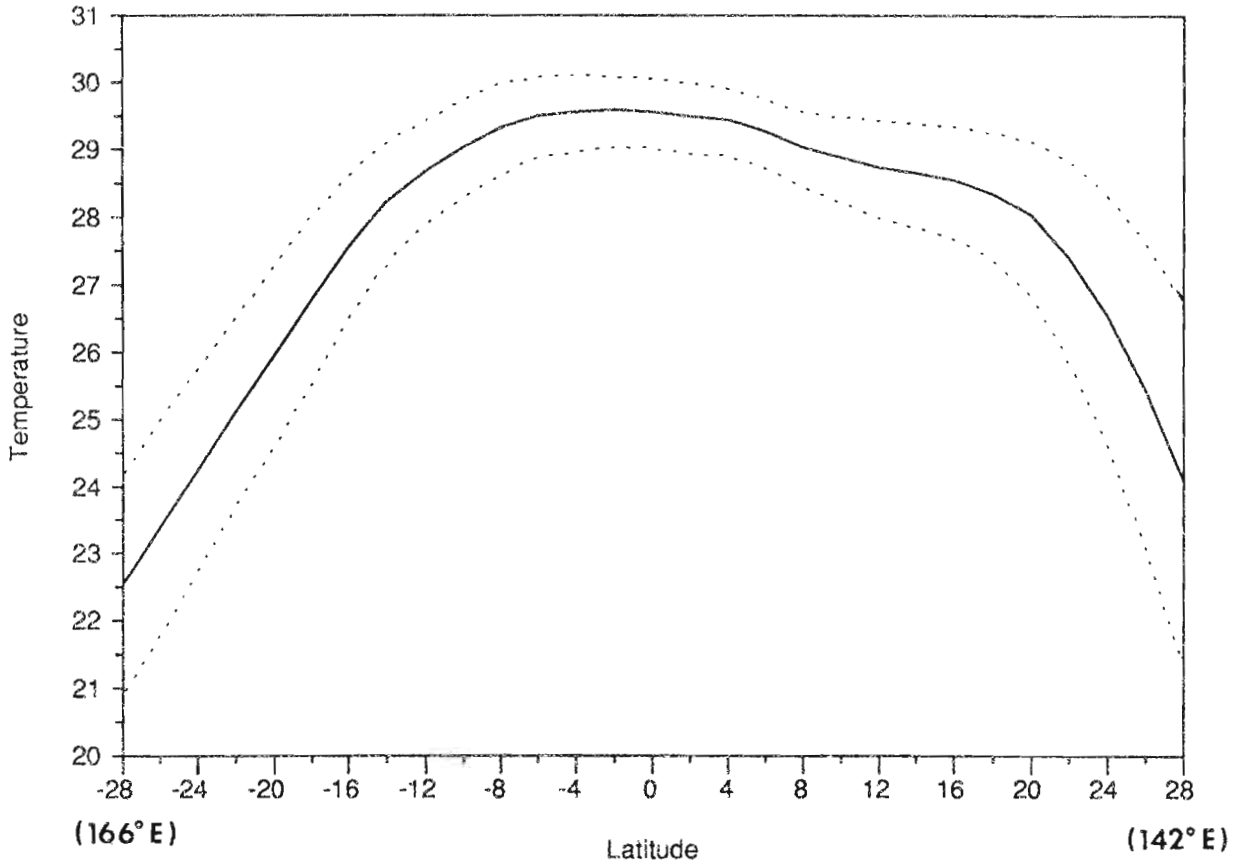
Rail est



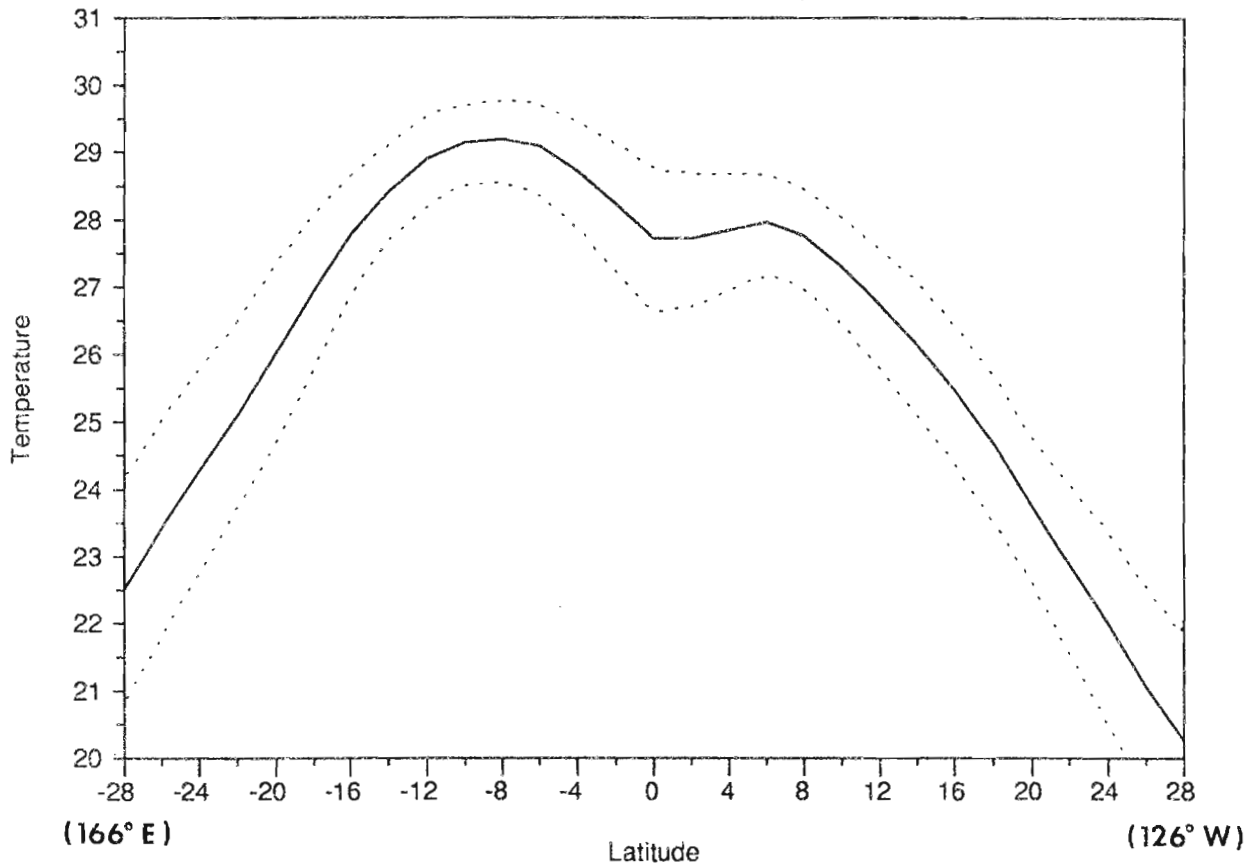
Rail est



Temperature de surface : rail ouest
moyenne climatologique +/- 1 ecart type

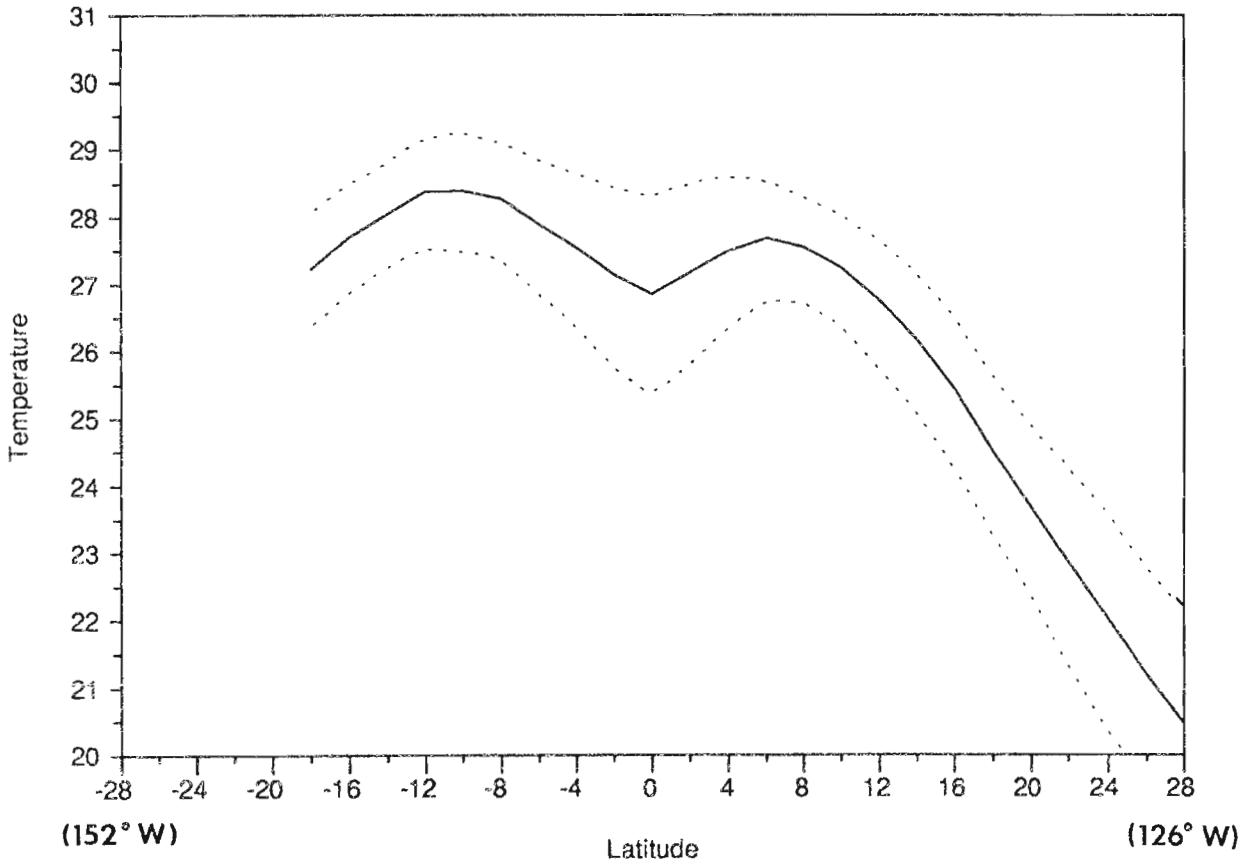


Temperature de surface : rail centre
moyenne climatologique +/- 1 ecart type



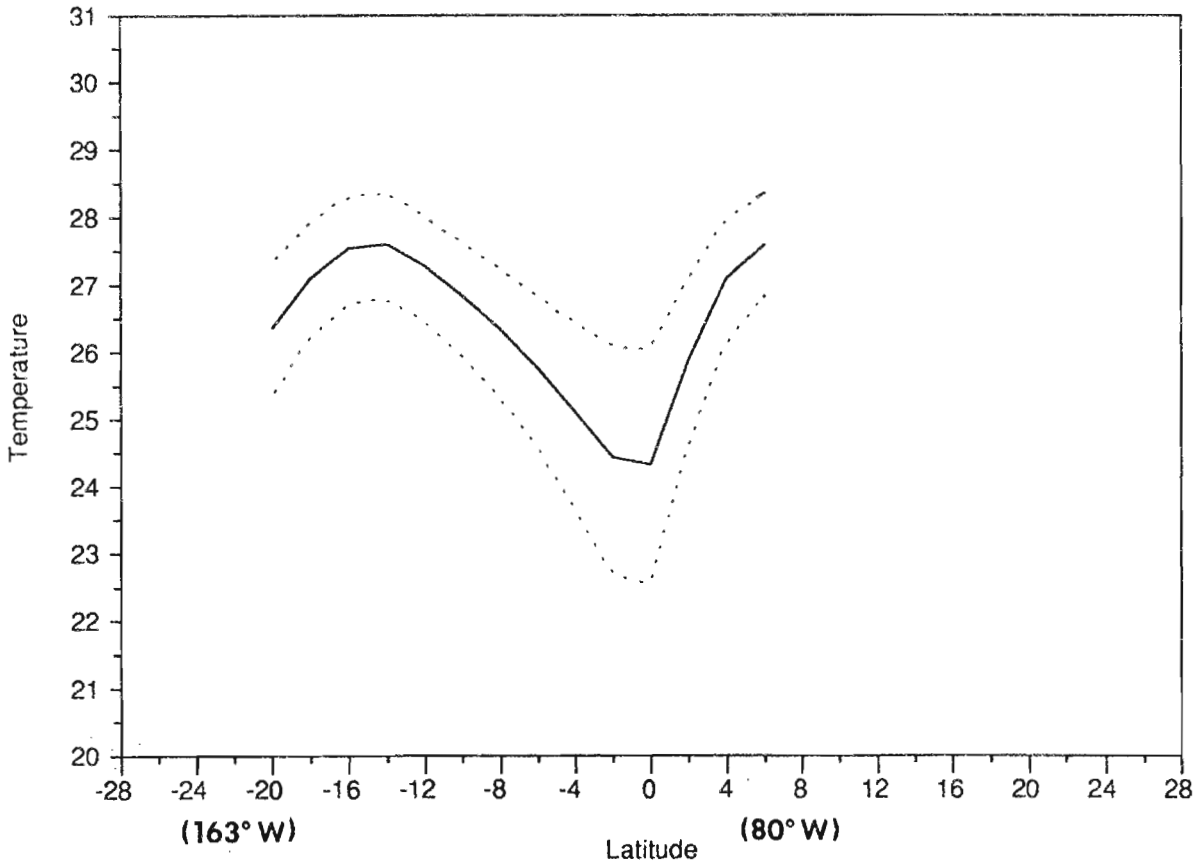
Temperature de surface : rail centre-est

moyenne climatologique +/- 1 ecart type



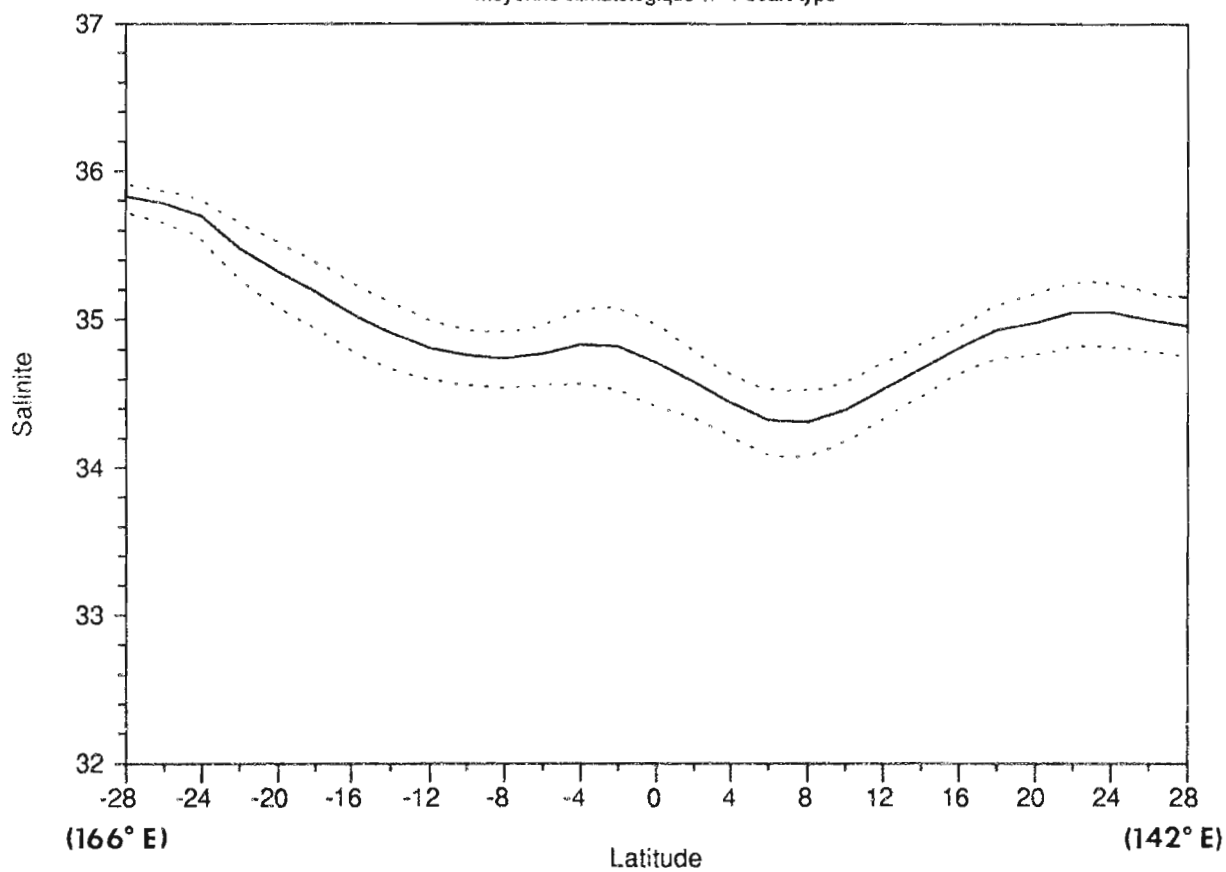
Temperature de surface : rail est

moyenne climatologique +/- 1 ecart type



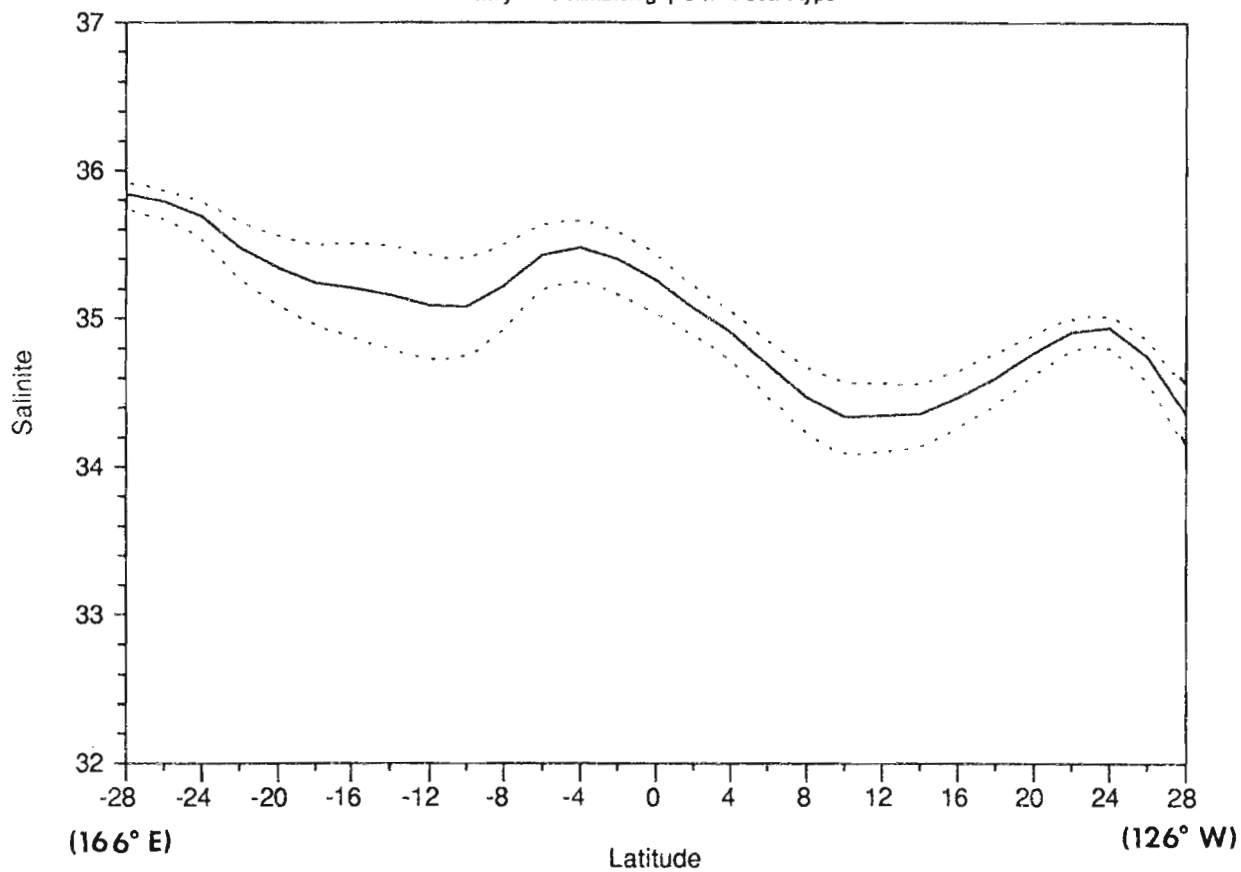
Salinite de surface : rail ouest

moyenne climatologique +/- 1 ecart type

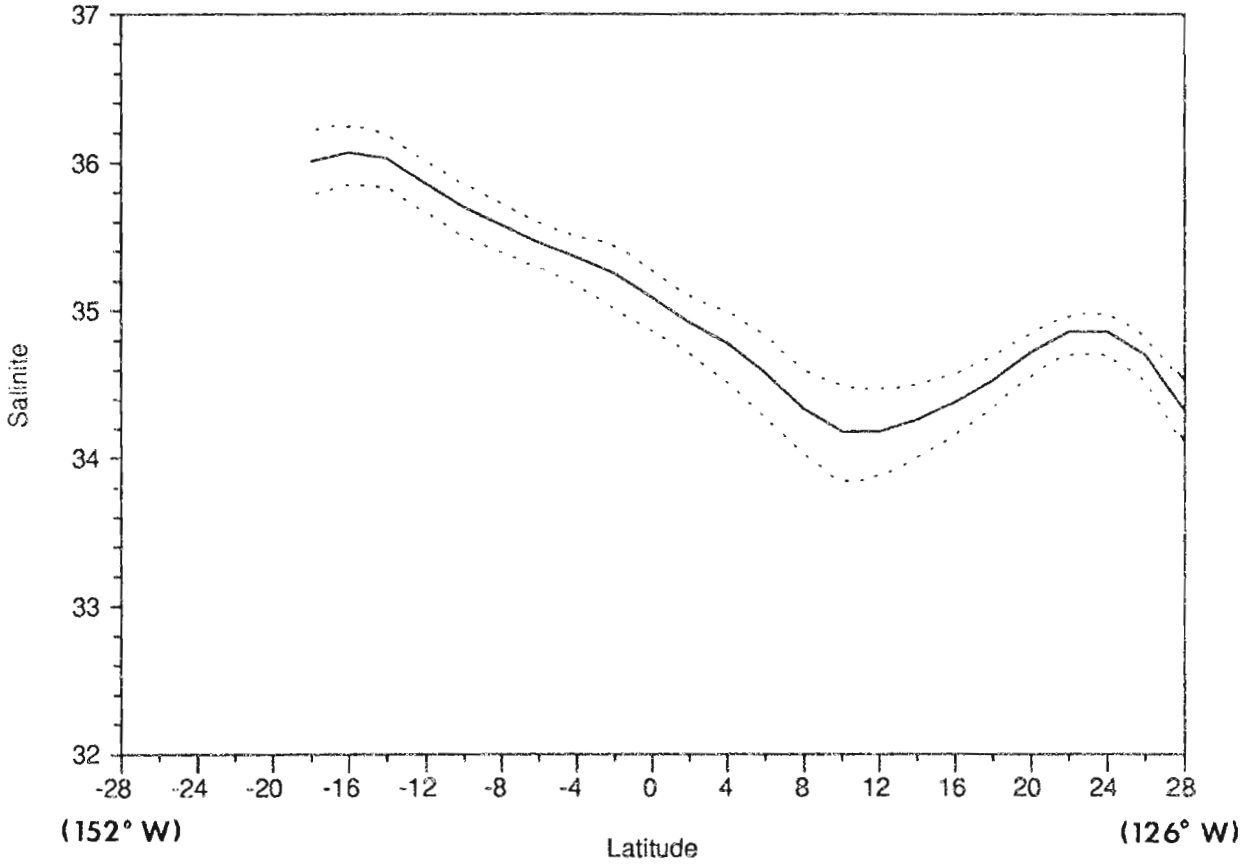


Salinite de surface : rail centre

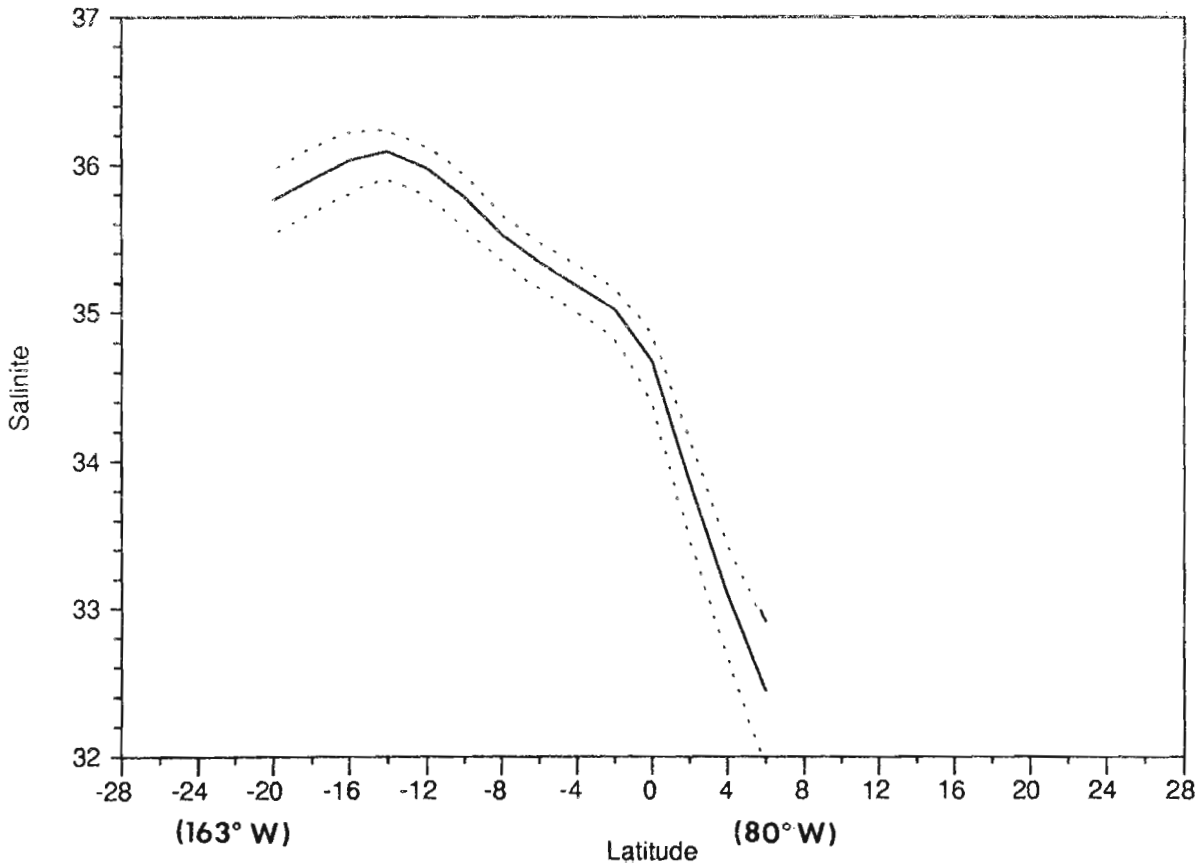
moyenne climatologique +/- 1 ecart type



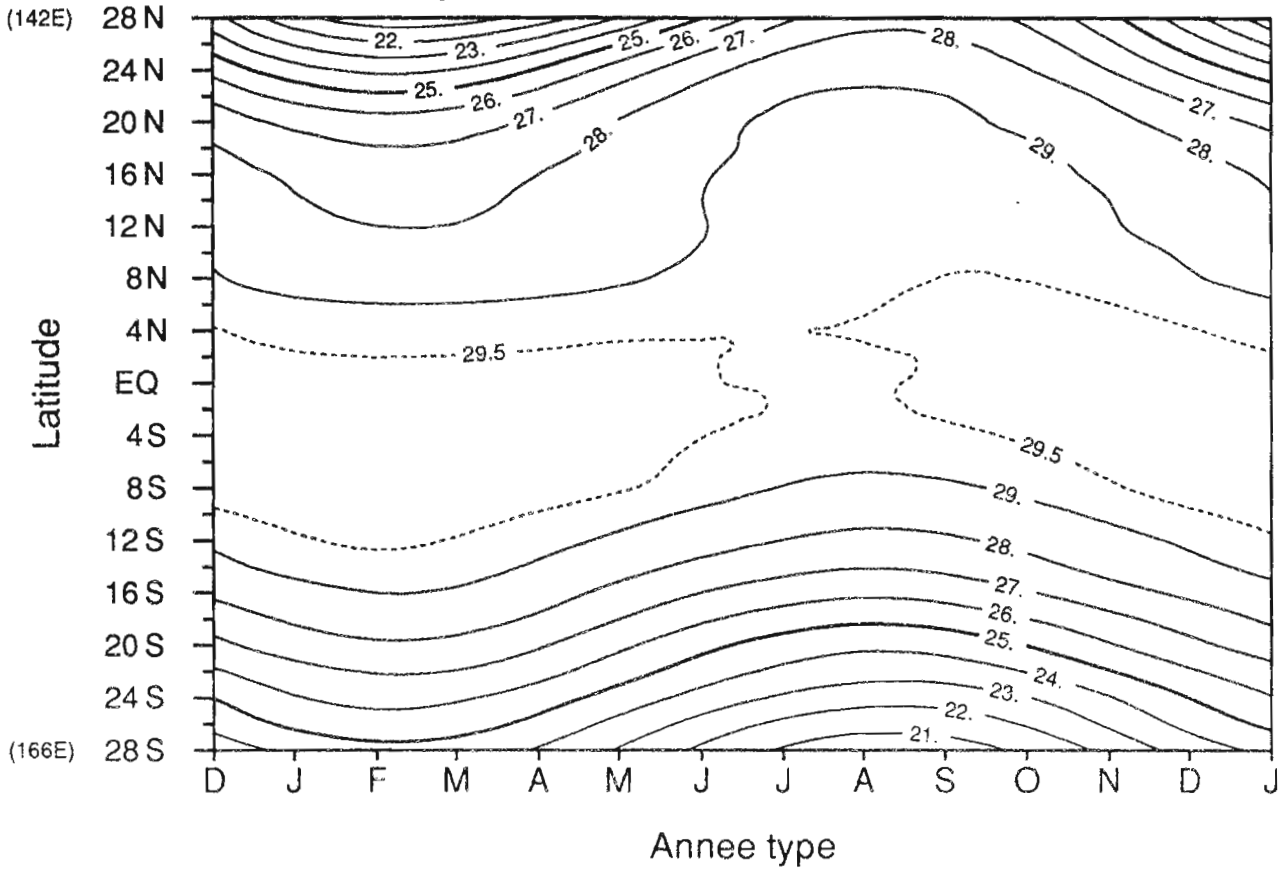
Salinite de surface : rail centre-est
moyenne climatologique +/- 1 ecart type



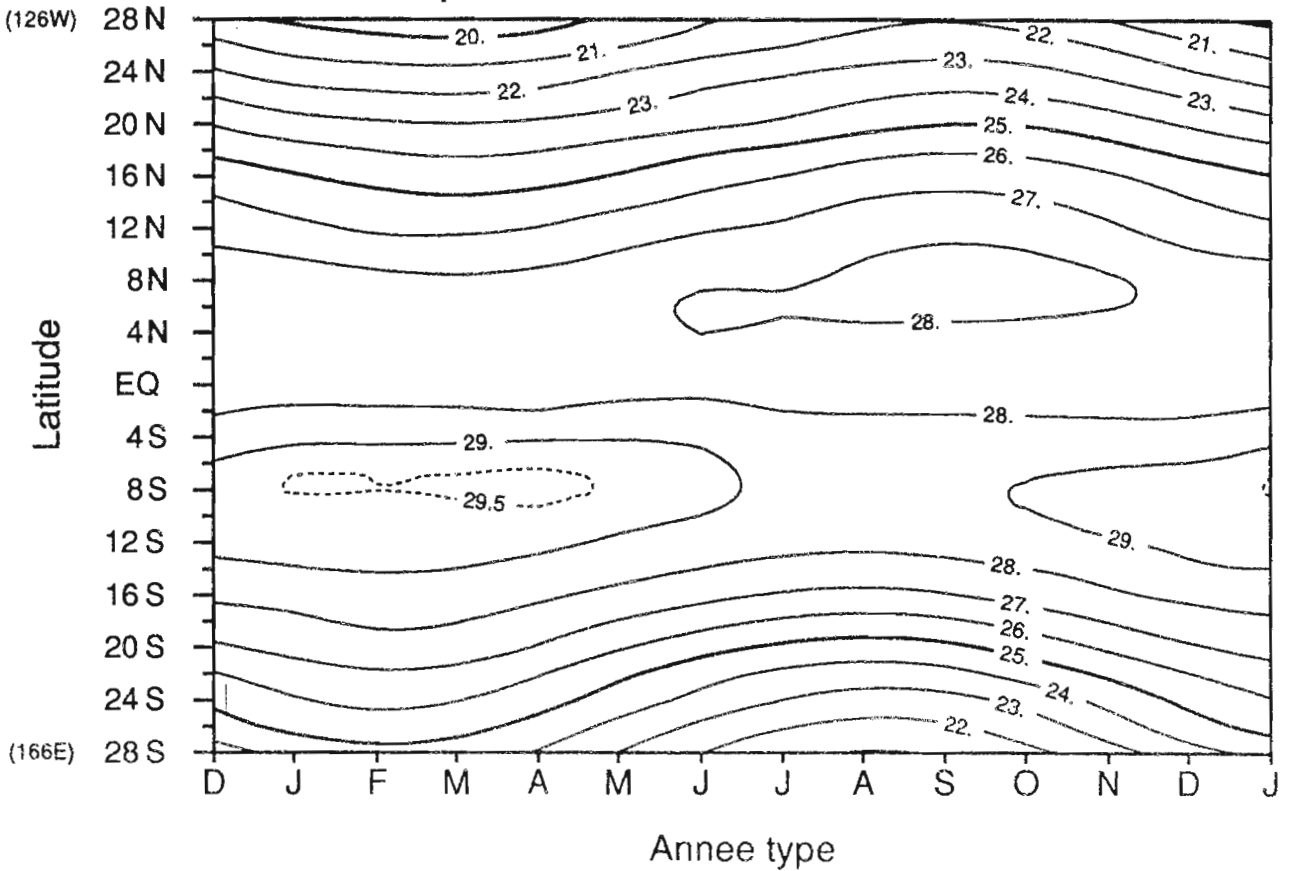
Salinite de surface : rail est
moyenne climatologique +/- 1 ecart type



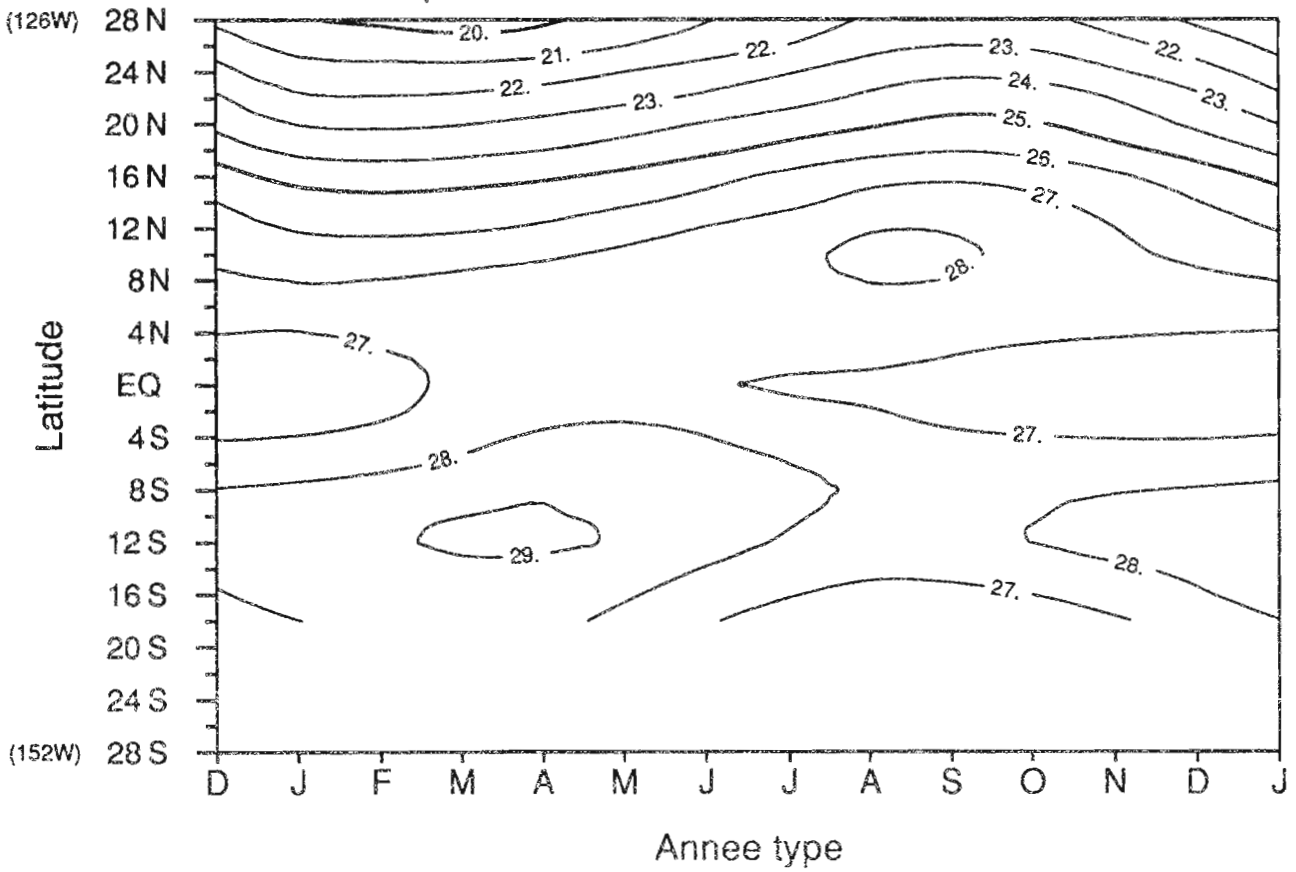
Temperature de surface : rail ouest



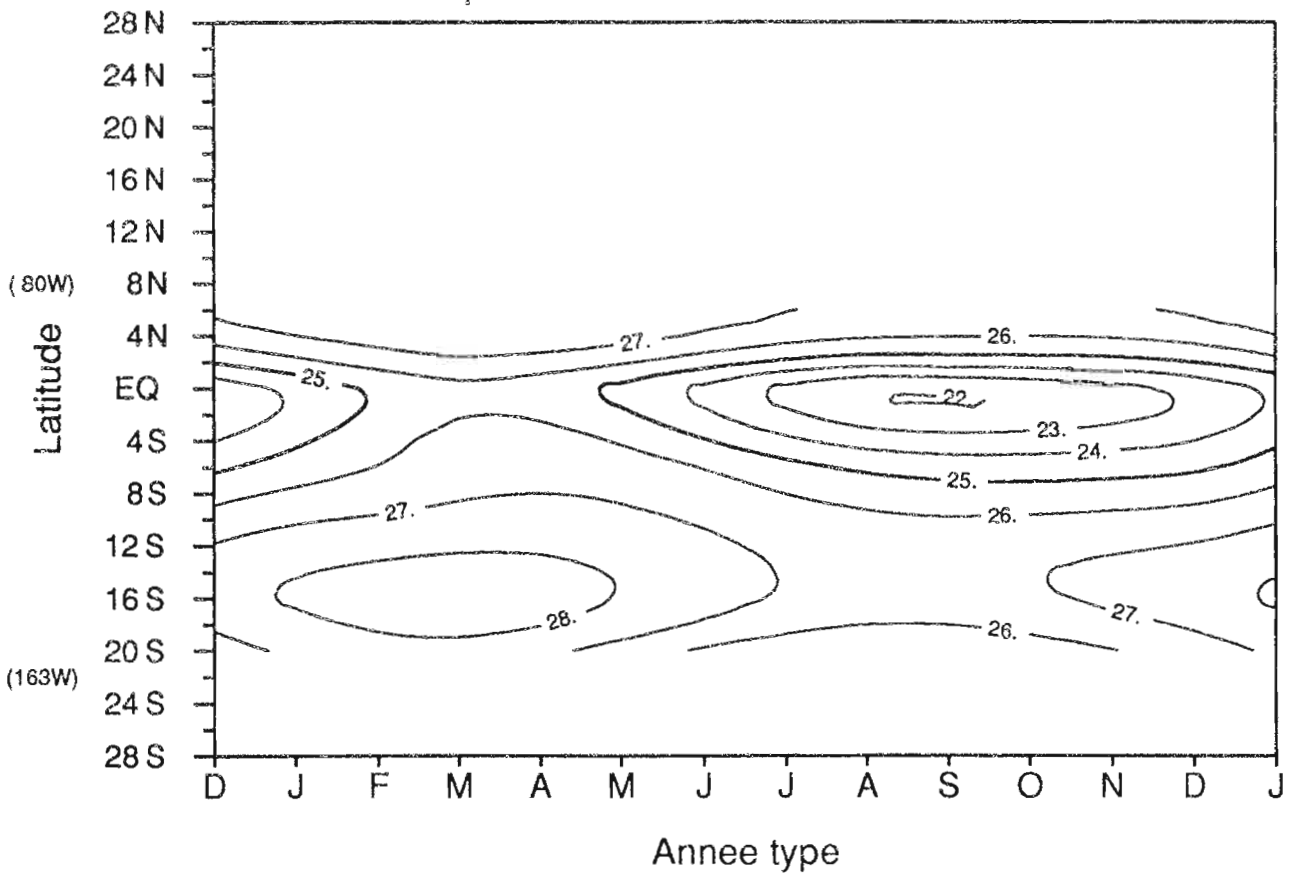
Temperature de surface : rail centre



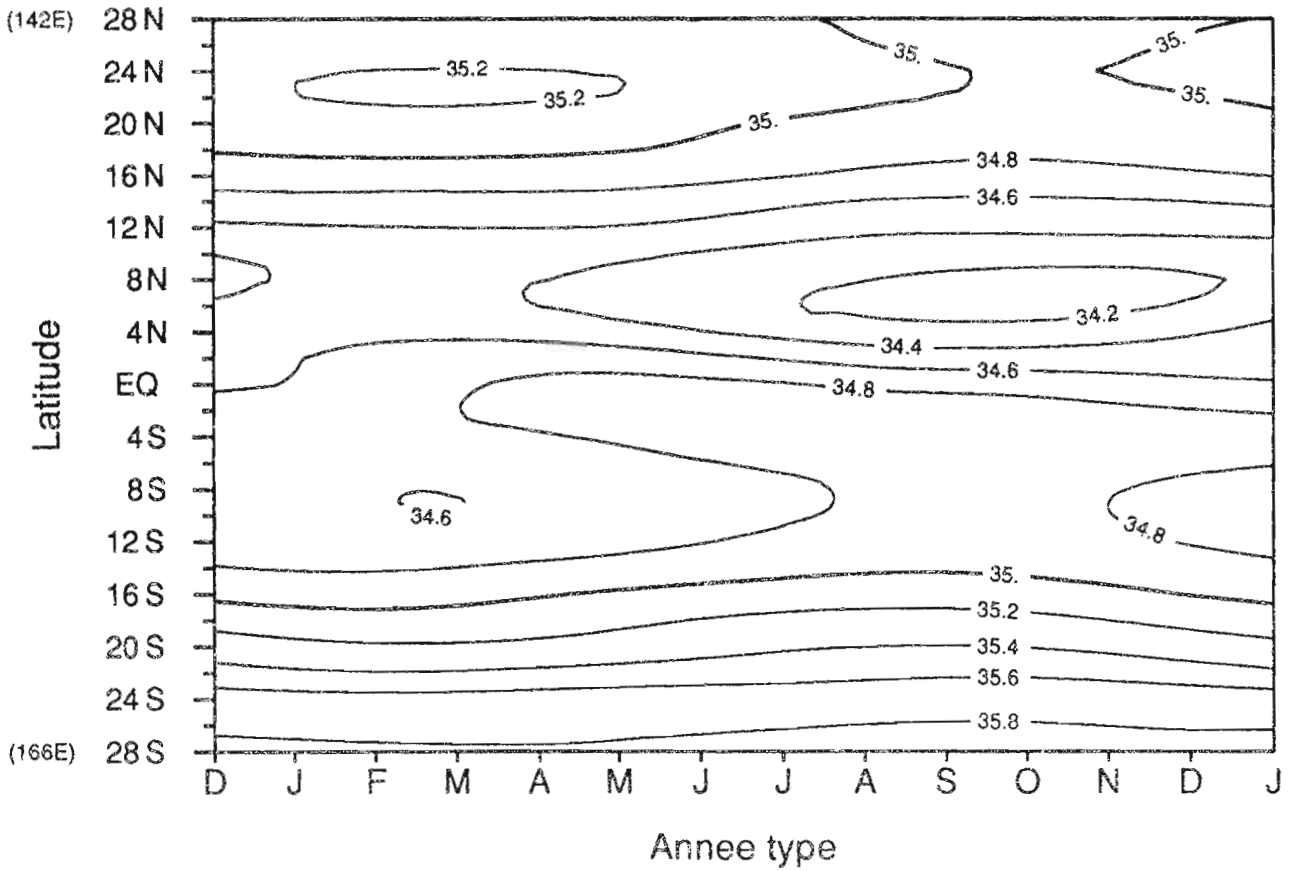
Temperature de surface : rail centre-est



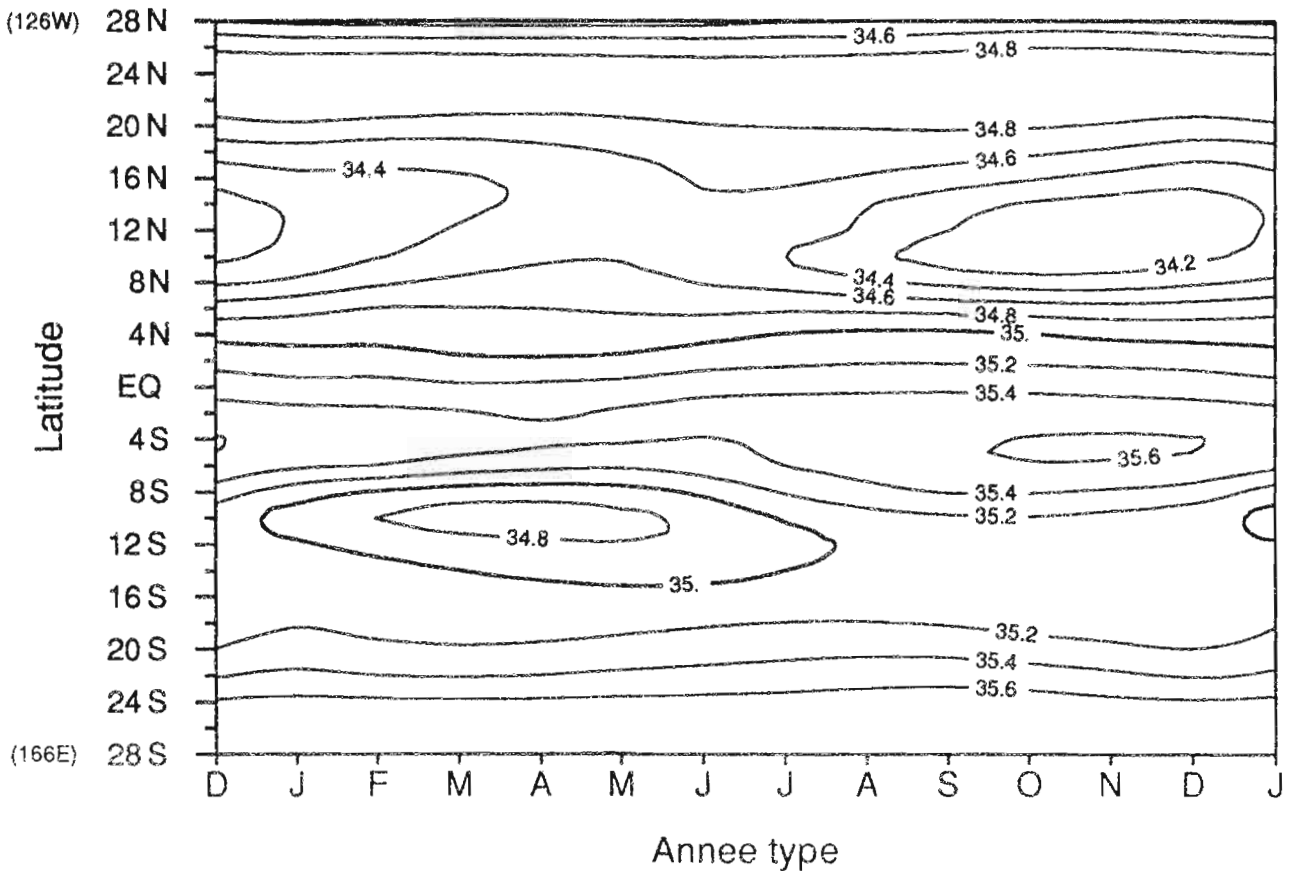
Temperature de surface : rail est



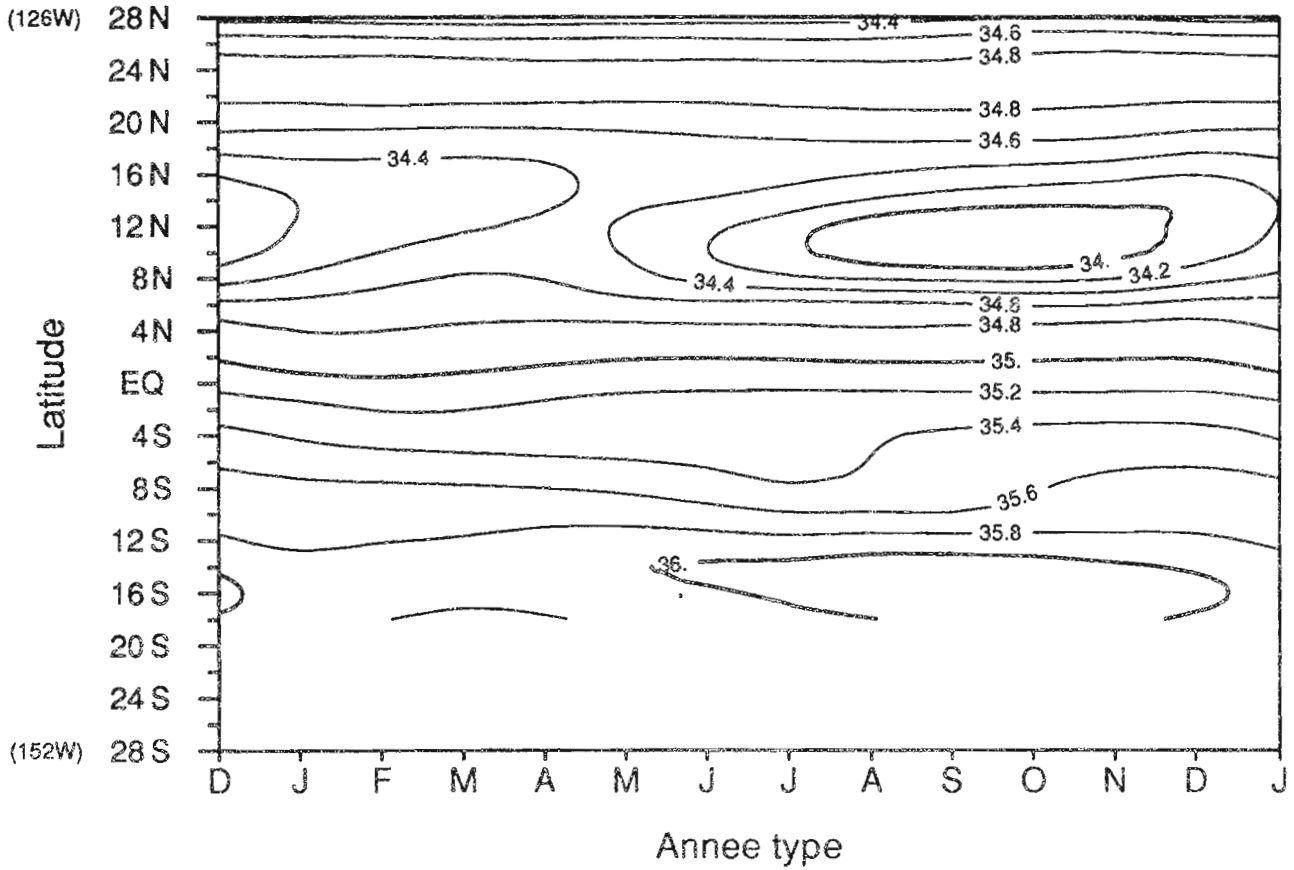
Salinite de surface : rail ouest



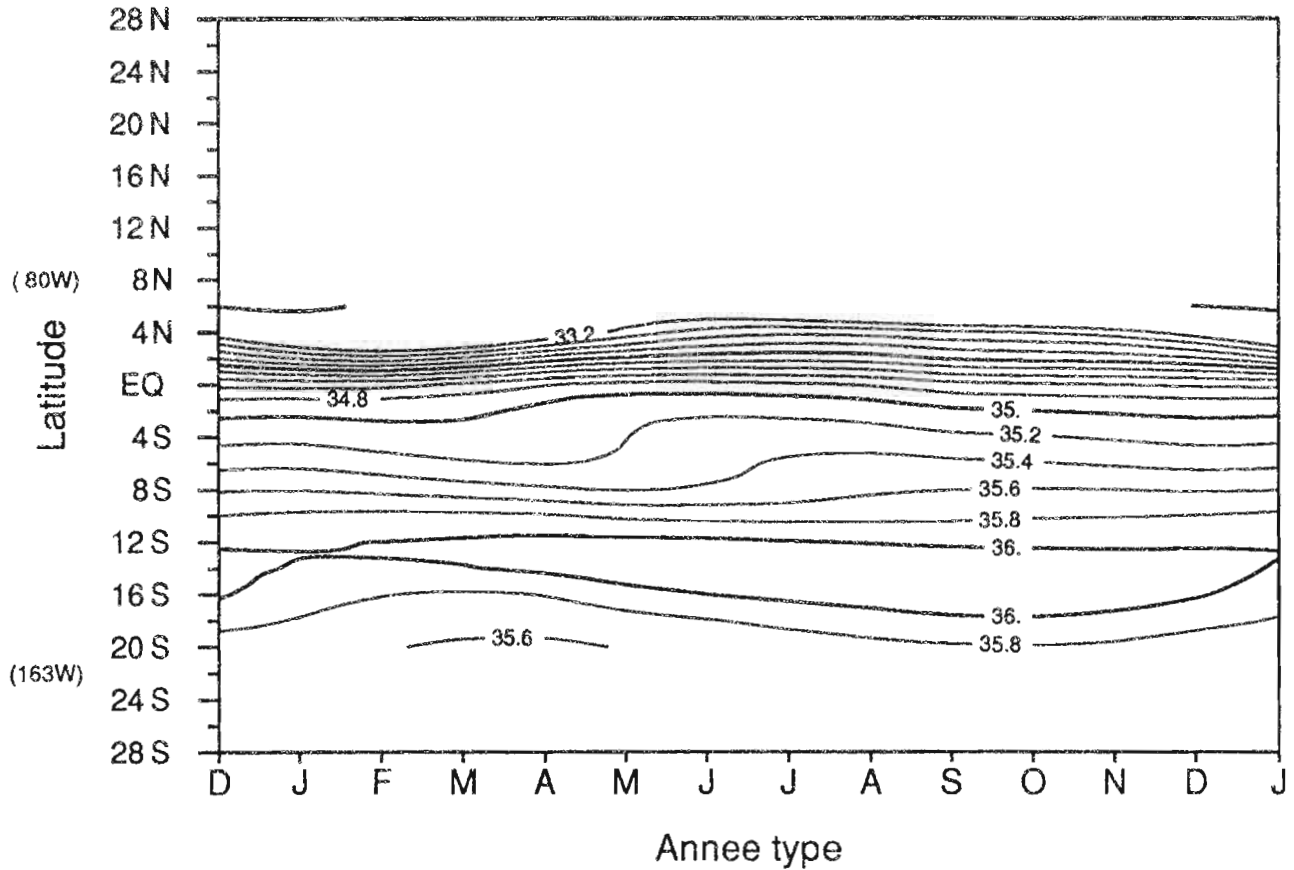
Salinite de surface : rail centre



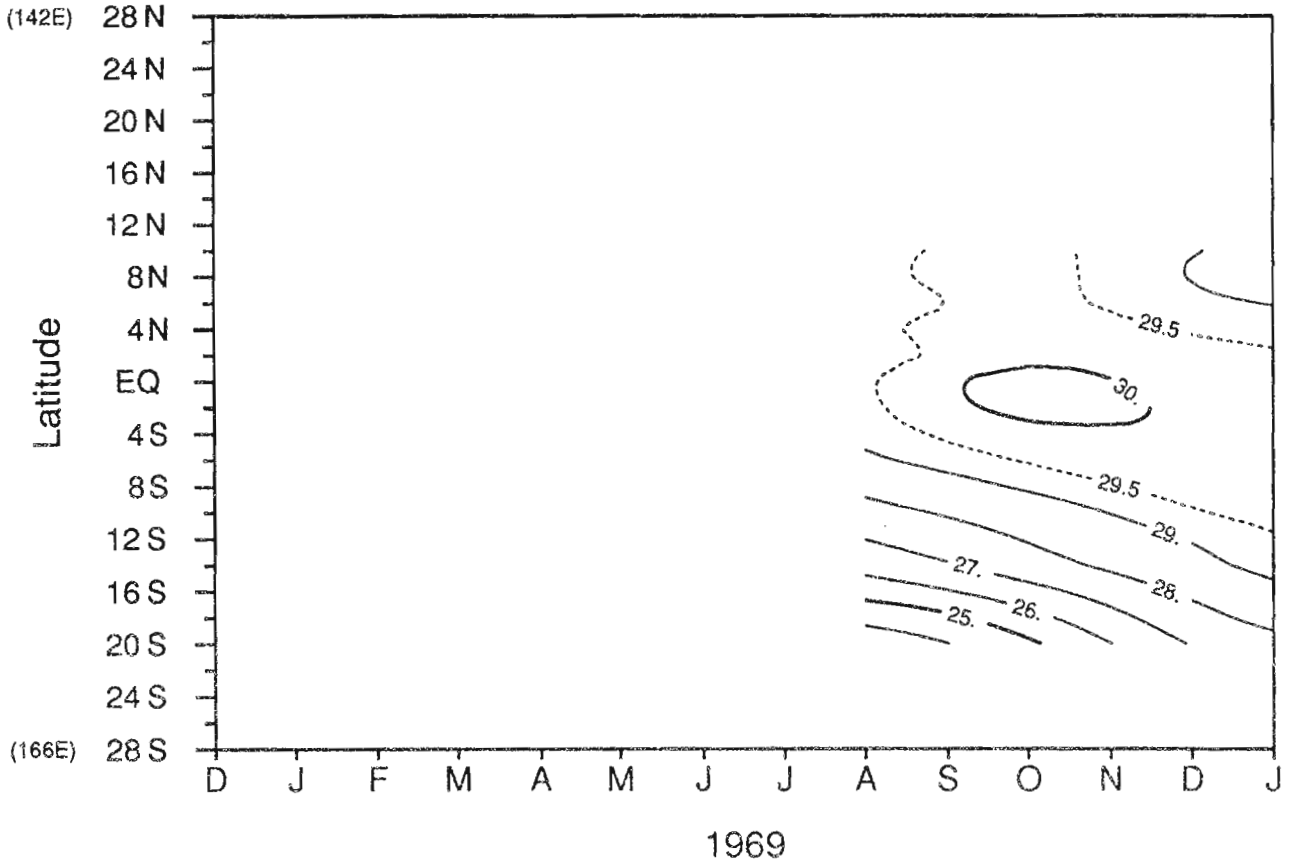
Salinite de surface : rail centre-est



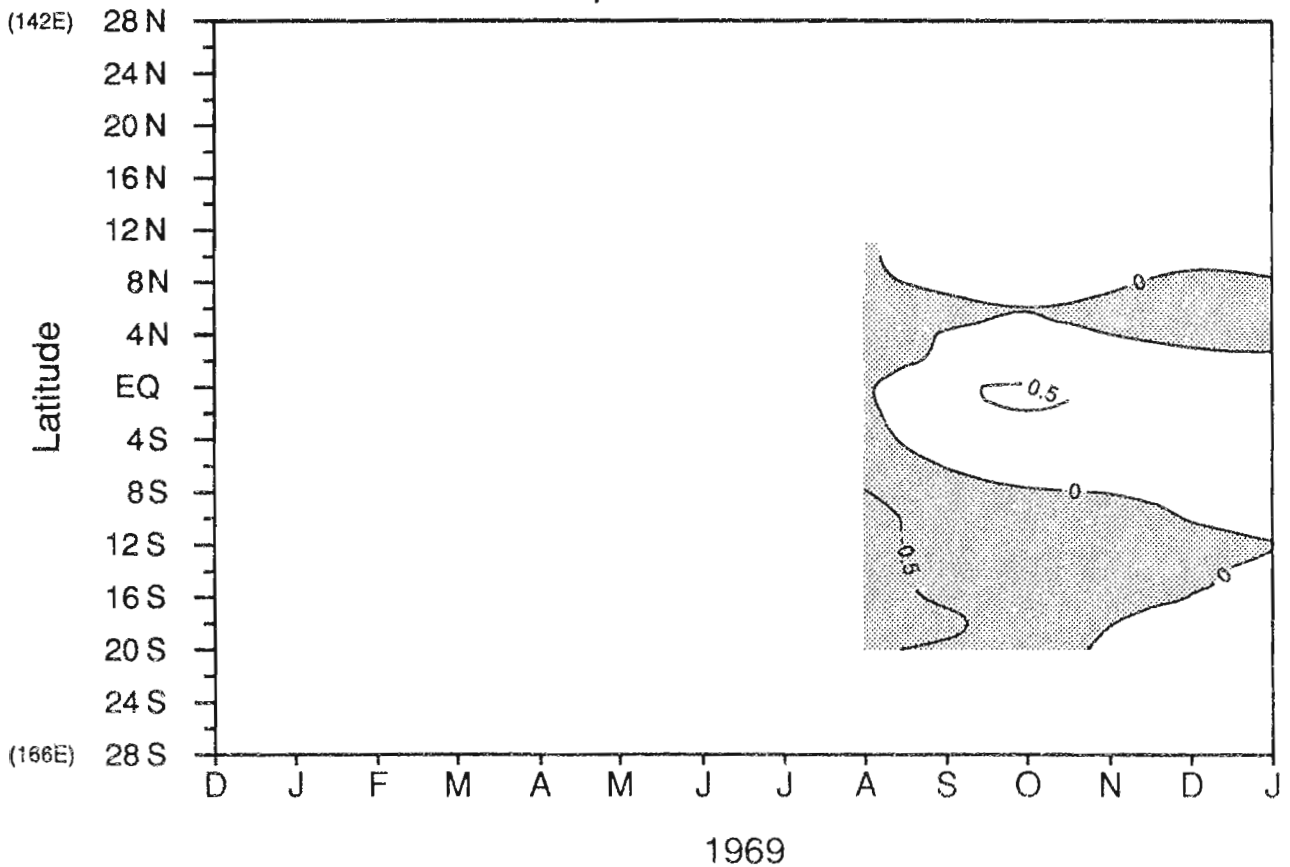
Salinite de surface : rail est



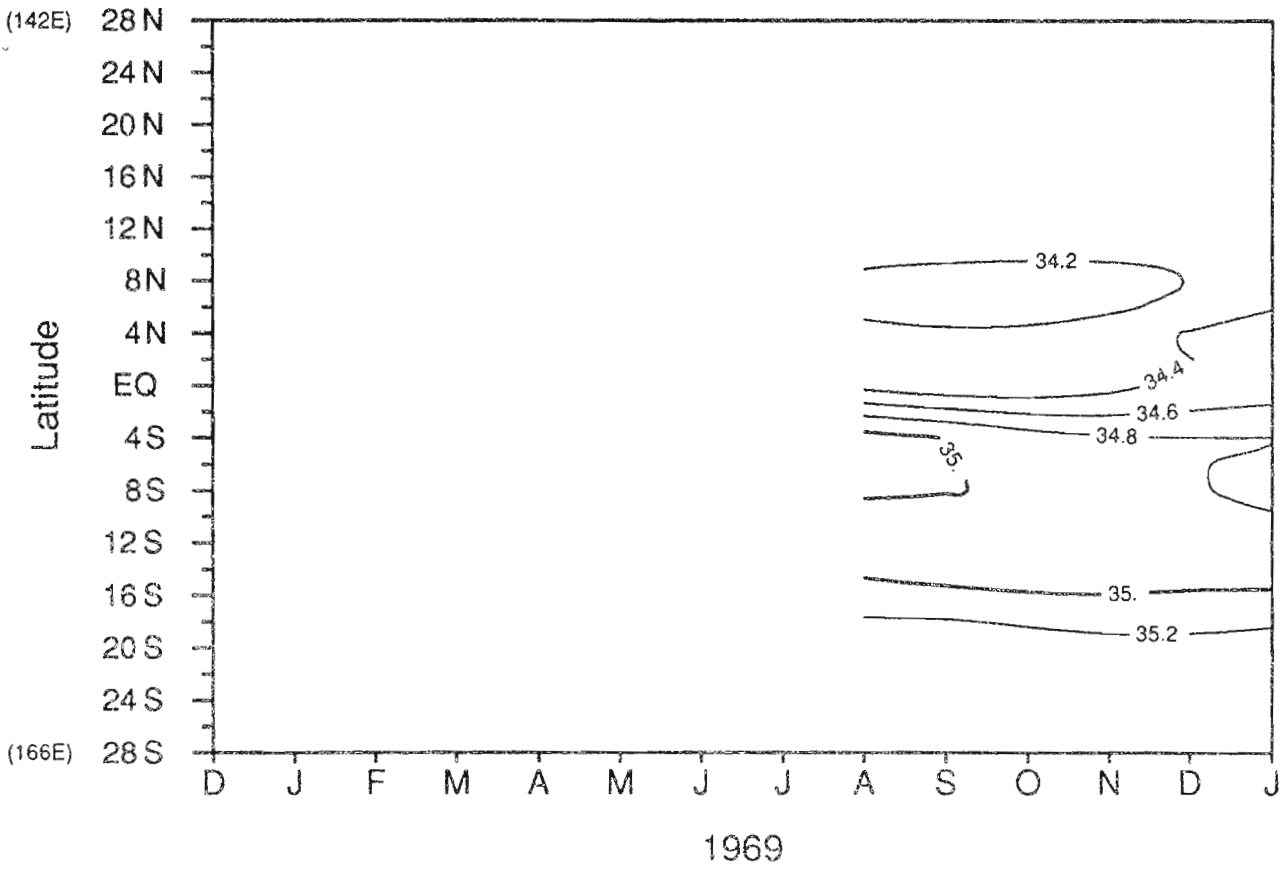
Temperature de surface : rail ouest



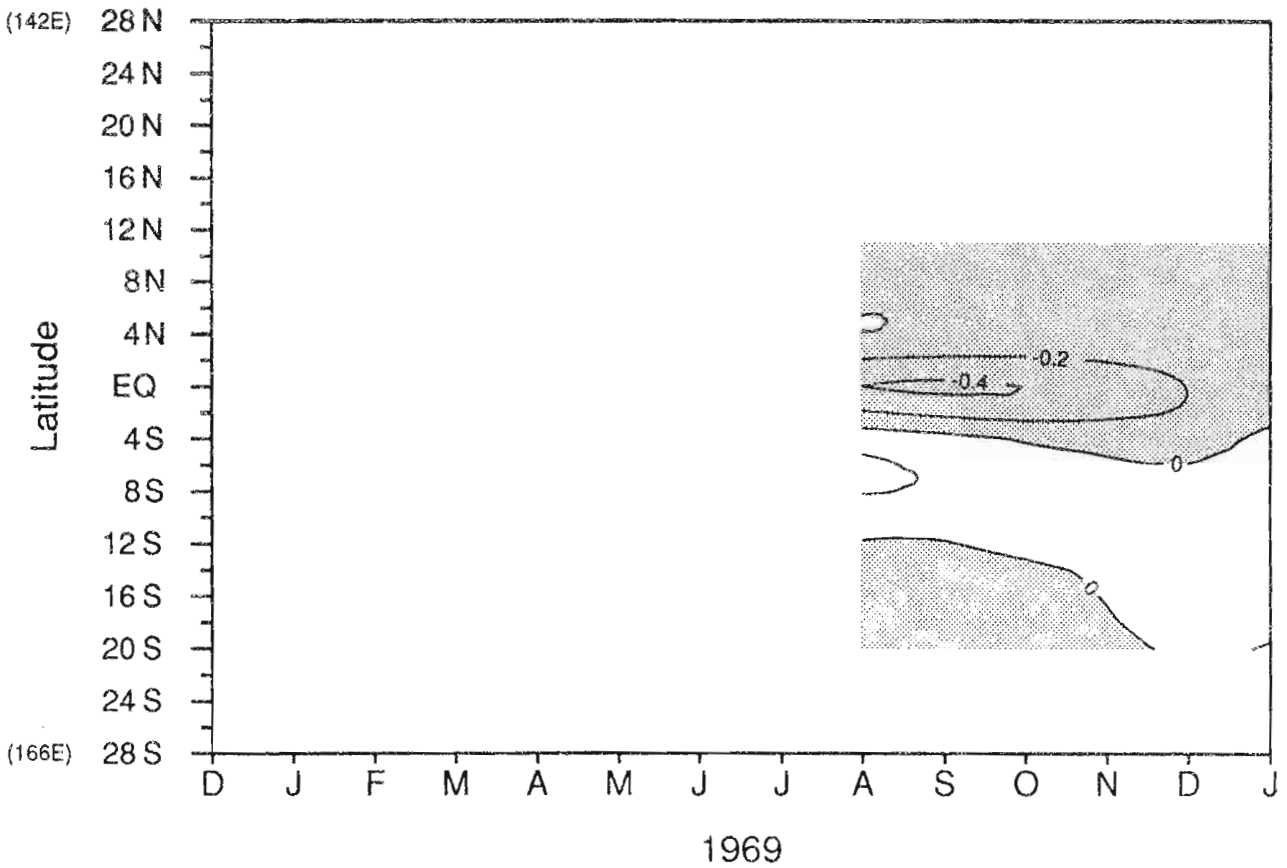
Anomalie de temperature de surface : rail ouest



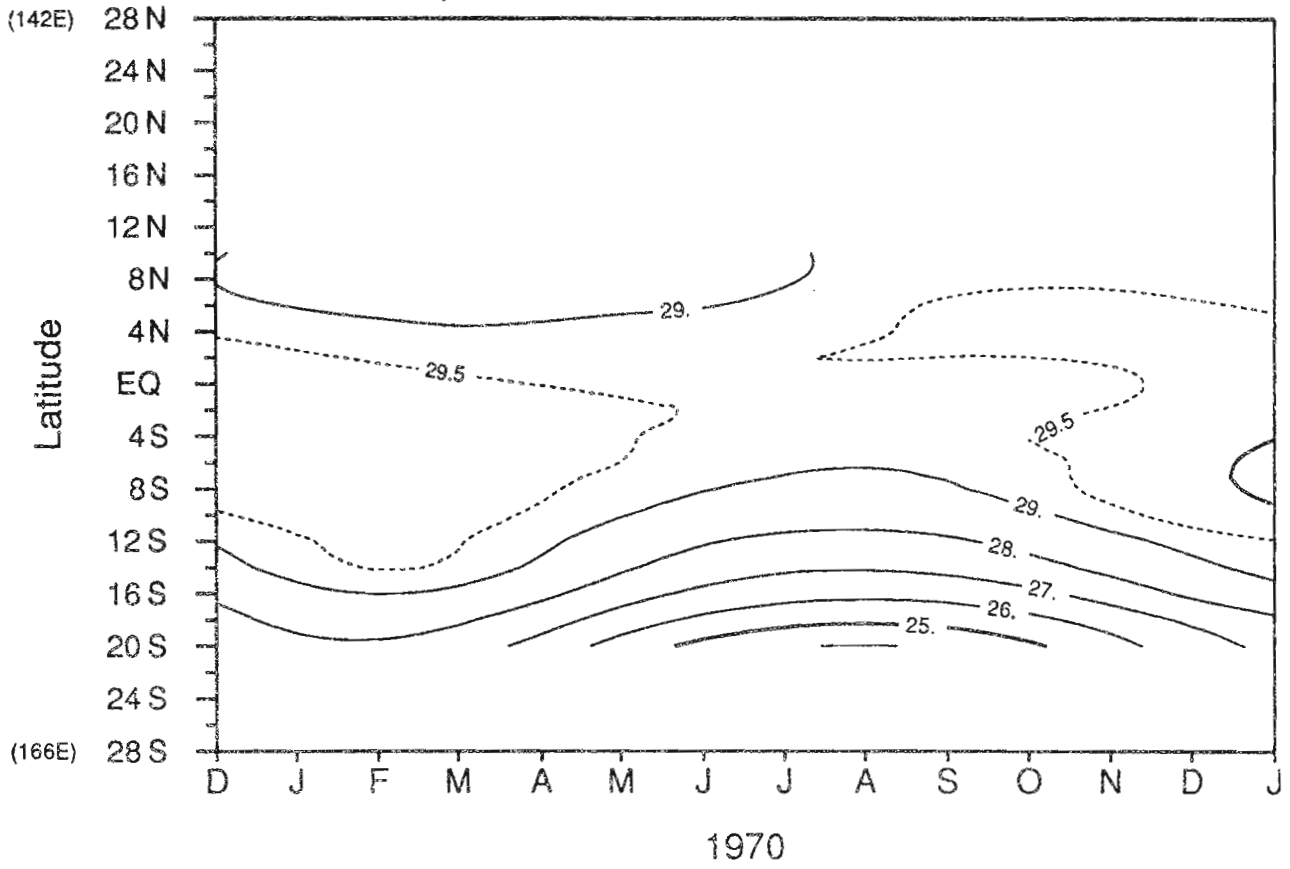
Salinite de surface : rail ouest



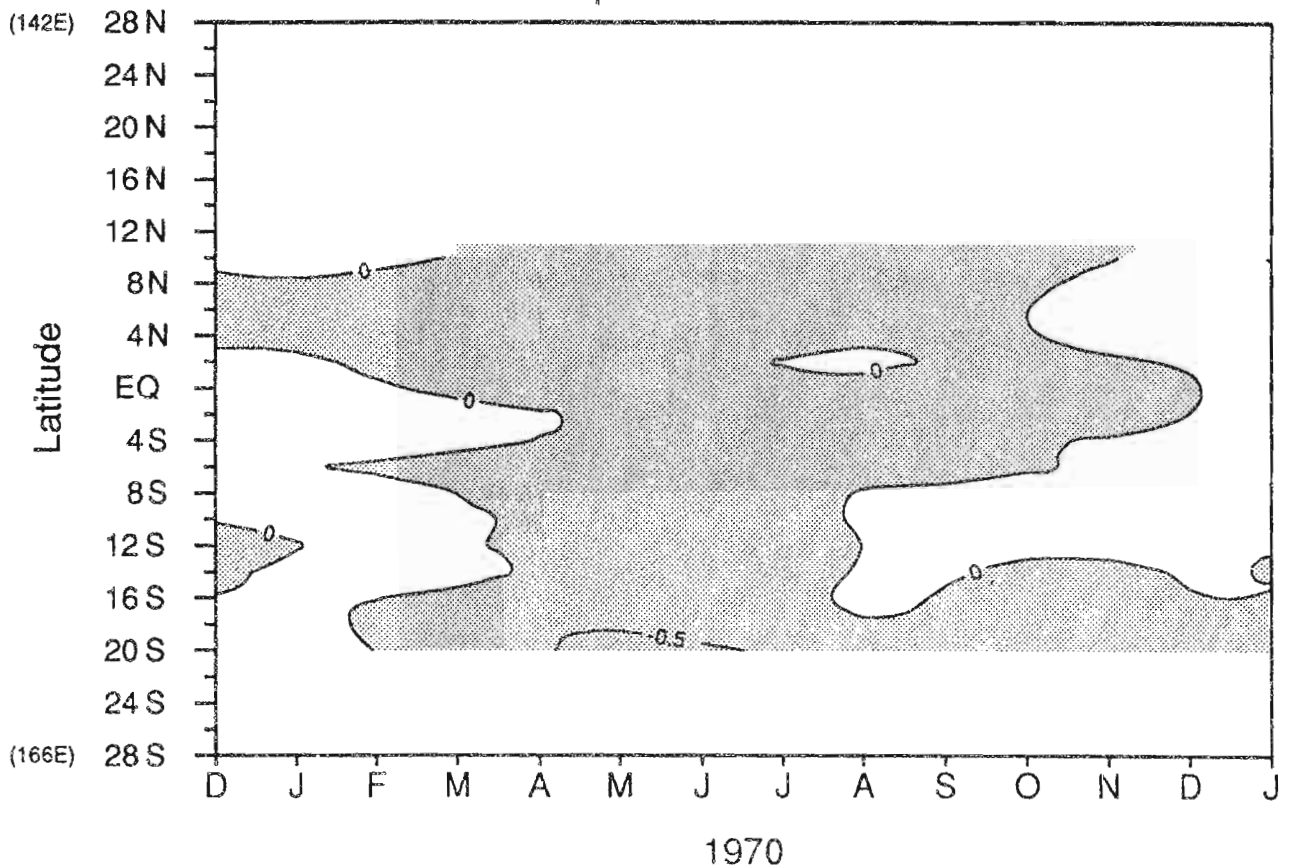
Anomalie de salinite de surface : rail ouest



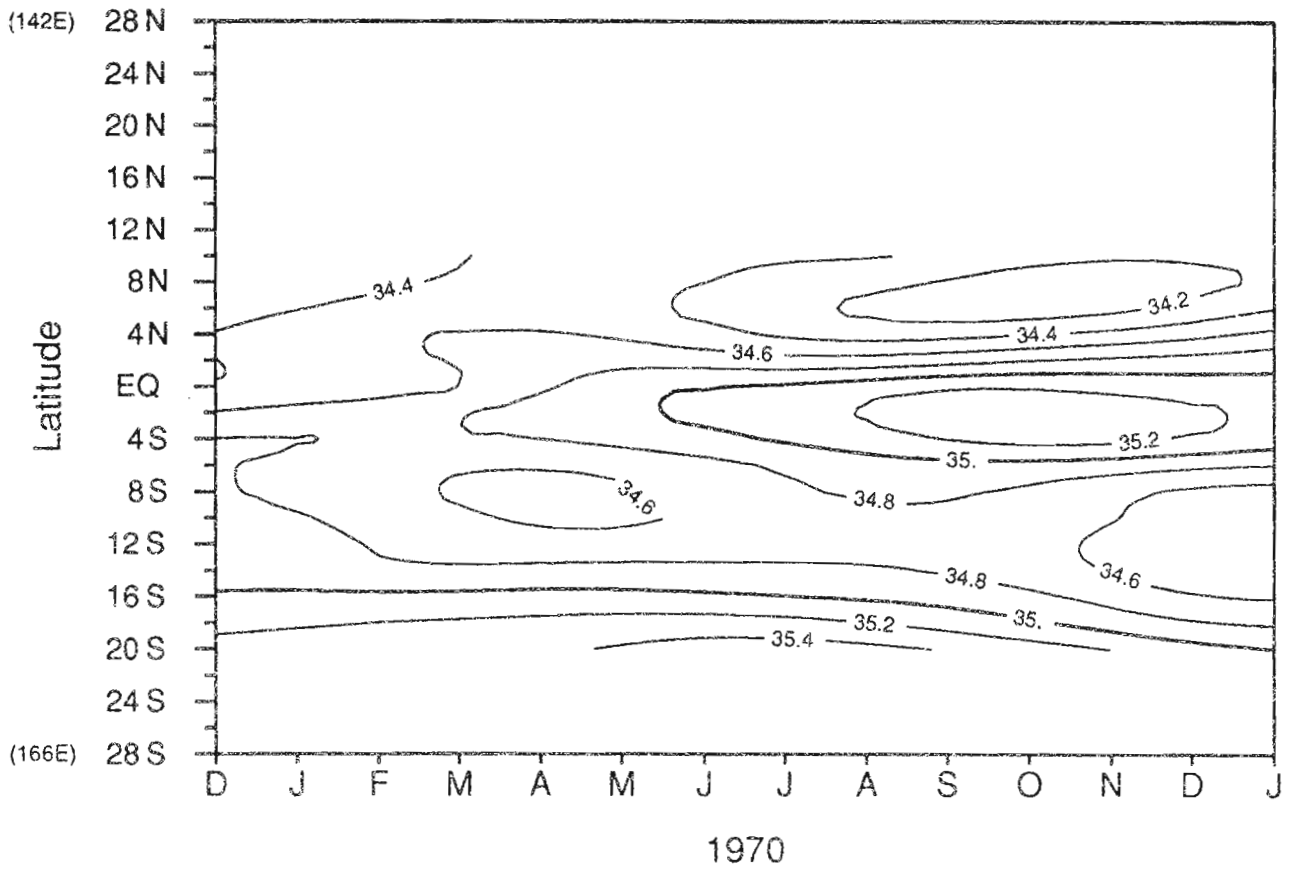
Temperature de surface : rail ouest



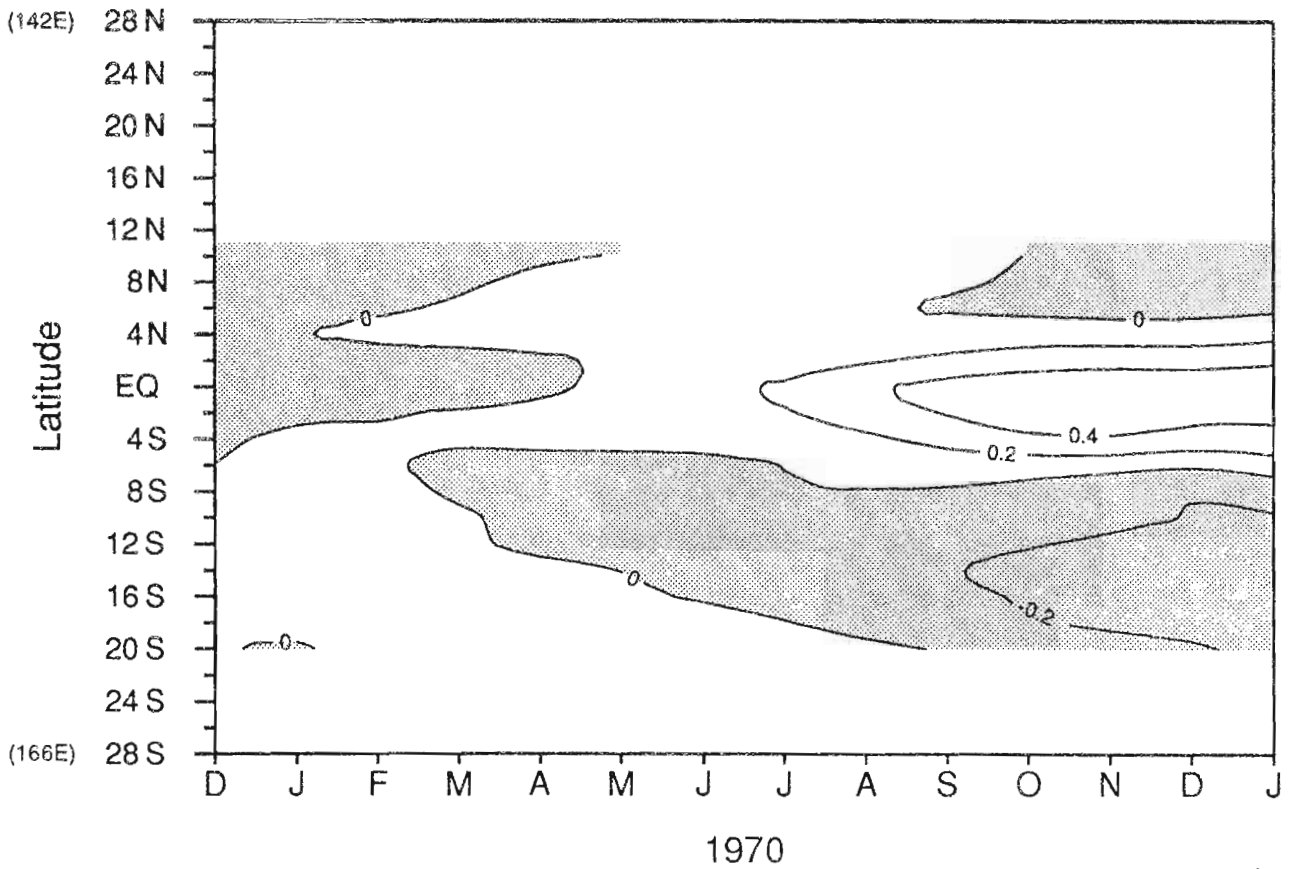
Anomalie de temperature de surface : rail ouest



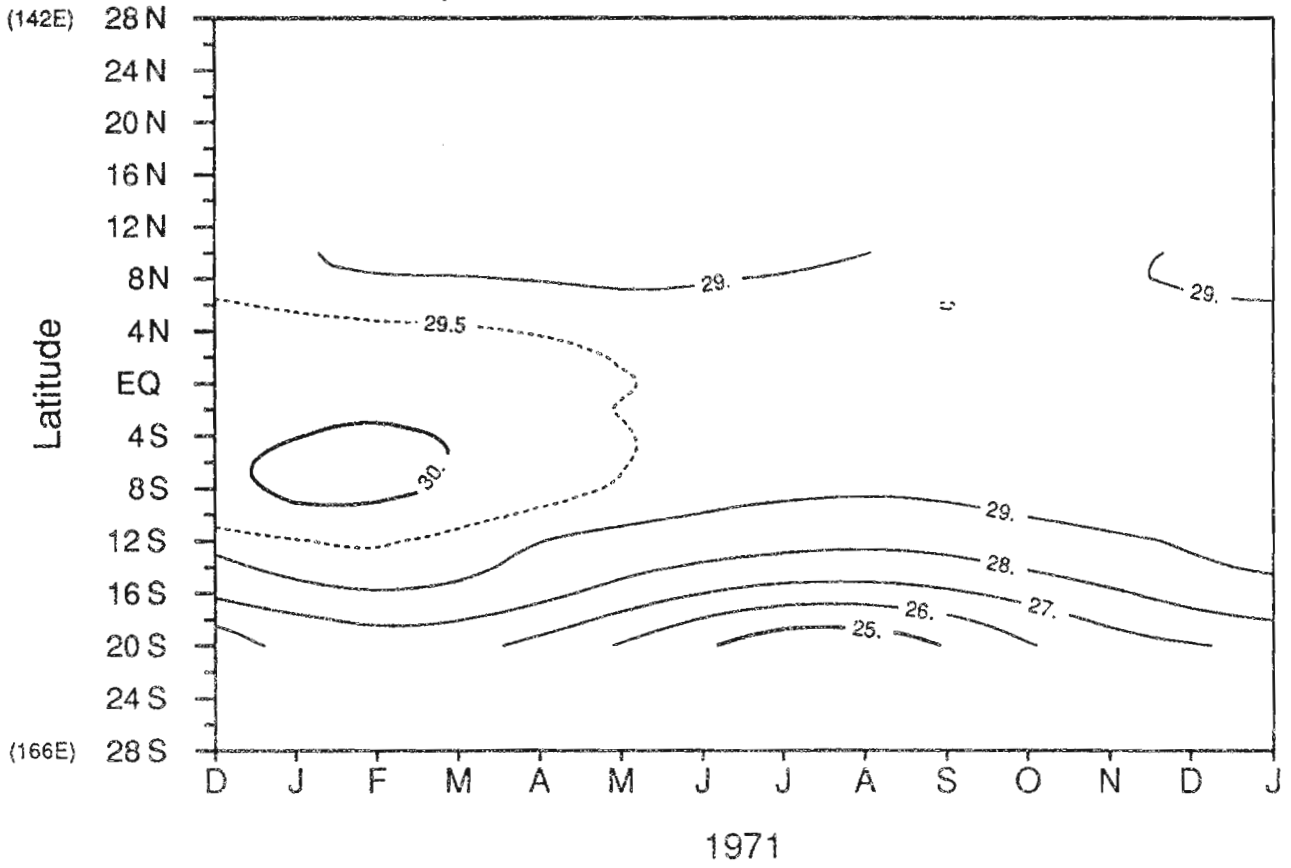
Salinite de surface : rail ouest



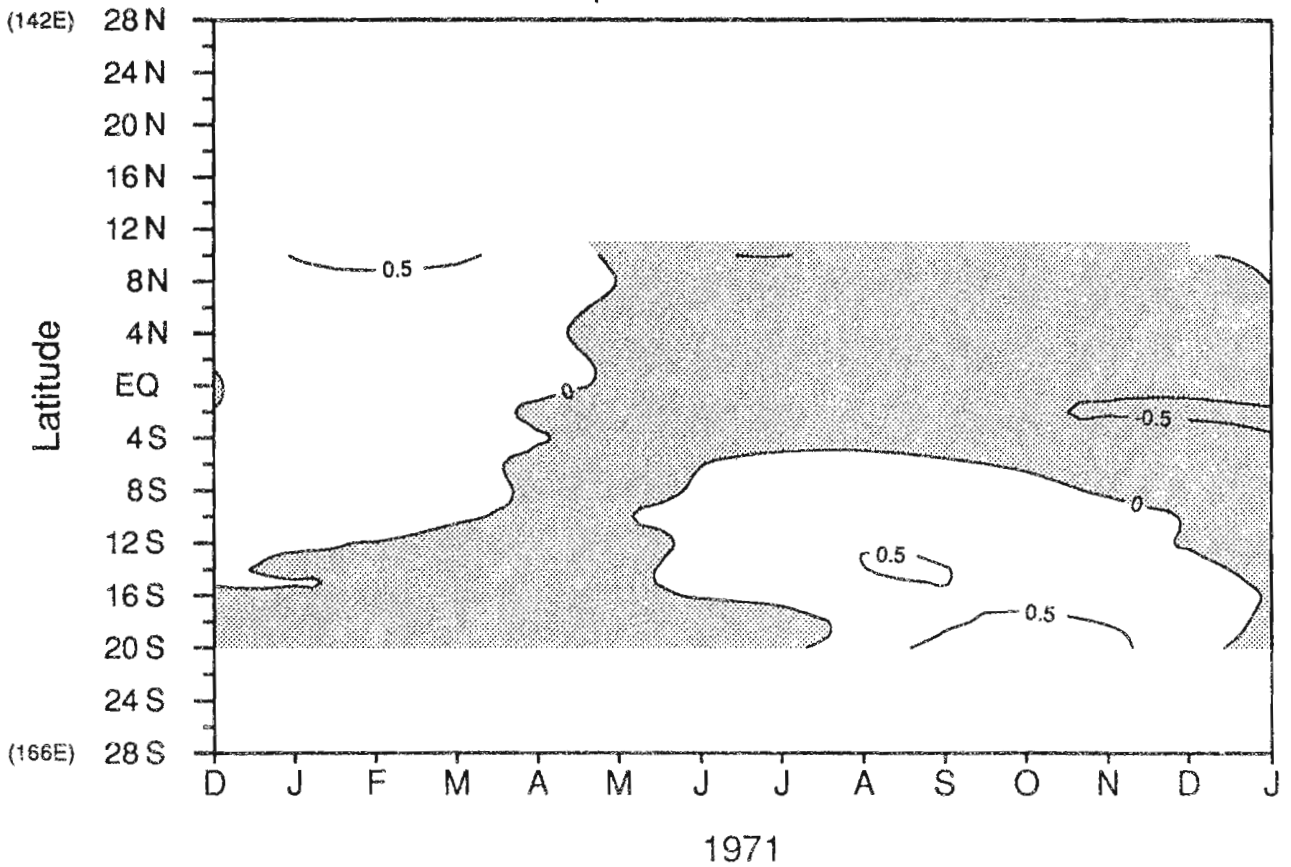
Anomalie de salinite de surface : rail ouest



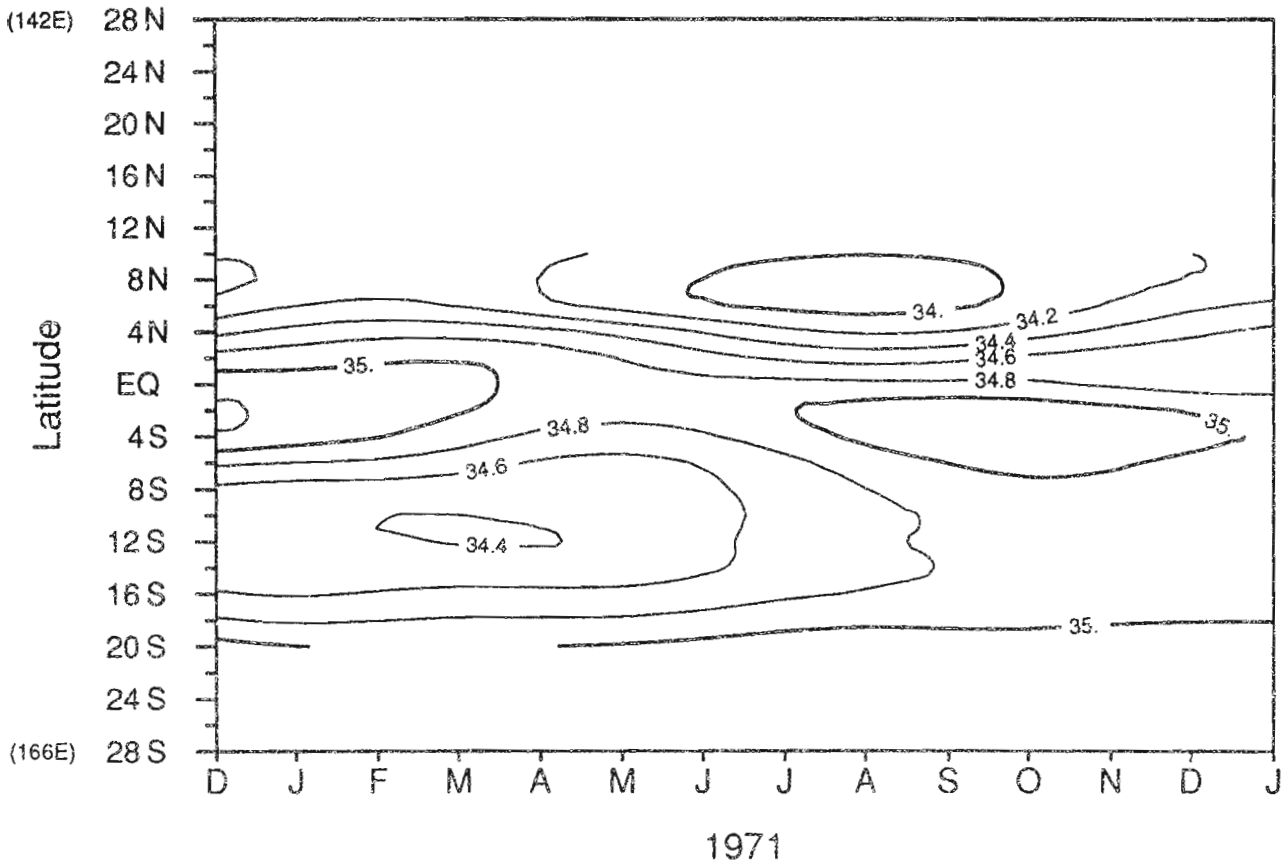
Temperature de surface : rail ouest



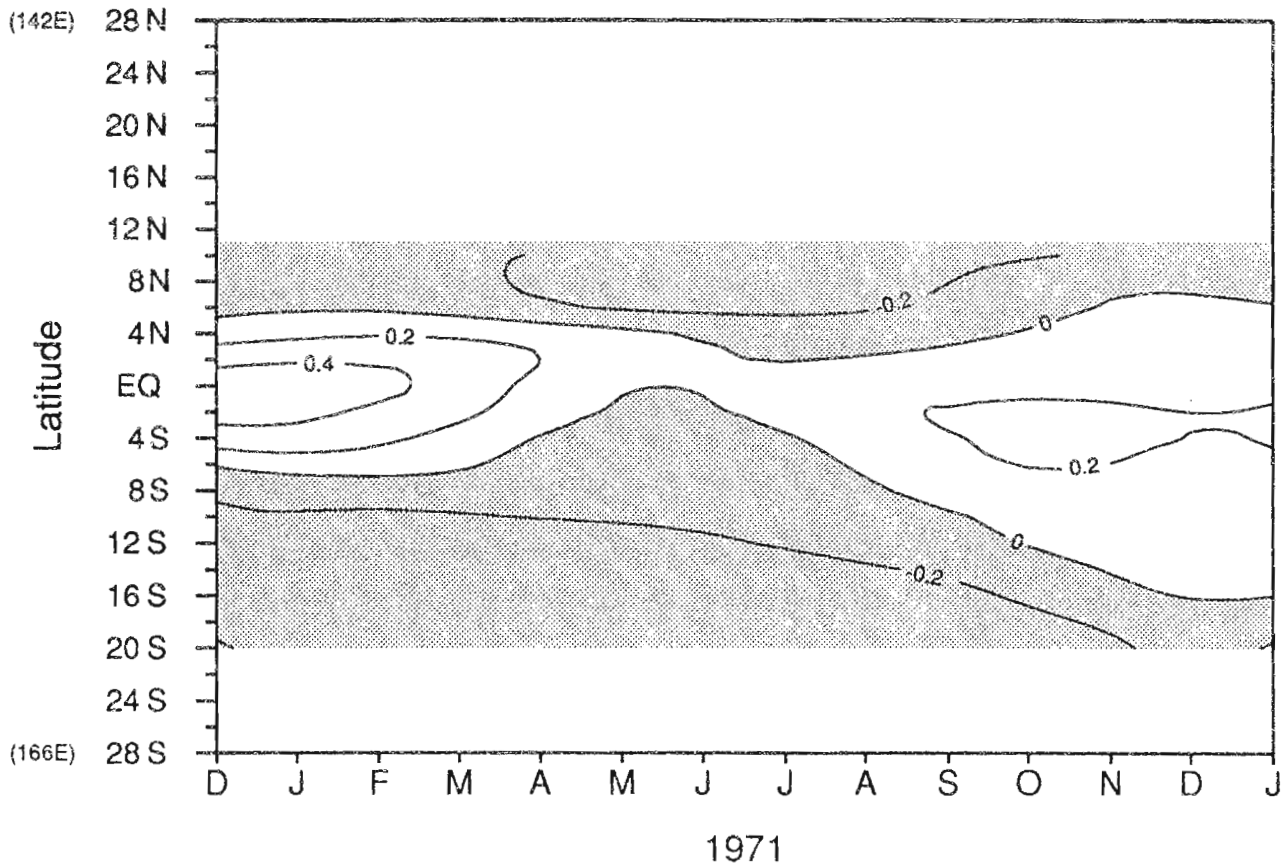
Anomalie de temperature de surface : rail ouest



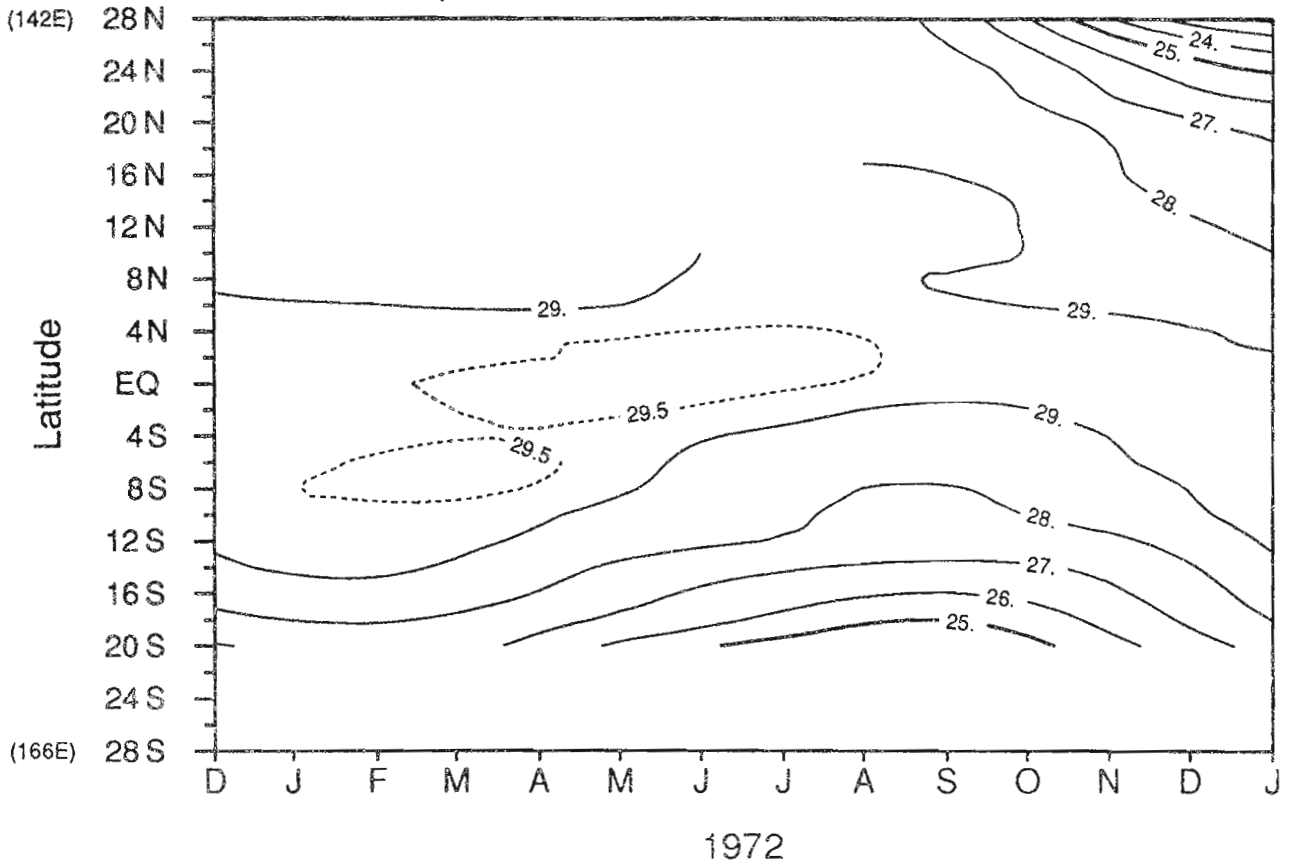
Salinite de surface : rail ouest



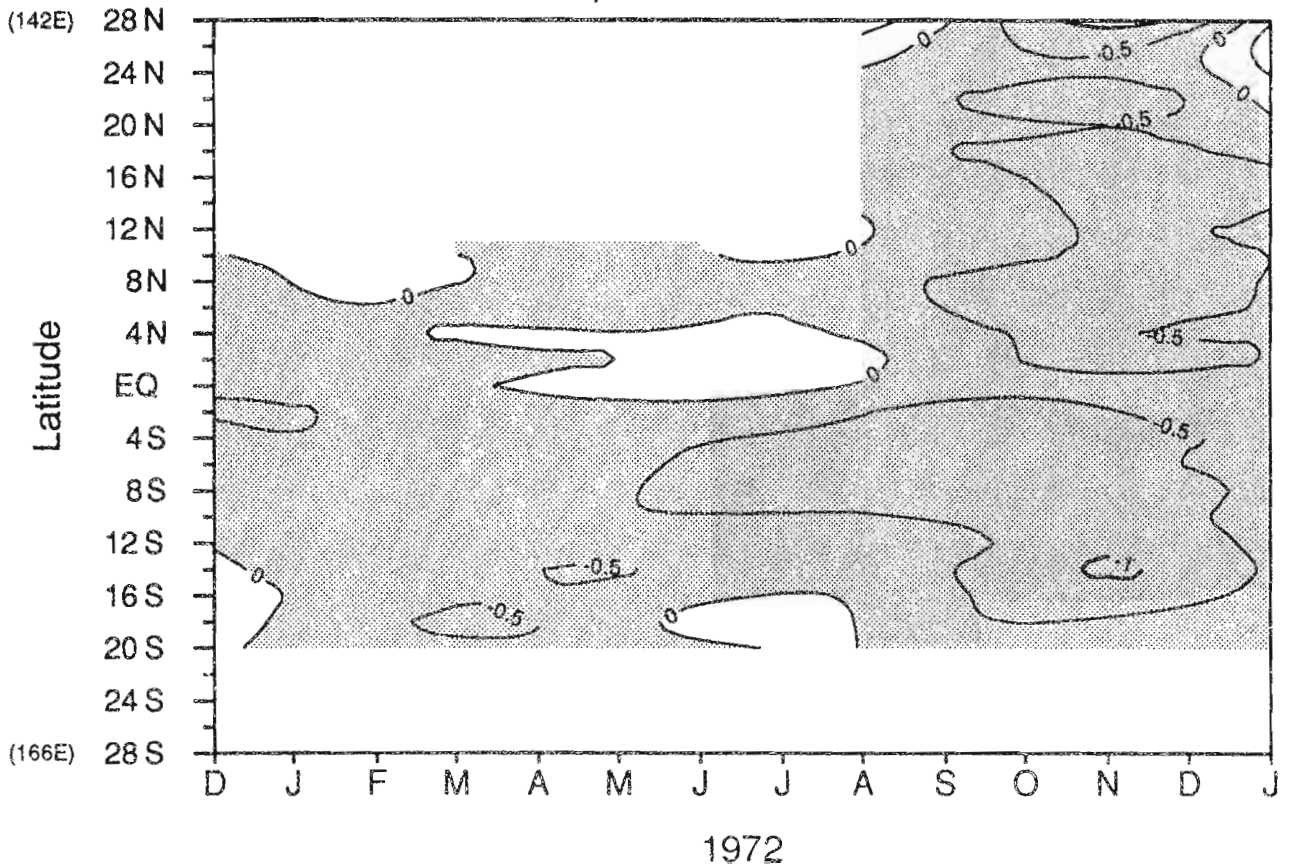
Anomalie de salinite de surface : rail ouest



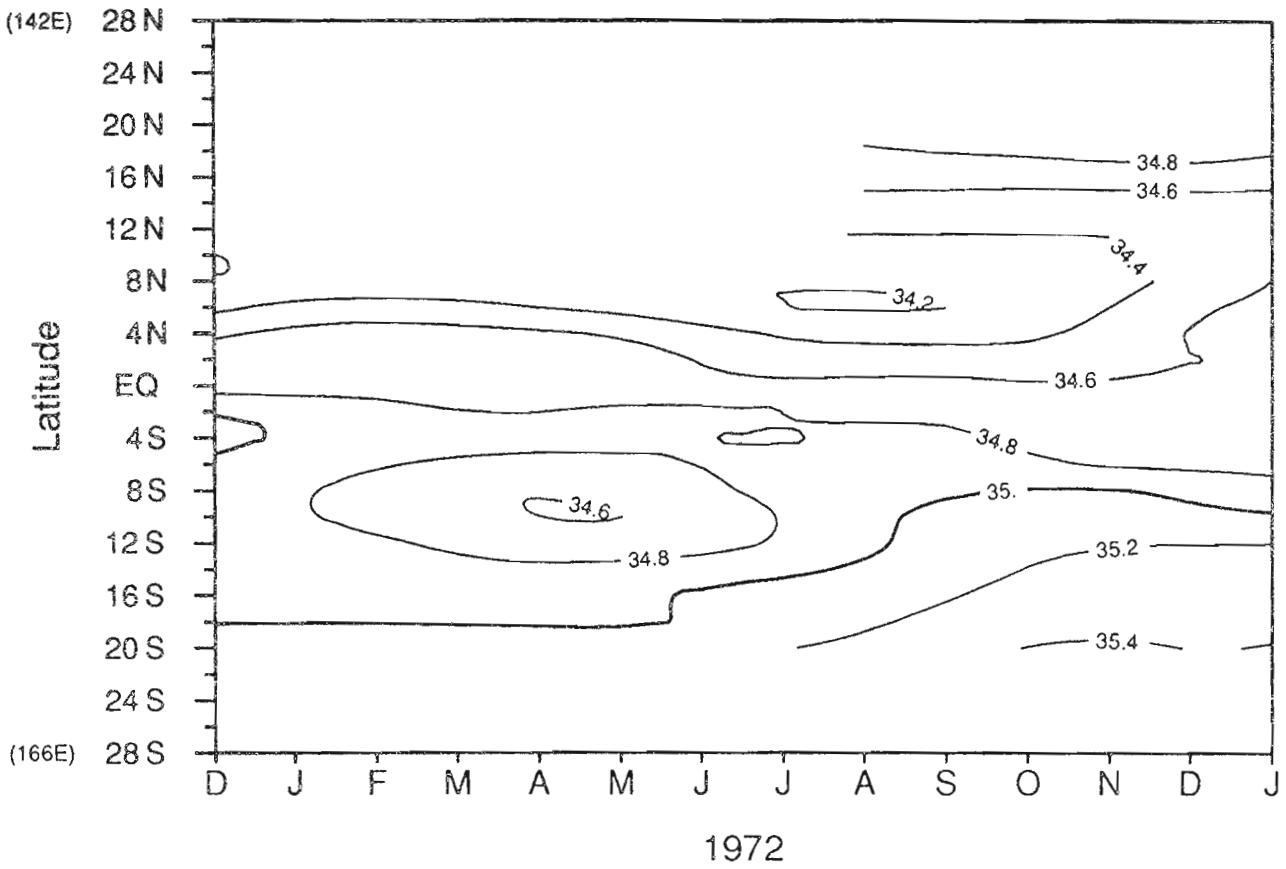
Temperature de surface : rail ouest



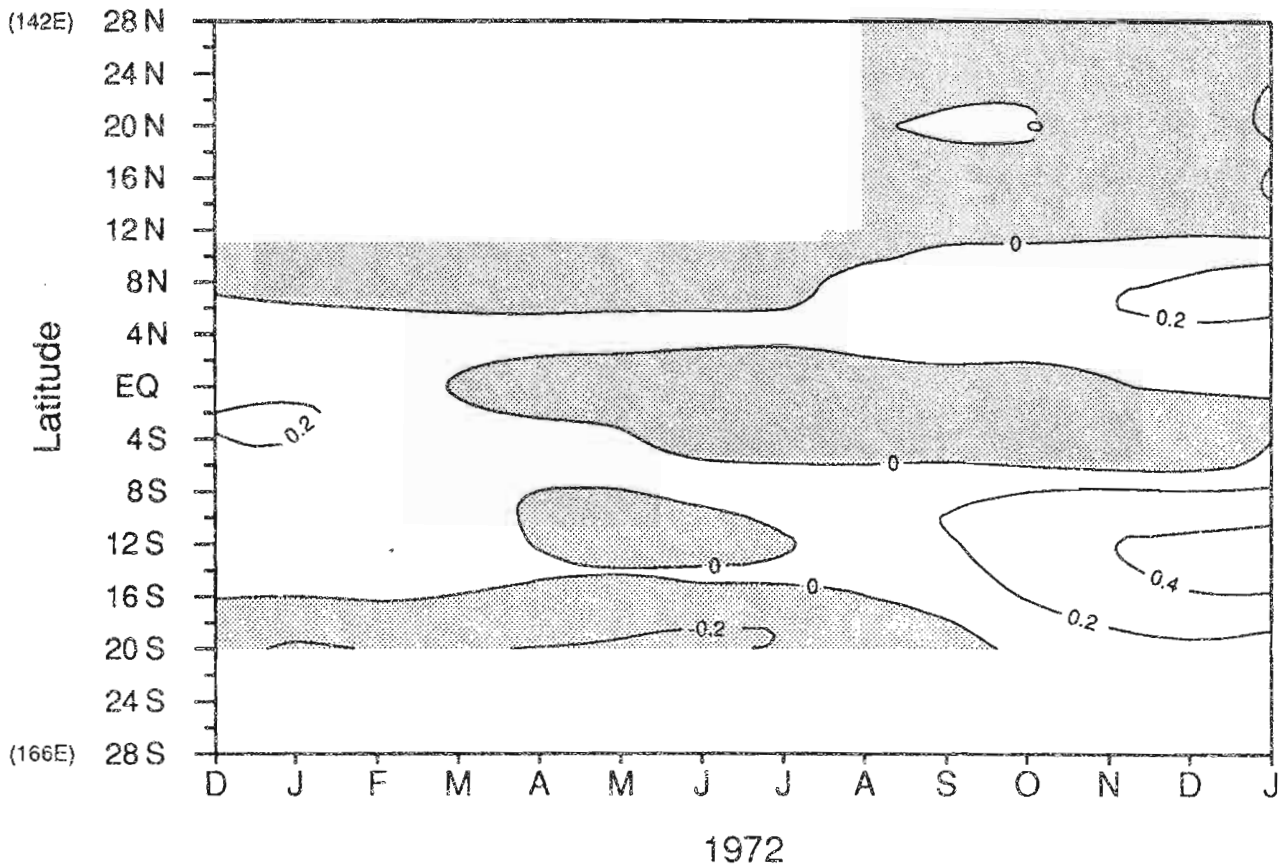
Anomalie de temperature de surface : rail ouest



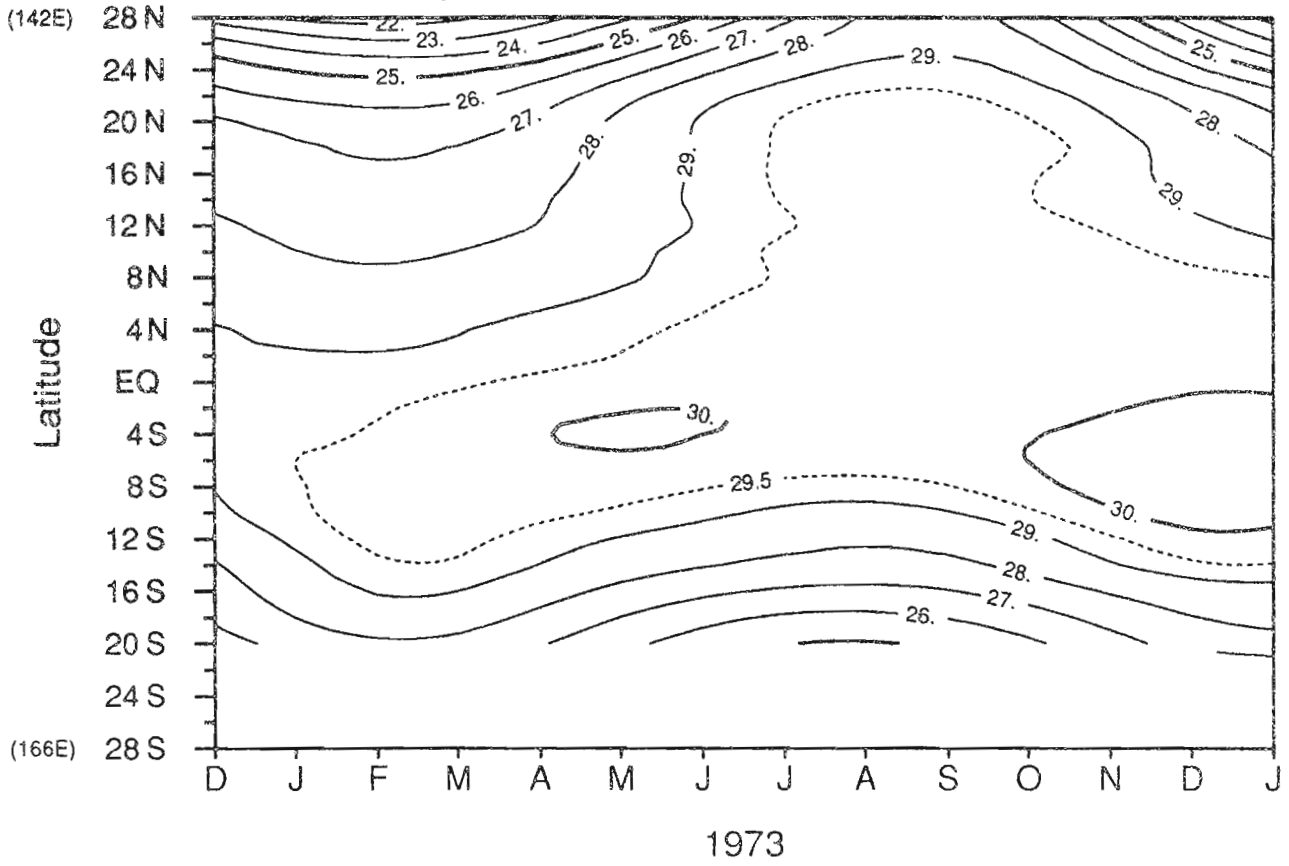
Salinite de surface : rail ouest



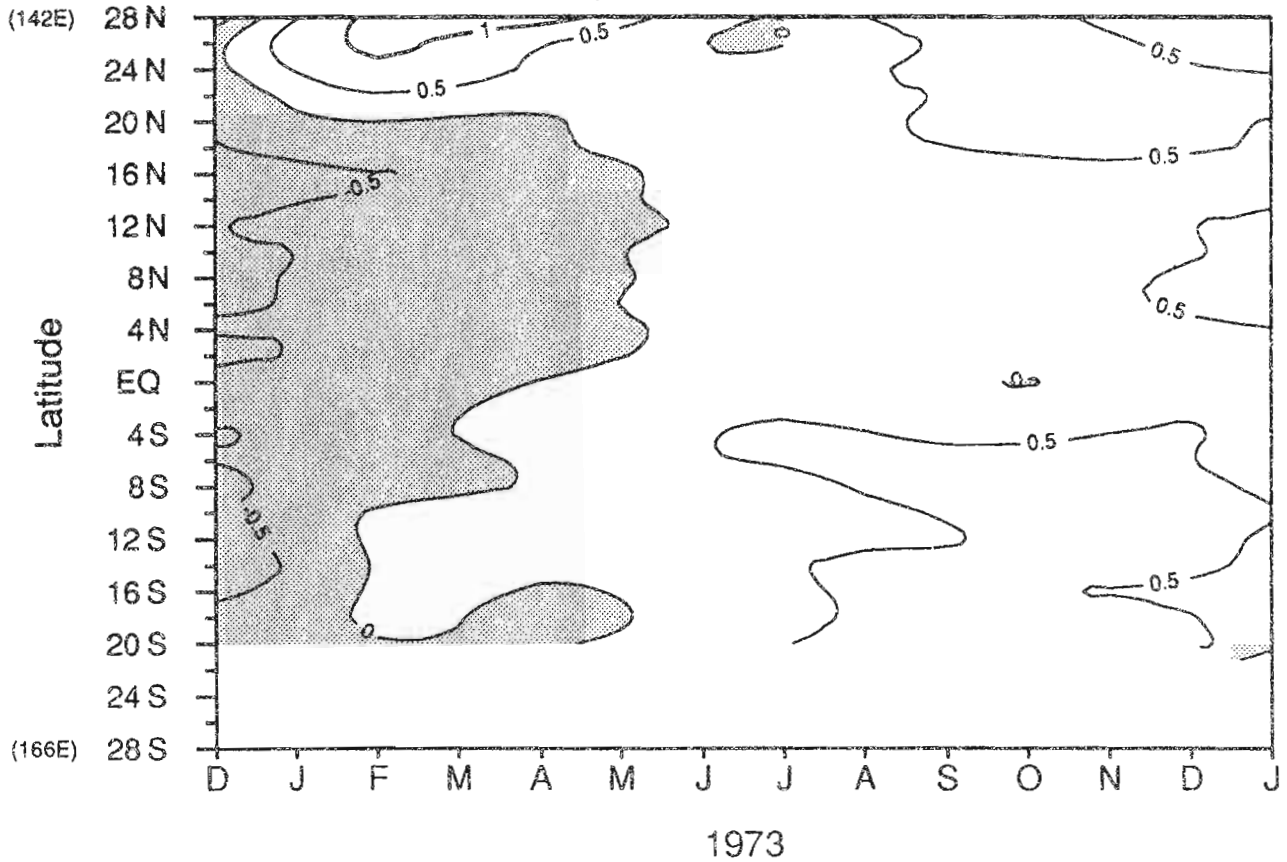
Anomalie de salinite de surface : rail ouest



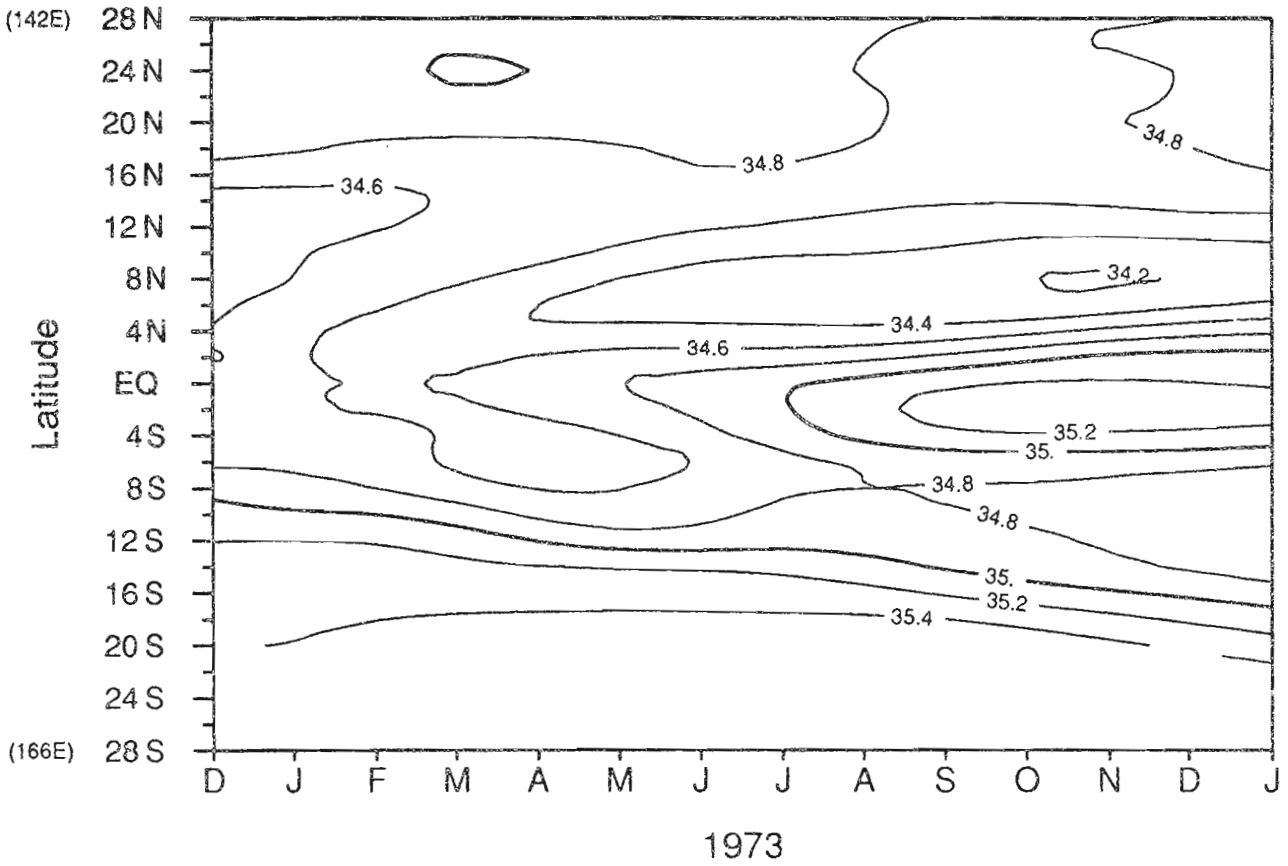
Temperature de surface : rail ouest



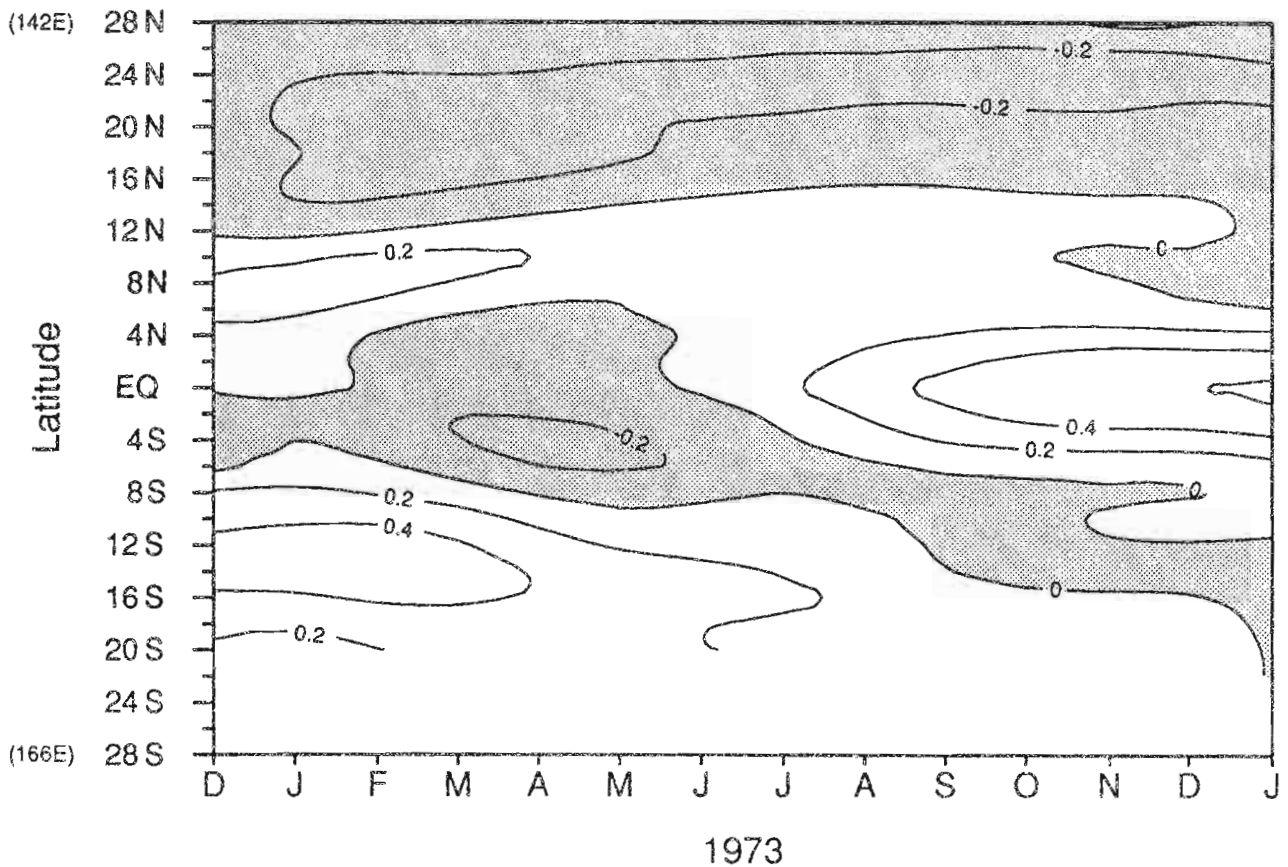
Anomalie de temperature de surface : rail ouest



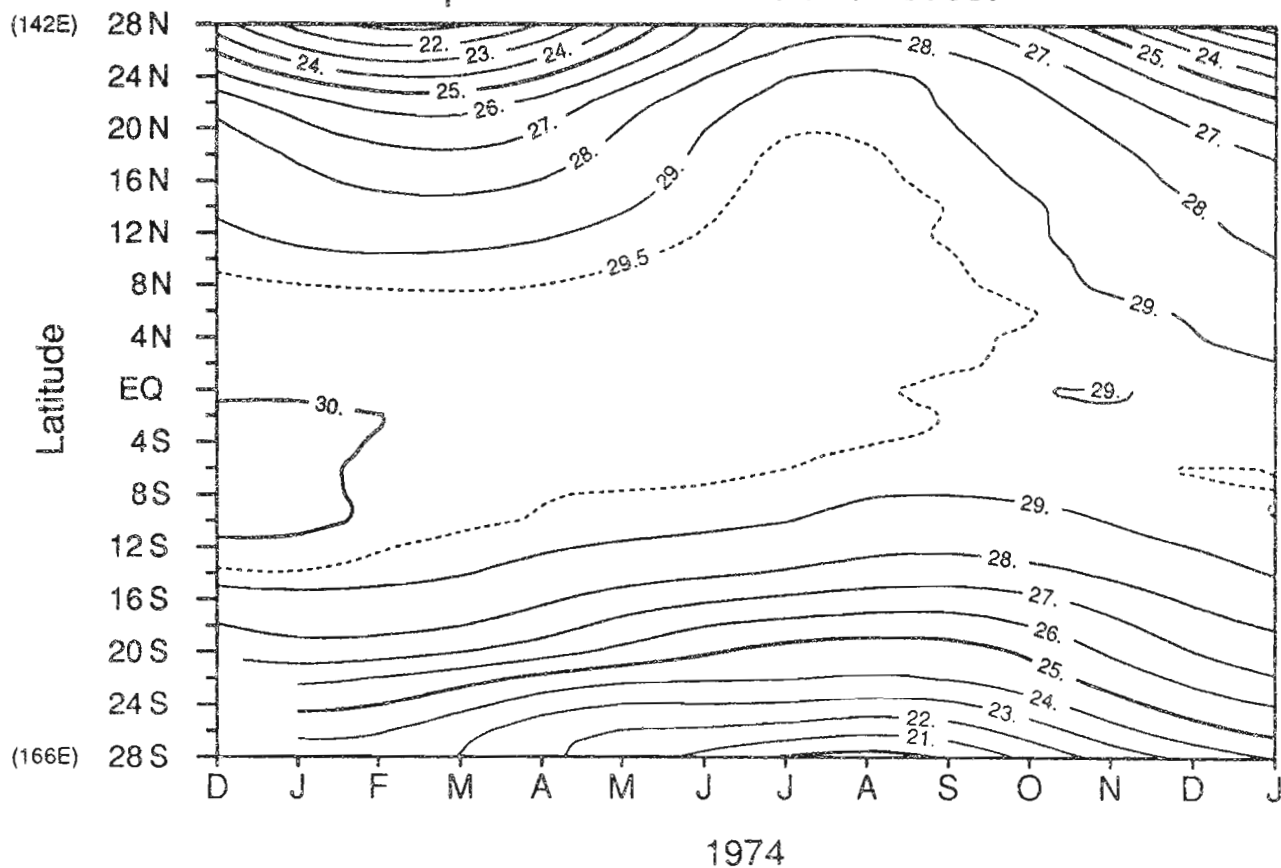
Salinite de surface : rail ouest



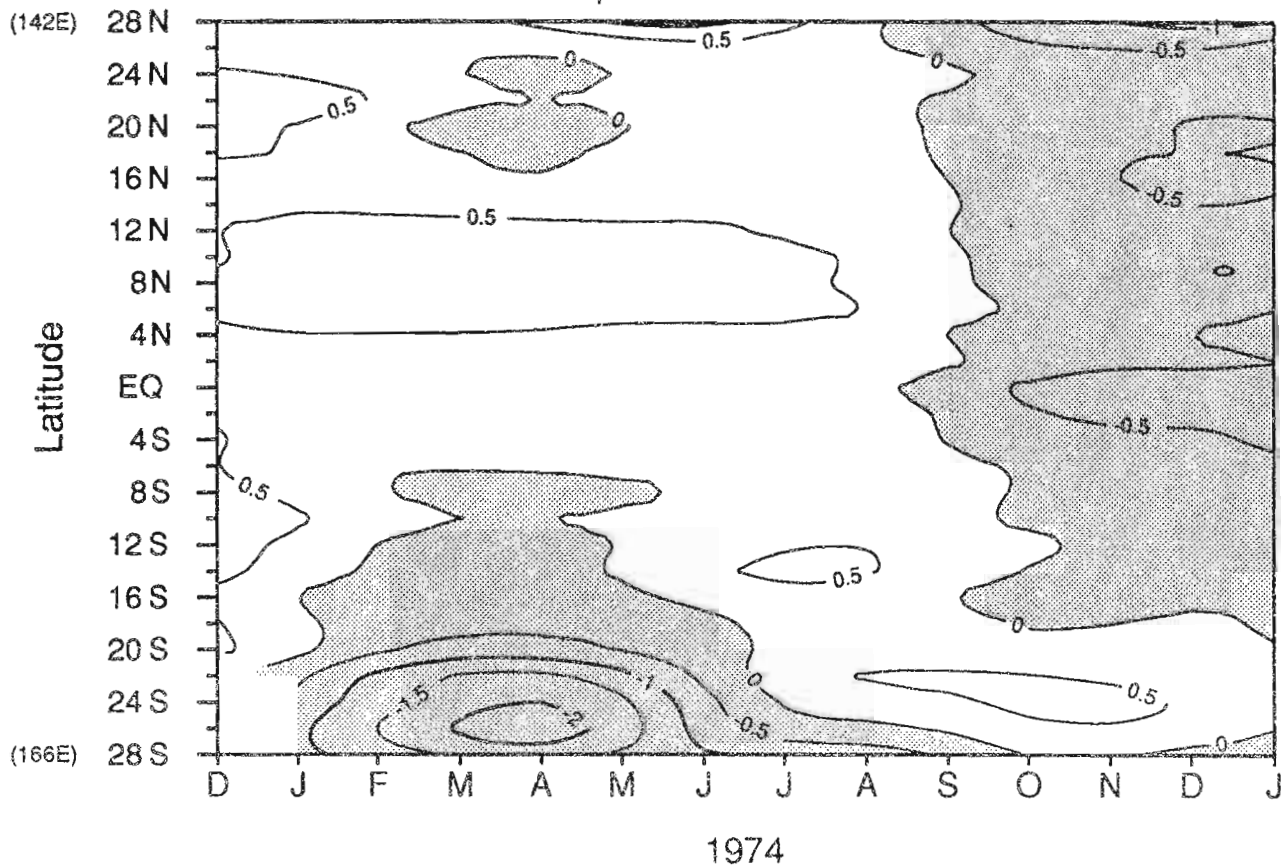
Anomalie de salinite de surface : rail ouest



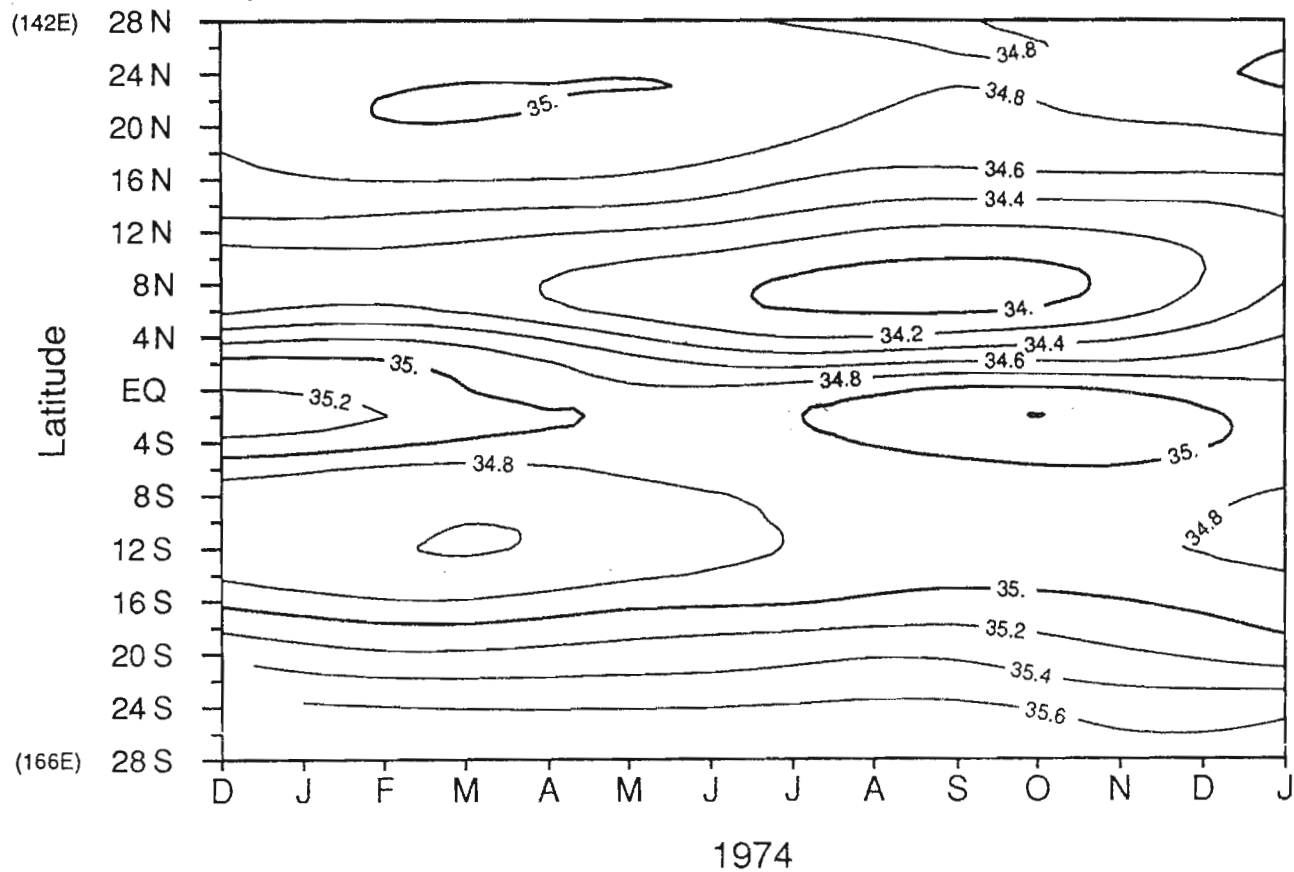
Temperature de surface : rail ouest



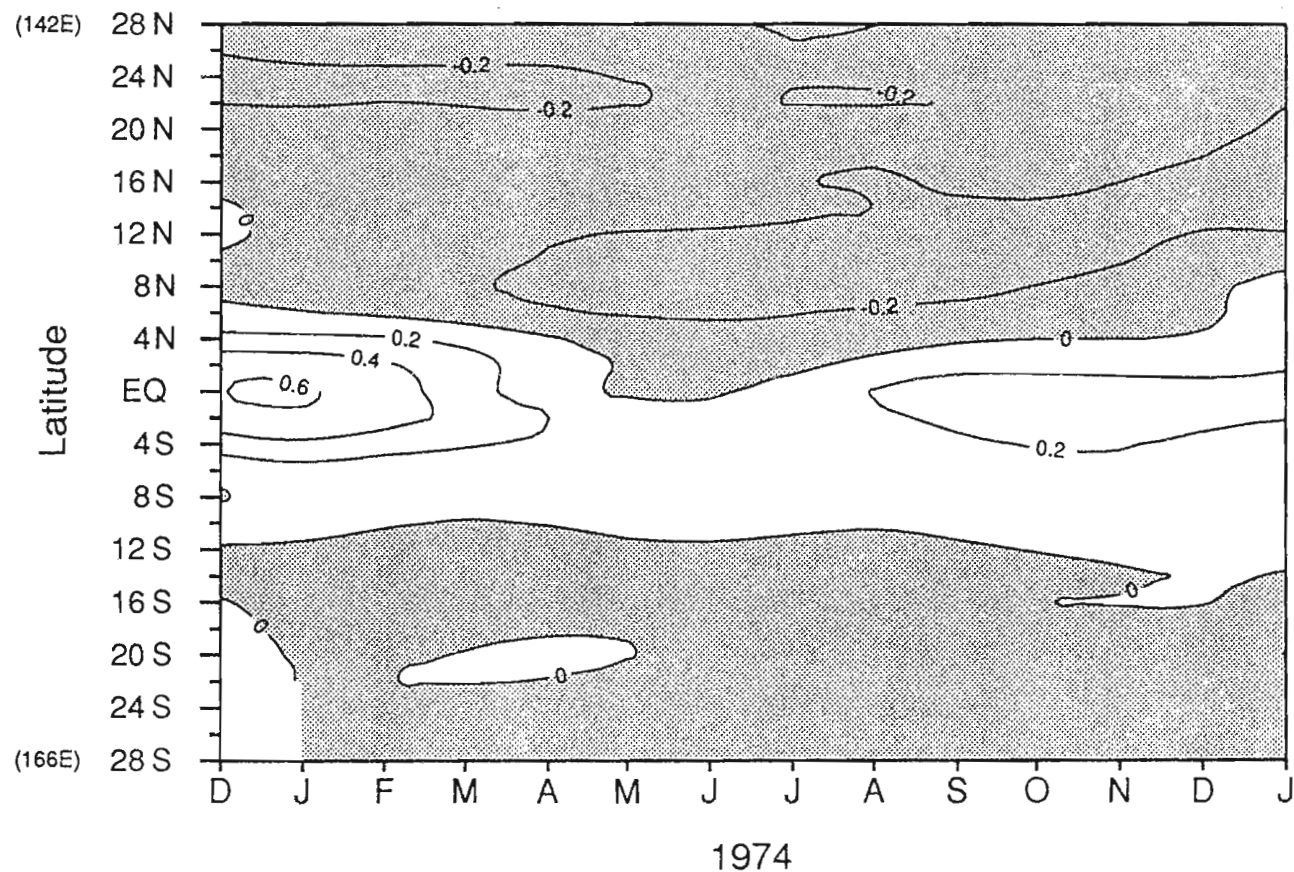
Anomalie de temperature de surface : rail ouest



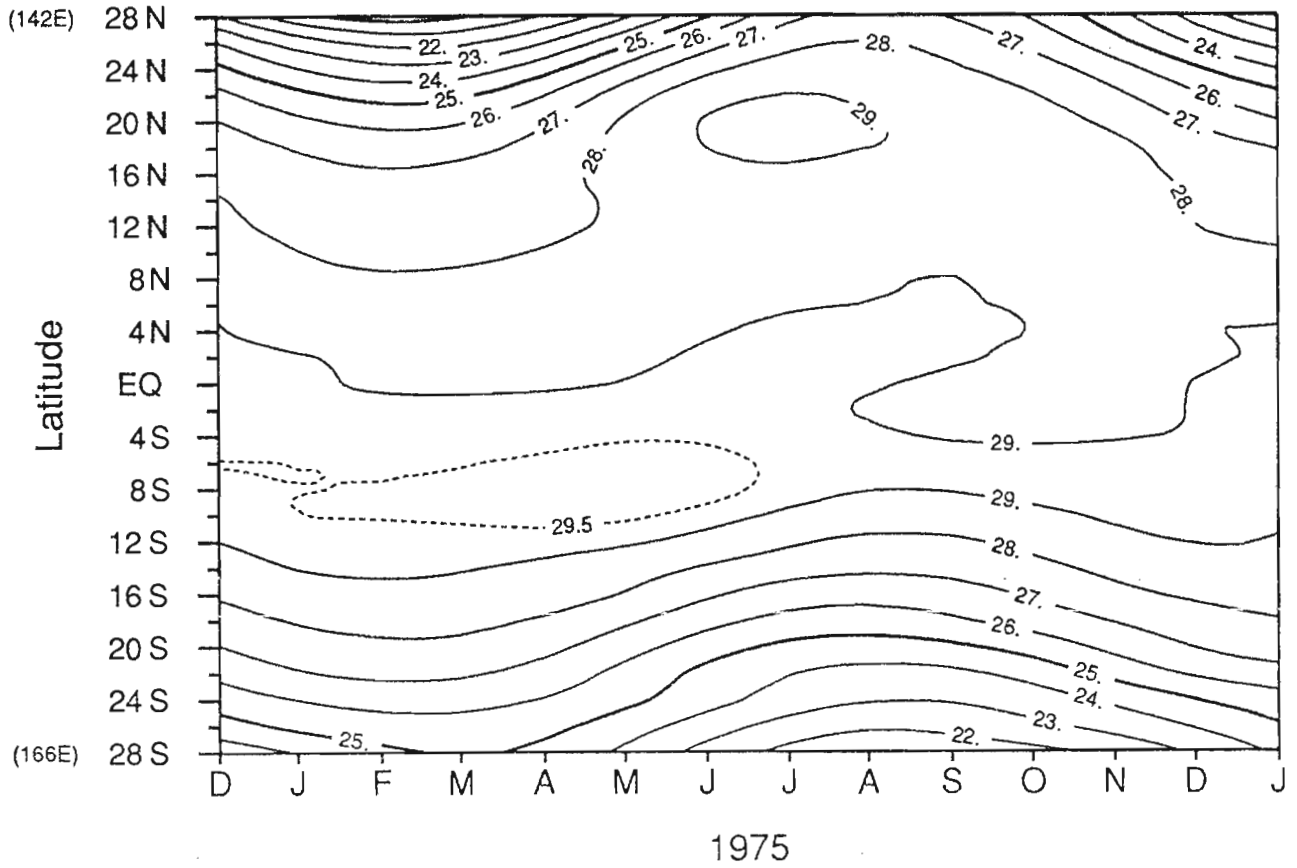
Salinite de surface : rail ouest



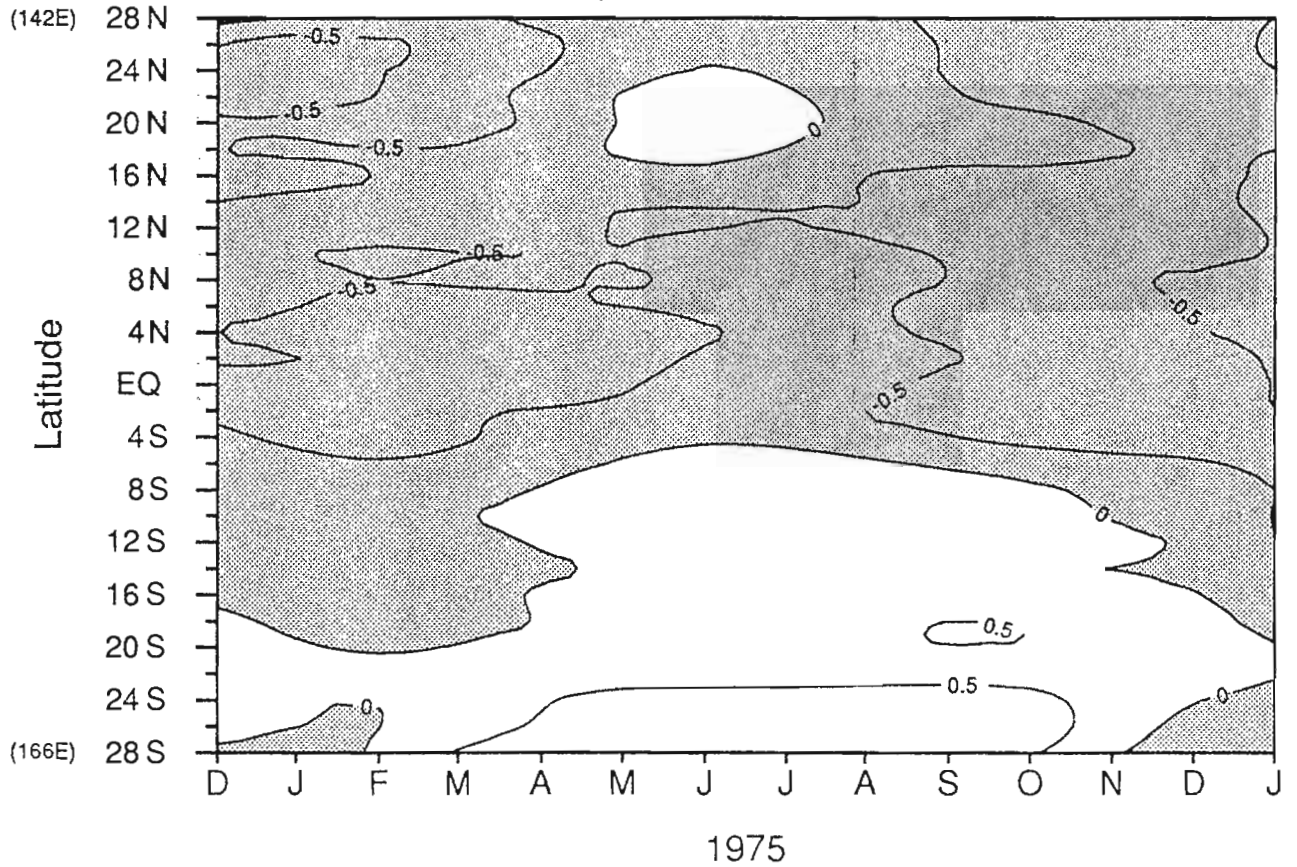
Anomalie de salinite de surface : rail ouest



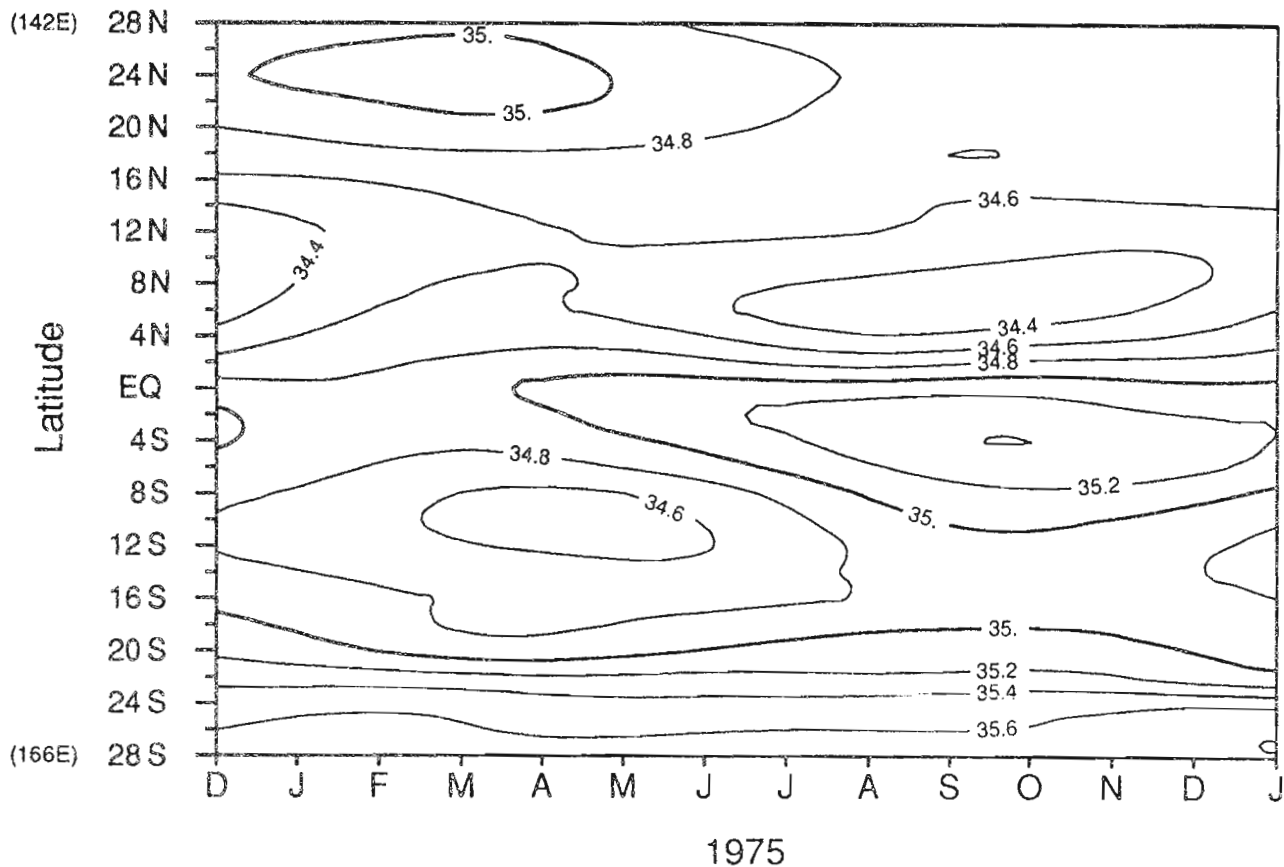
Temperature de surface : rail ouest



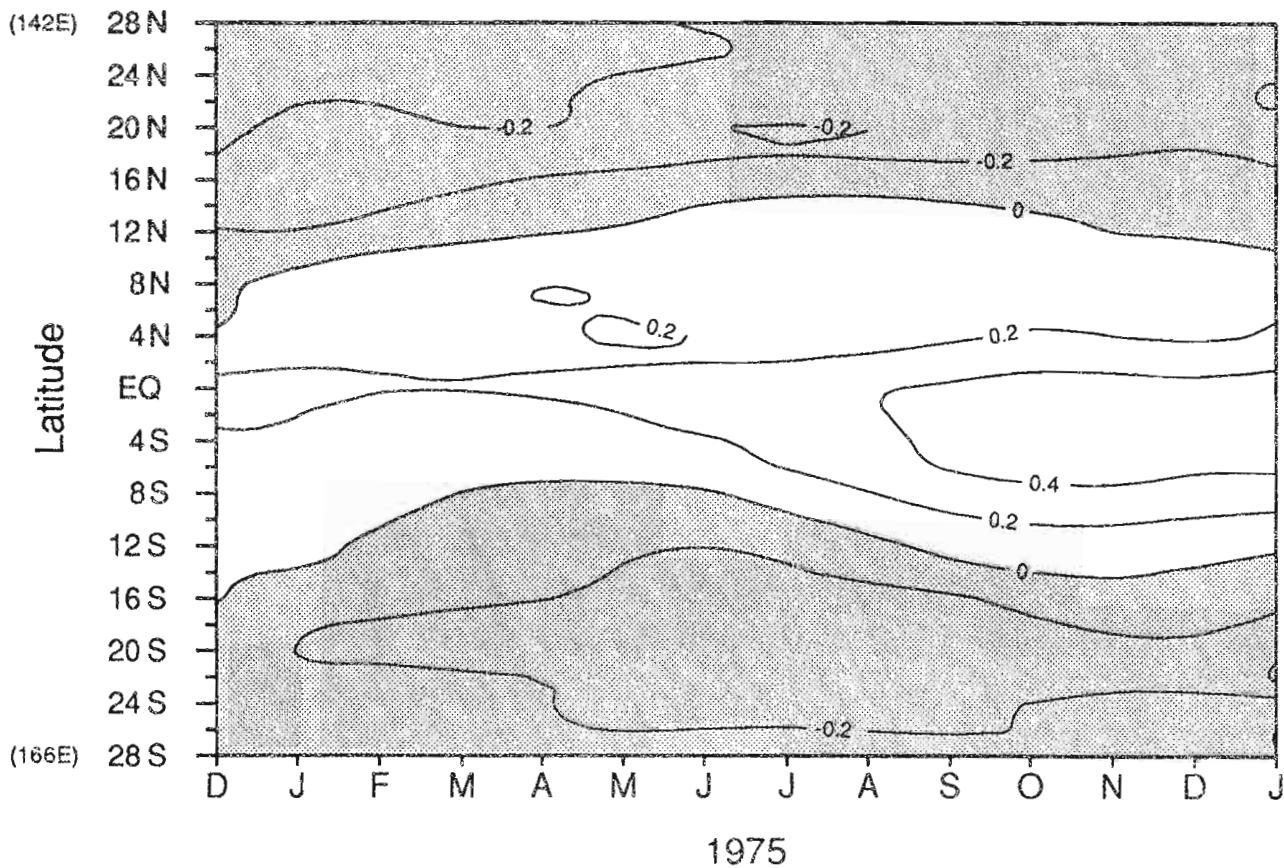
Anomalie de temperature de surface : rail ouest



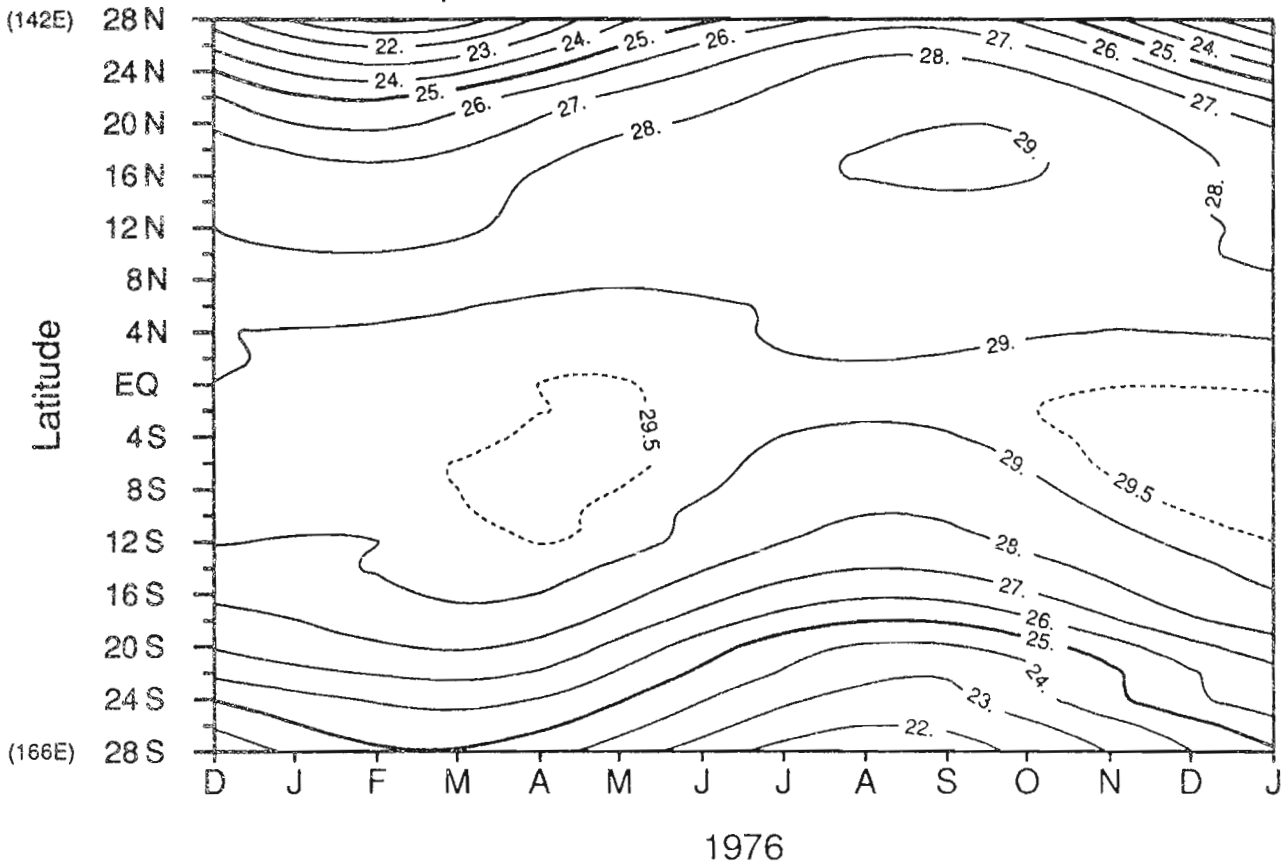
Salinite de surface : rail ouest



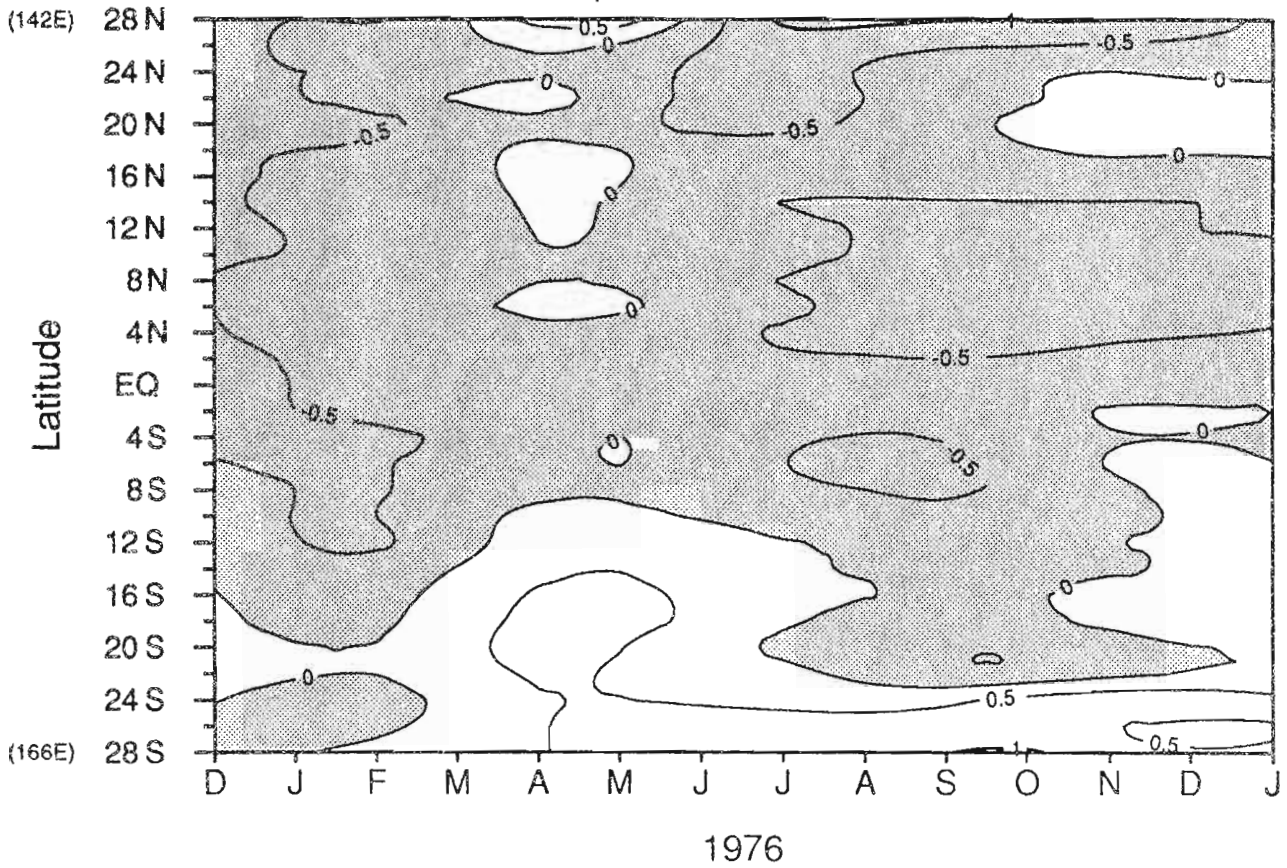
Anomalie de salinite de surface : rail ouest



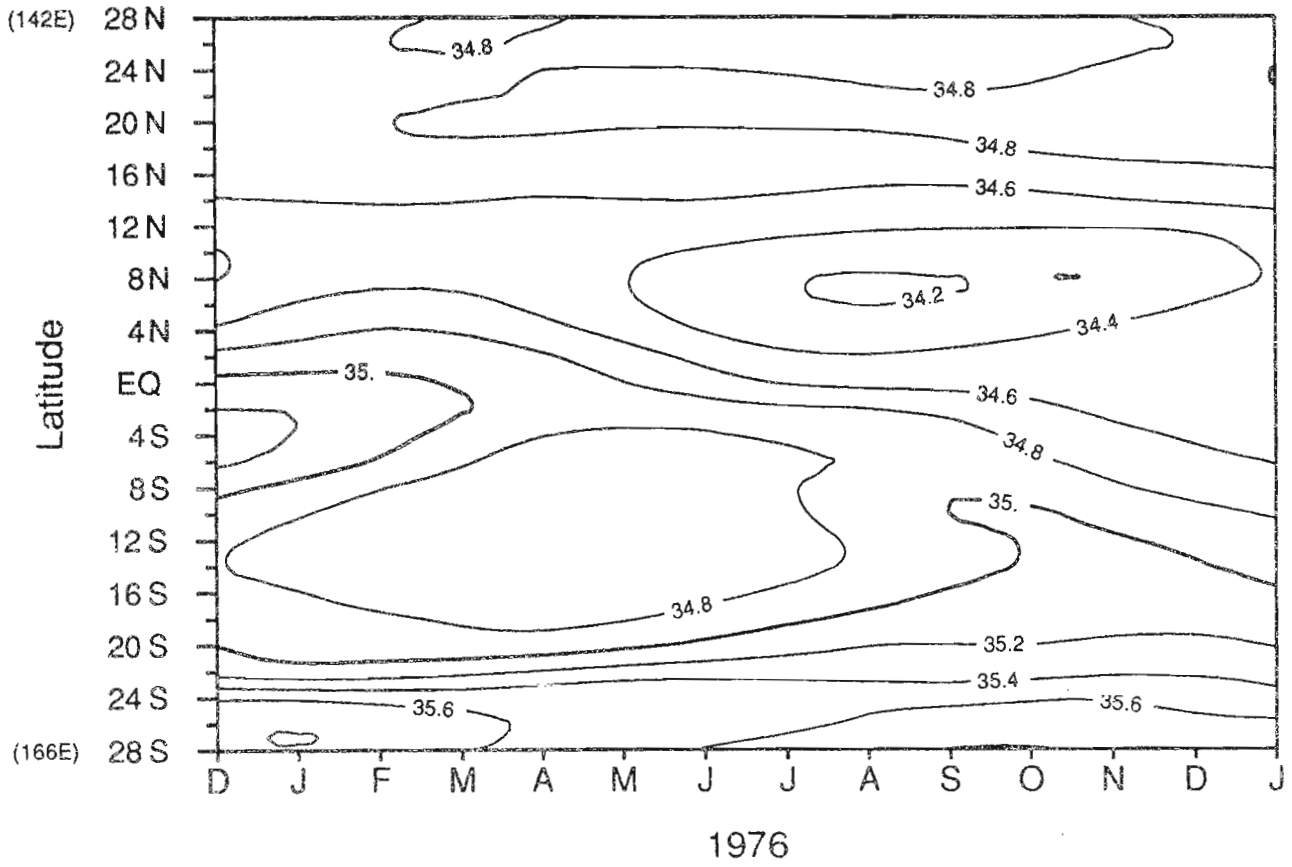
Temperature de surface : rail ouest



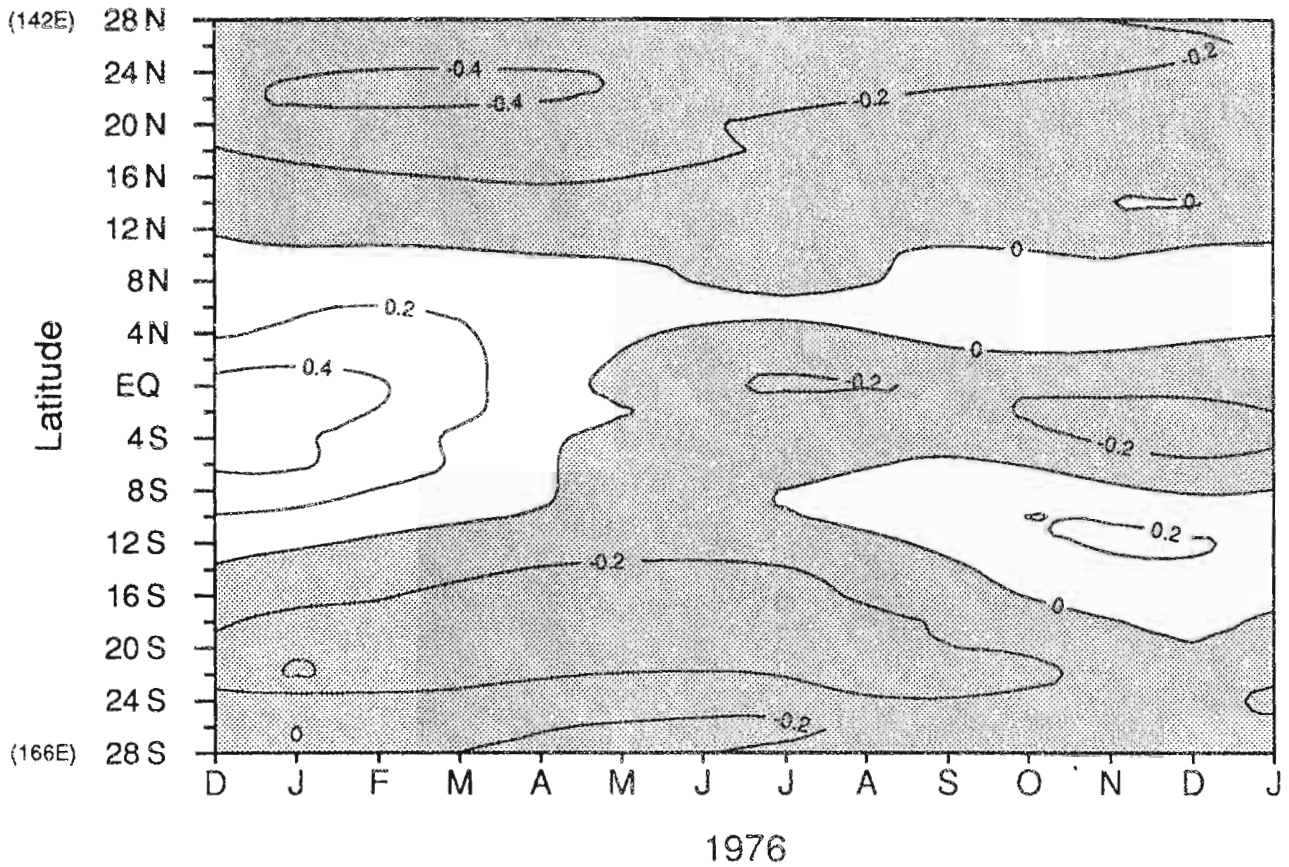
Anomalie de temperature de surface : rail ouest



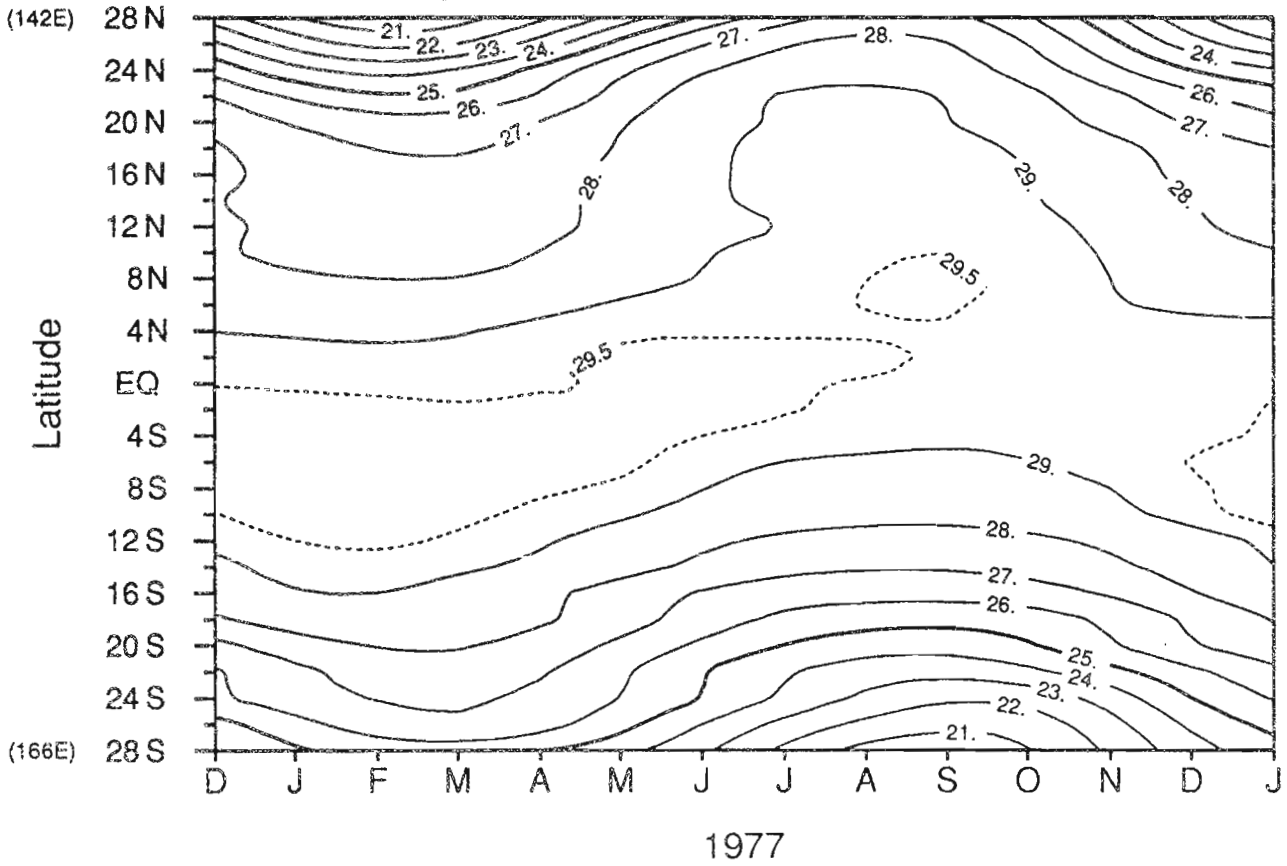
Salinite de surface : rail ouest



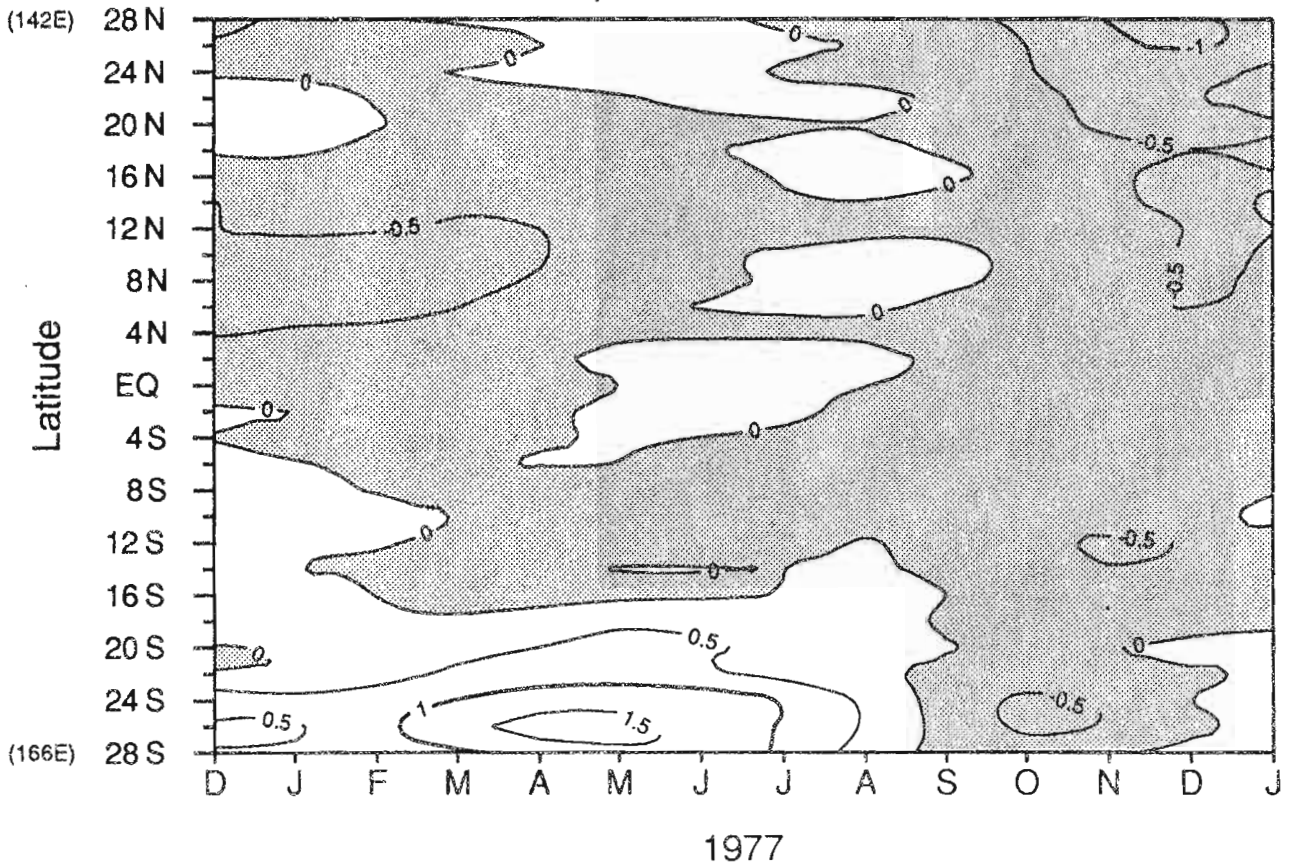
Anomalie de salinite de surface : rail ouest



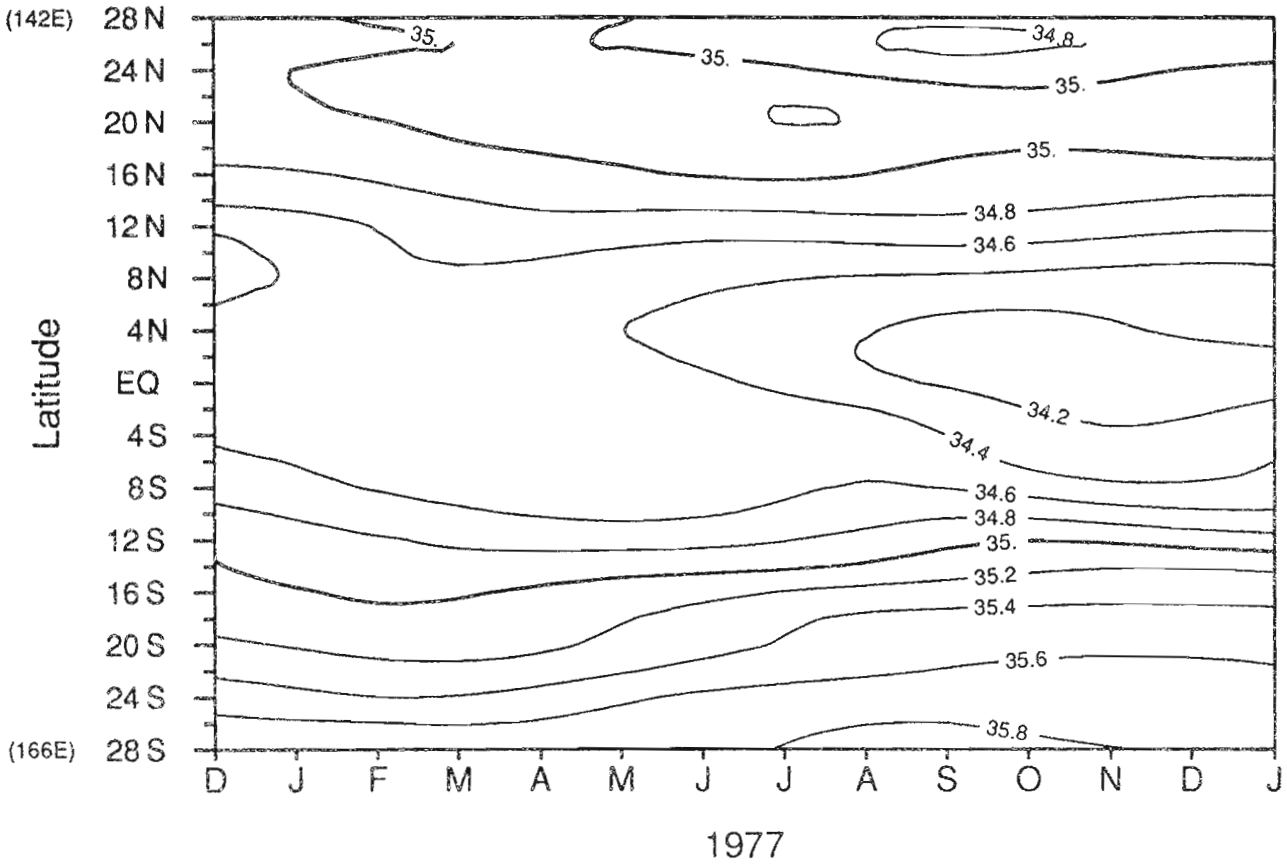
Temperature de surface : rail ouest



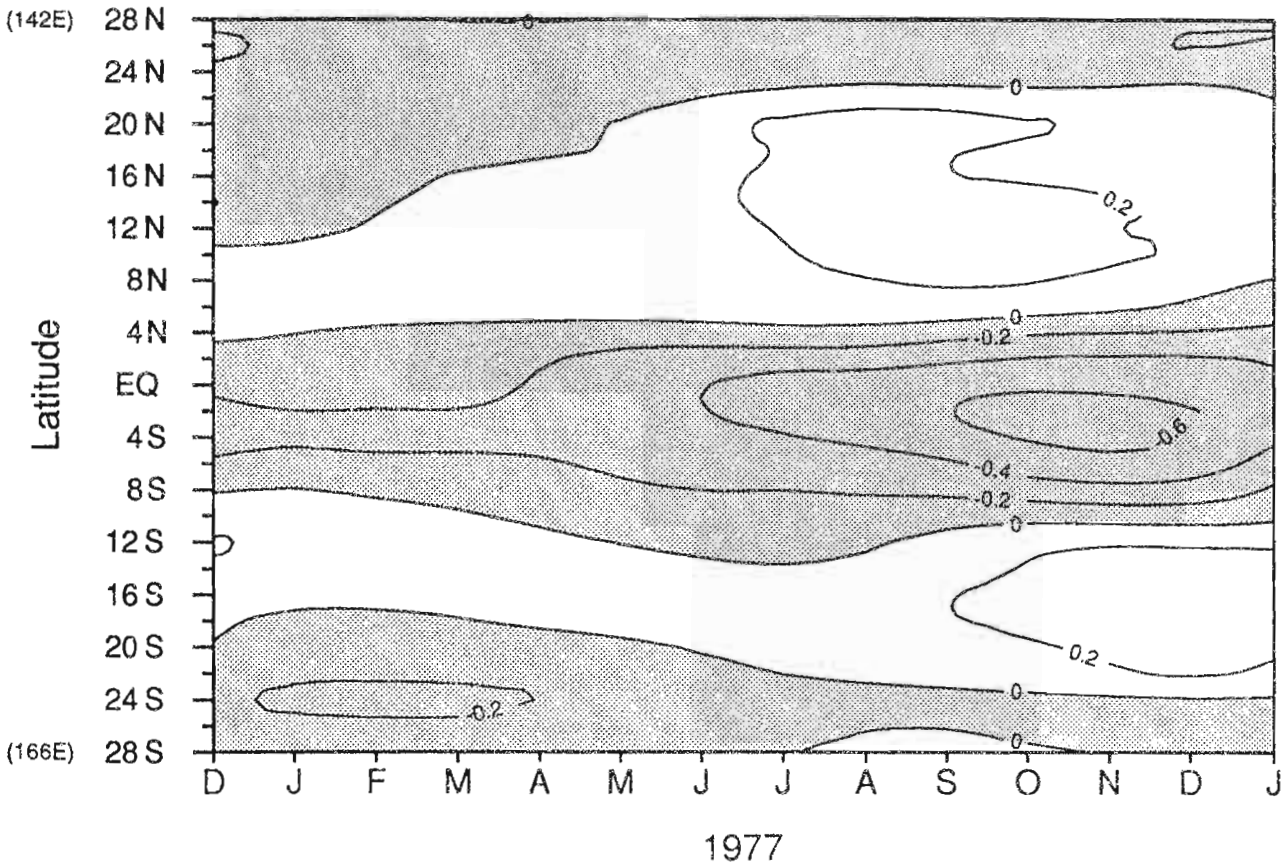
Anomalie de temperature de surface : rail ouest



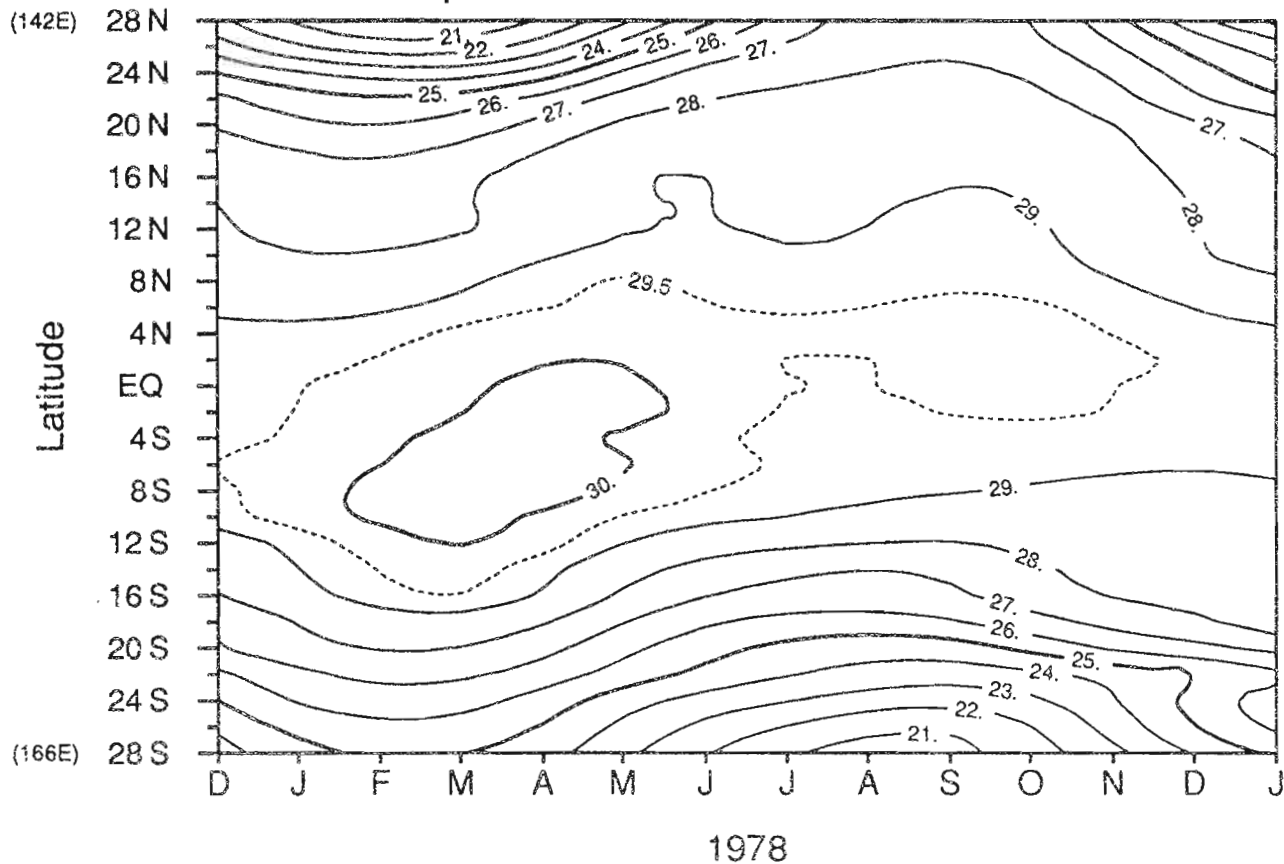
Salinite de surface : rail ouest



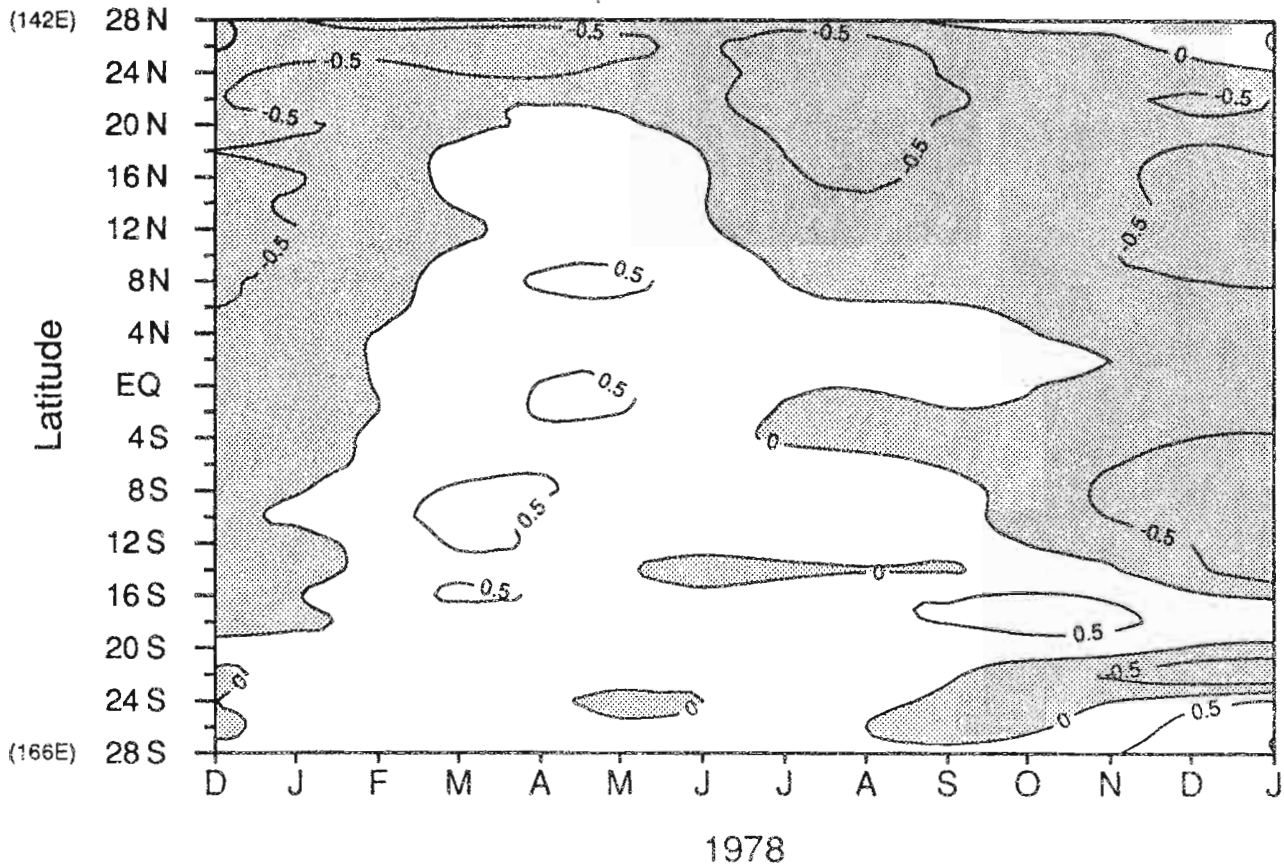
Anomalie de salinite de surface : rail ouest



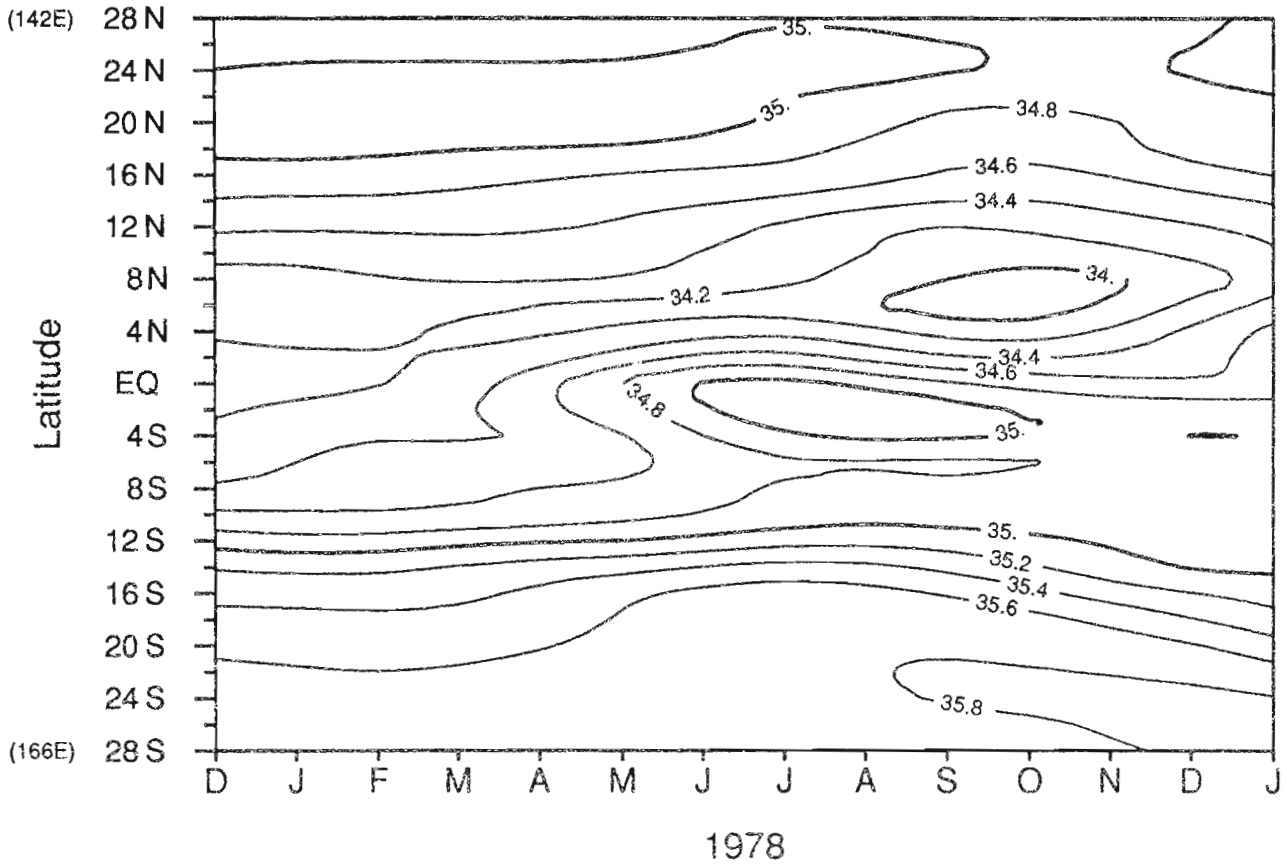
Temperature de surface : rail ouest



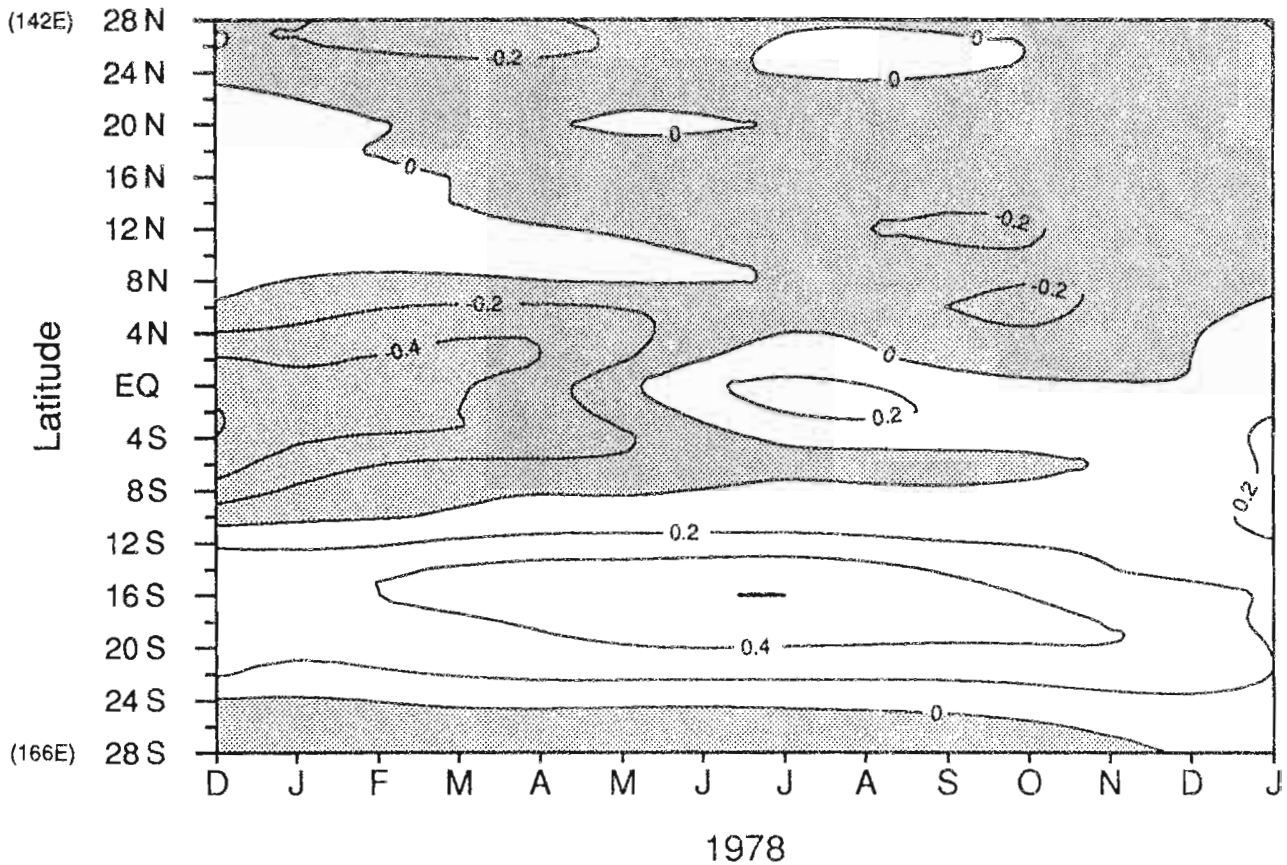
Anomalie de temperature de surface : rail ouest



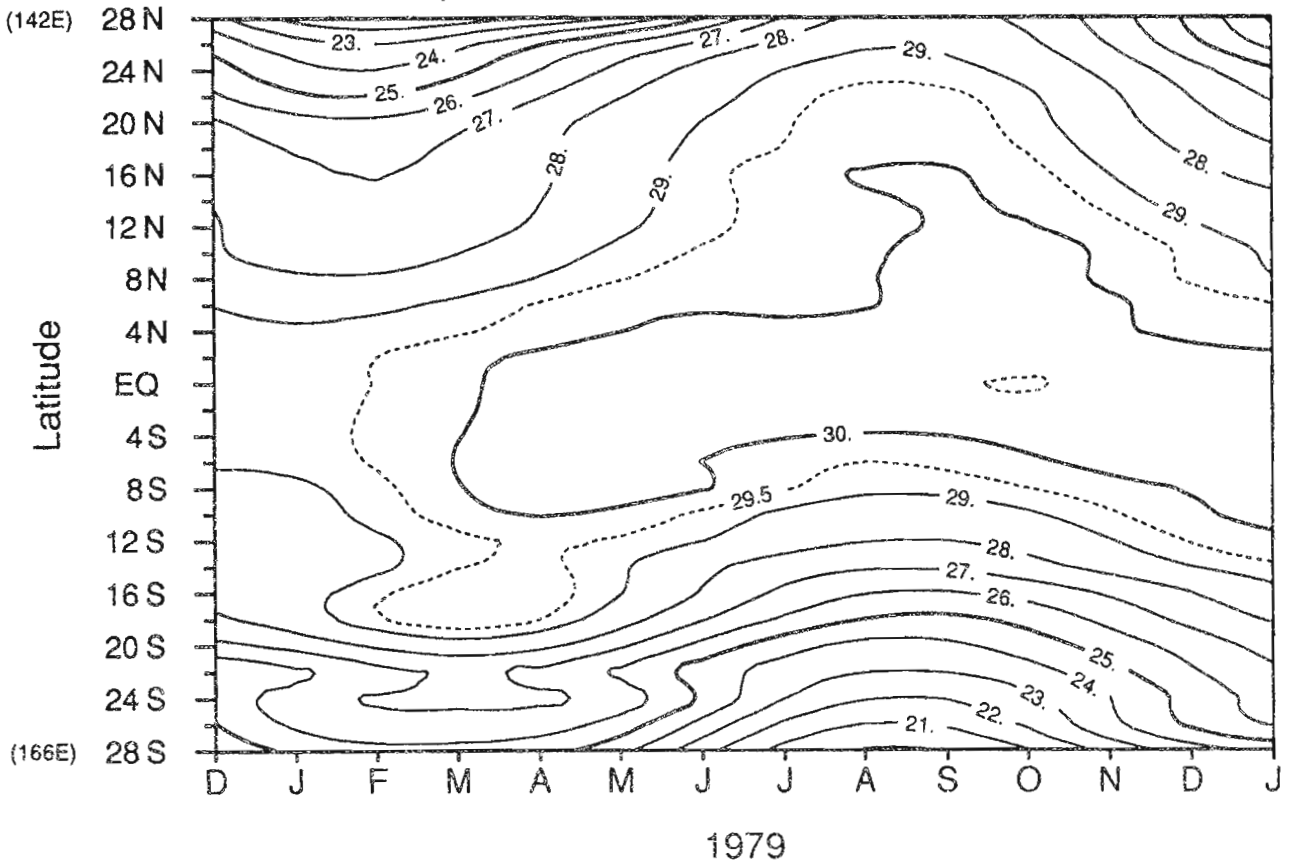
Salinite de surface : rail ouest



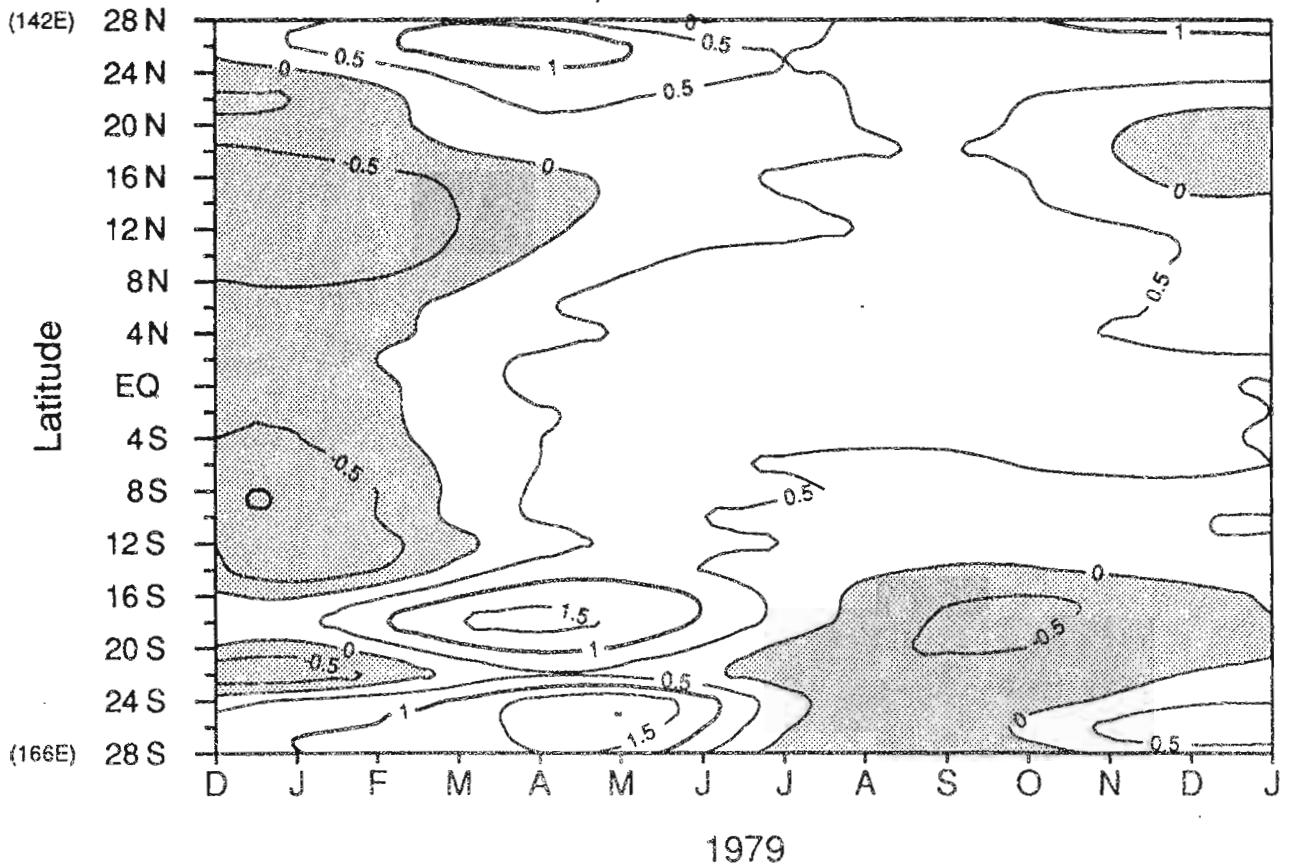
Anomalie de salinite de surface : rail ouest



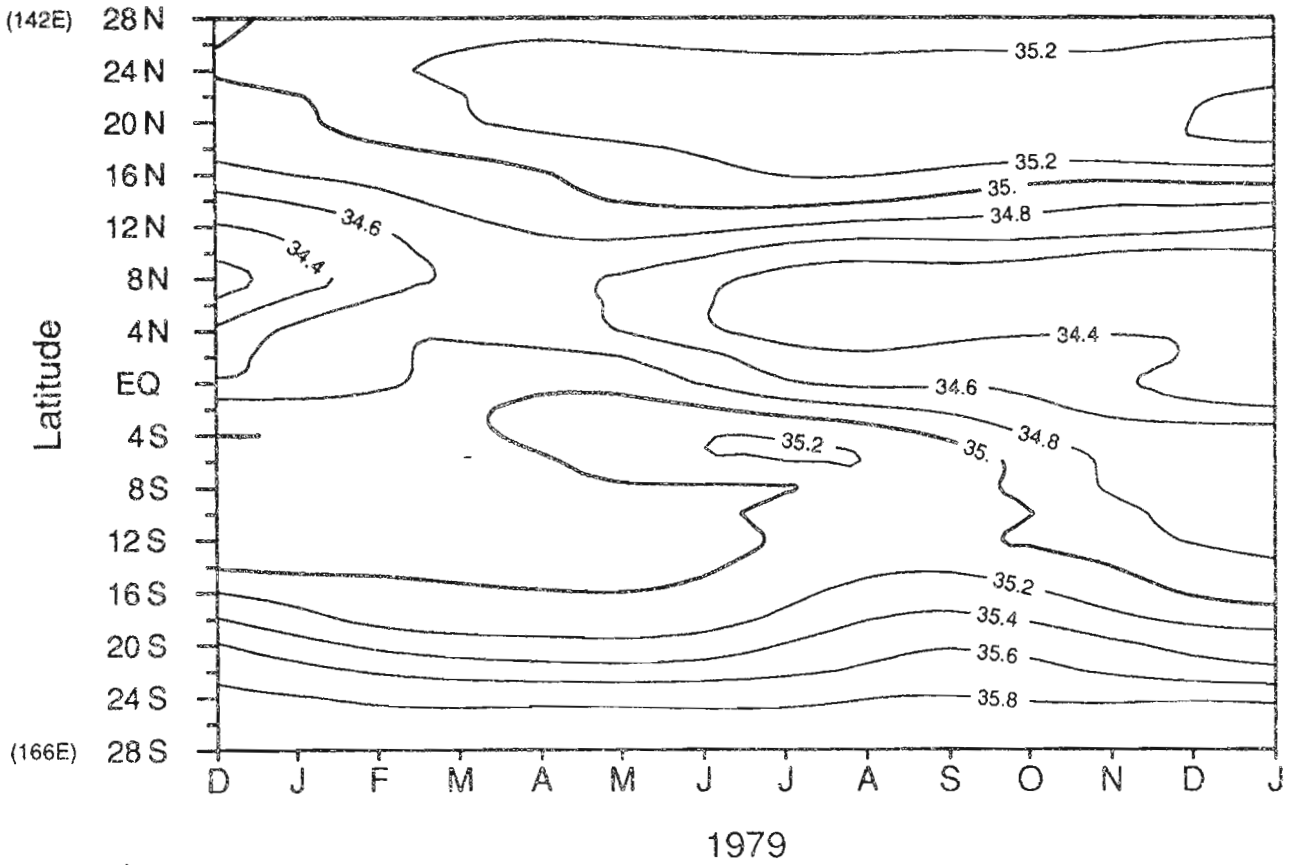
Temperature de surface : rail ouest



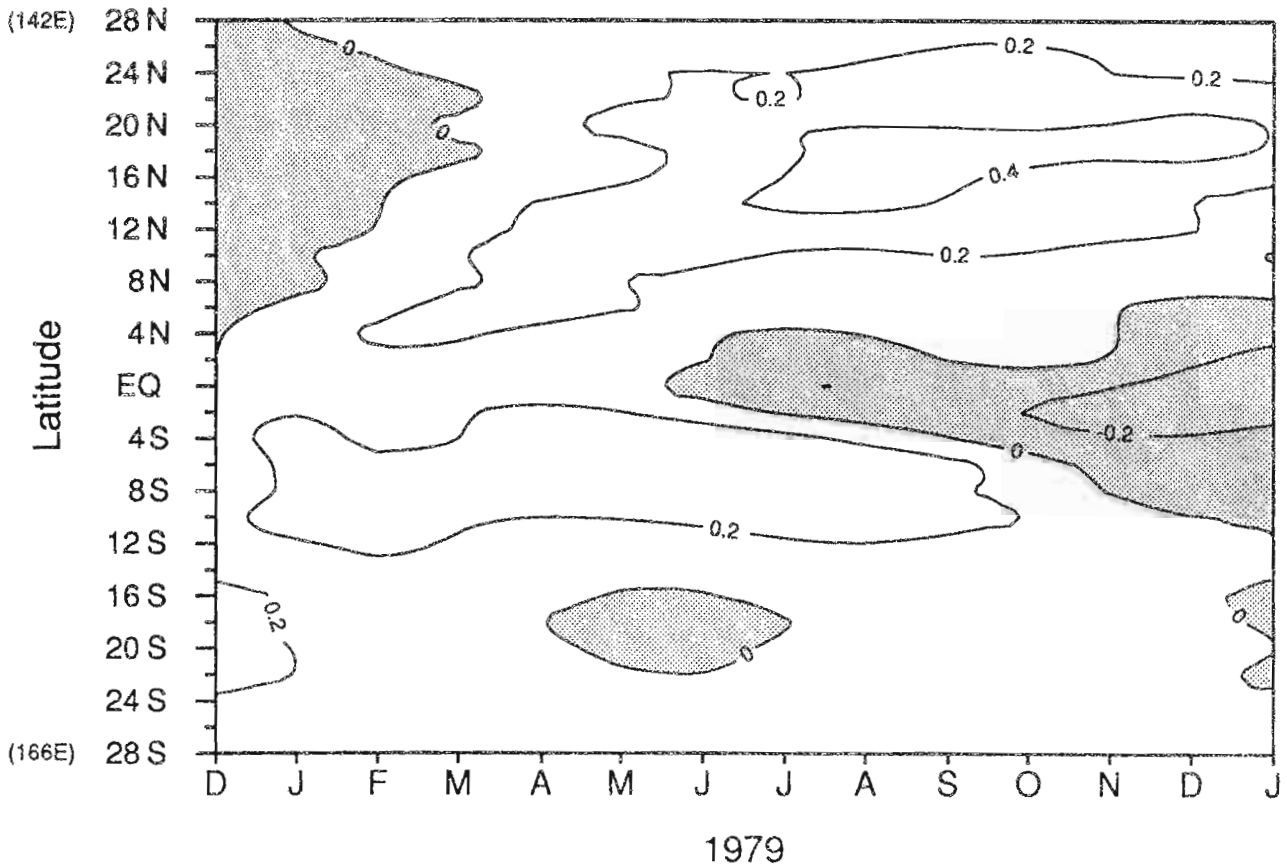
Anomalie de temperature de surface : rail ouest



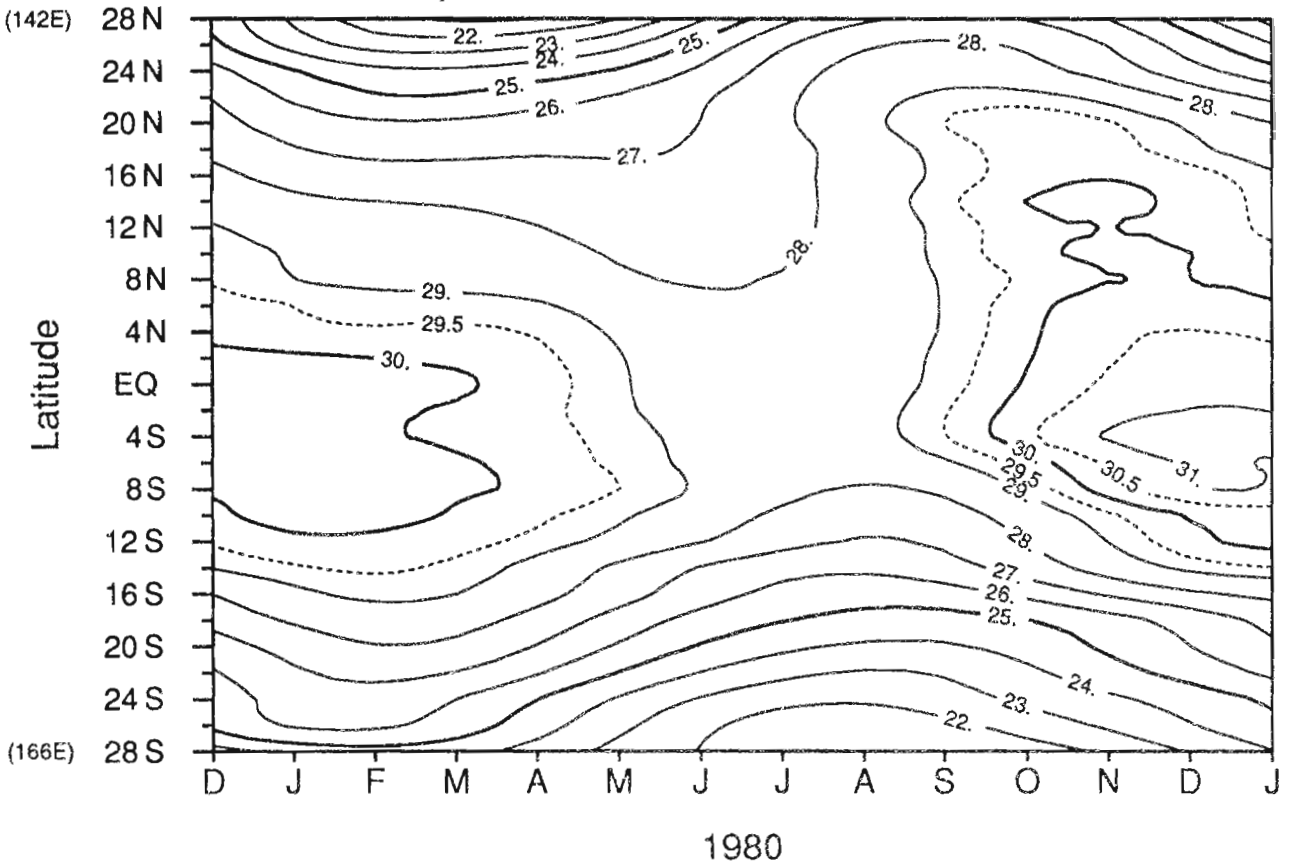
Salinite de surface : rail ouest



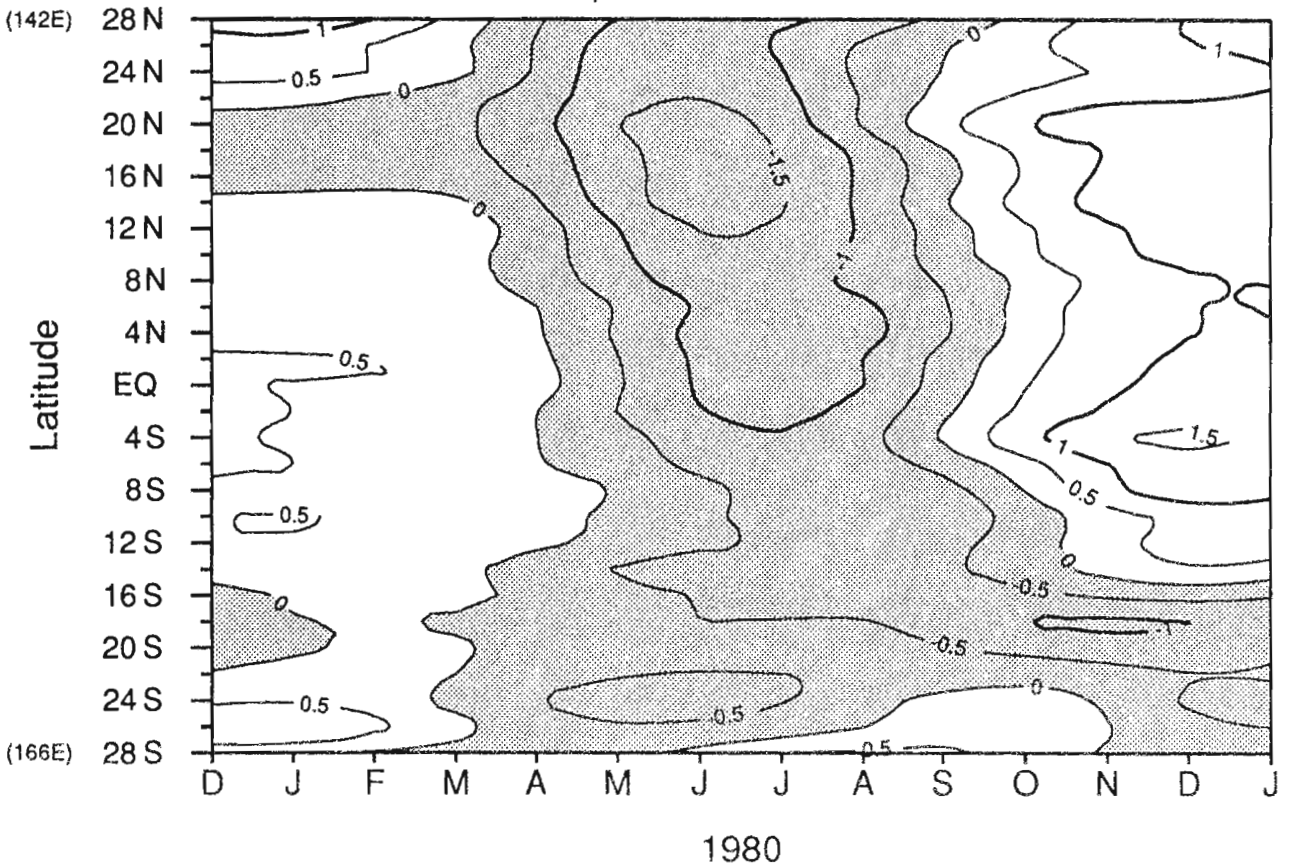
Anomalie de salinite de surface : rail ouest



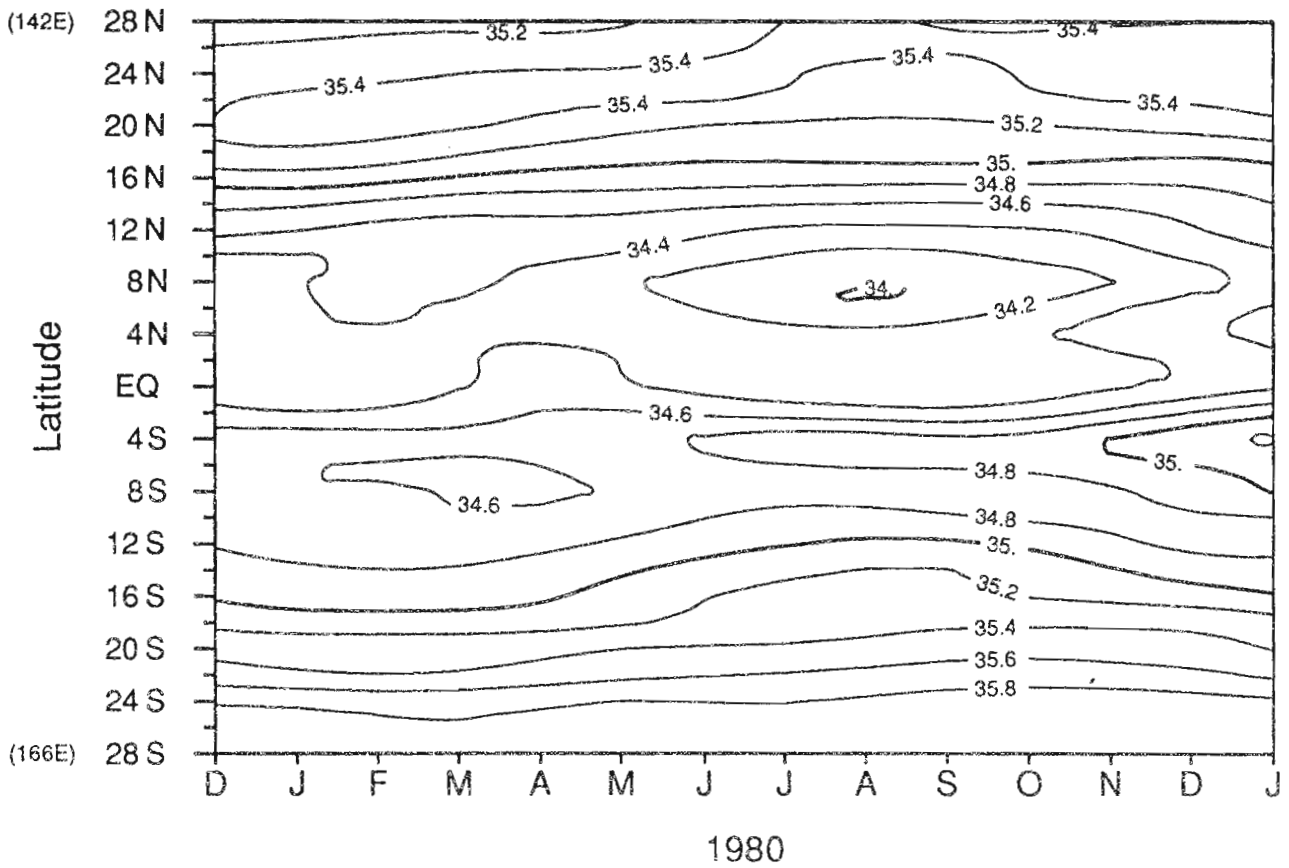
Temperature de surface : rail ouest



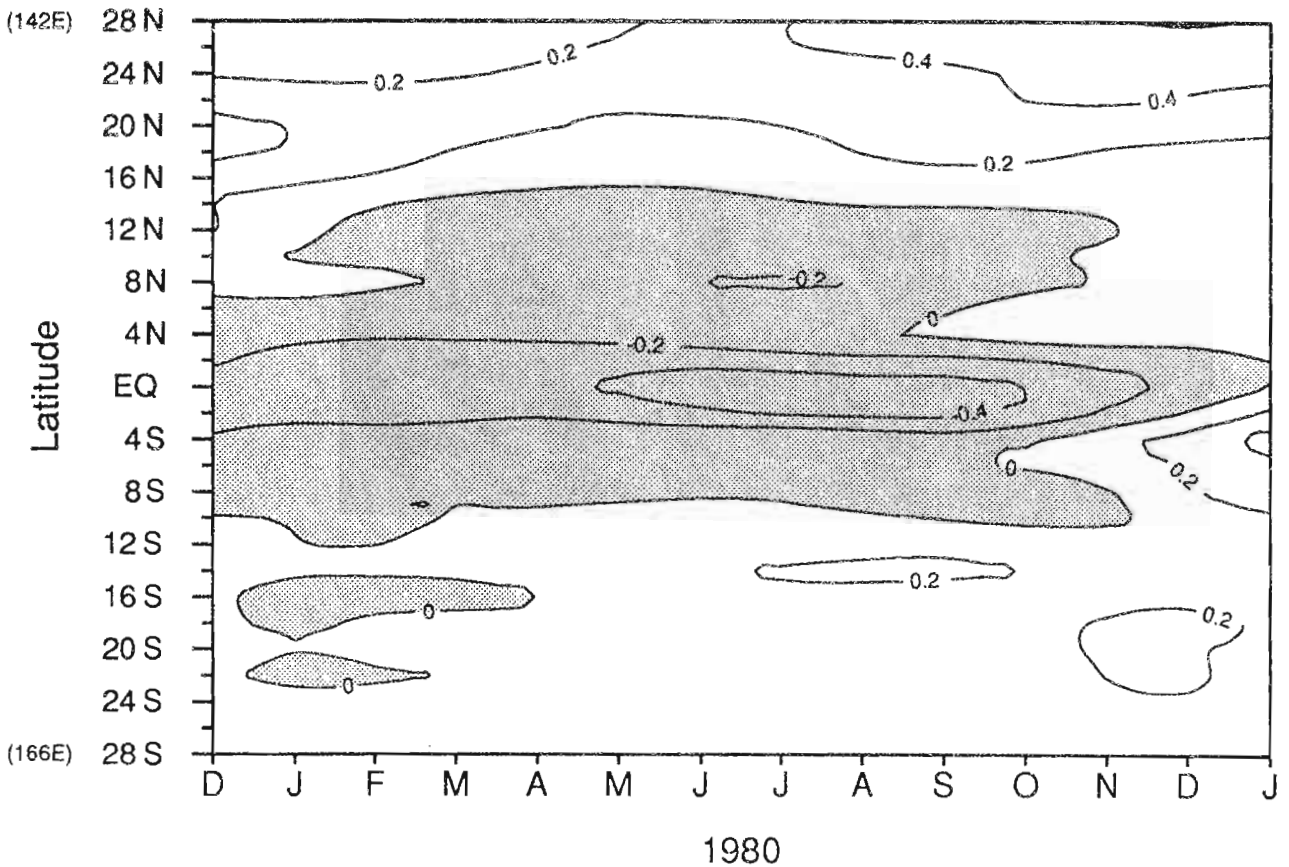
Anomalie de temperature de surface : rail ouest



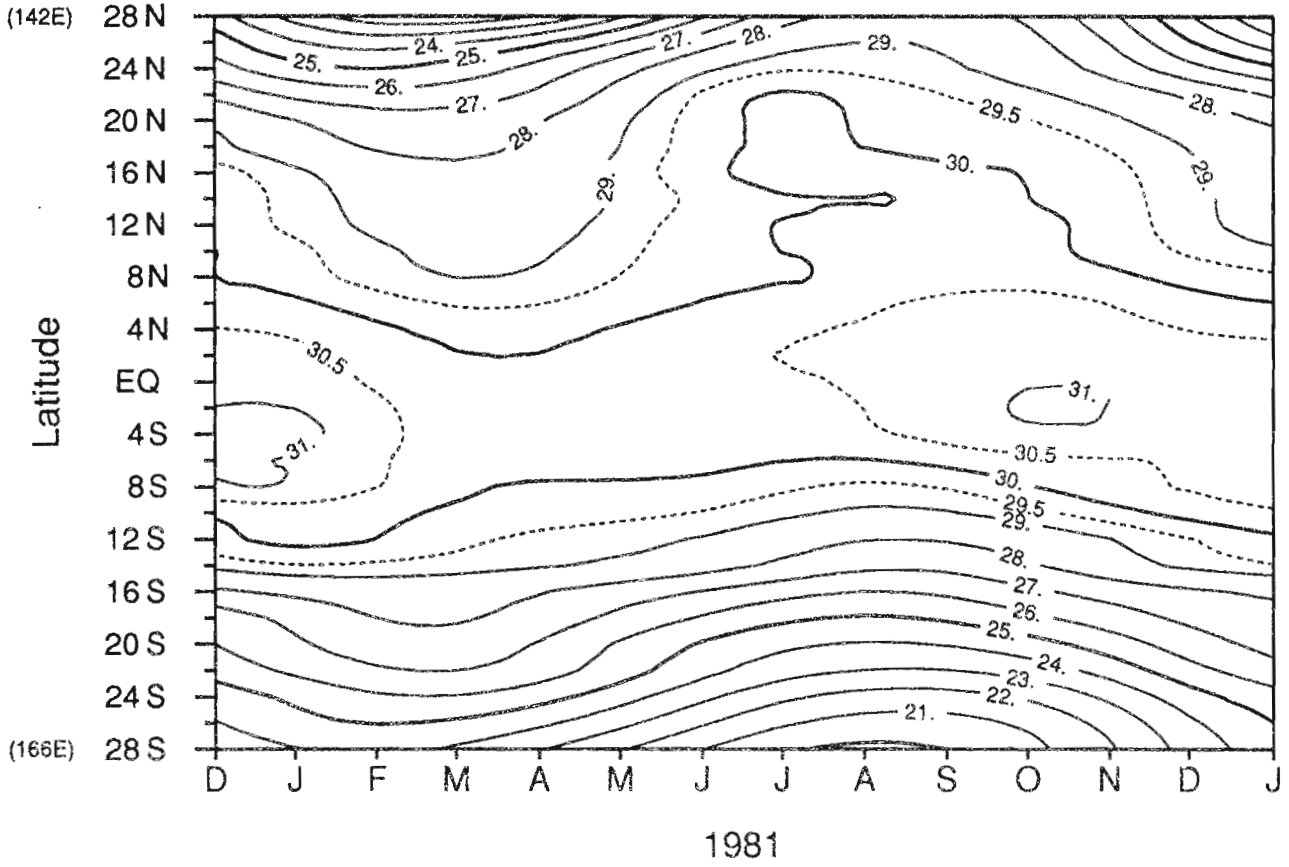
Salinite de surface : rail ouest



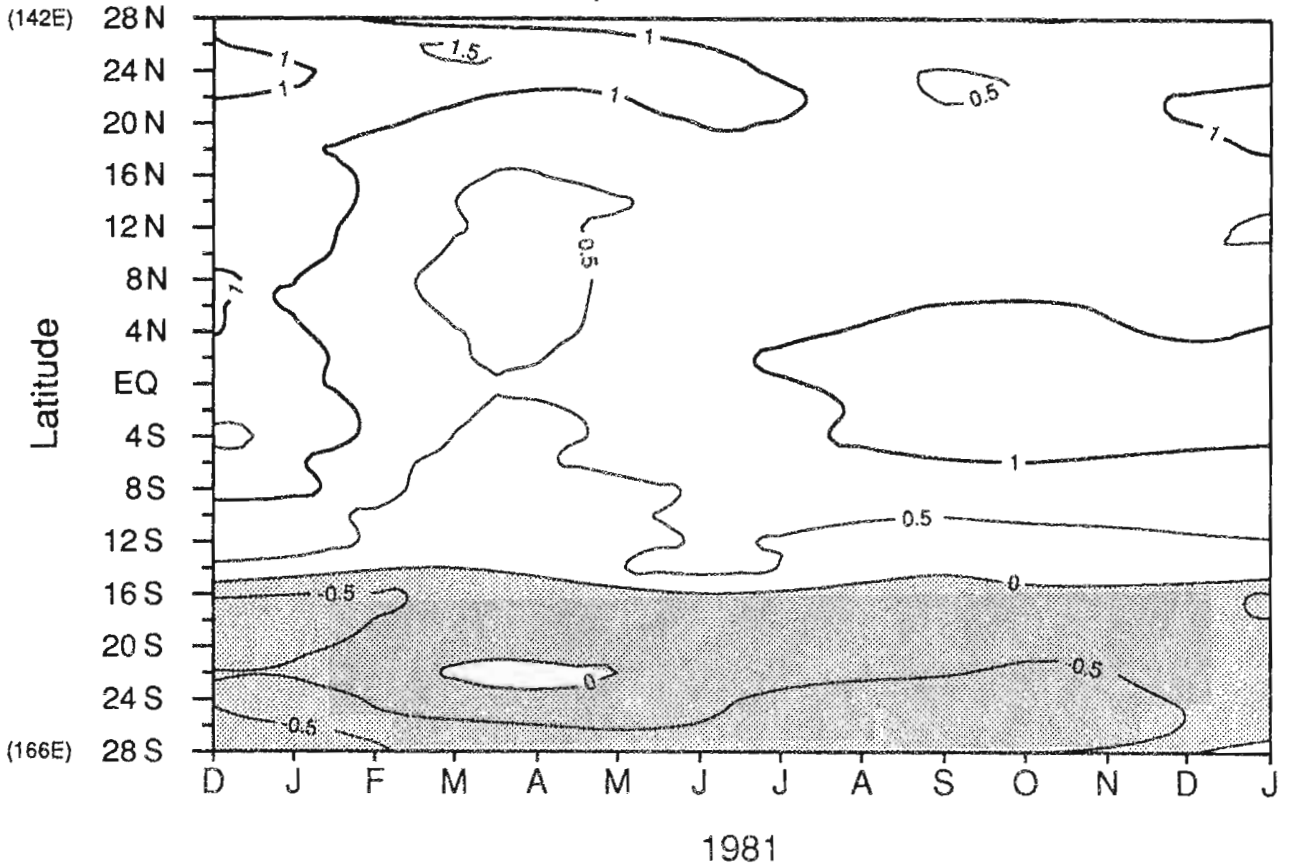
Anomalie de salinite de surface : rail ouest



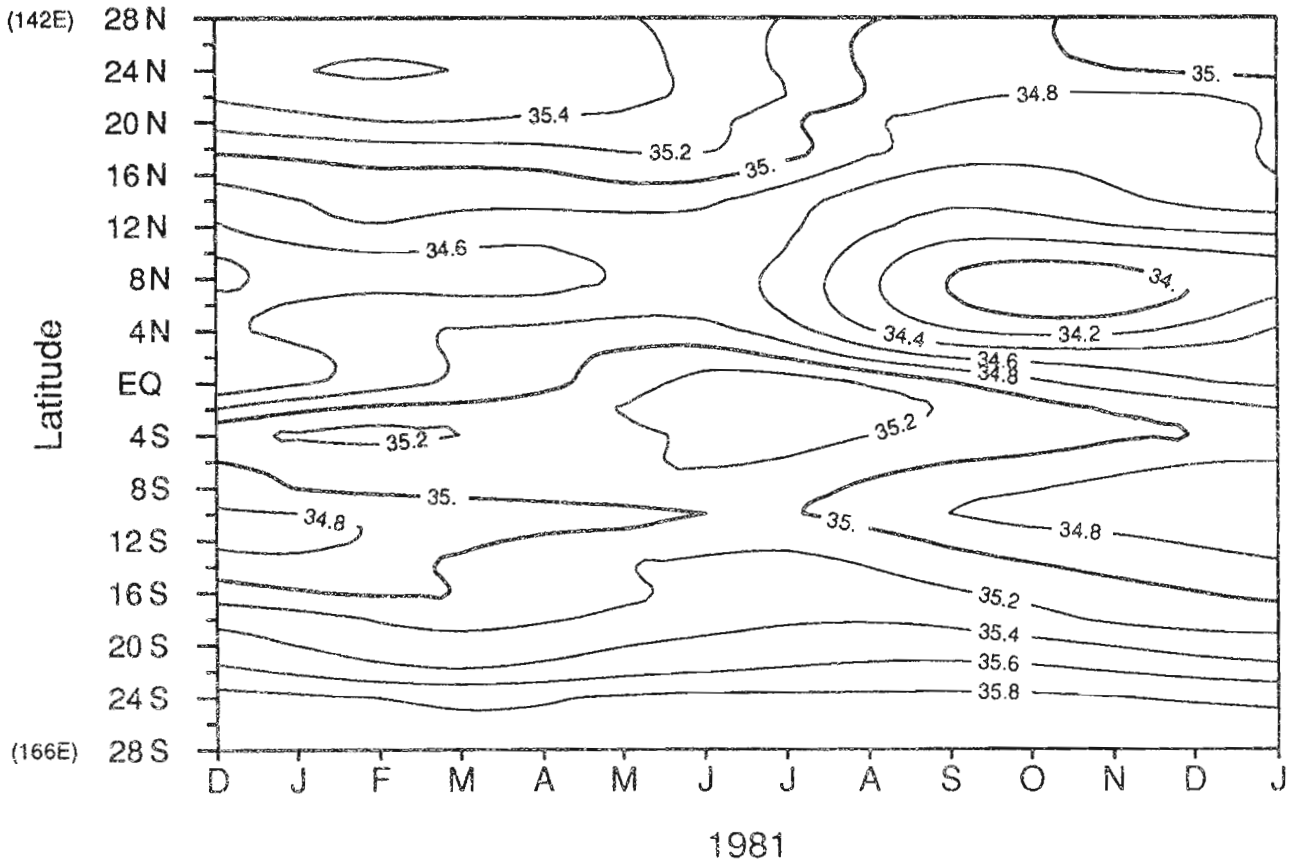
Temperature de surface : rail ouest



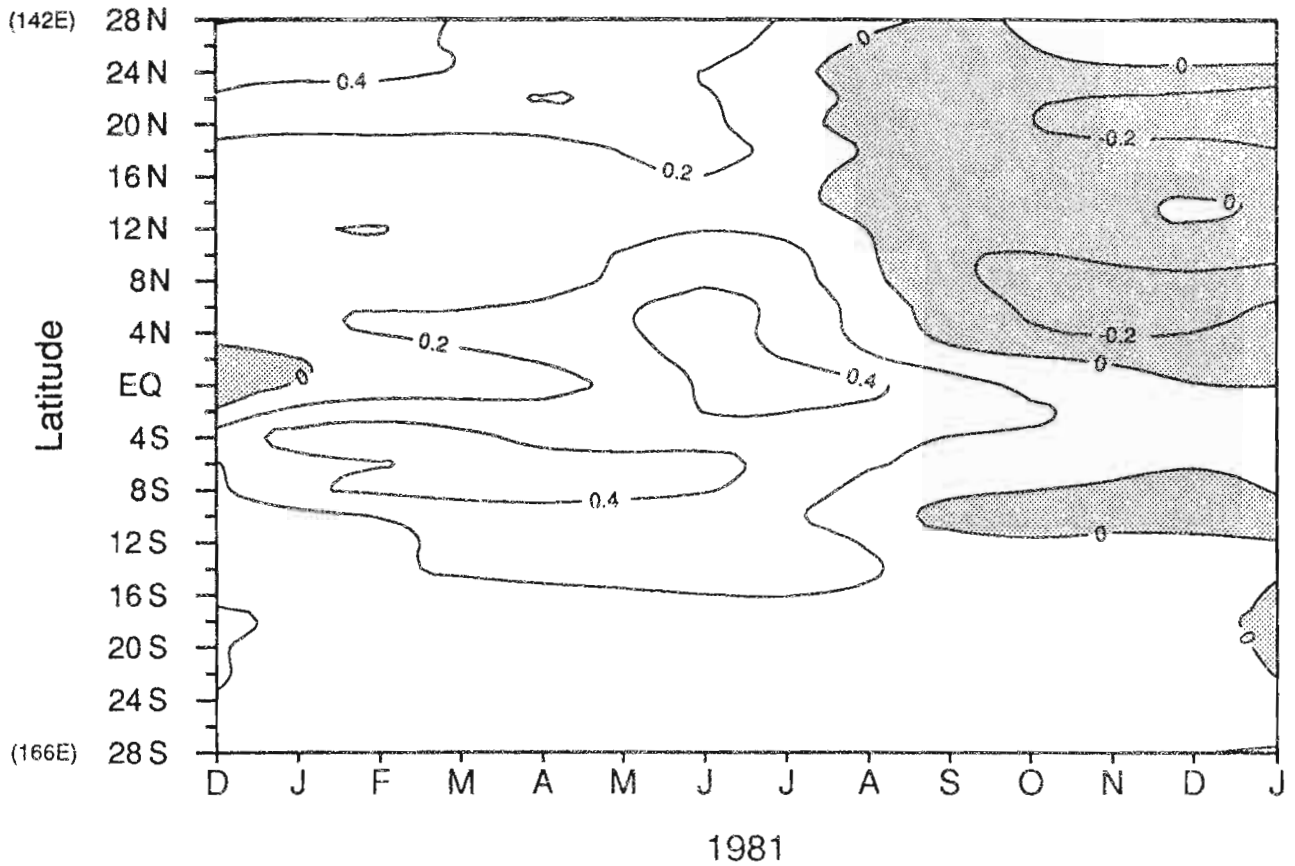
Anomalie de temperature de surface : rail ouest



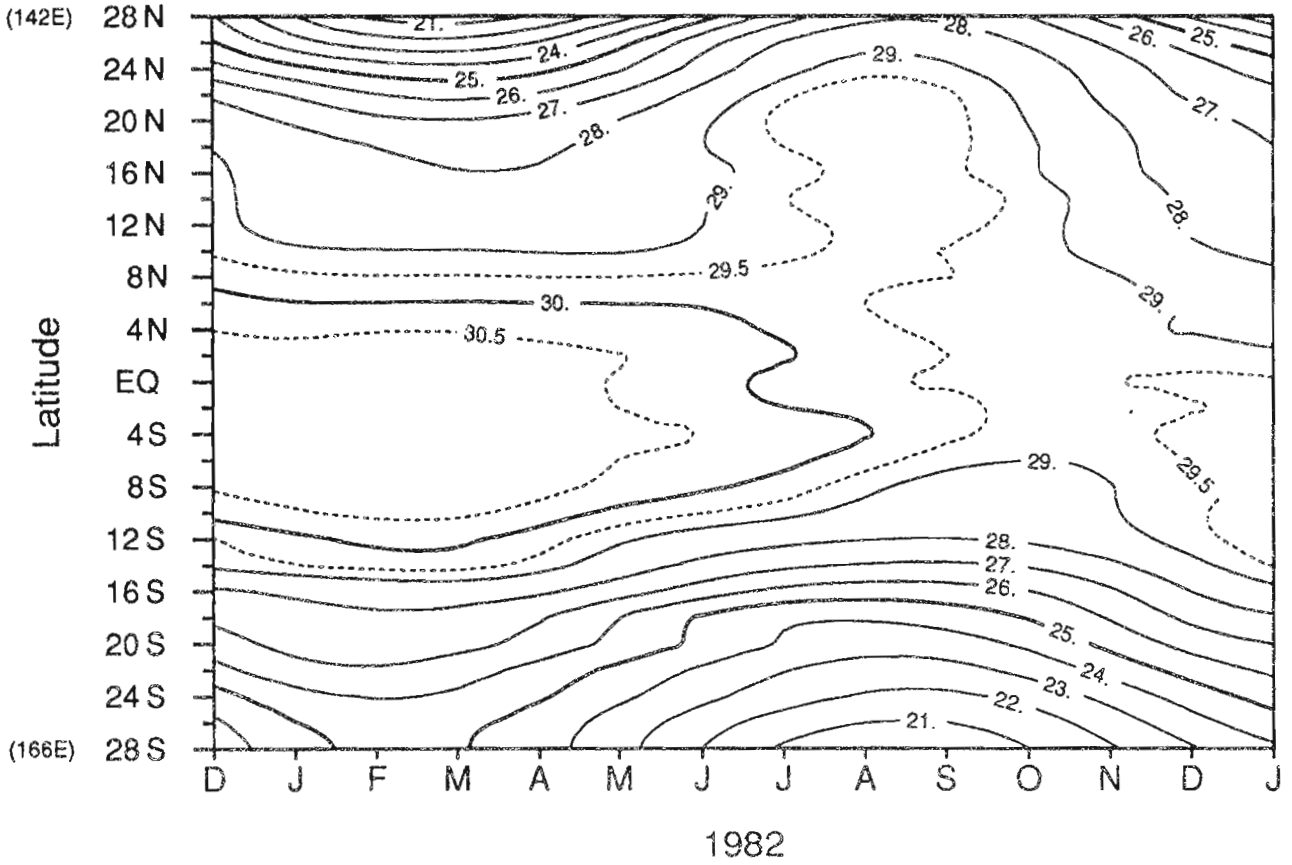
Salinite de surface : rail ouest



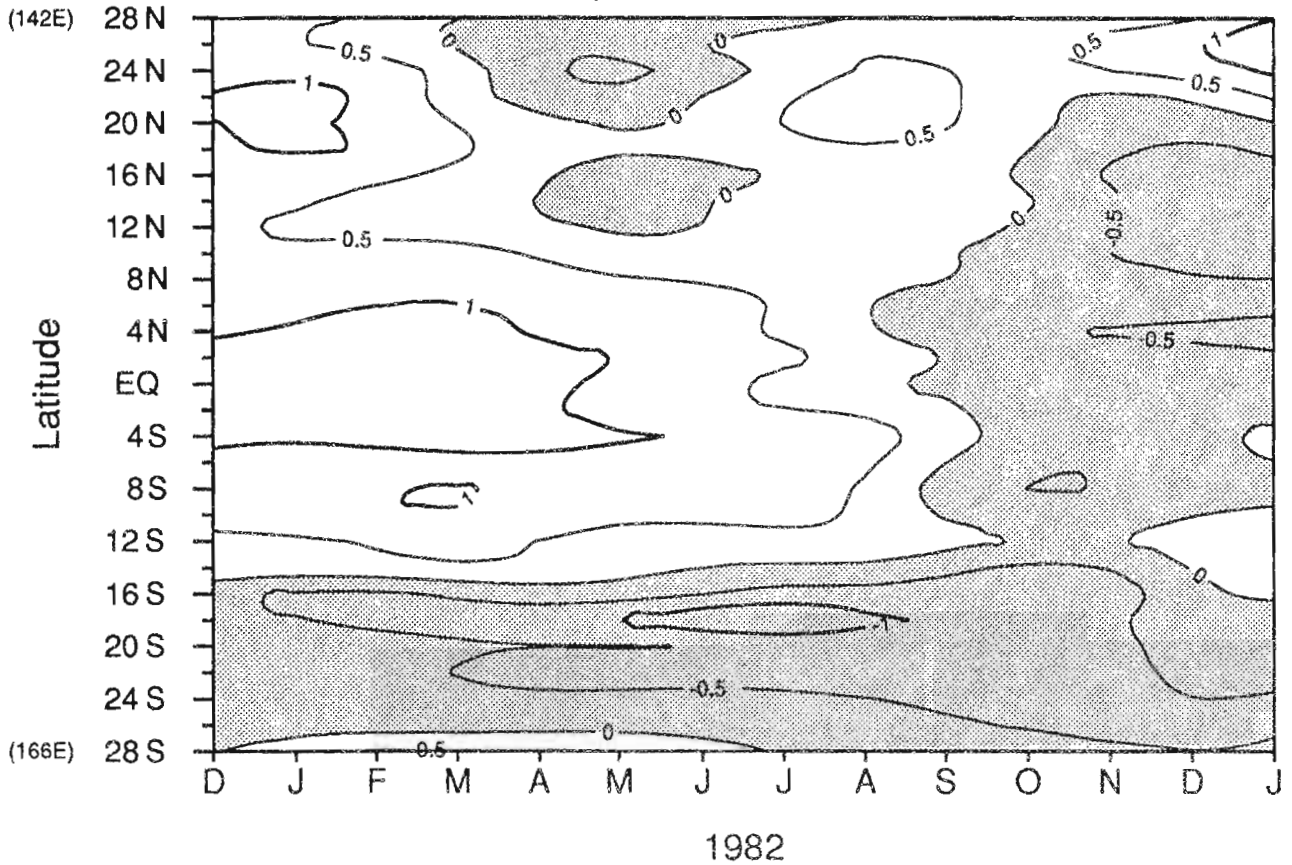
Anomalie de salinite de surface : rail ouest



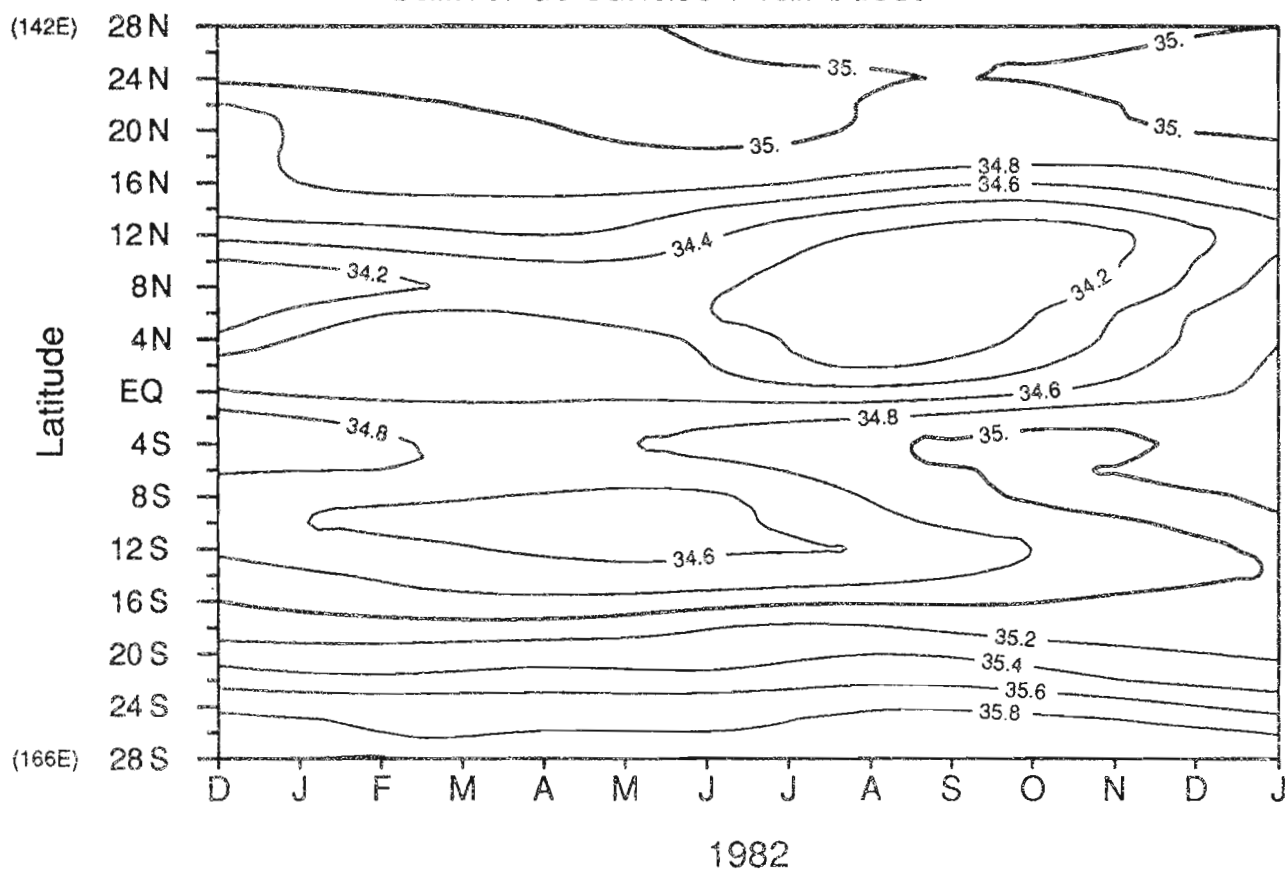
Temperature de surface : rail ouest



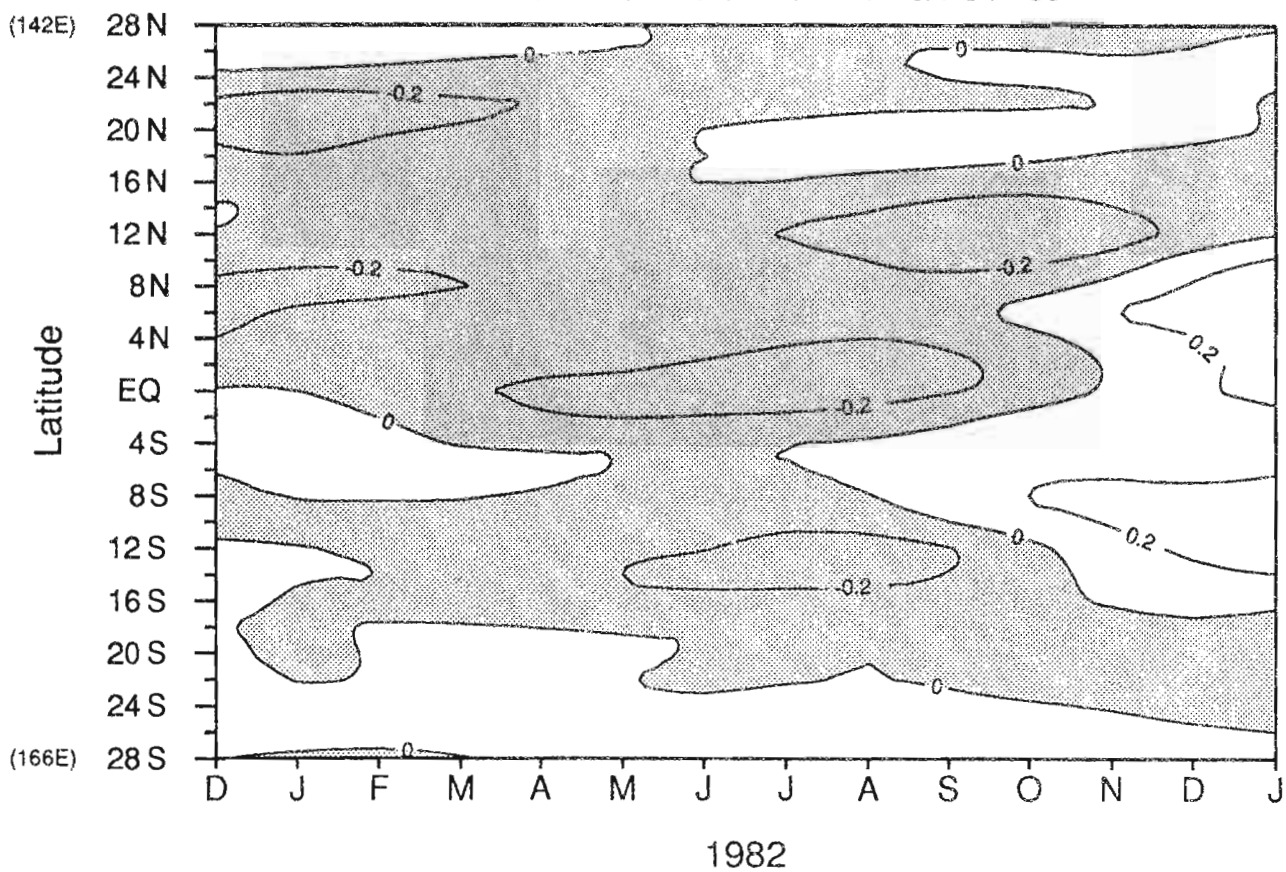
Anomalie de temperature de surface : rail ouest



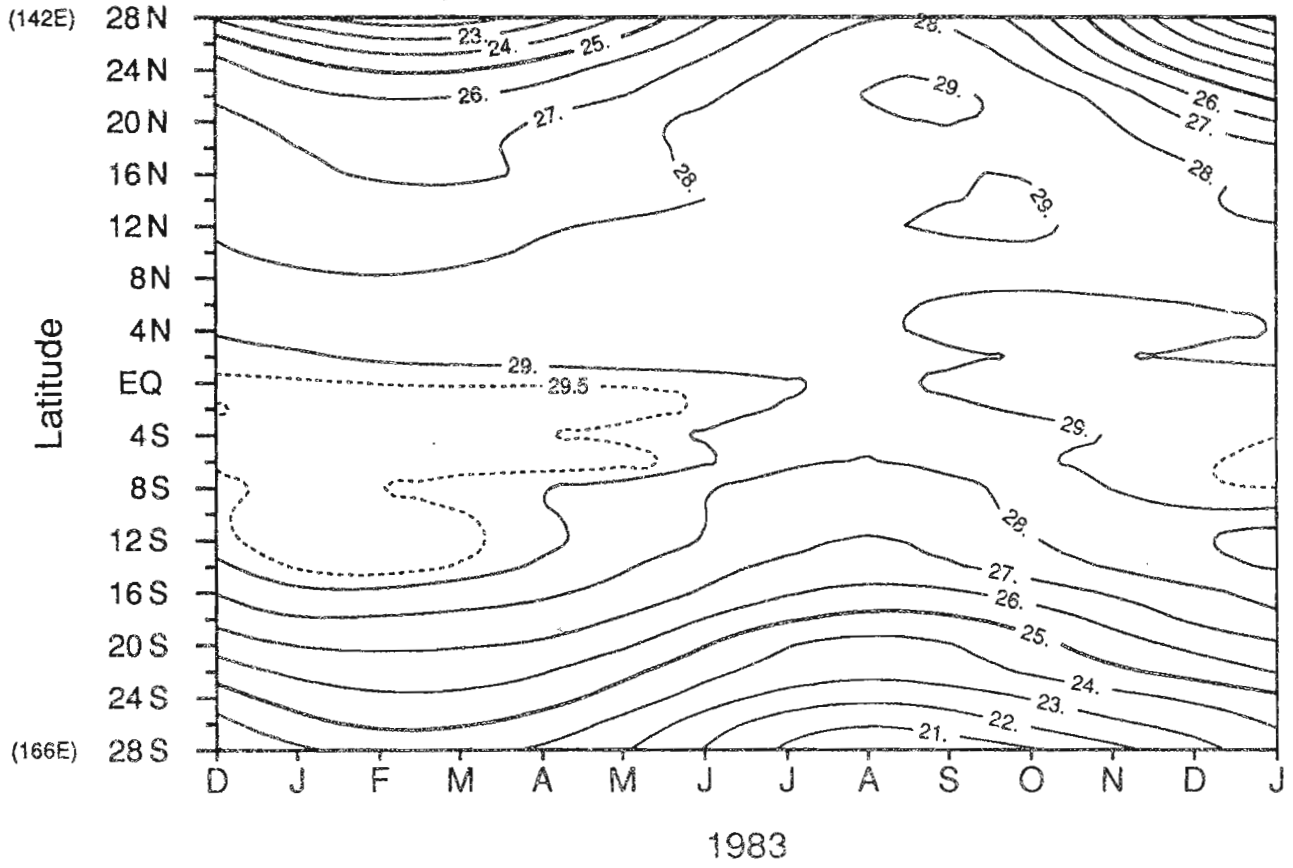
Salinite de surface : rail ouest



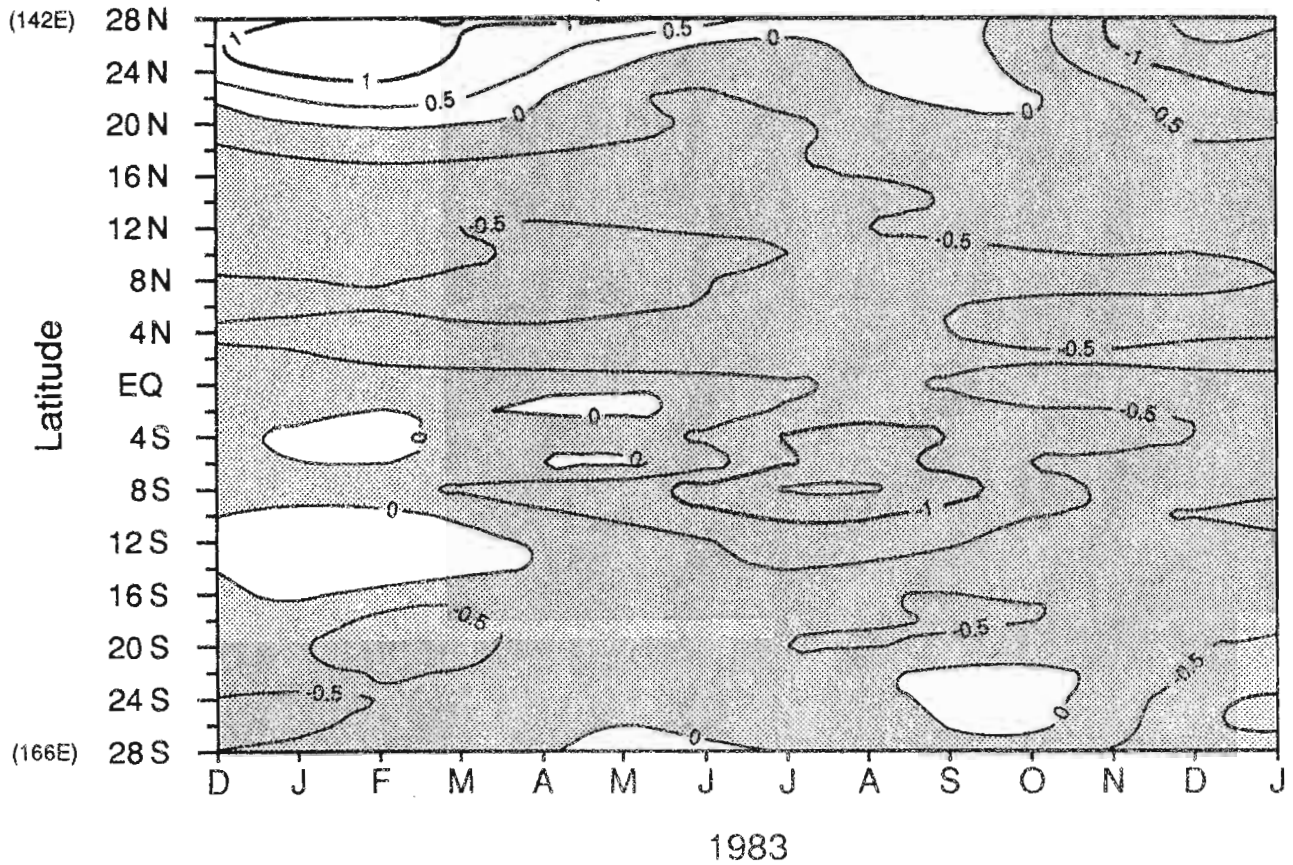
Anomalie de salinite de surface : rail ouest



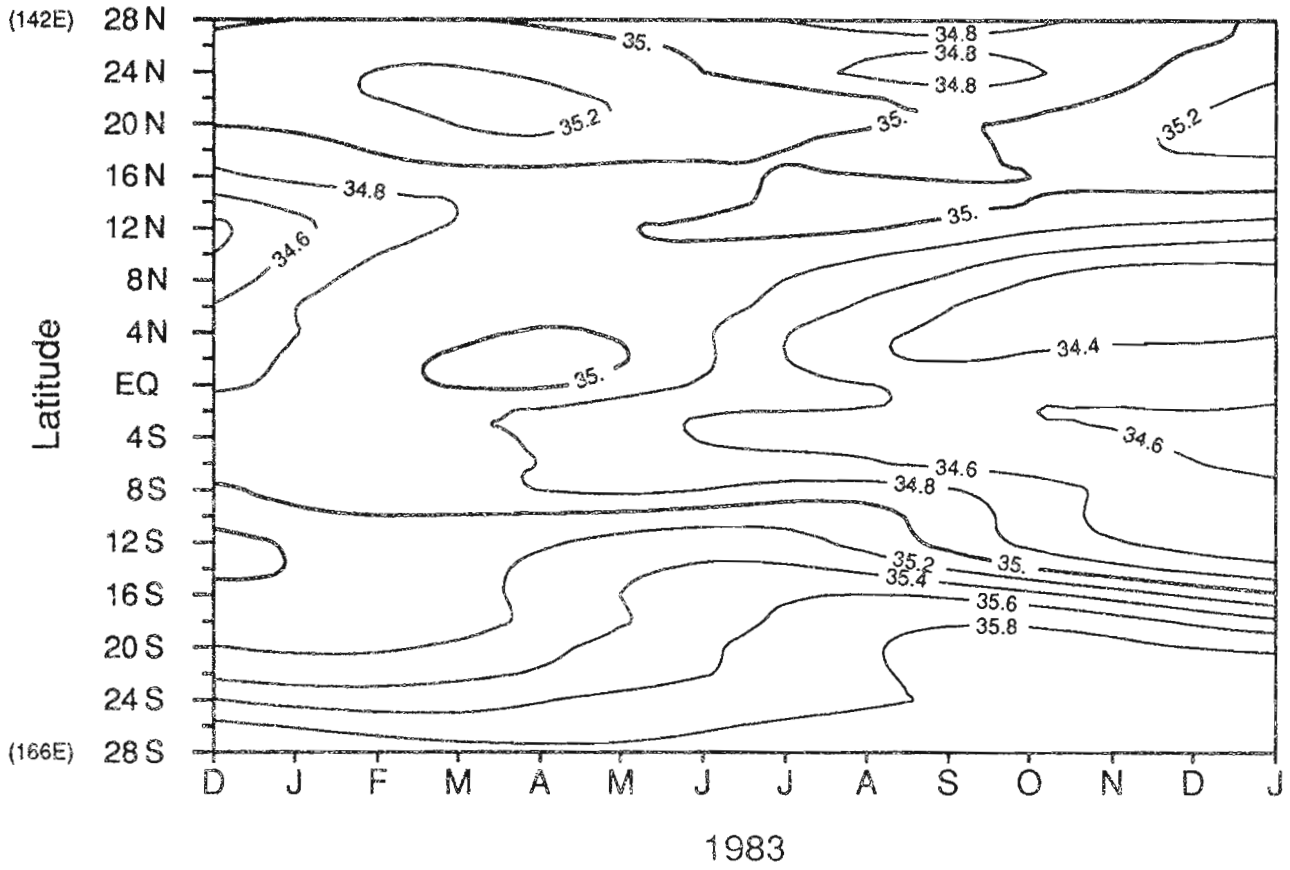
Temperature de surface : rail ouest



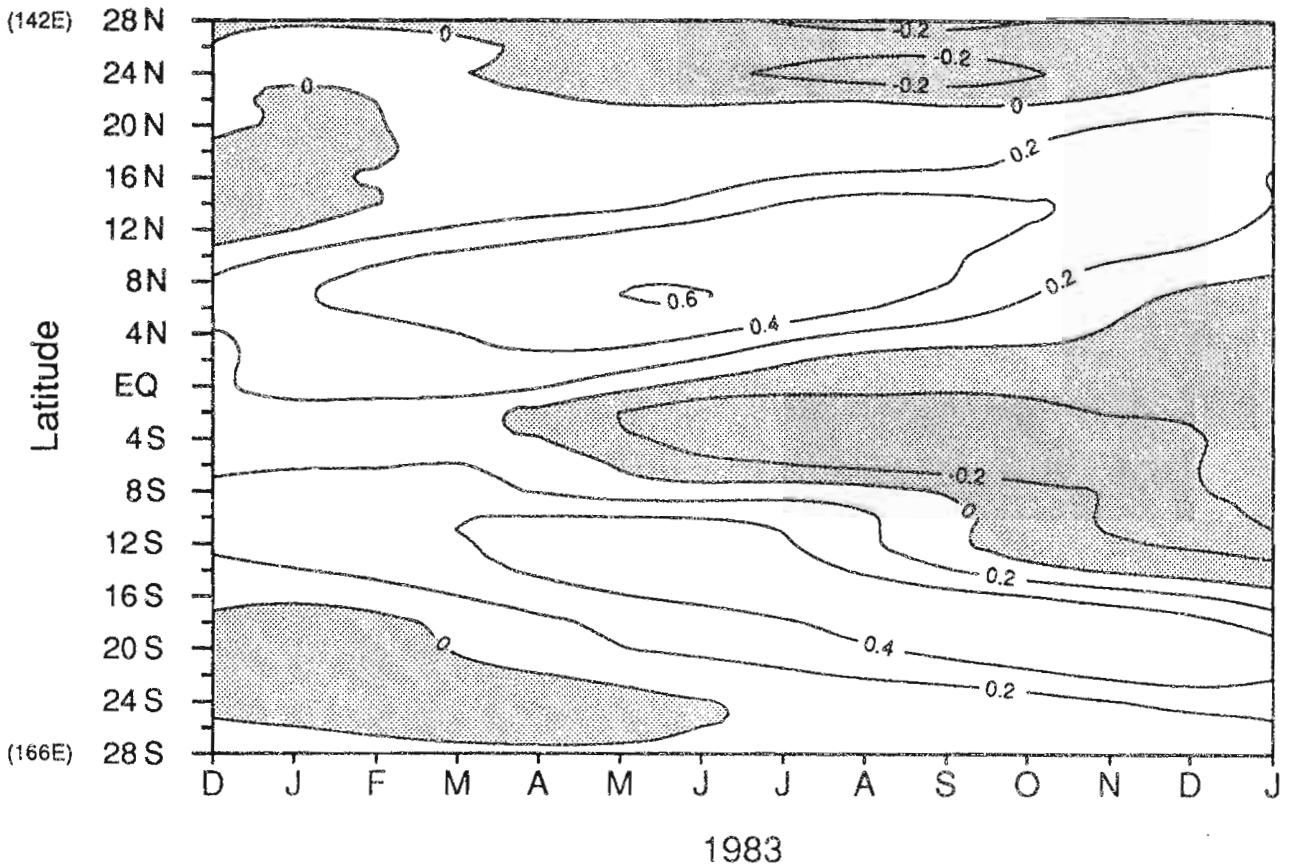
Anomalie de temperature de surface : rail ouest



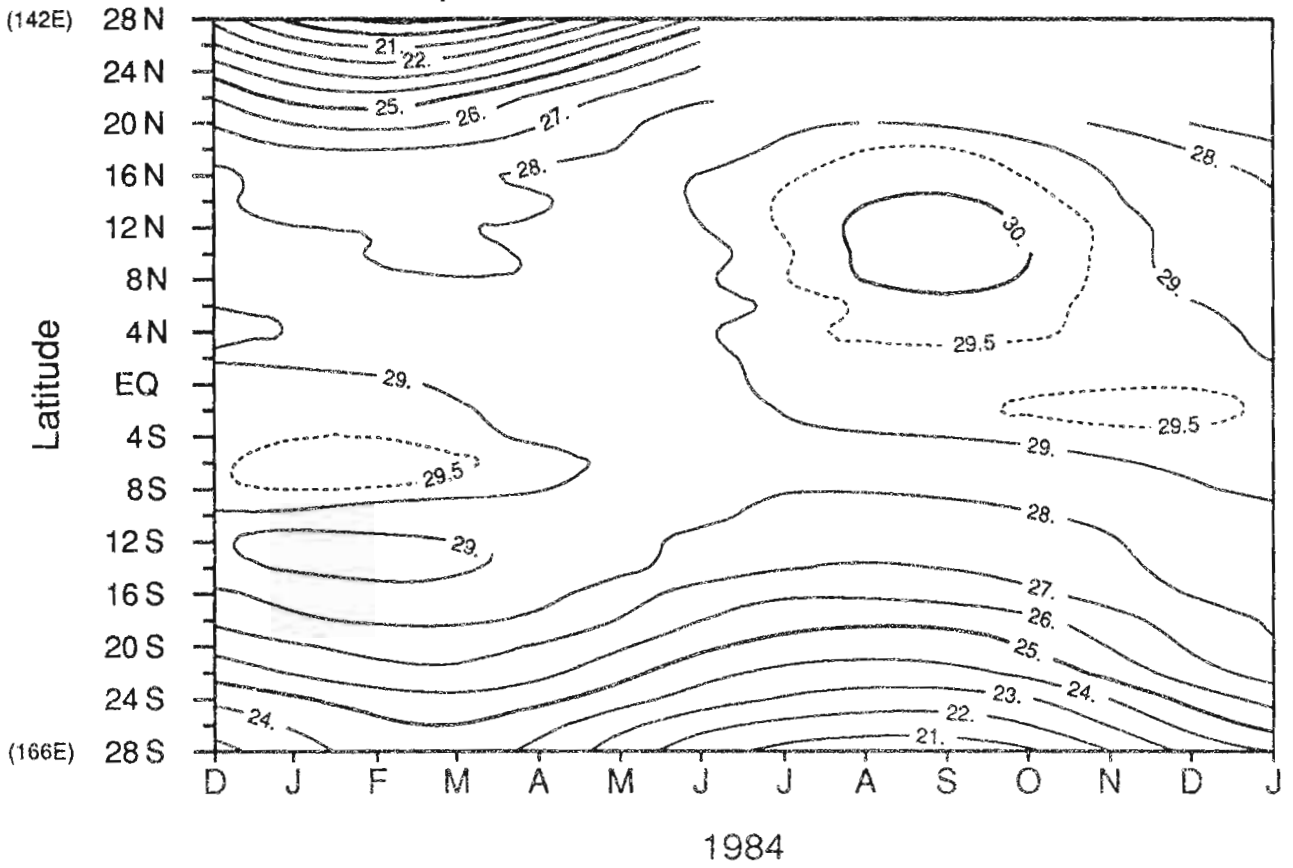
Salinite de surface : rail ouest



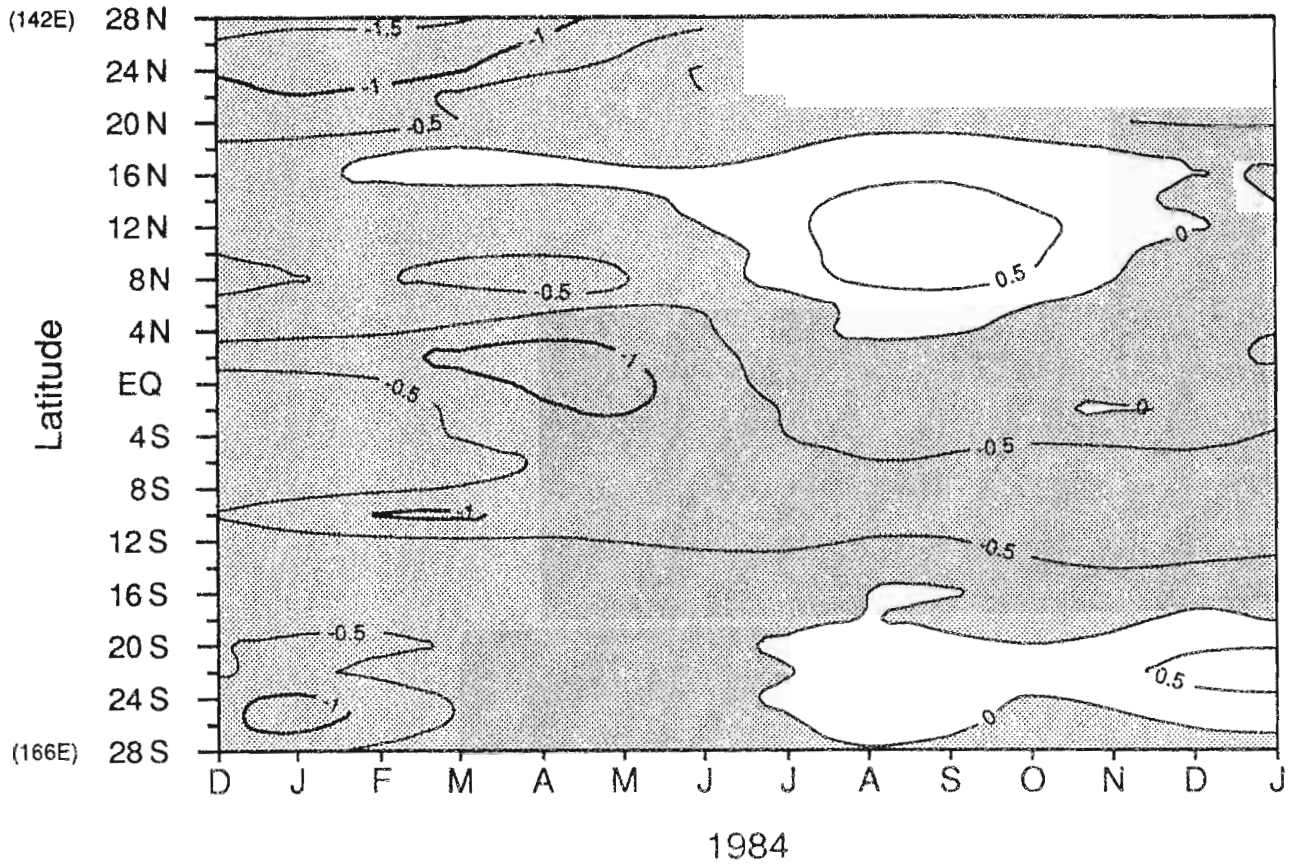
Anomalie de salinite de surface : rail ouest



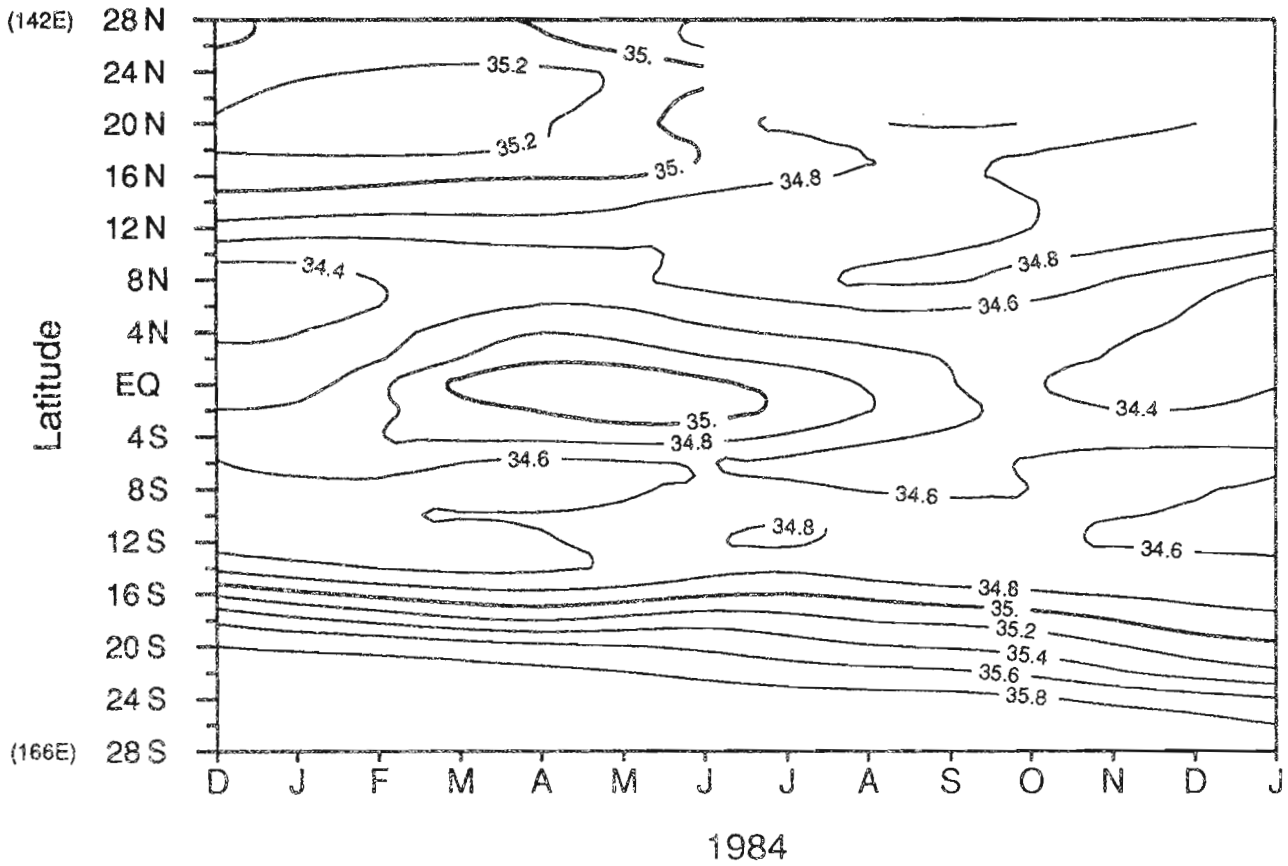
Temperature de surface : rail ouest



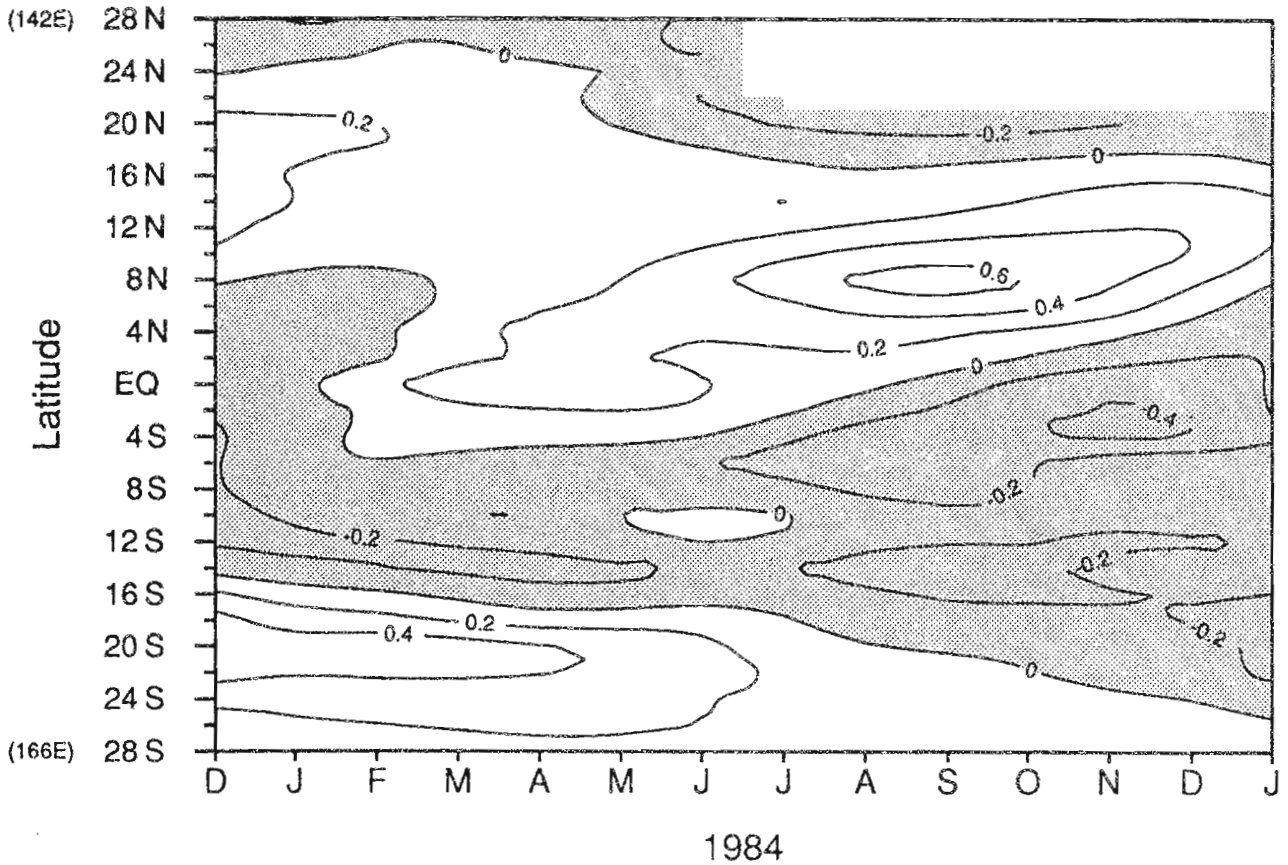
Anomalie de temperature de surface : rail ouest



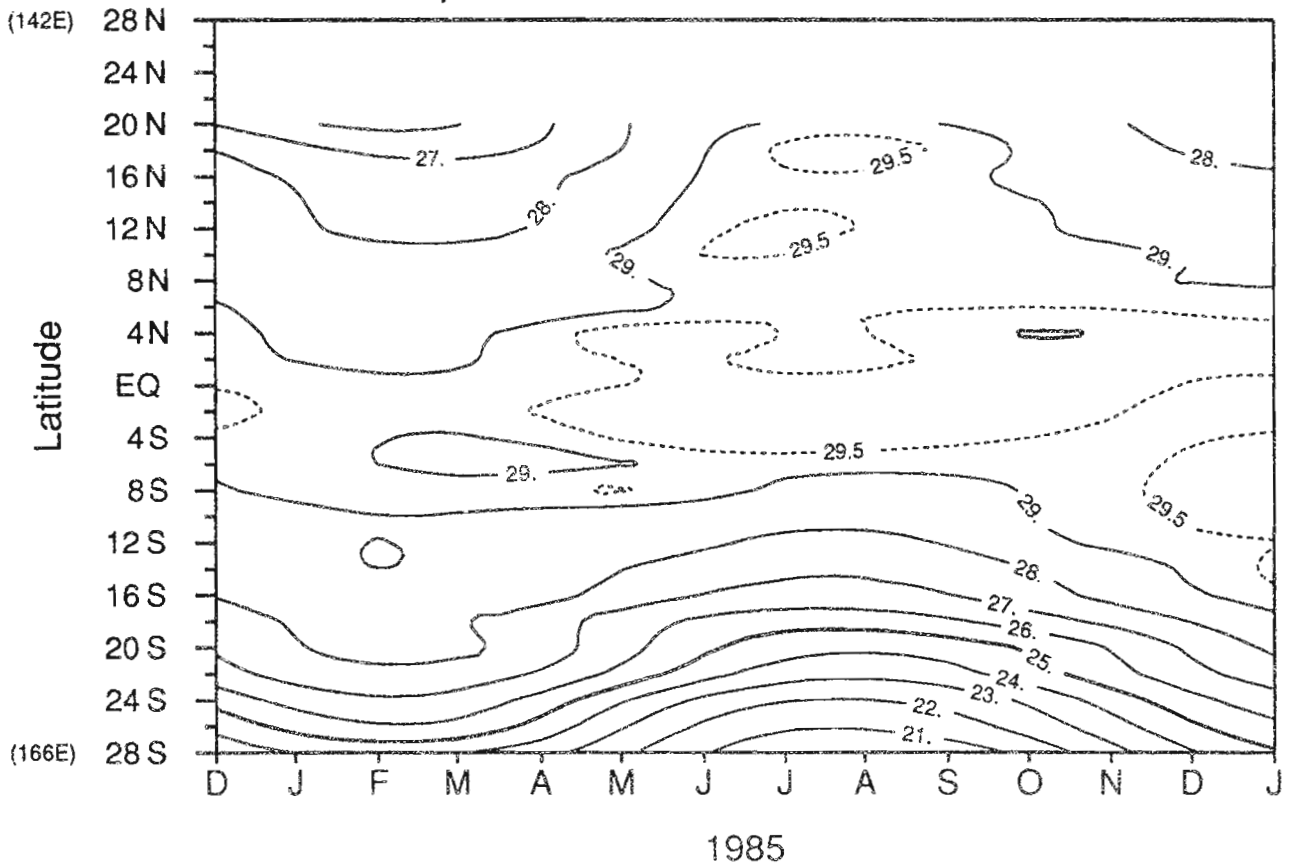
Salinite de surface : rail ouest



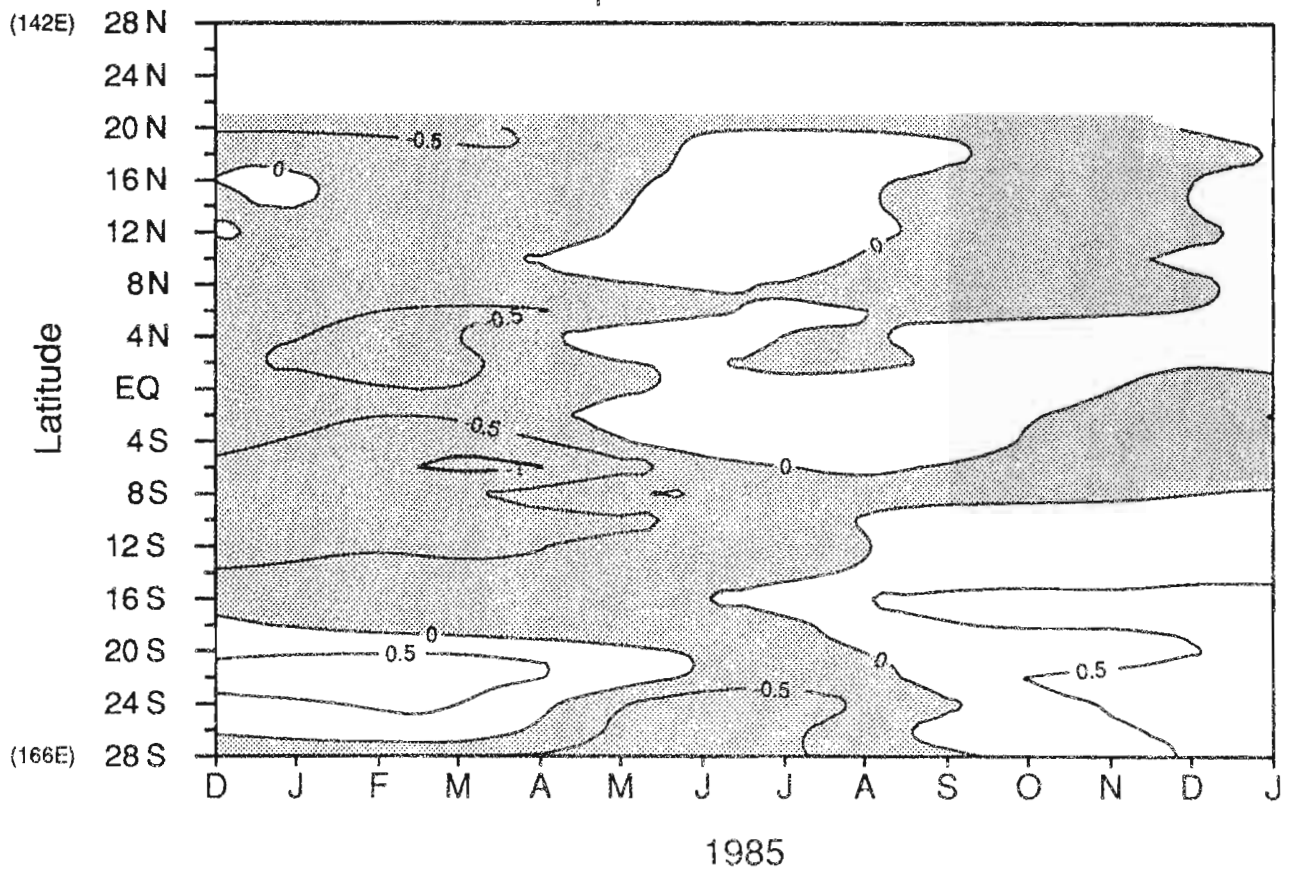
Anomalie de salinite de surface : rail ouest



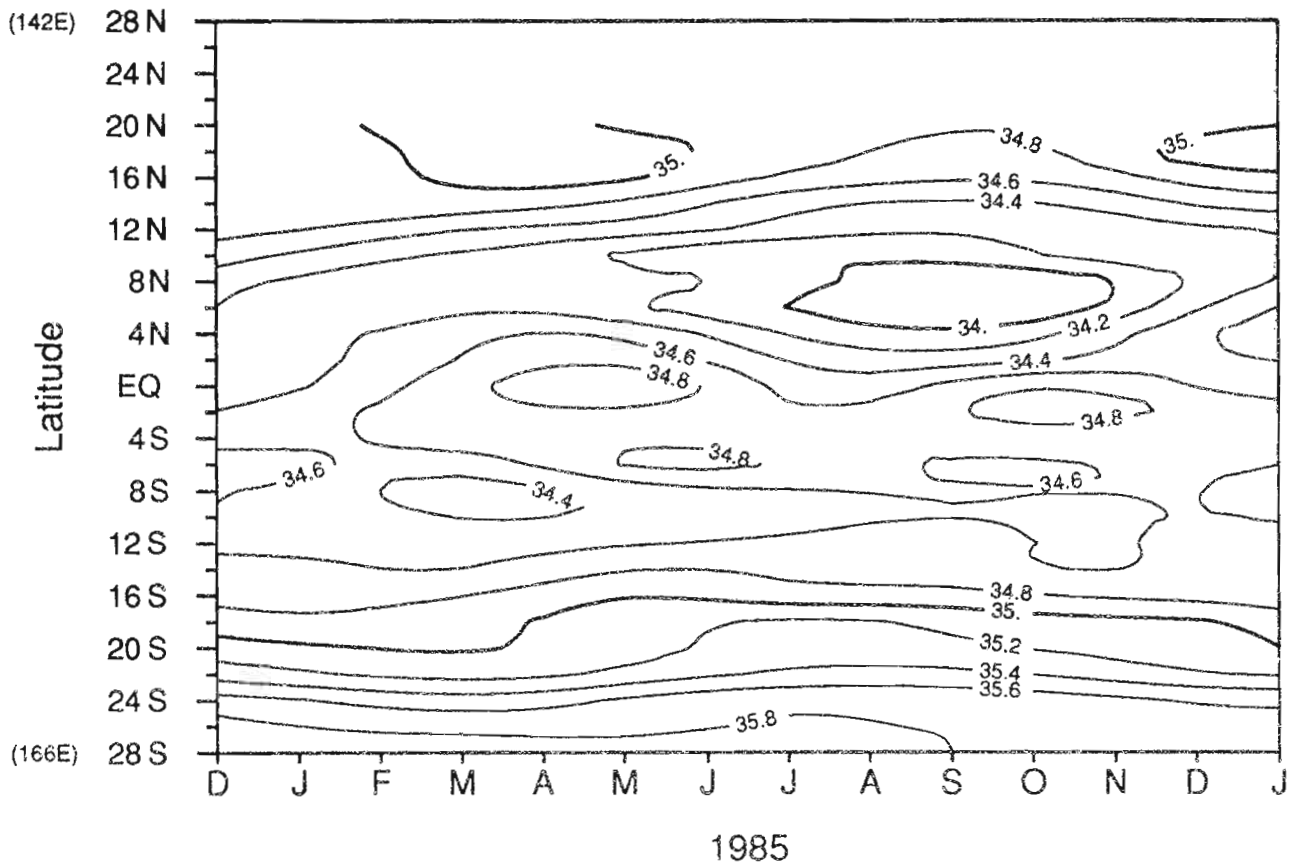
Temperature de surface : rail ouest



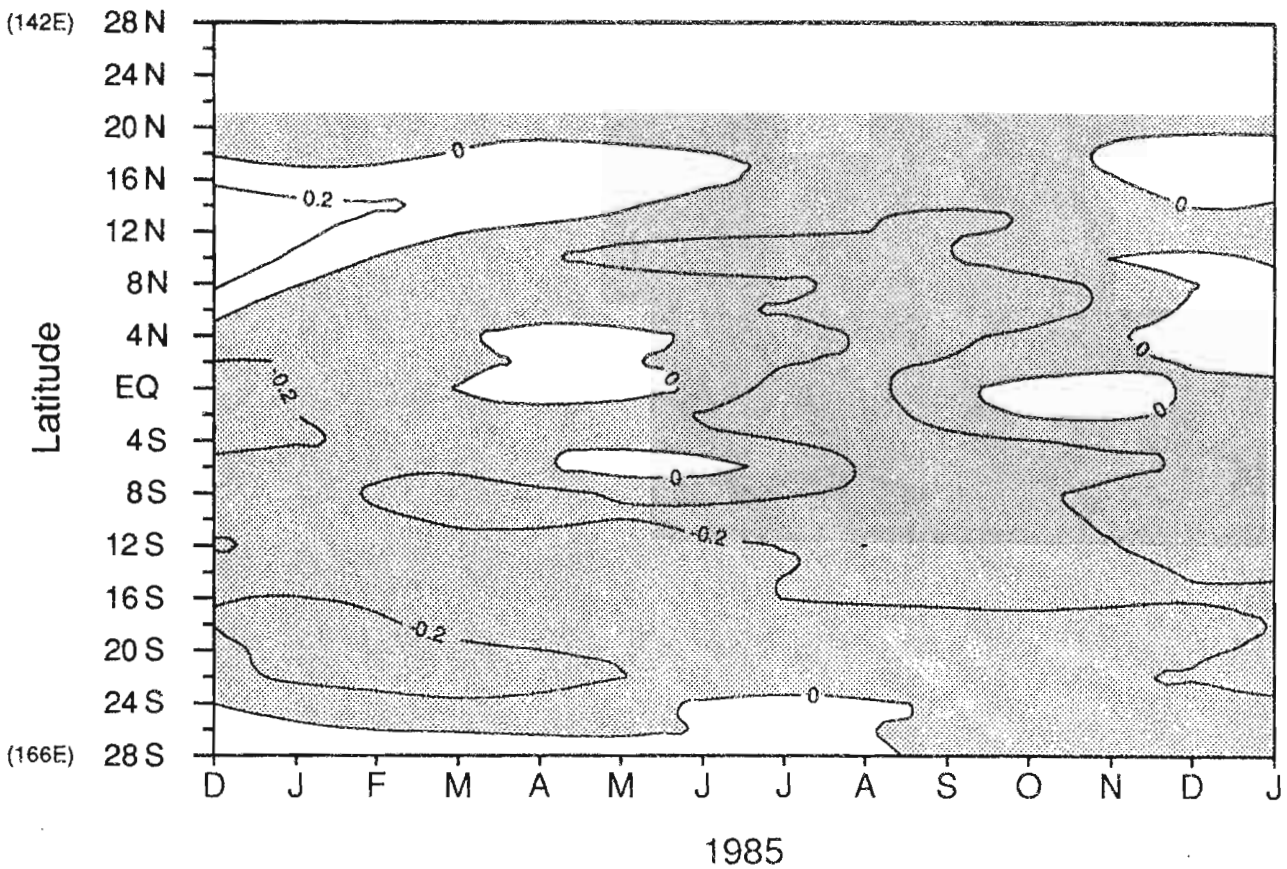
Anomalie de temperature de surface : rail ouest



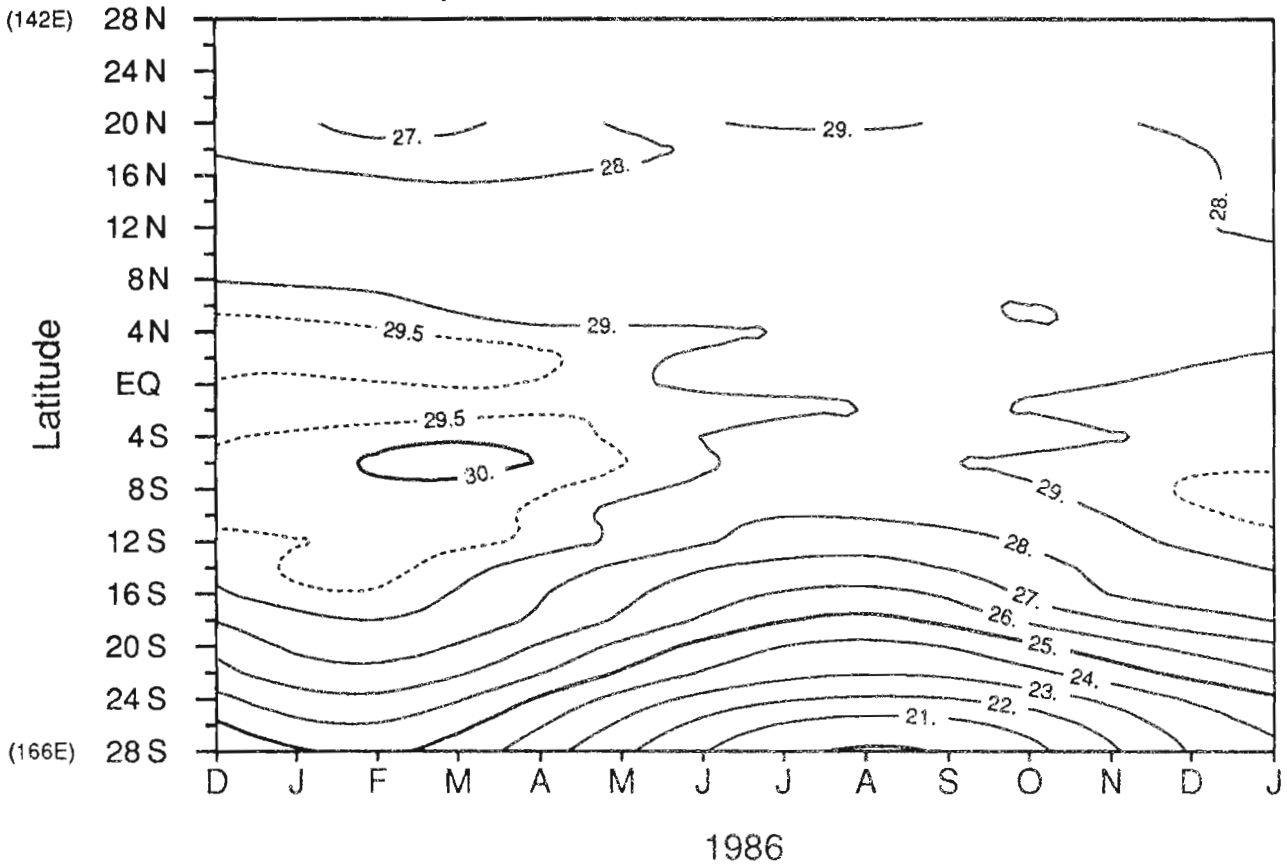
Salinite de surface : rail ouest



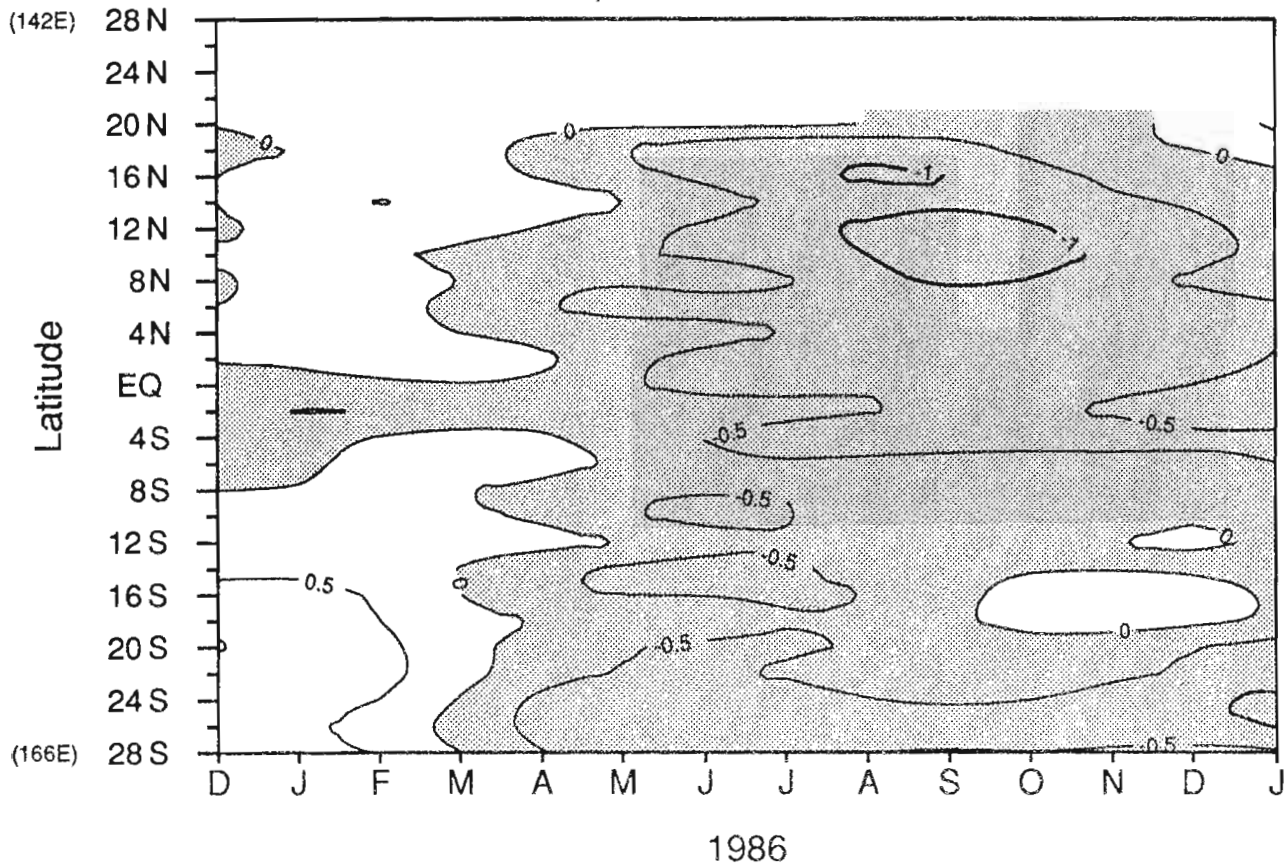
Anomalie de salinite de surface : rail ouest



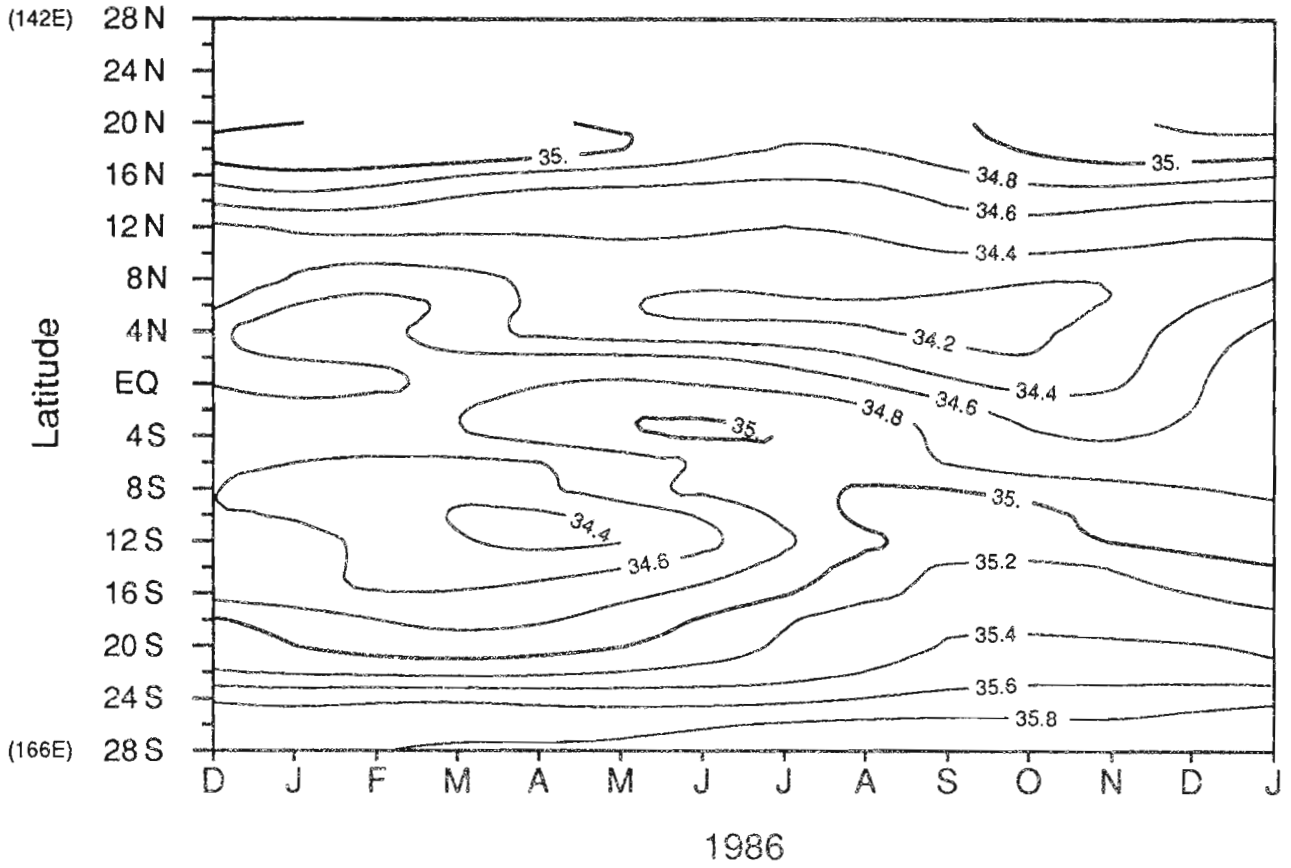
Temperature de surface : rail ouest



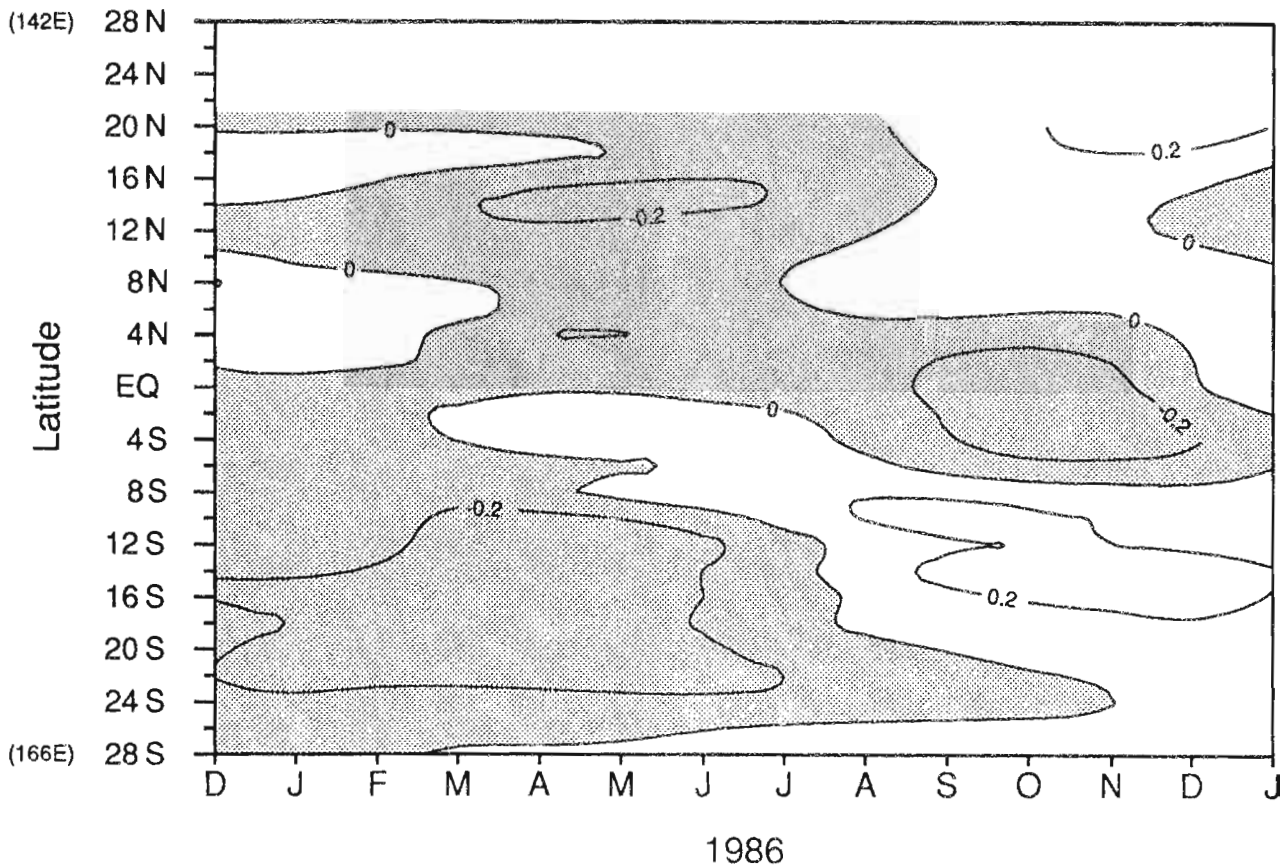
Anomalie de temperature de surface : rail ouest



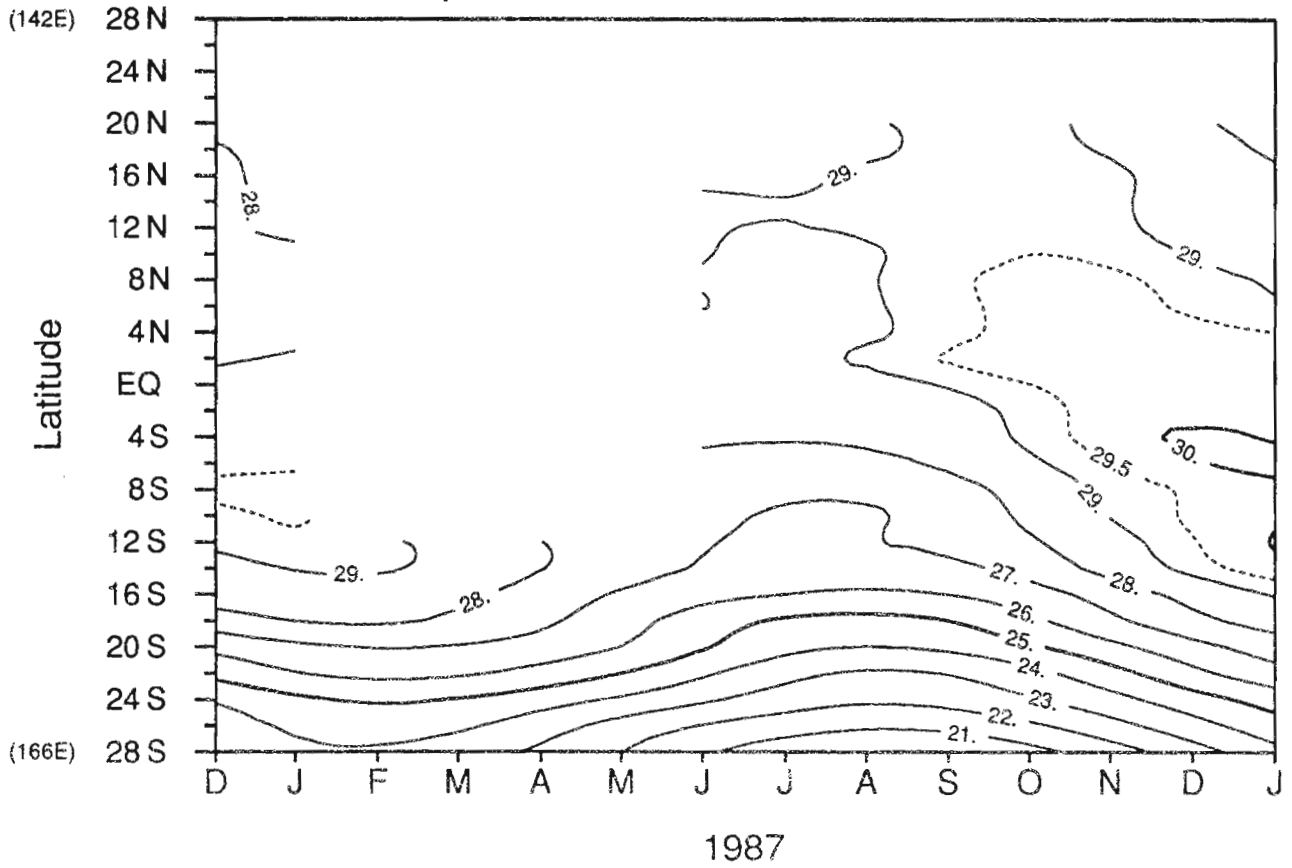
Salinite de surface : rail ouest



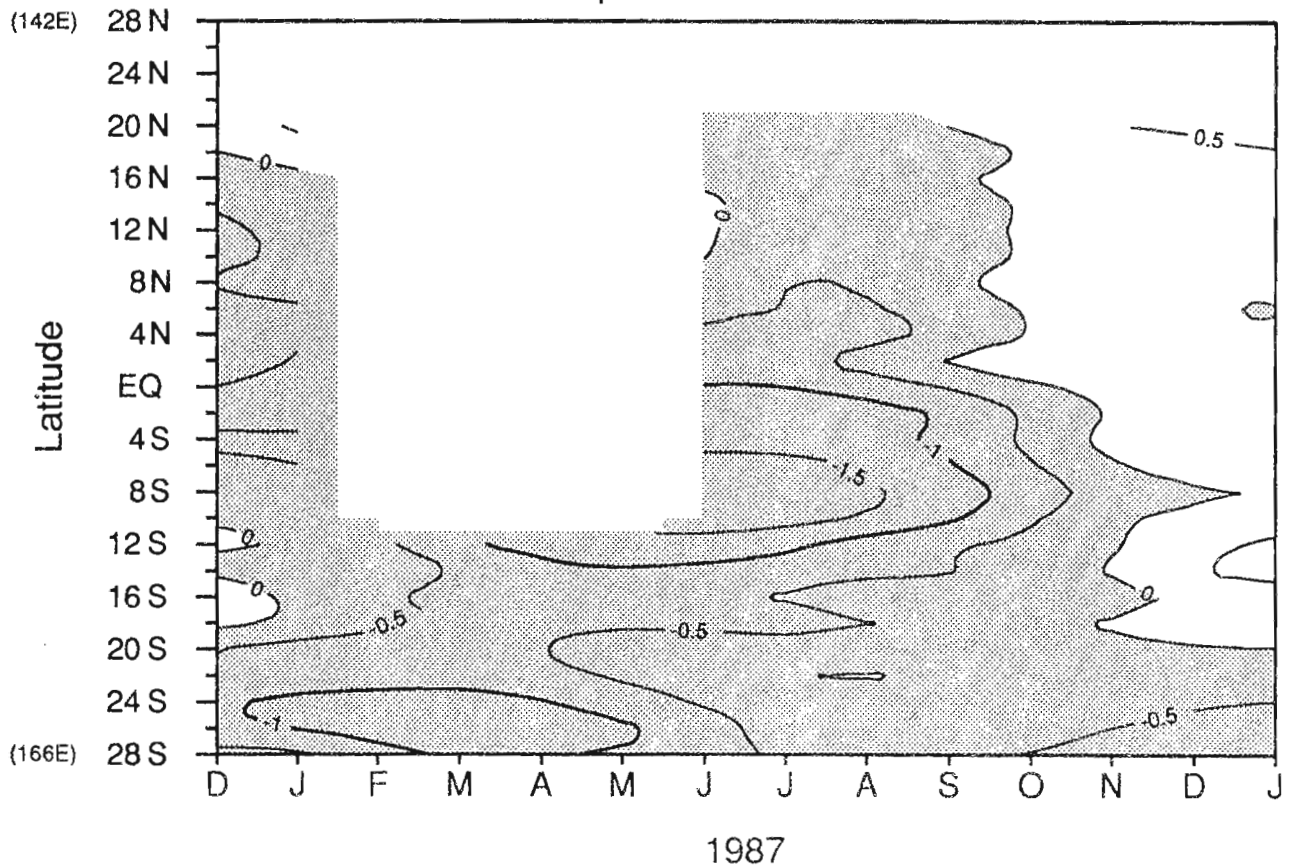
Anomalie de salinite de surface : rail ouest



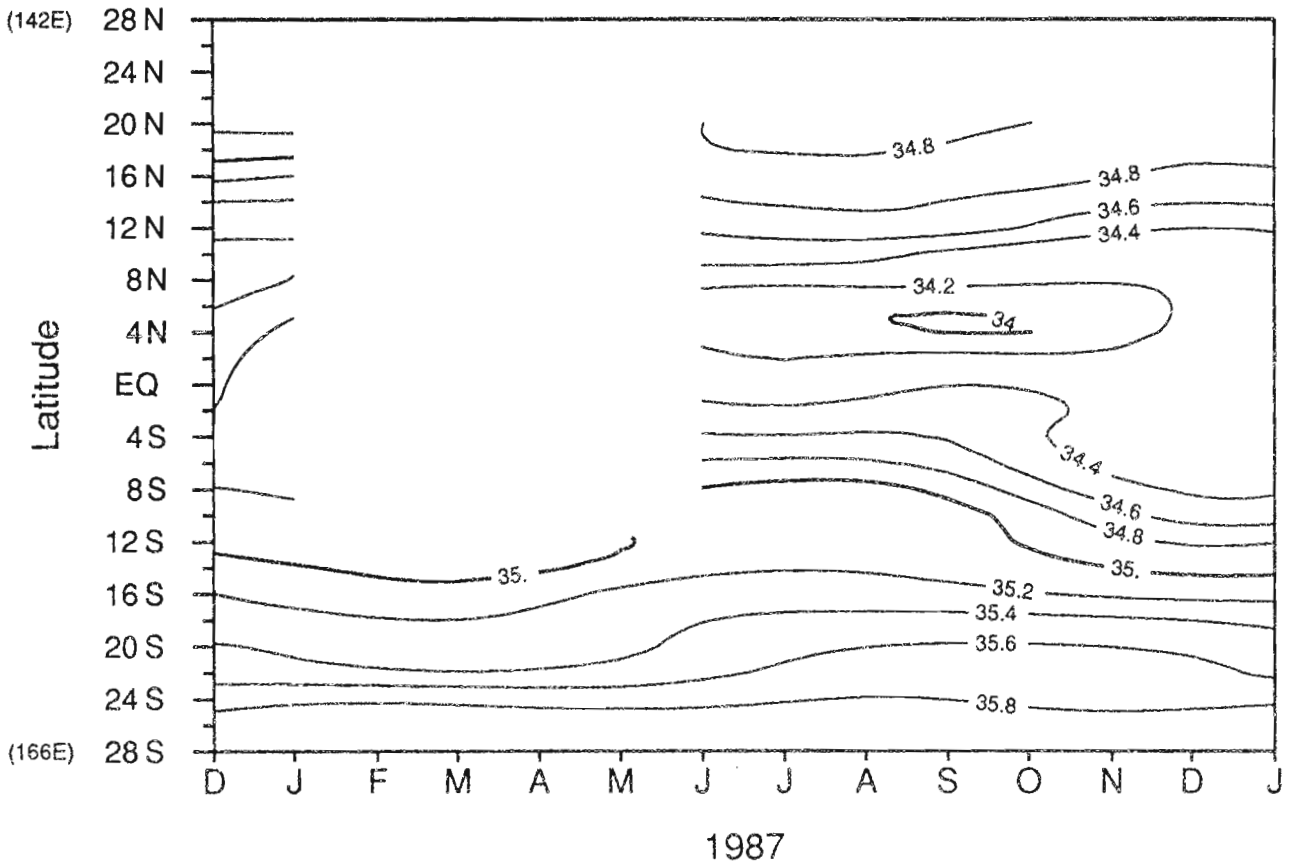
Temperature de surface : rail ouest



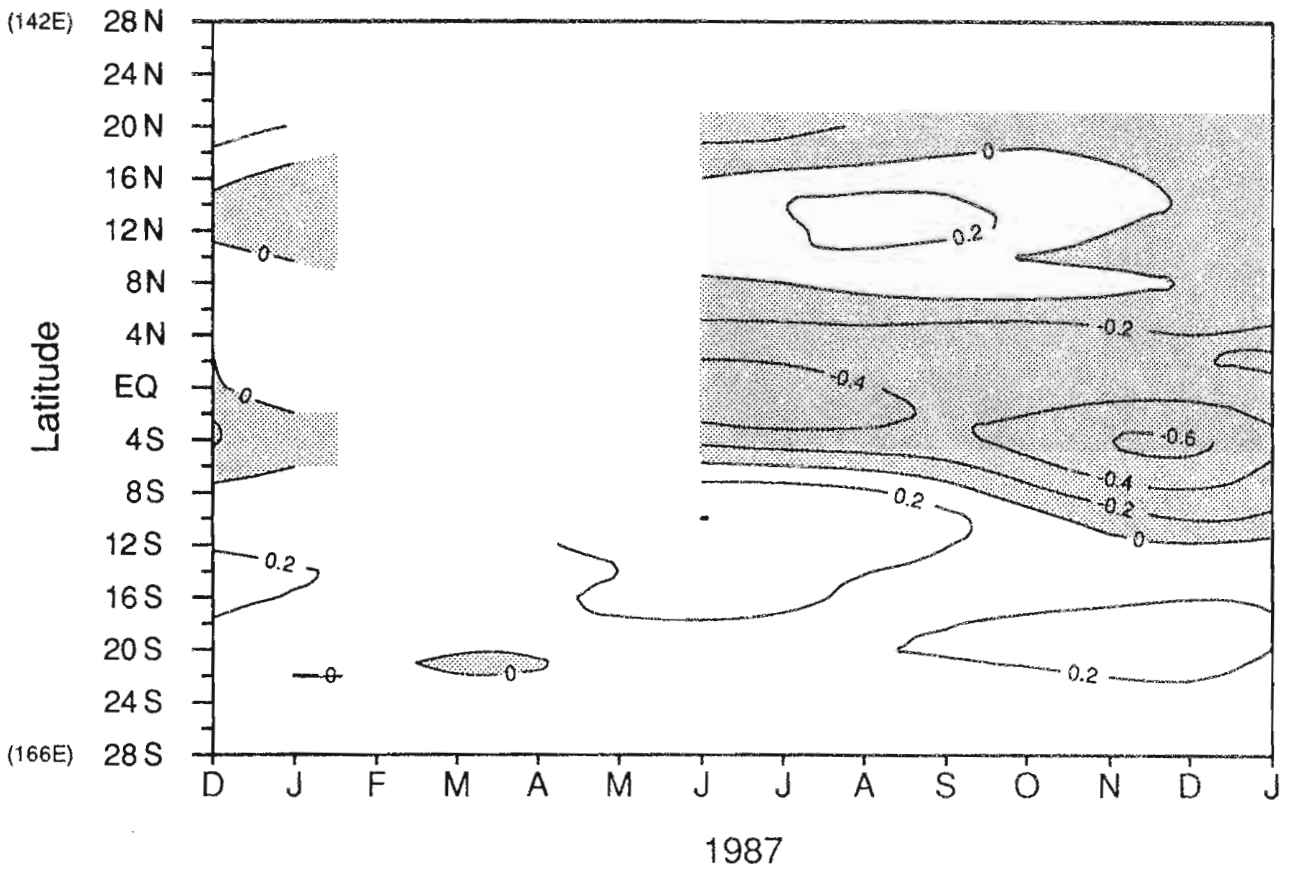
Anomalie de temperature de surface : rail ouest



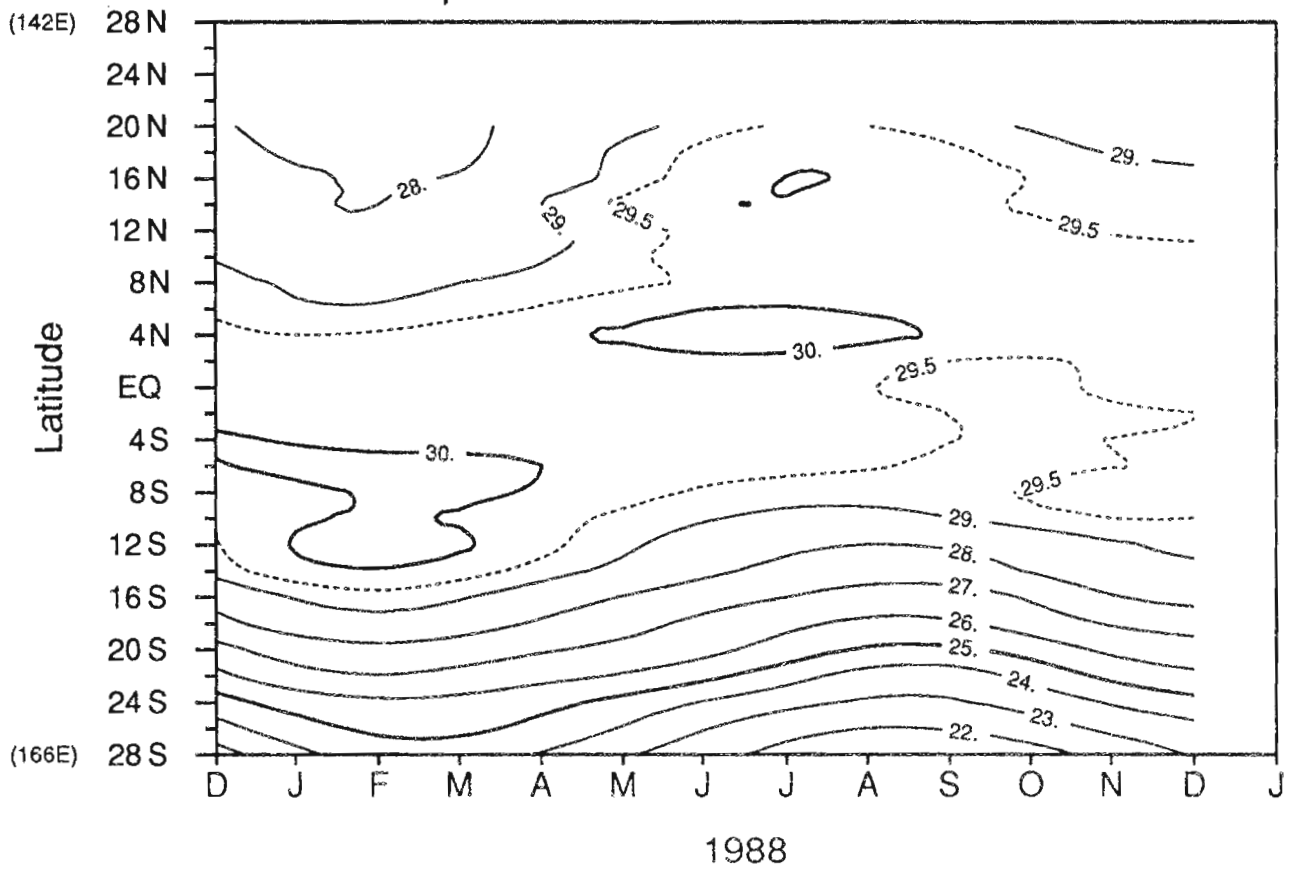
Salinite de surface : rail ouest



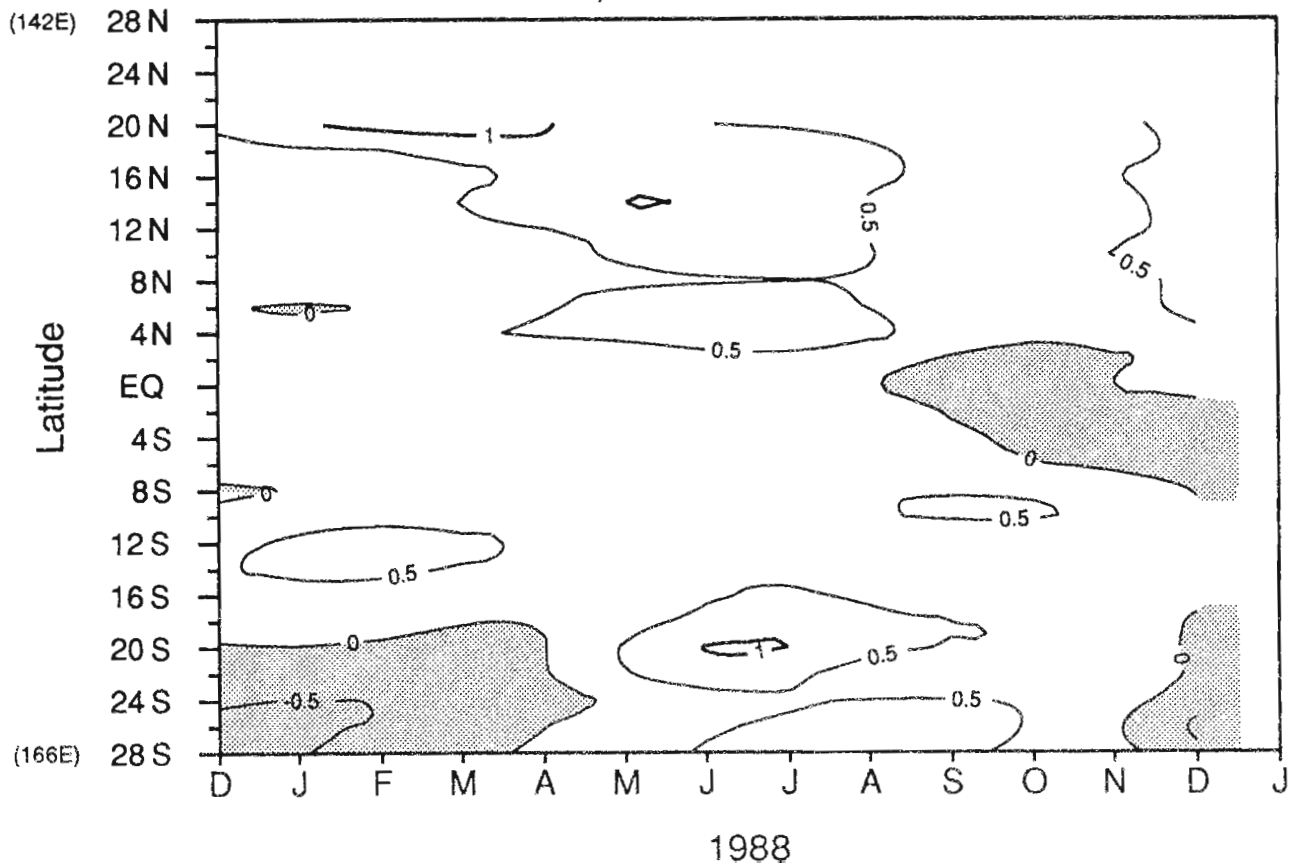
Anomalie de salinite de surface : rail ouest



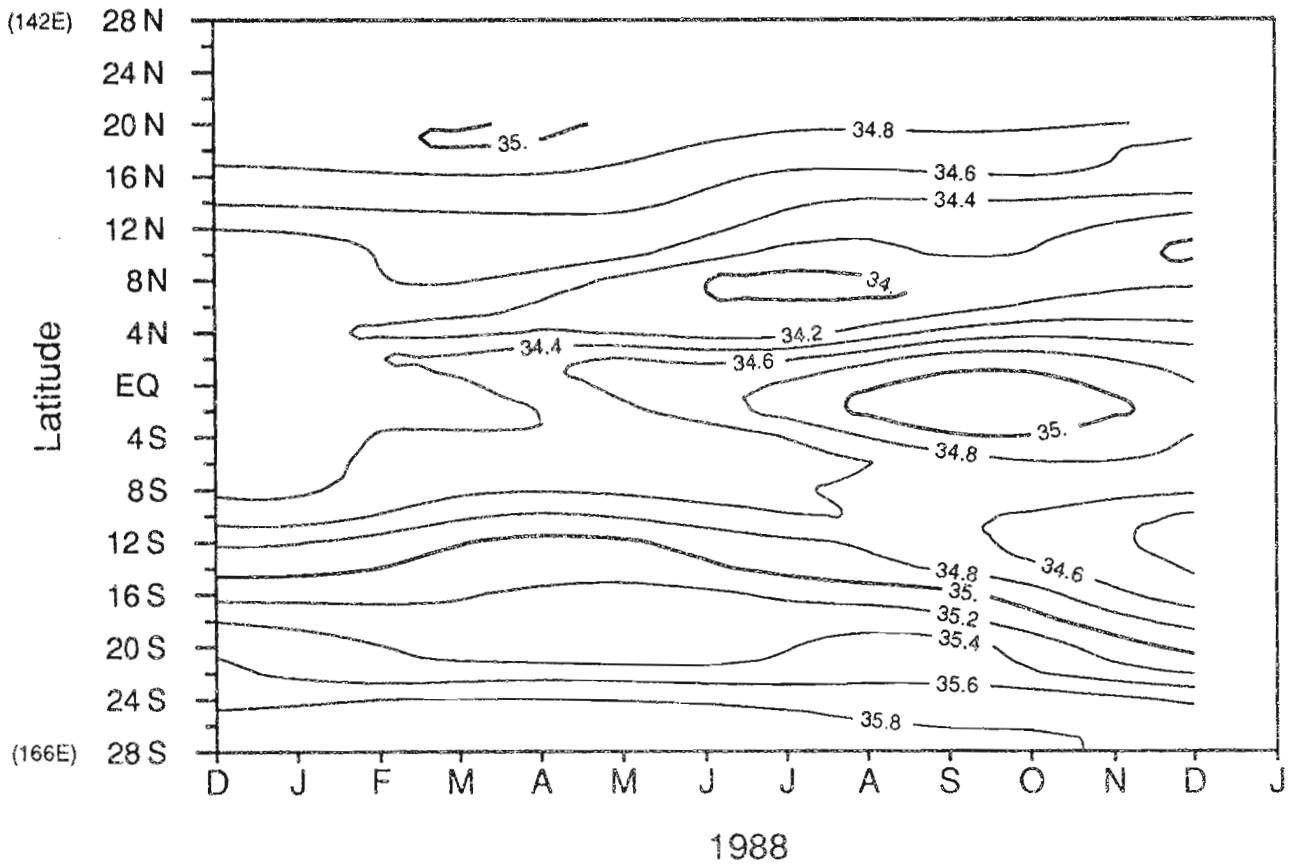
Temperature de surface : rail ouest



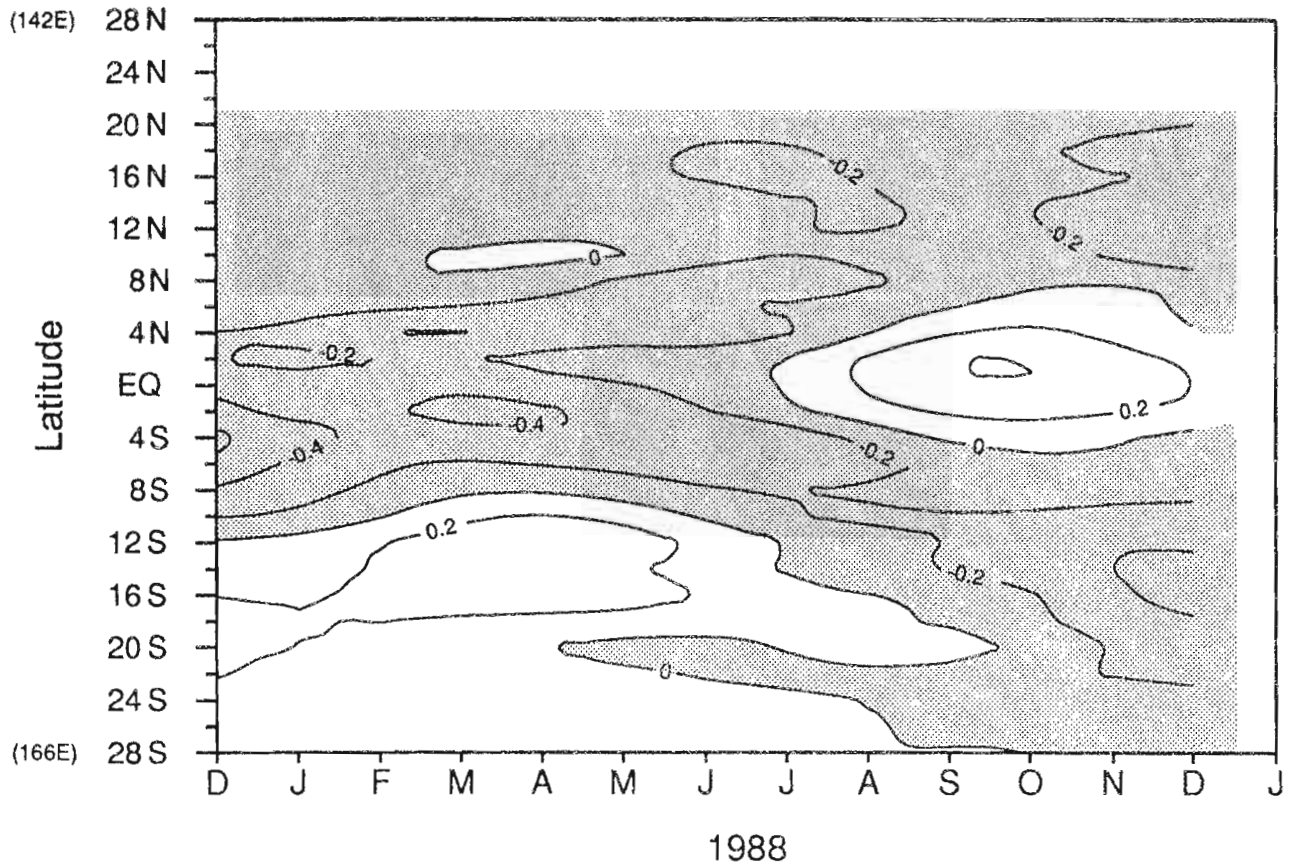
Anomalie de temperature de surface : rail ouest



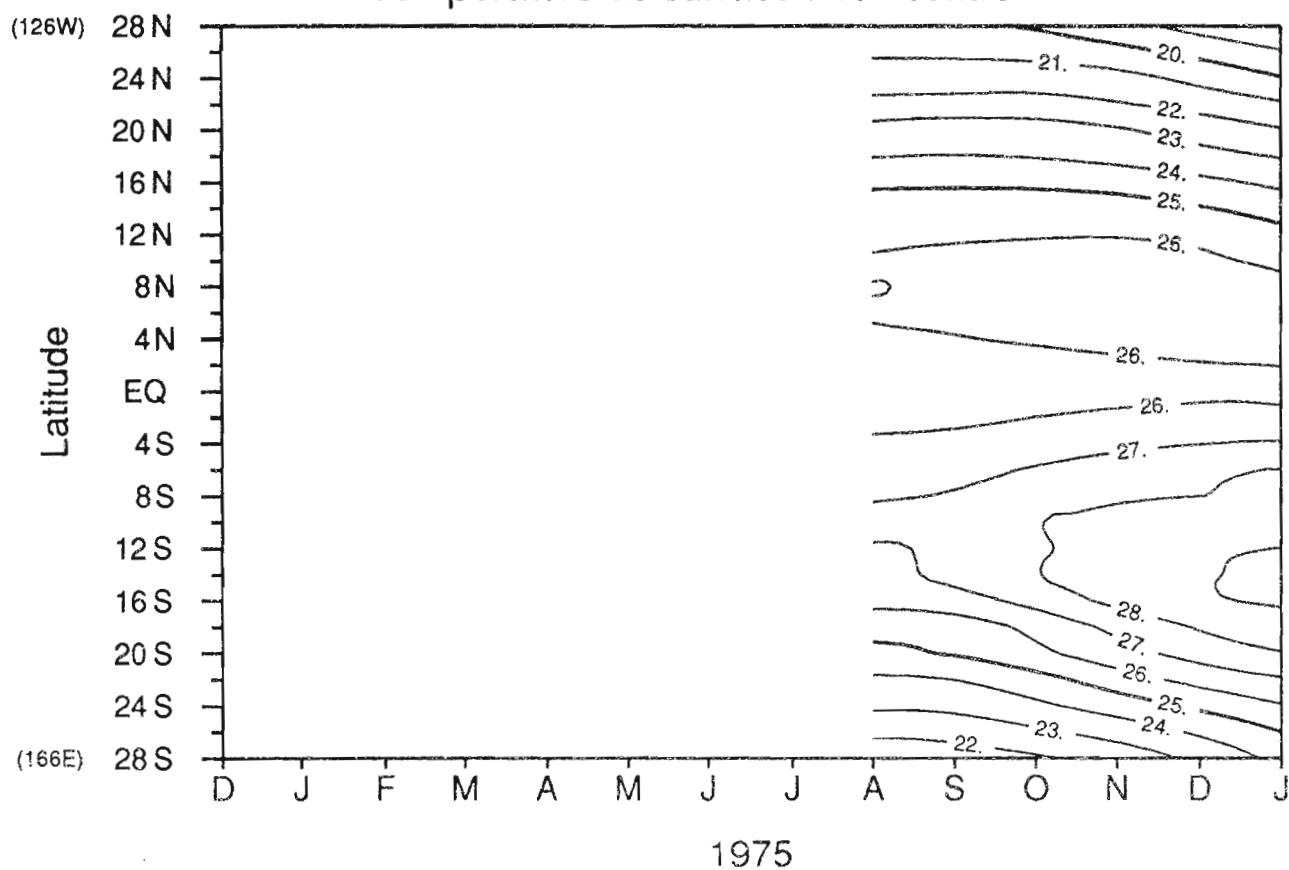
Salinite de surface : rail ouest



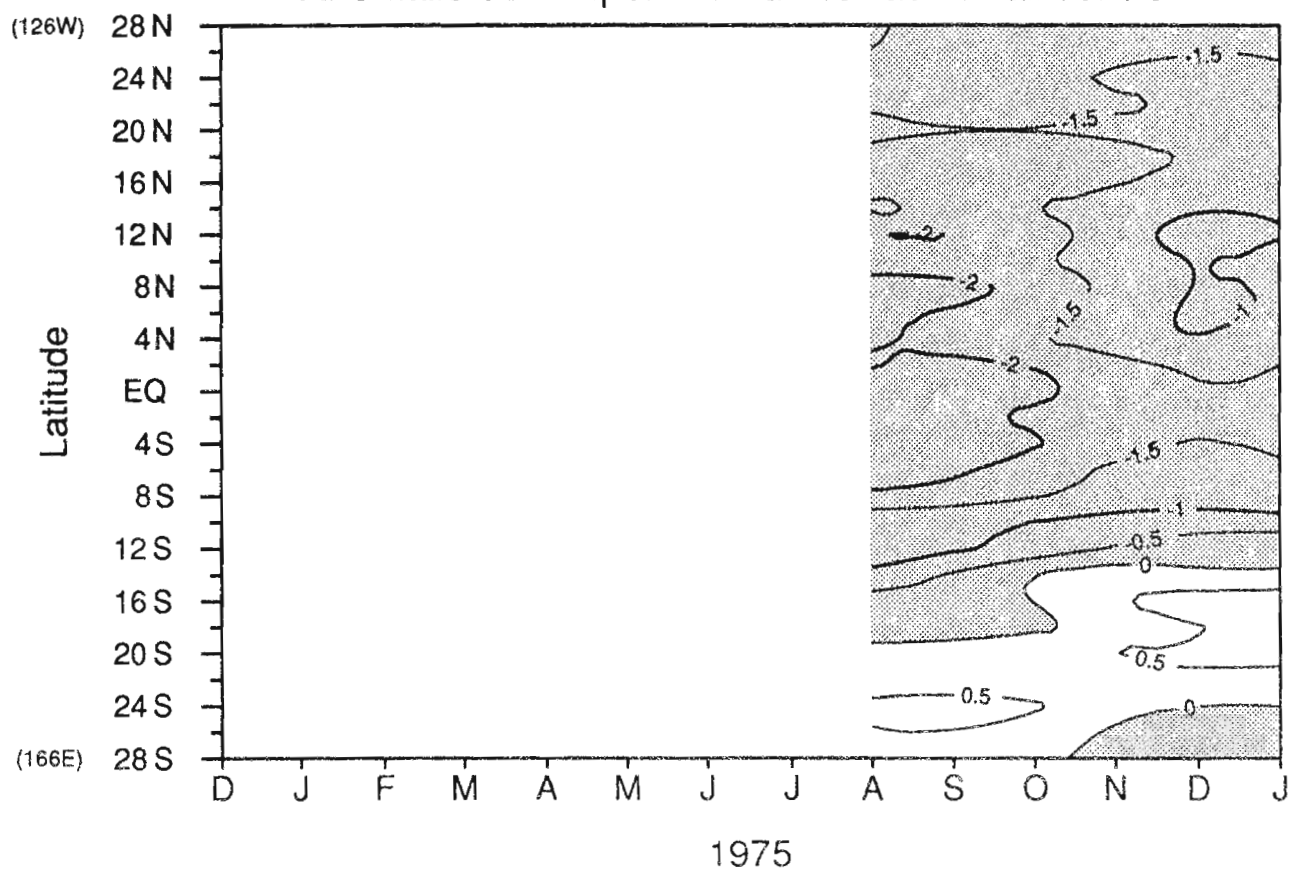
Anomalie de salinite de surface : rail ouest



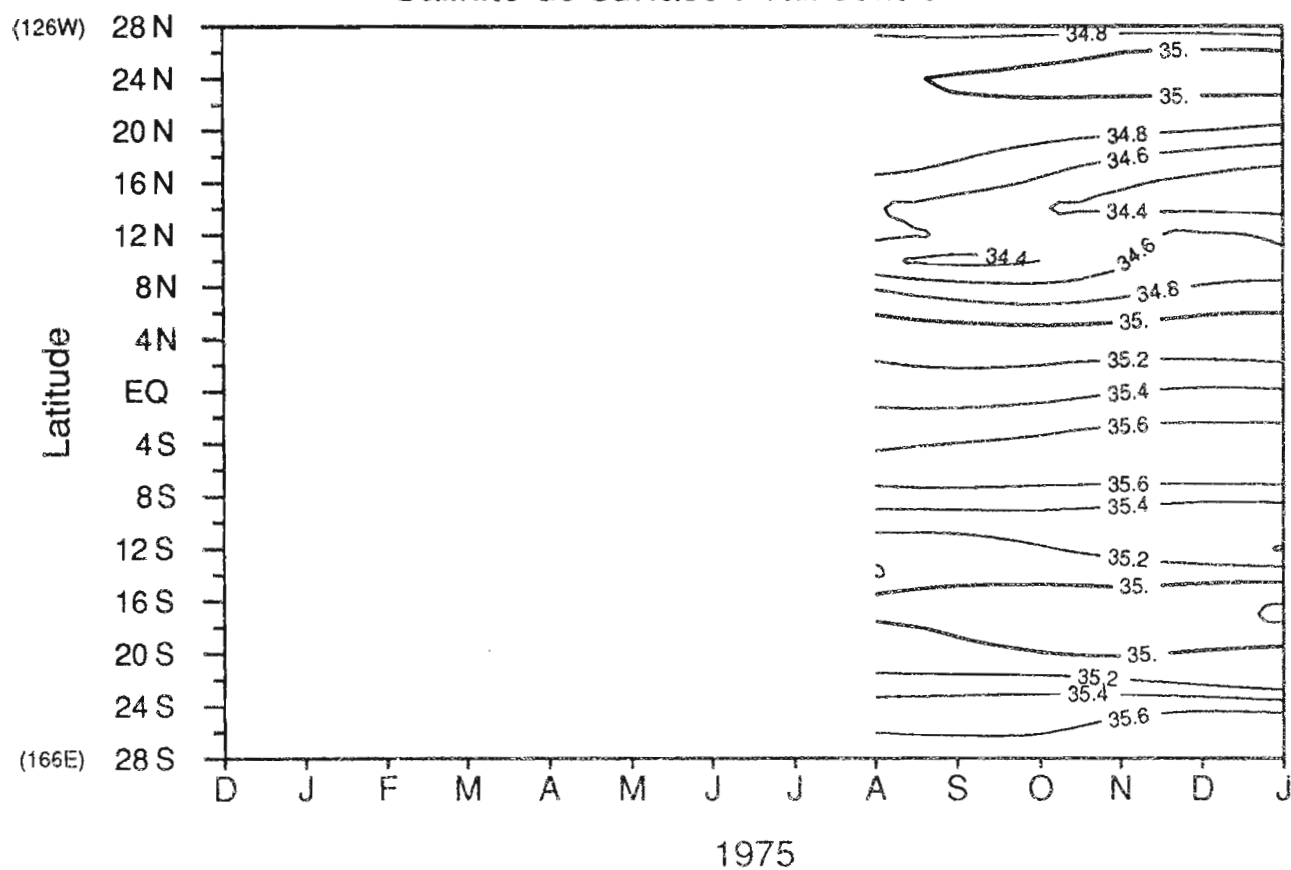
Temperature de surface : rail centre



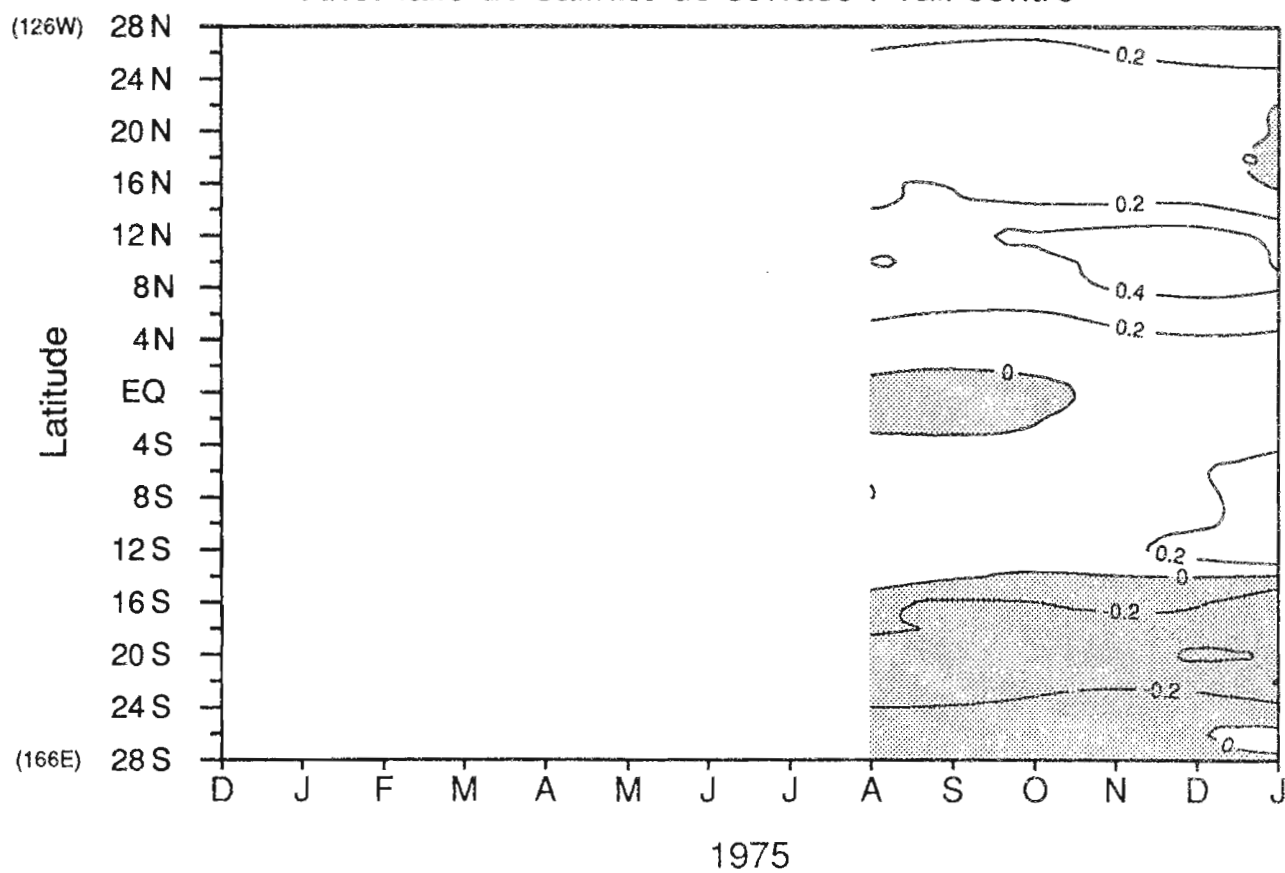
Anomalie de temperature de surface : rail centre



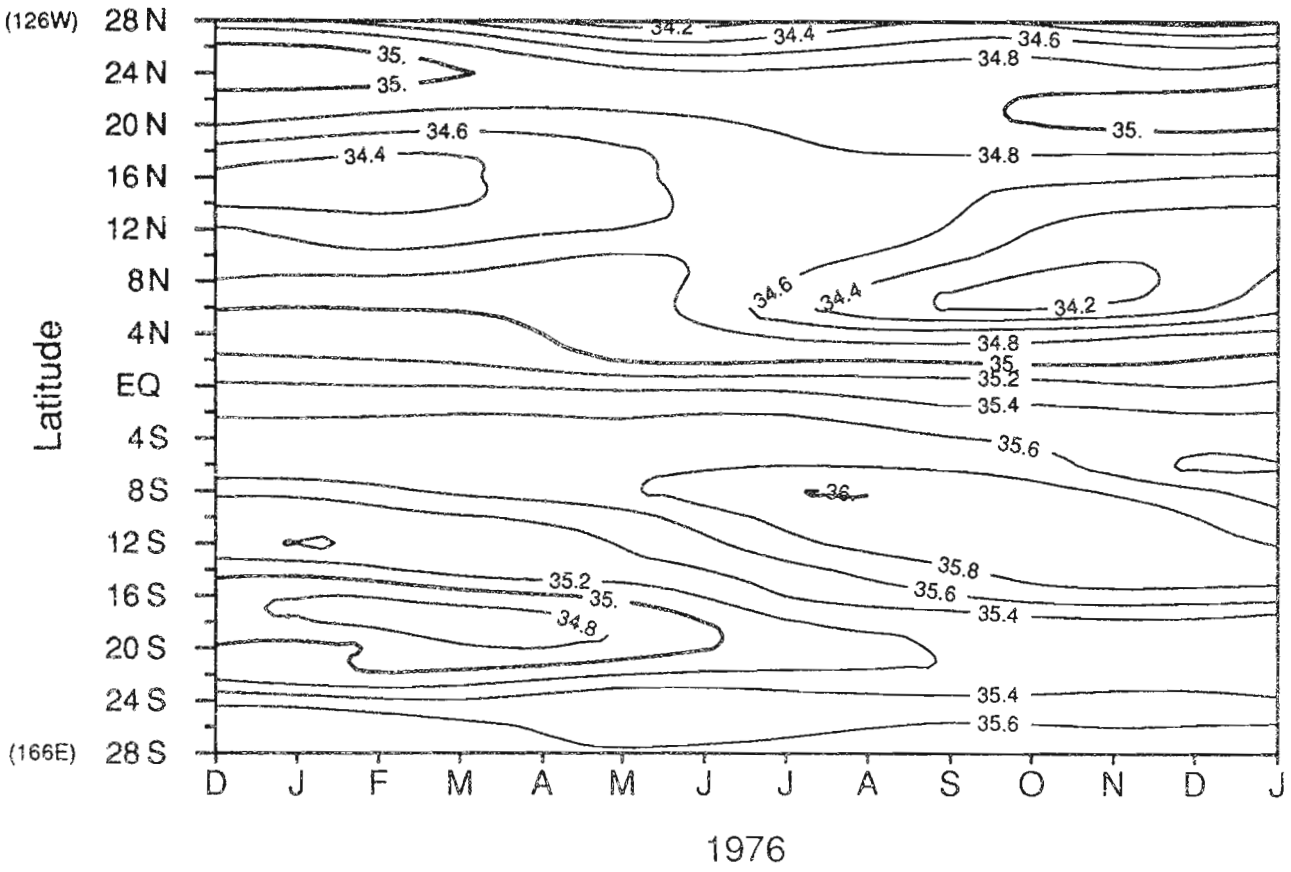
Salinite de surface : rail centre



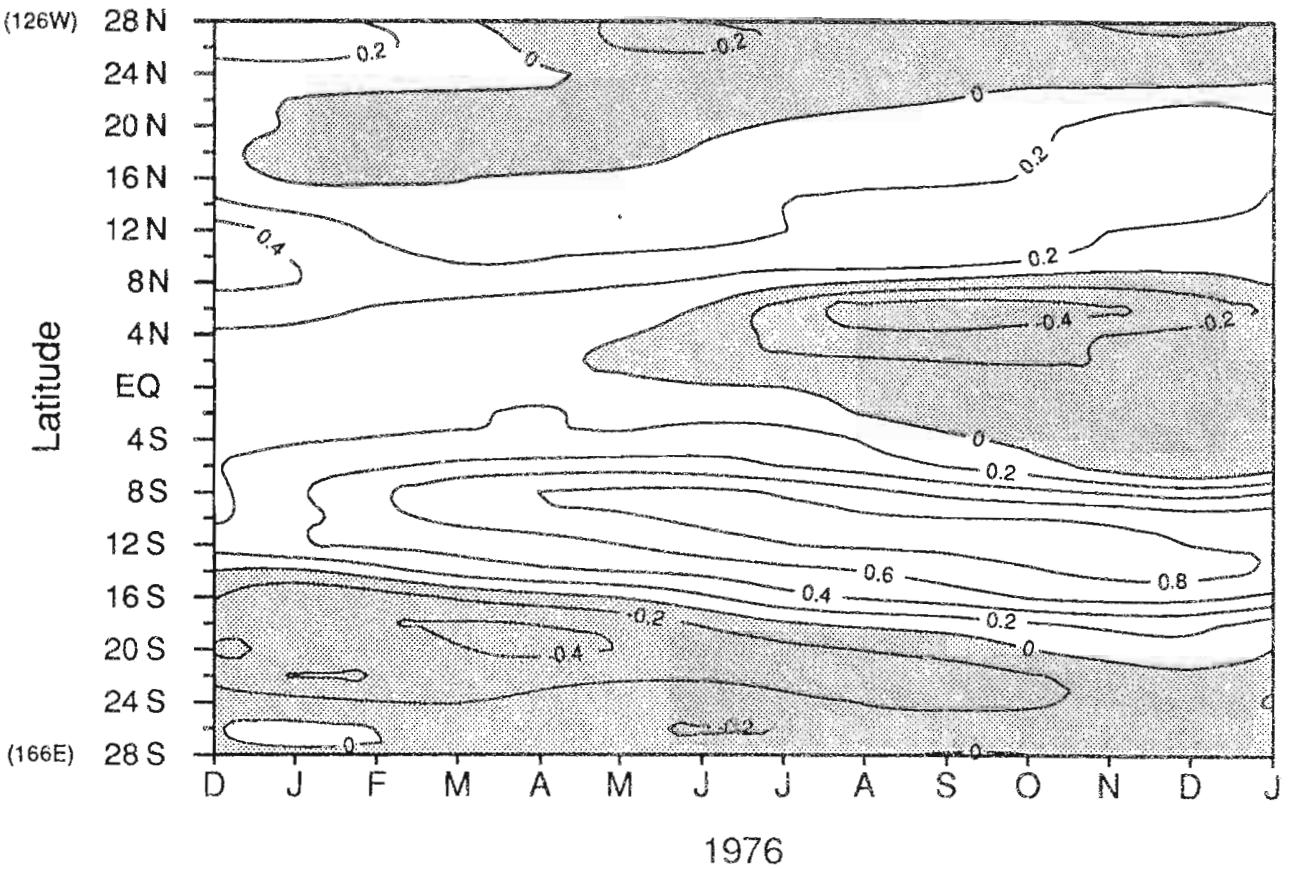
Anomalie de salinite de surface : rail centre



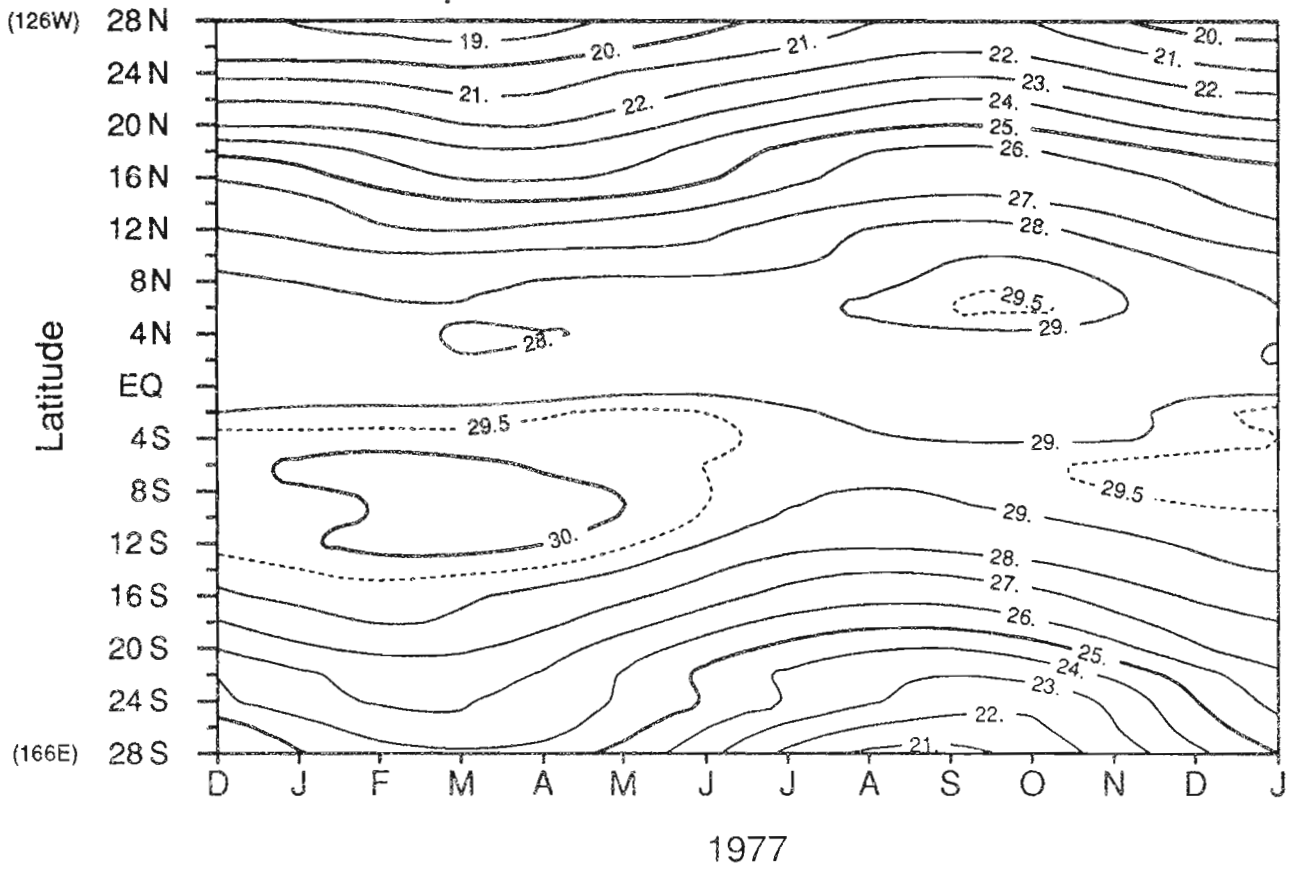
Salinite de surface : rail centre



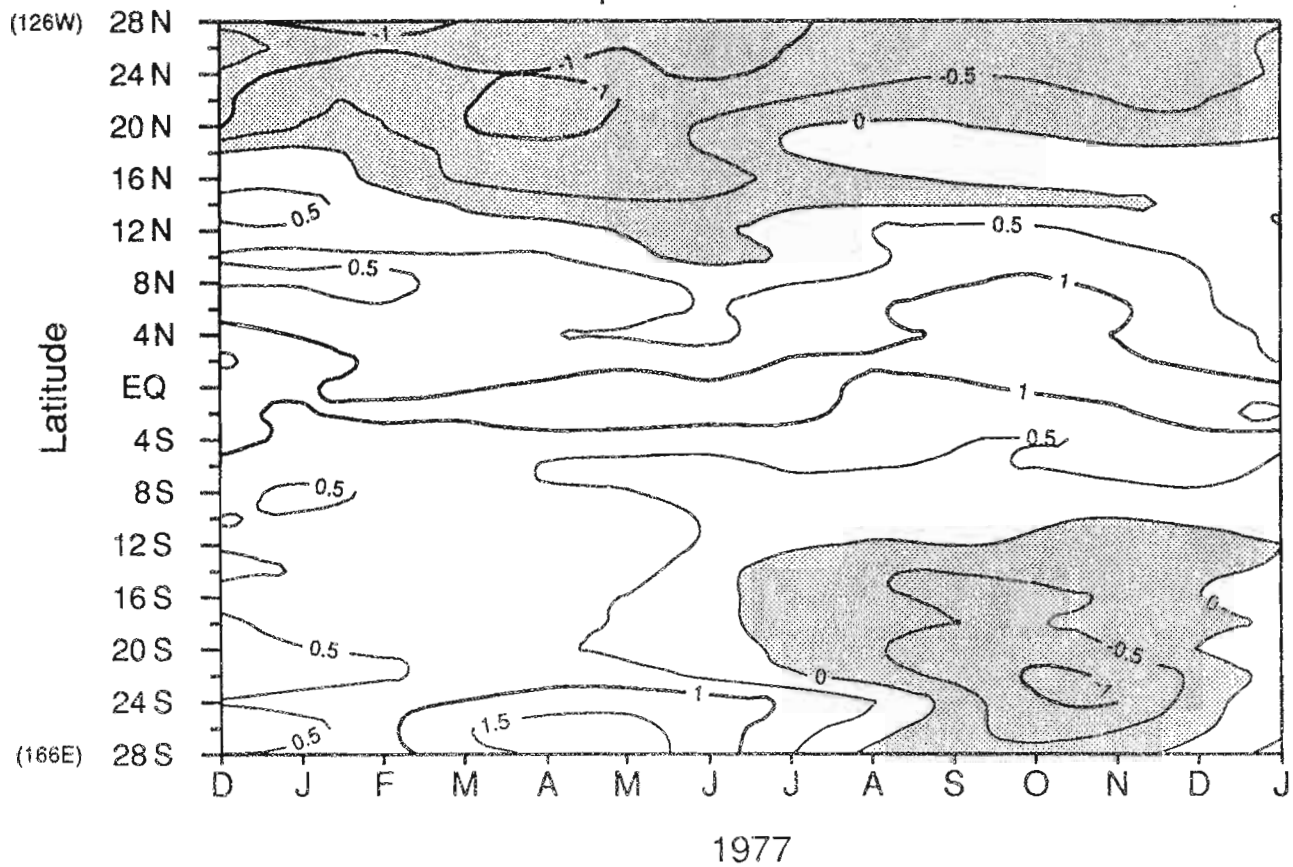
Anomalie de salinite de surface : rail centre



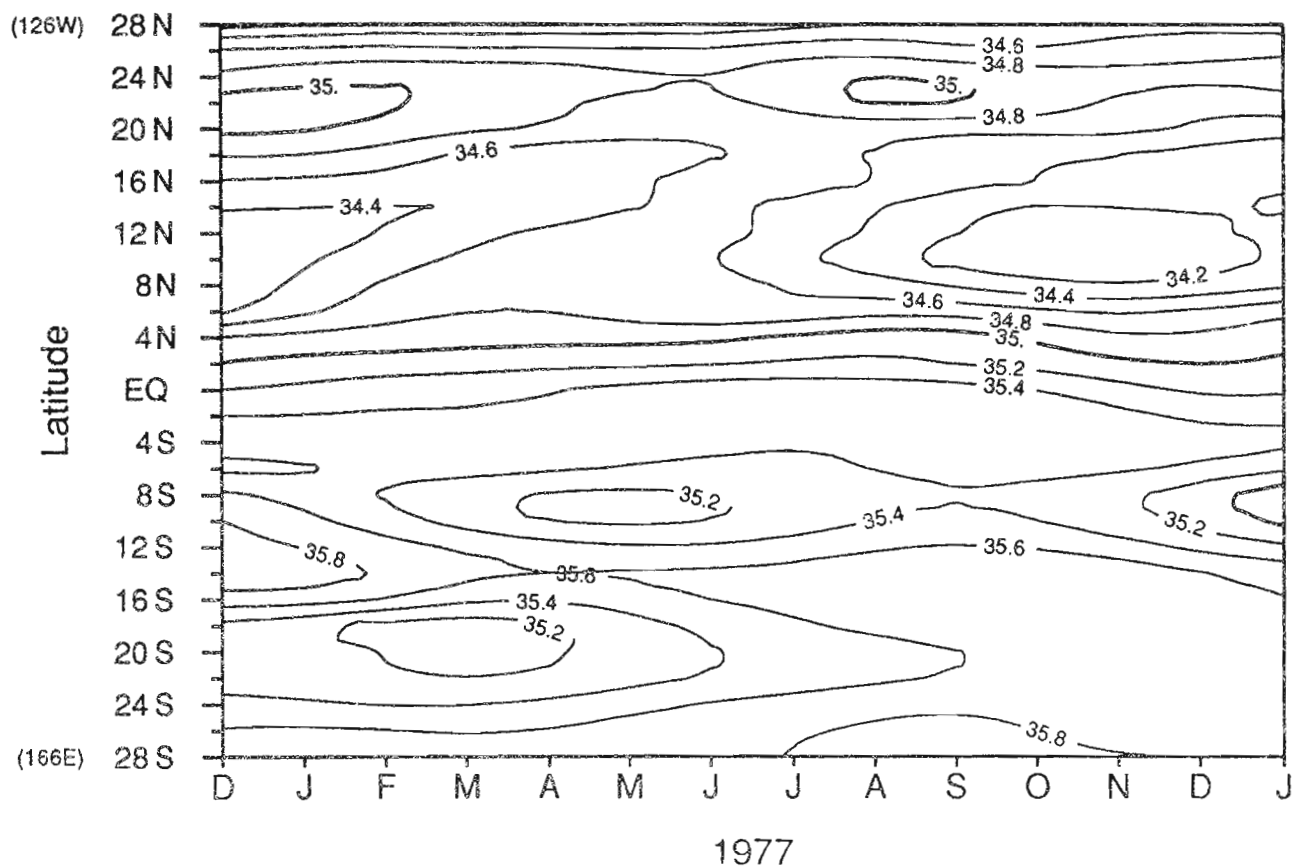
Temperature de surface : rail centre



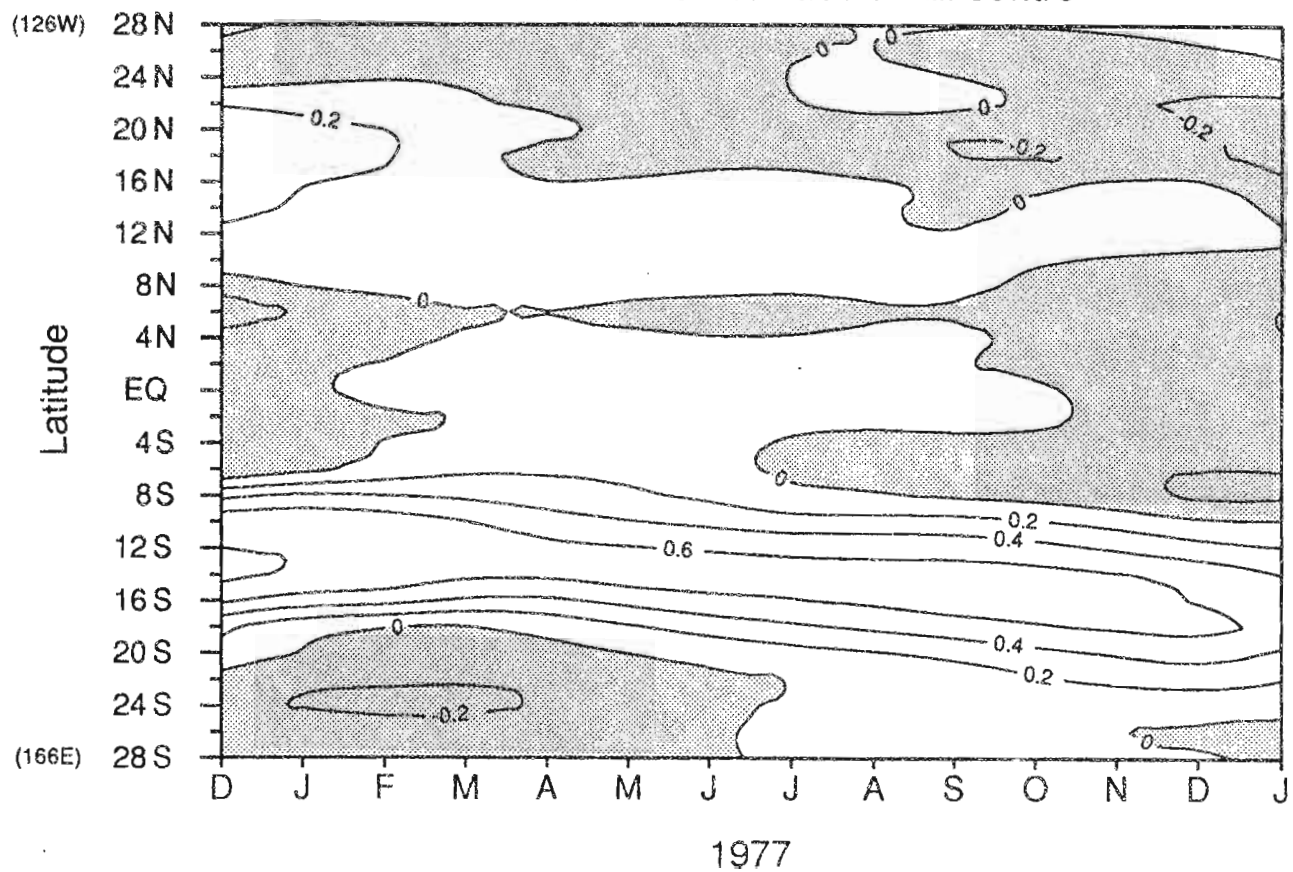
Anomalie de temperature de surface : rail centre



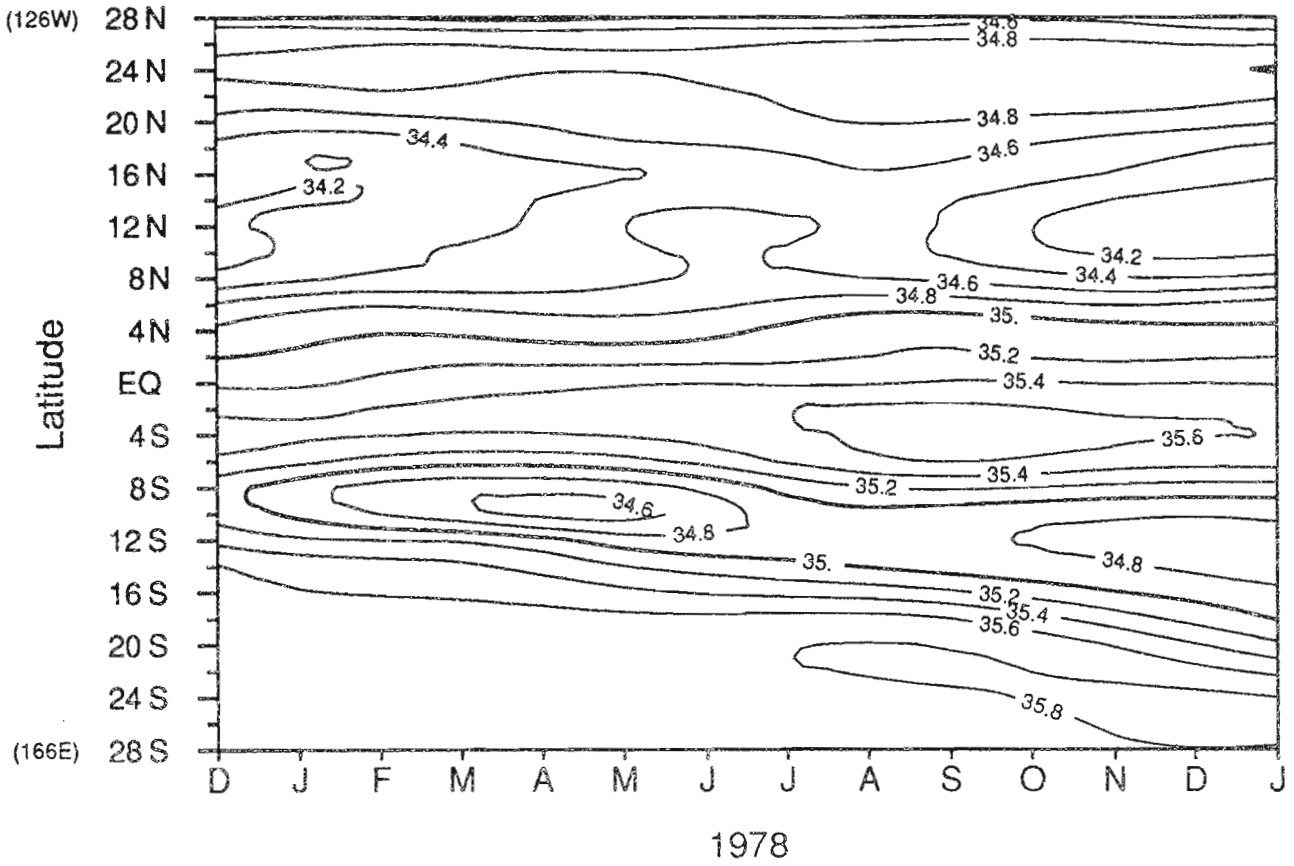
Salinite de surface : rail centre



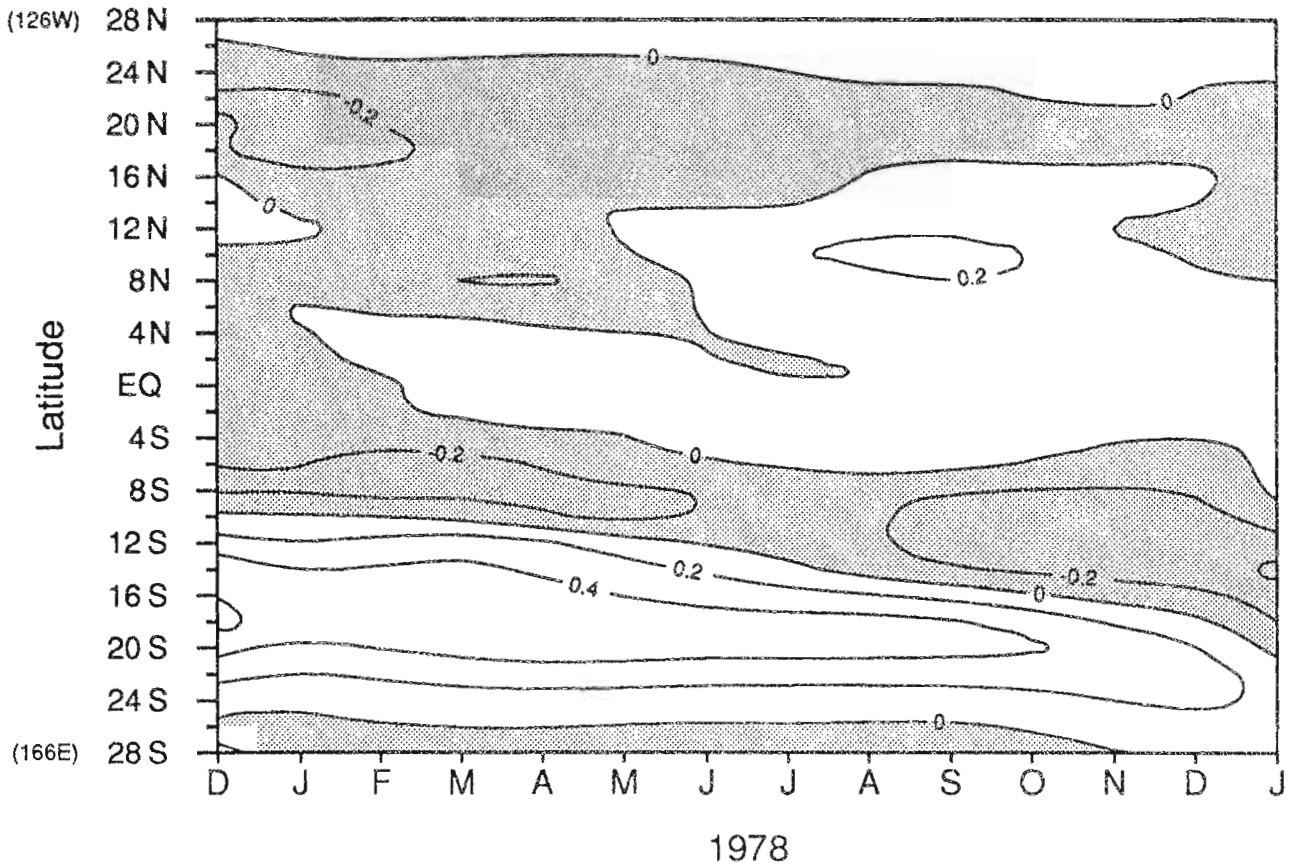
Anomalie de salinite de surface : rail centre



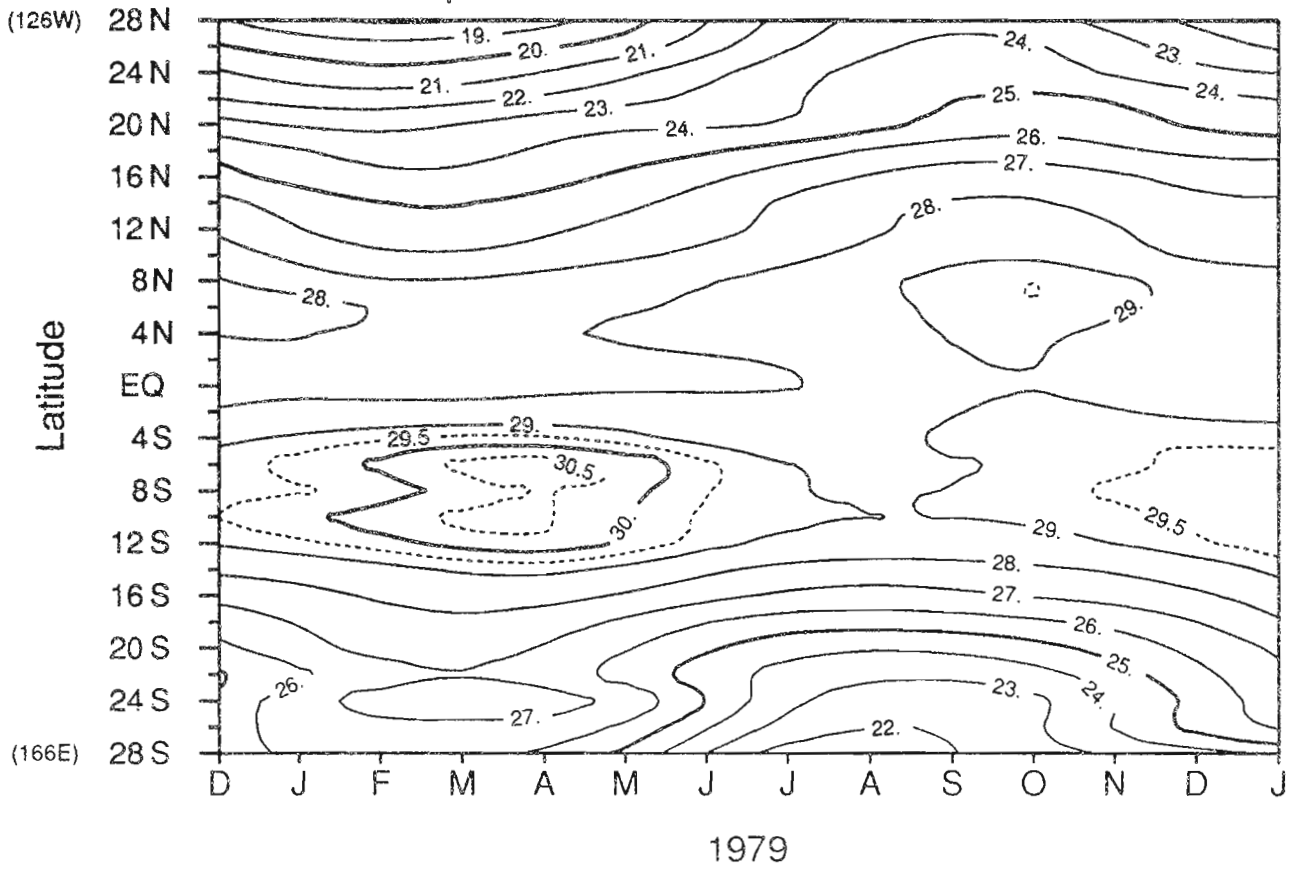
Salinite de surface : rail centre



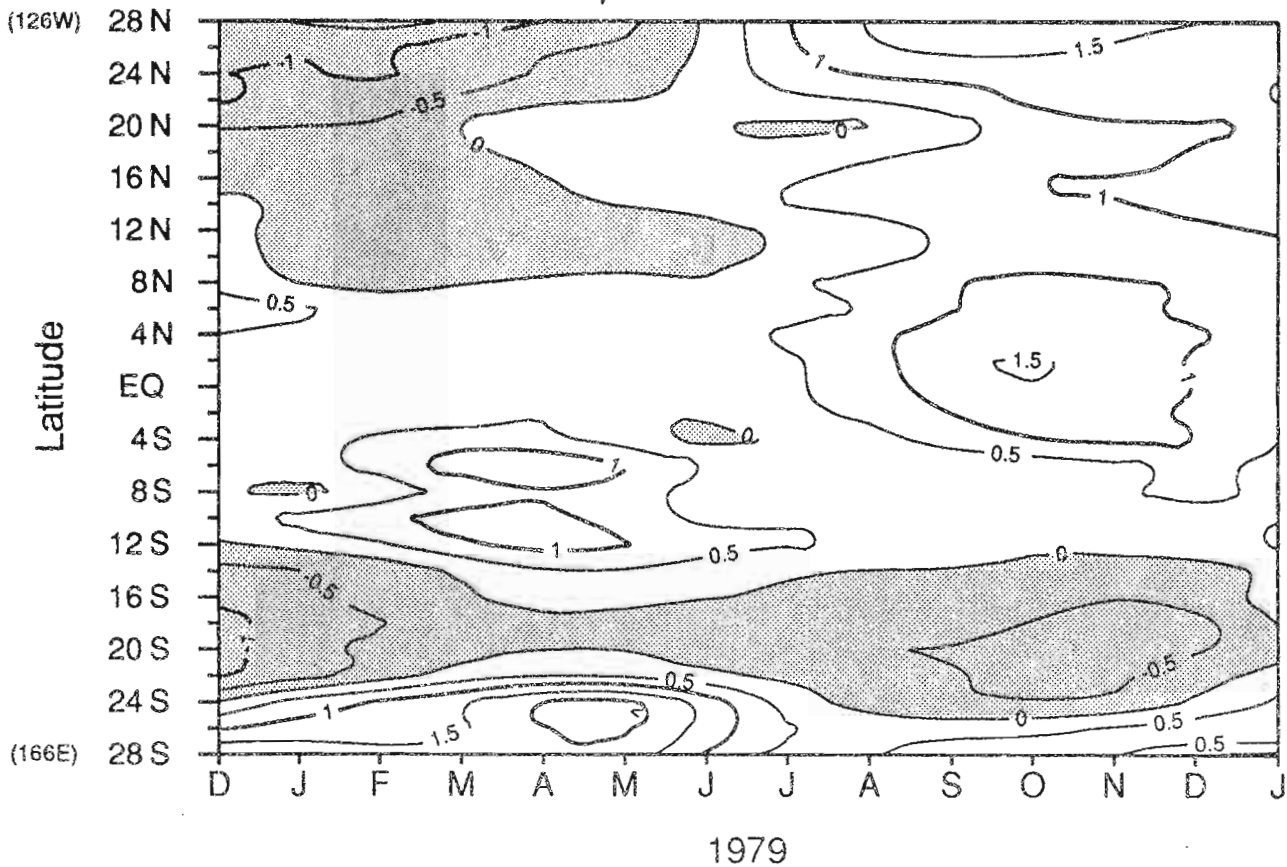
Anomalie de salinite de surface : rail centre



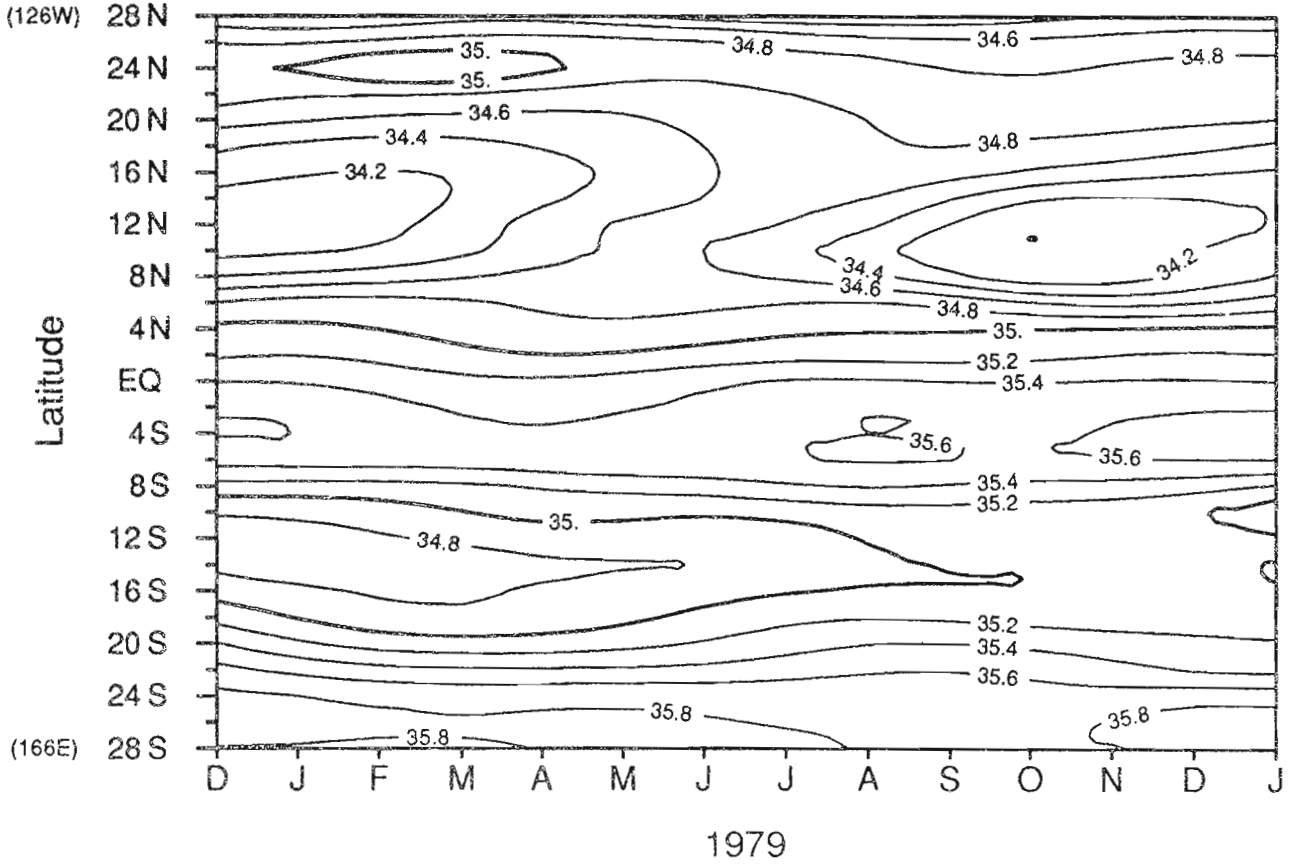
Temperature de surface : rail centre



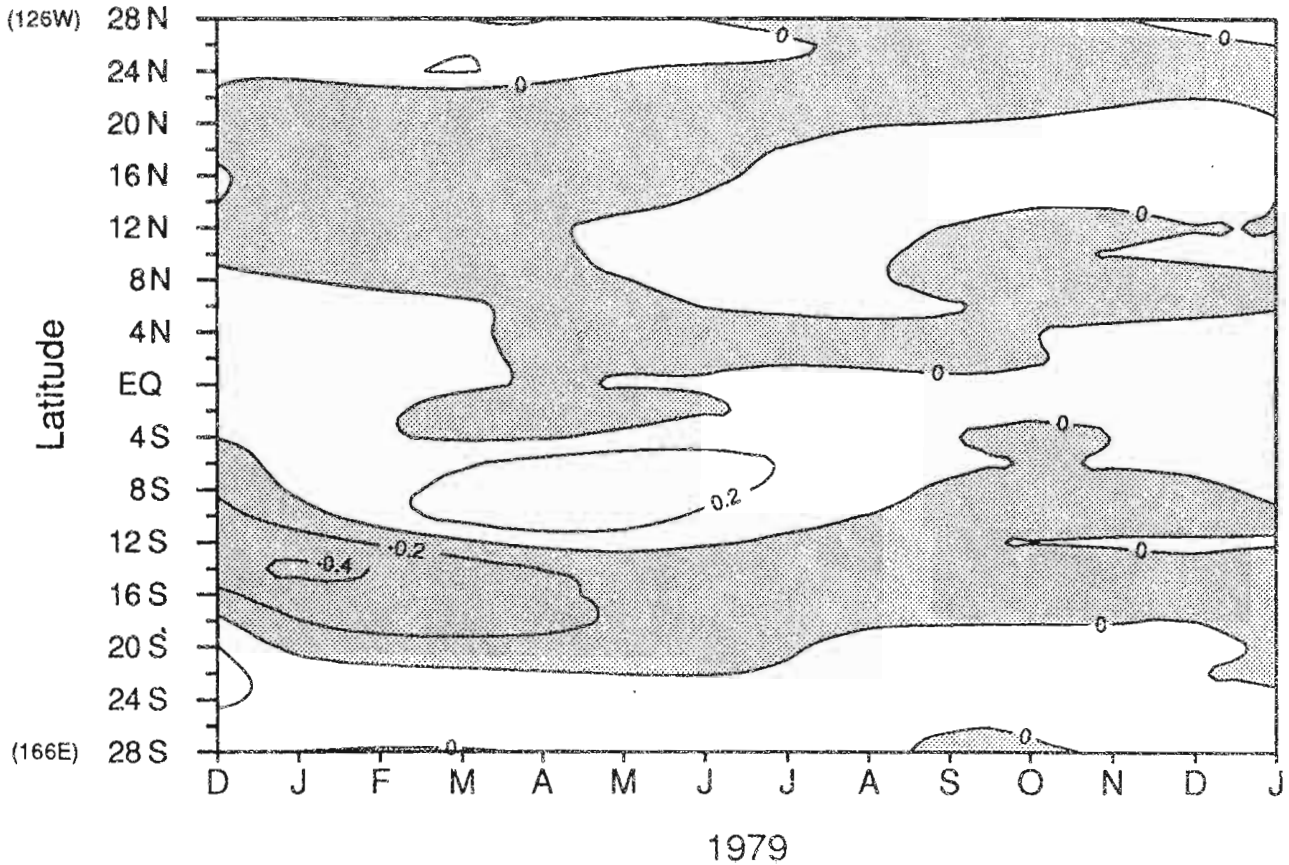
Anomalie de temperature de surface : rail centre



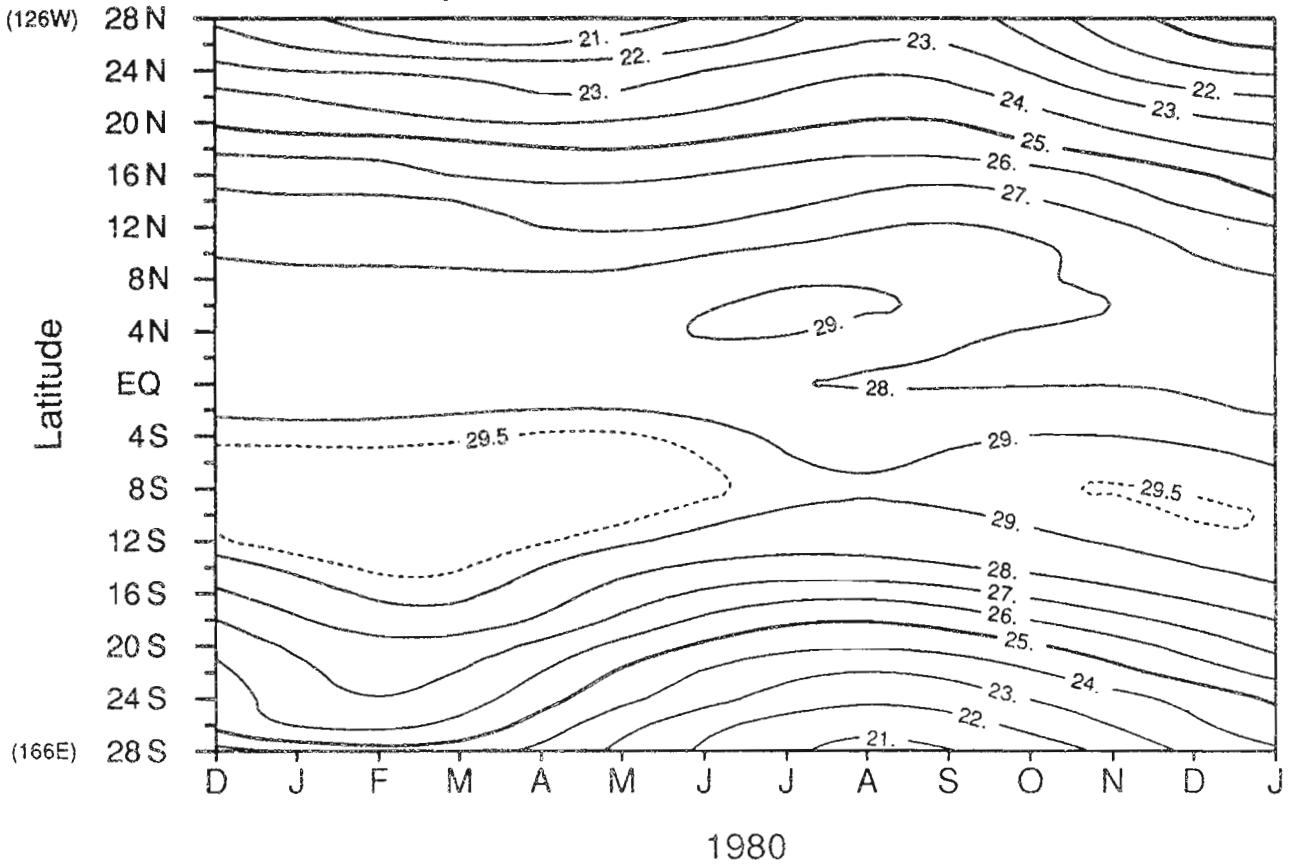
Salinite de surface : rail centre



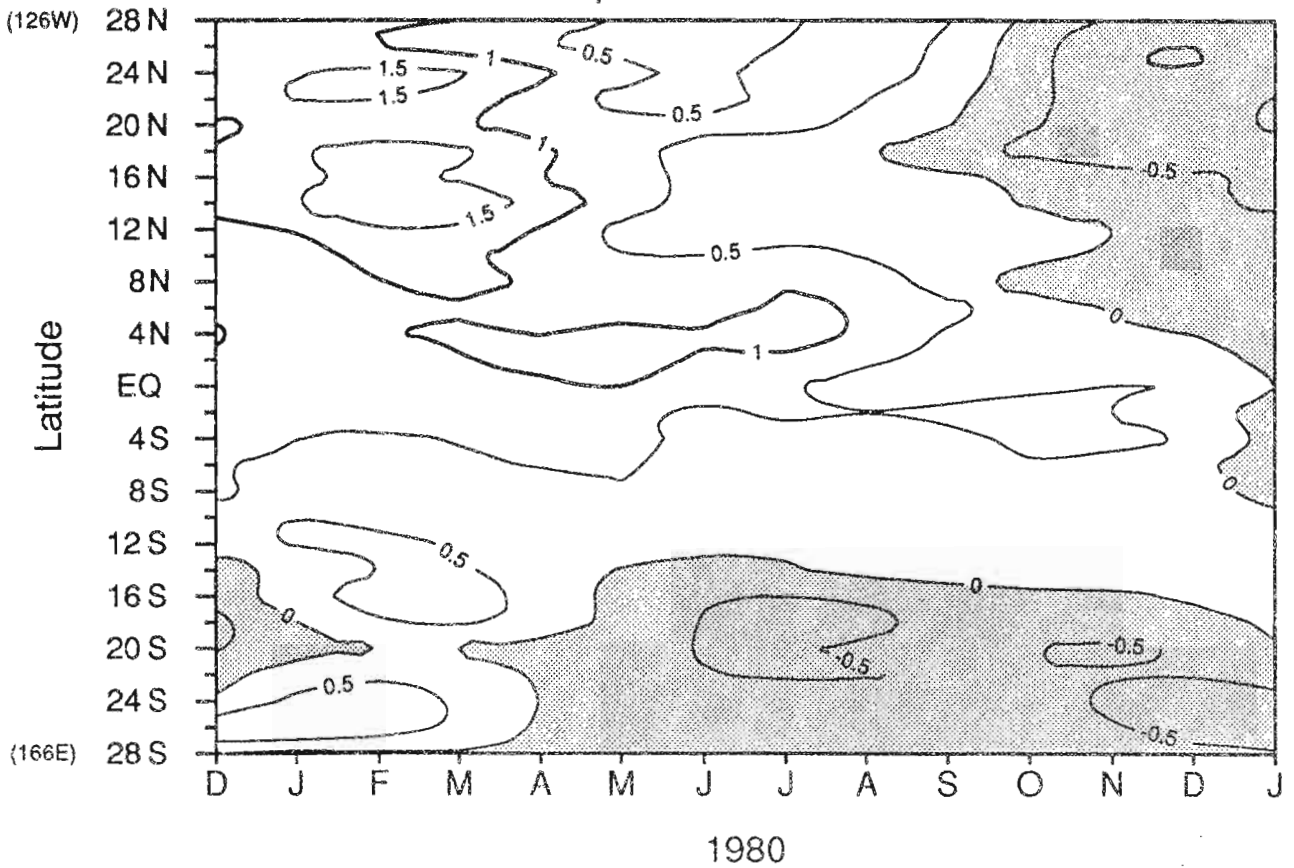
Anomalie de salinite de surface : rail centre



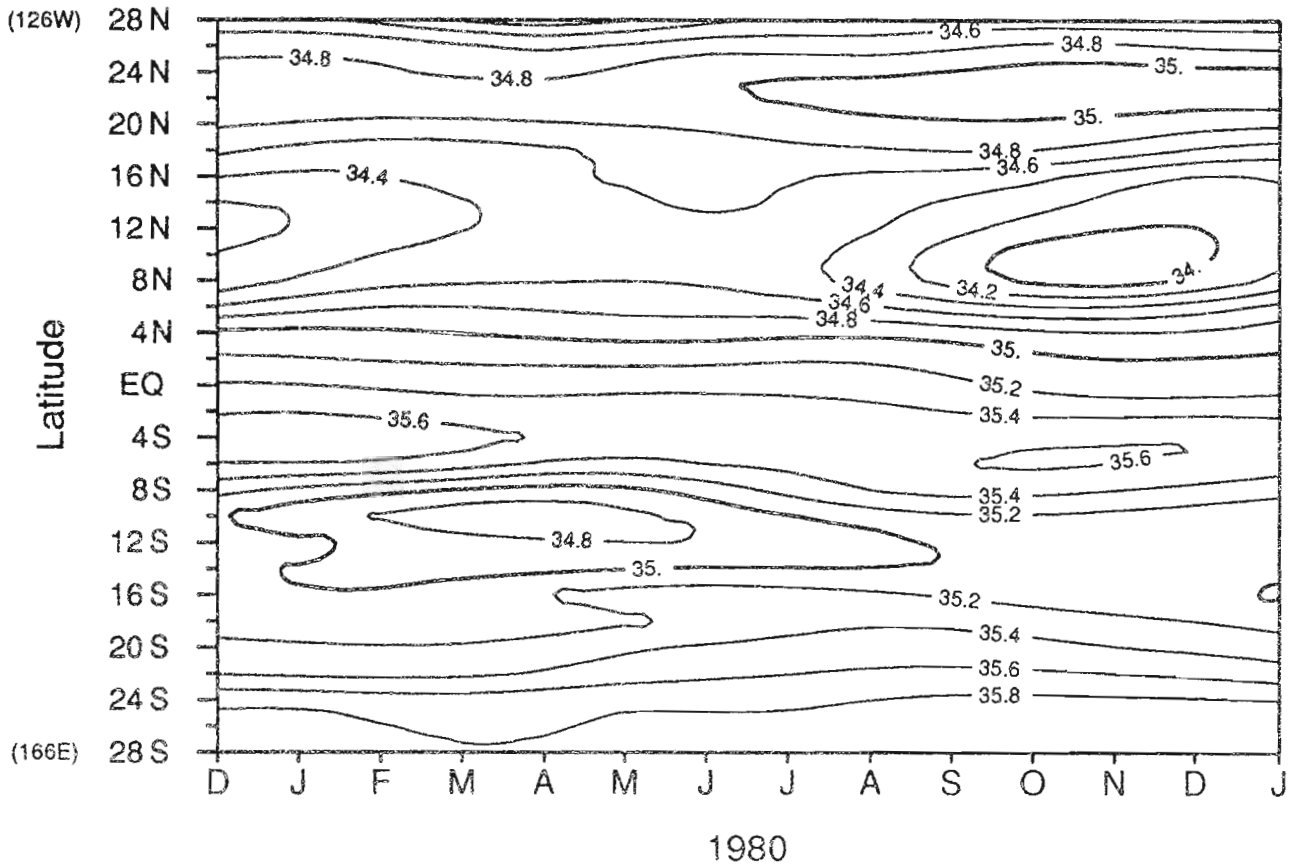
Temperature de surface : rail centre



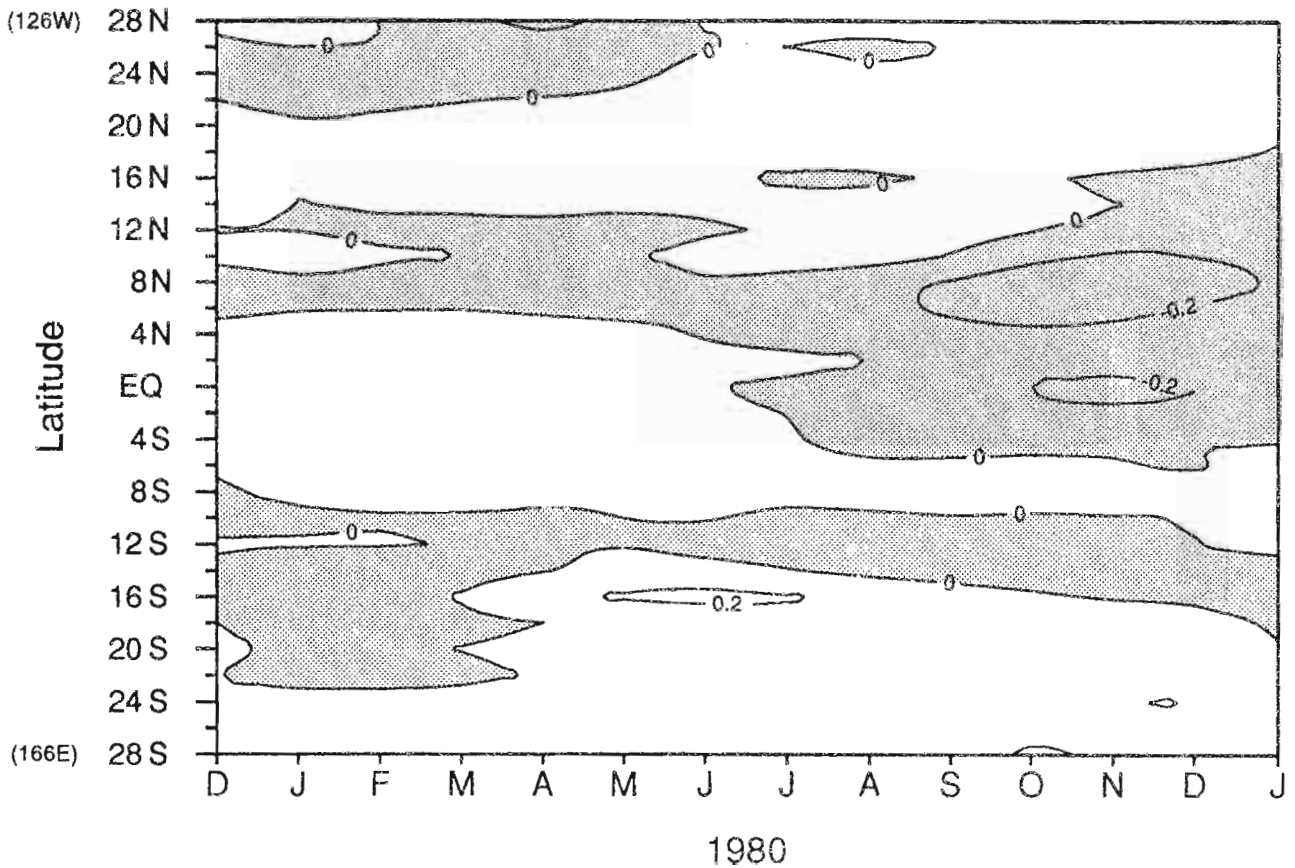
Anomalie de temperature de surface : rail centre



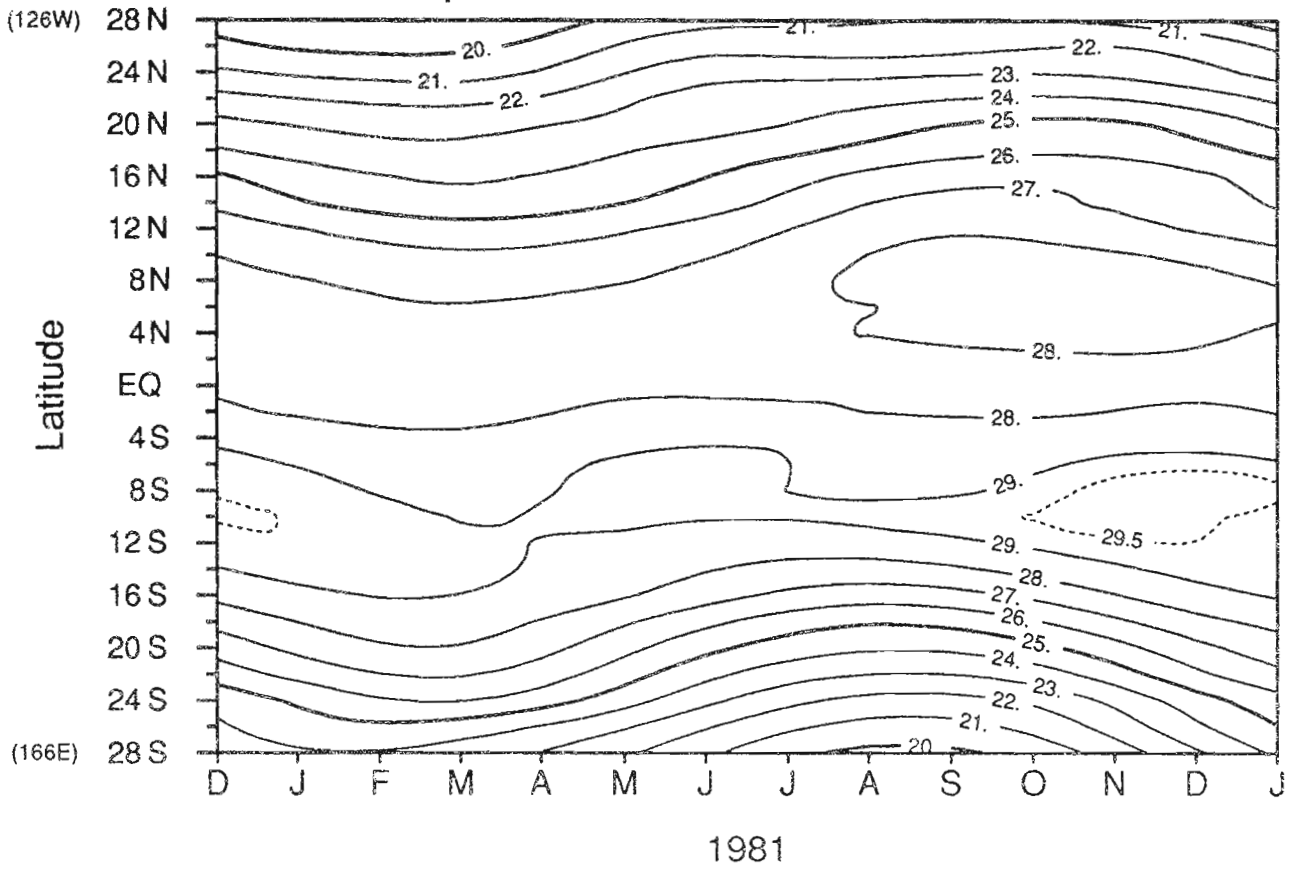
Salinite de surface : rail centre



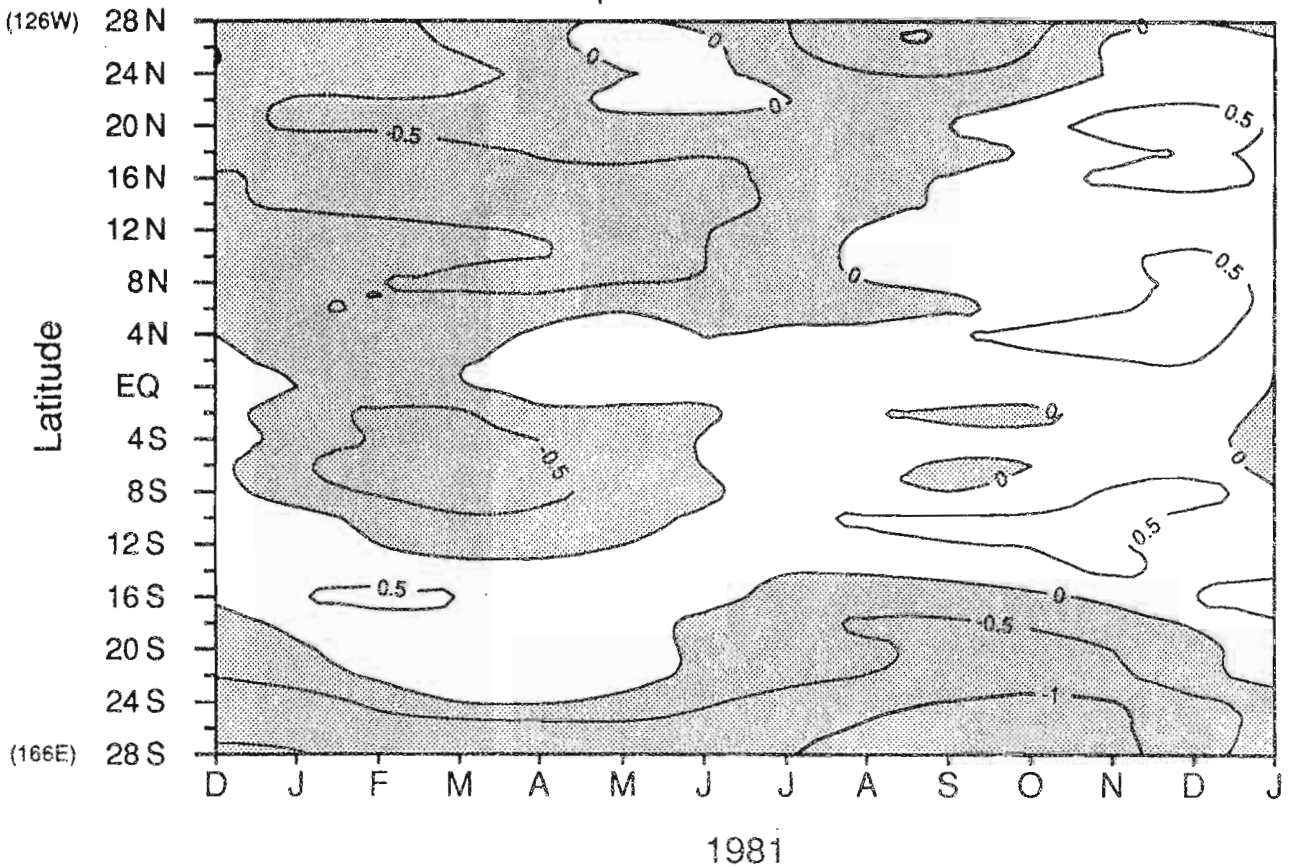
Anomalie de salinite de surface : rail centre



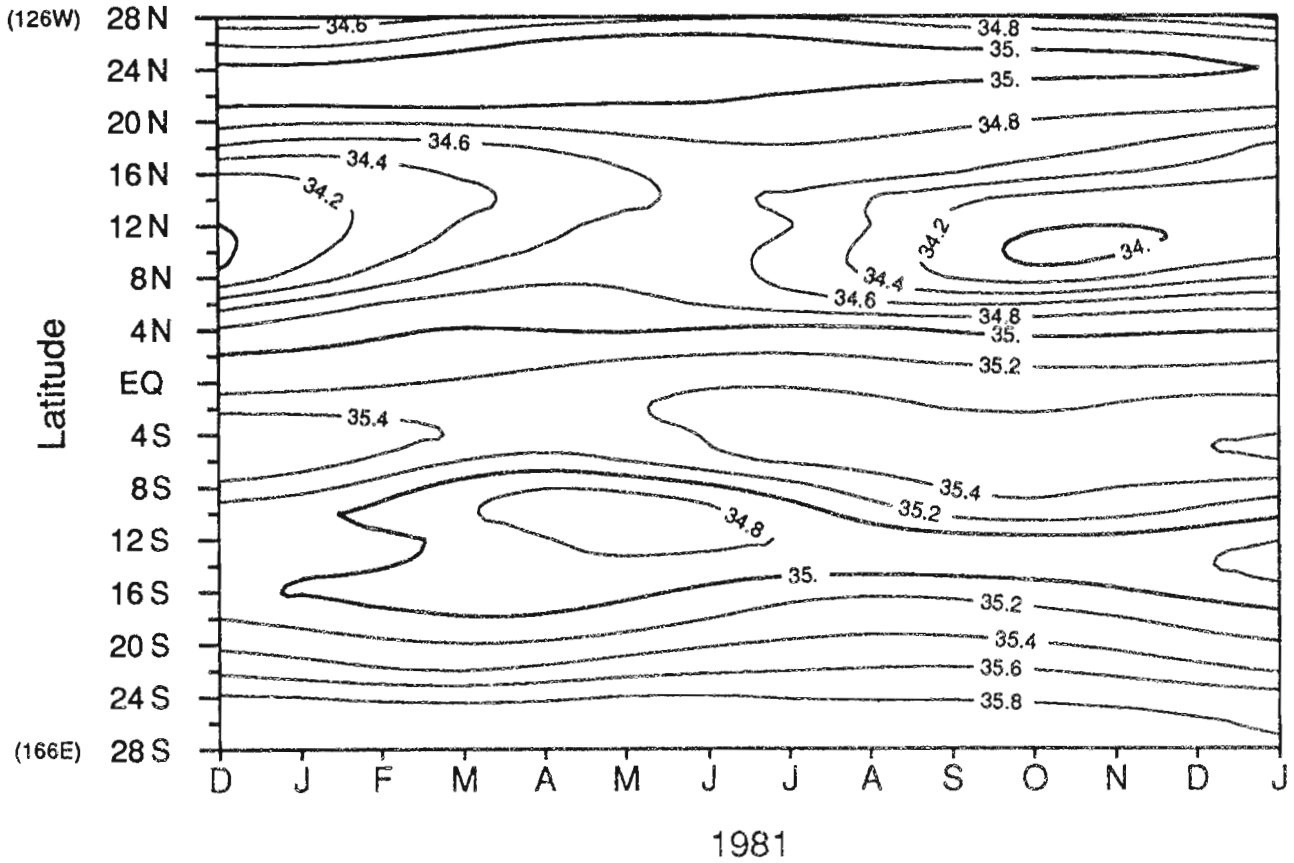
Temperature de surface : rail centre



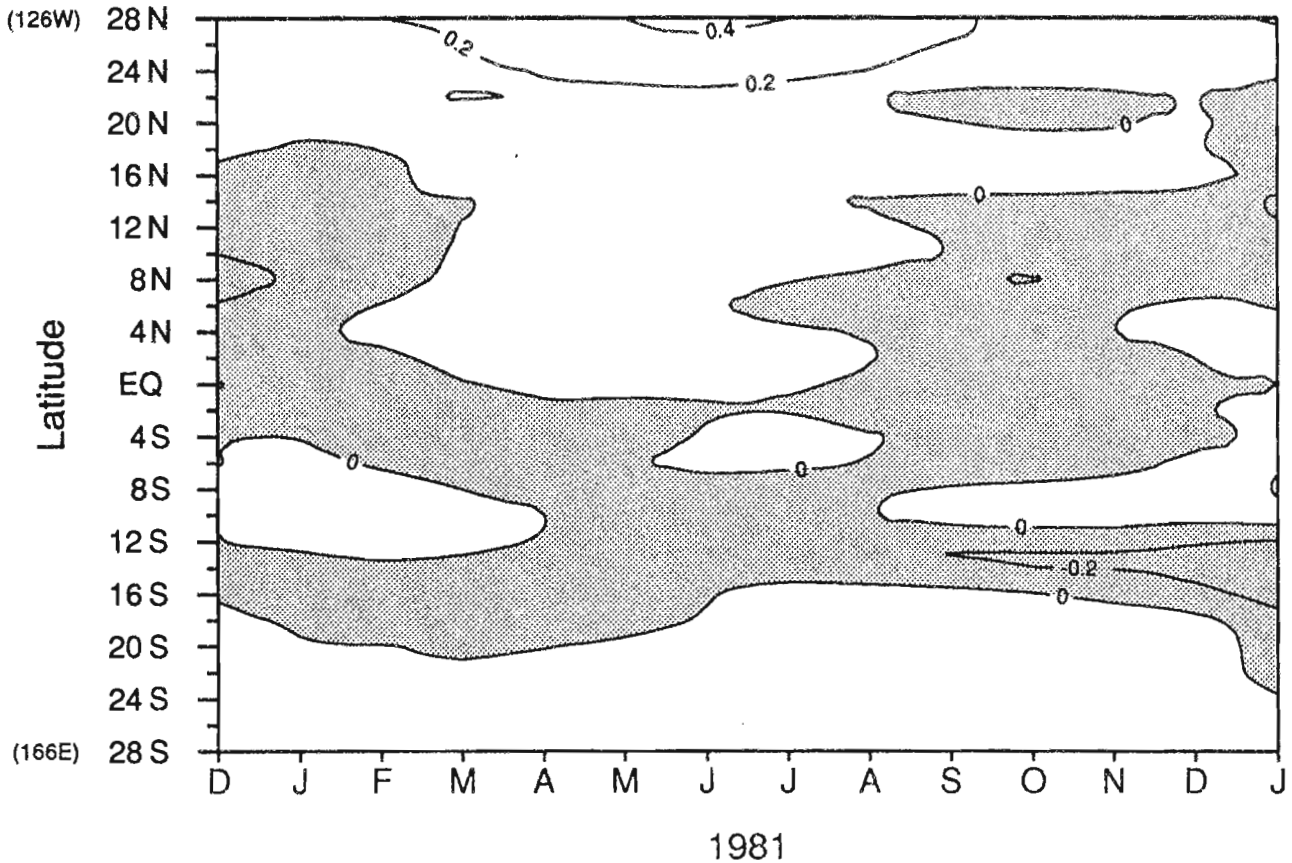
Anomalie de temperature de surface : rail centre



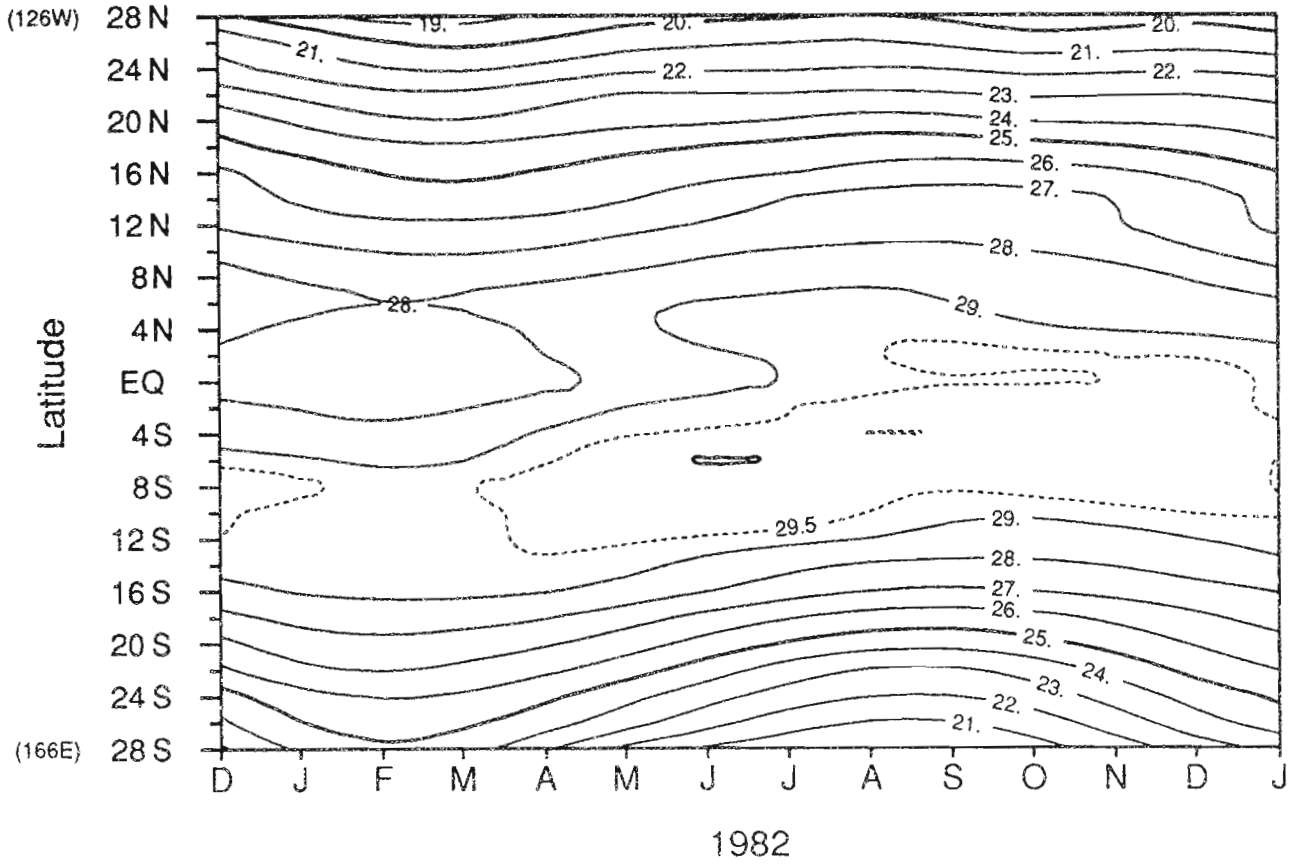
Salinite de surface : rail centre



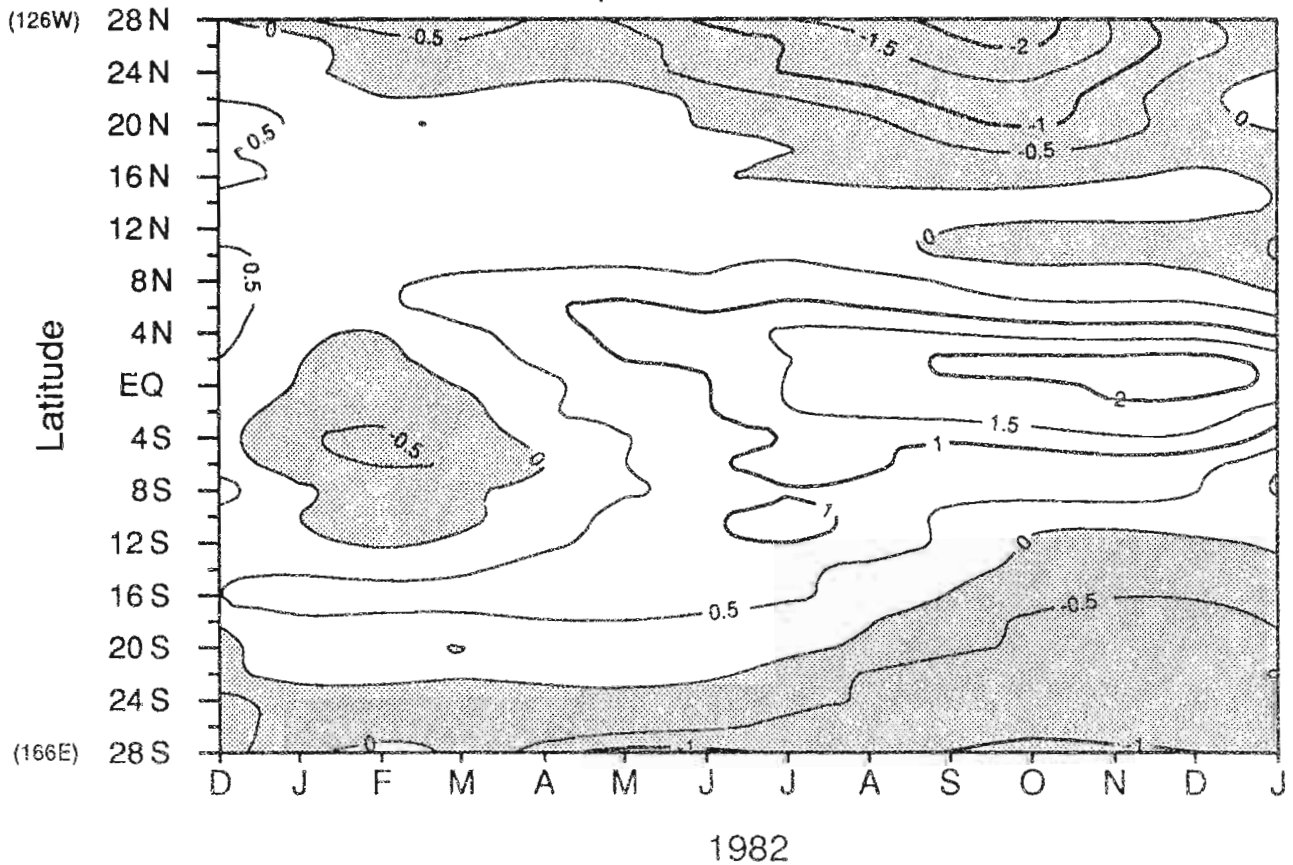
Anomalie de salinite de surface : rail centre



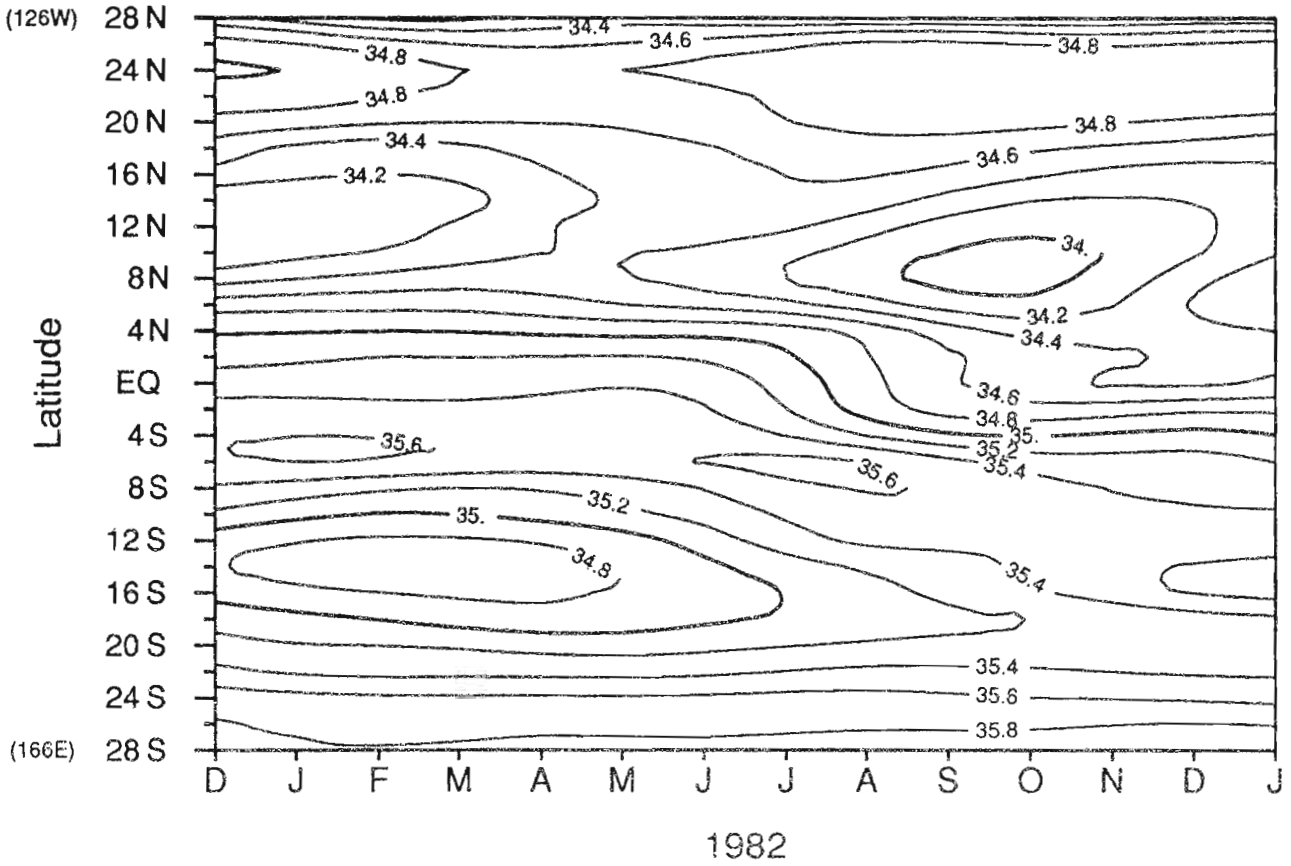
Temperature de surface : rail centre



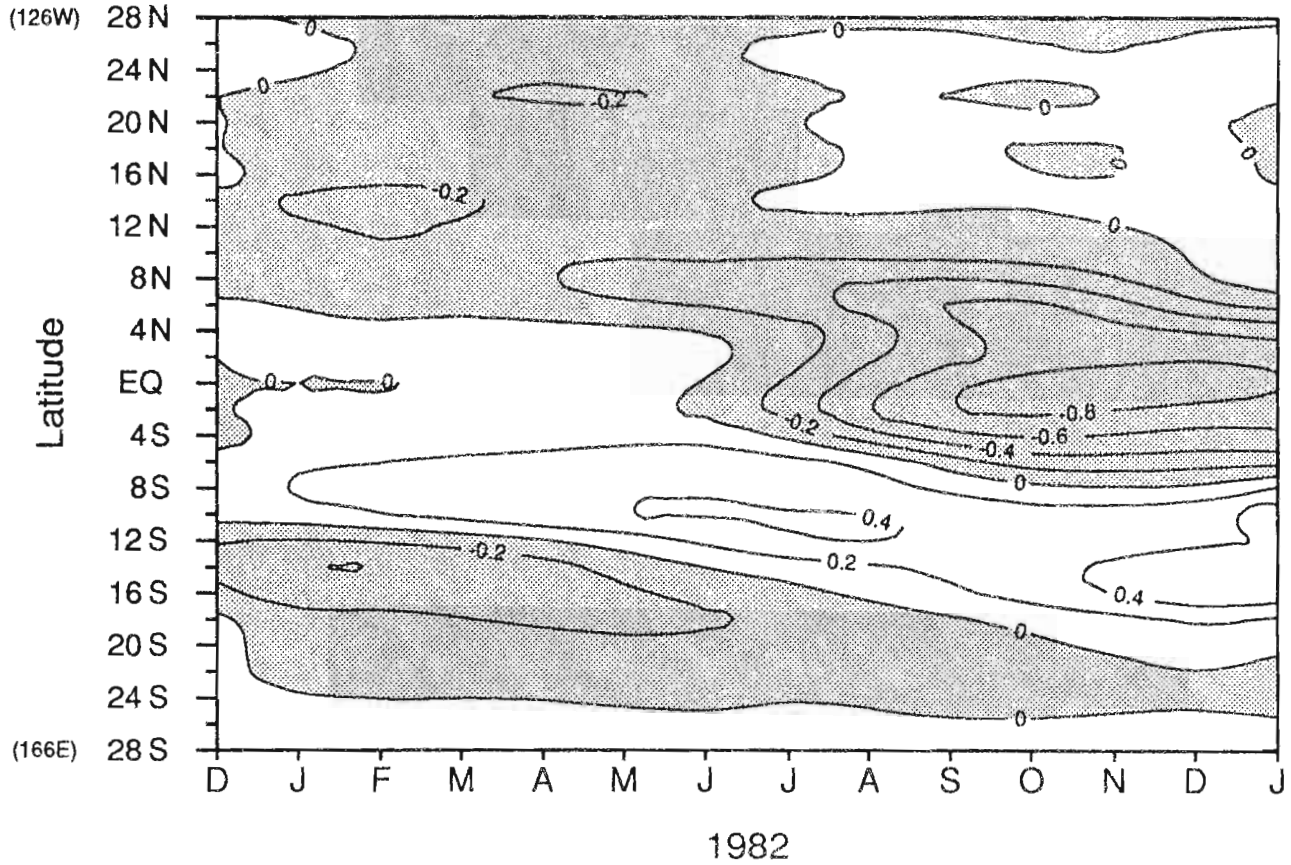
Anomalie de temperature de surface : rail centre



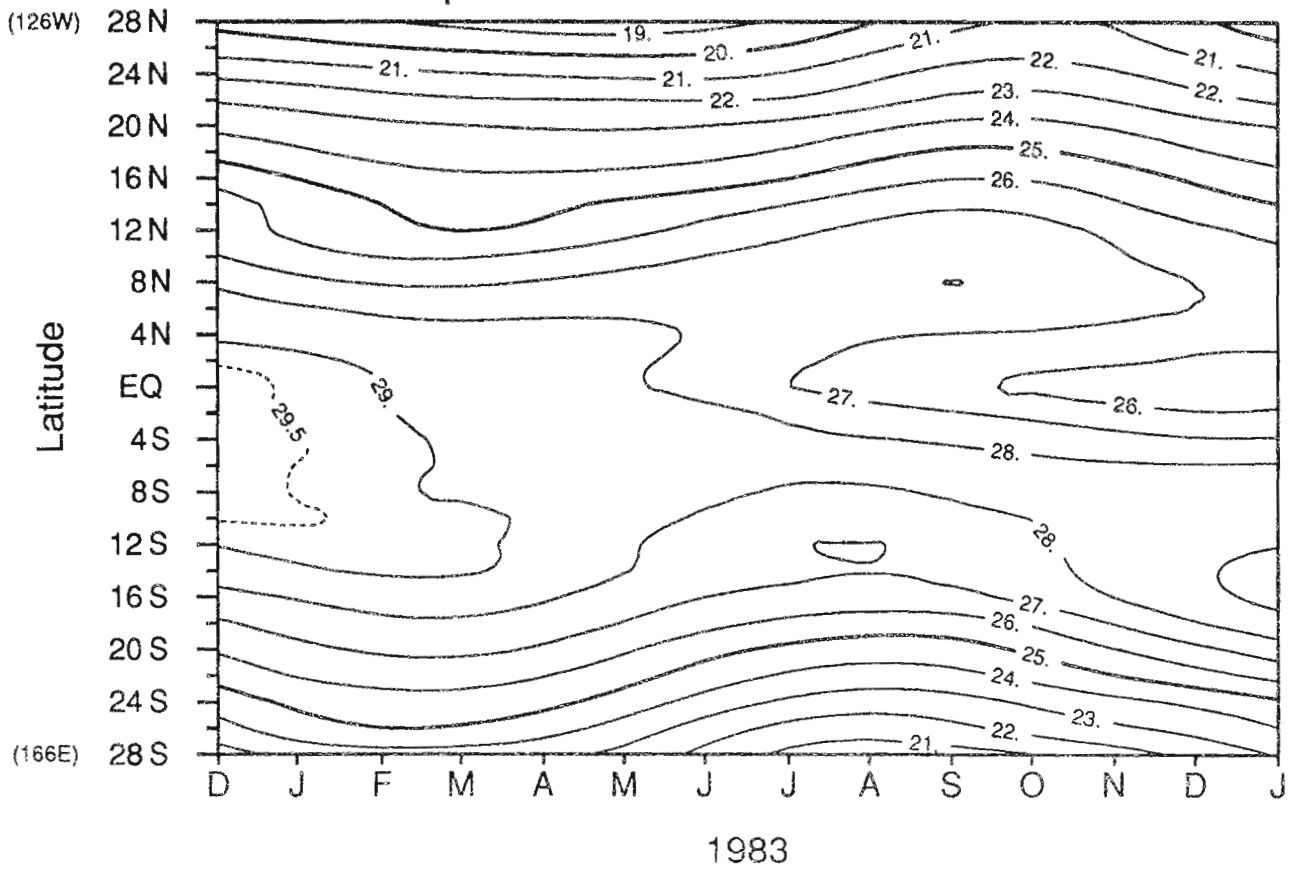
Salinite de surface : rail centre



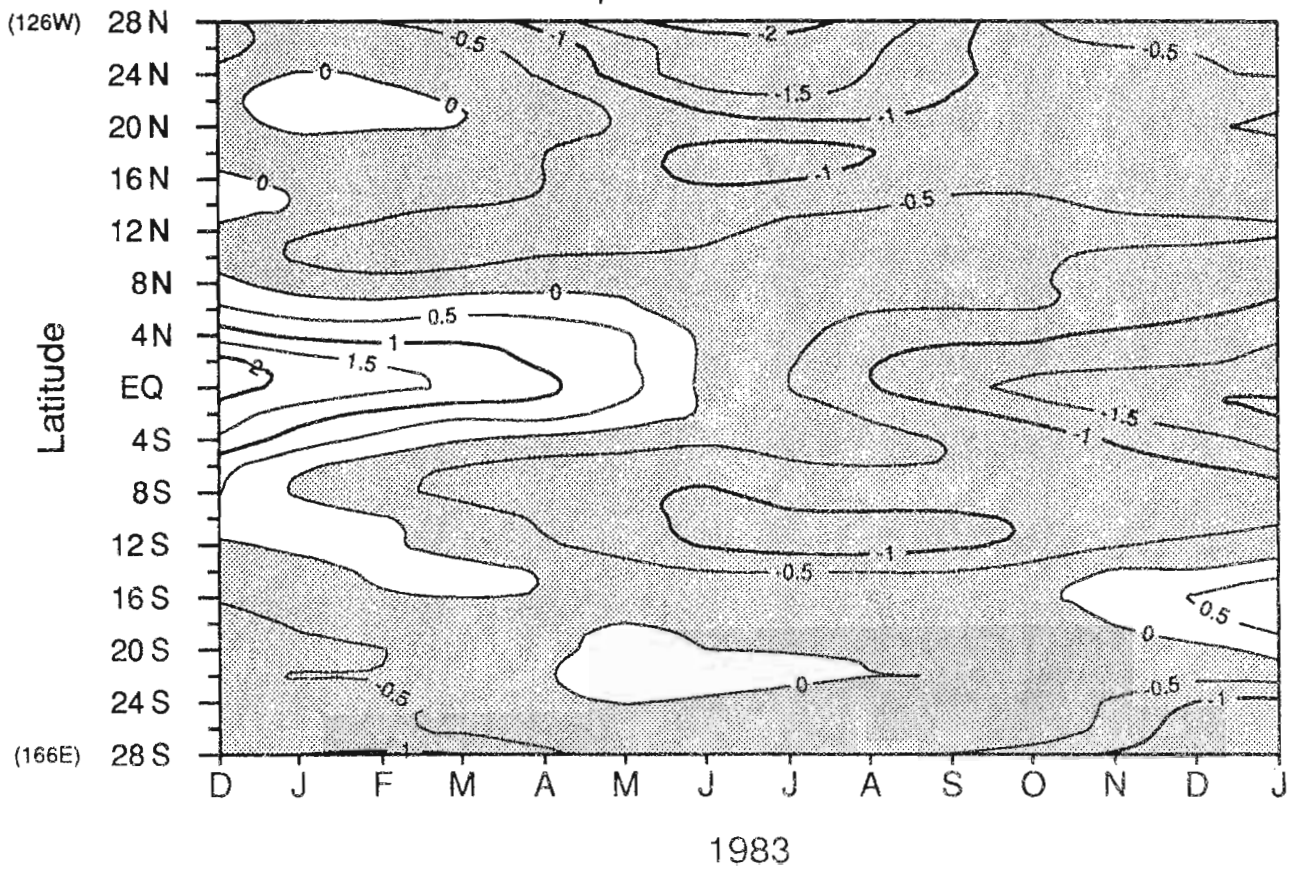
Anomalie de salinite de surface : rail centre



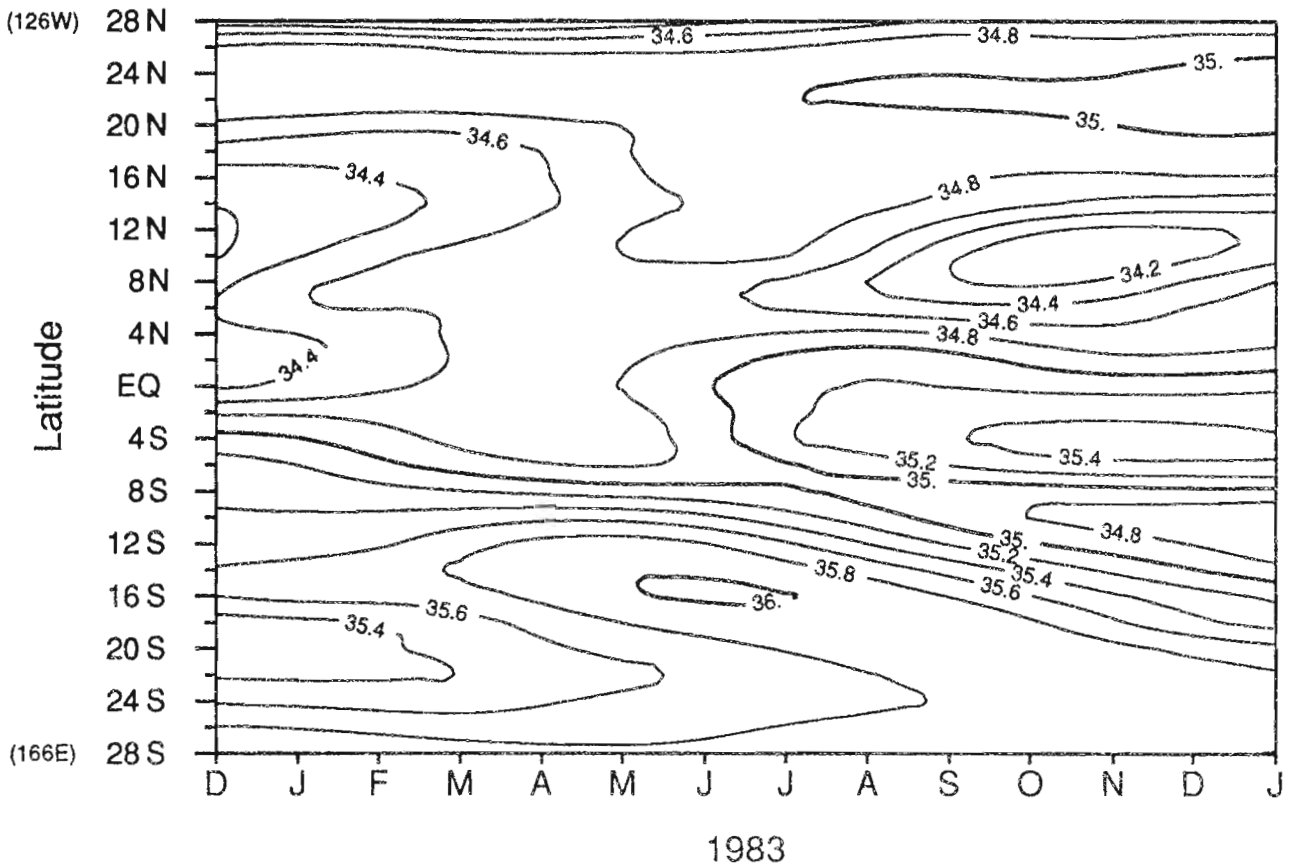
Temperature de surface : rail centre



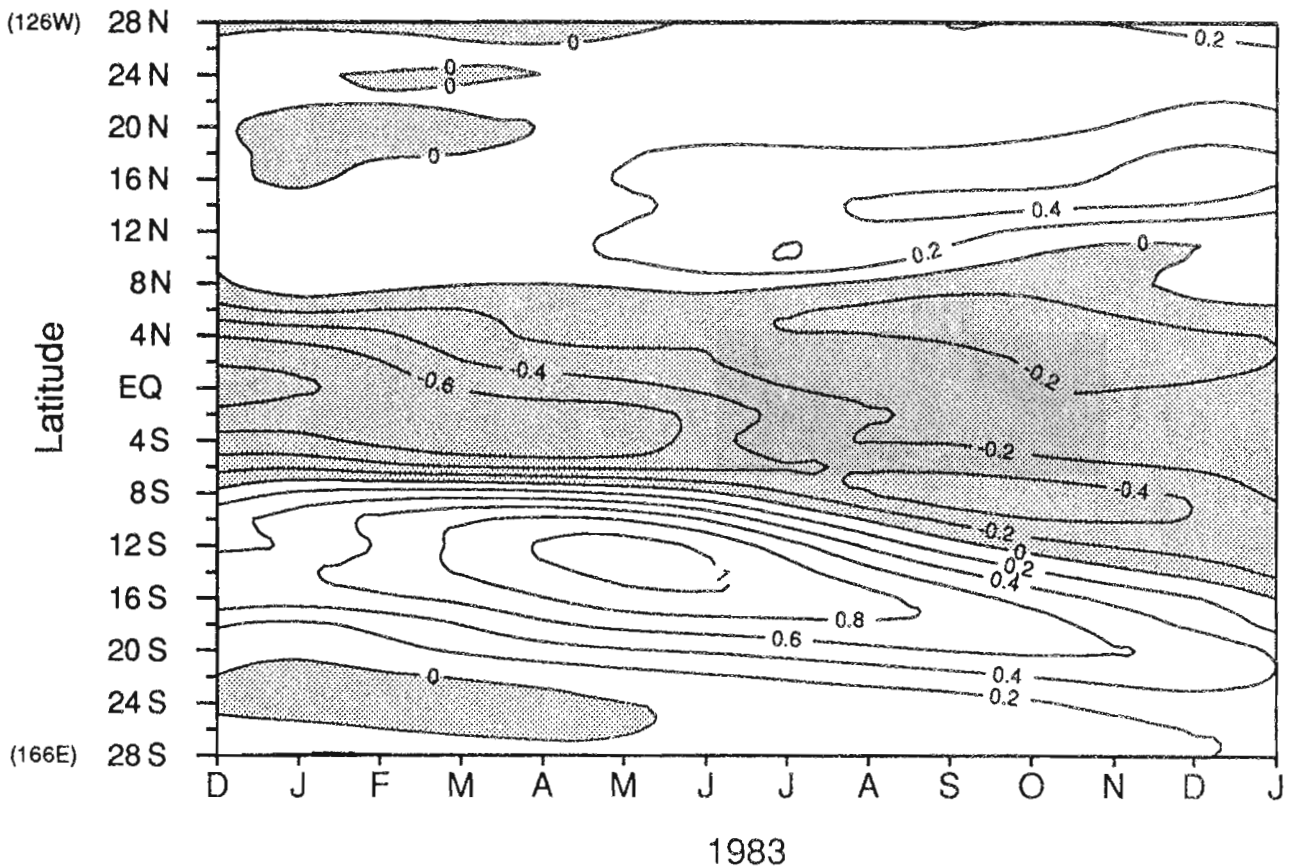
Anomalie de temperature de surface : rail centre



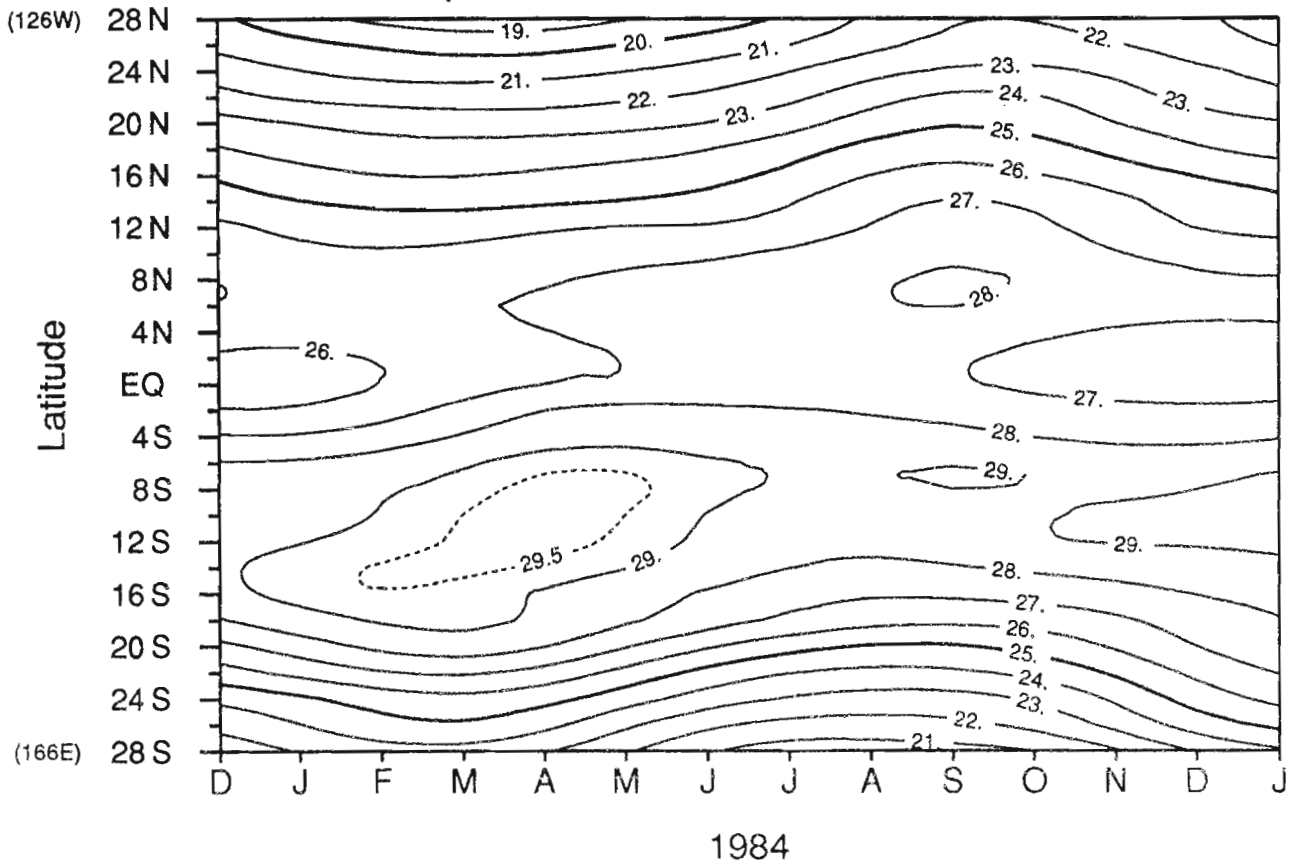
Salinite de surface : rail centre



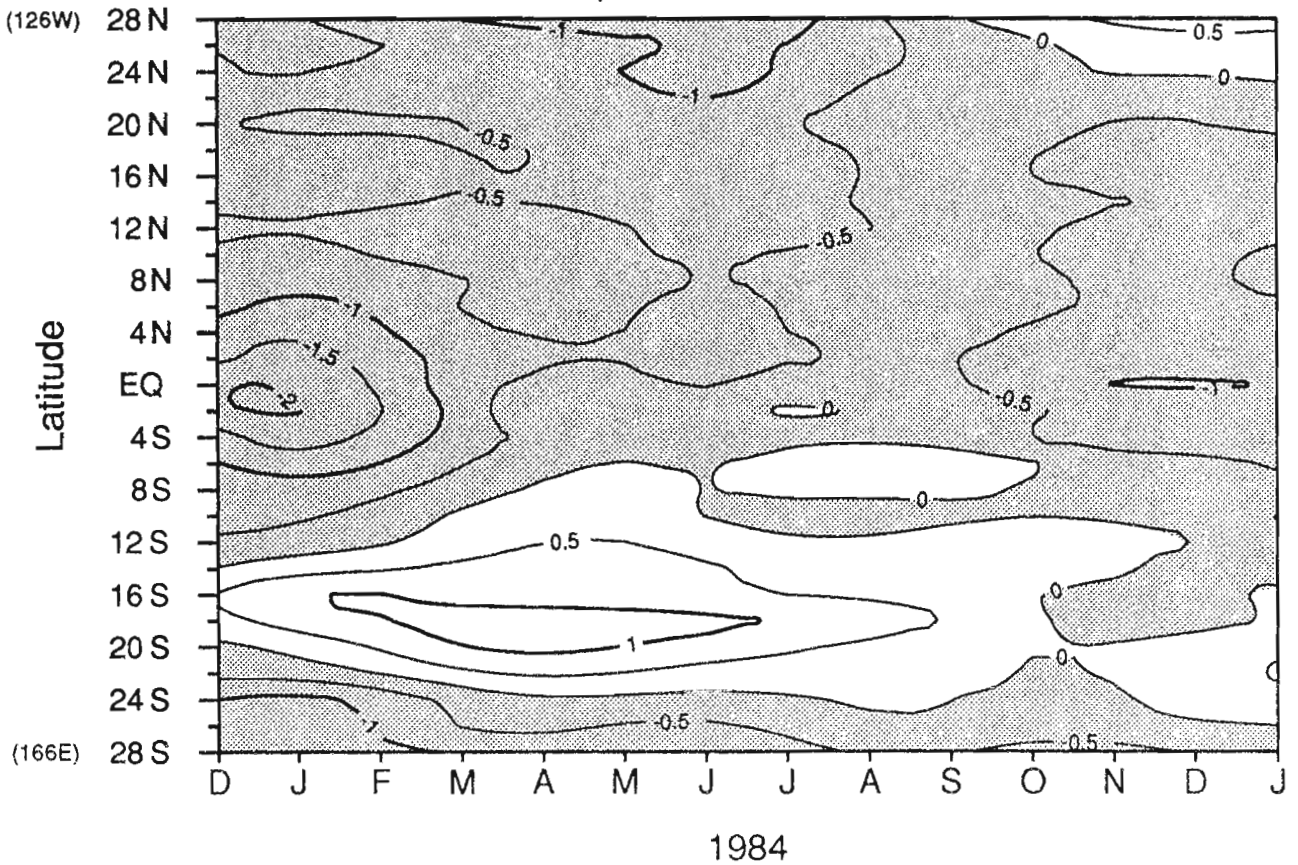
Anomalie de salinite de surface : rail centre



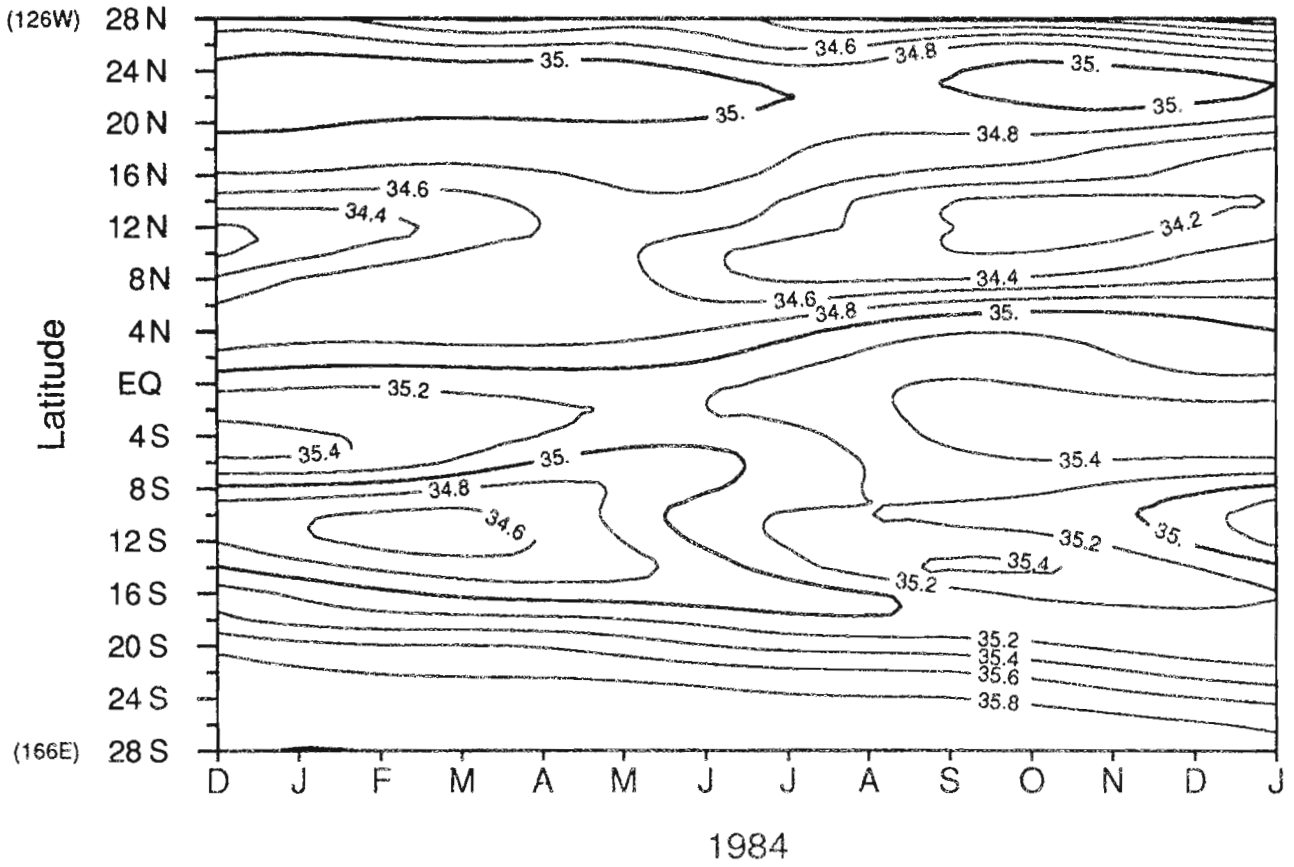
Temperature de surface : rail centre



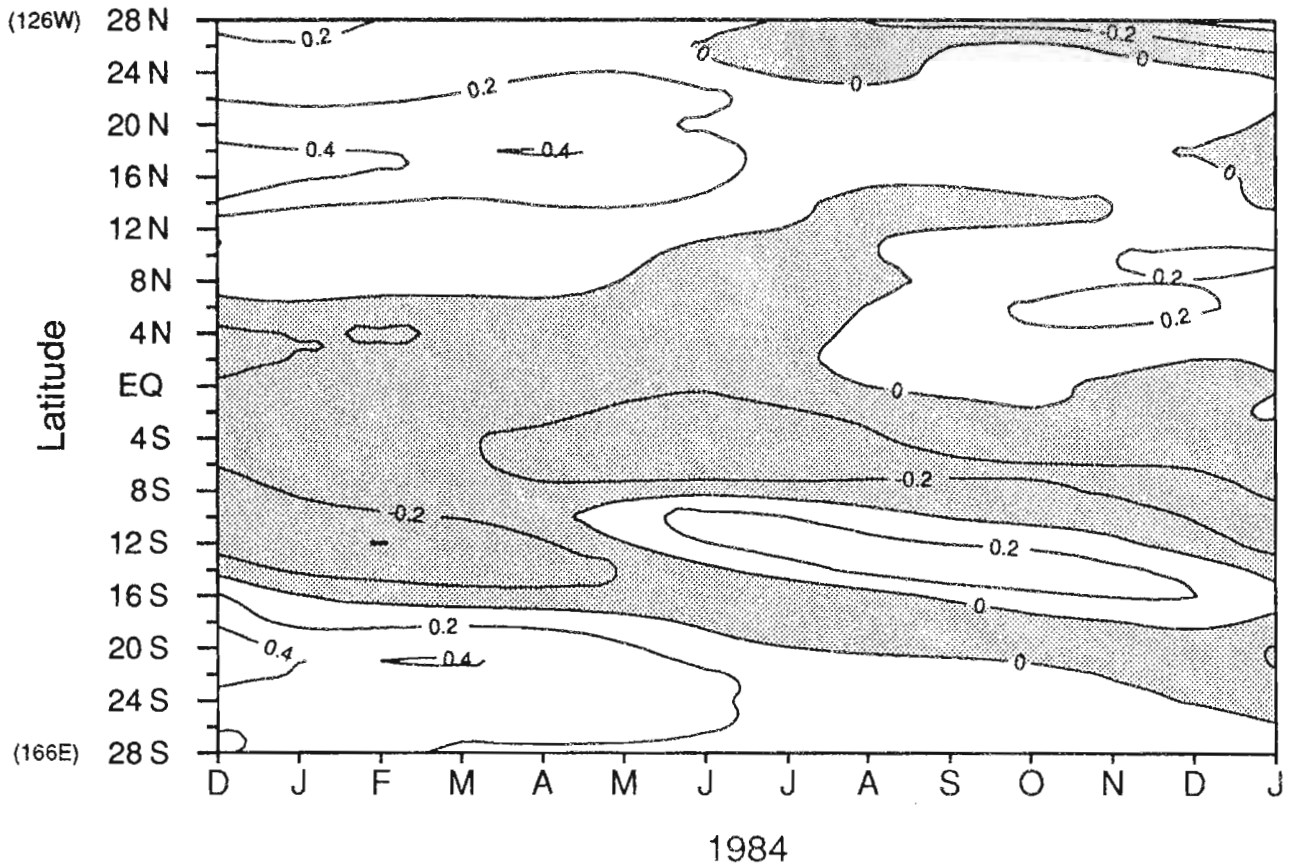
Anomalie de temperature de surface : rail centre



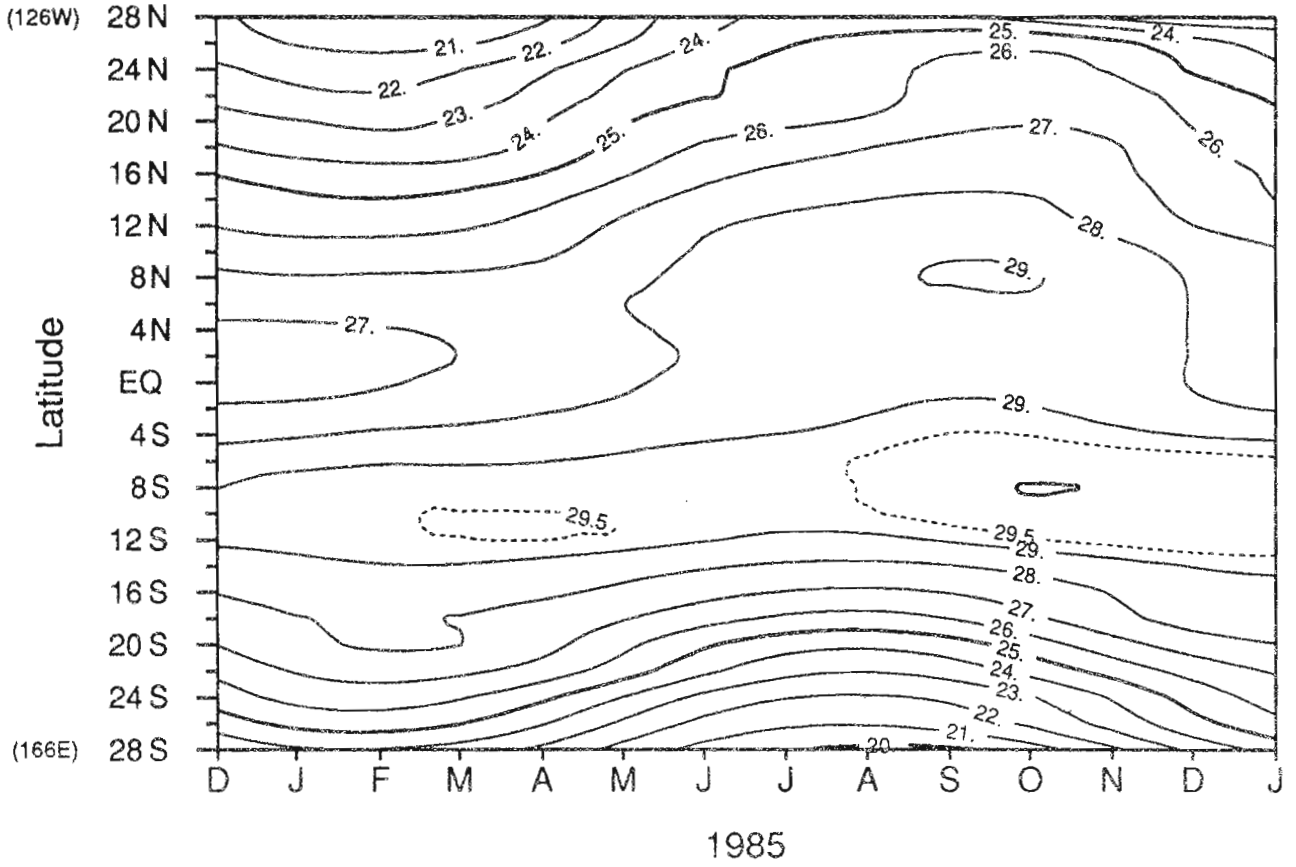
Salinite de surface : rail centre



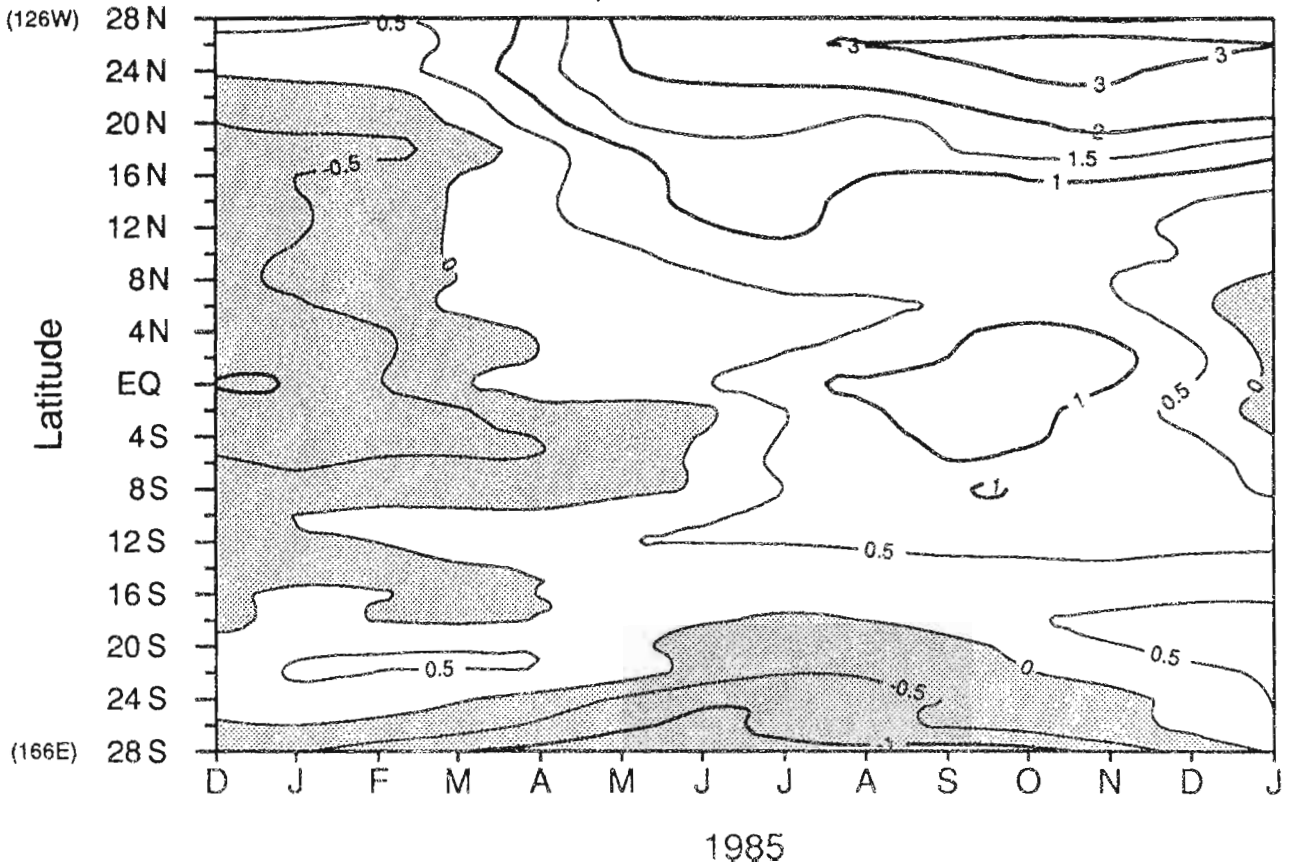
Anomalie de salinite de surface : rail centre



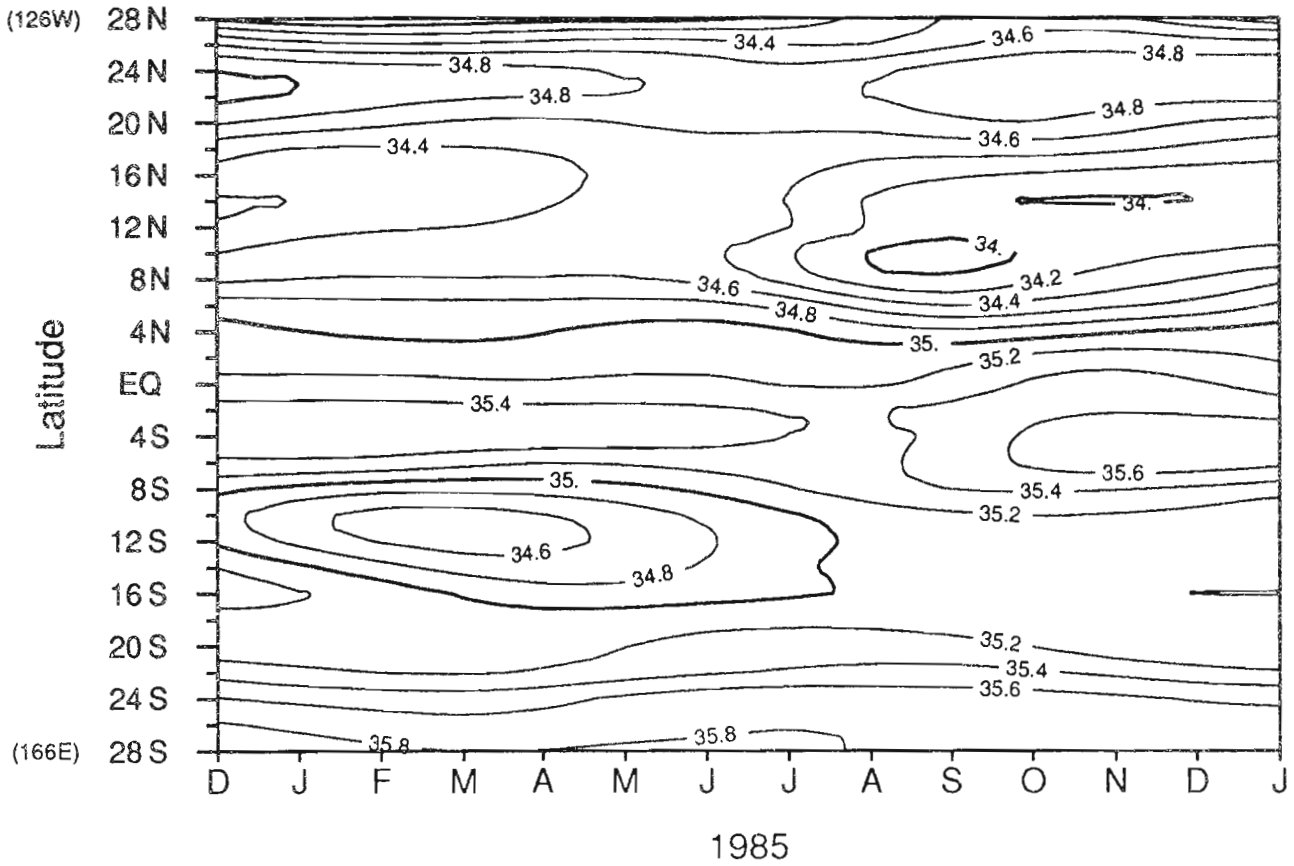
Temperature de surface : rail centre



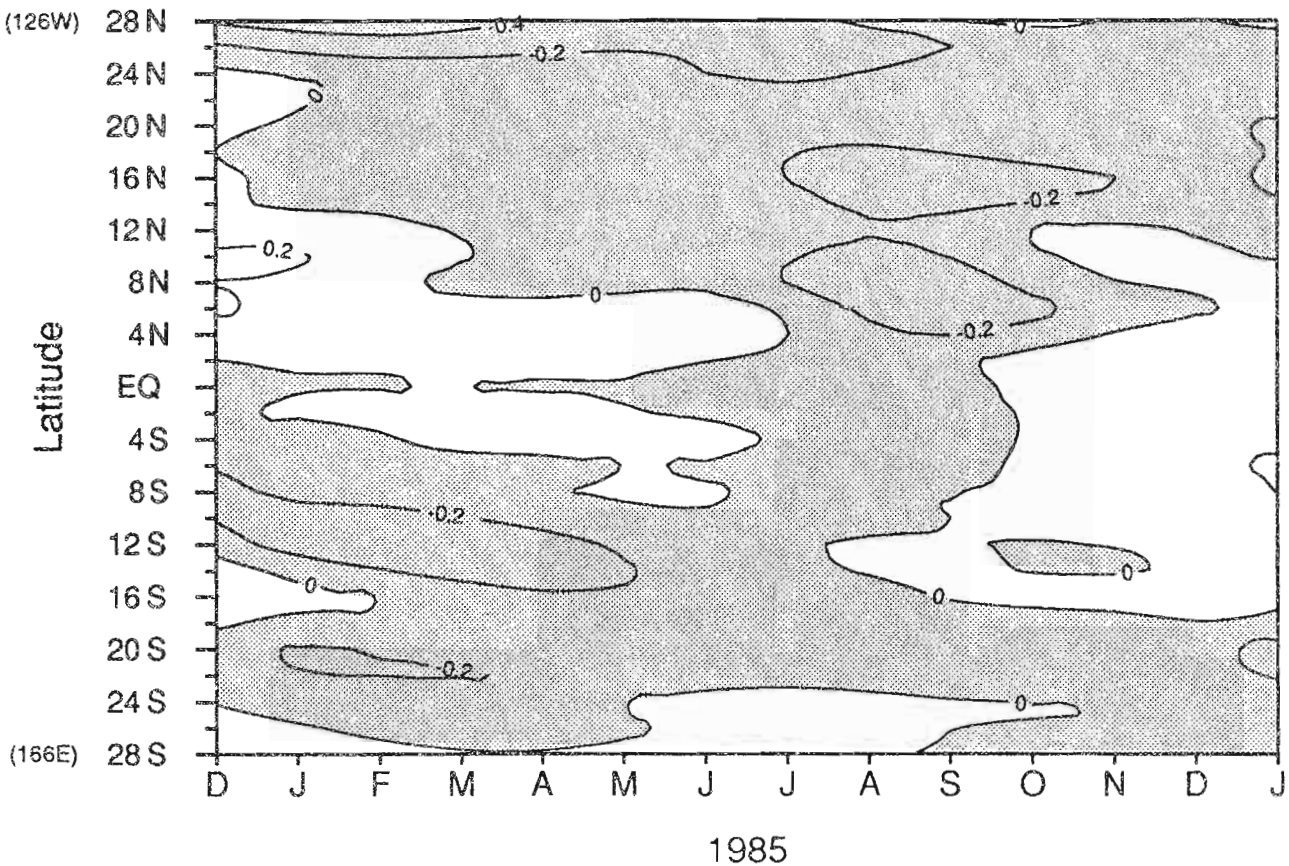
Anomalie de temperature de surface : rail centre



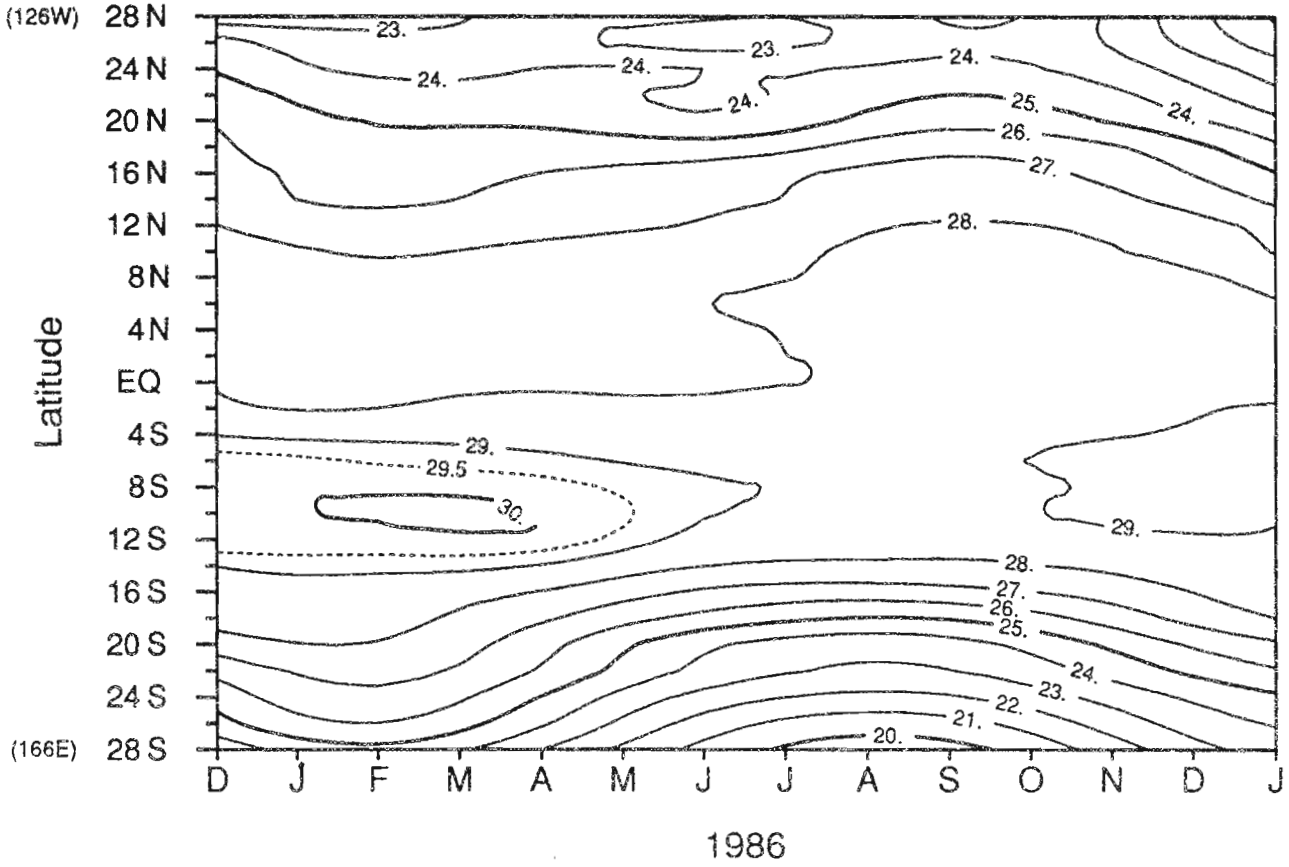
Salinite de surface : rail centre



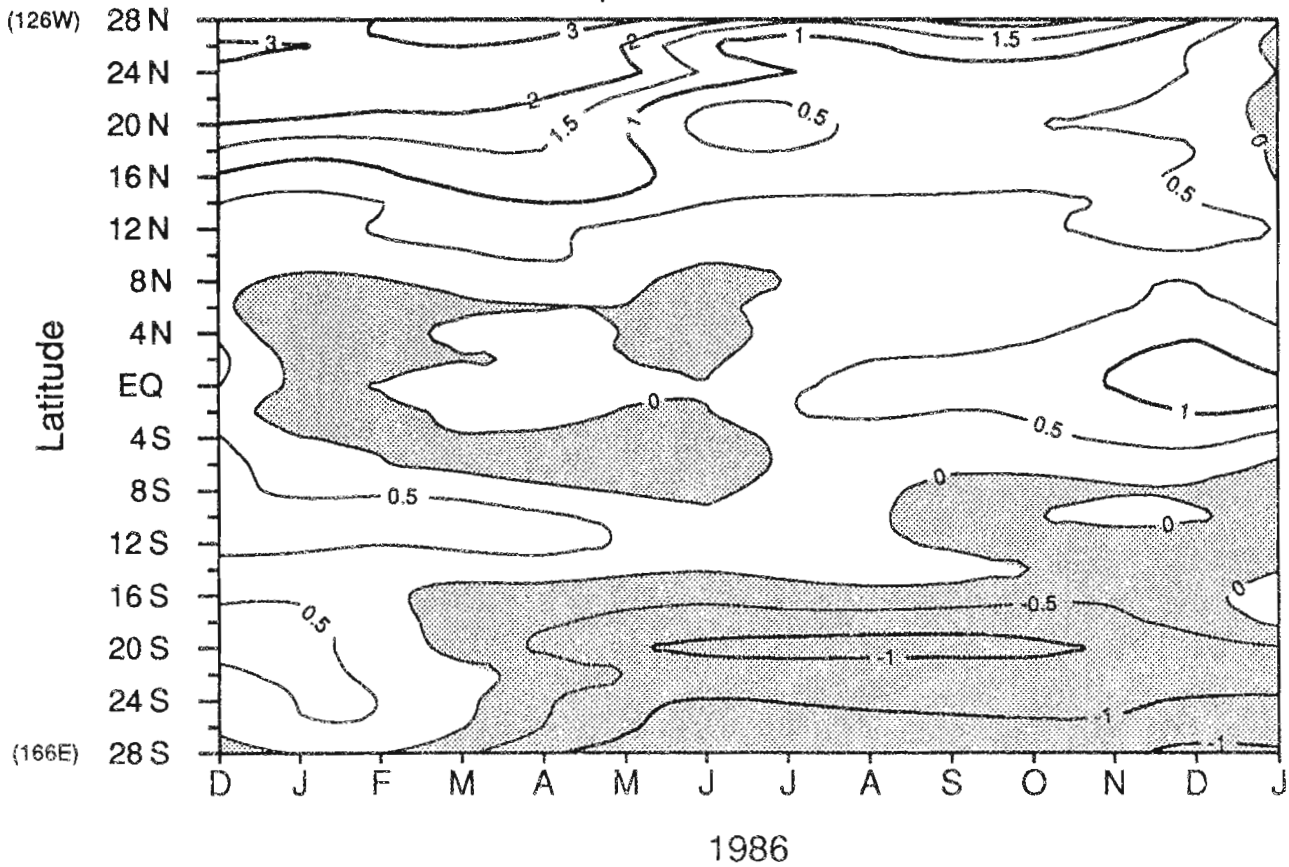
Anomalie de salinite de surface : rail centre



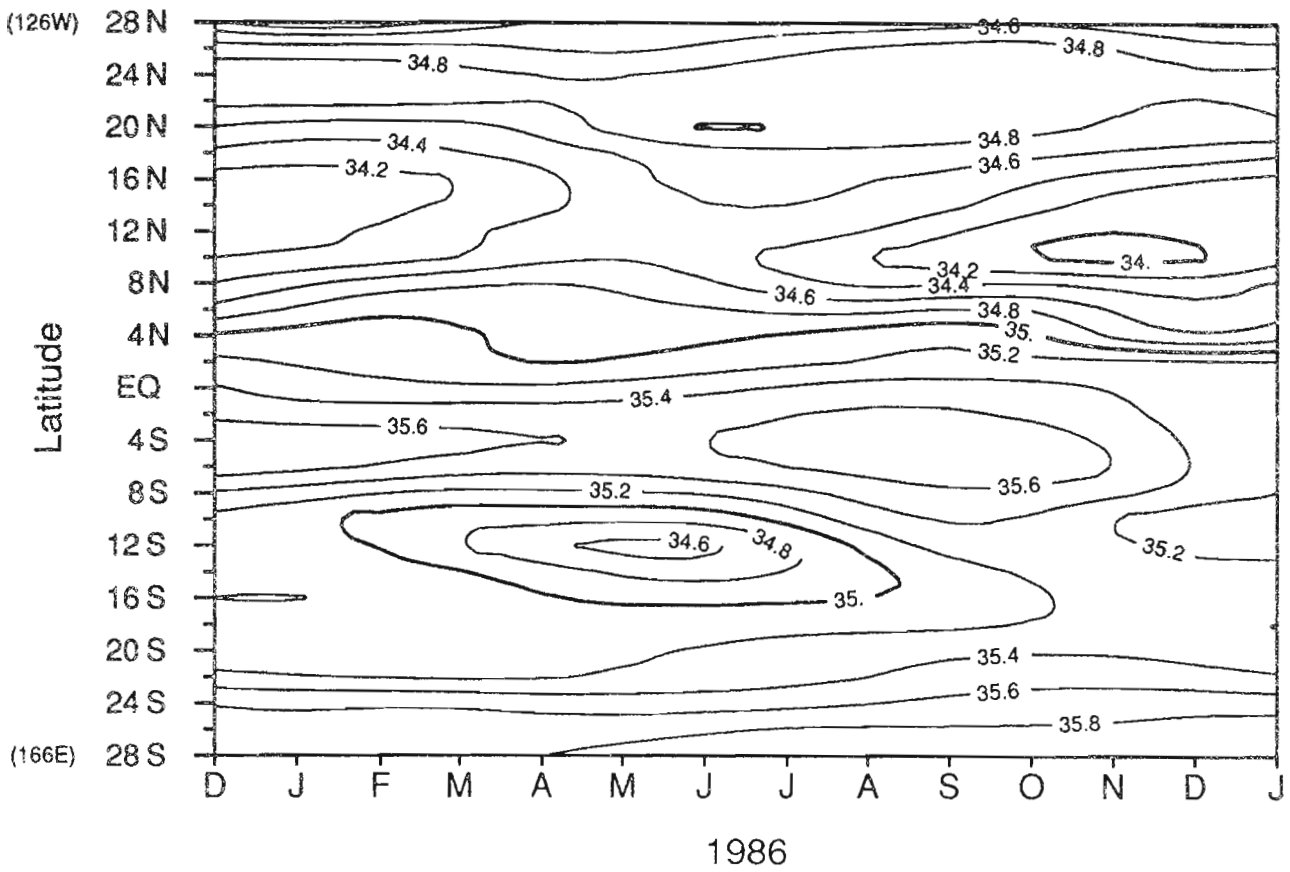
Temperature de surface : rail centre



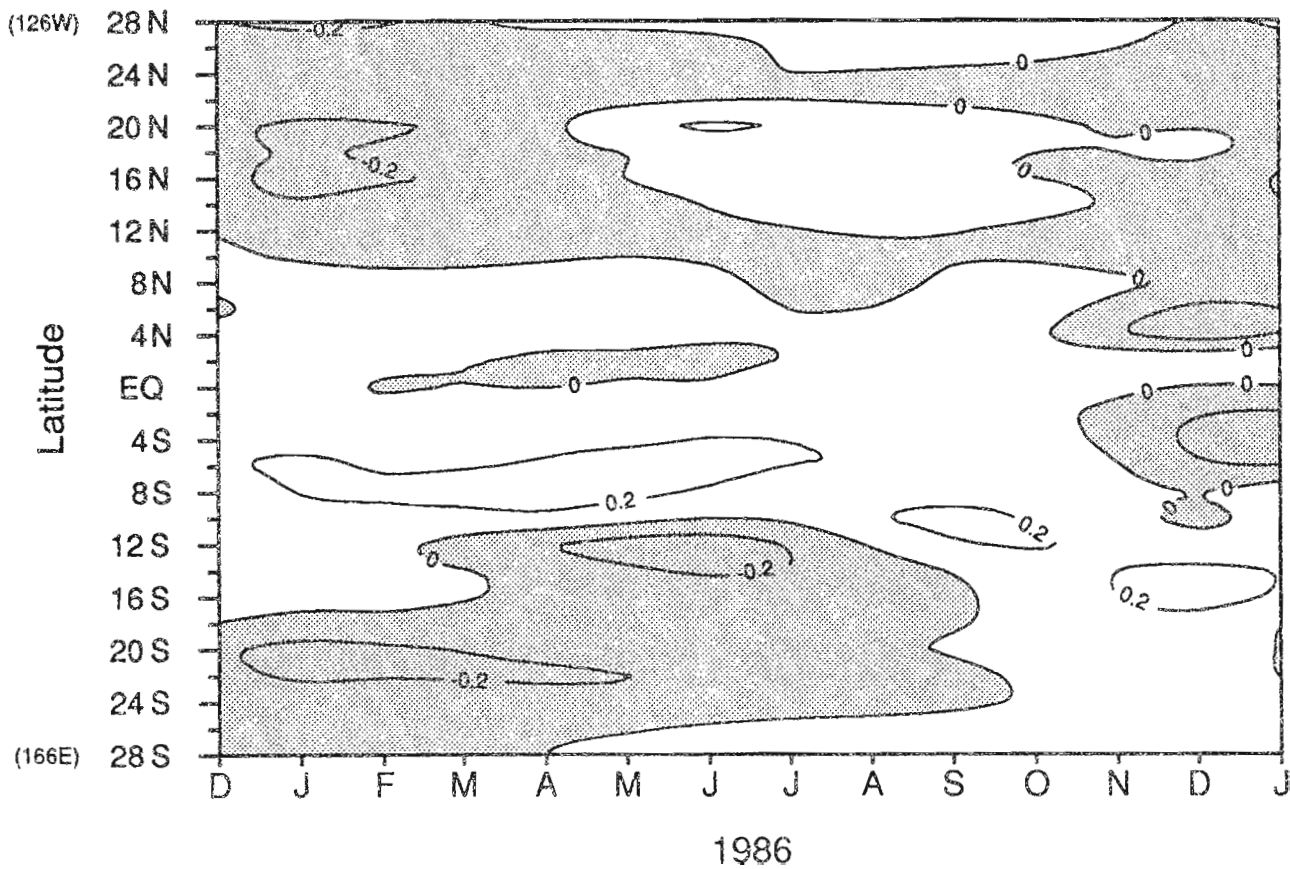
Anomalie de temperature de surface : rail centre



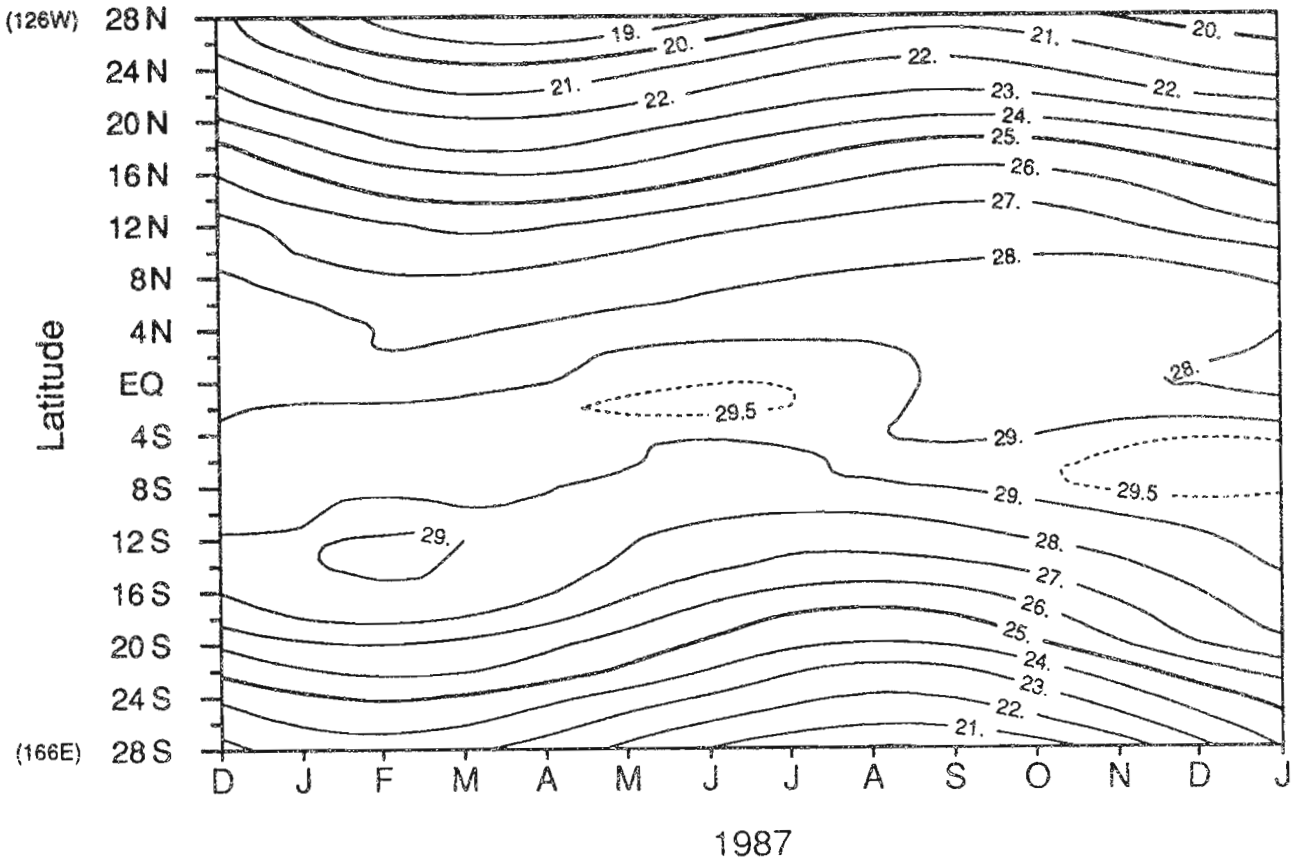
Salinite de surface : rail centre



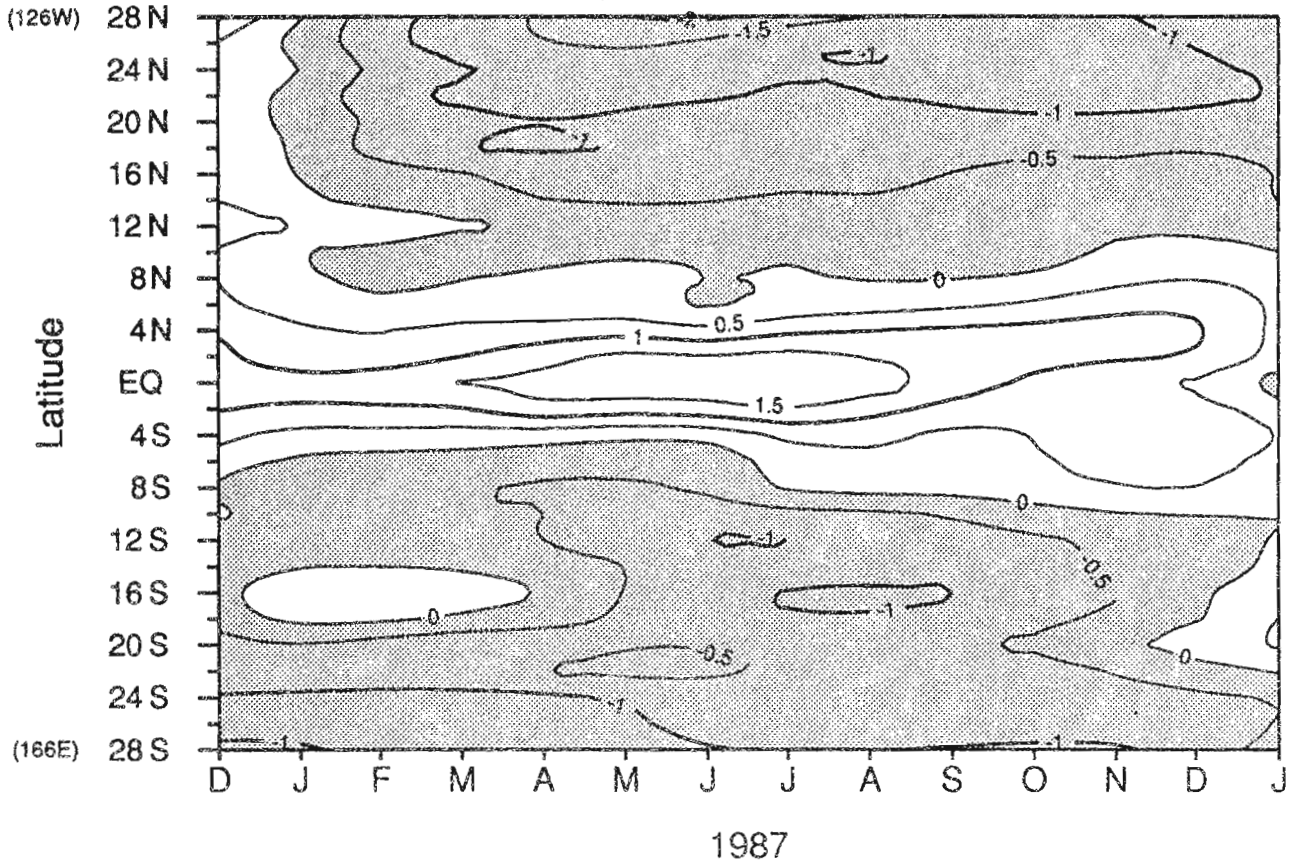
Anomalie de salinite de surface : rail centre



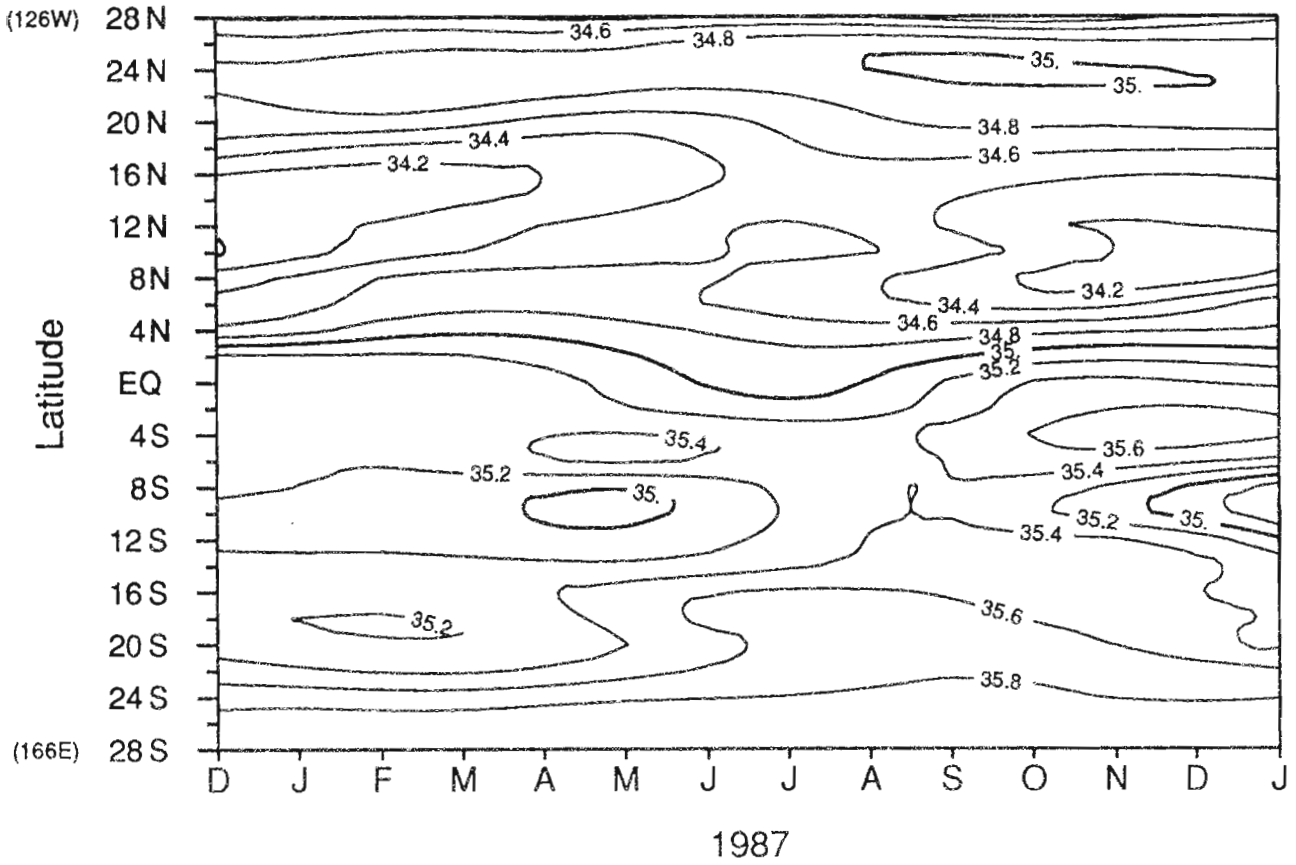
Temperature de surface : rail centre



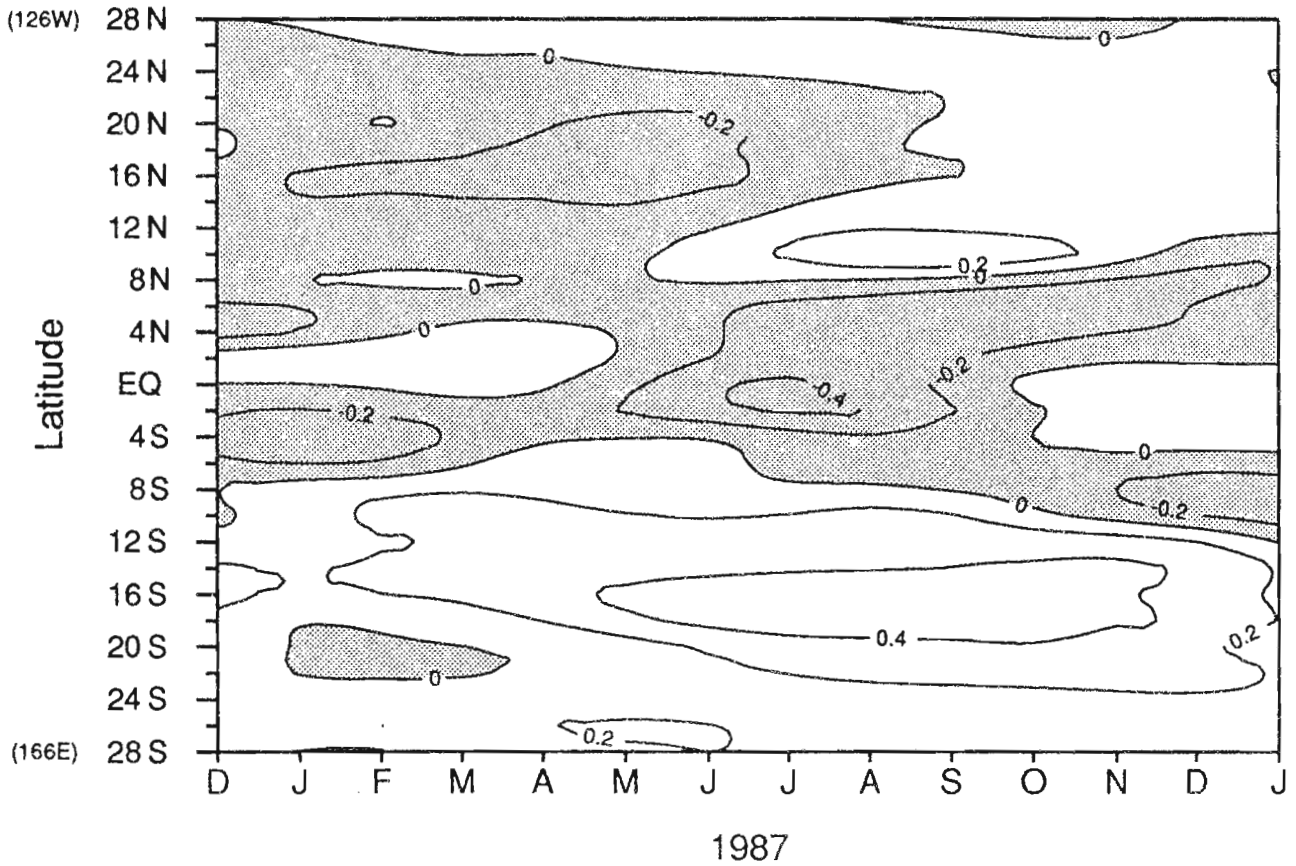
Anomalie de temperature de surface : rail centre



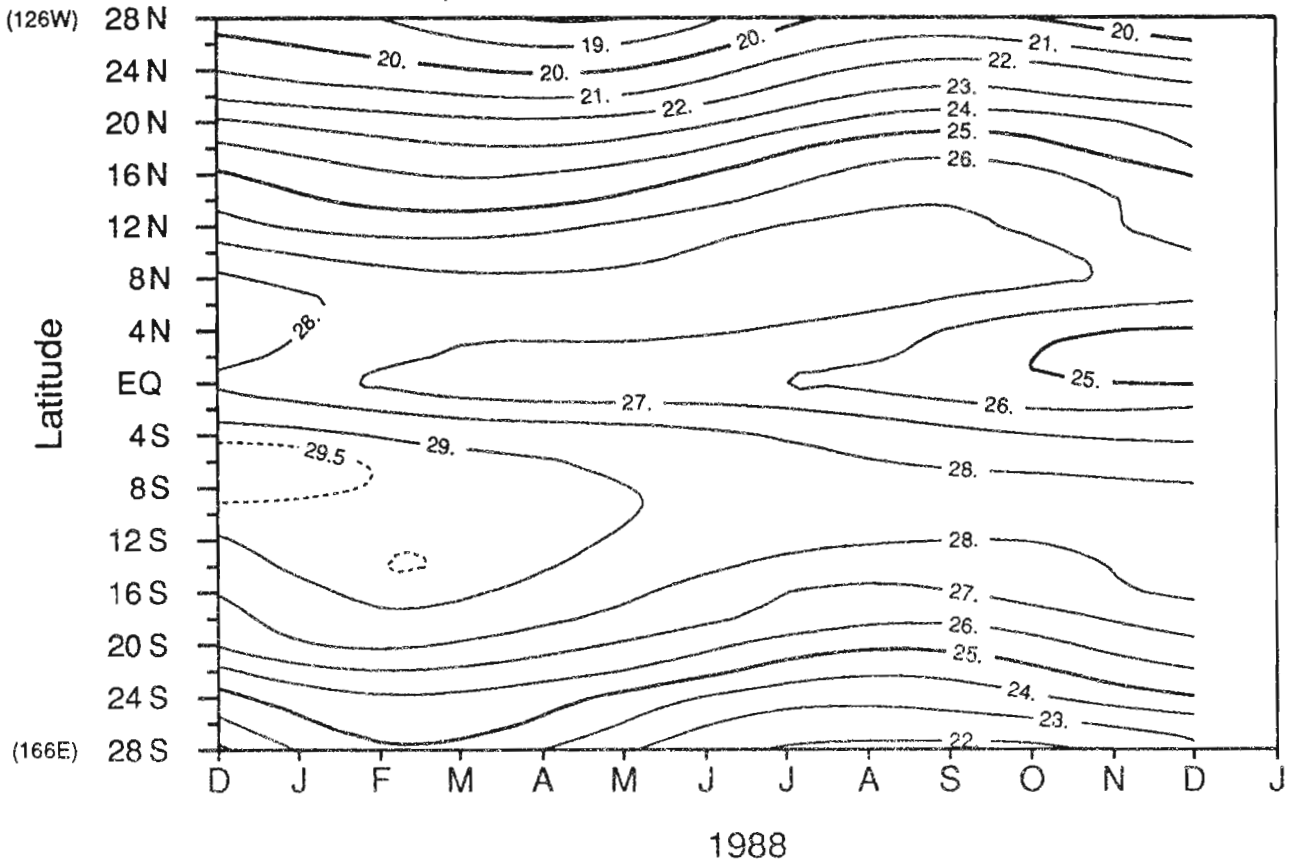
Salinite de surface : rail centre



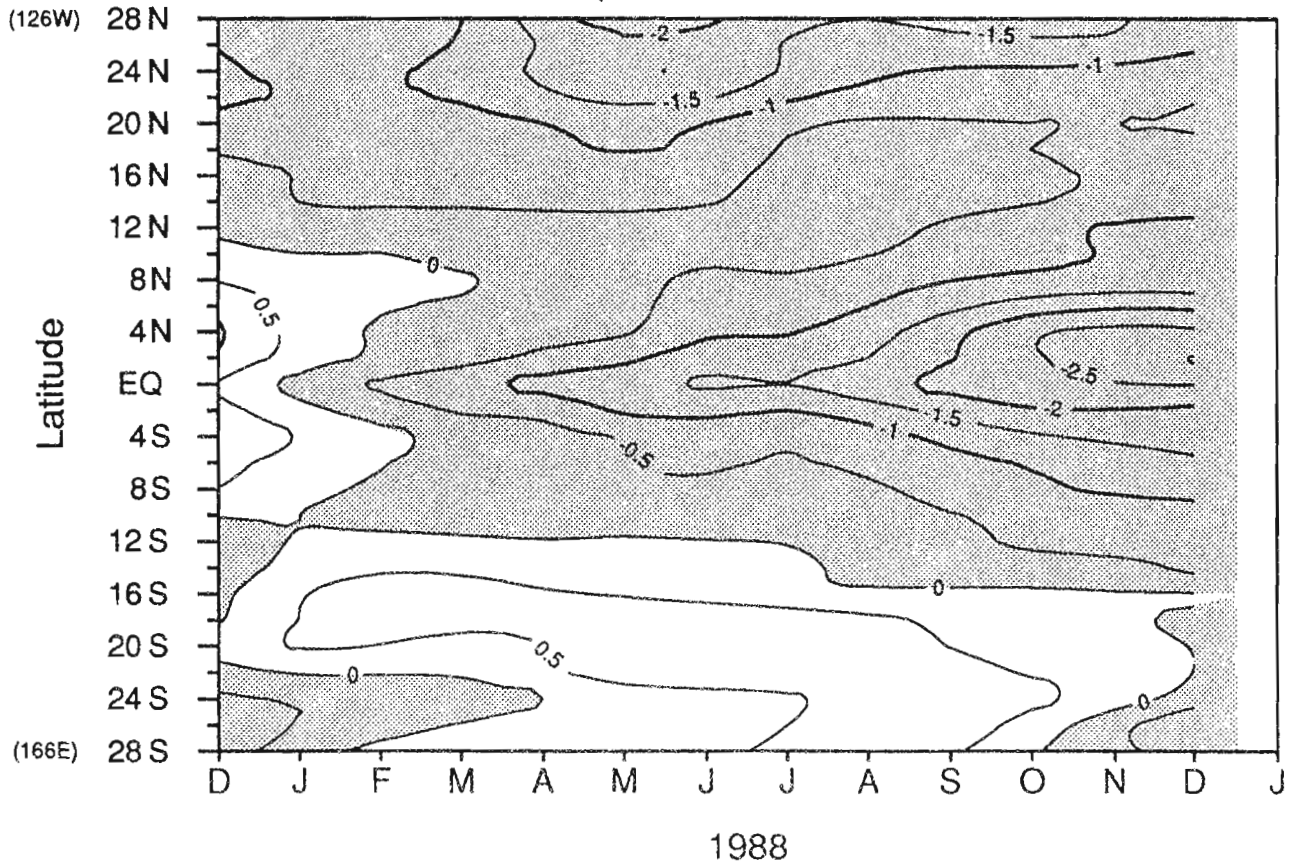
Anomalie de salinite de surface : rail centre



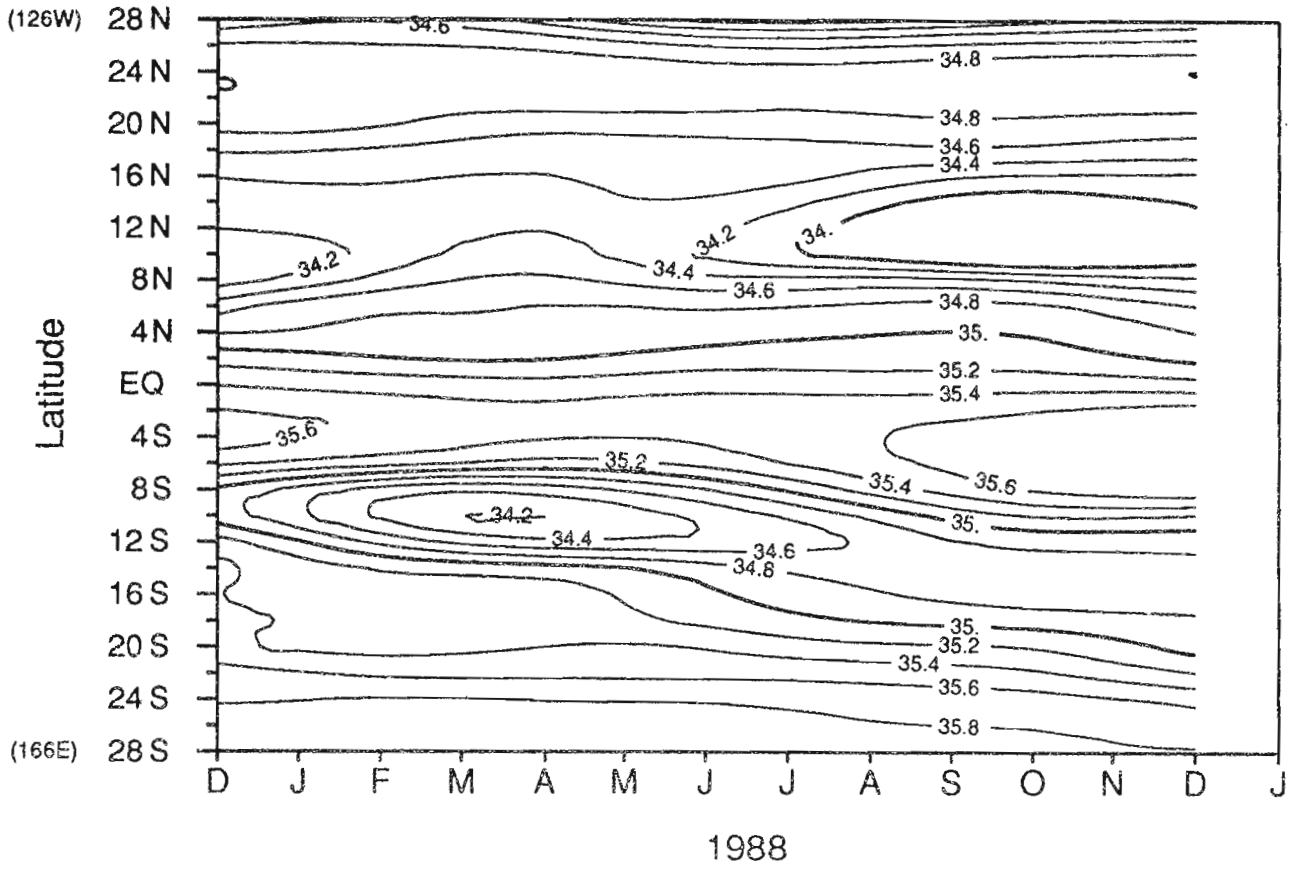
Temperature de surface : rail centre



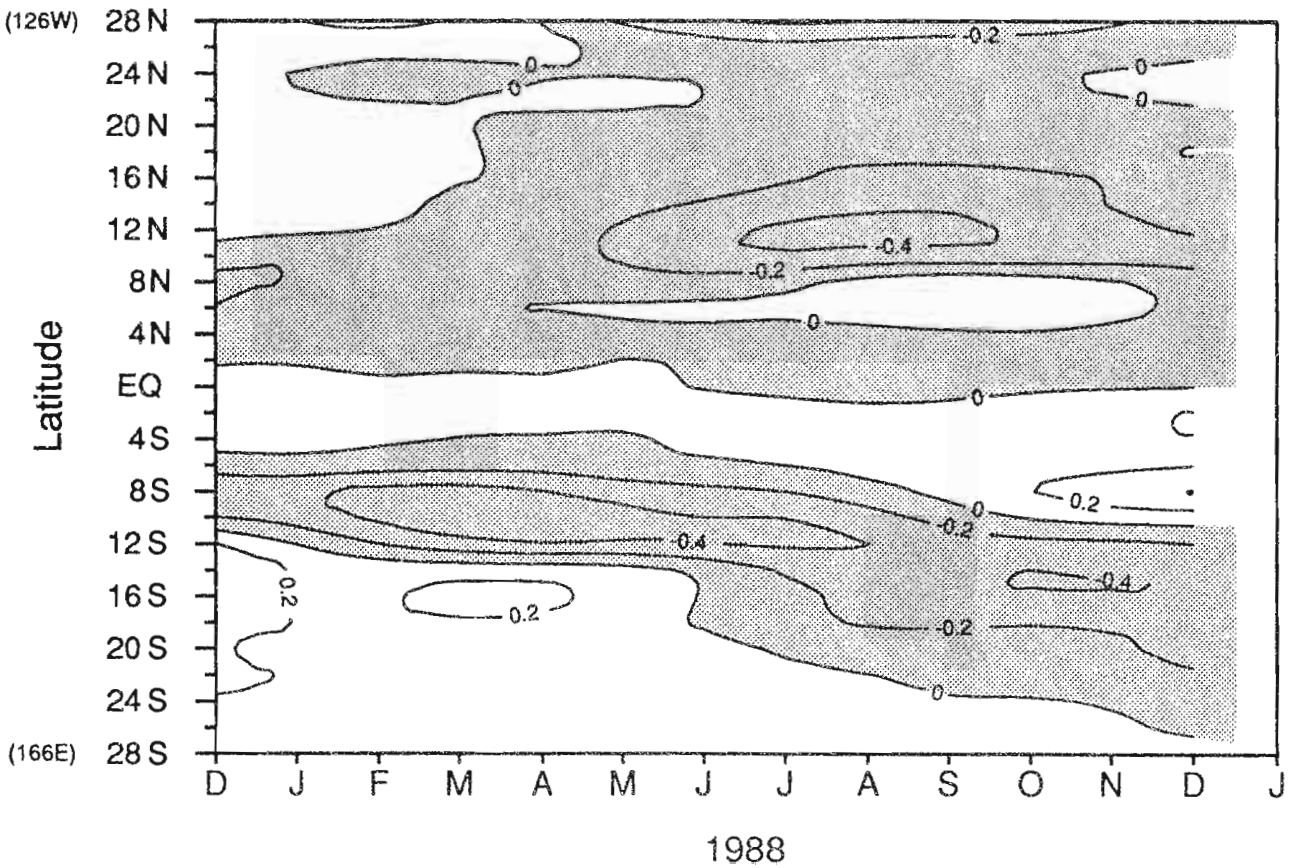
Anomalie de temperature de surface : rail centre



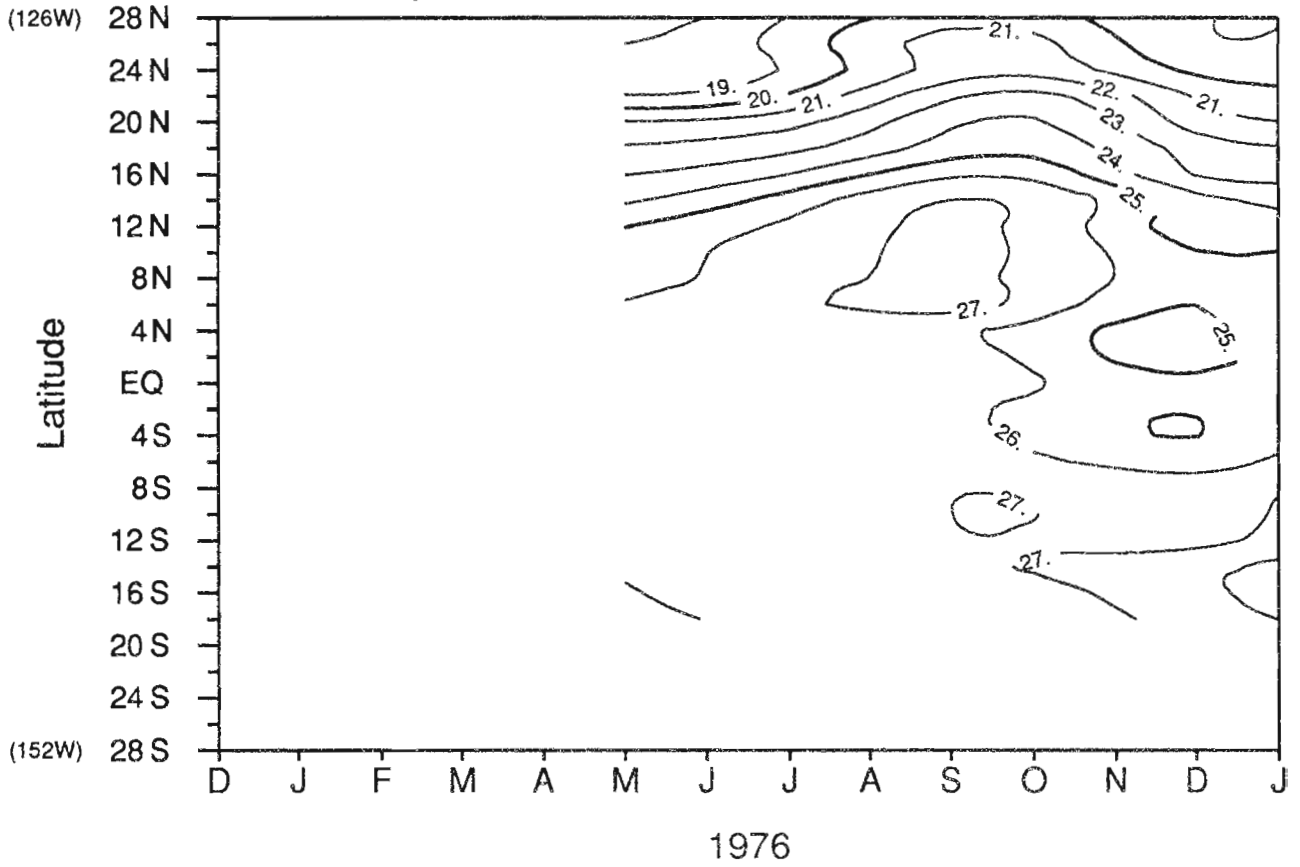
Salinite de surface : rail centre



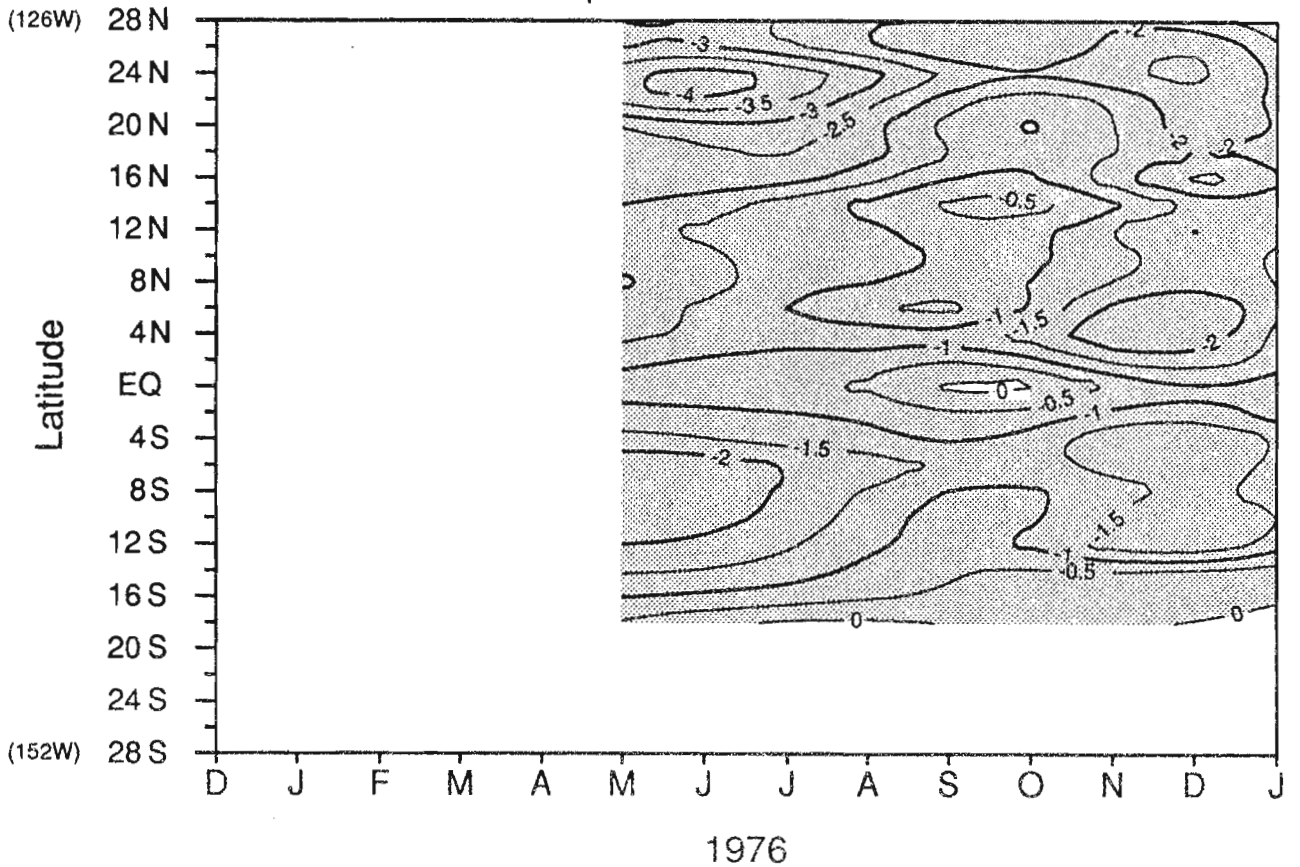
Anomalie de salinite de surface : rail centre



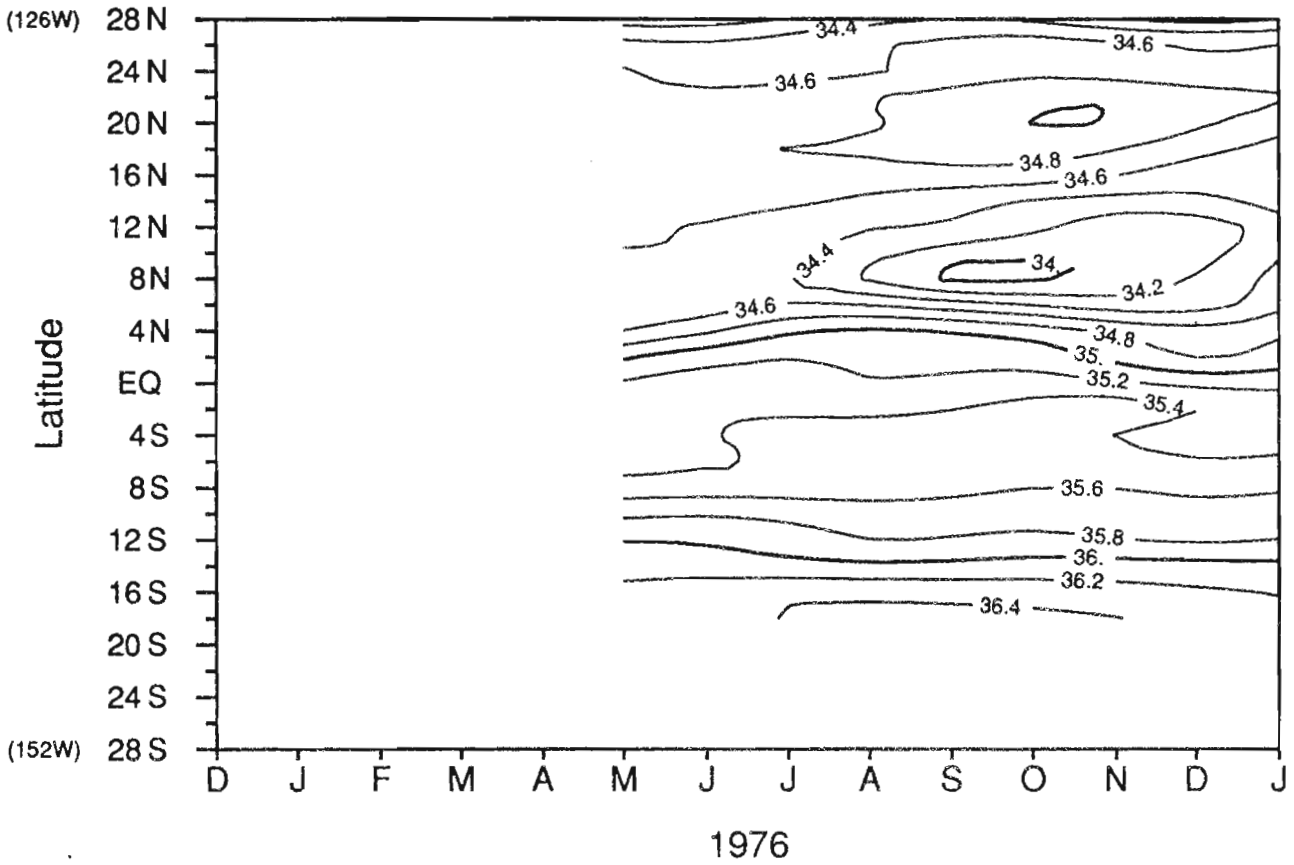
Temperature de surface : rail centre-est



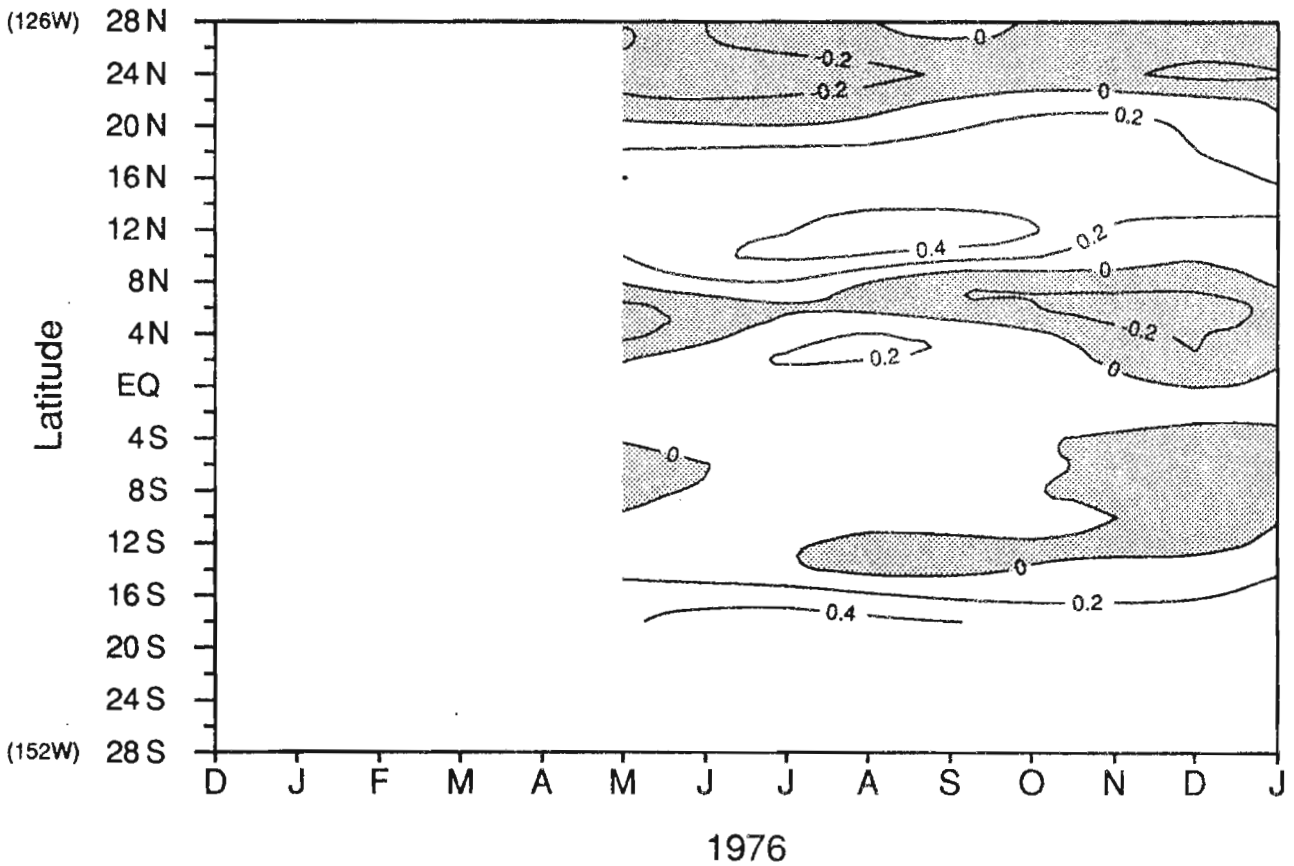
Anomalie de temperature de surface : rail centre-est



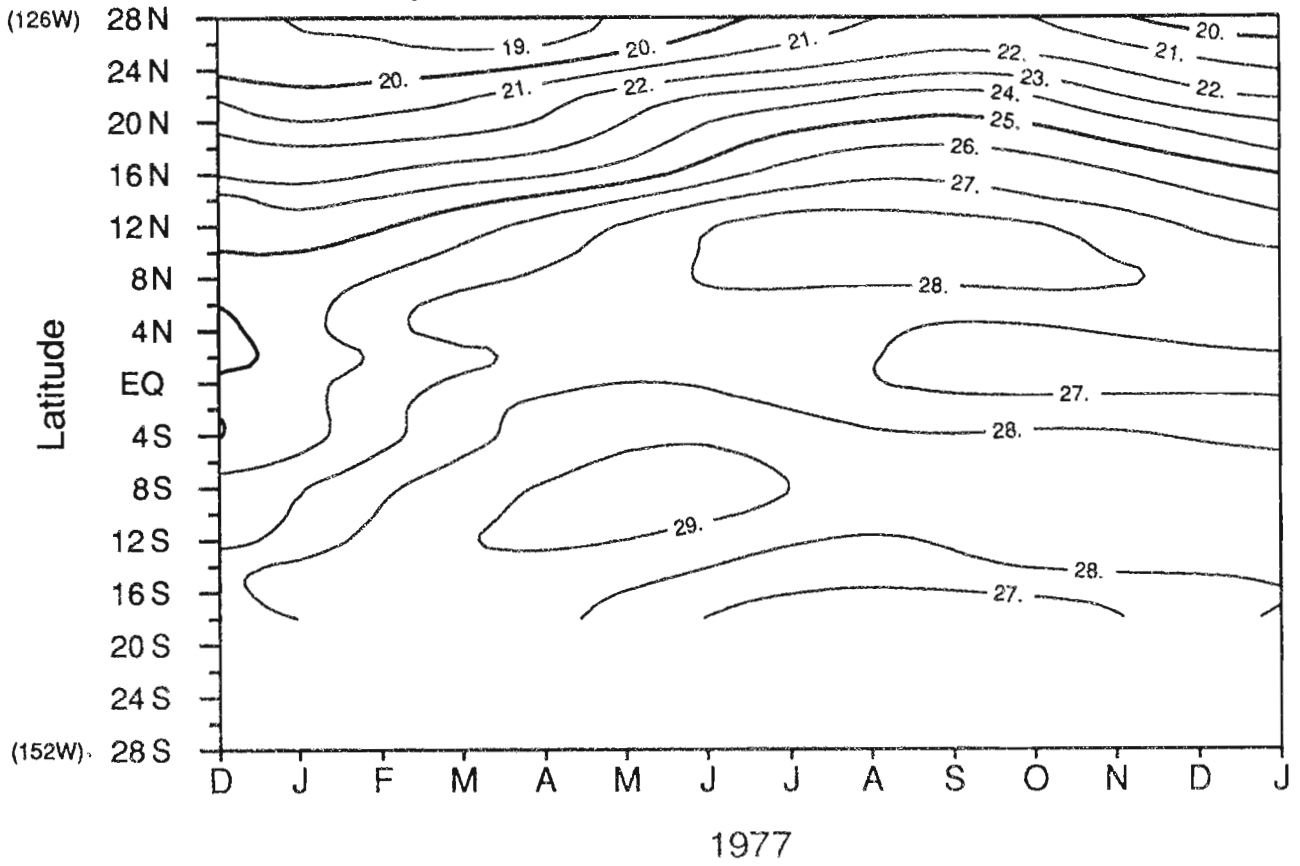
Salinite de surface : rail centre-est



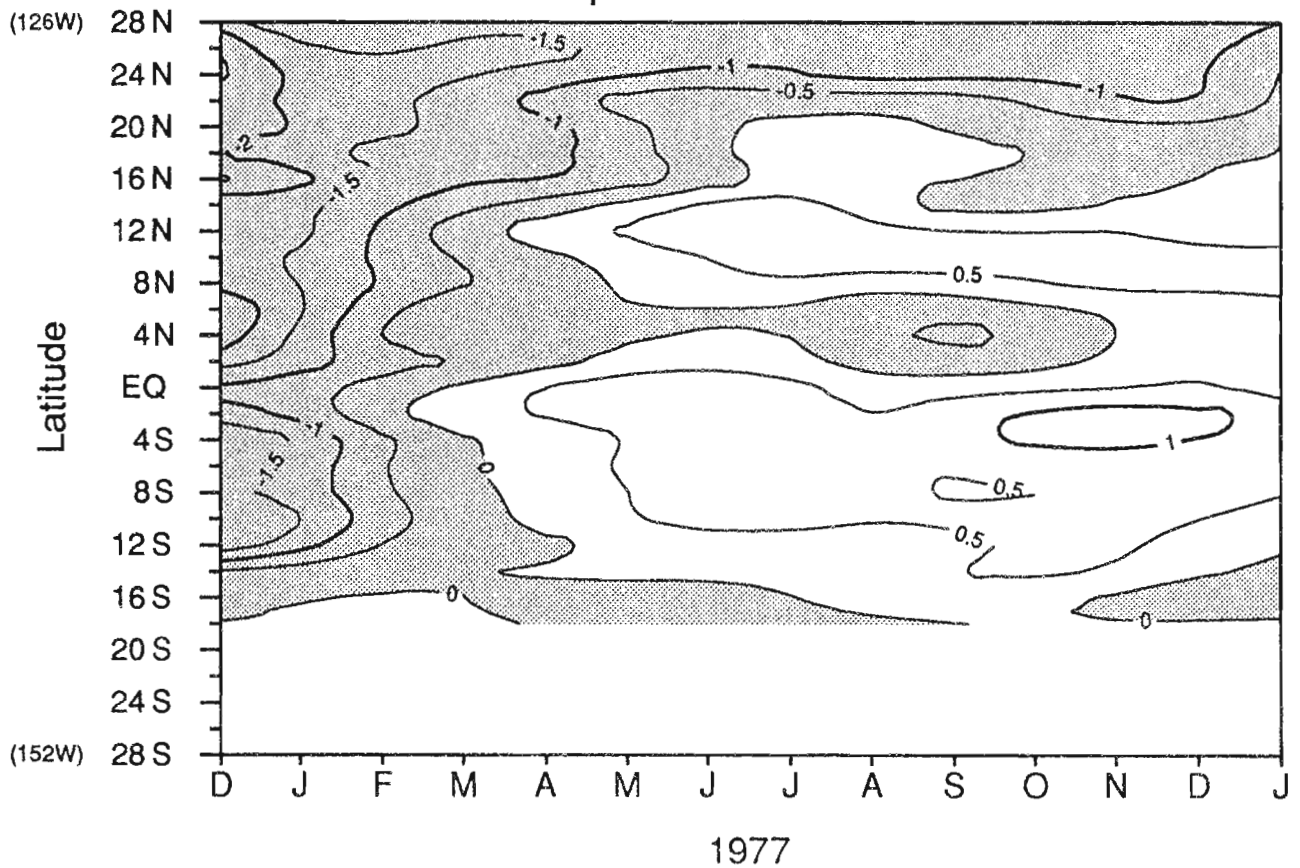
Anomalie de salinite de surface : rail centre-est



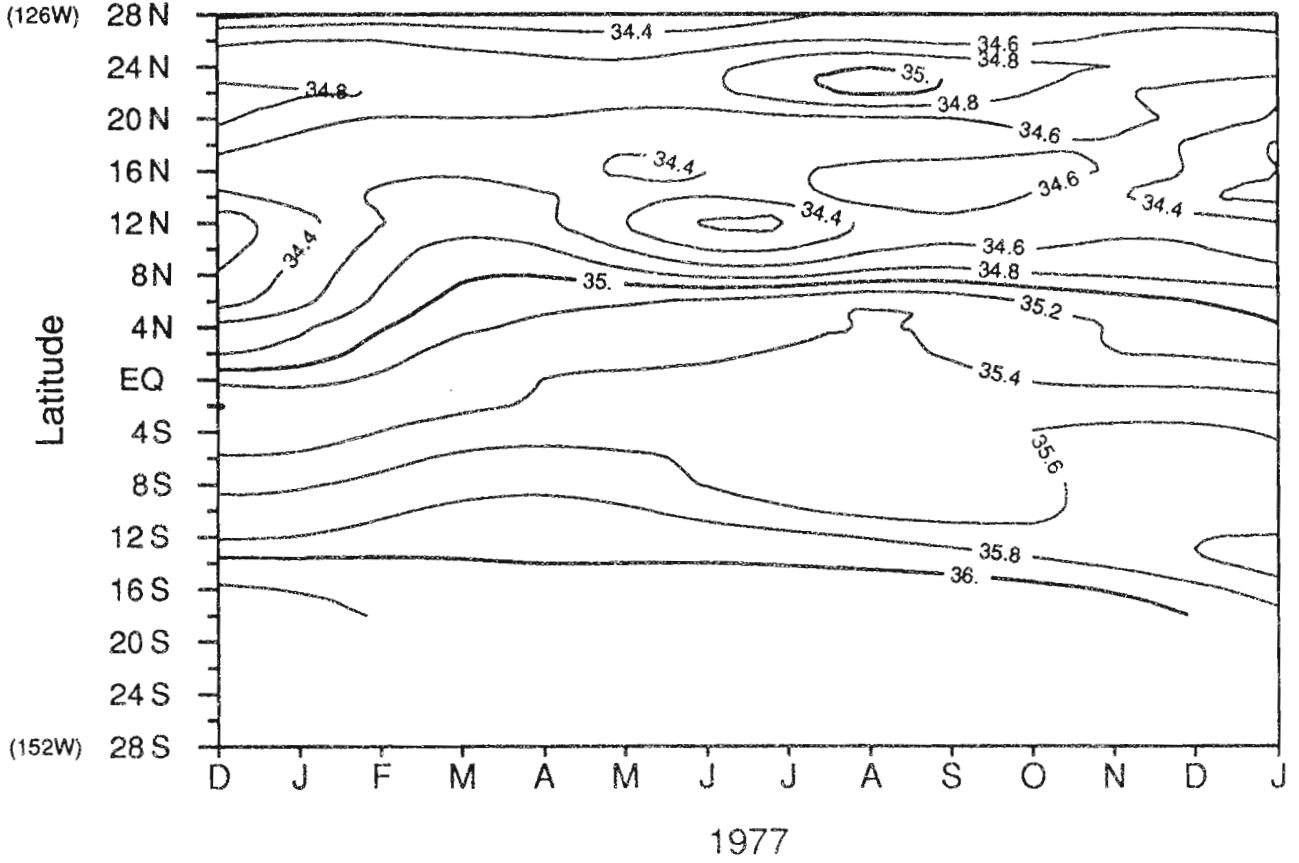
Temperature de surface : rail centre-est



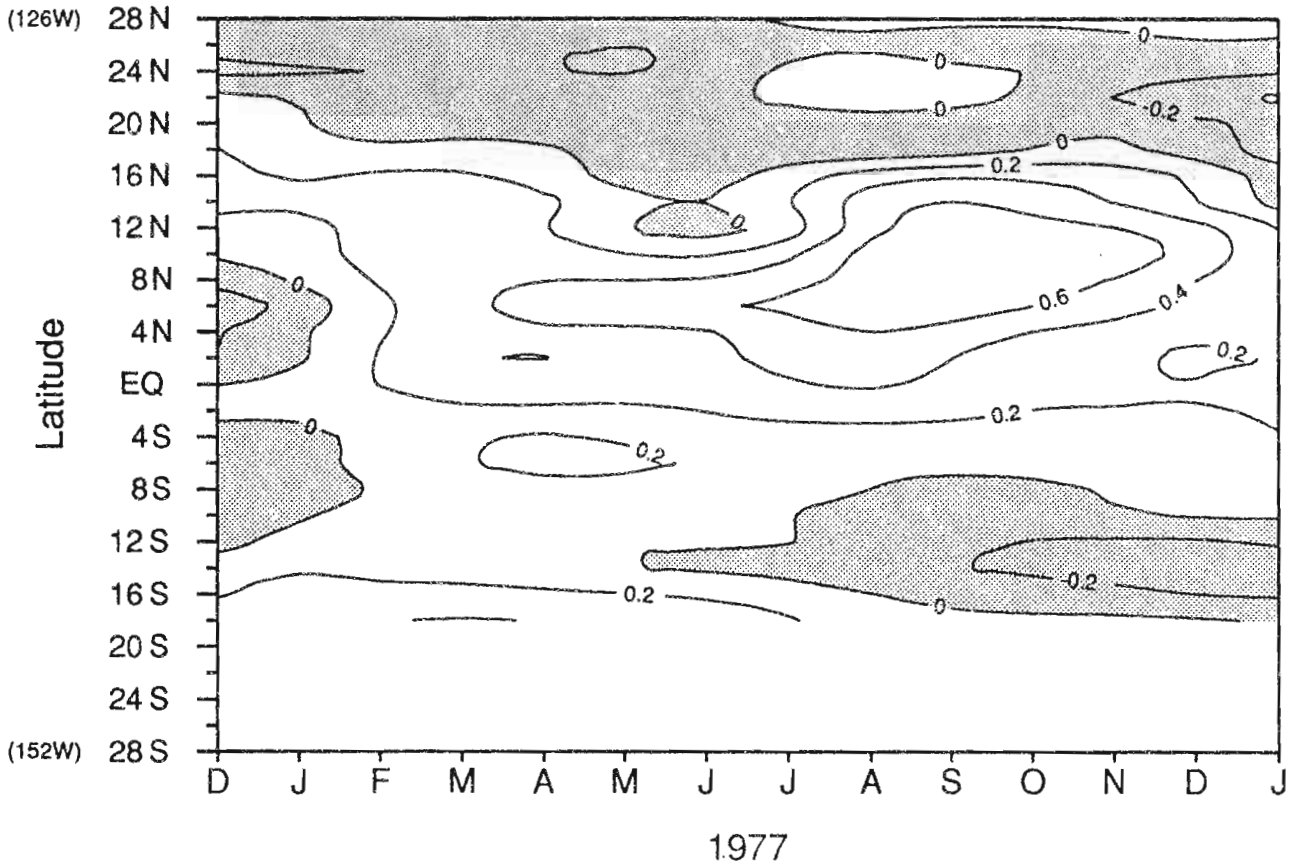
Anomalie de temperature de surface : rail centre-est



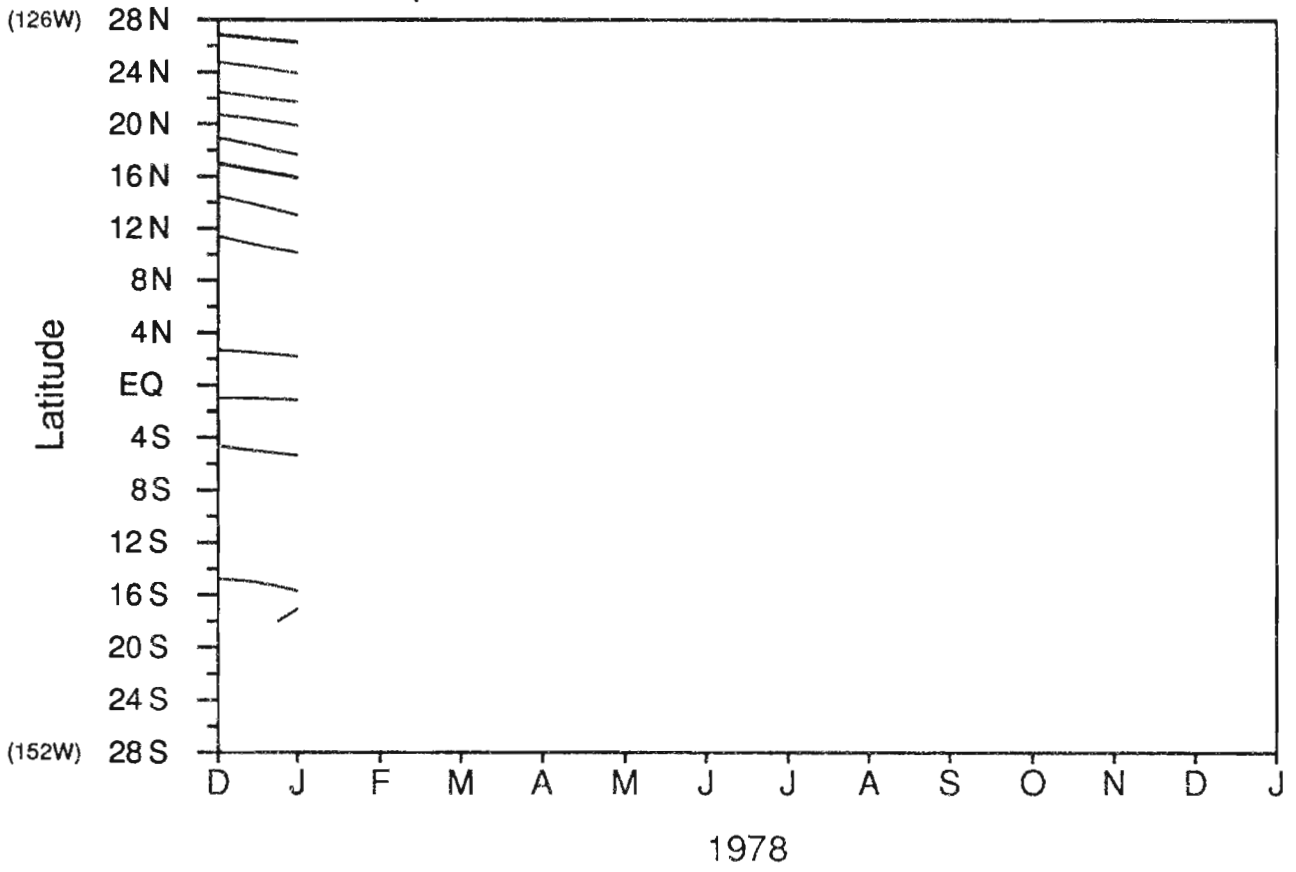
Salinite de surface : rail centre-est



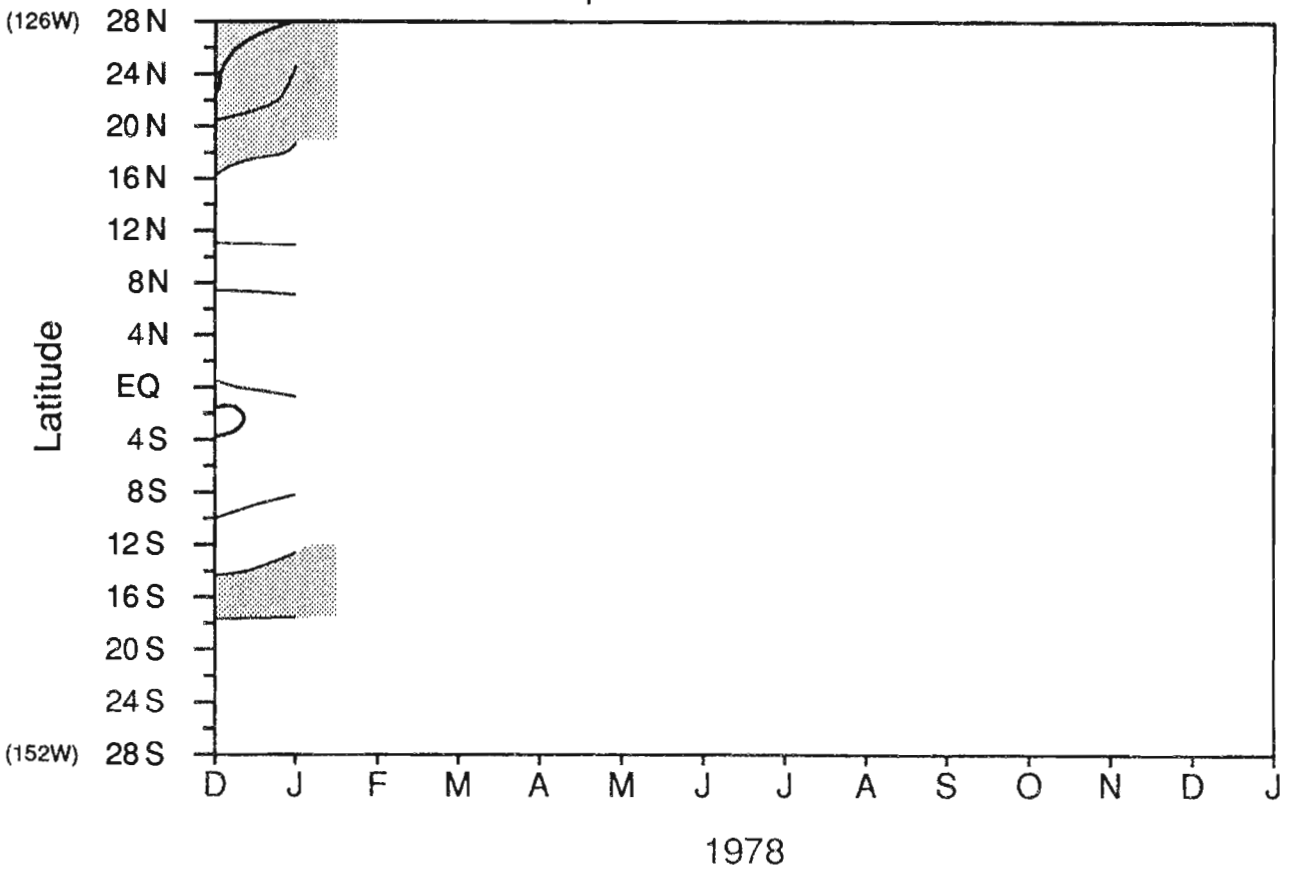
Anomalie de salinite de surface : rail centre-est



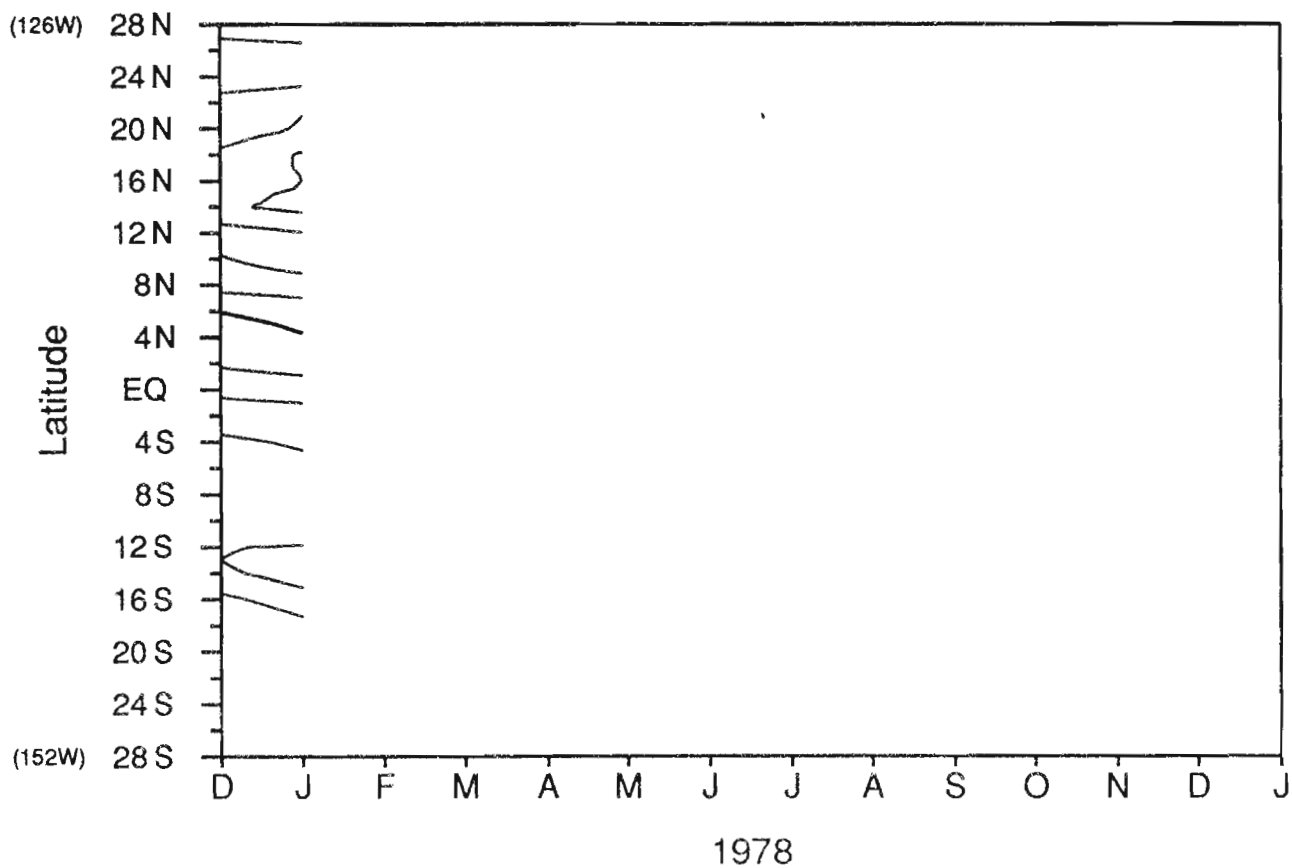
Temperature de surface : rail centre-est



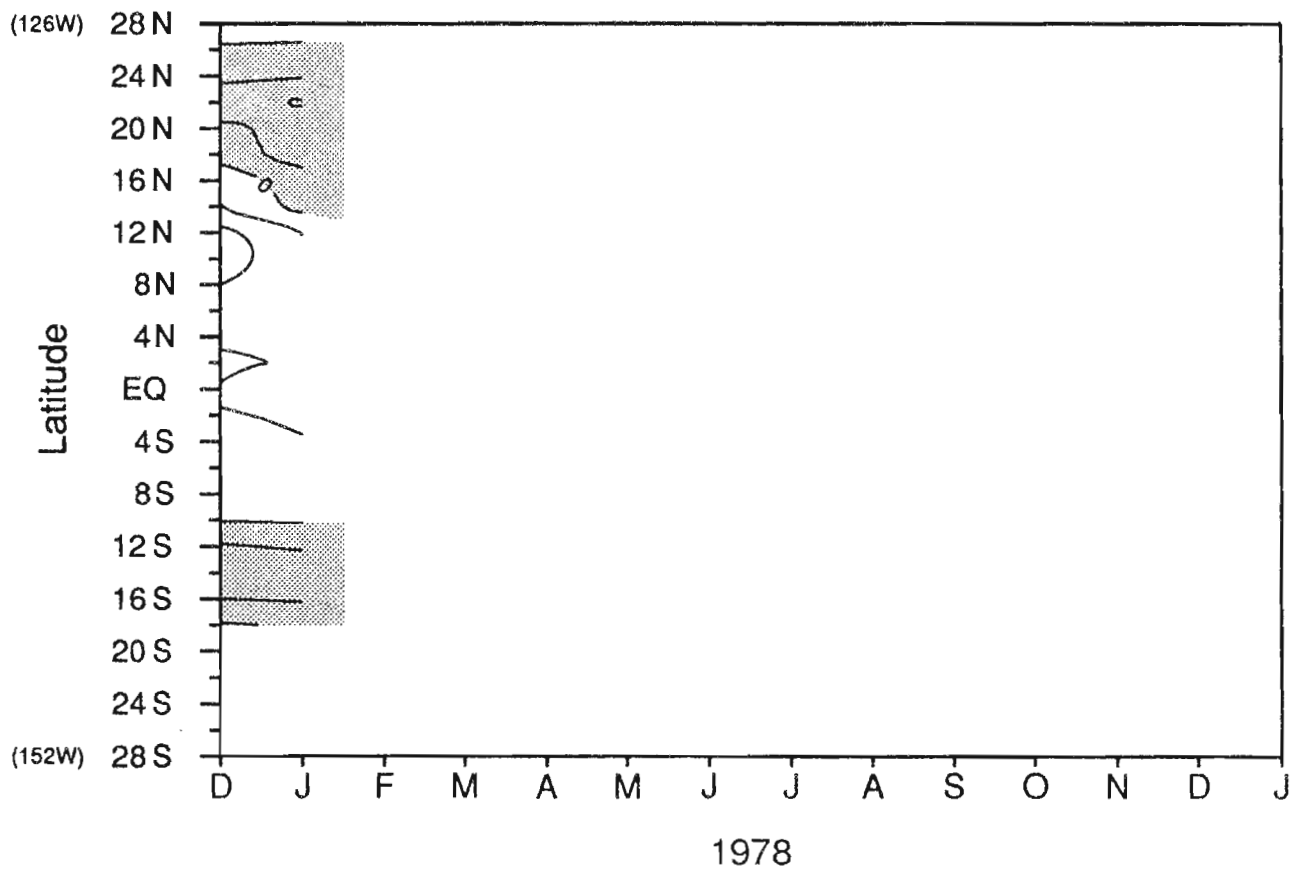
Anomalie de temperature de surface : rail centre-est



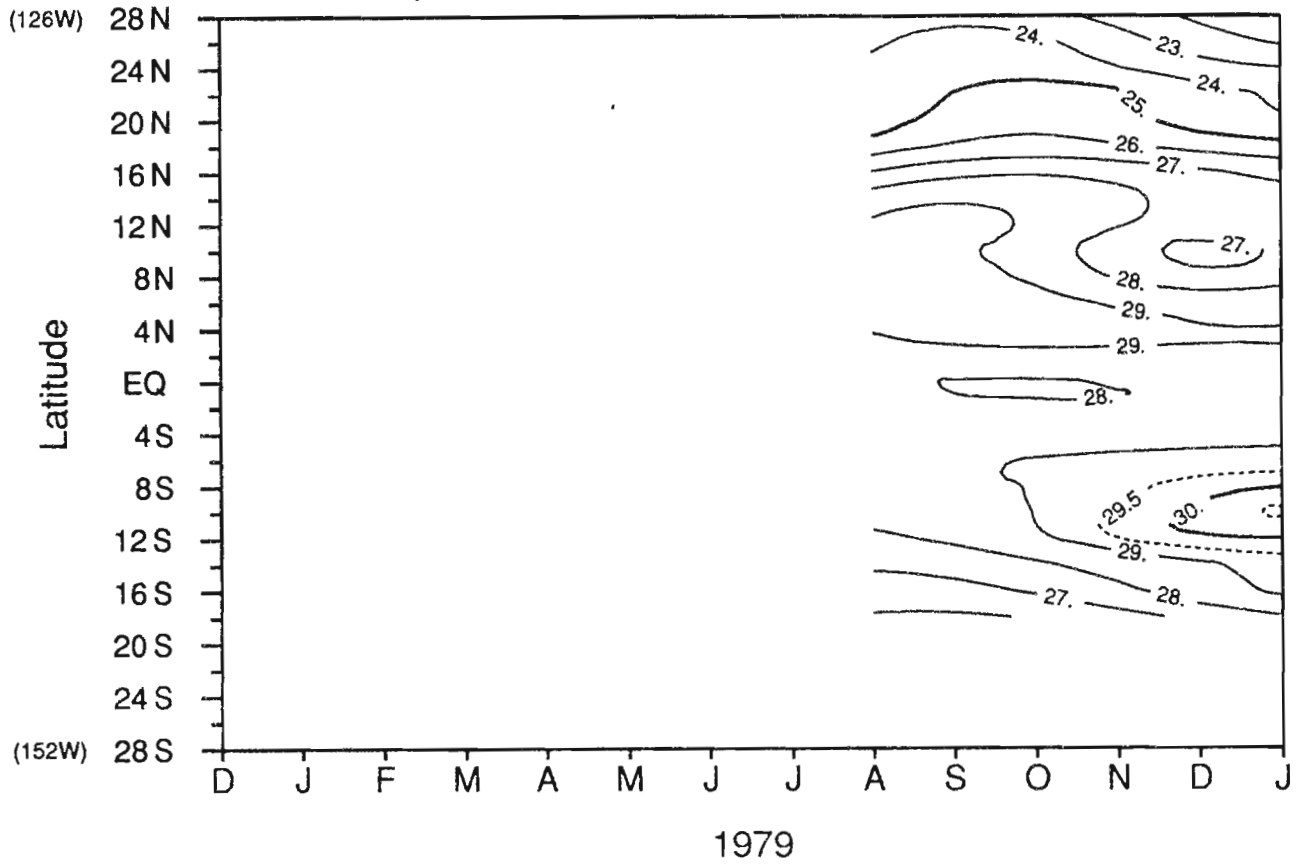
Salinite de surface : rail centre-est



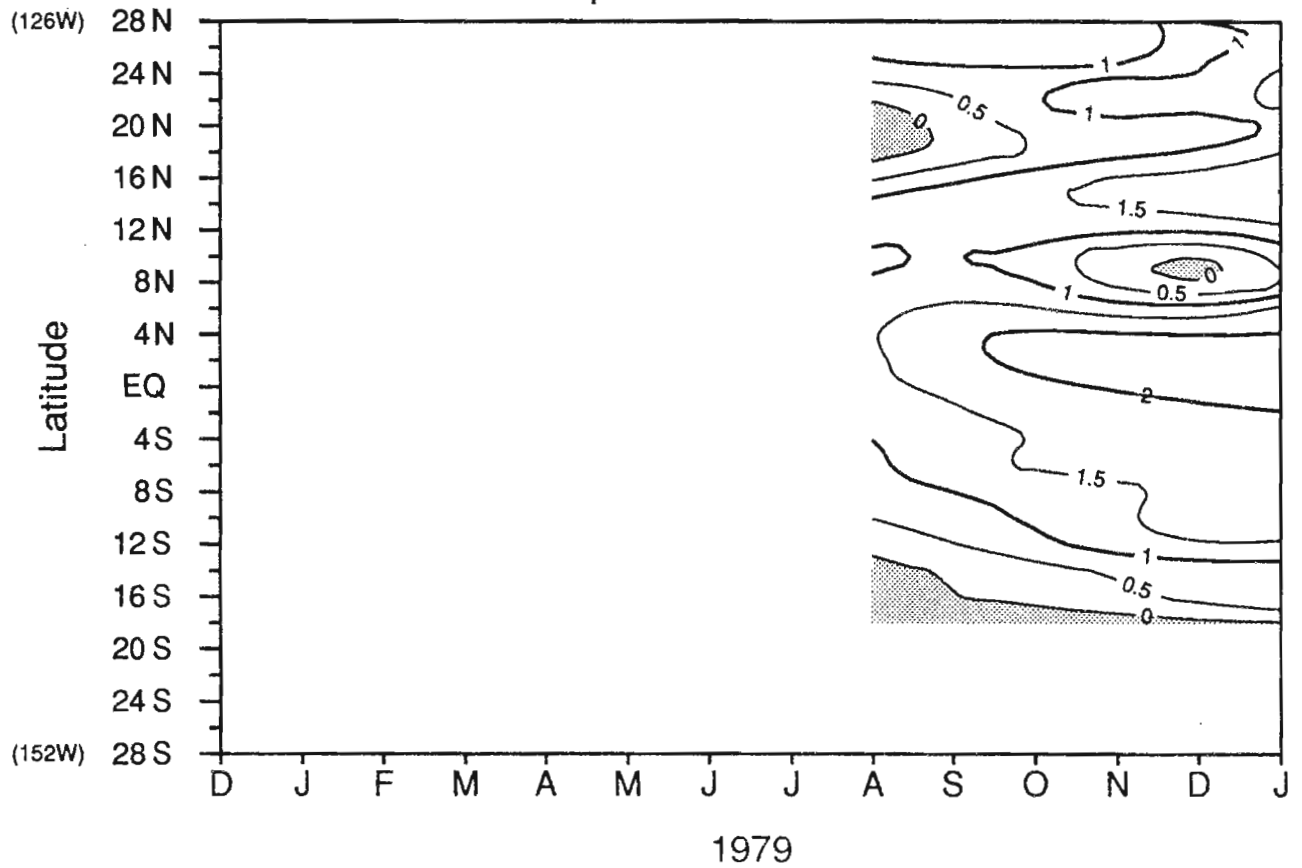
Anomalie de salinite de surface : rail centre-est



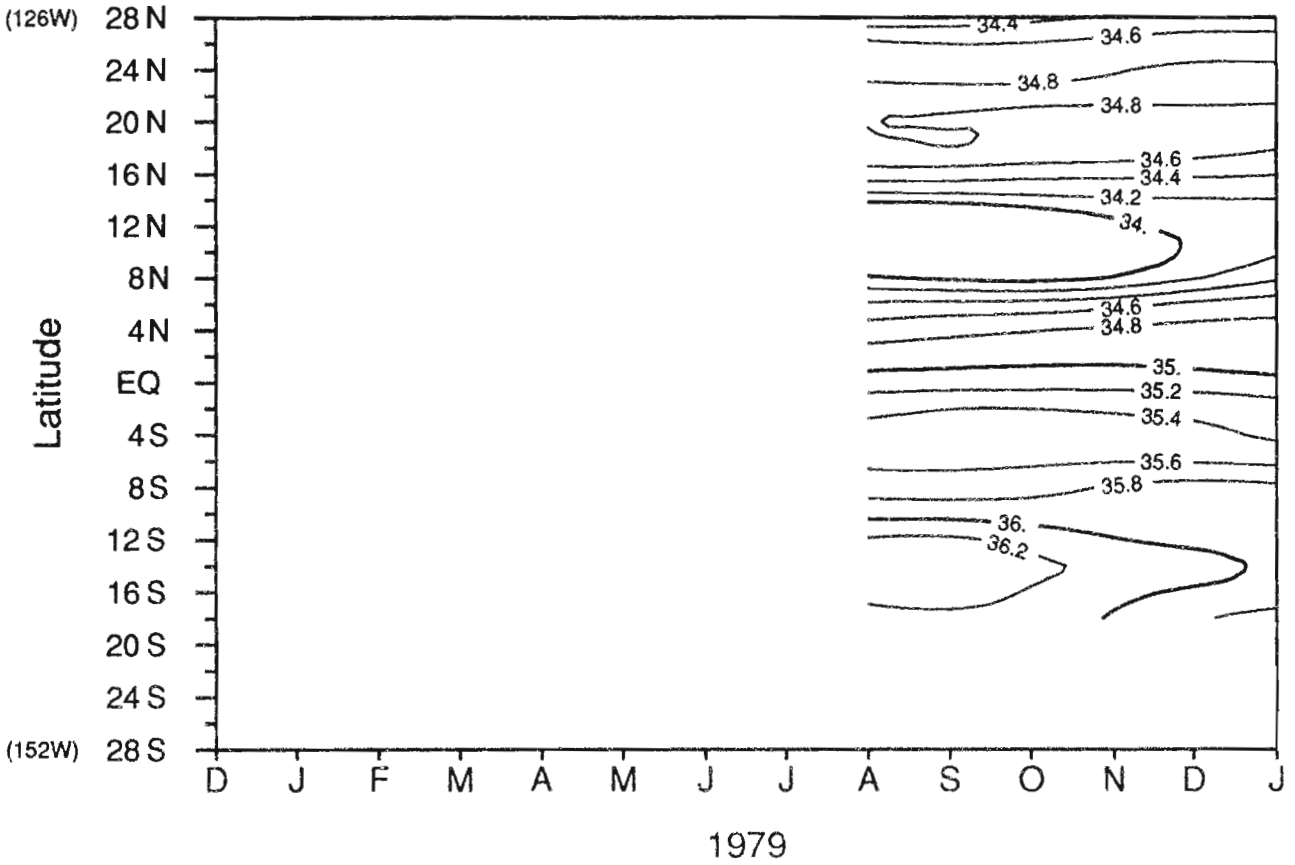
Temperature de surface : rail centre-est



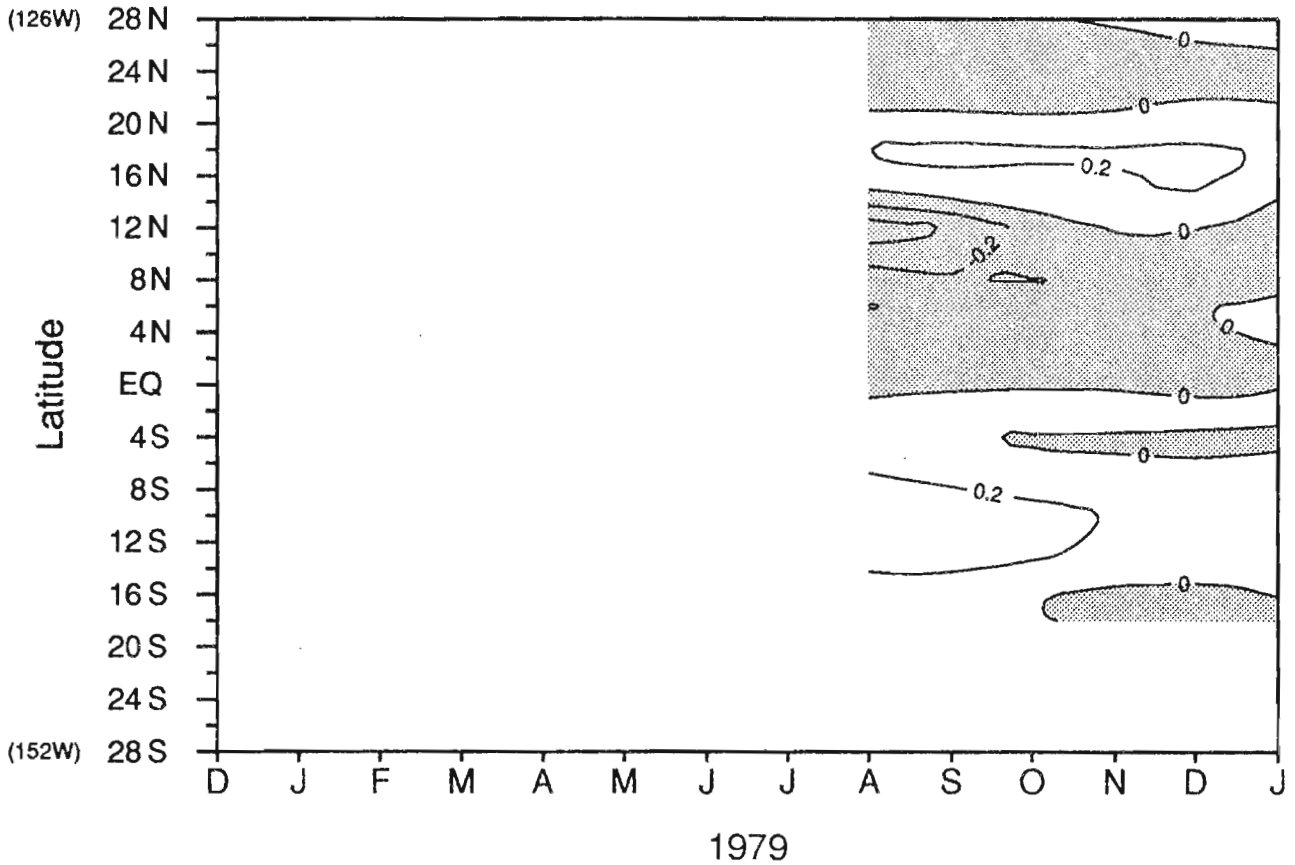
Anomalie de temperature de surface : rail centre-est



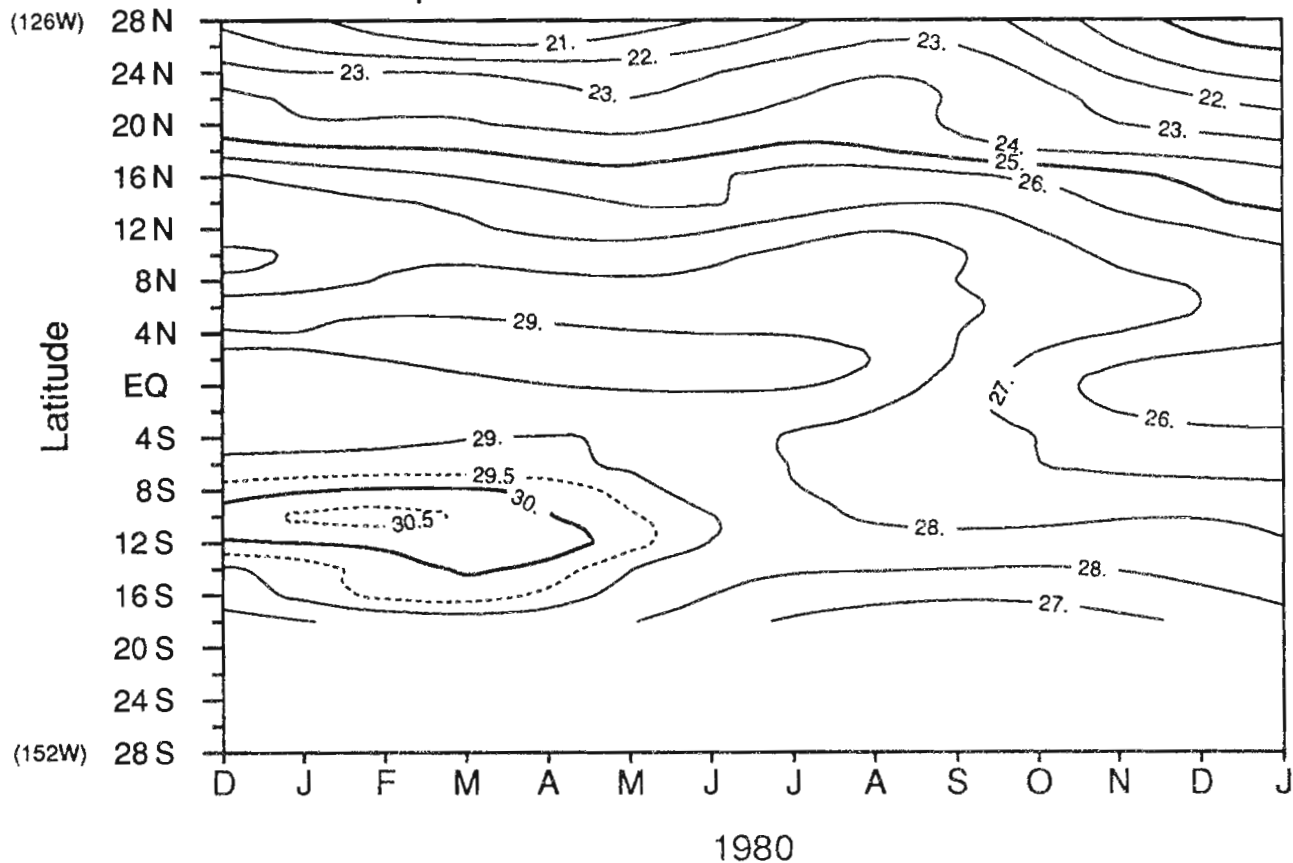
Salinite de surface : rail centre-est



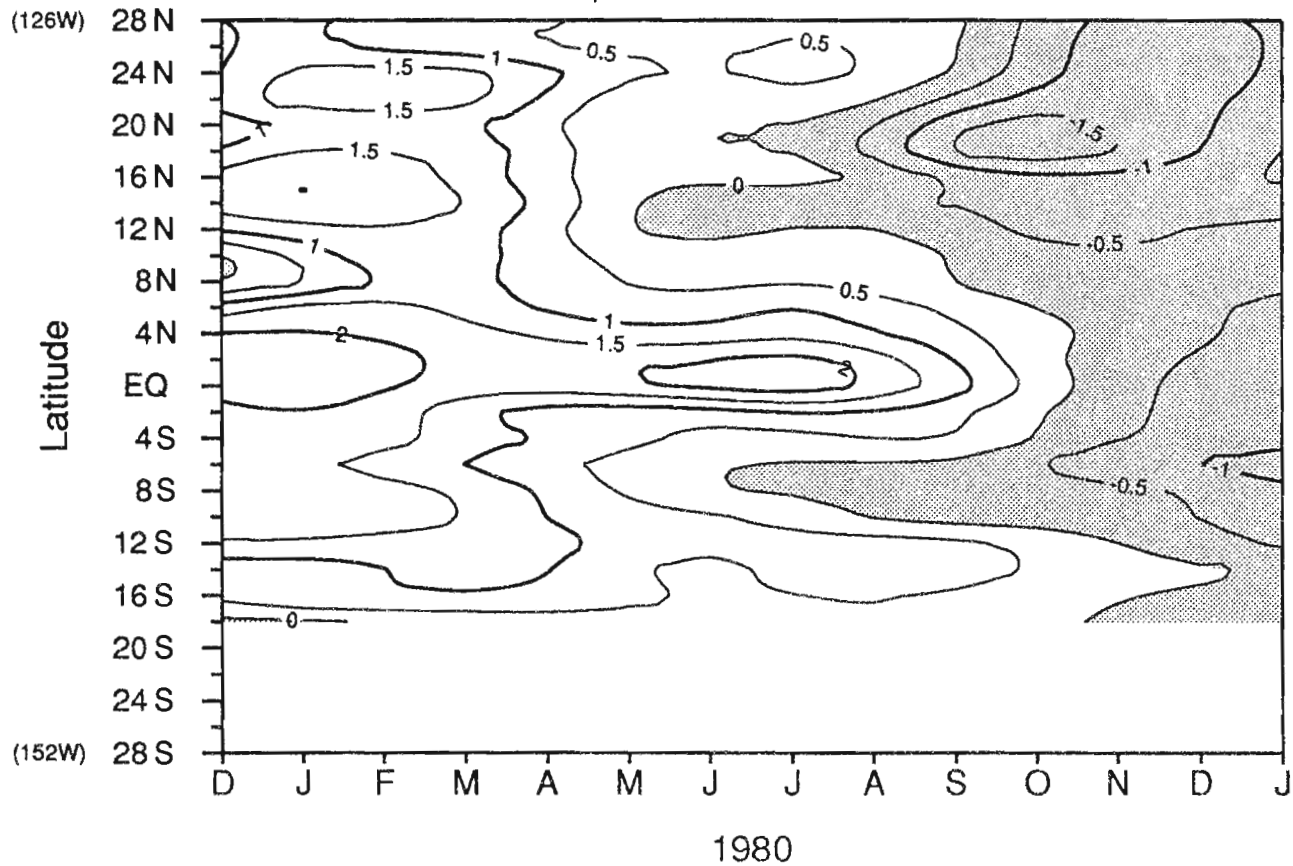
Anomalie de salinite de surface : rail centre-est



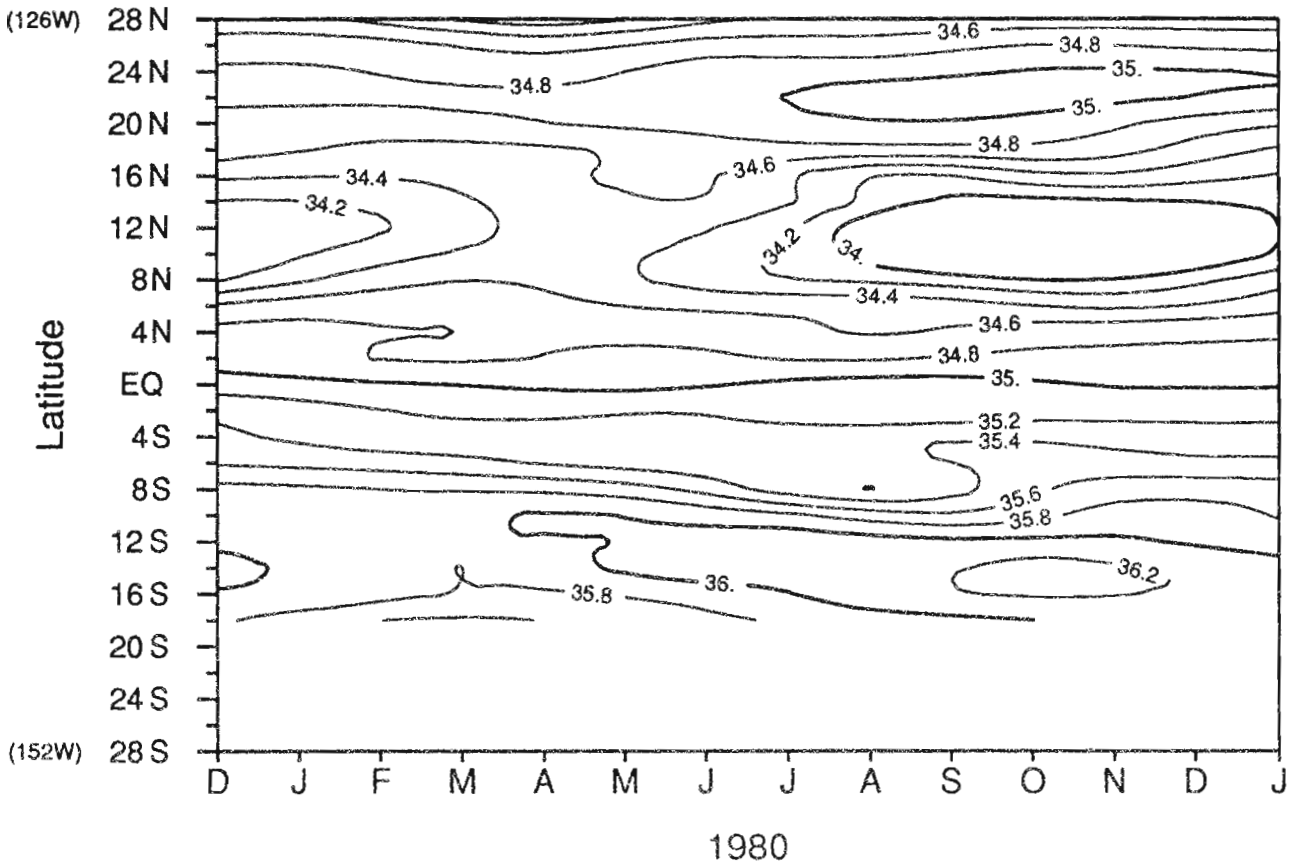
Temperature de surface : rail centre-est



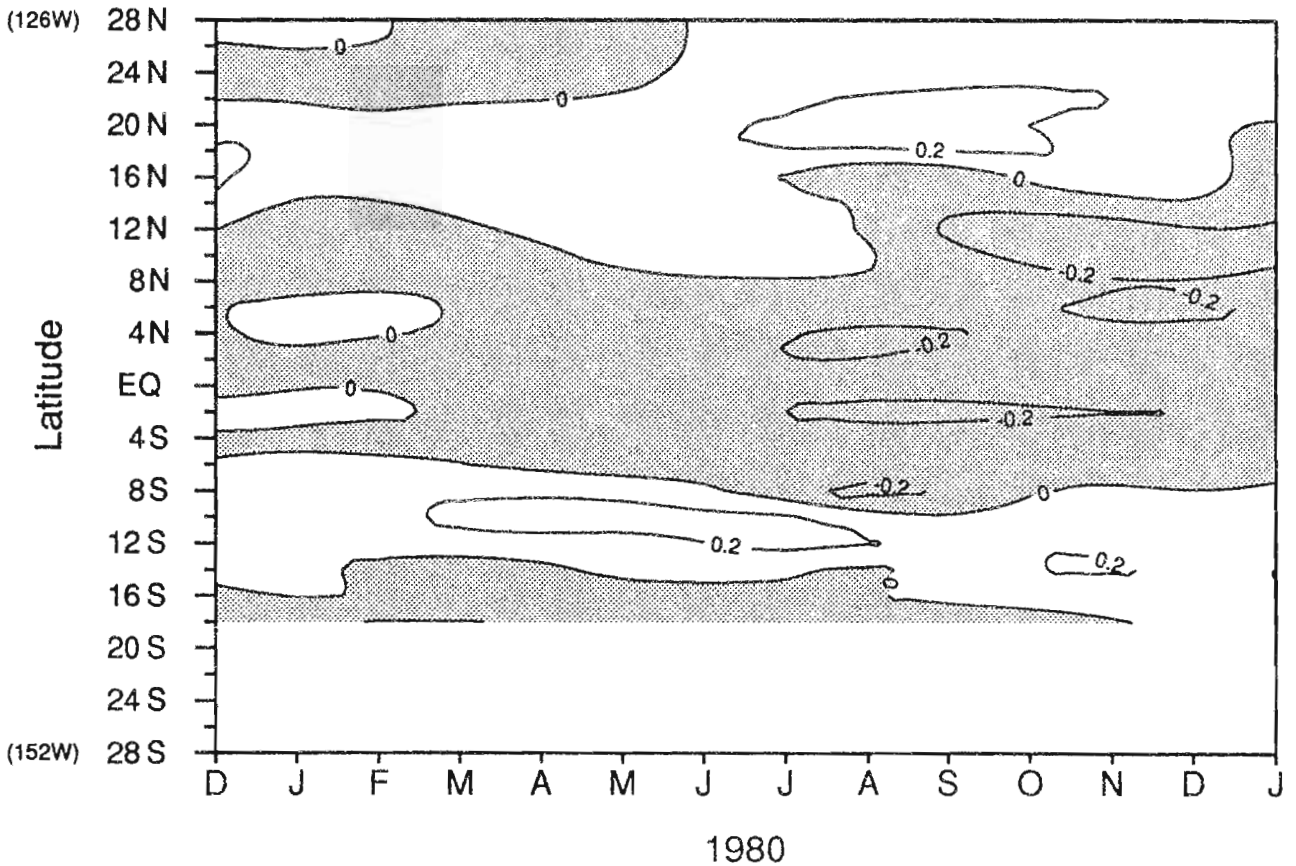
Anomalie de temperature de surface : rail centre-est



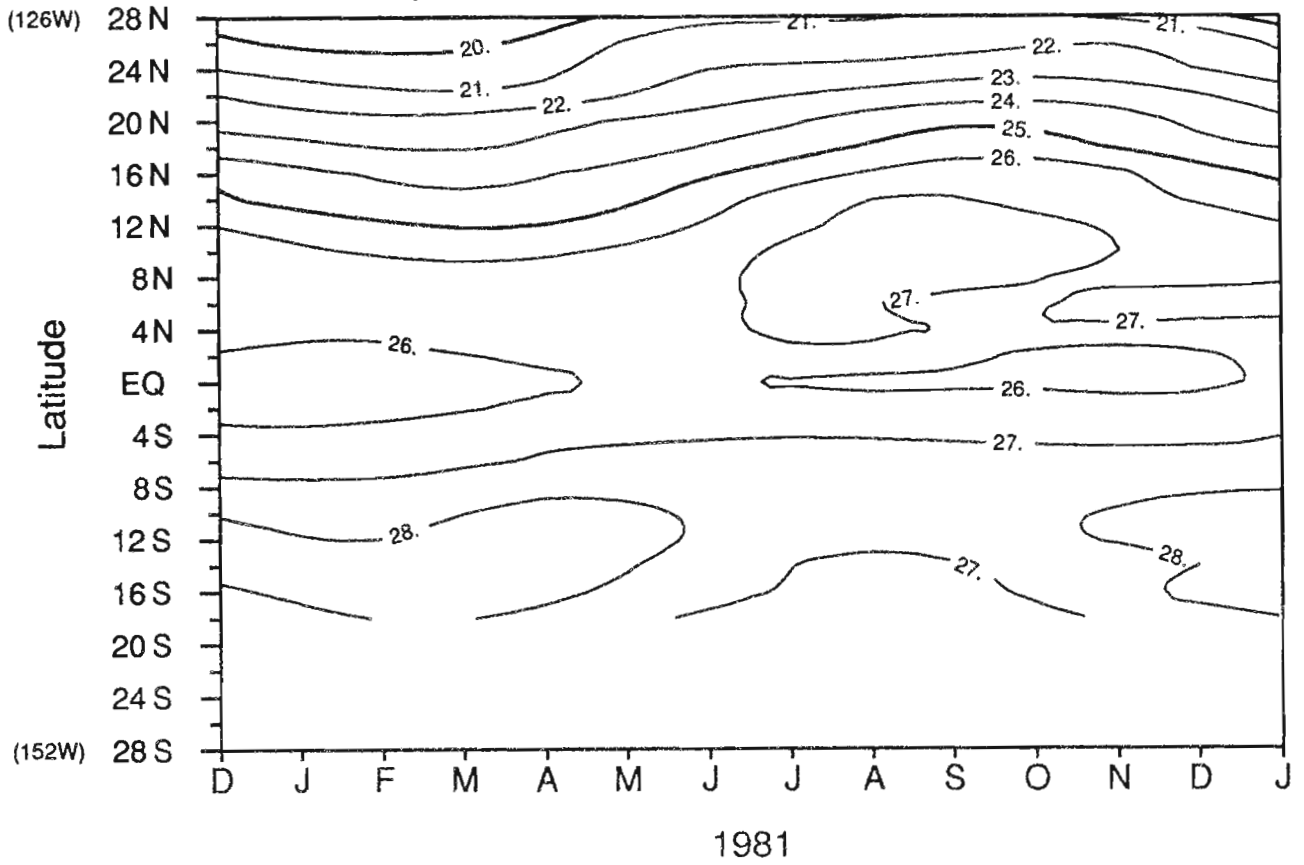
Salinite de surface : rail centre-est



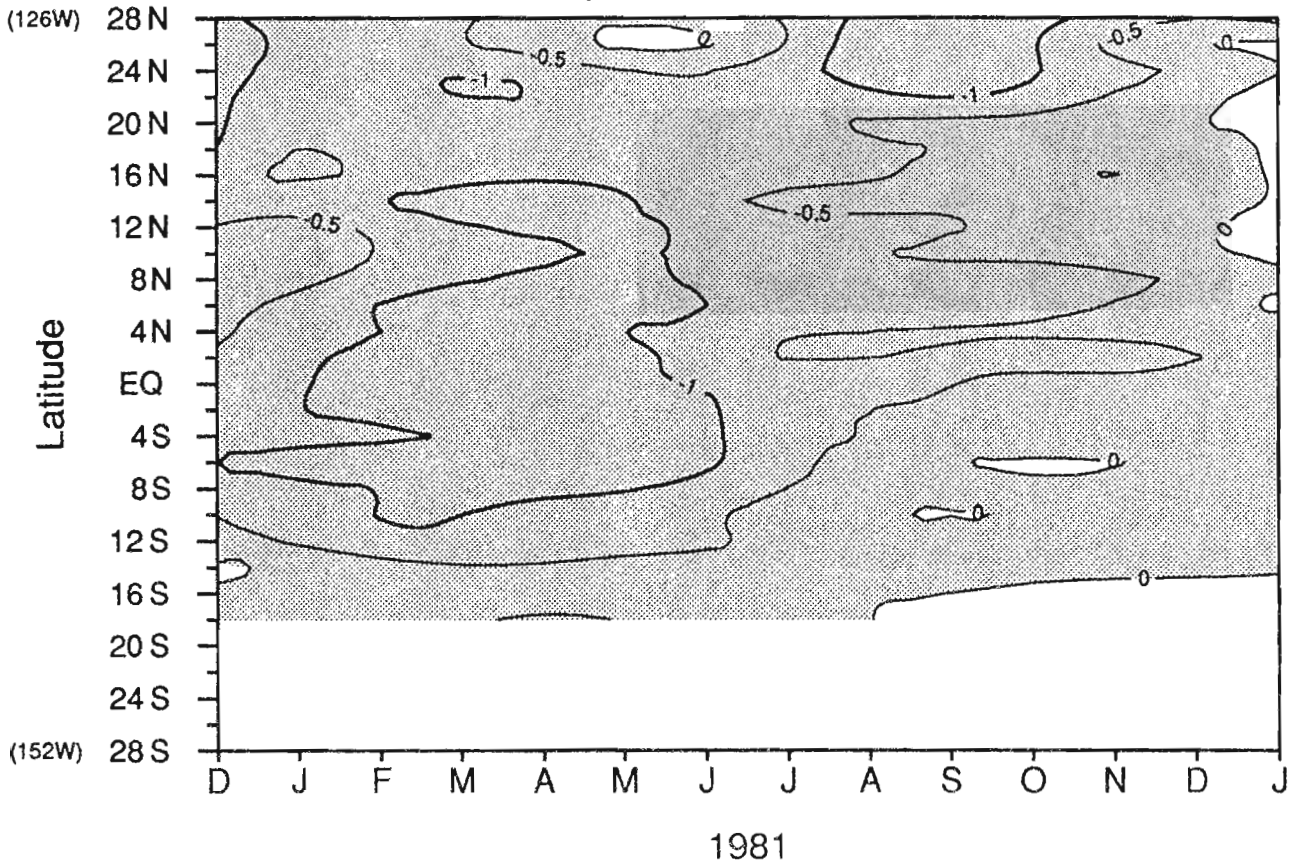
Anomalie de salinite de surface : rail centre-est



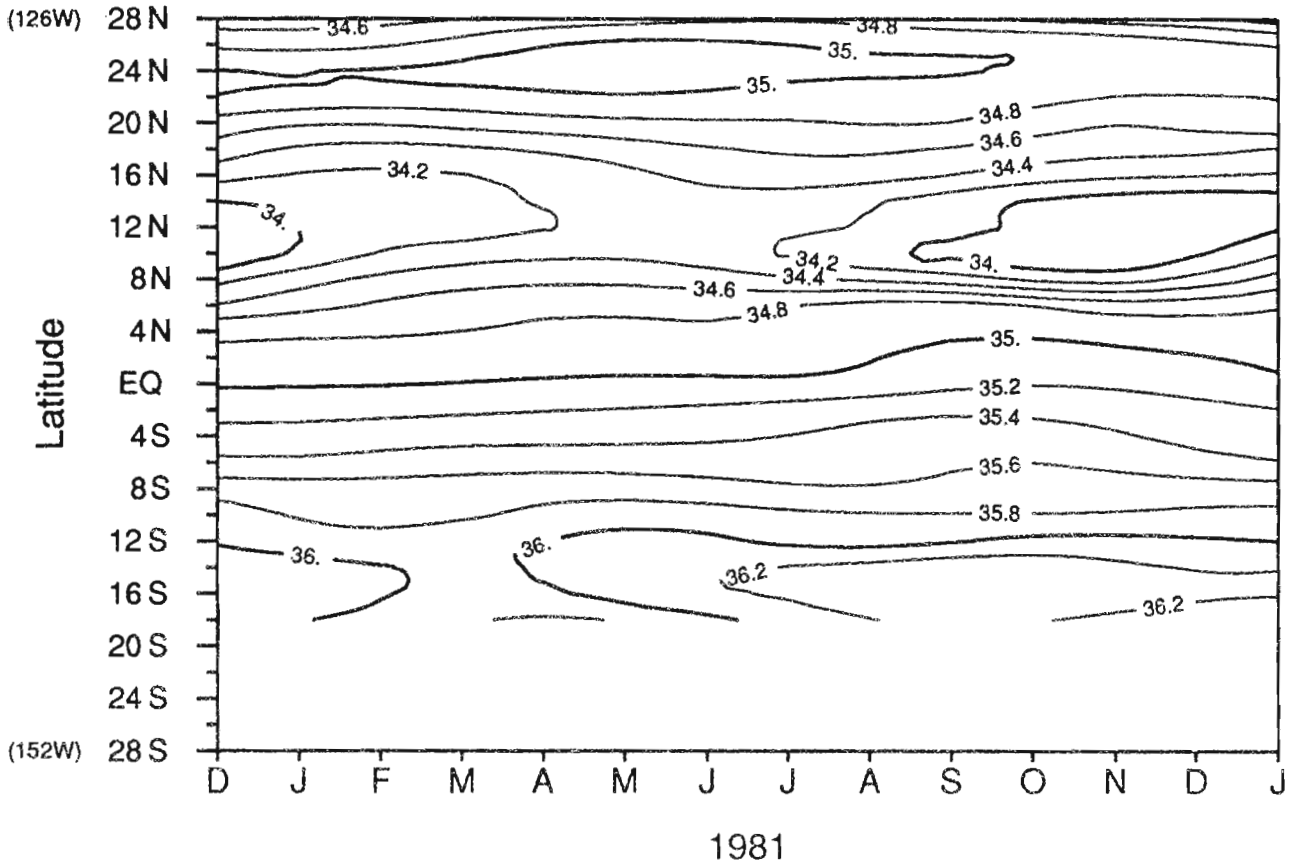
Temperature de surface : rail centre-est



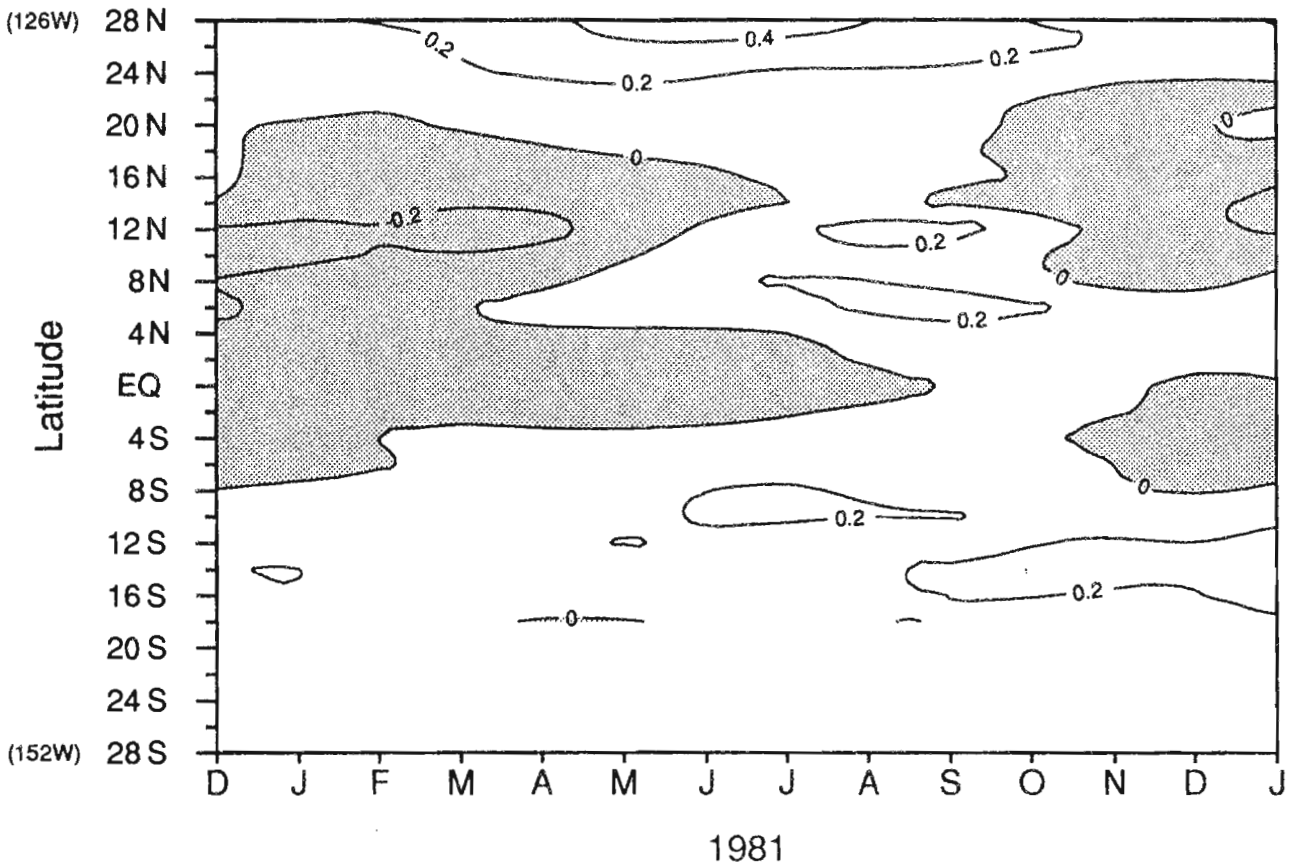
Anomalie de temperature de surface : rail centre-est



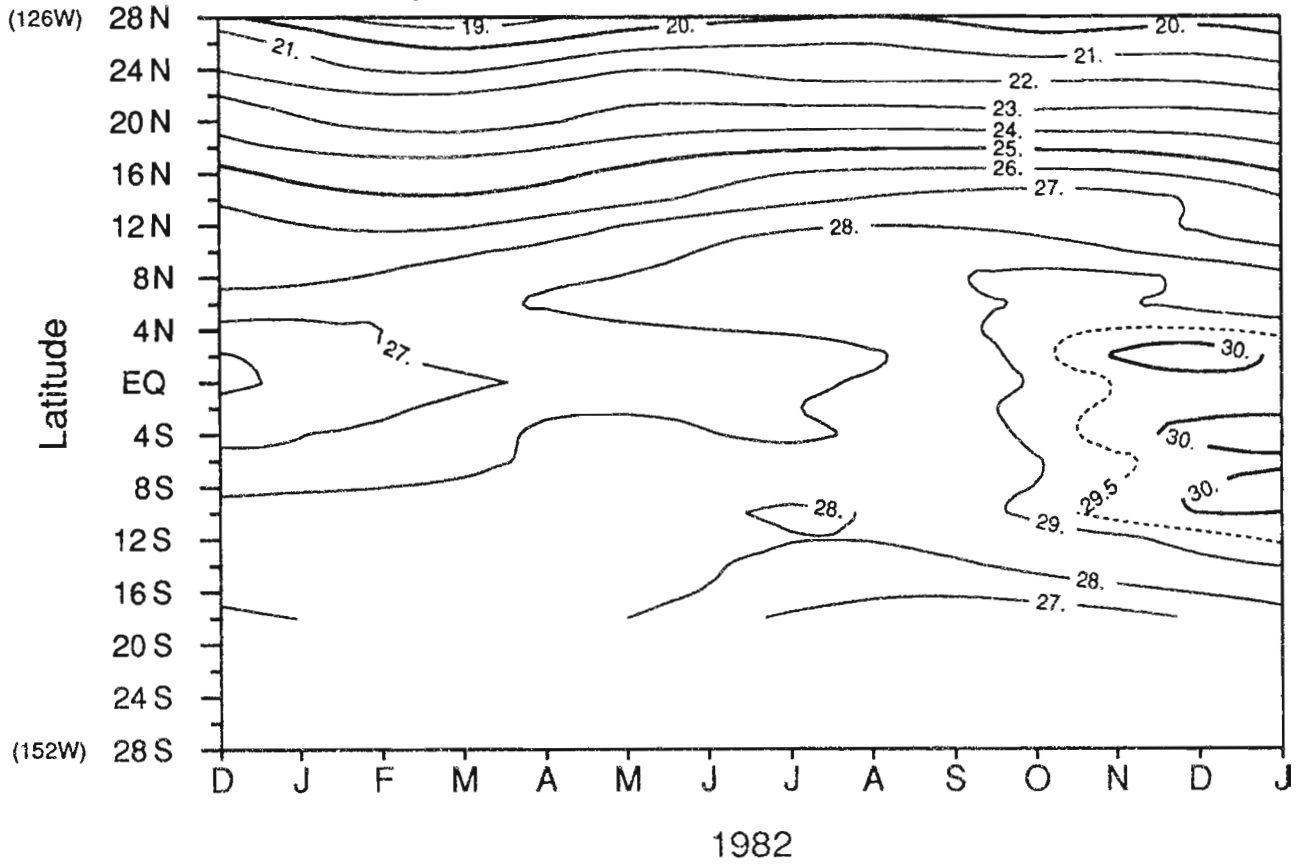
Salinite de surface : rail centre-est



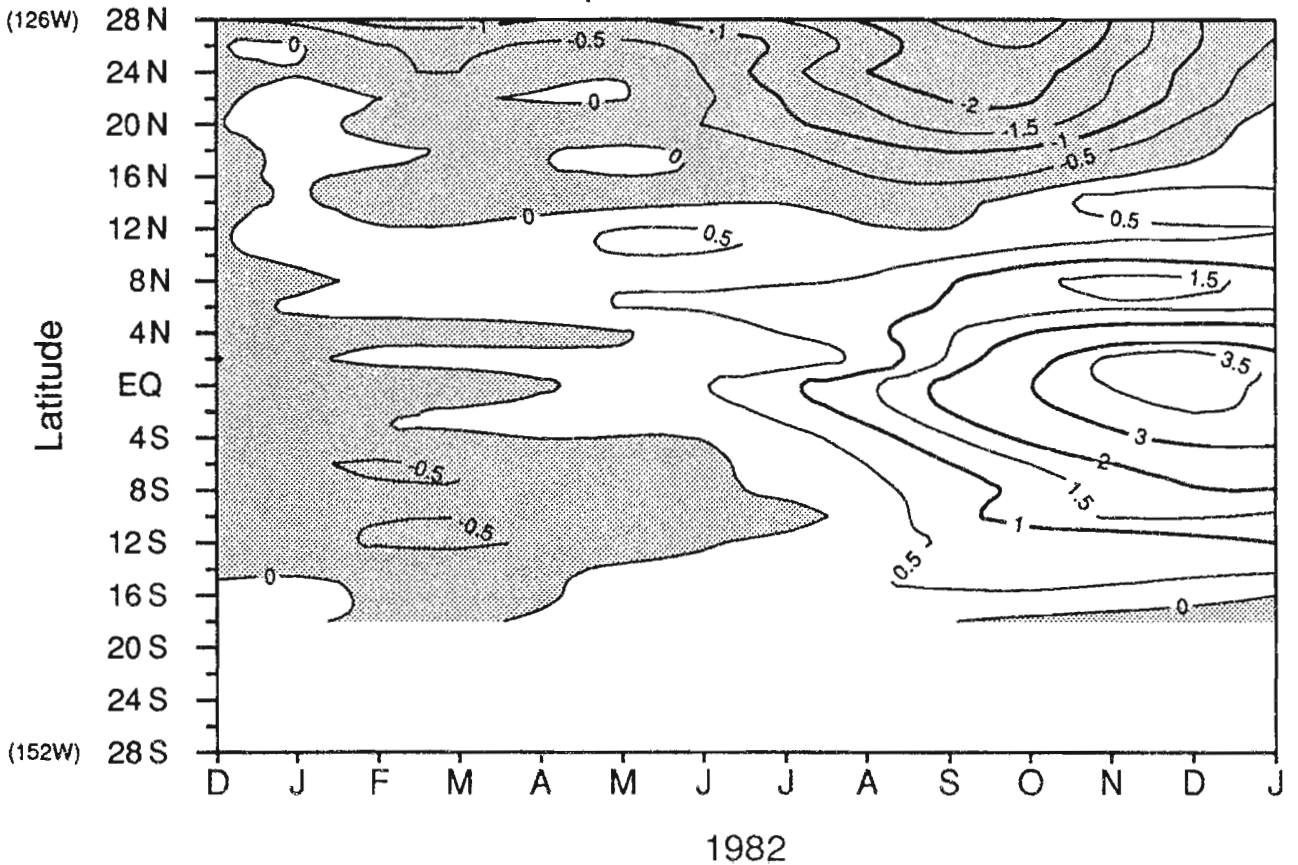
Anomalie de salinite de surface : rail centre-est



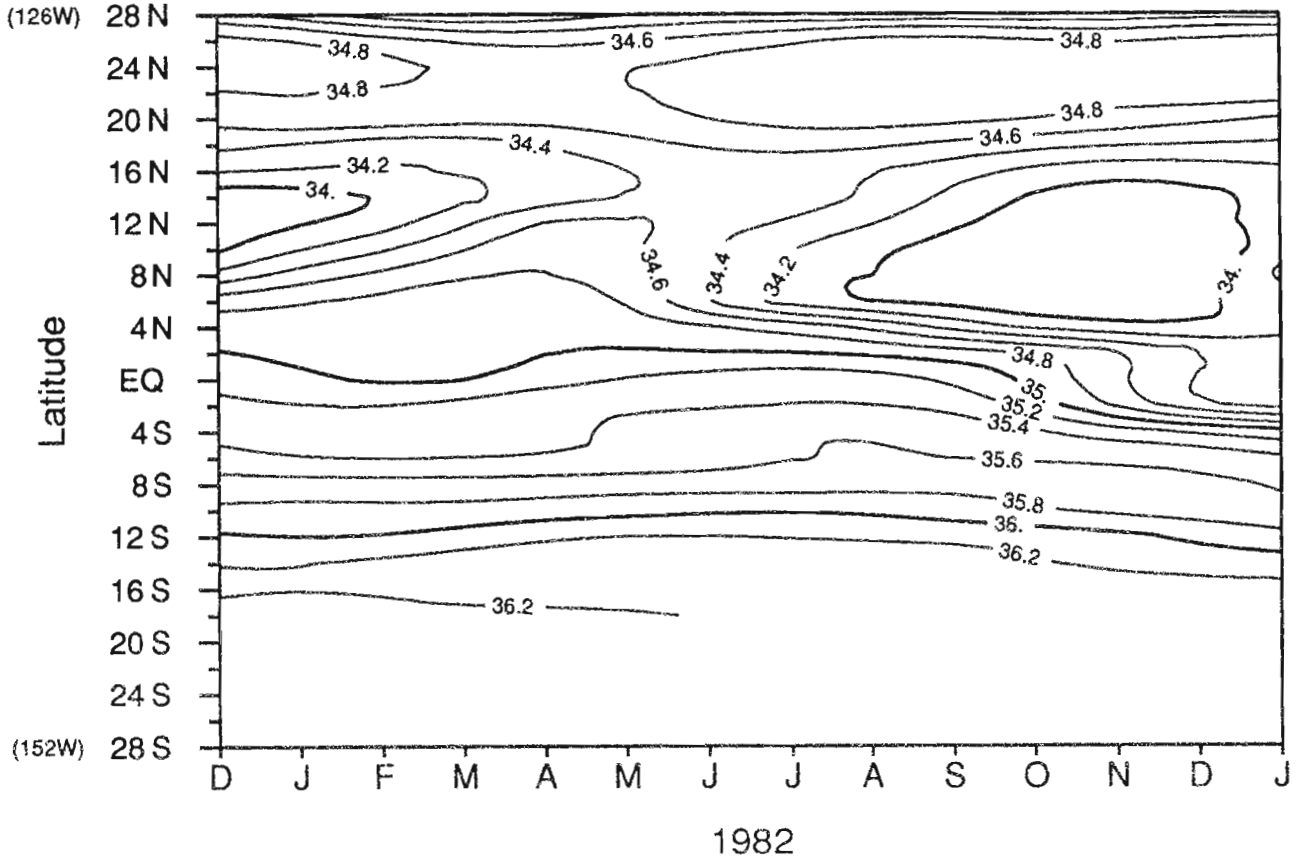
Temperature de surface : rail centre-est



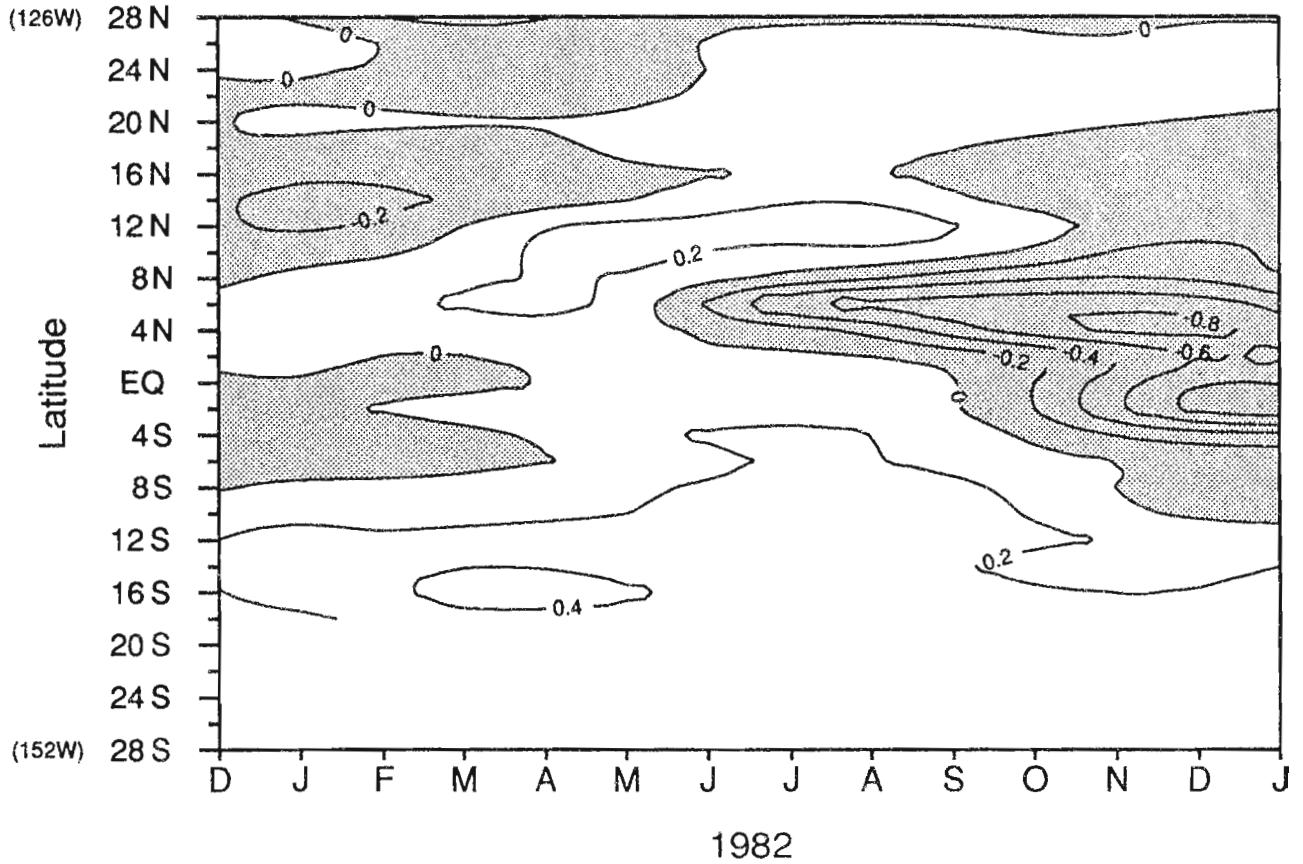
Anomalie de temperature de surface : rail centre-est



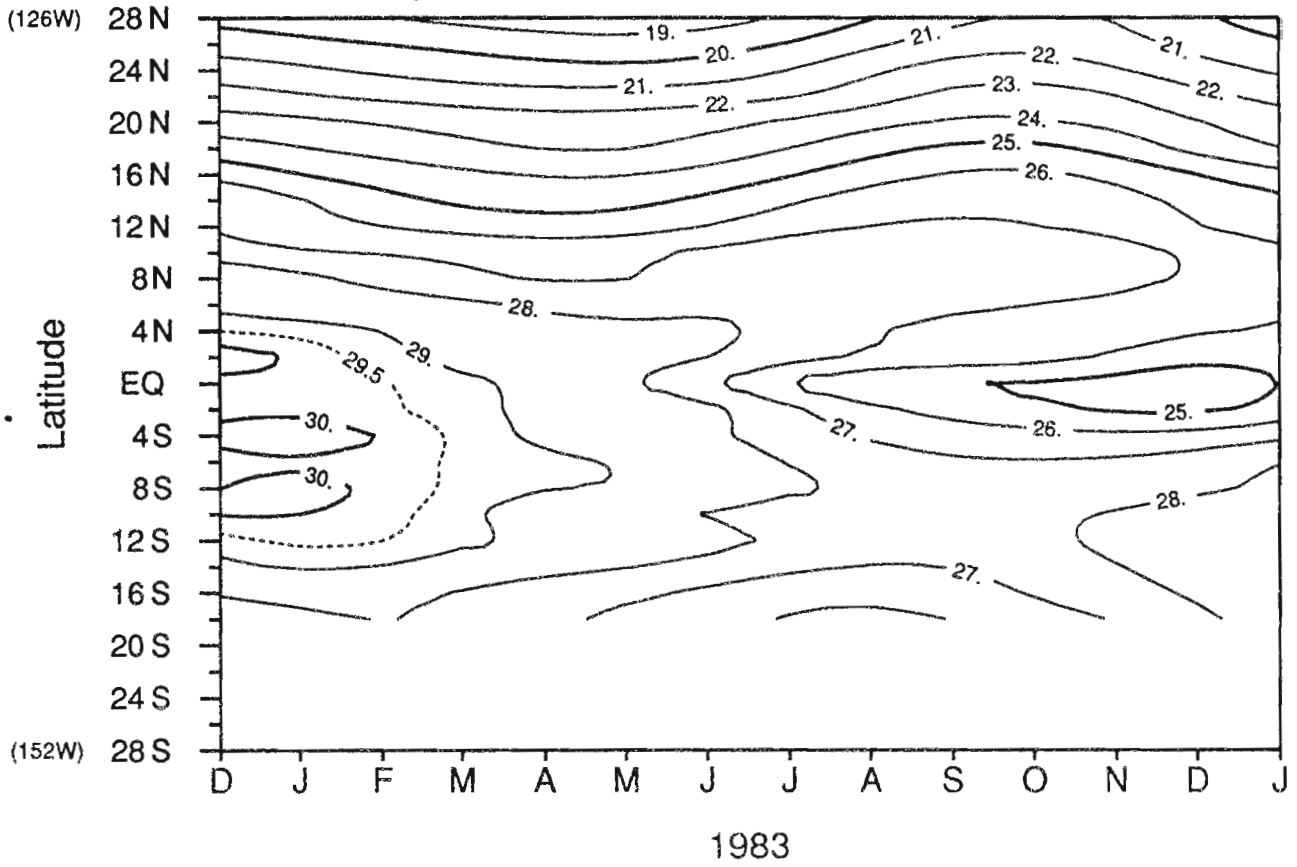
Salinite de surface : rail centre-est



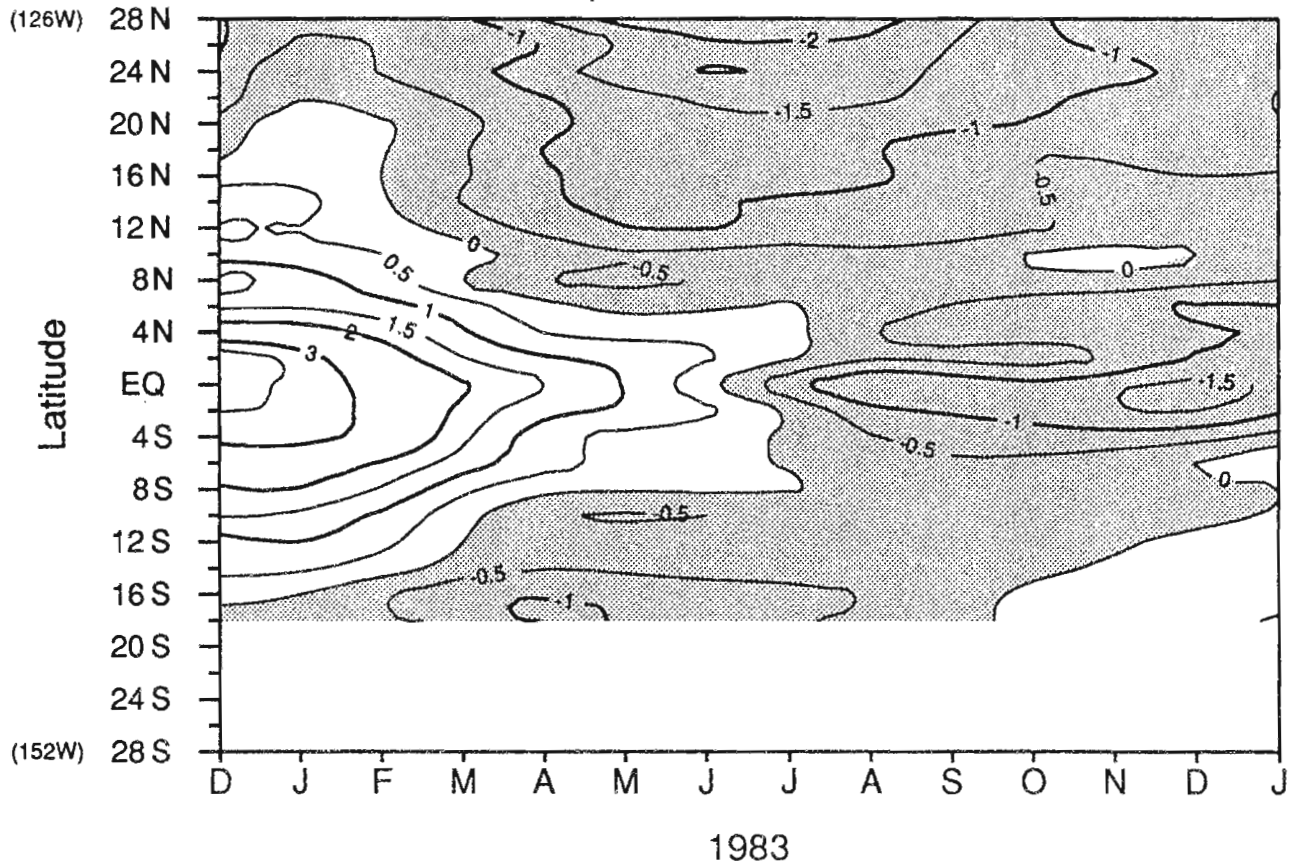
Anomalie de salinite de surface : rail centre-est



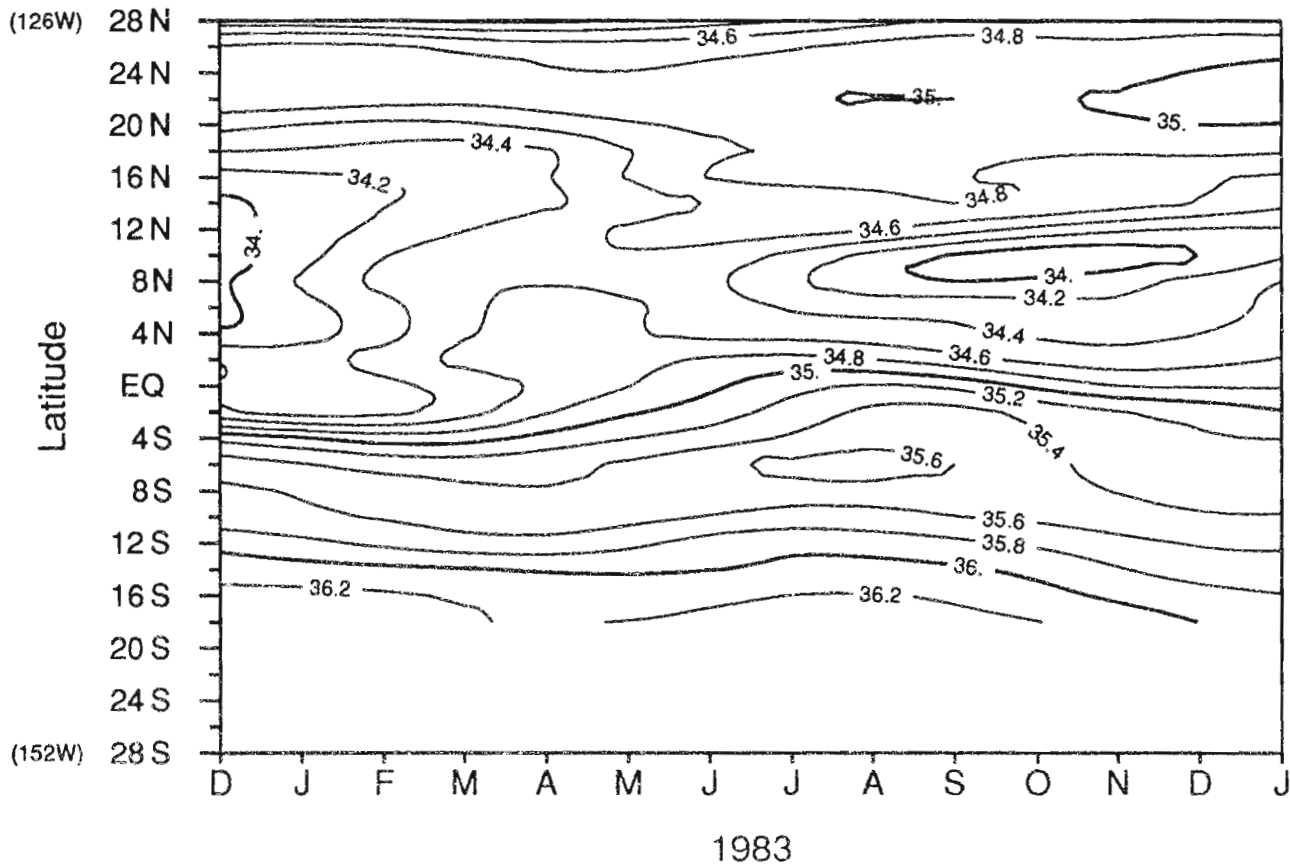
Temperature de surface : rail centre-est



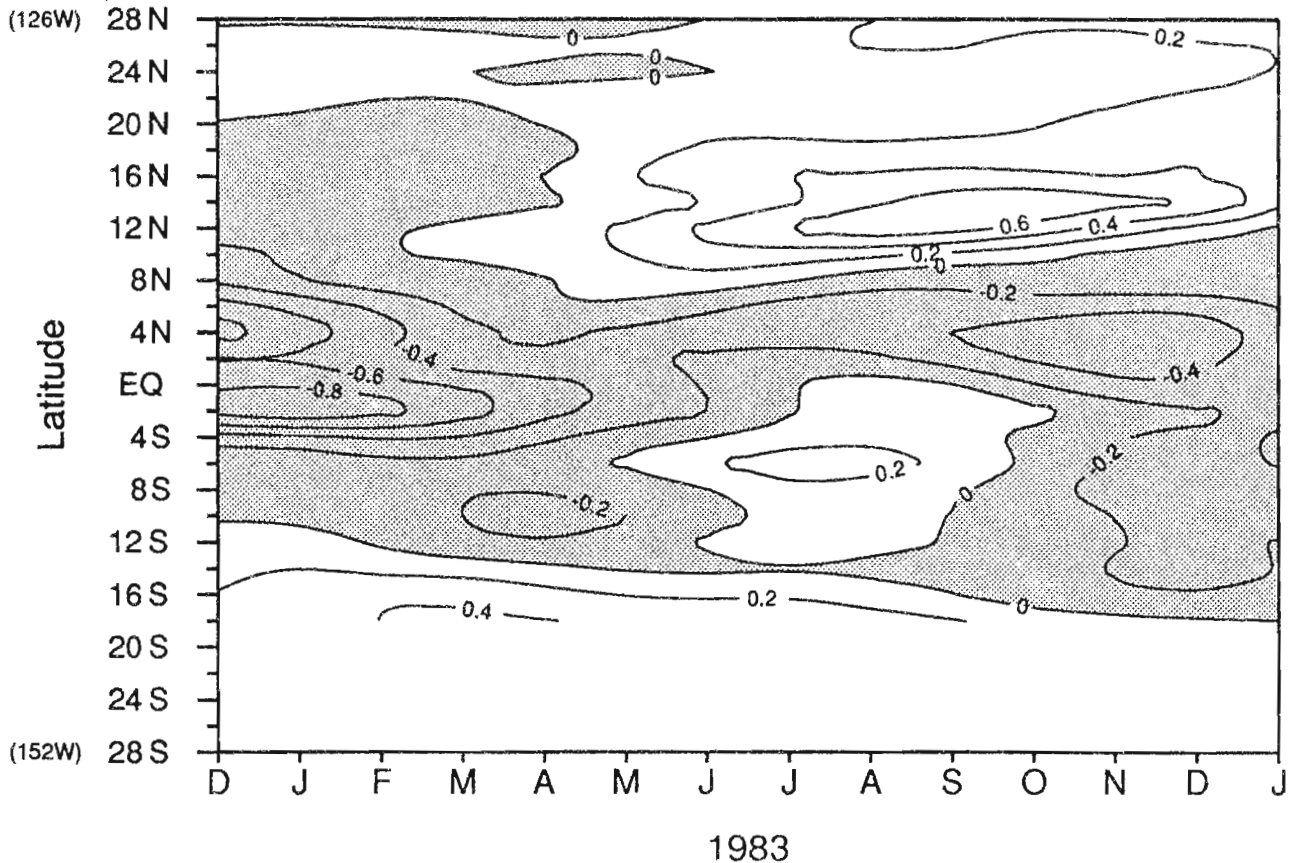
Anomalie de temperature de surface : rail centre-est



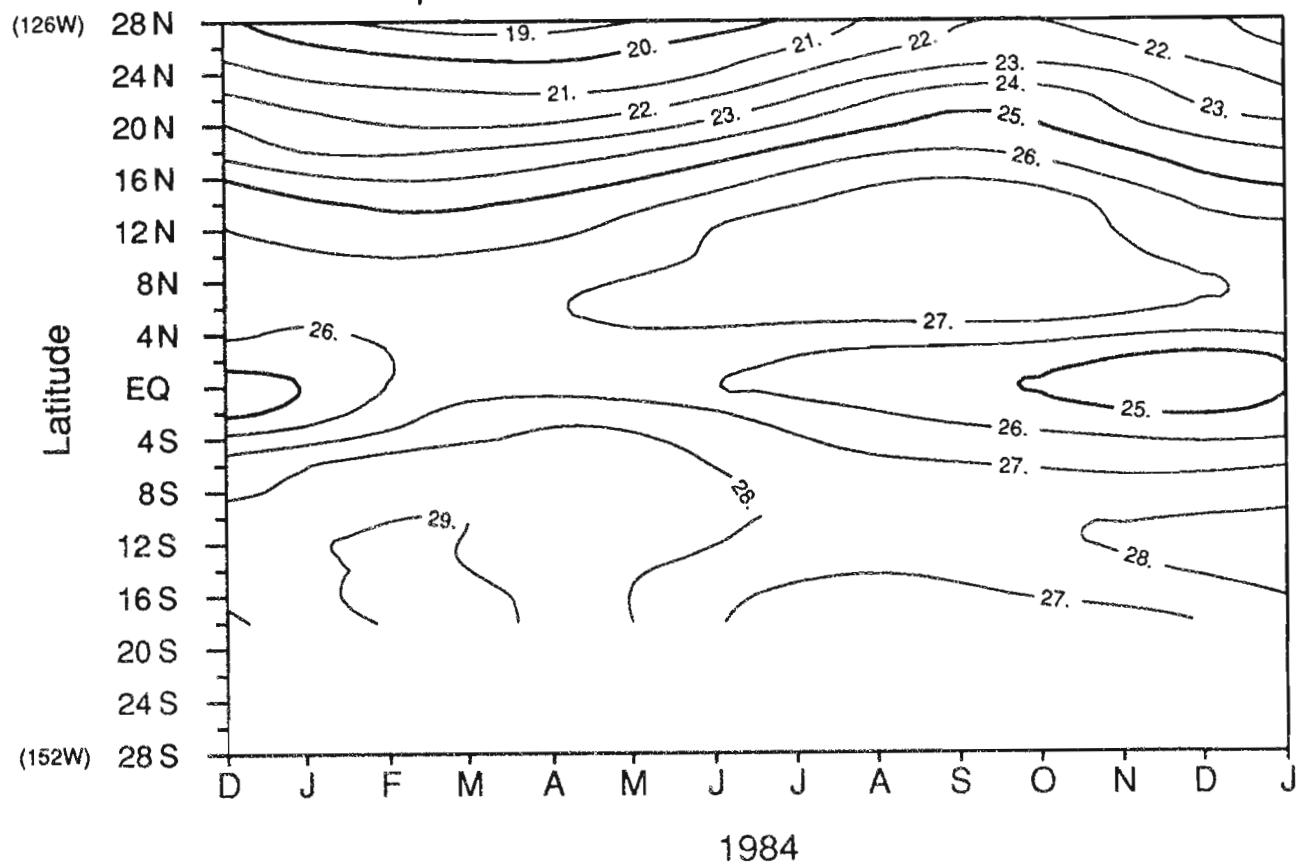
Salinite de surface : rail centre-est



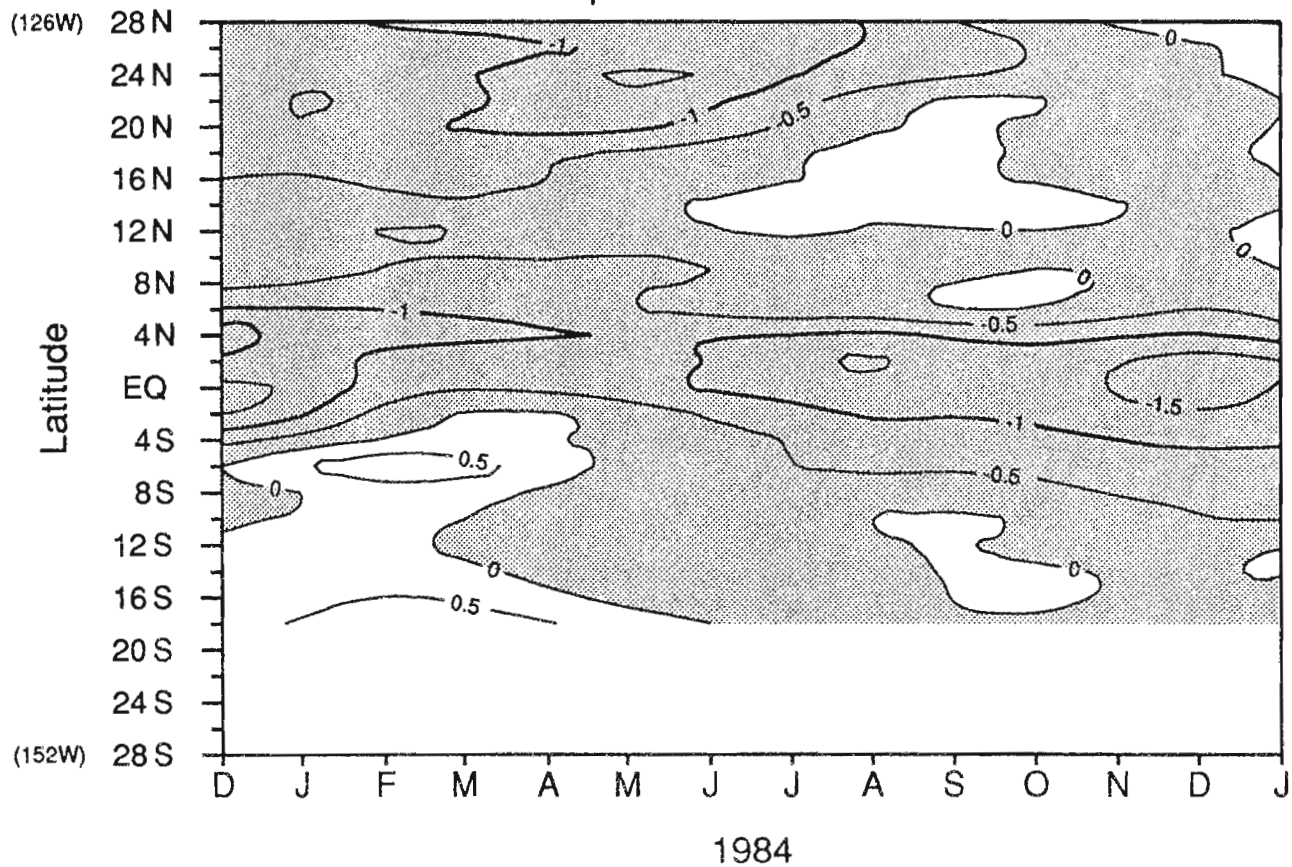
Anomalie de salinite de surface : rail centre-est



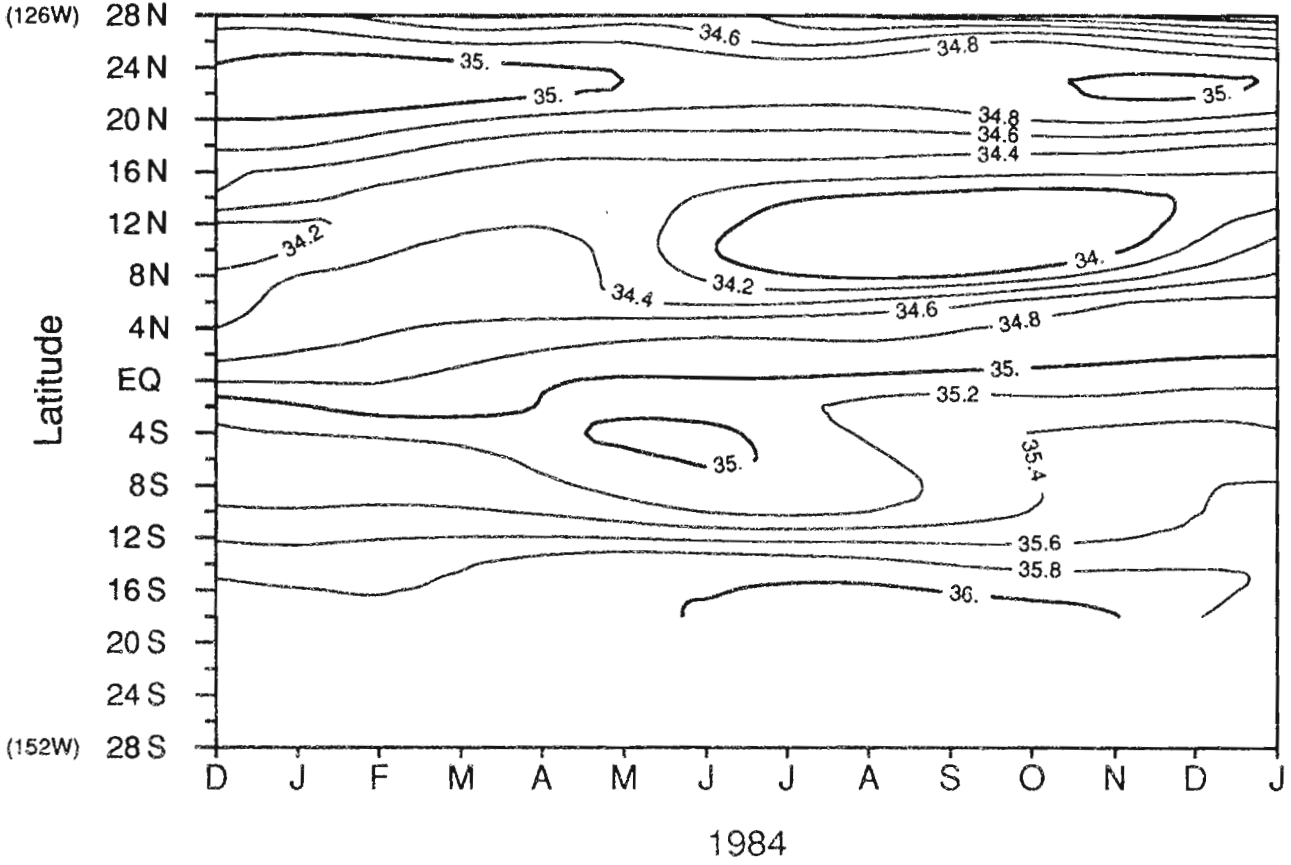
Temperature de surface : rail centre-est



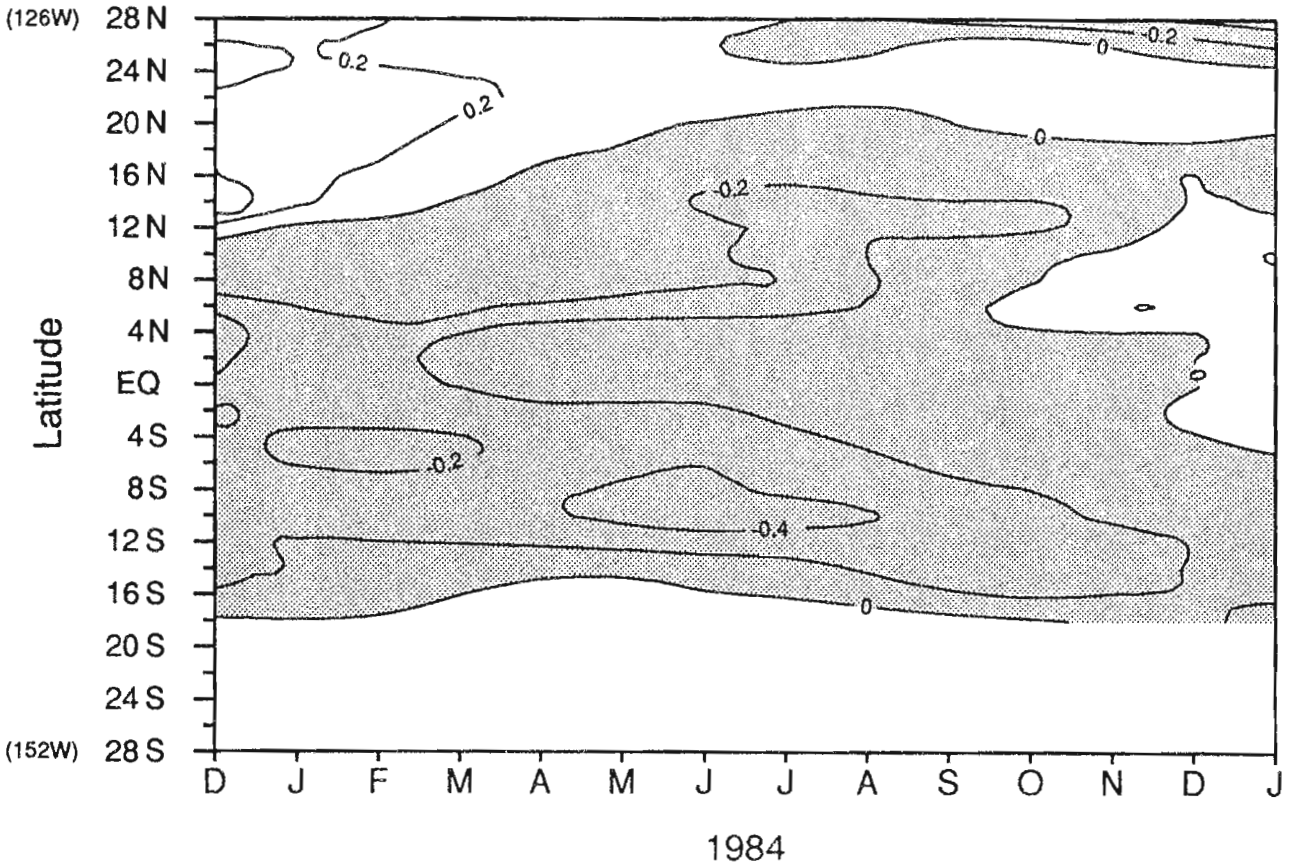
Anomalie de temperature de surface : rail centre-est



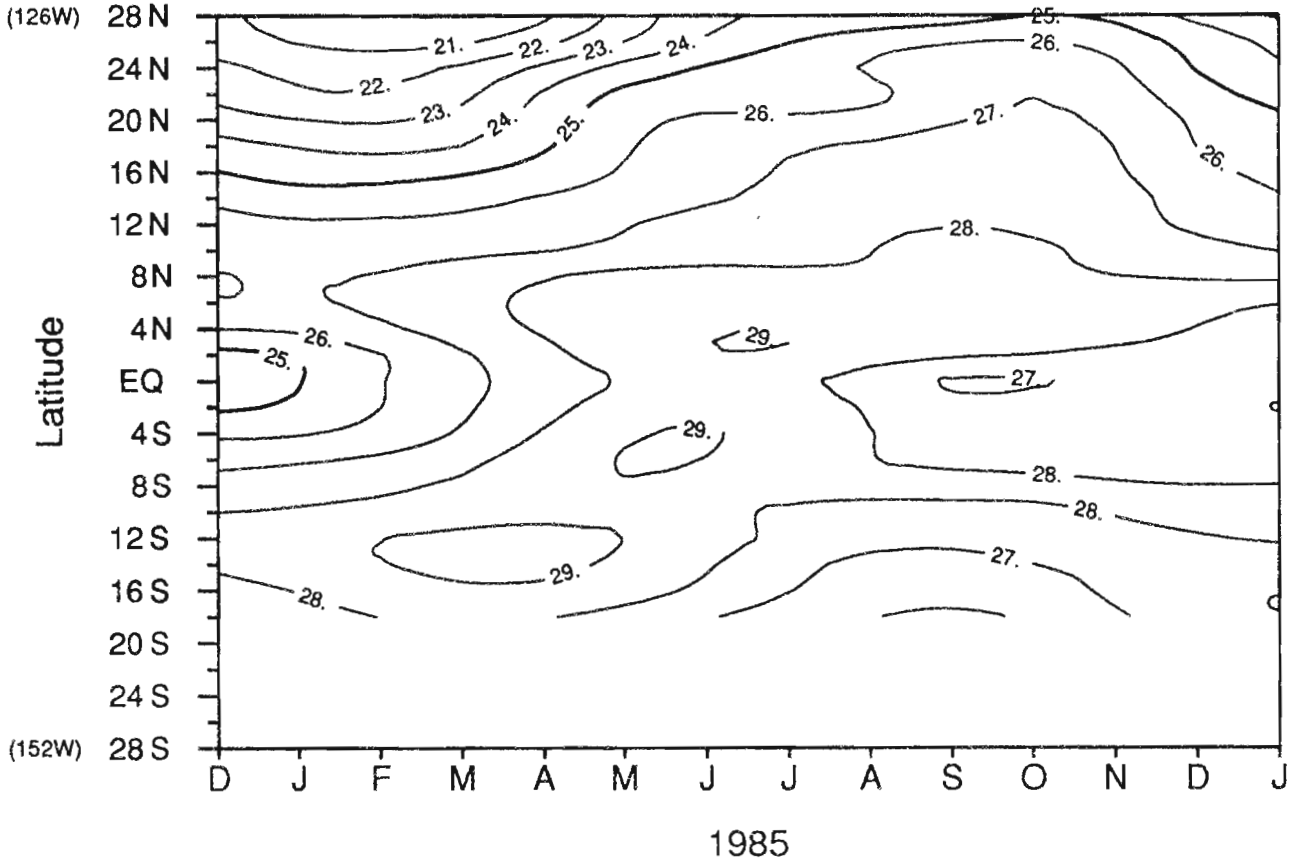
Salinite de surface : rail centre-est



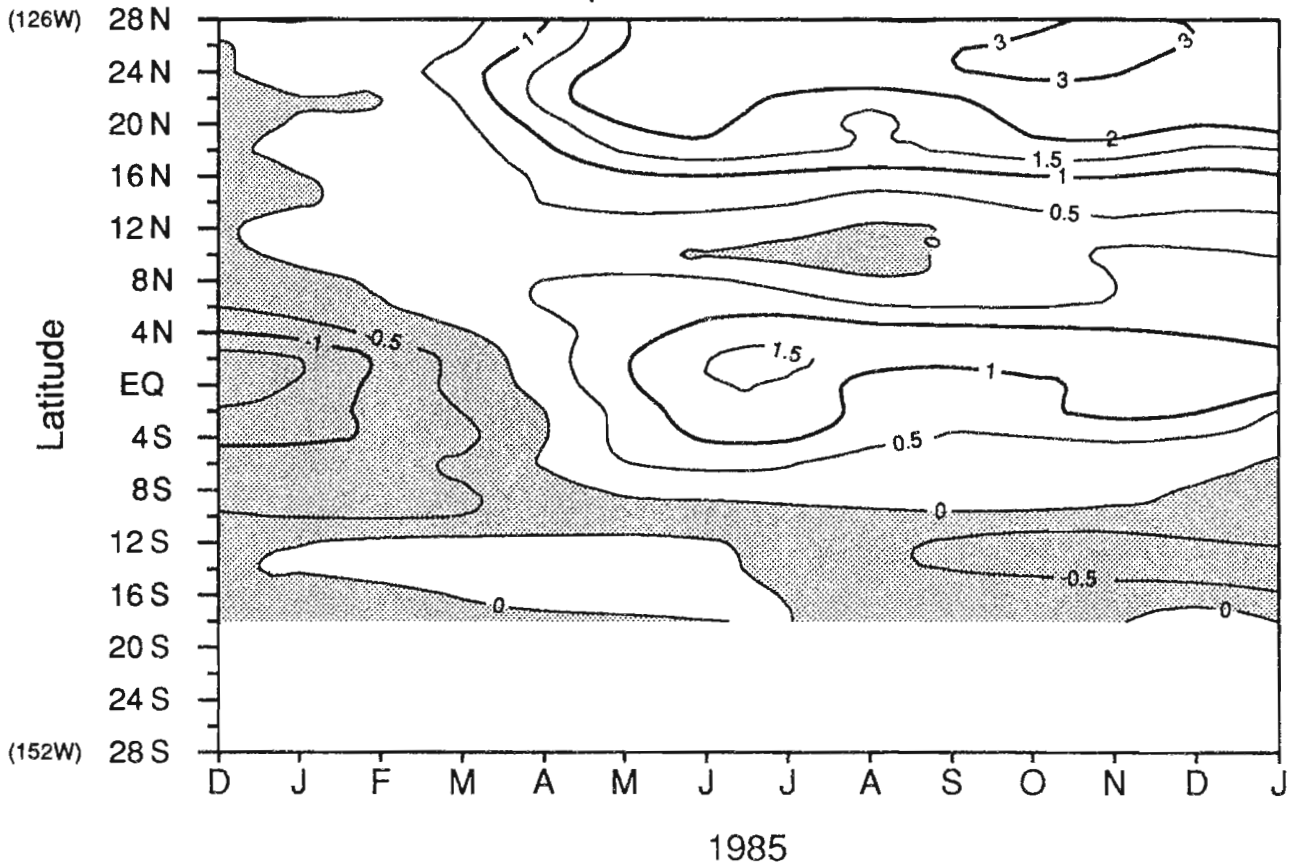
Anomalie de salinite de surface : rail centre-est



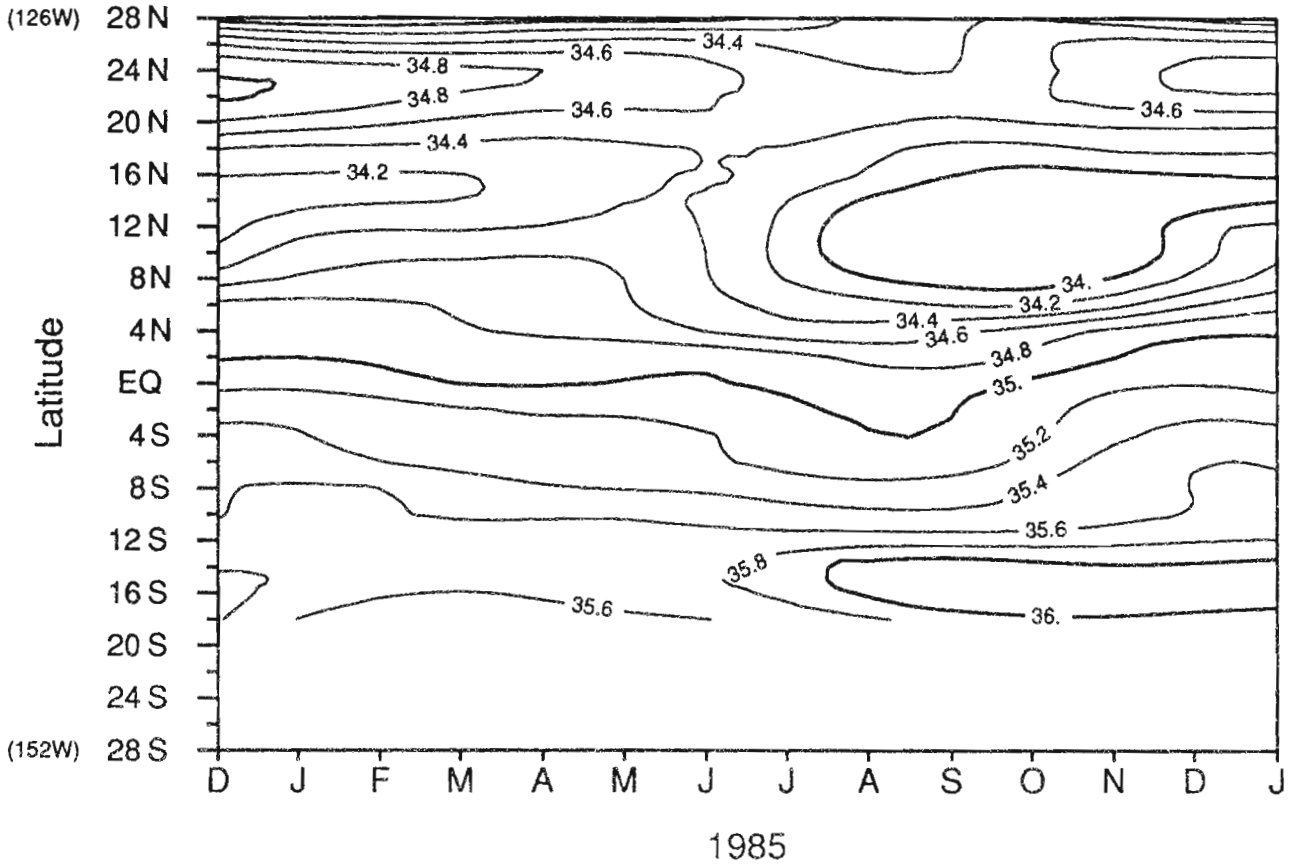
Temperature de surface : rail centre-est



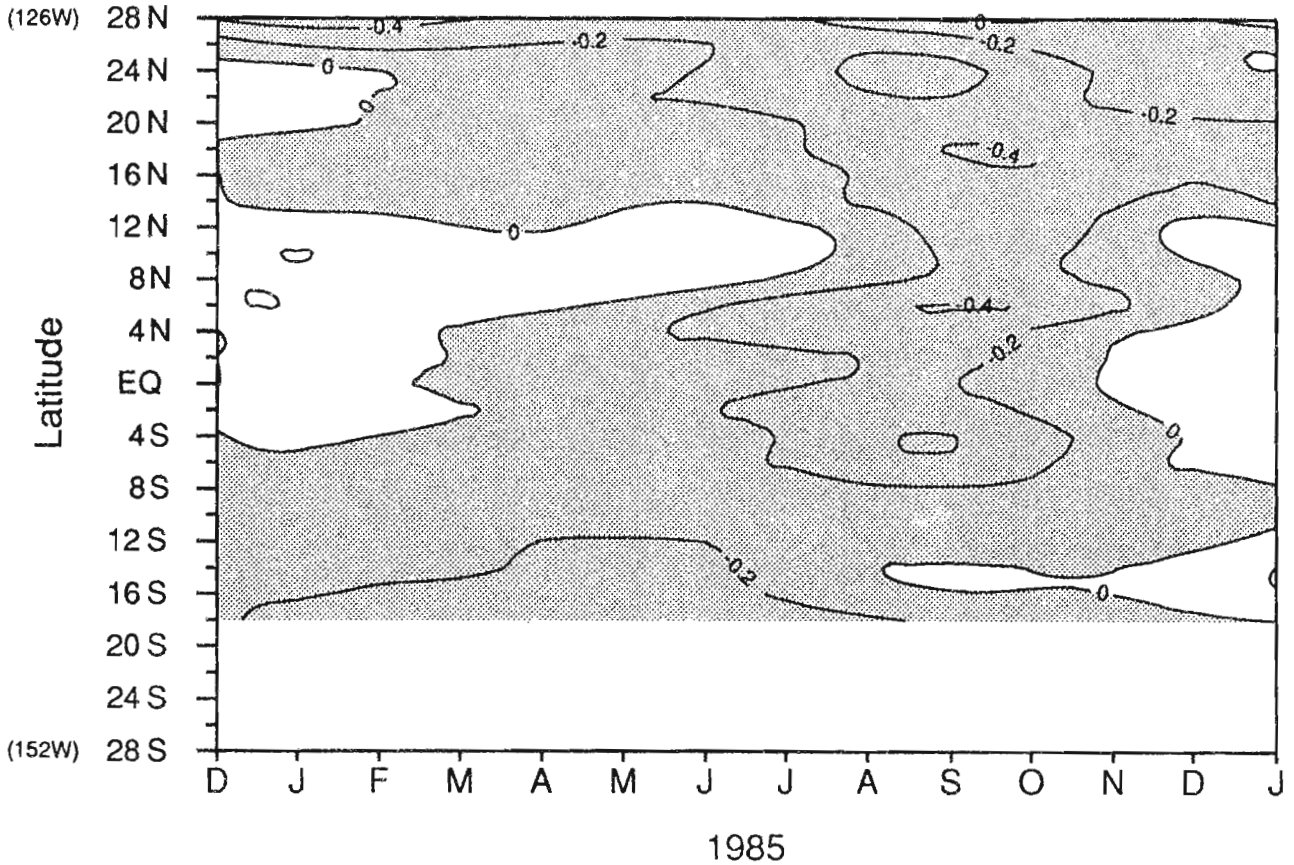
Anomalie de temperature de surface : rail centre-est



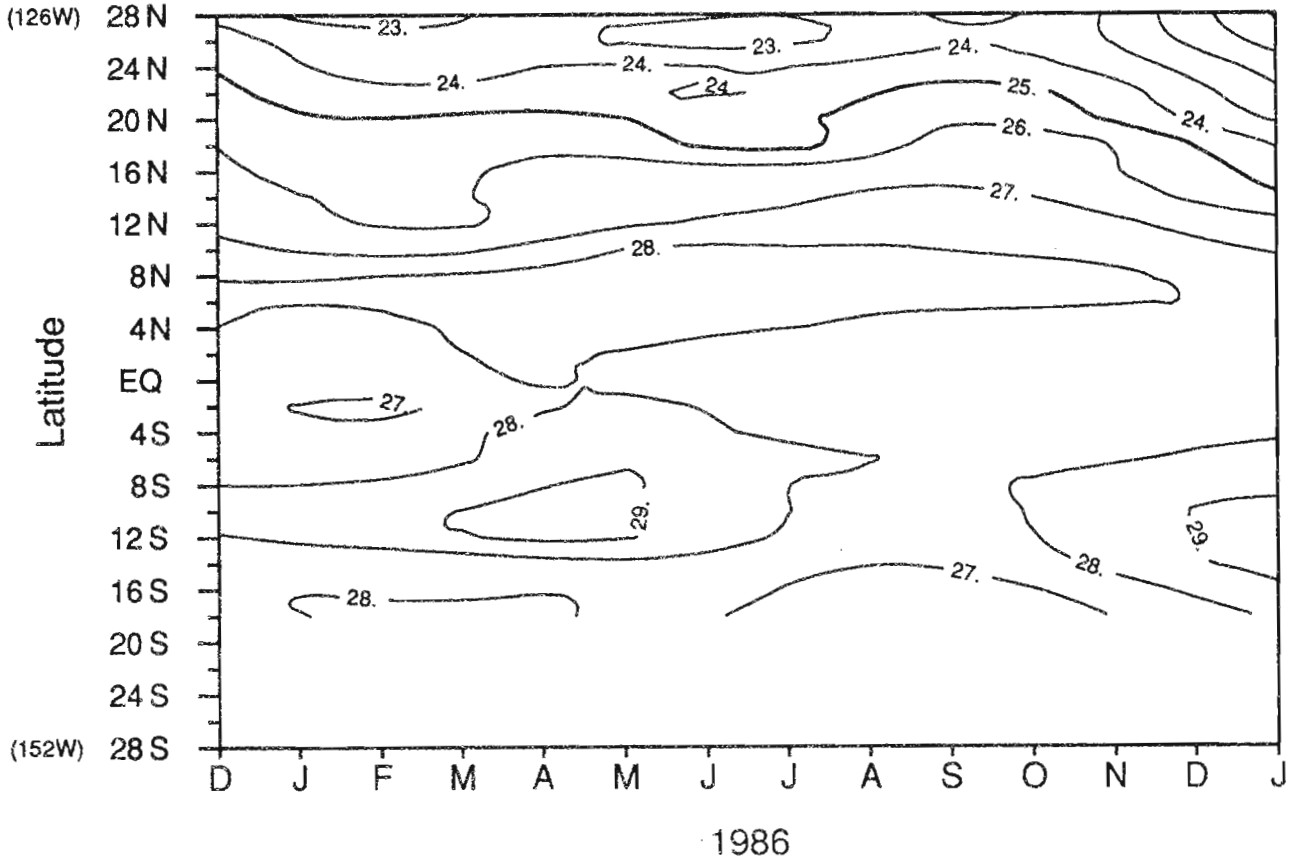
Salinite de surface : rail centre-est



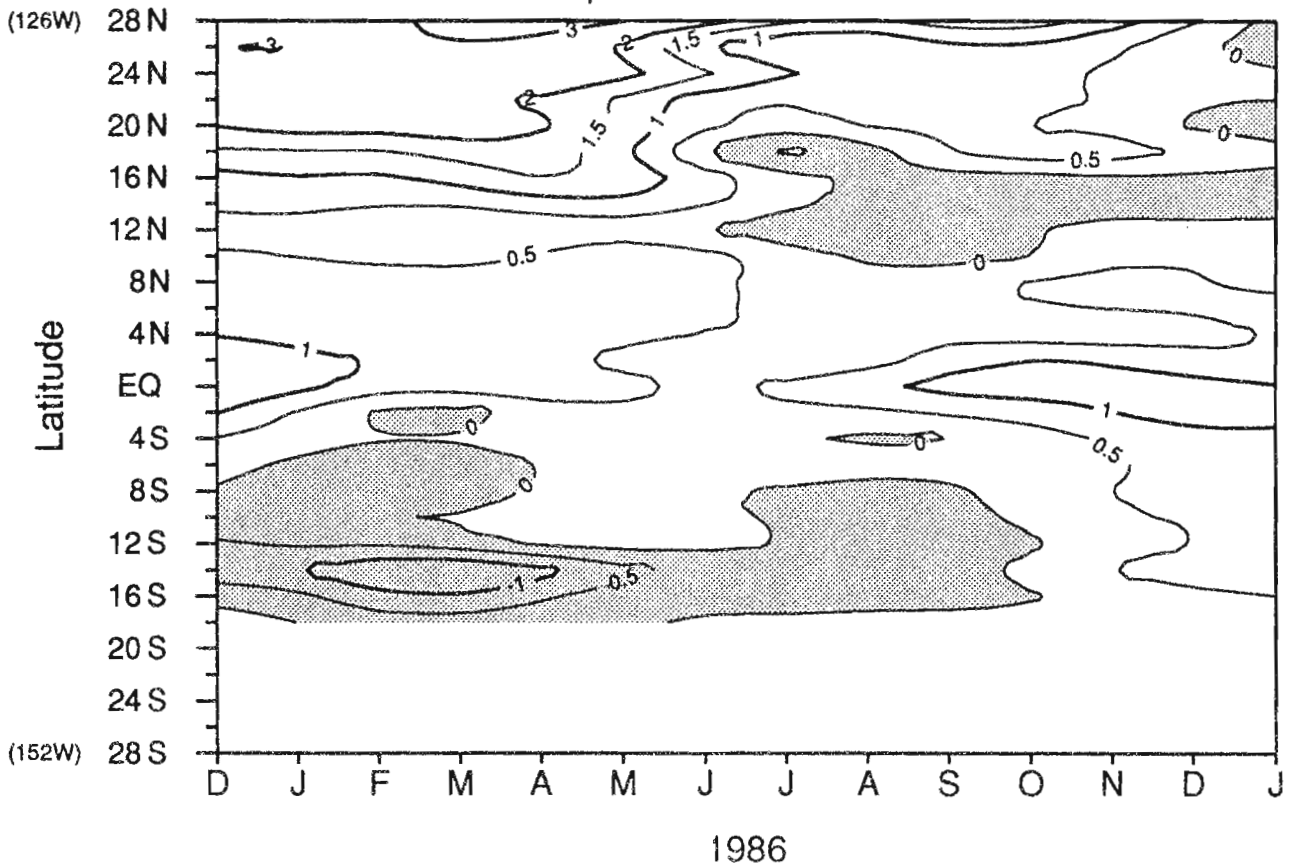
Anomalie de salinite de surface : rail centre-est



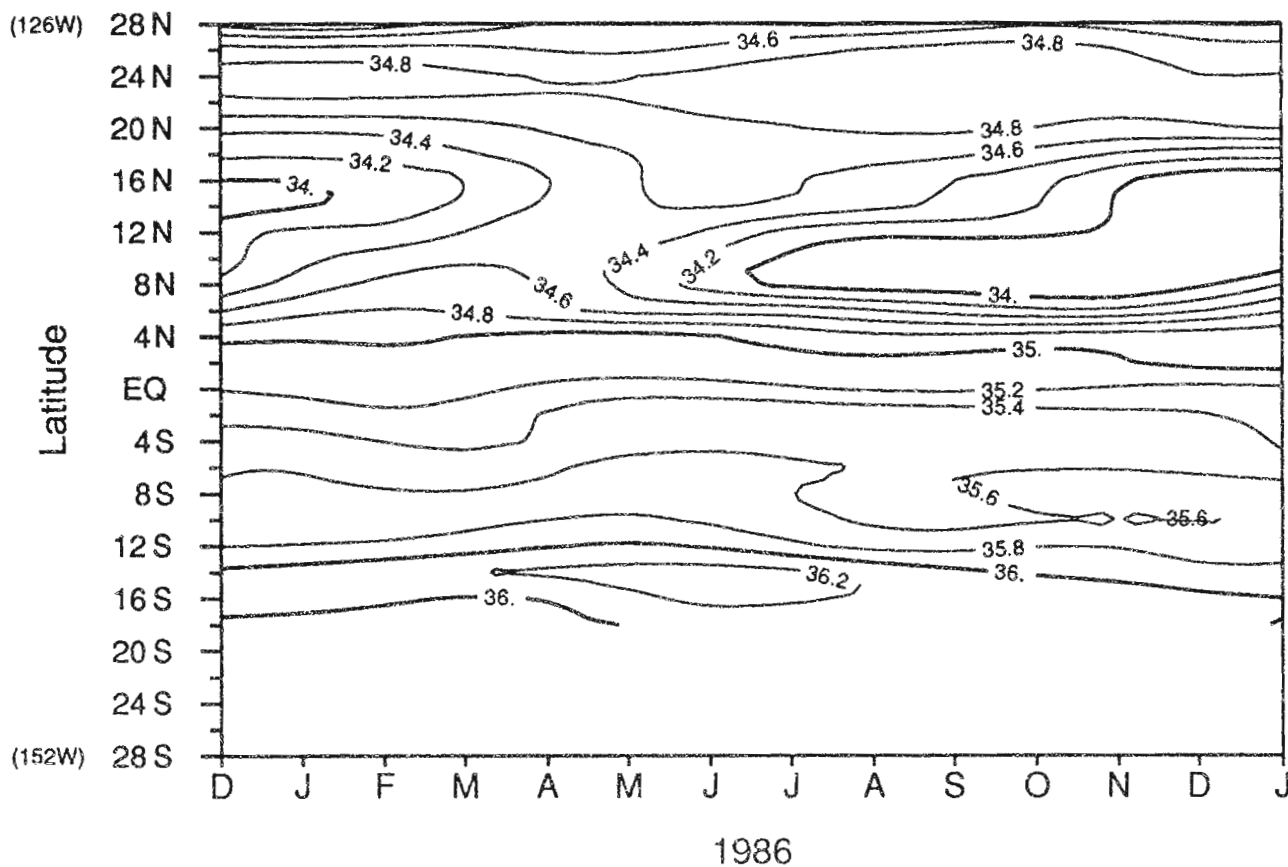
Temperature de surface : rail centre-est



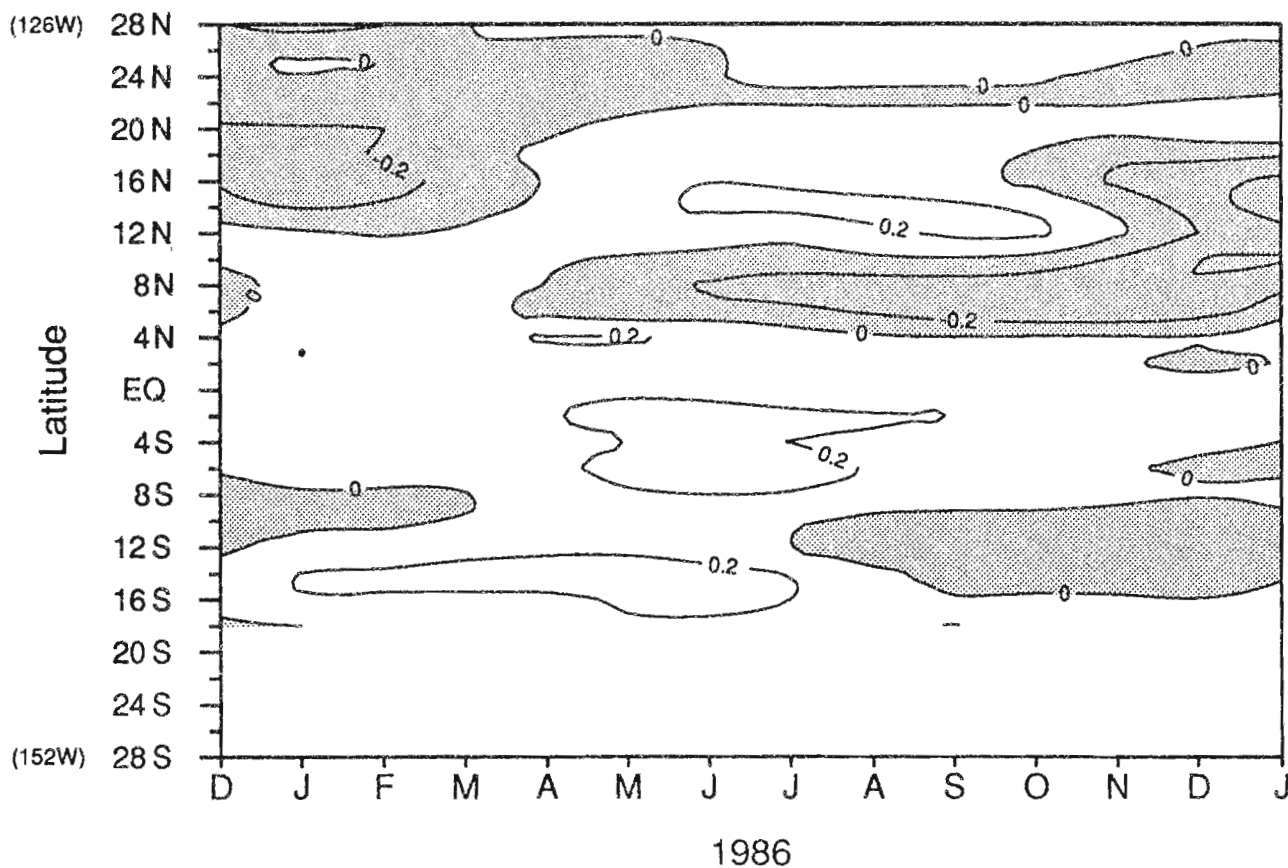
Anomalie de temperature de surface : rail centre-est



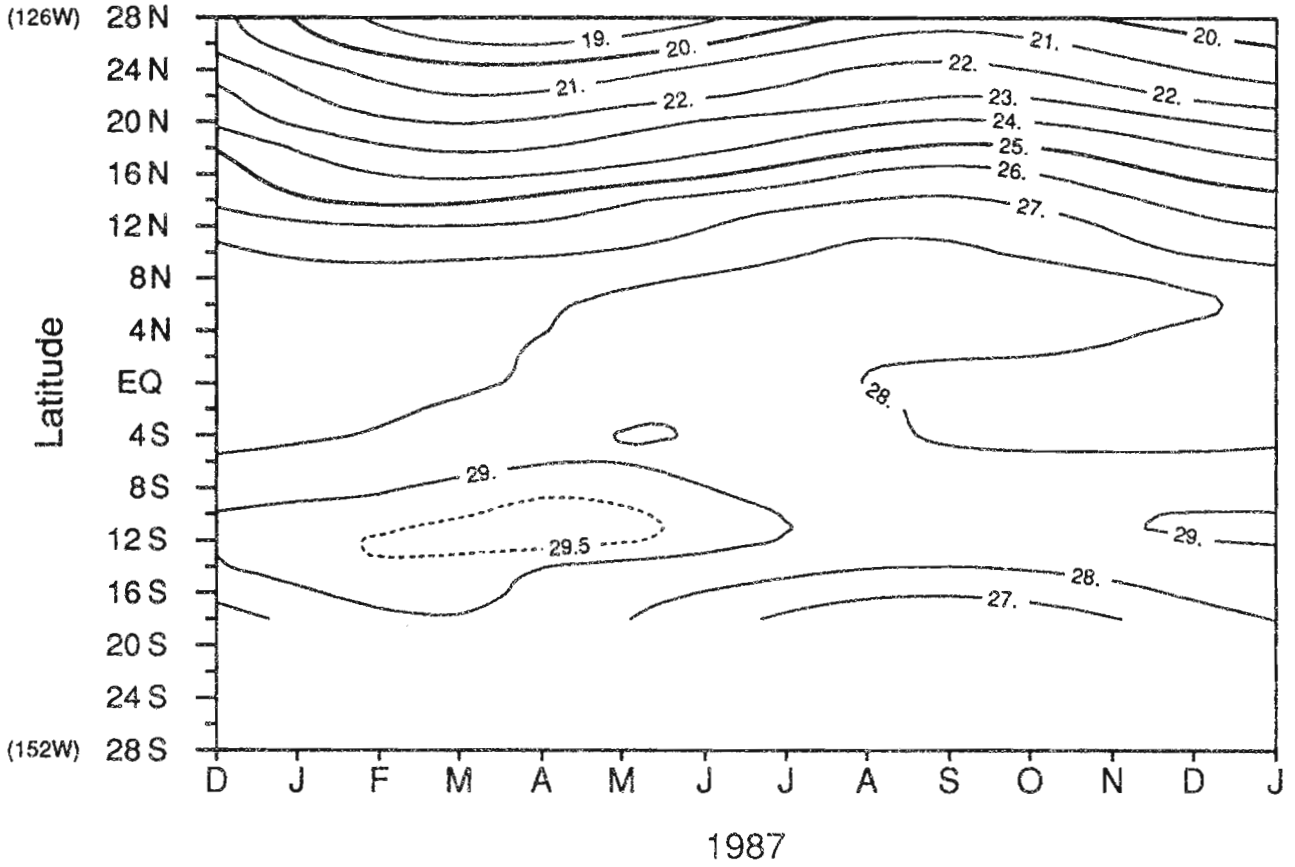
Salinite de surface : rail centre-est



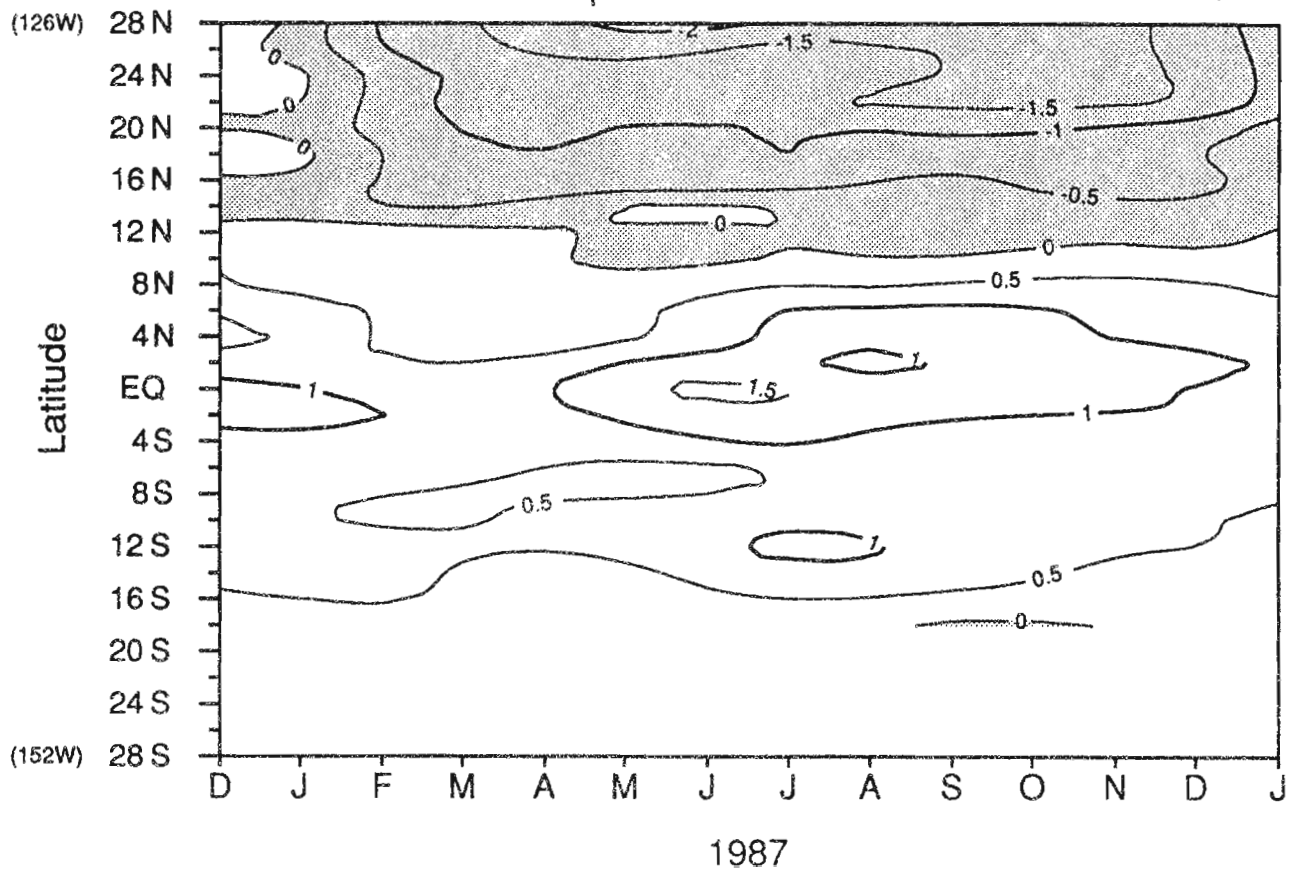
Anomalie de salinite de surface : rail centre-est



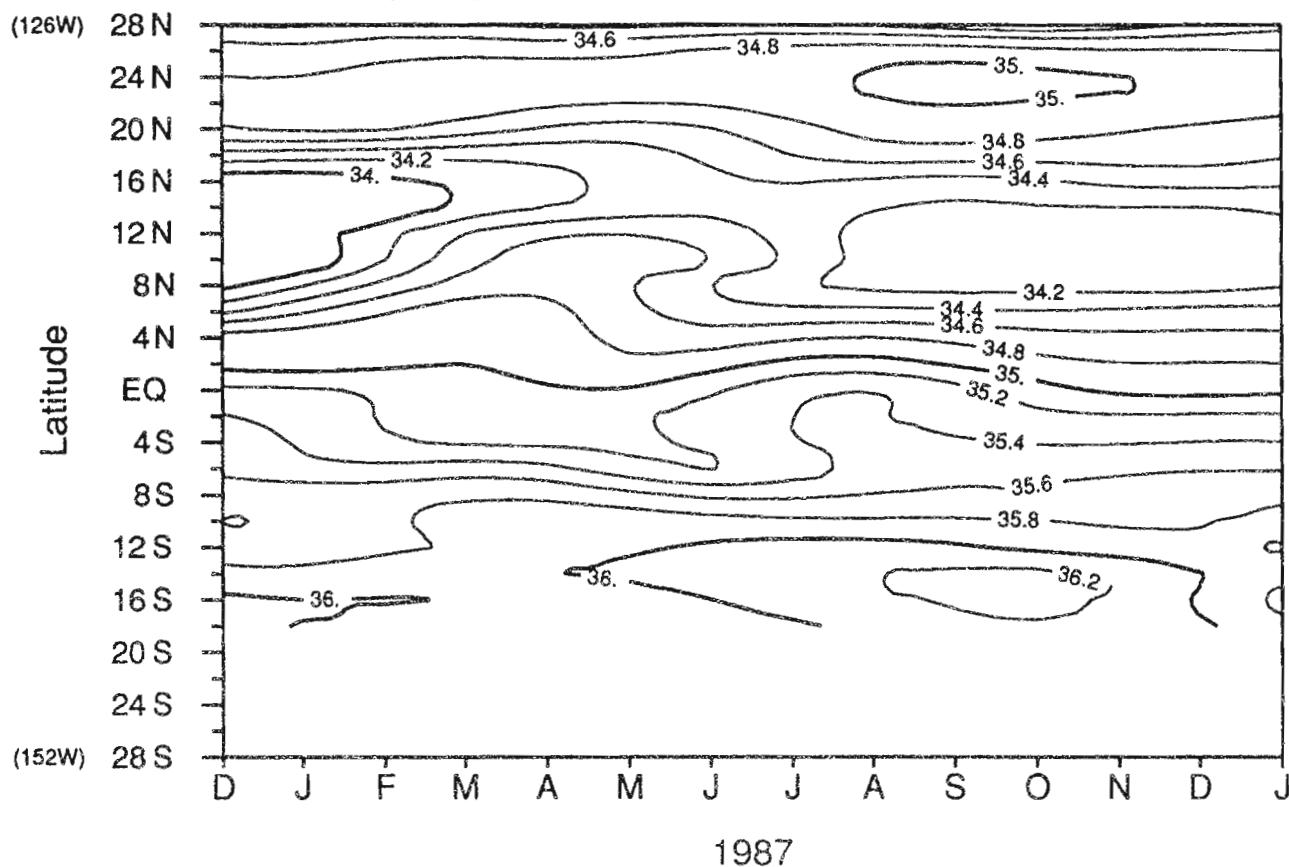
Temperature de surface : rail centre-est



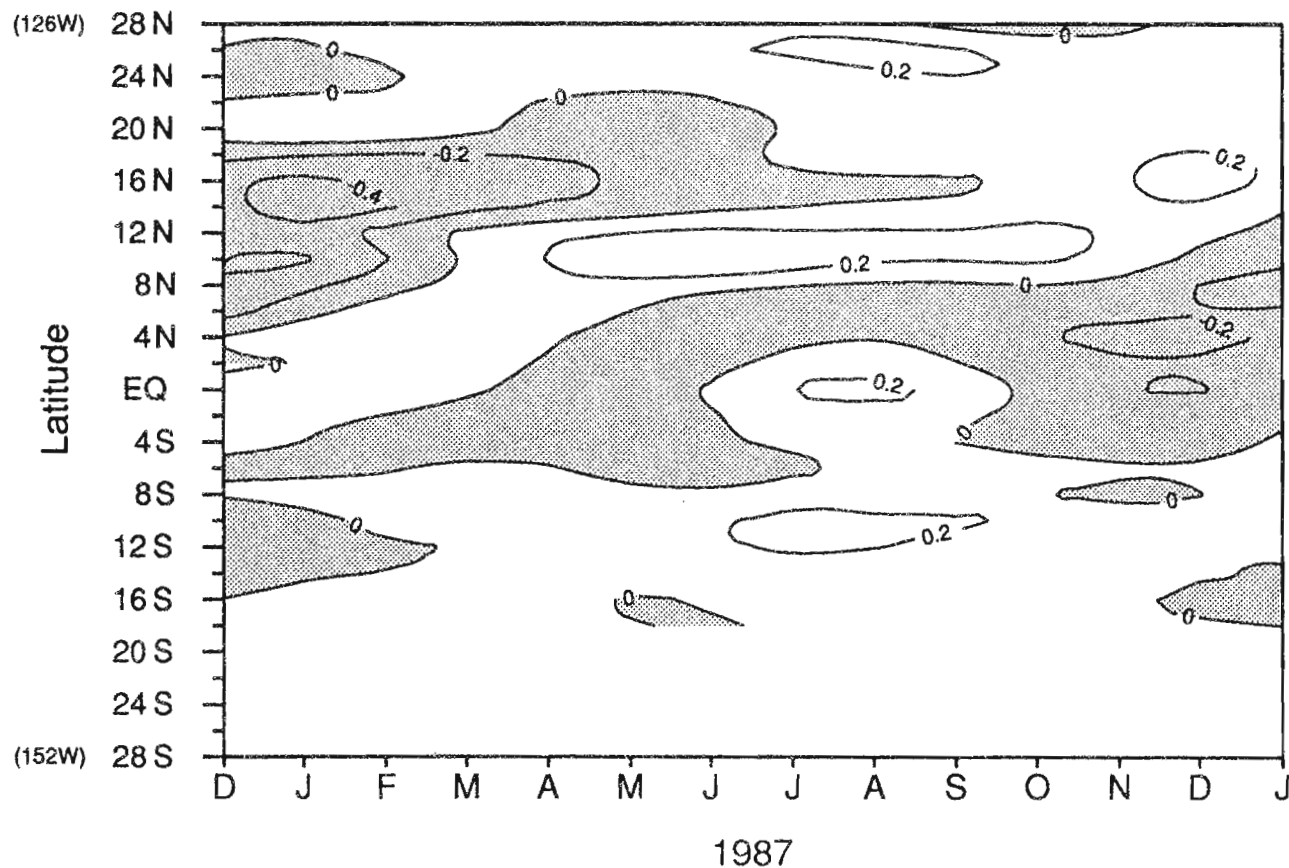
Anomalie de temperature de surface : rail centre-est



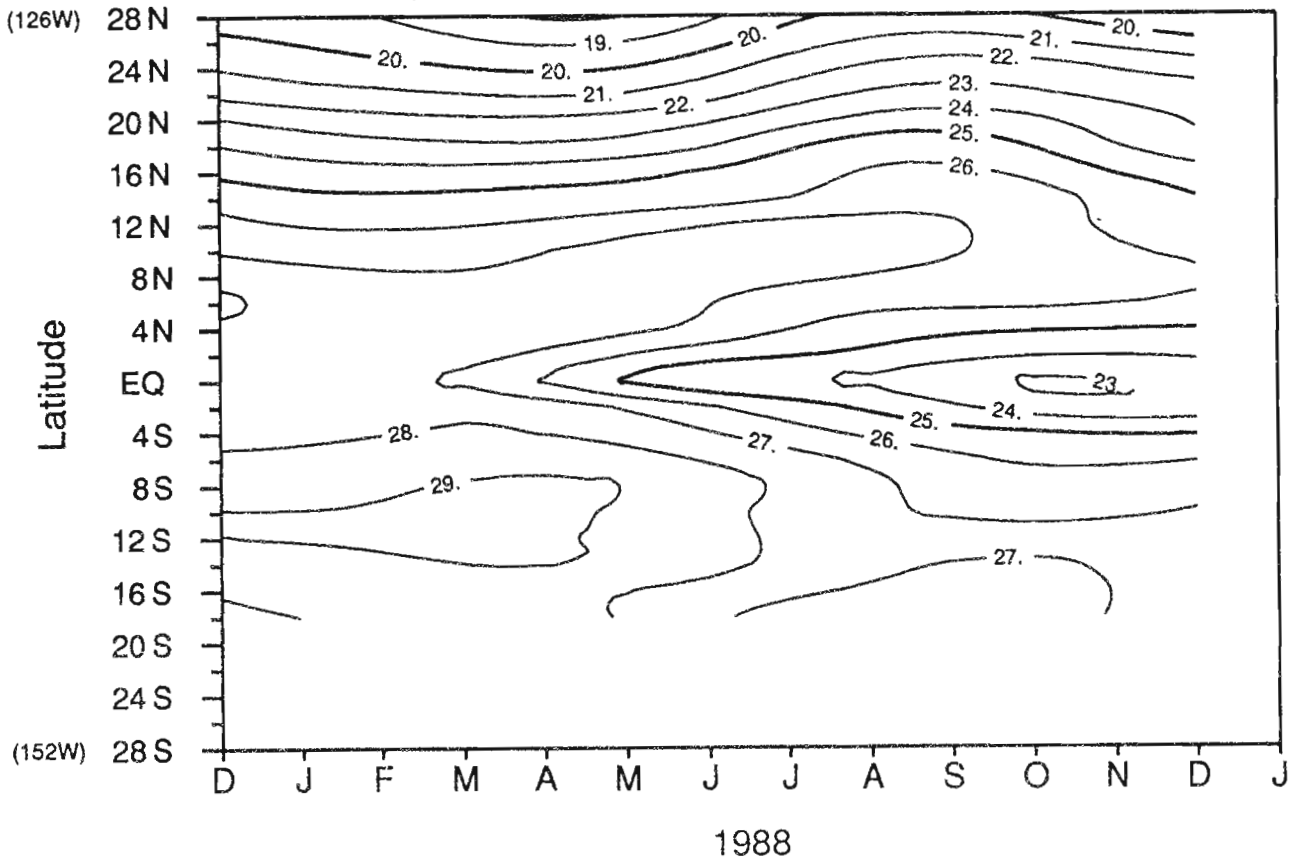
Salinite de surface : rail centre-est



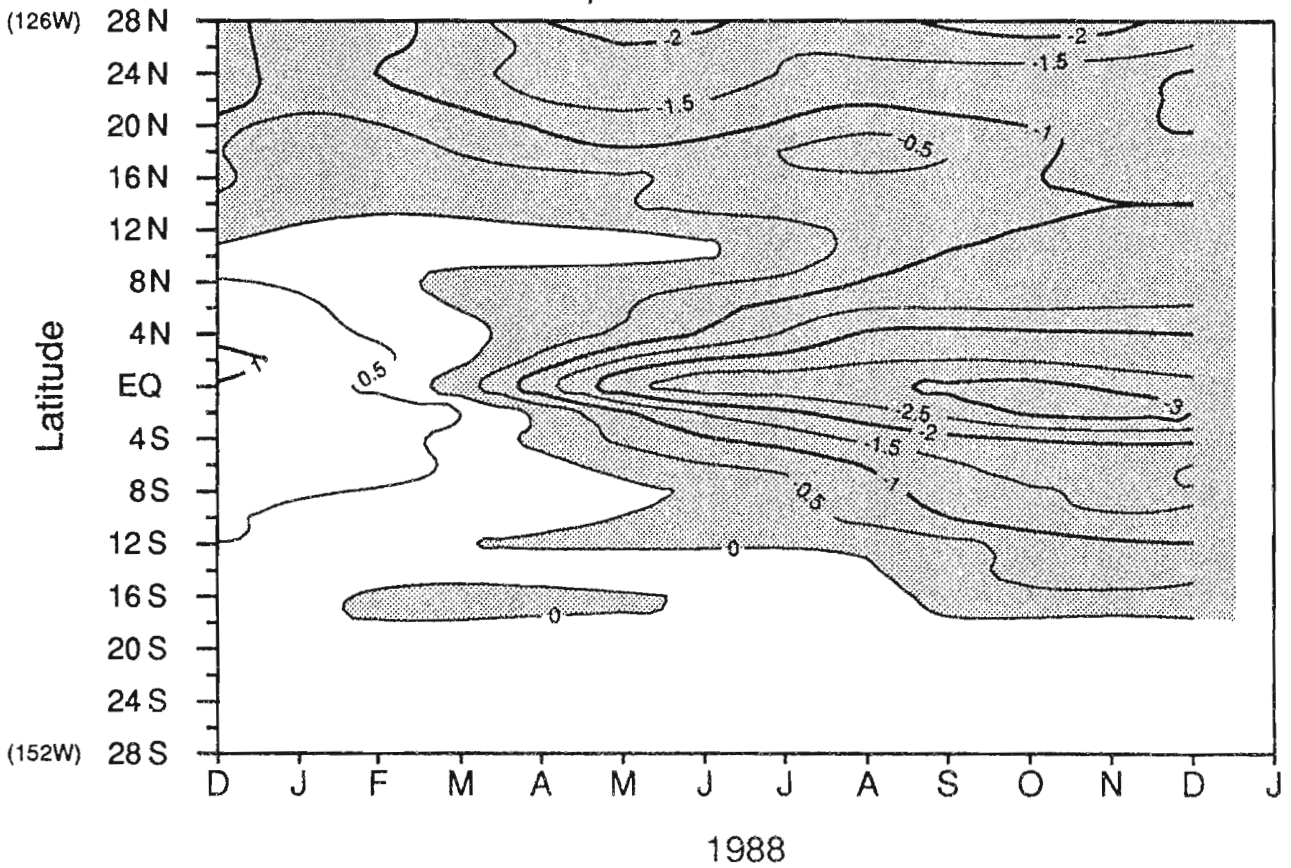
Anomalie de salinite de surface : rail centre-est



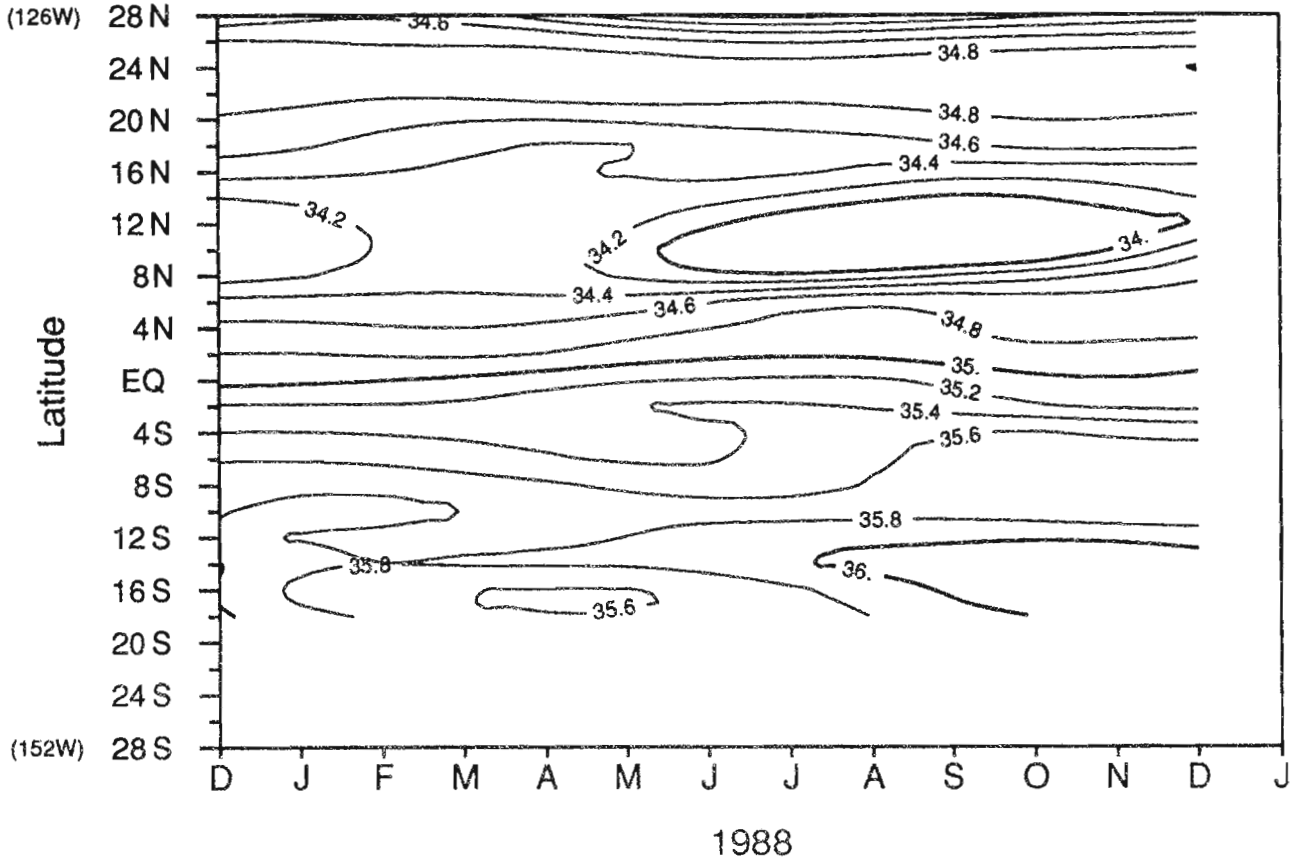
Temperature de surface : rail centre-est



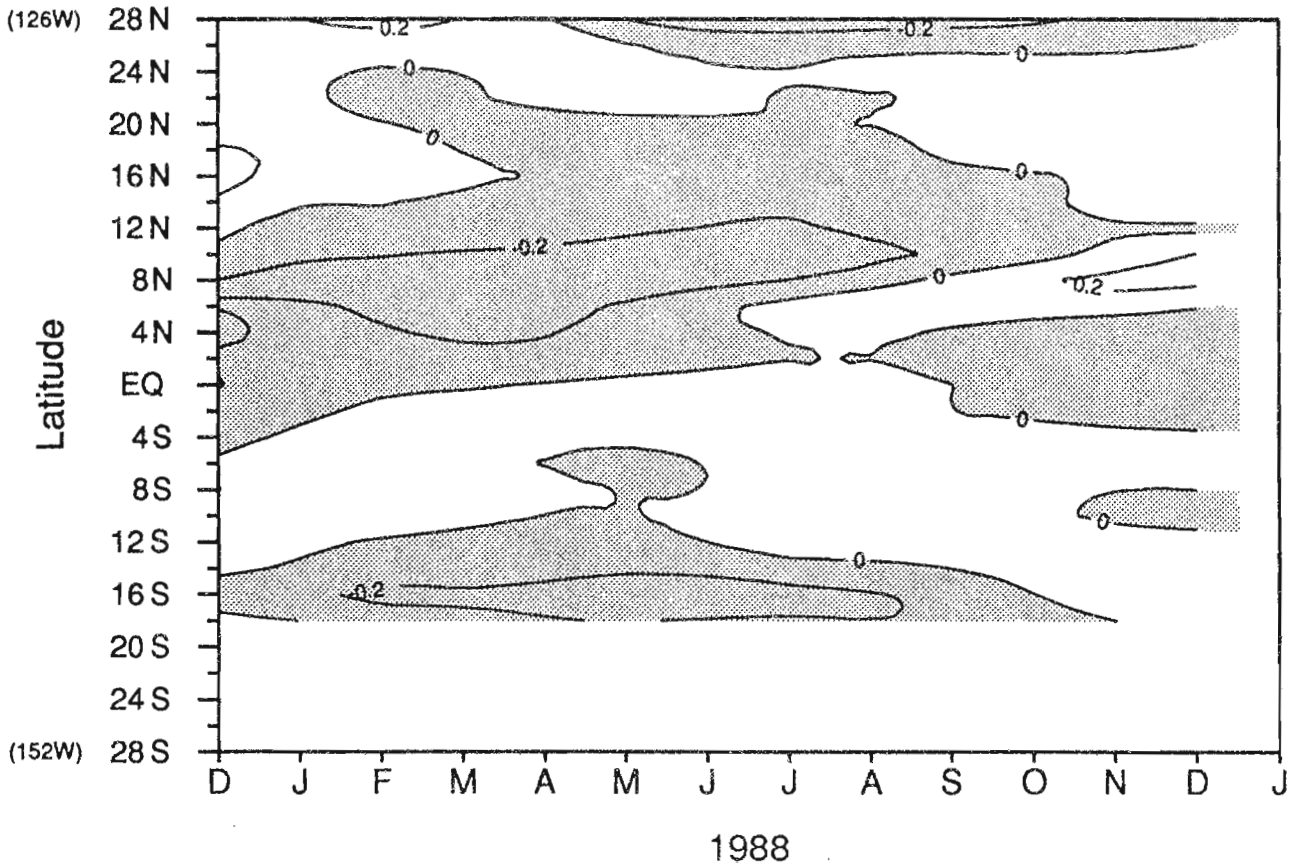
Anomalie de temperature de surface : rail centre-est



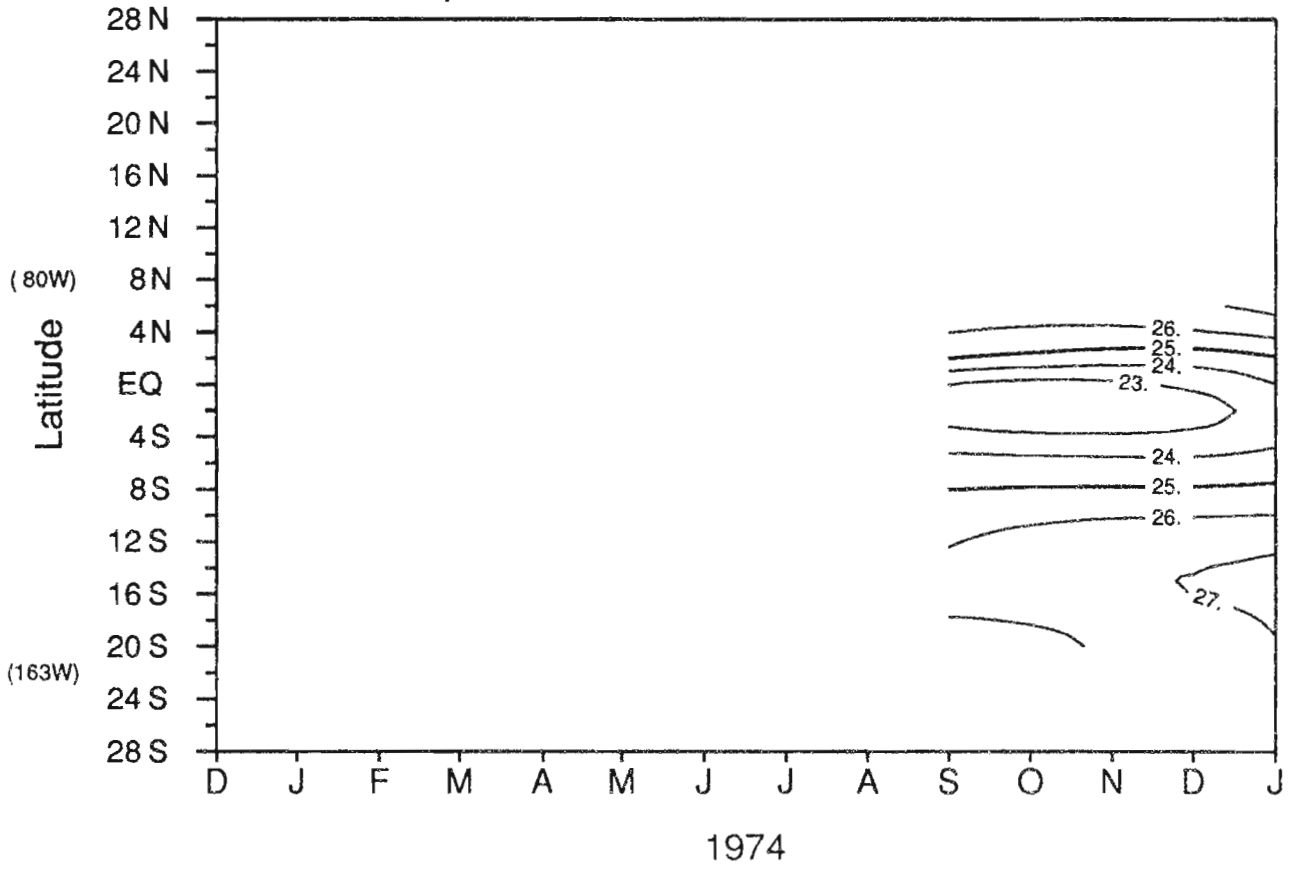
Salinite de surface : rail centre-est



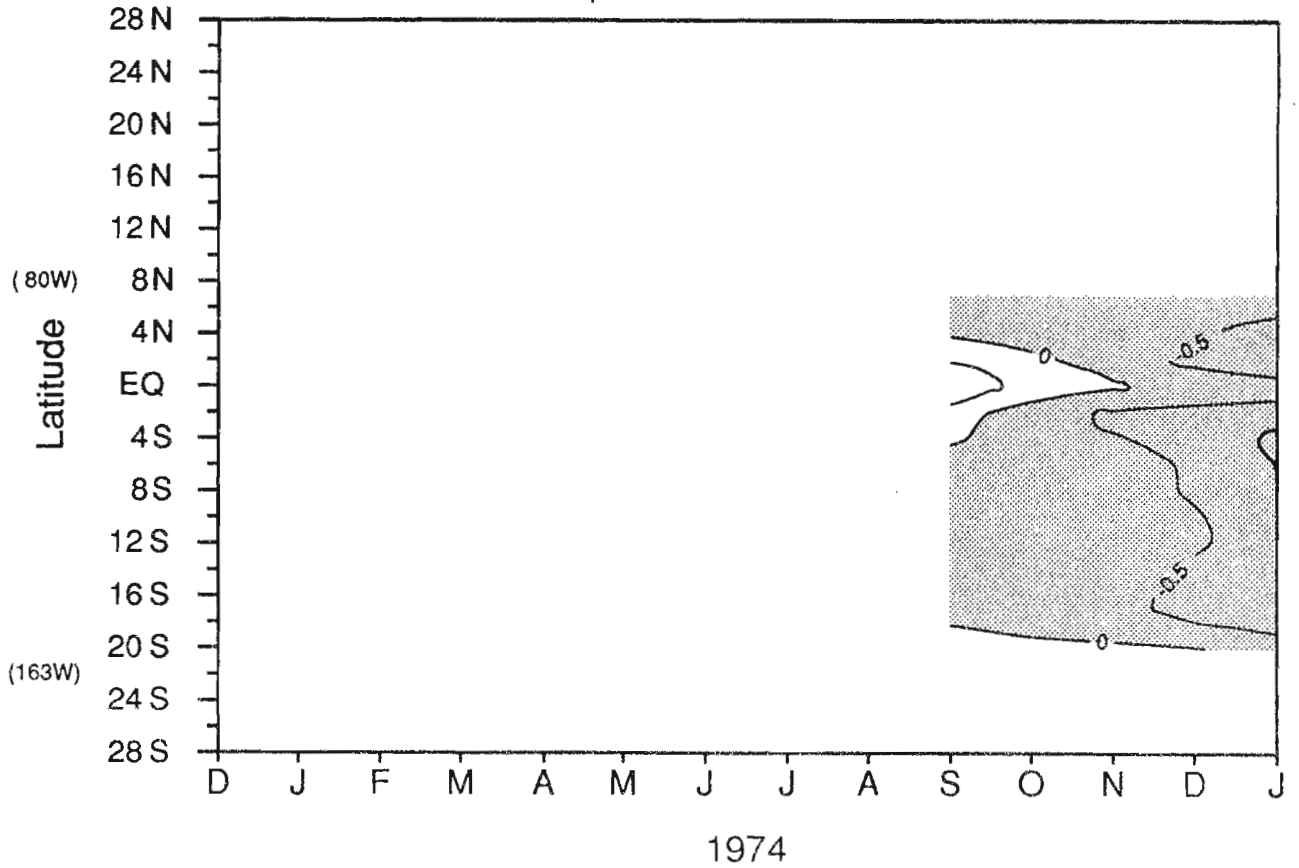
Anomalie de salinite de surface : rail centre-est



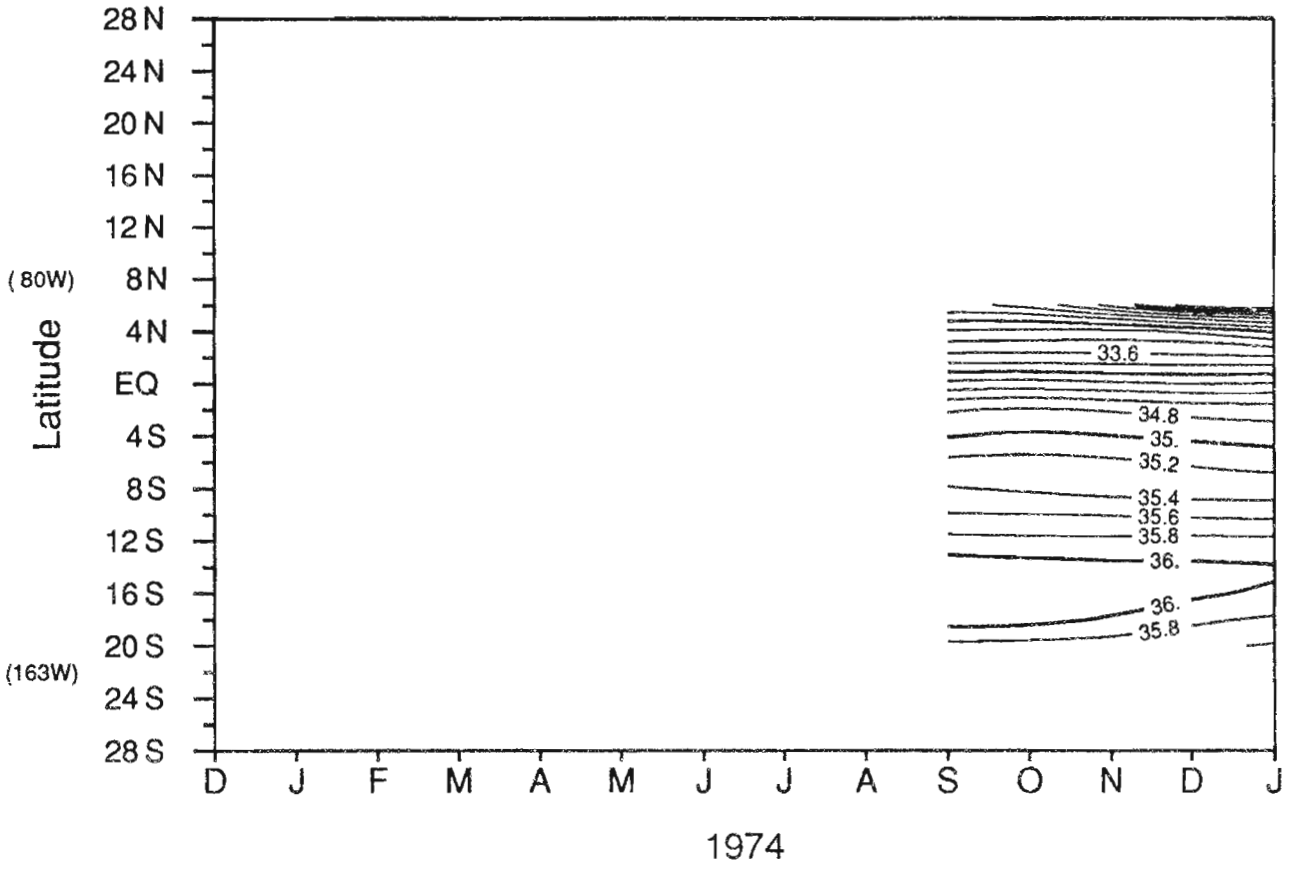
Temperature de surface : rail est



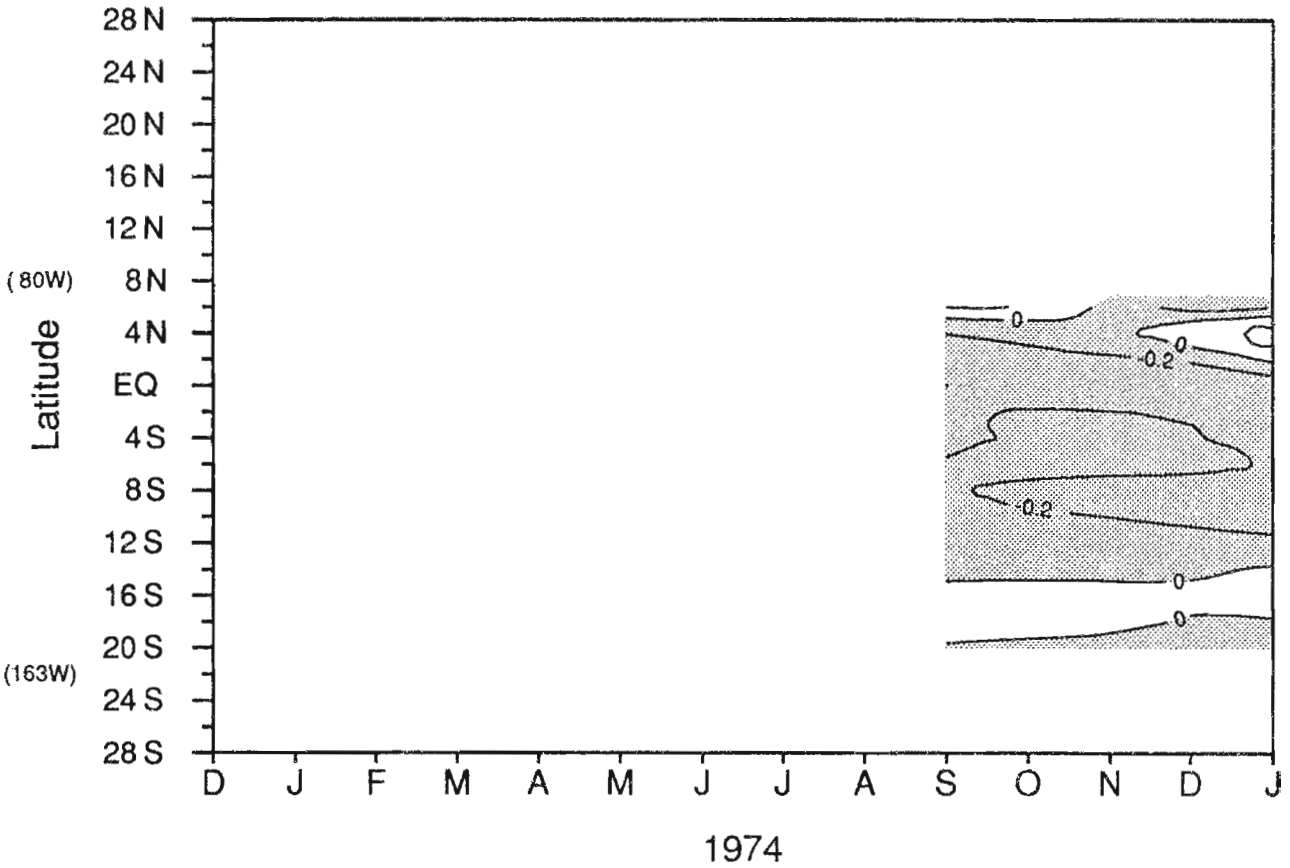
Anomalie de temperature de surface : rail est



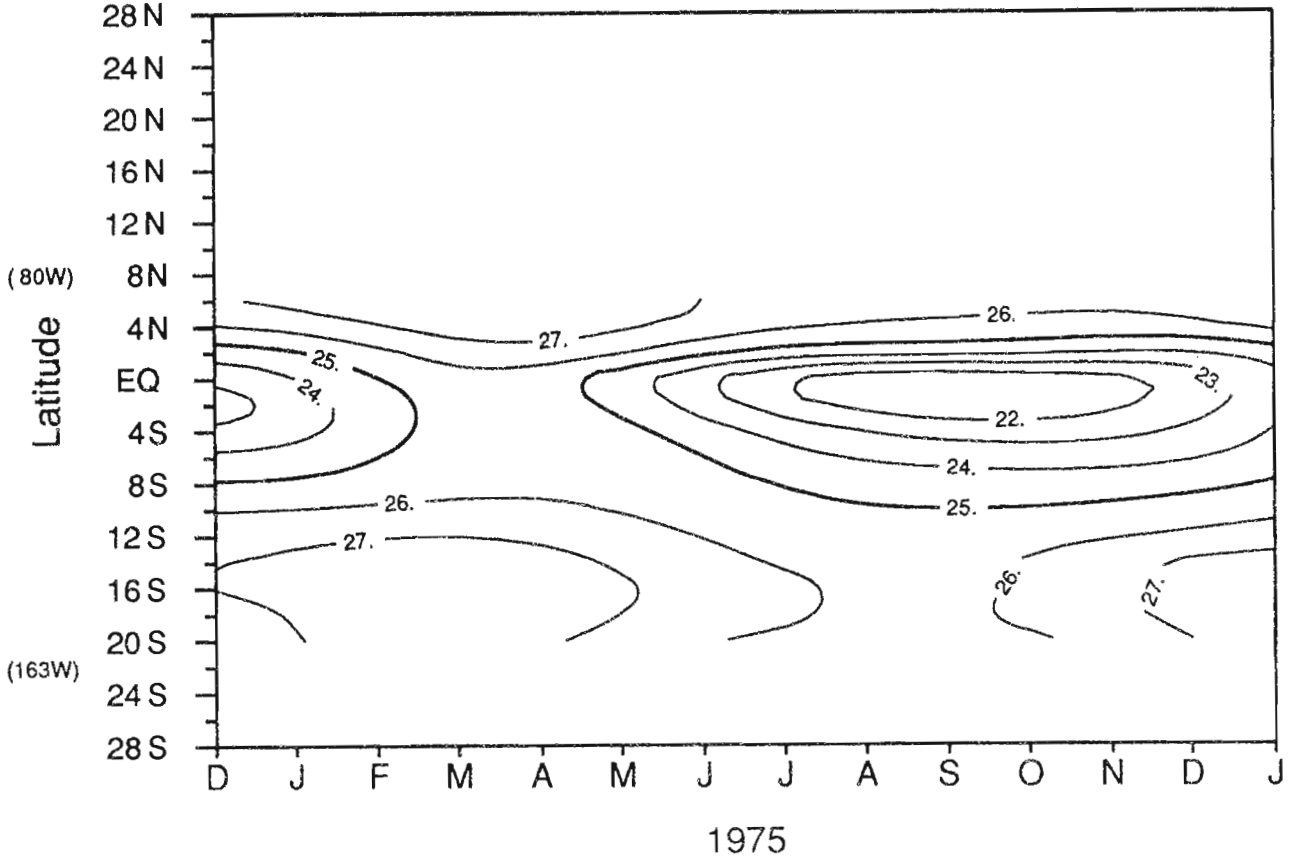
Salinite de surface : rail est



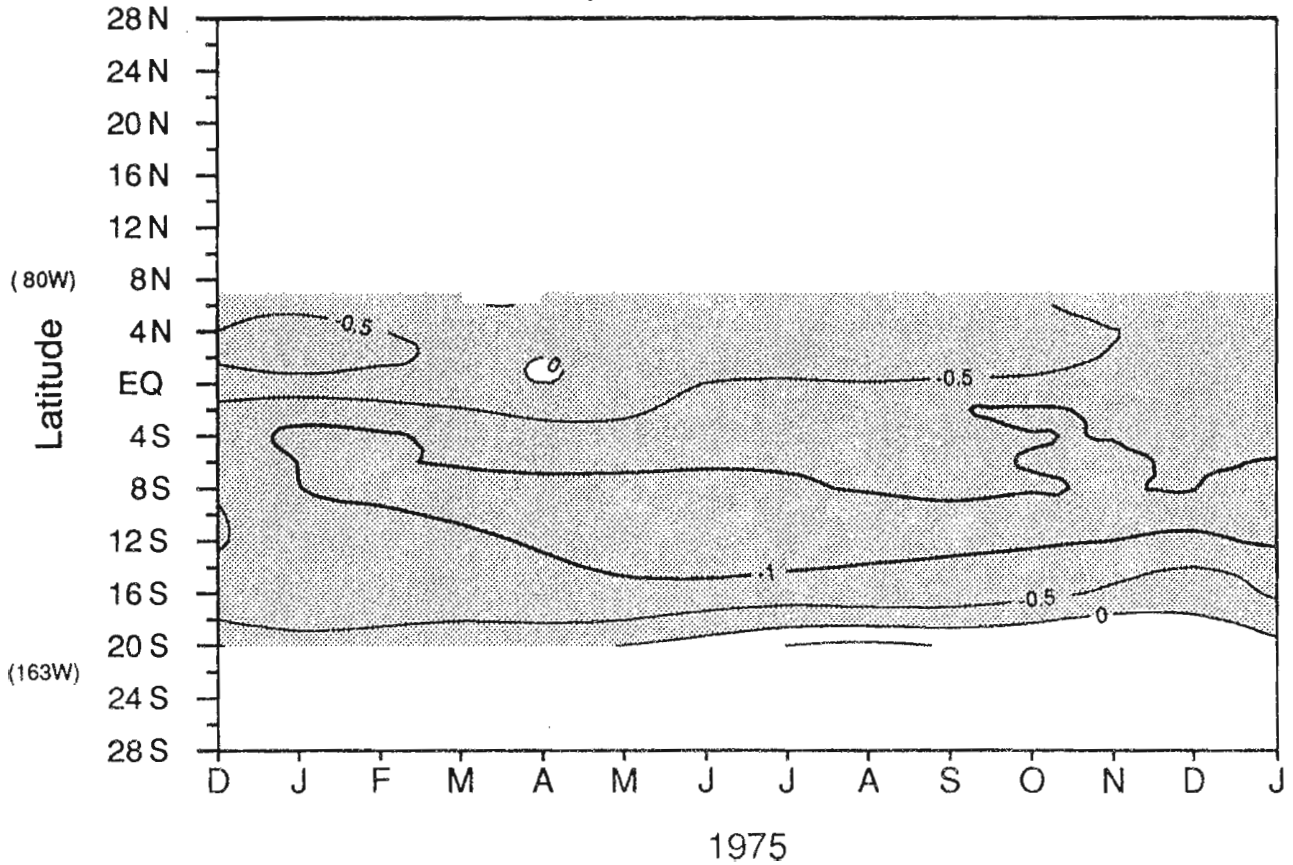
Anomalie de salinite de surface : rail est



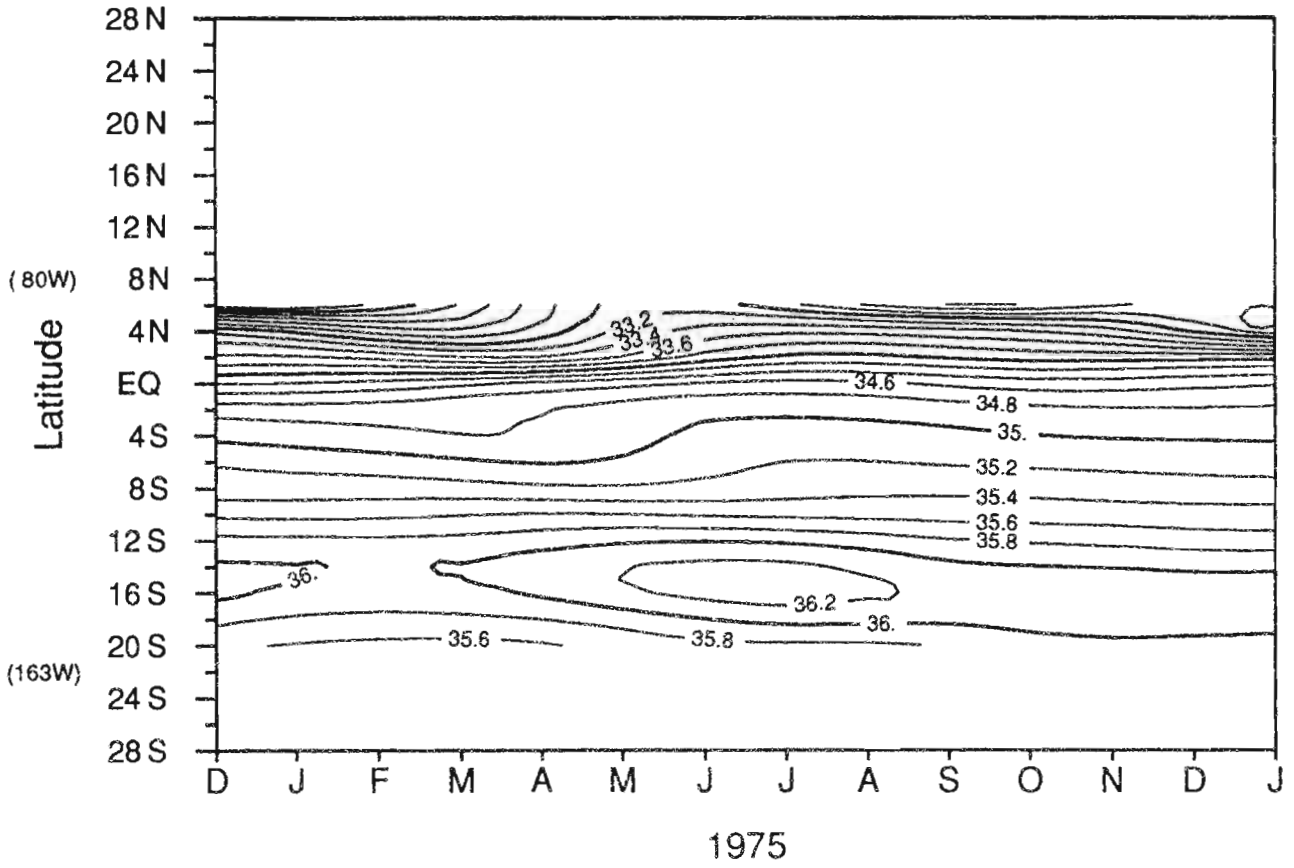
Temperature de surface : rail est



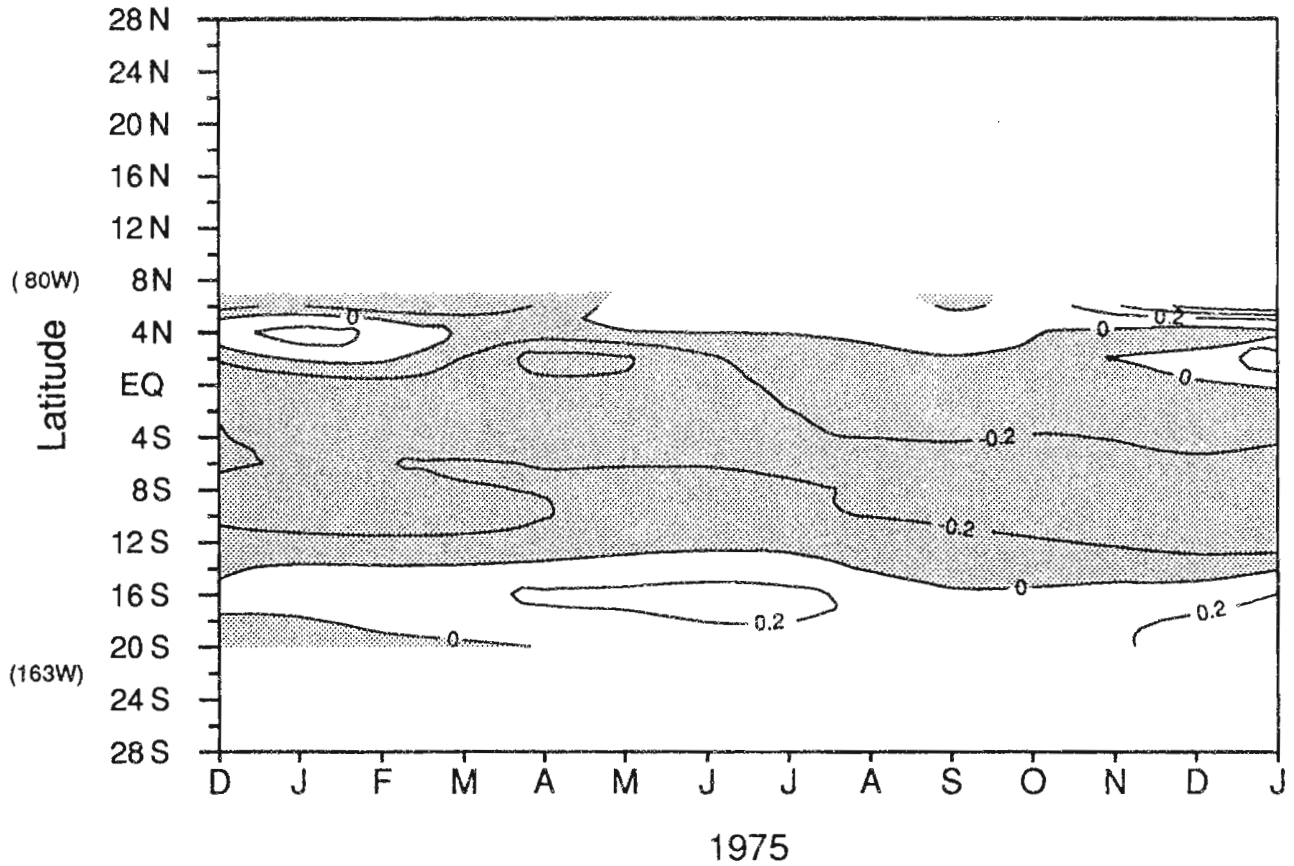
Anomalie de temperature de surface : rail est



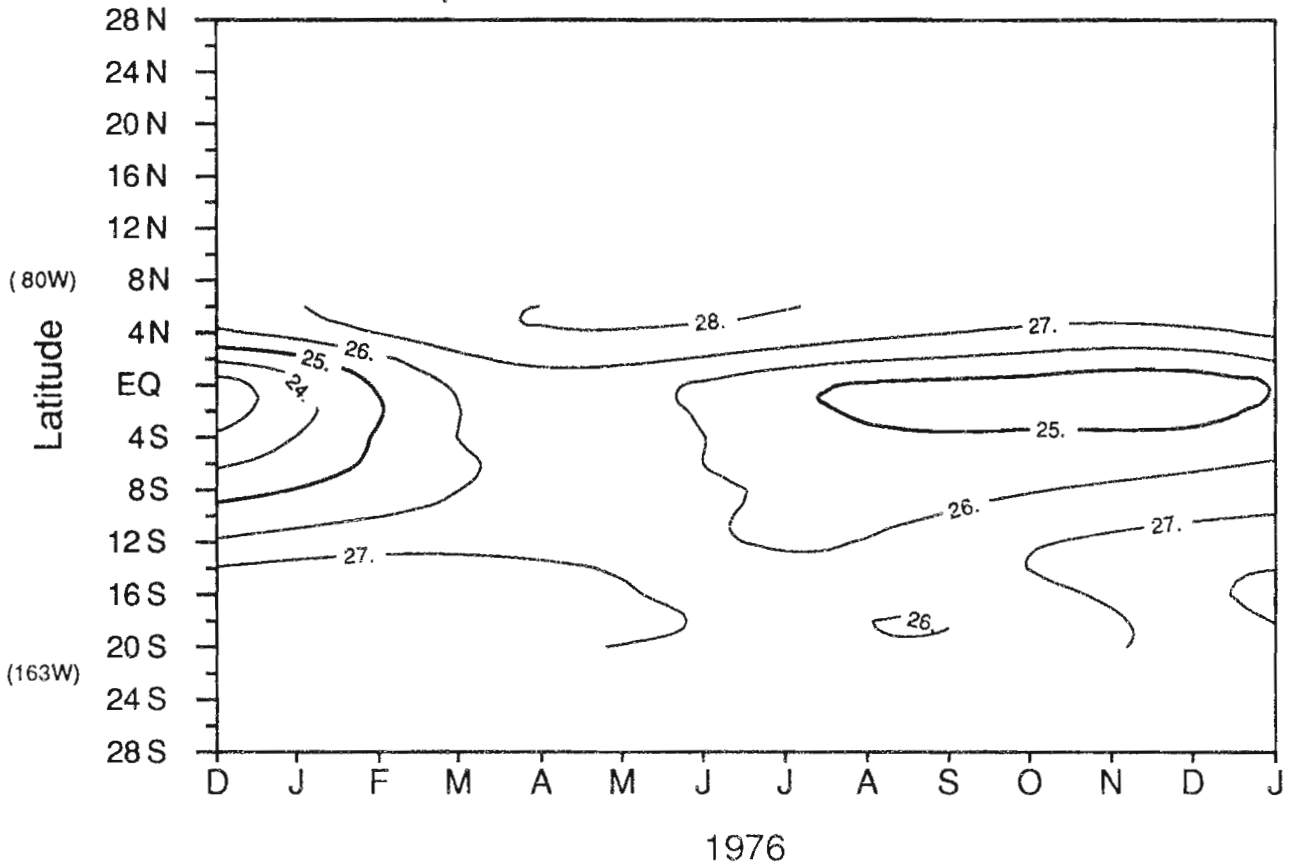
Salinite de surface : rail est



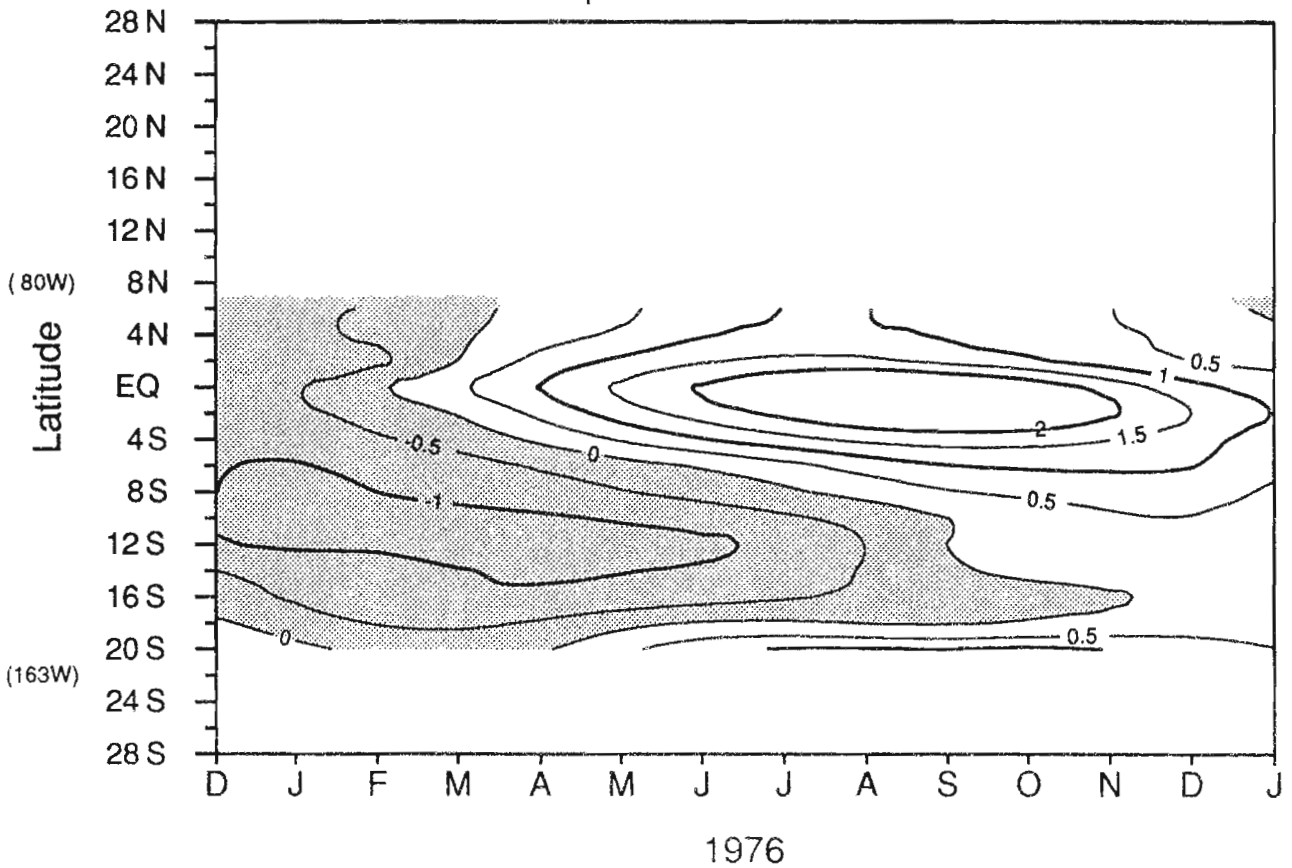
Anomalie de salinite de surface : rail est



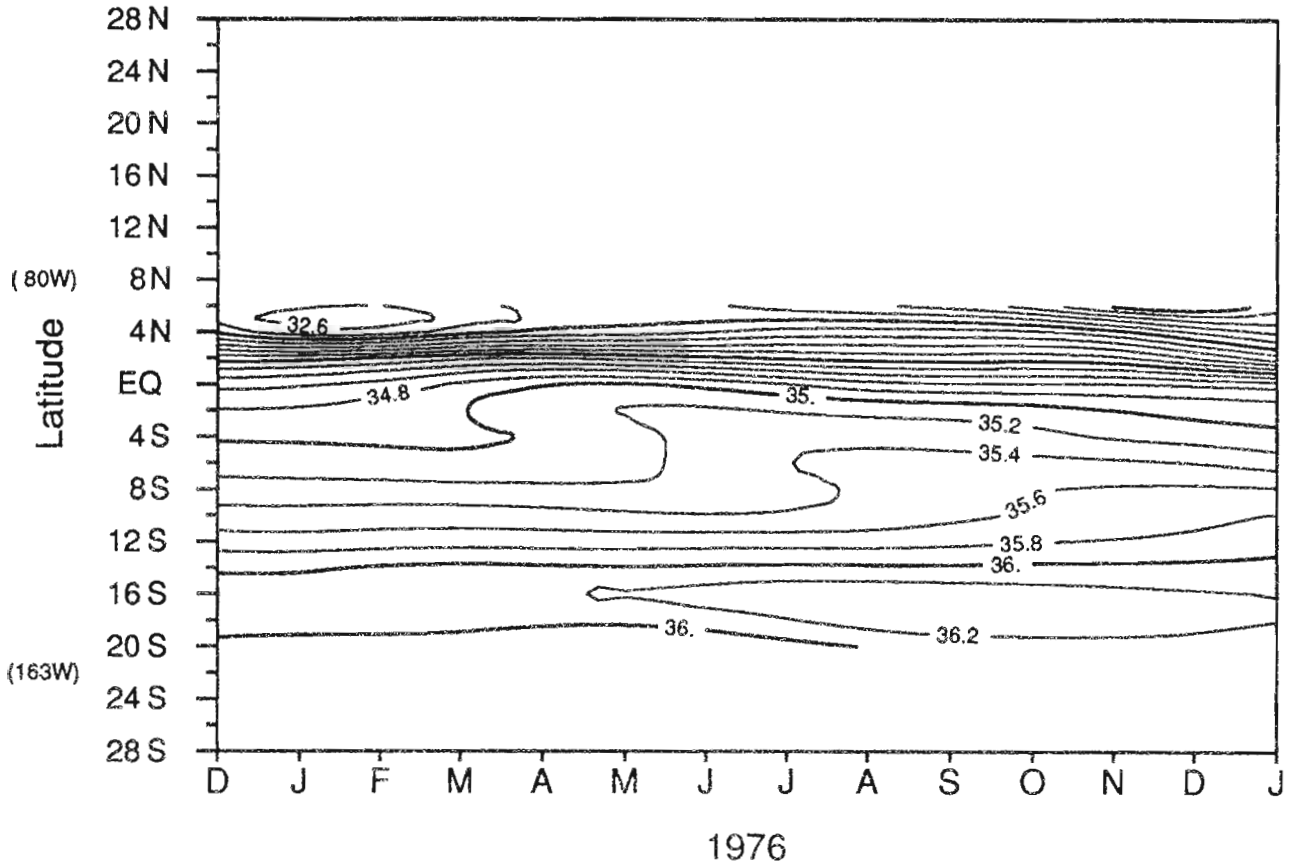
Temperature de surface : rail est



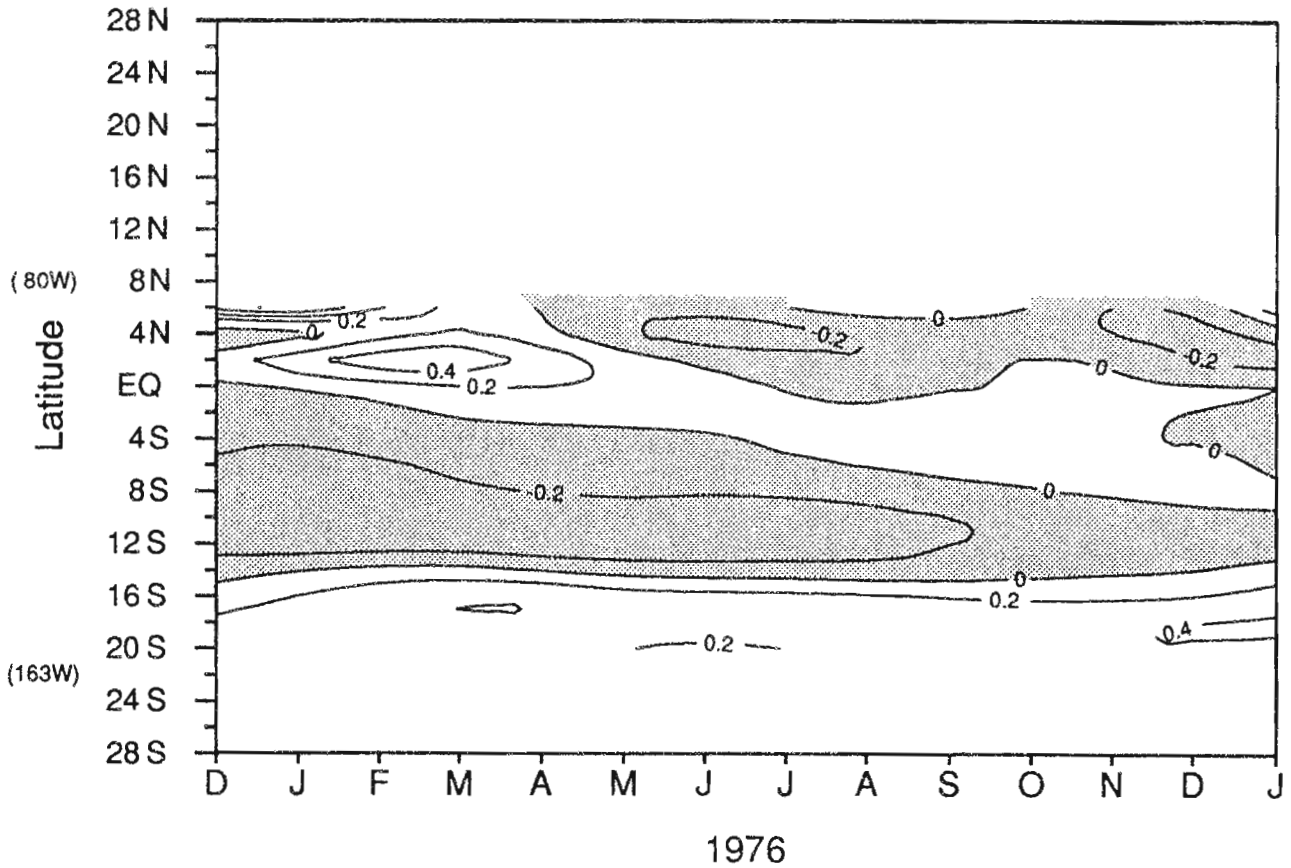
Anomalie de temperature de surface : rail est



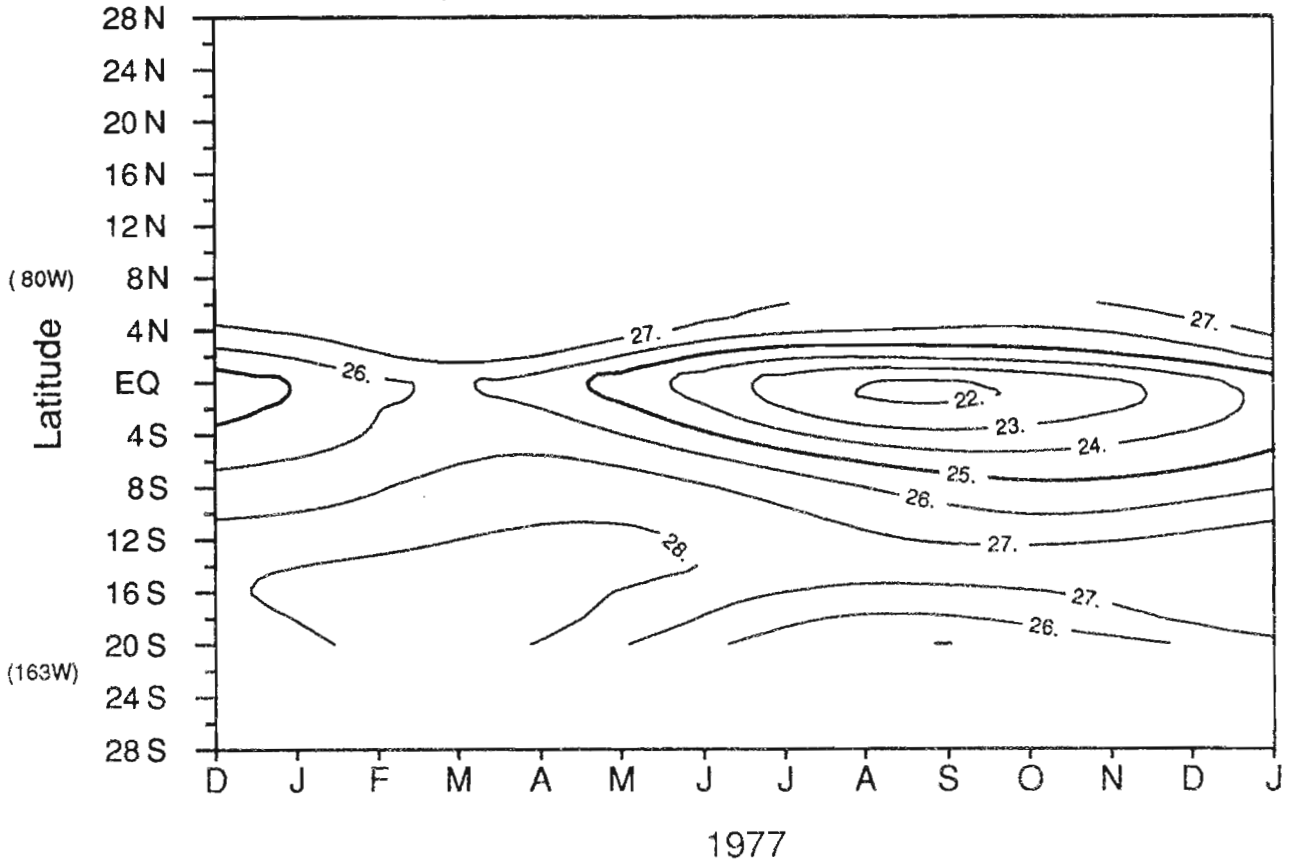
Salinite de surface : rail est



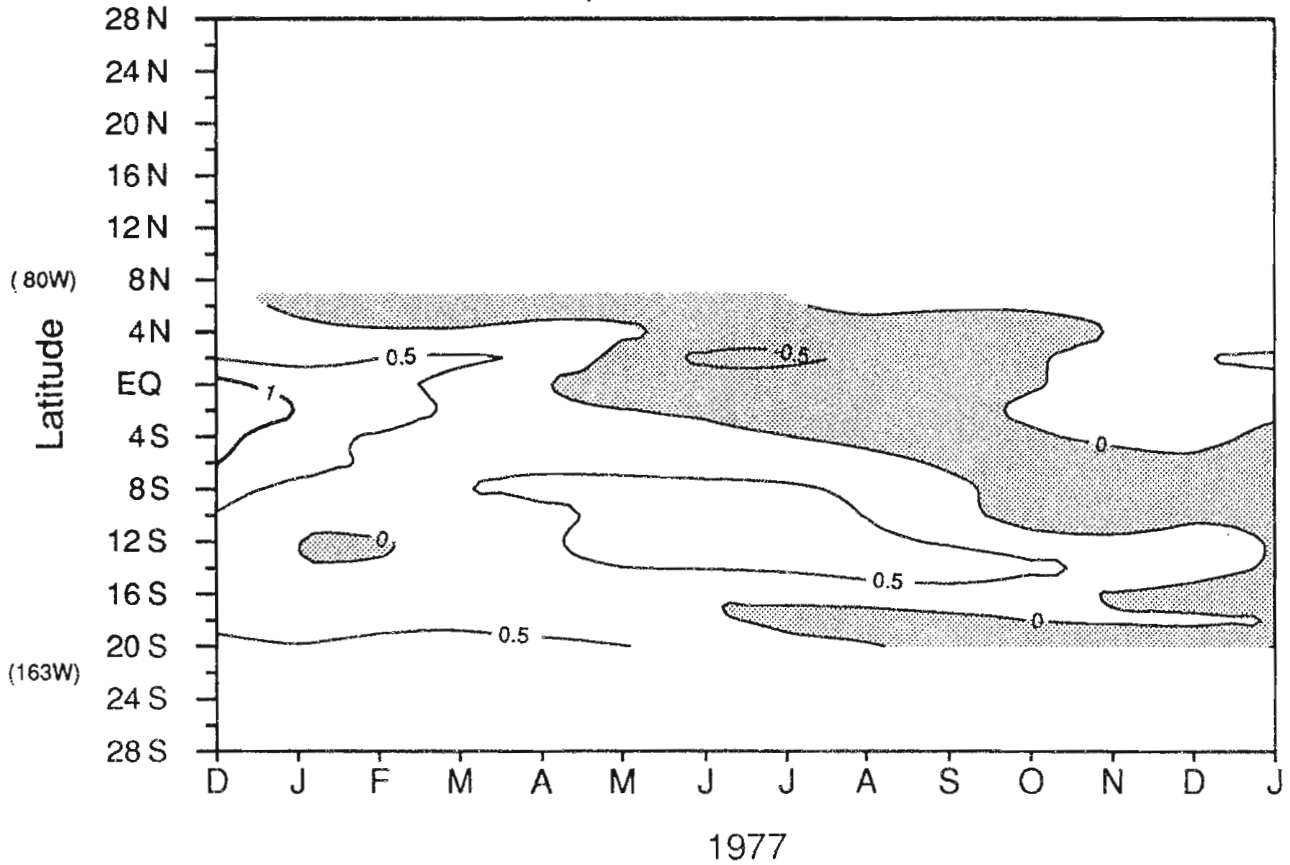
Anomalie de salinite de surface : rail est



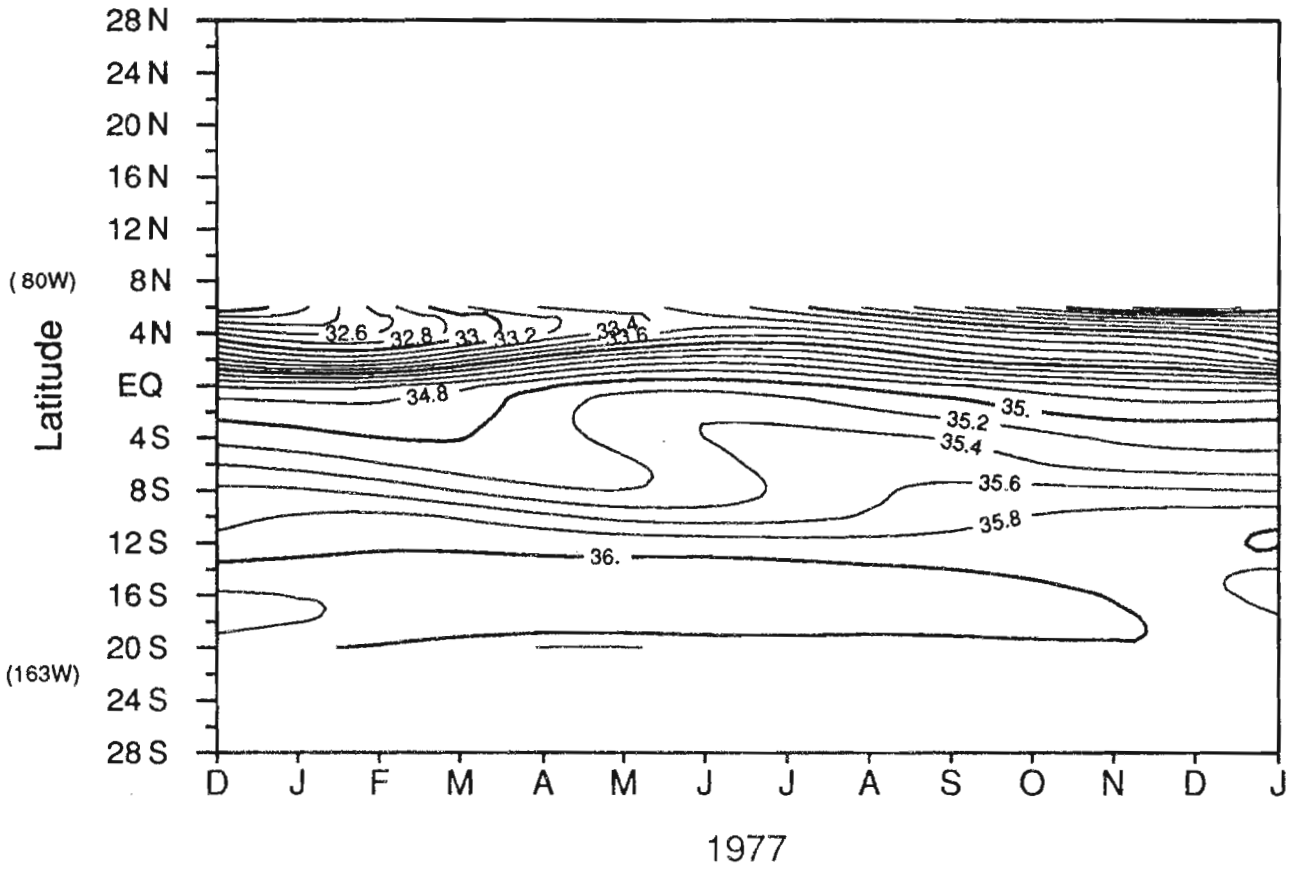
Temperature de surface : rail est



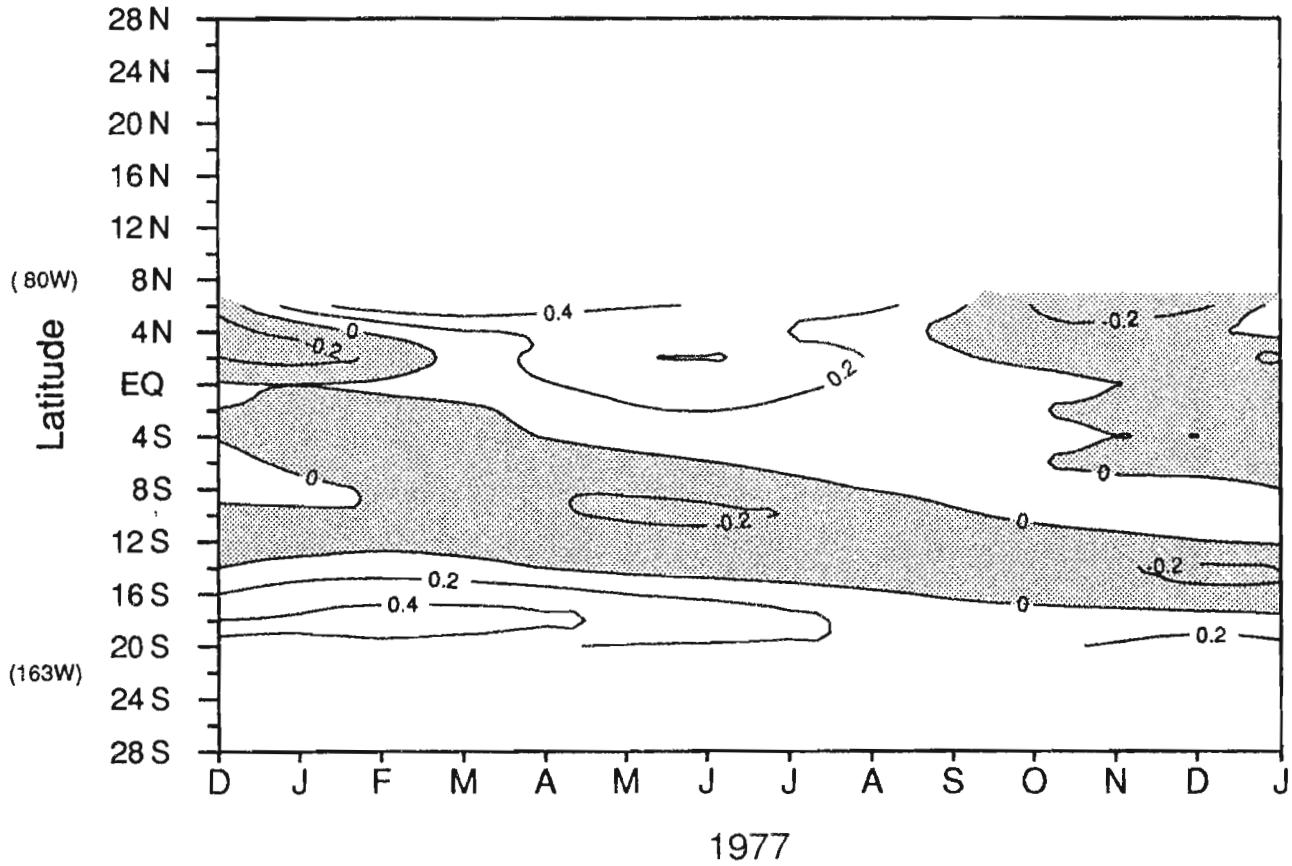
Anomalie de temperature de surface : rail est



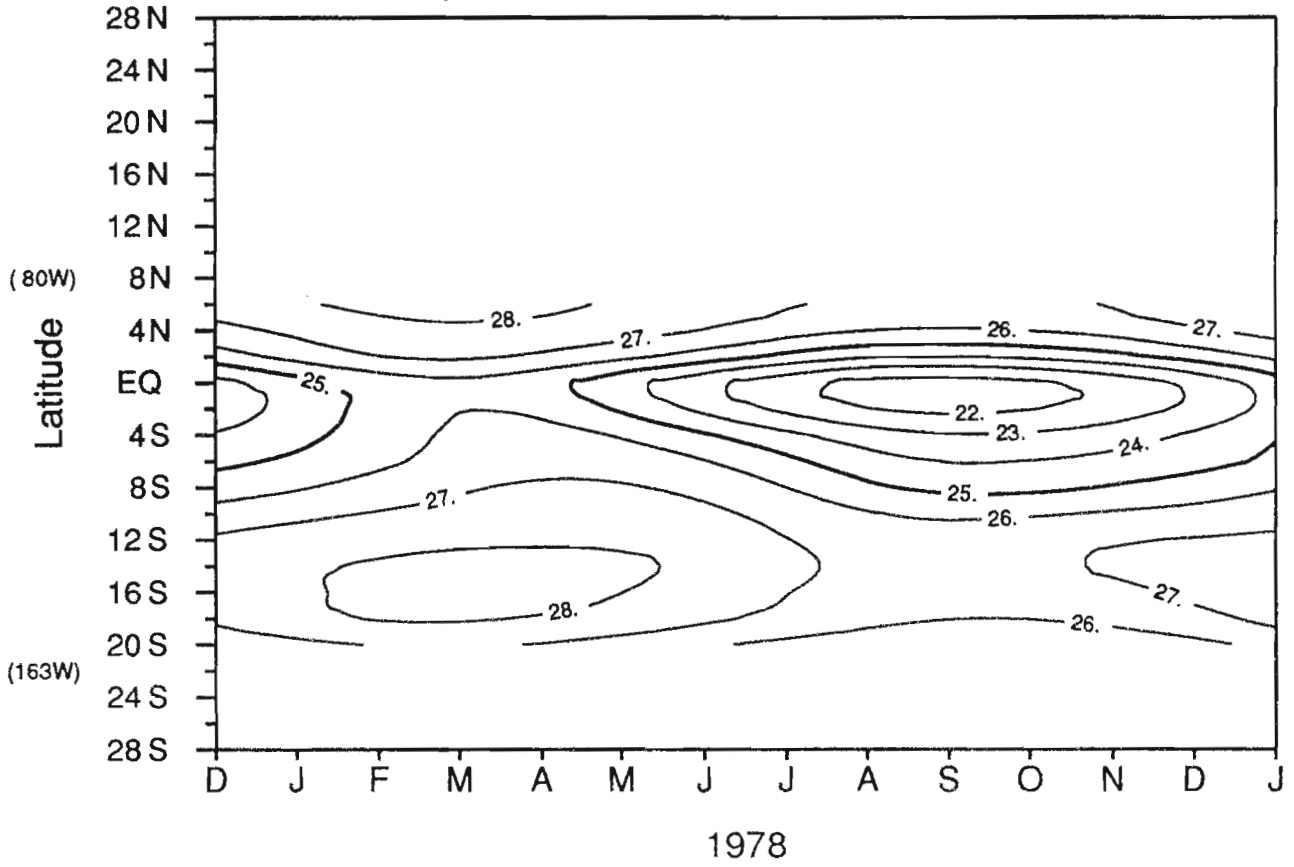
Salinite de surface : rail est



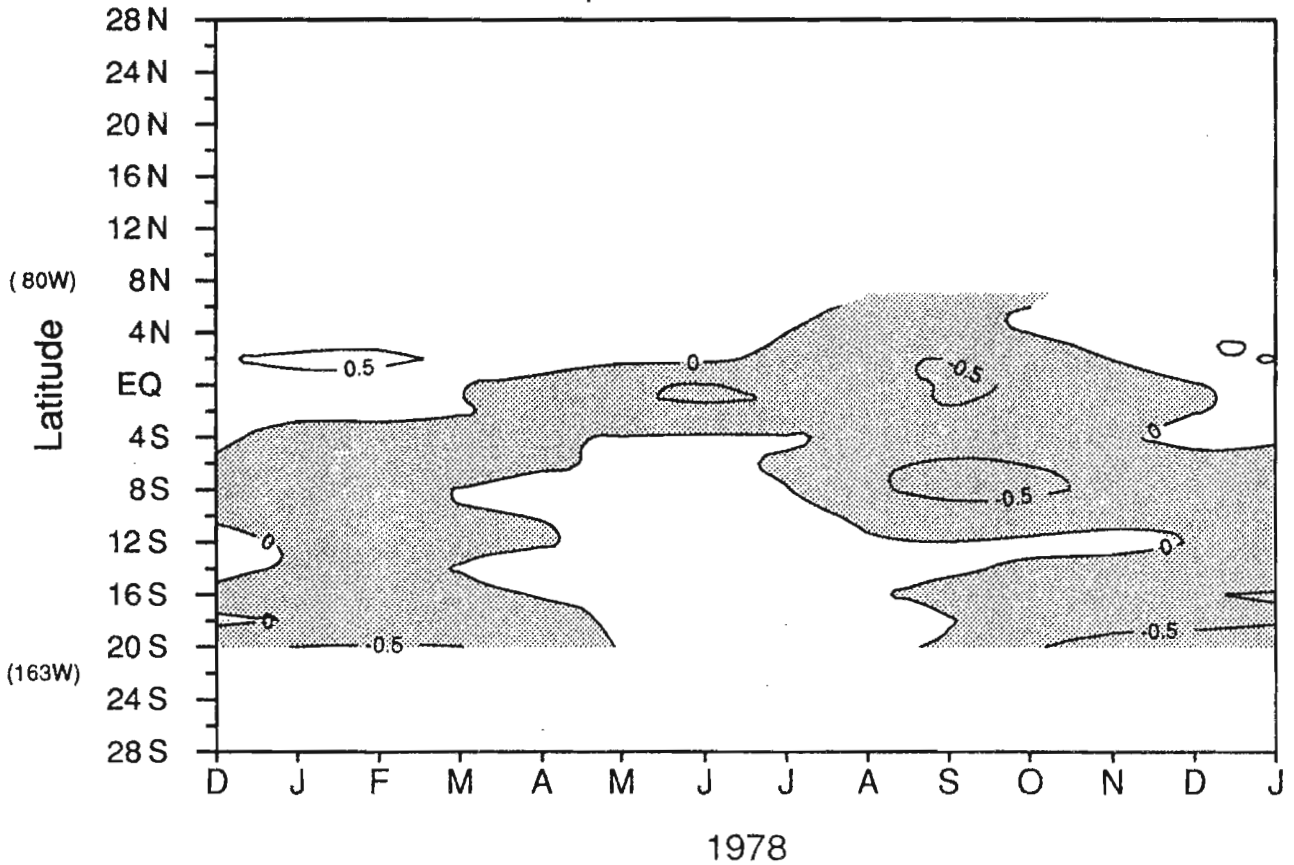
Anomalie de salinite de surface : rail est



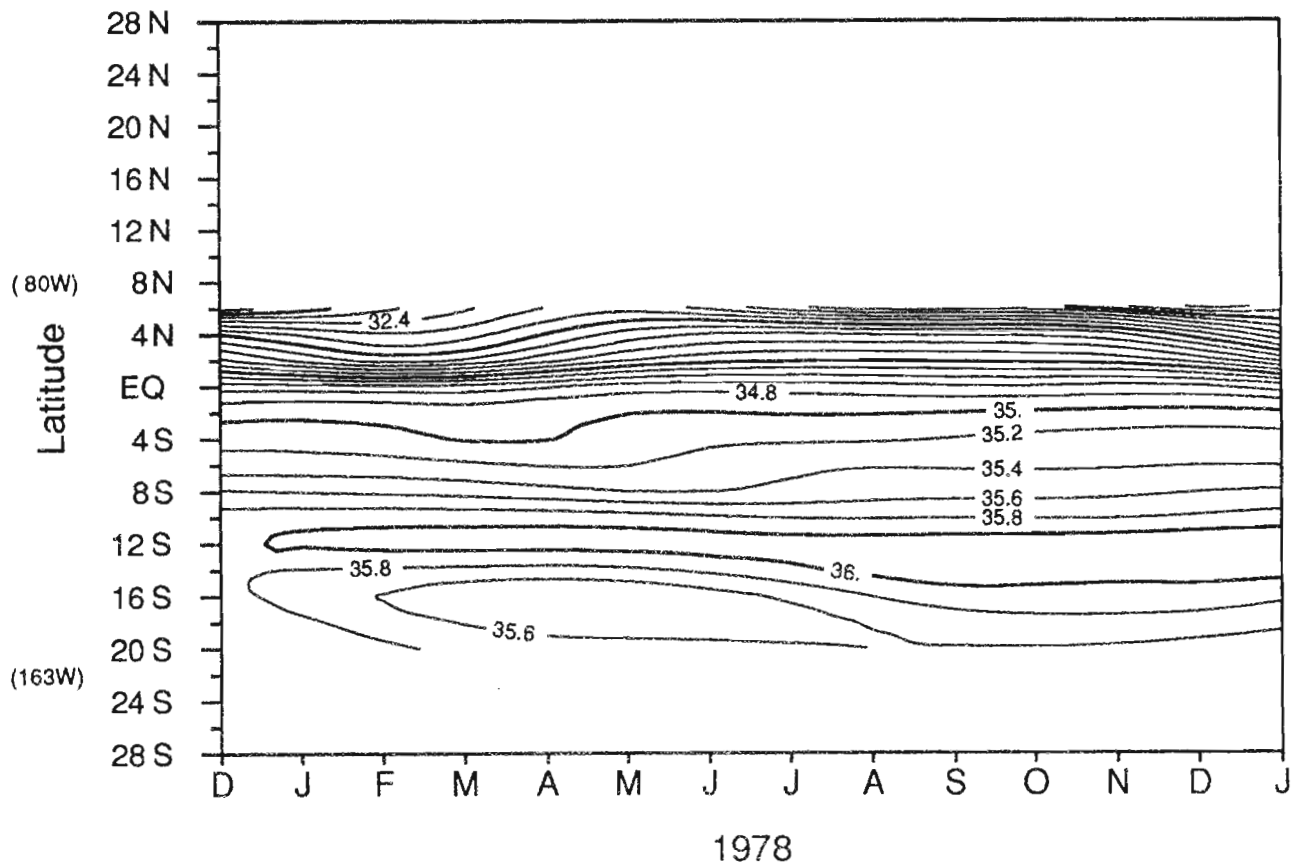
Temperature de surface : rail est



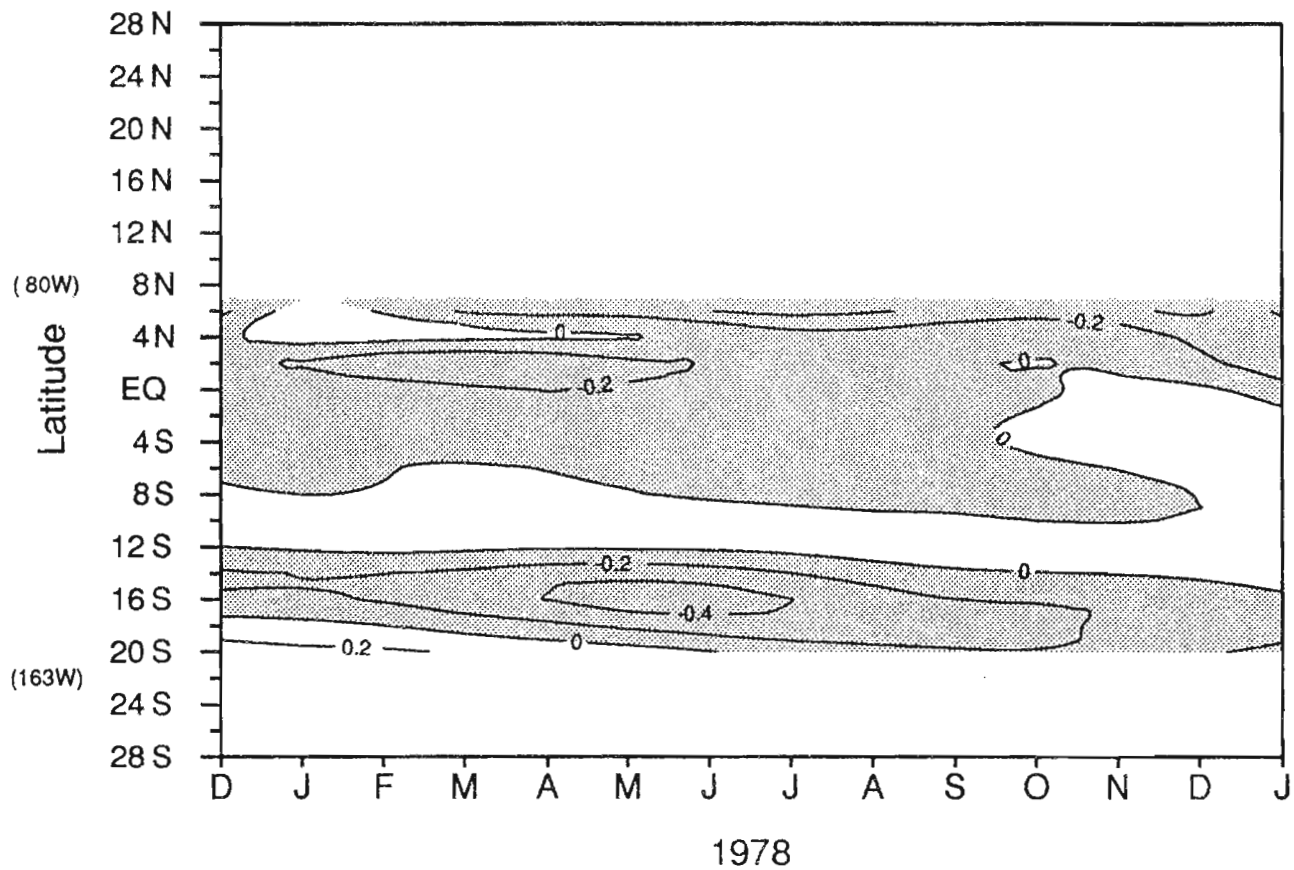
Anomalie de temperature de surface : rail est



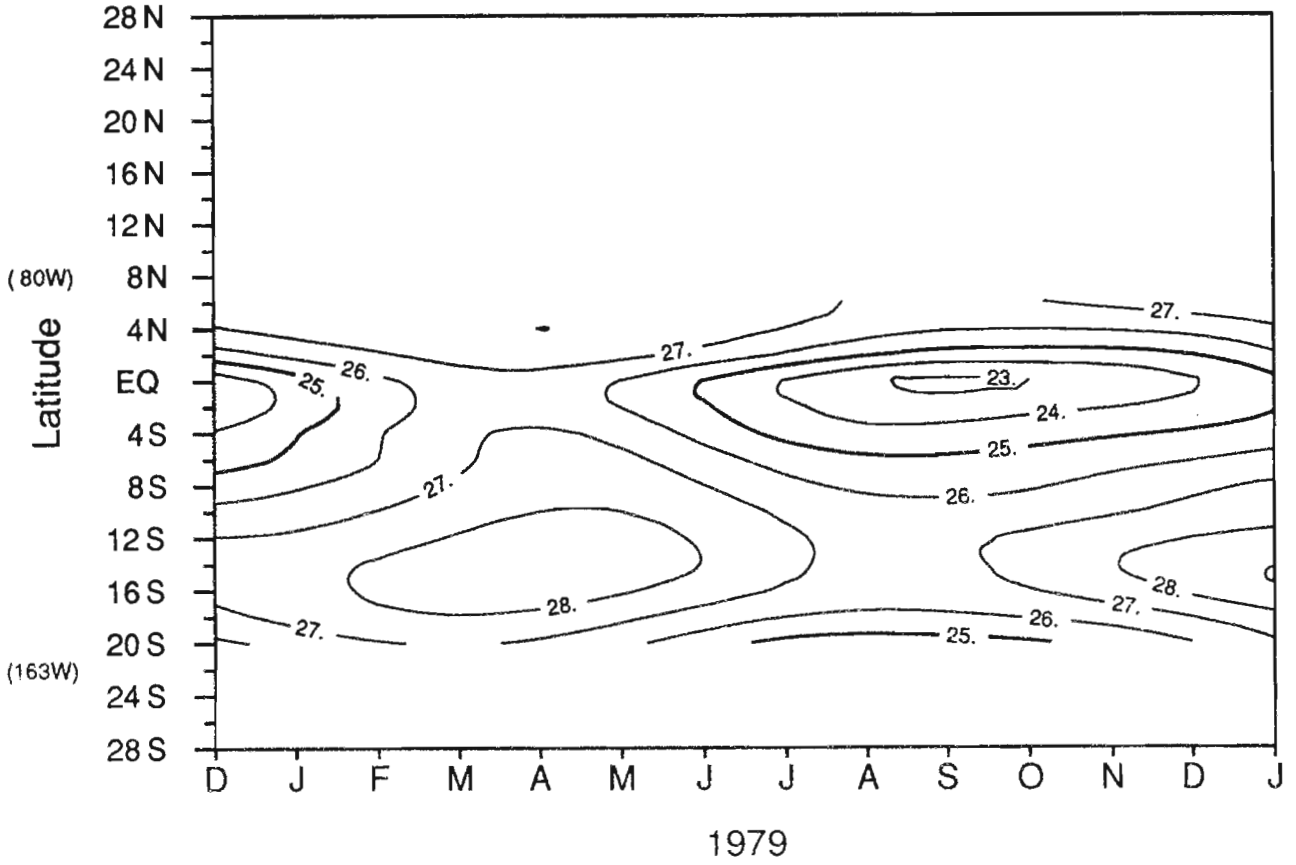
Salinite de surface : rail est



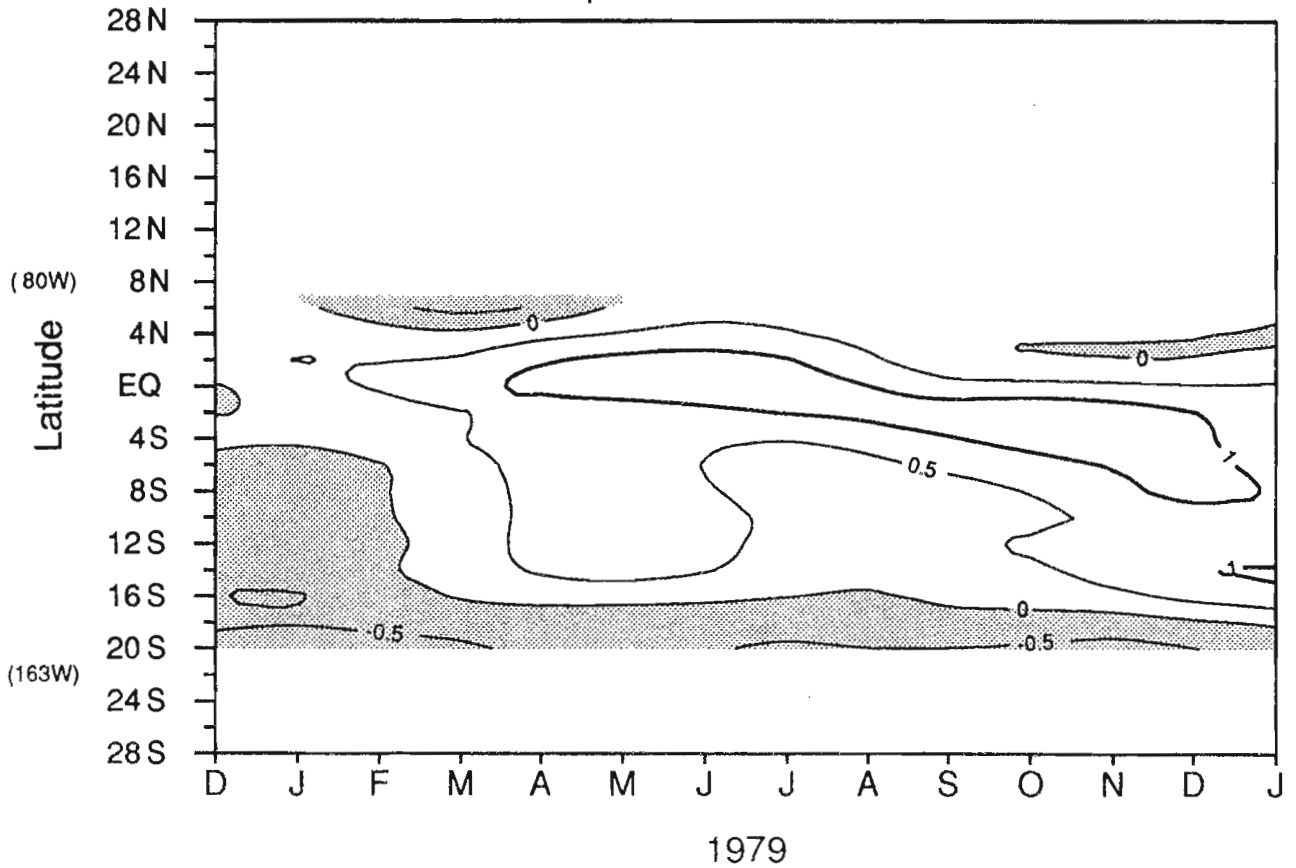
Anomalie de salinite de surface : rail est



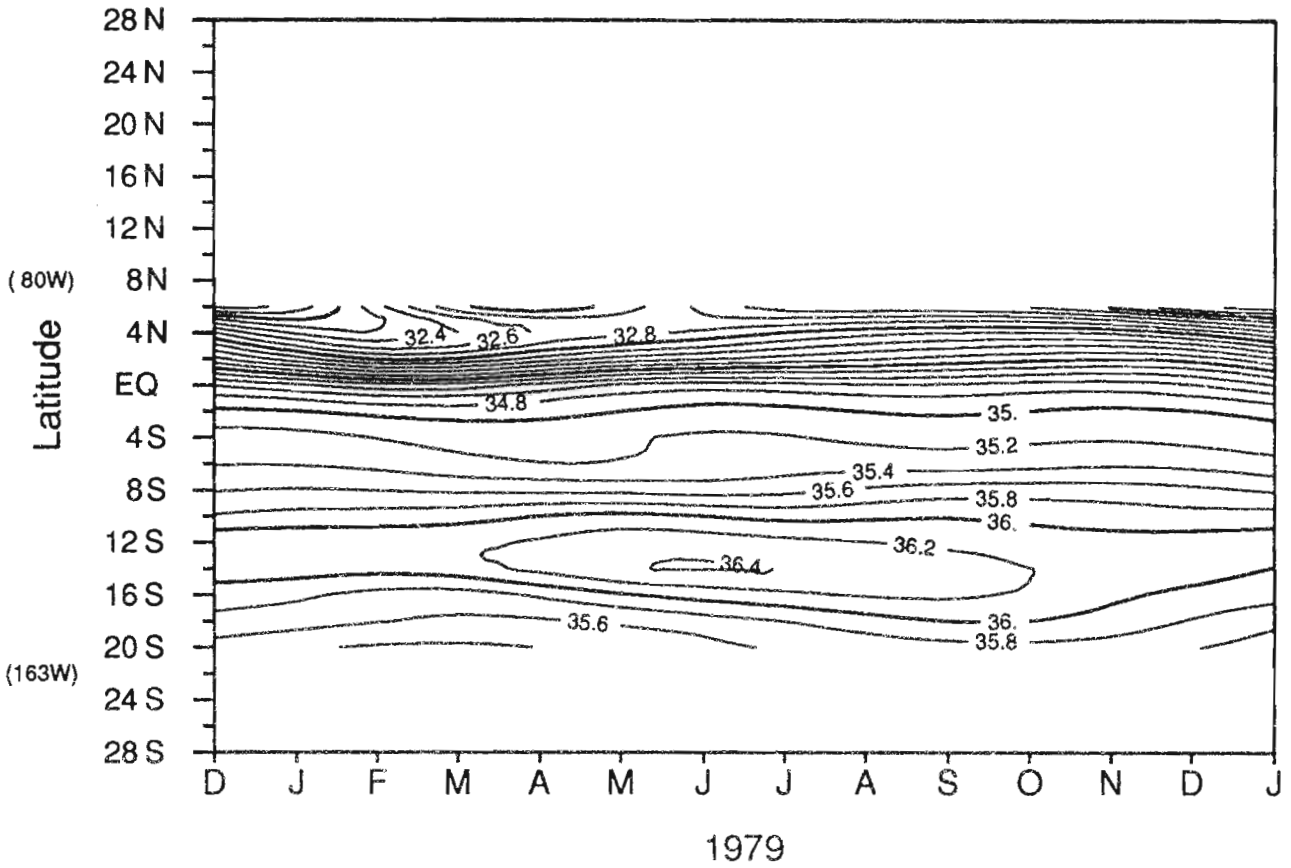
Temperature de surface : rail est



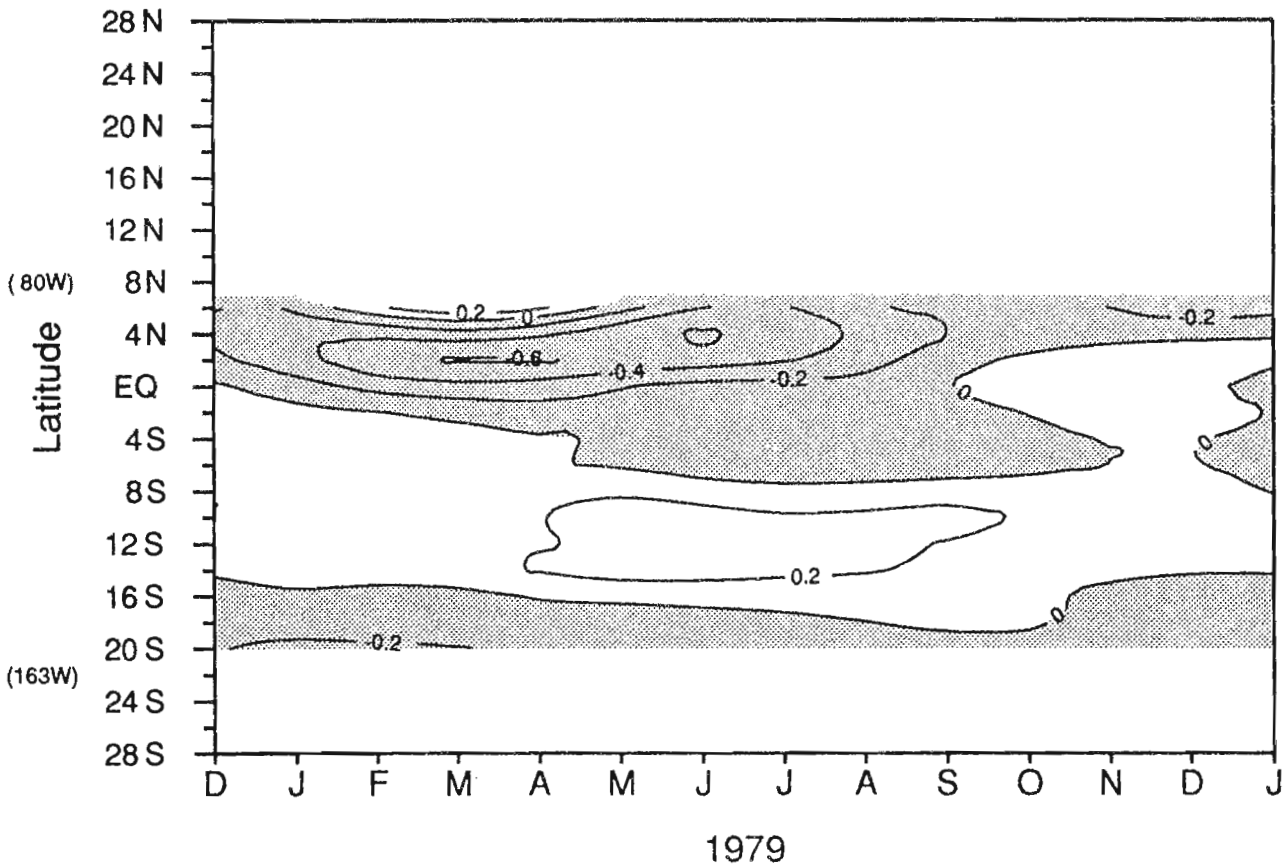
Anomalie de temperature de surface : rail est



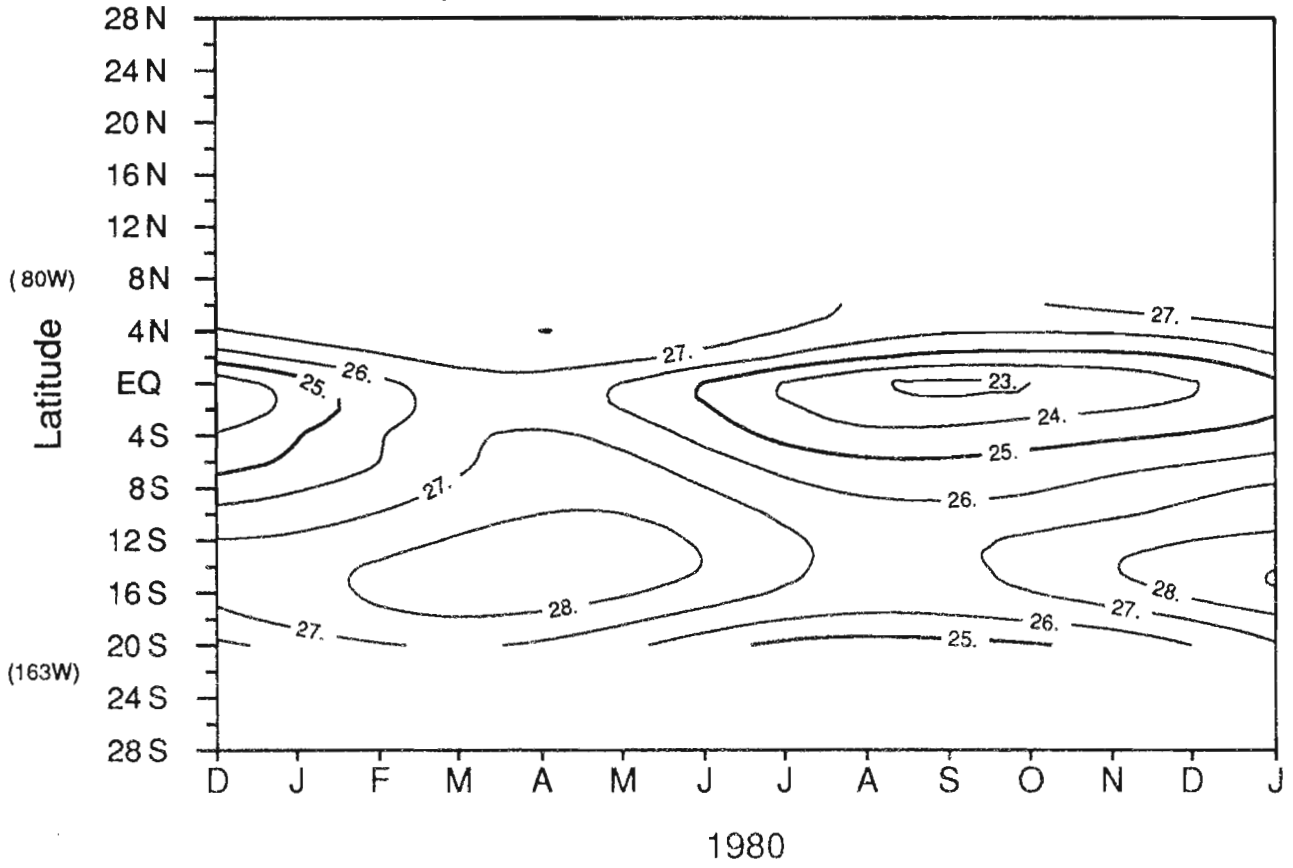
Salinite de surface : rail est



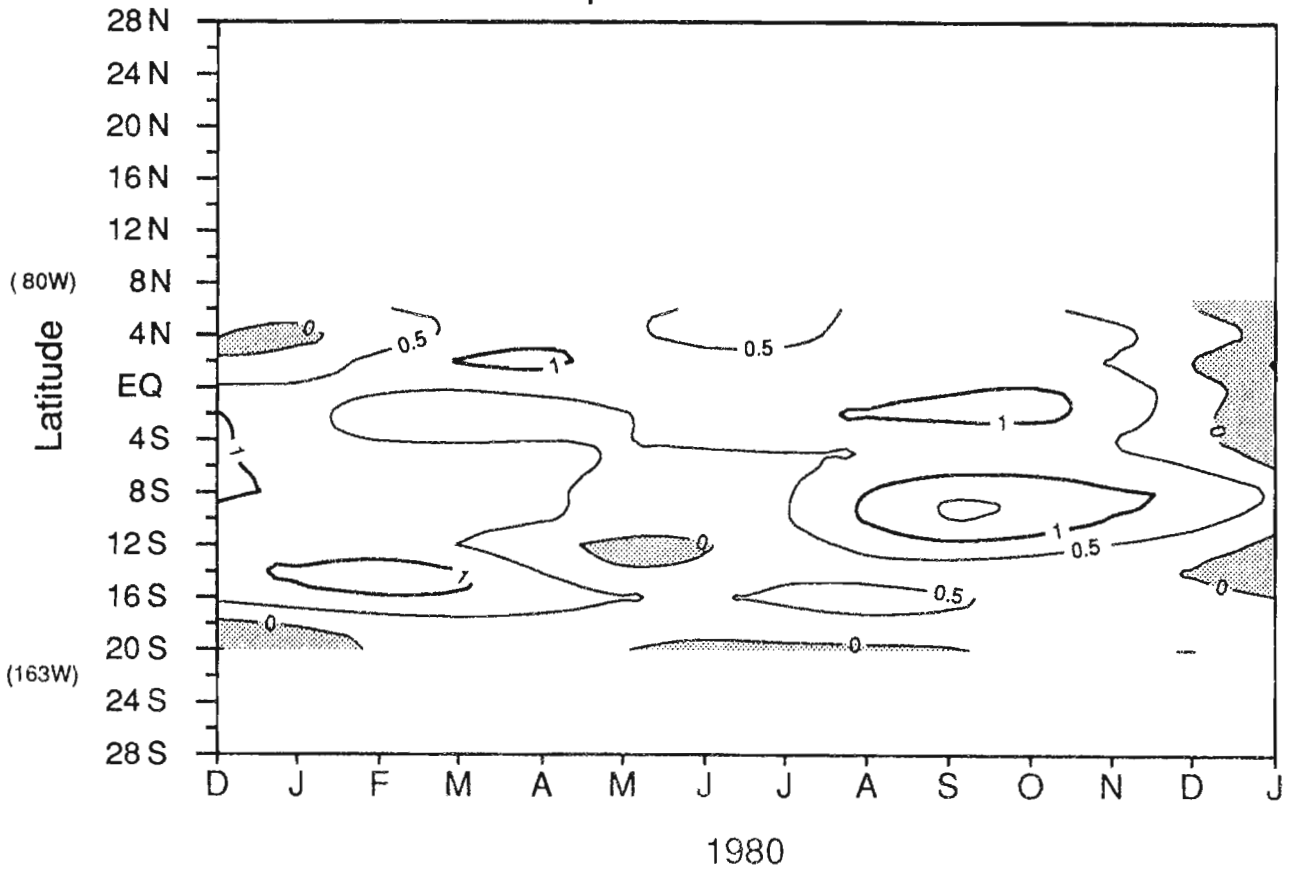
Anomalie de salinite de surface : rail est



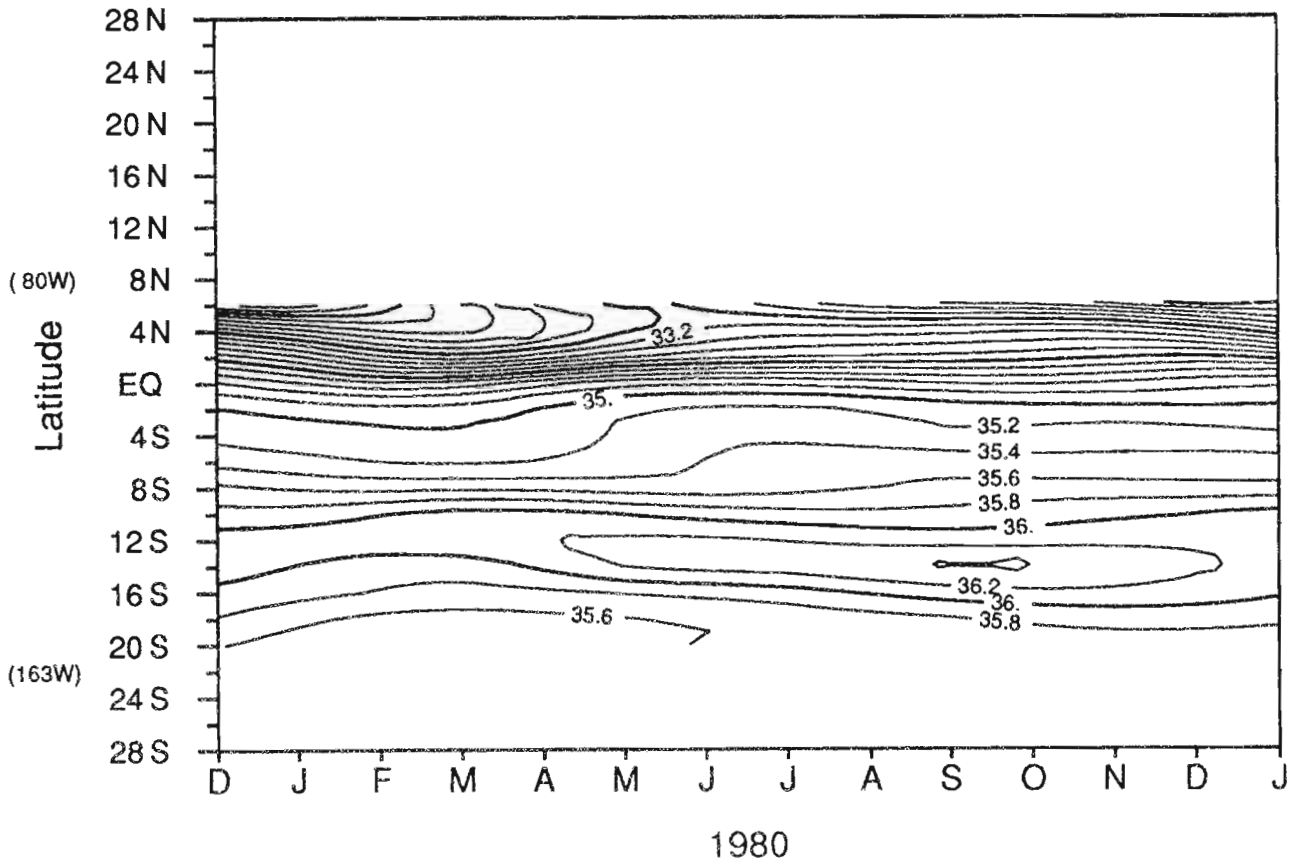
Temperature de surface : rail est



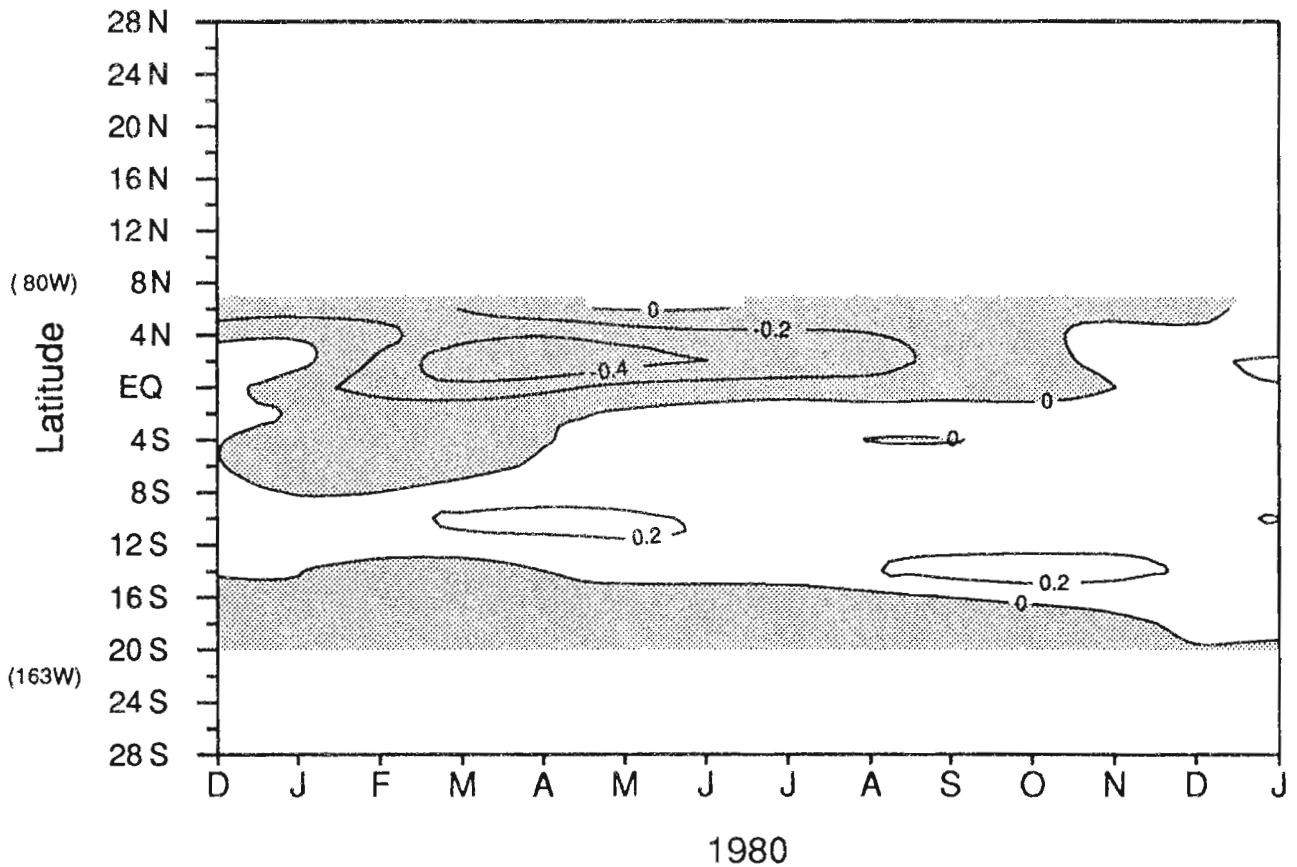
Anomalie de temperature de surface : rail est



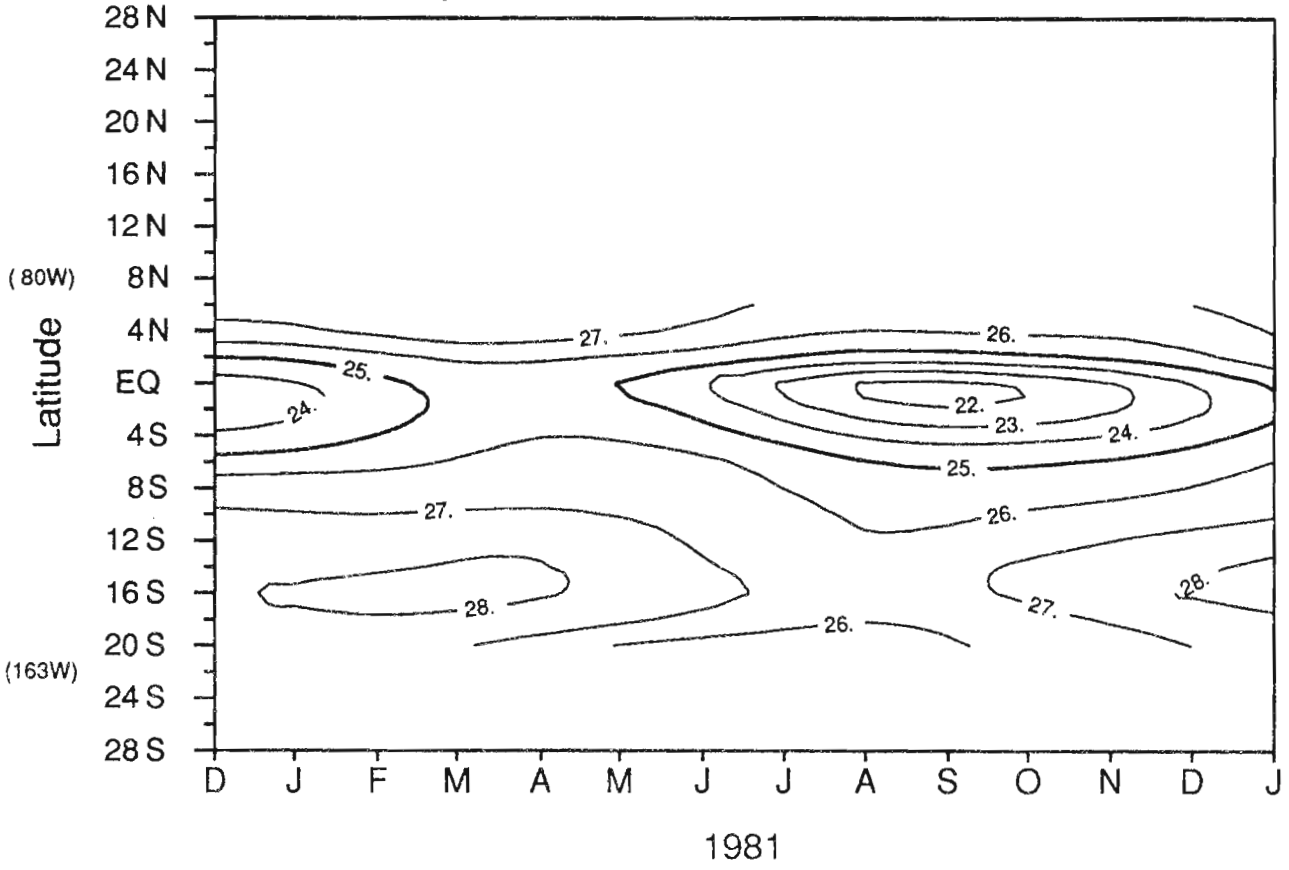
Salinite de surface : rail est



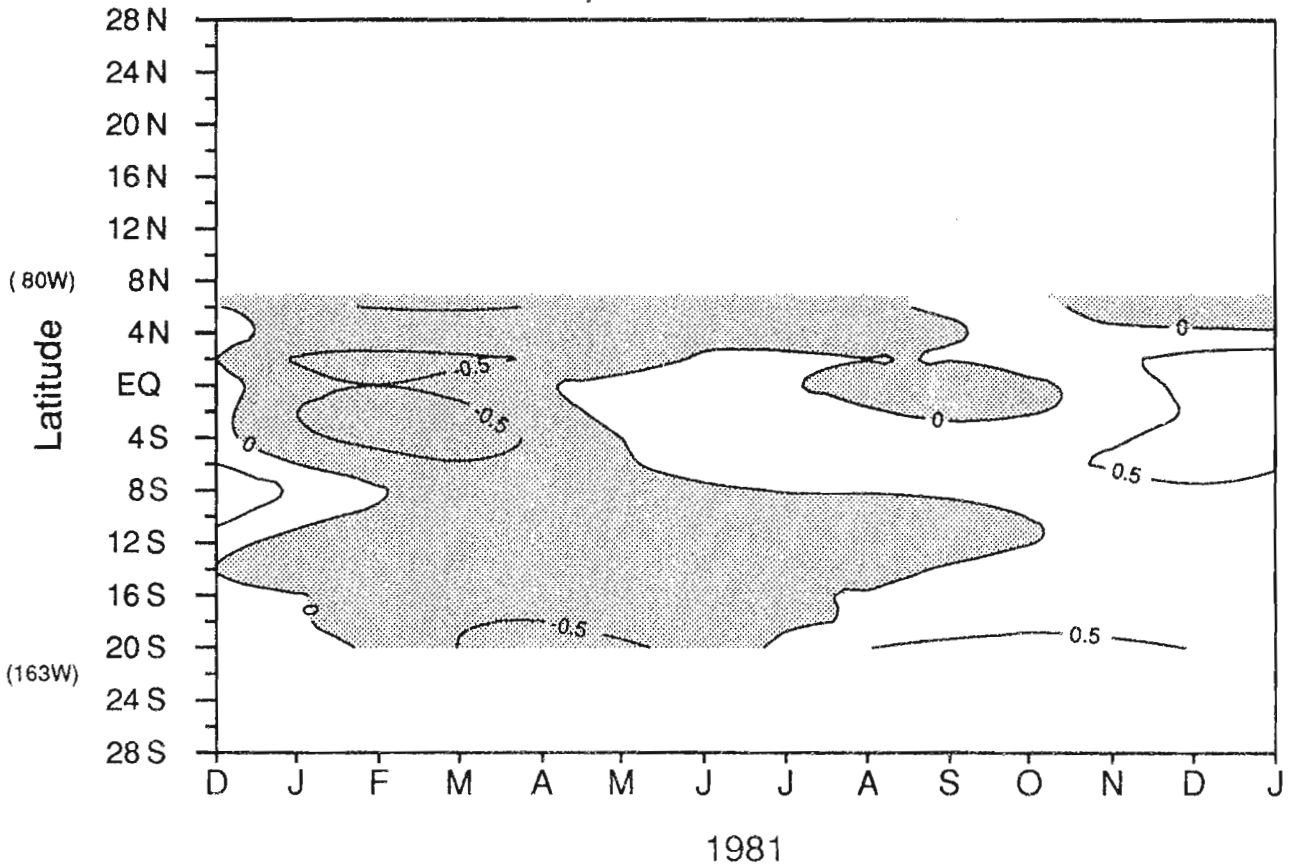
Anomalie de salinite de surface : rail est



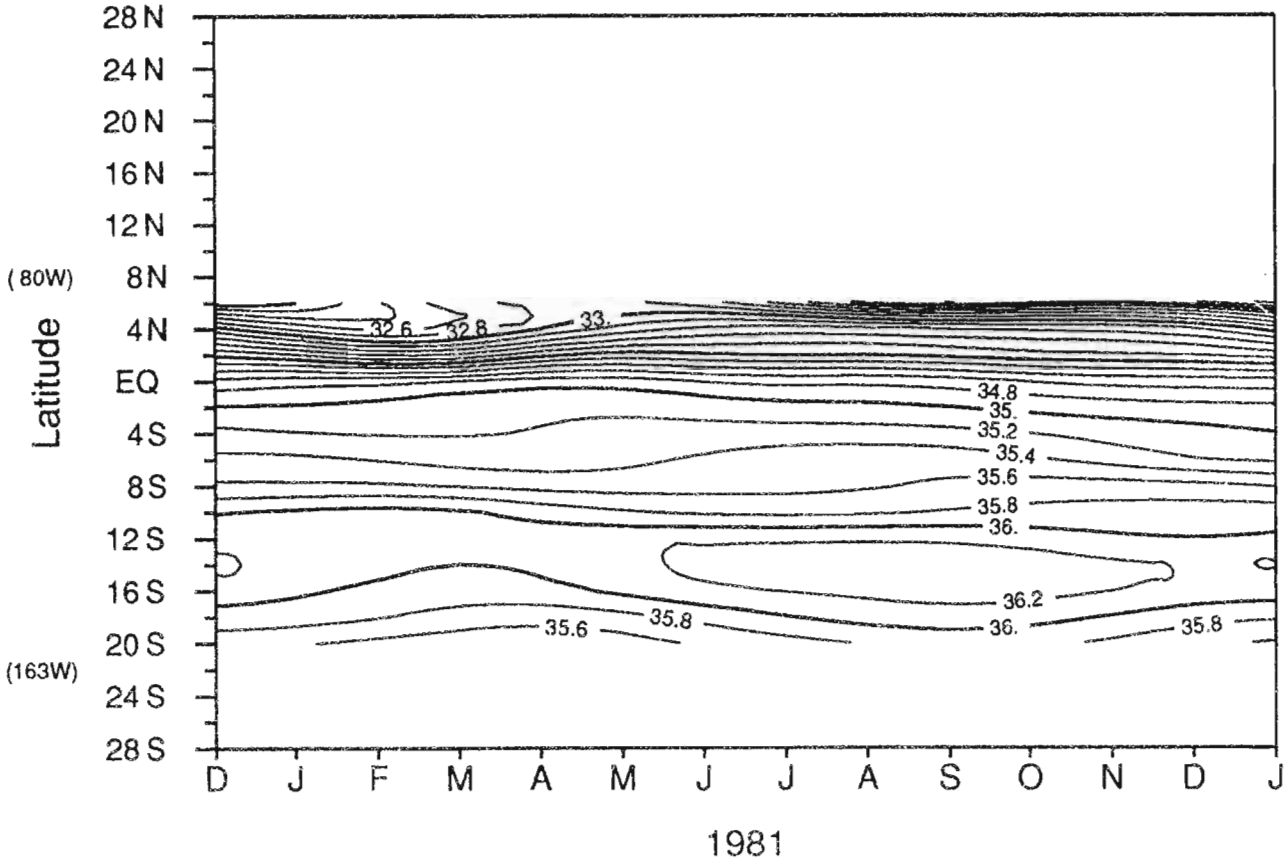
Temperature de surface : rail est



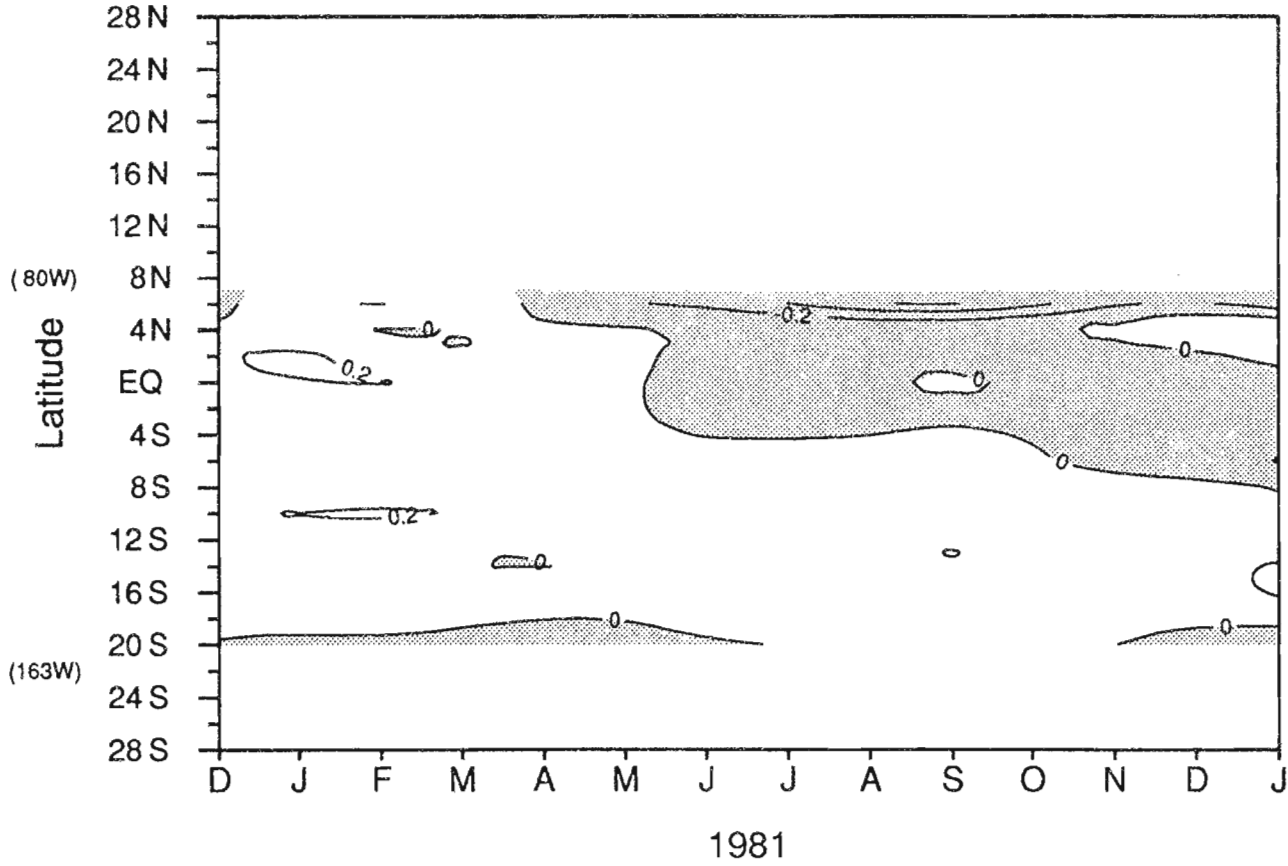
Anomalie de temperature de surface : rail est



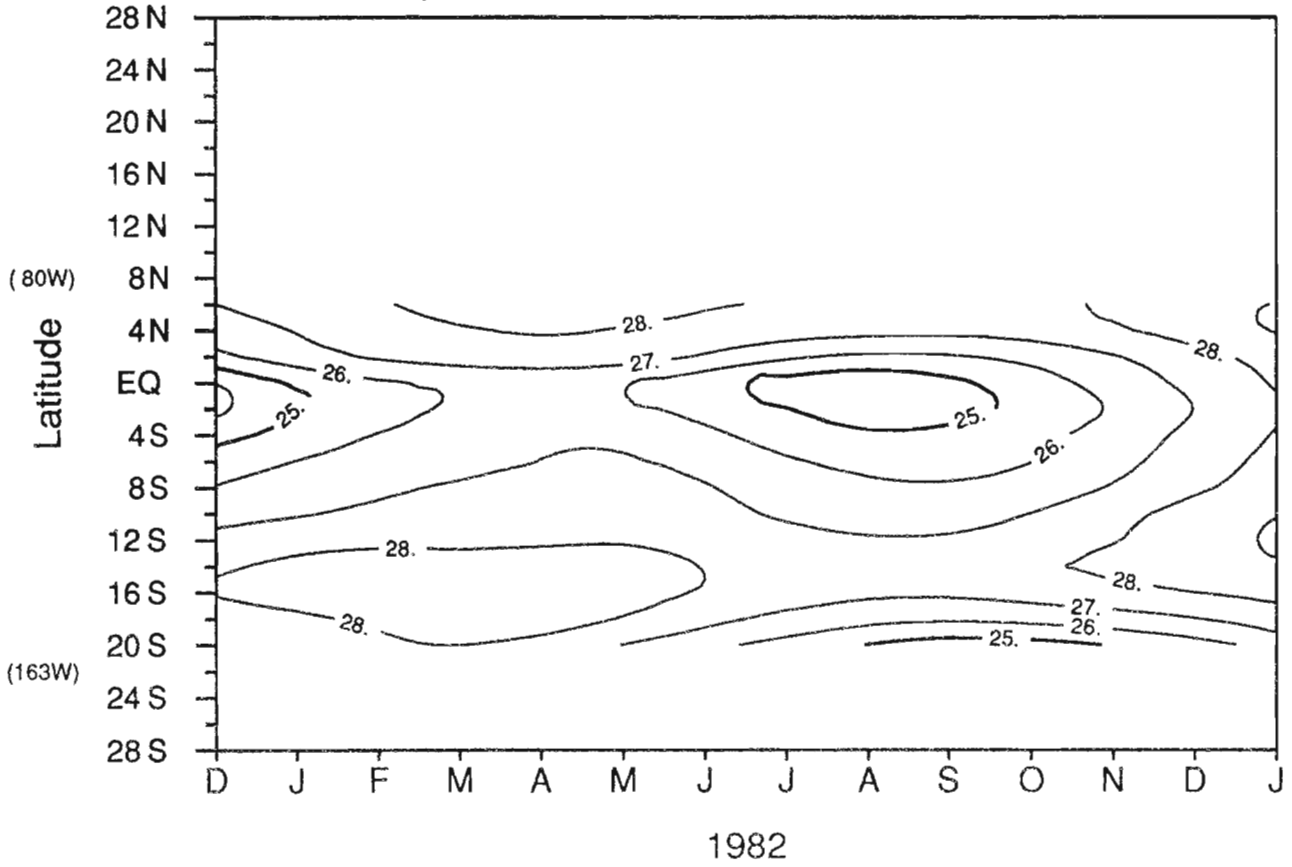
Salinite de surface : rail est



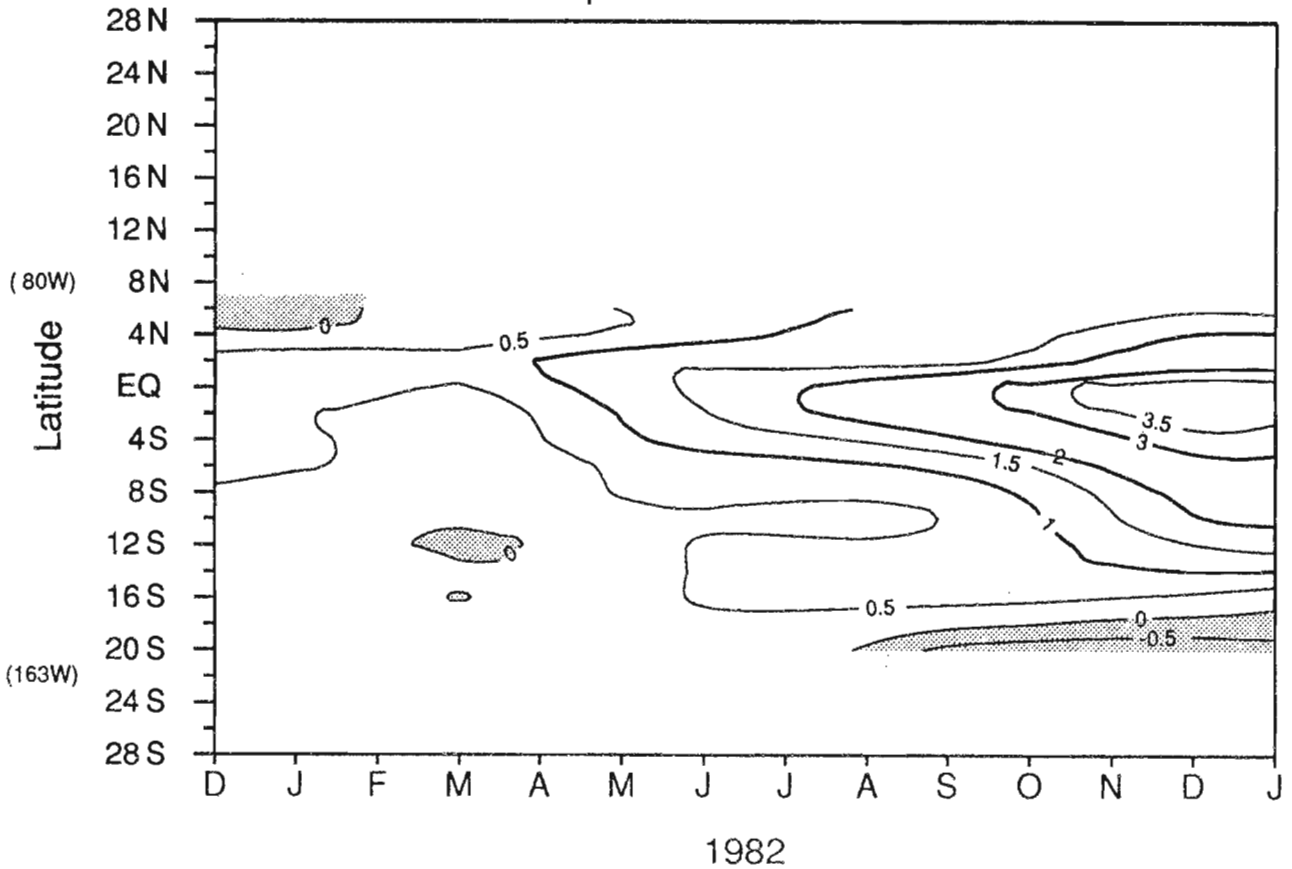
Anomalie de salinite de surface : rail est



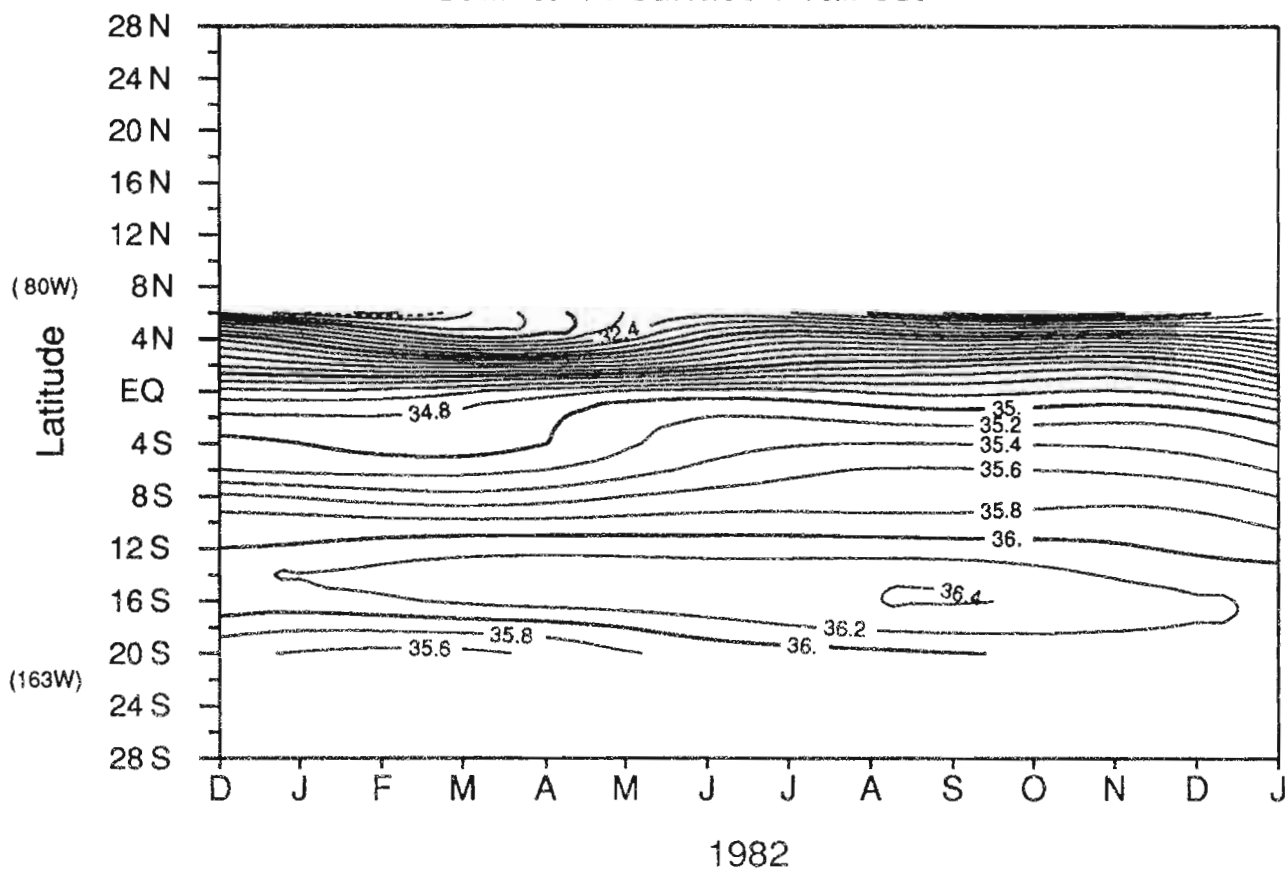
Temperature de surface : rail est



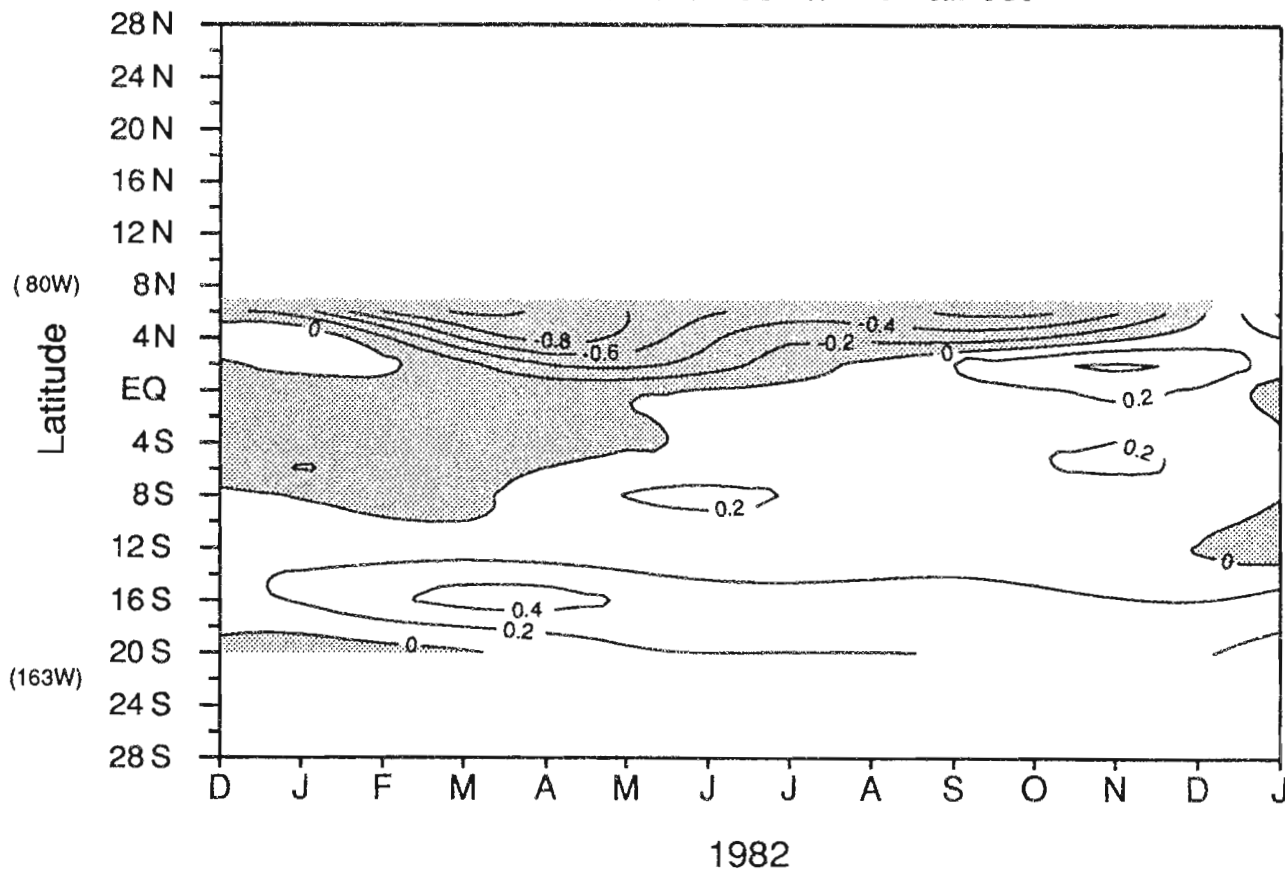
Anomalie de temperature de surface : rail est



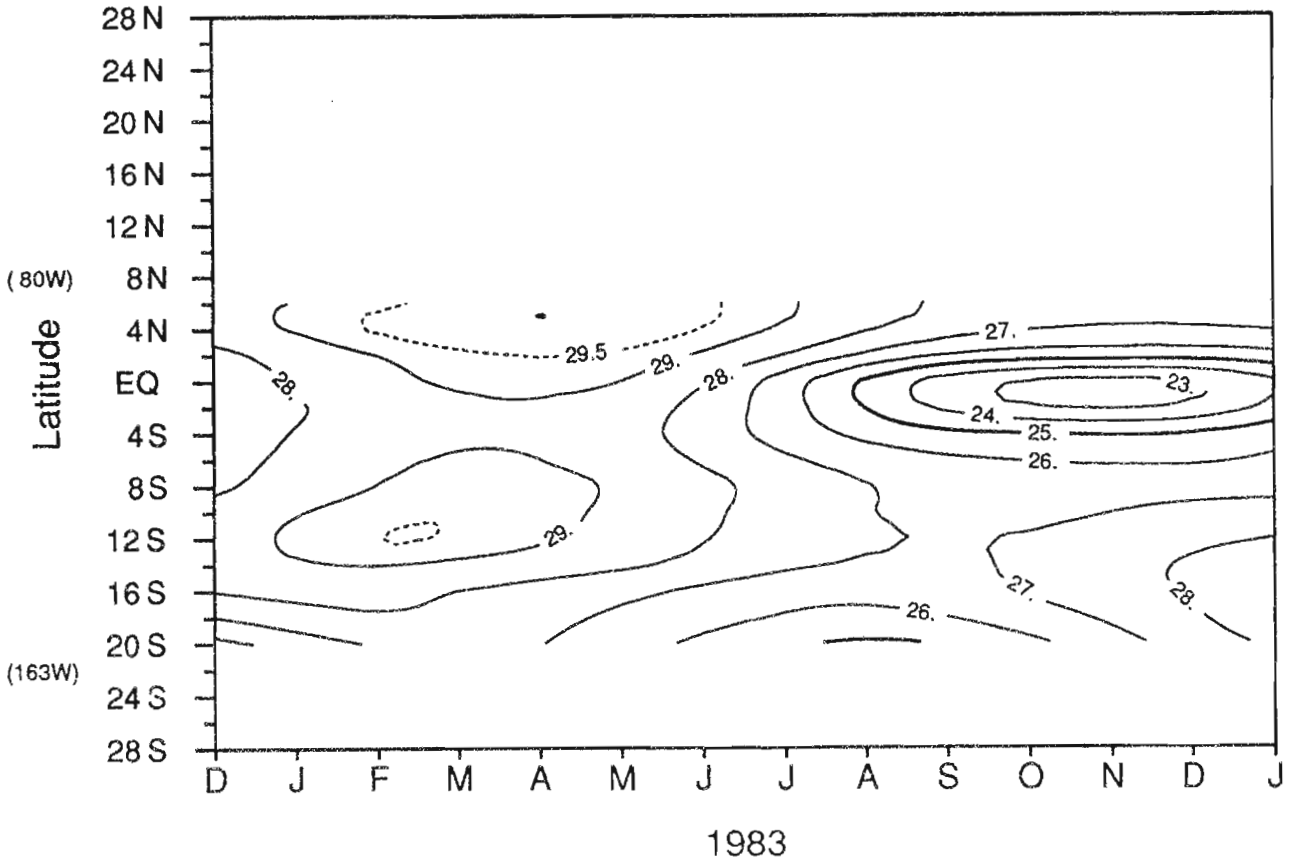
Salinite de surface : rail est



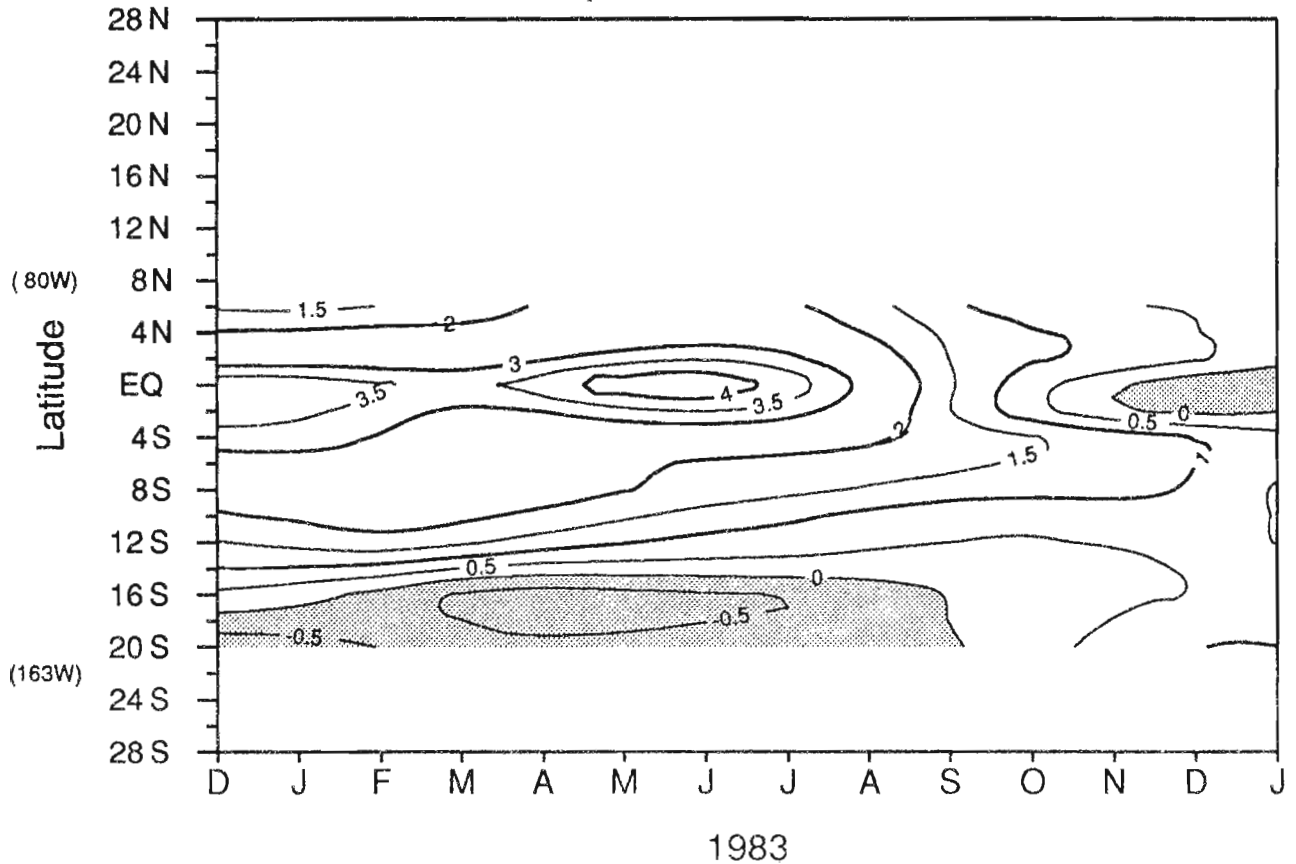
Anomalie de salinite de surface : rail est



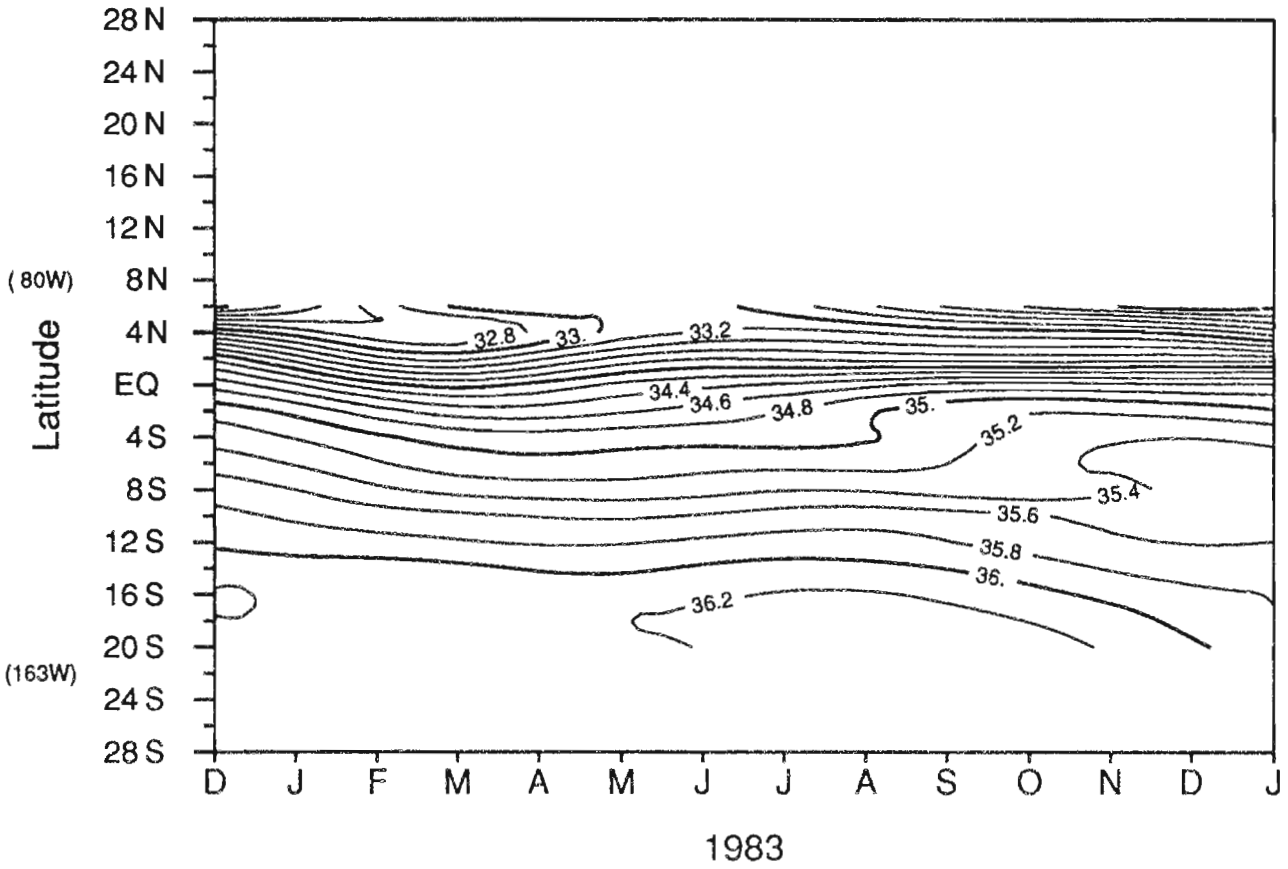
Temperature de surface : rail est



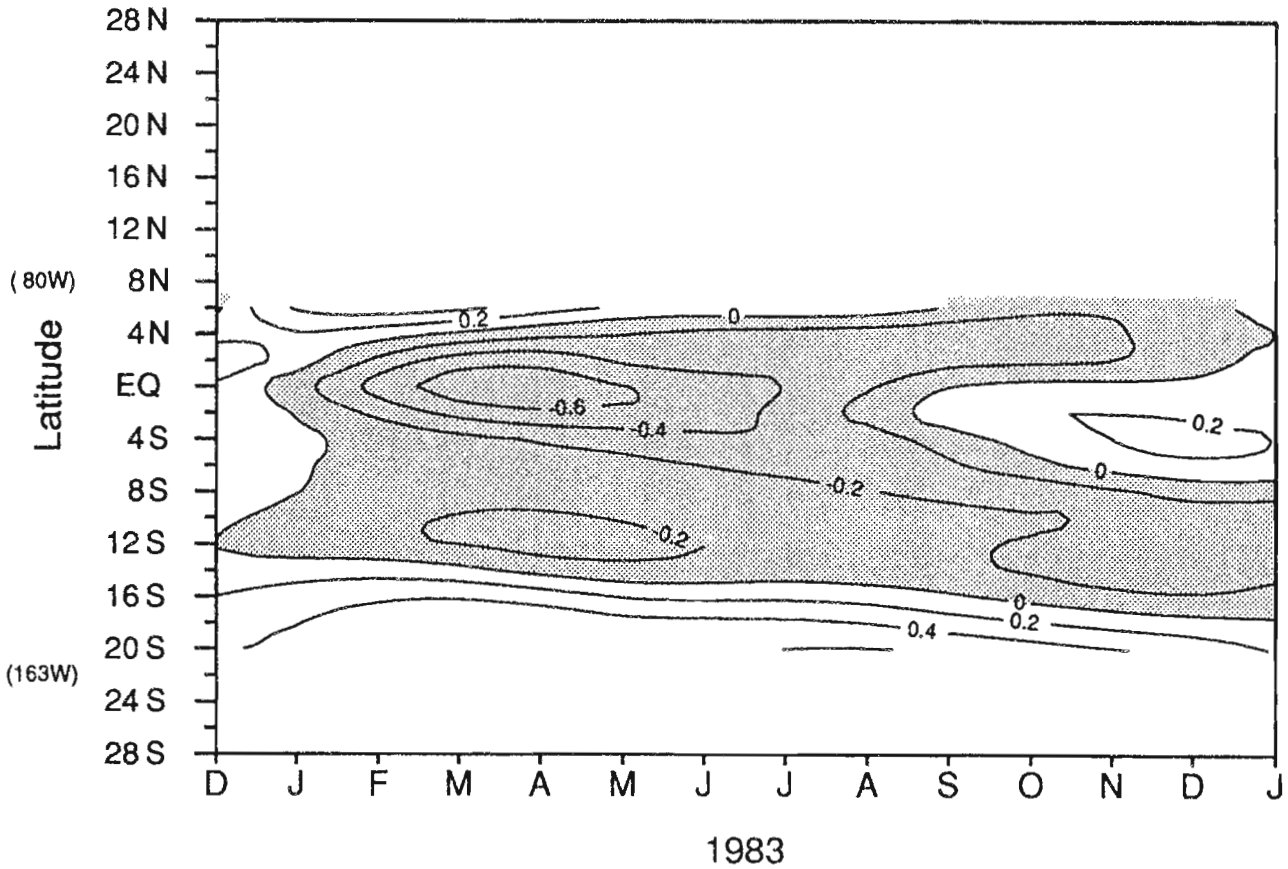
Anomalie de temperature de surface : rail est



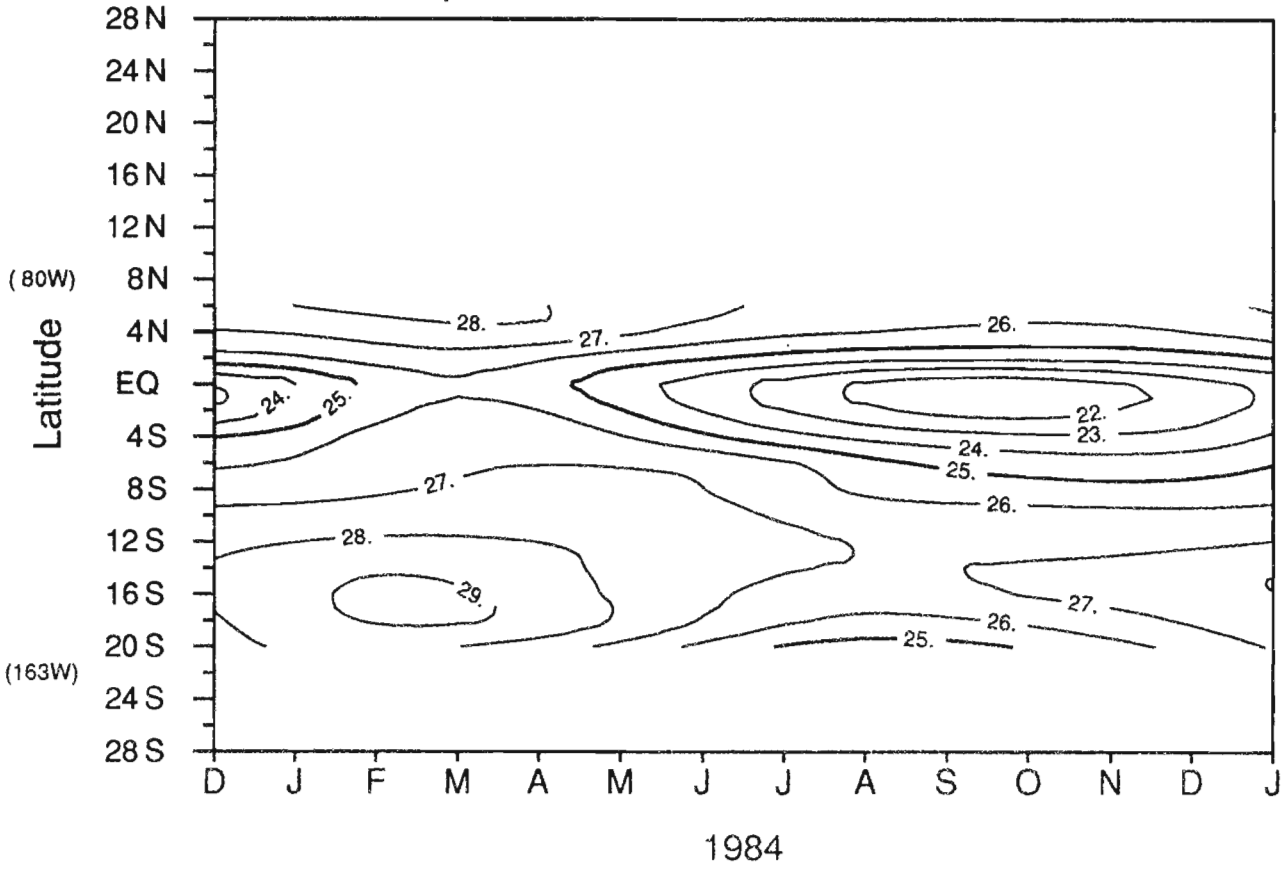
Salinite de surface : rail est



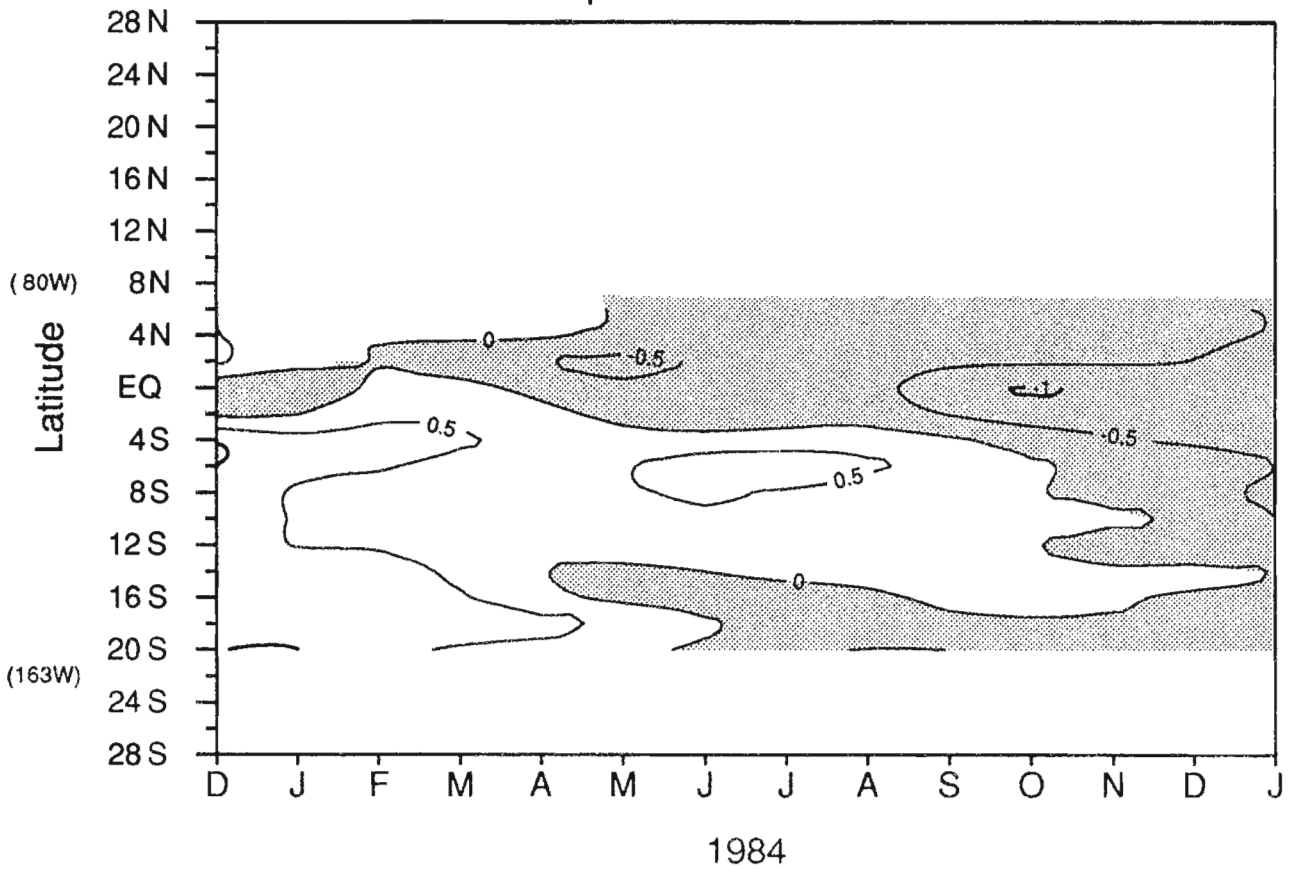
Anomalie de salinite de surface : rail est



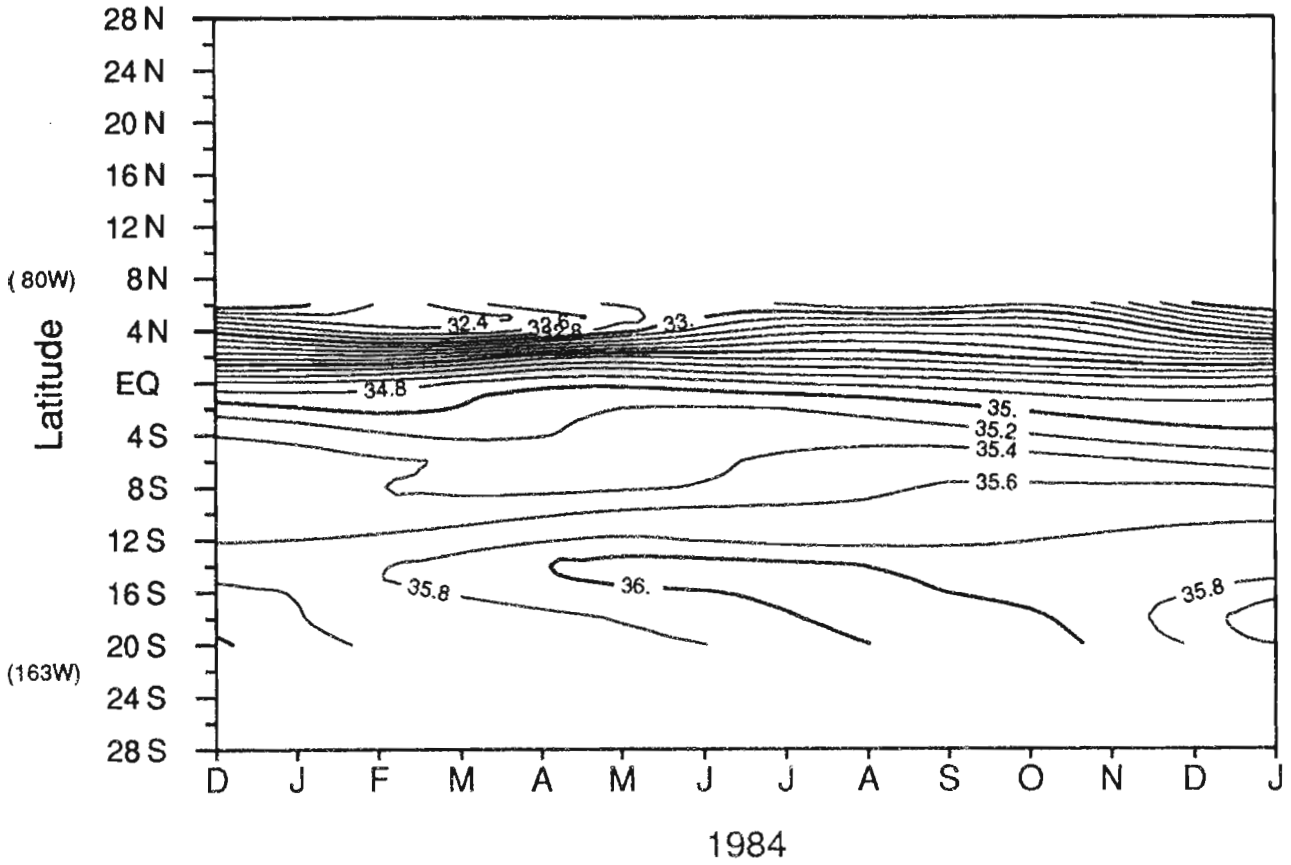
Temperature de surface : rail est



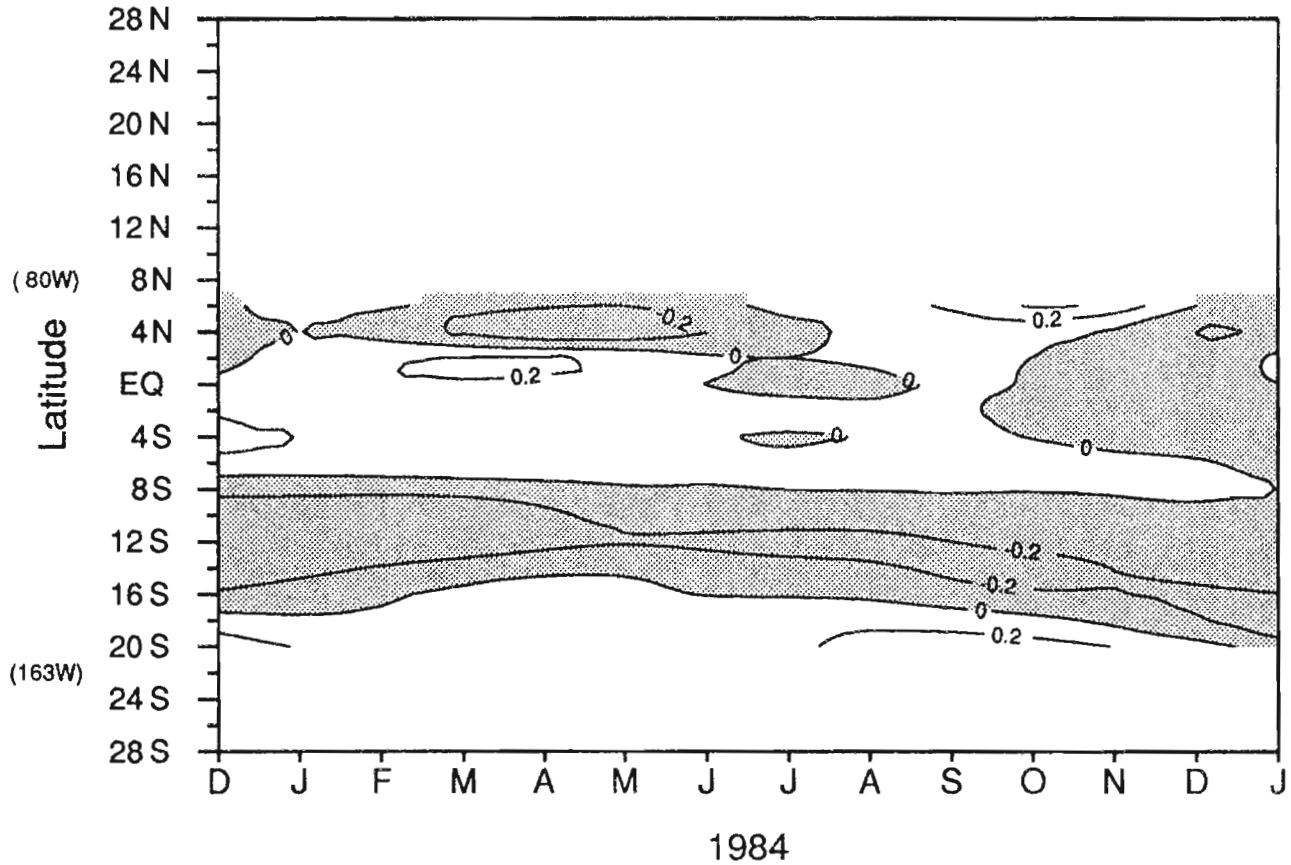
Anomalie de temperature de surface : rail est



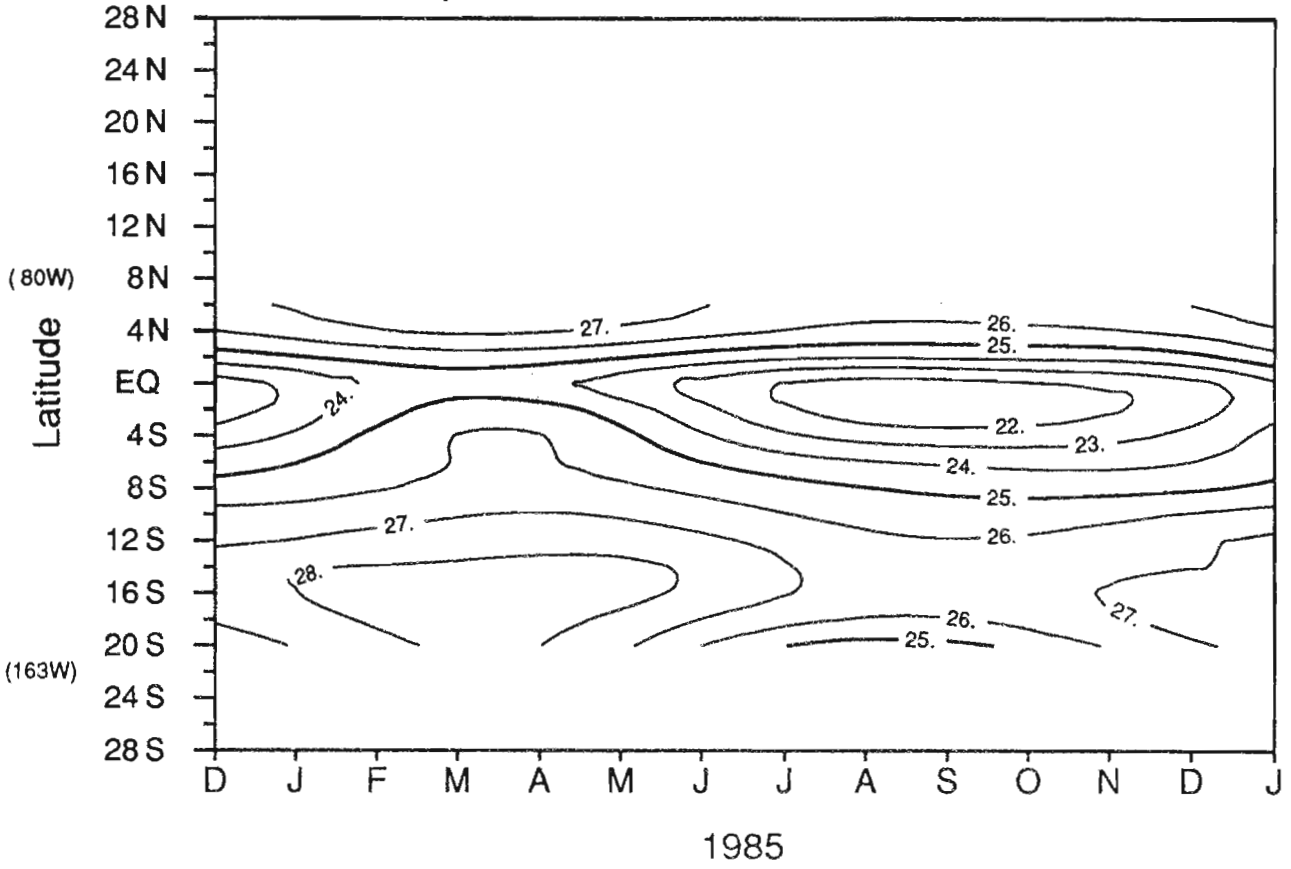
Salinite de surface : rail est



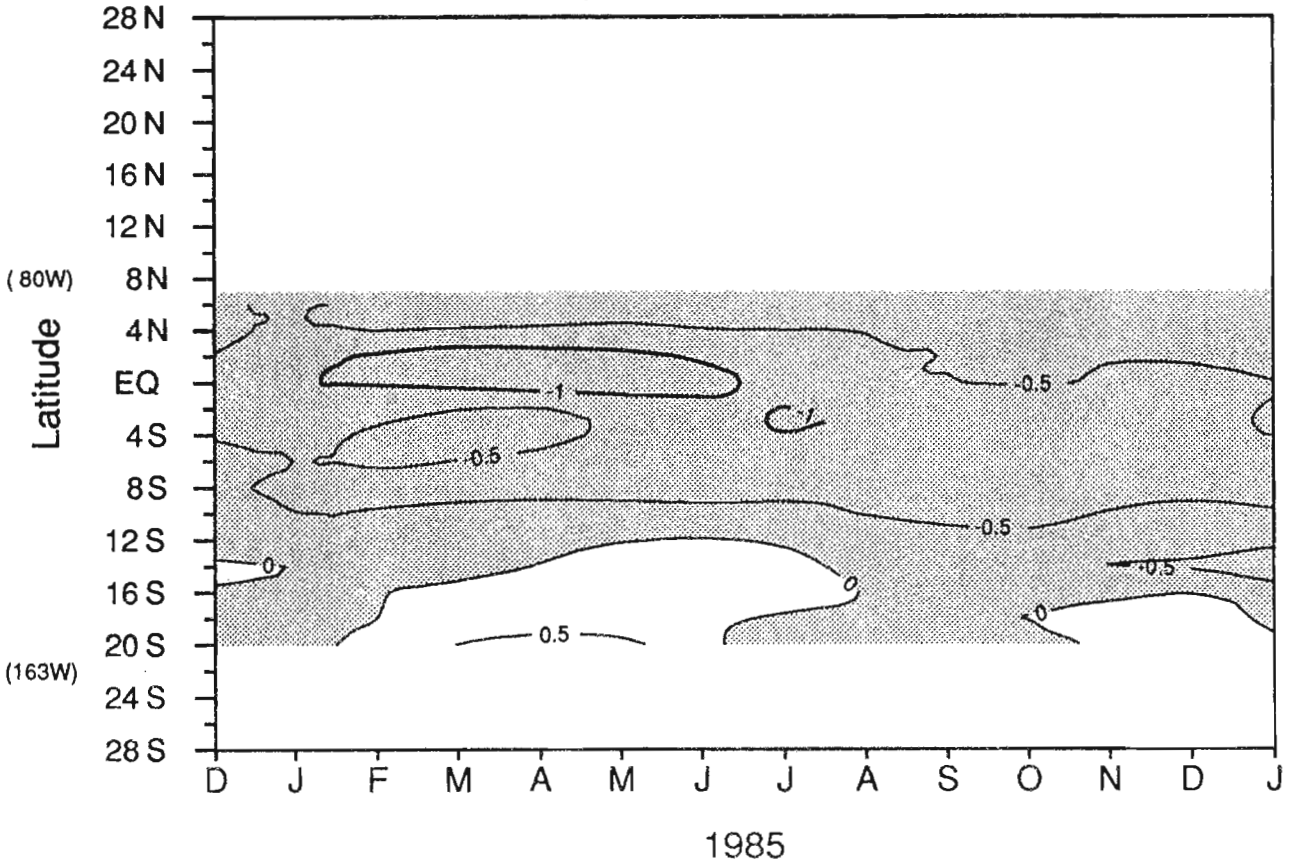
Anomalie de salinite de surface : rail est



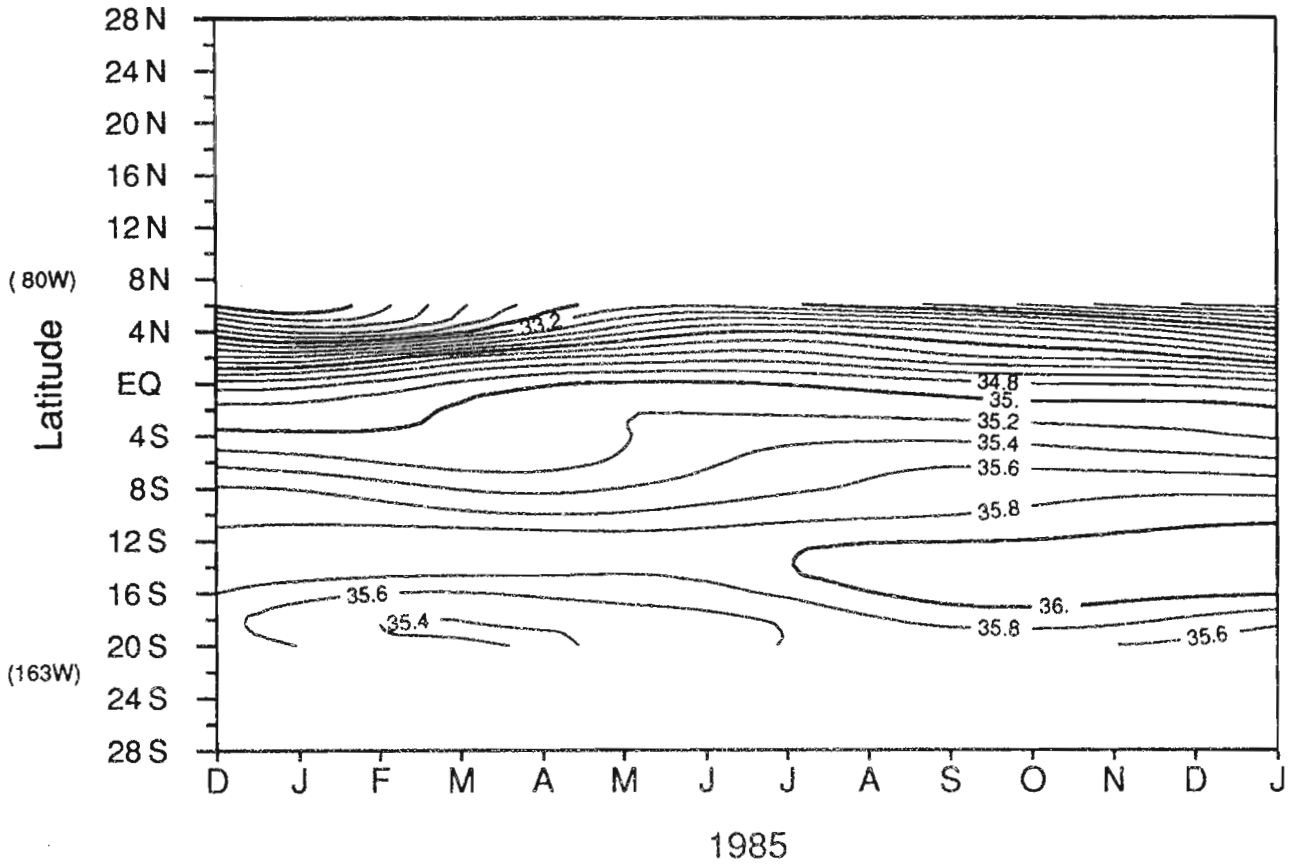
Temperature de surface : rail est



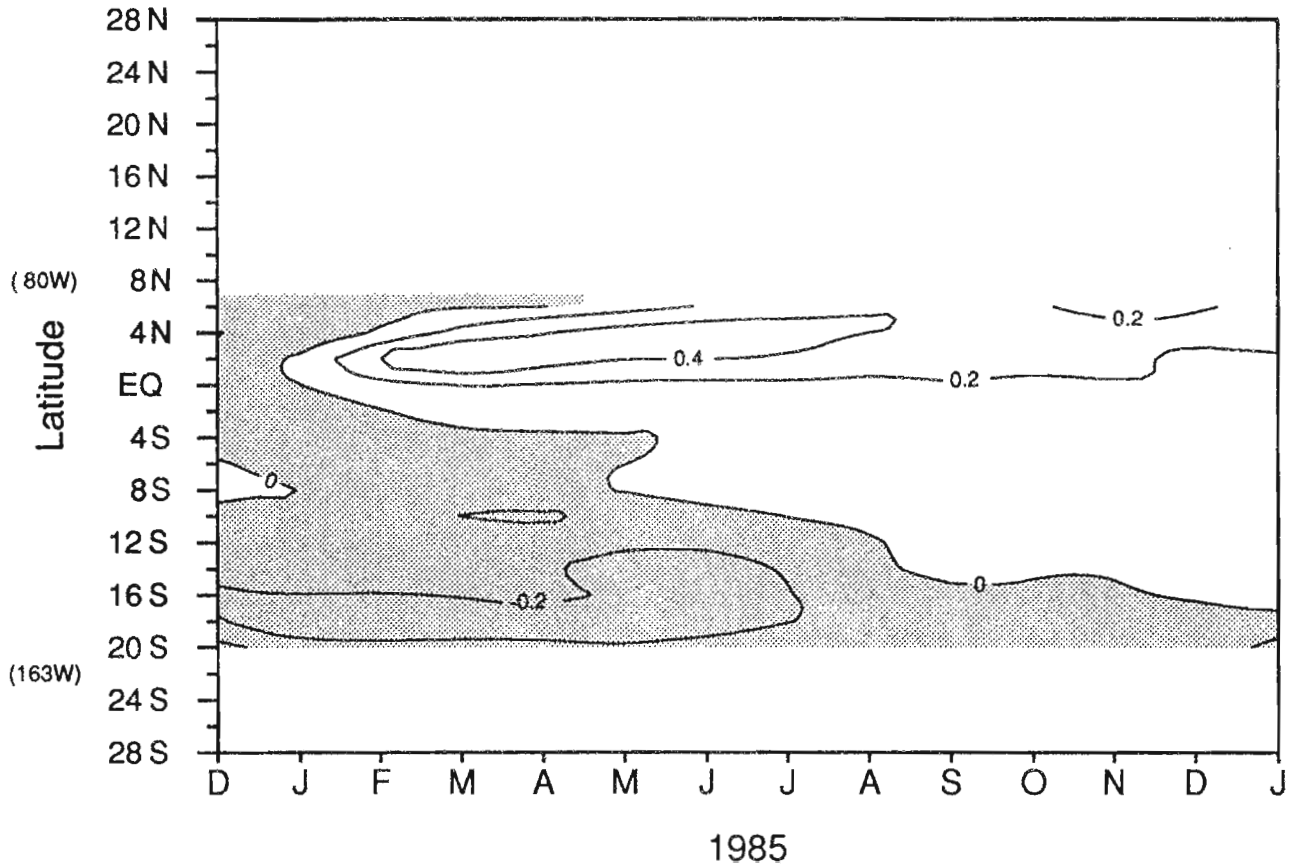
Anomalie de temperature de surface : rail est



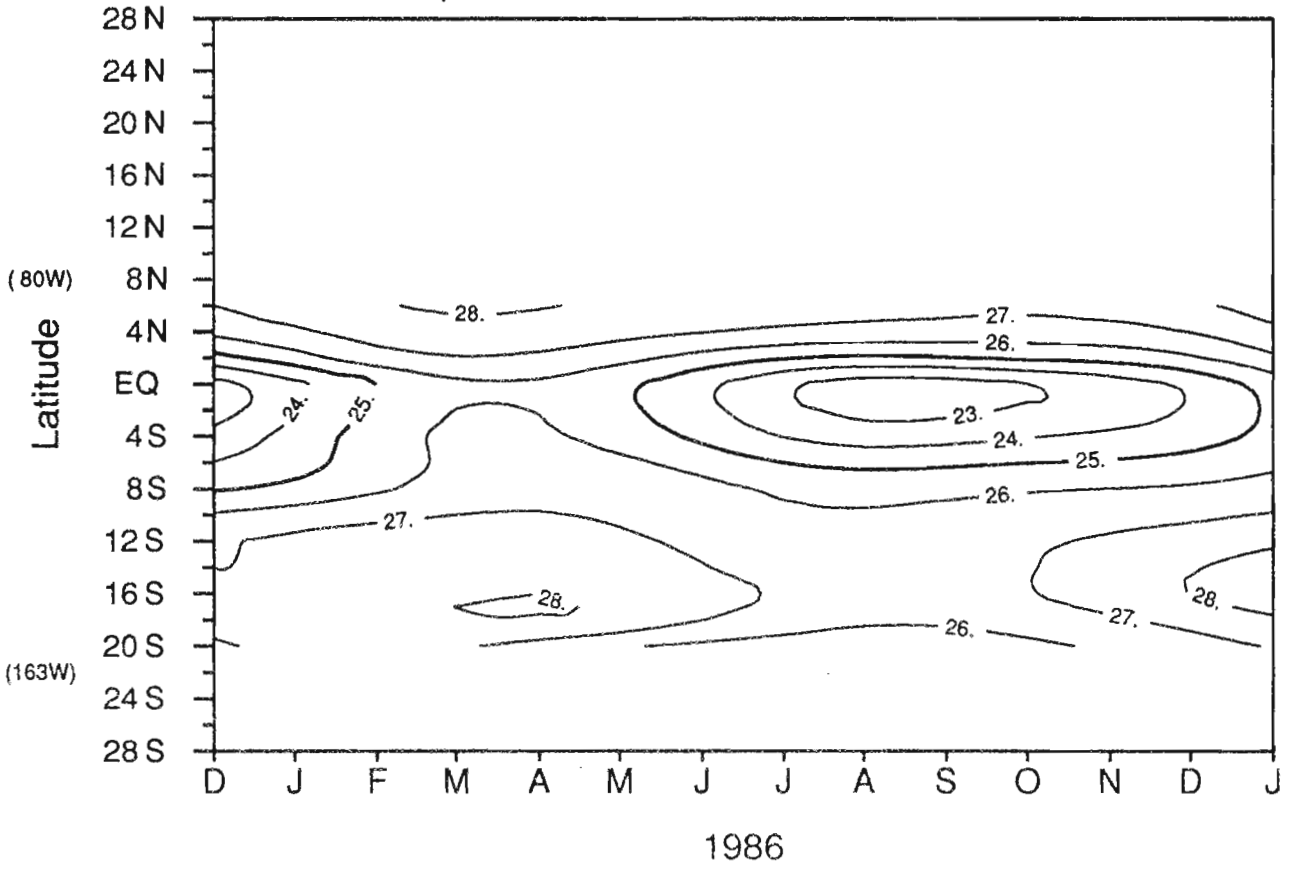
Salinite de surface : rail est



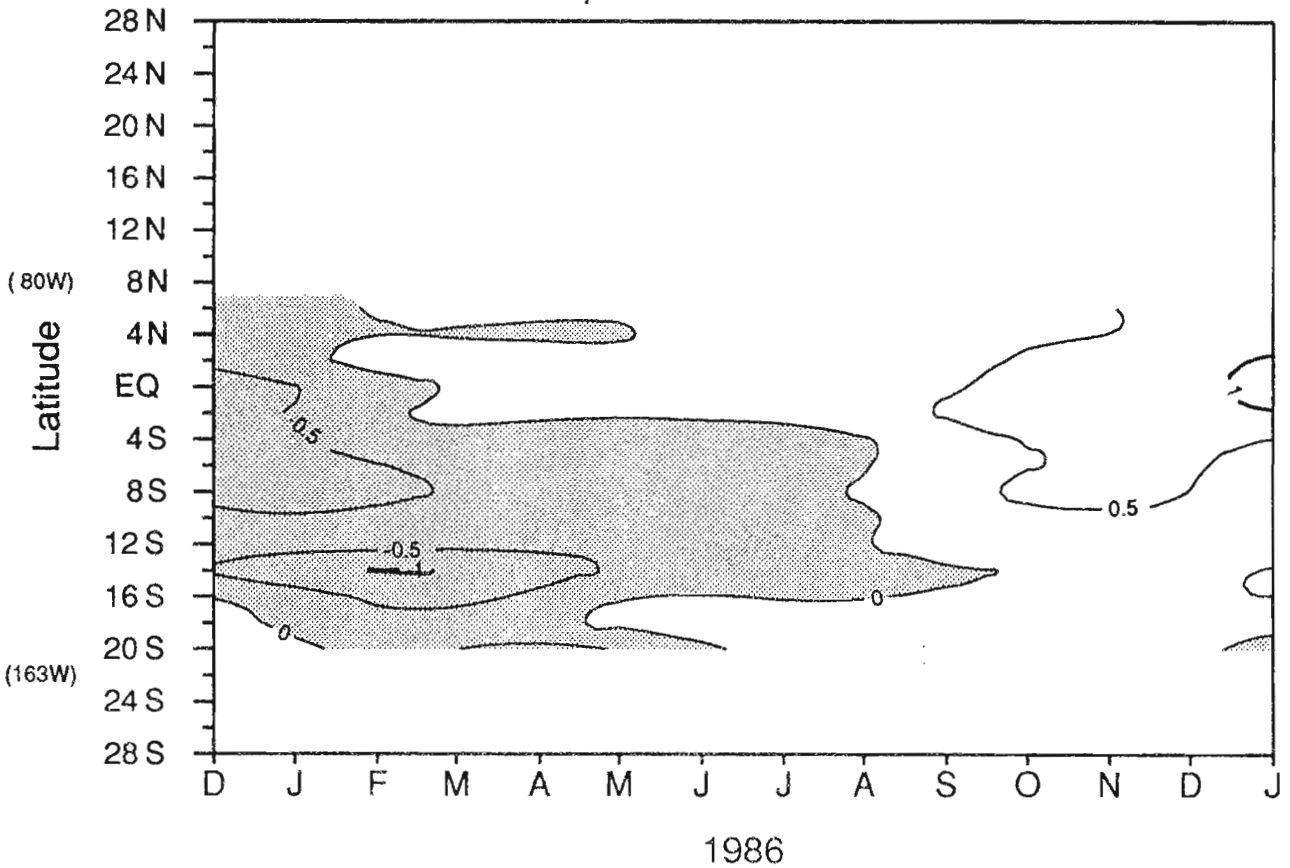
Anomalie de salinite de surface : rail est



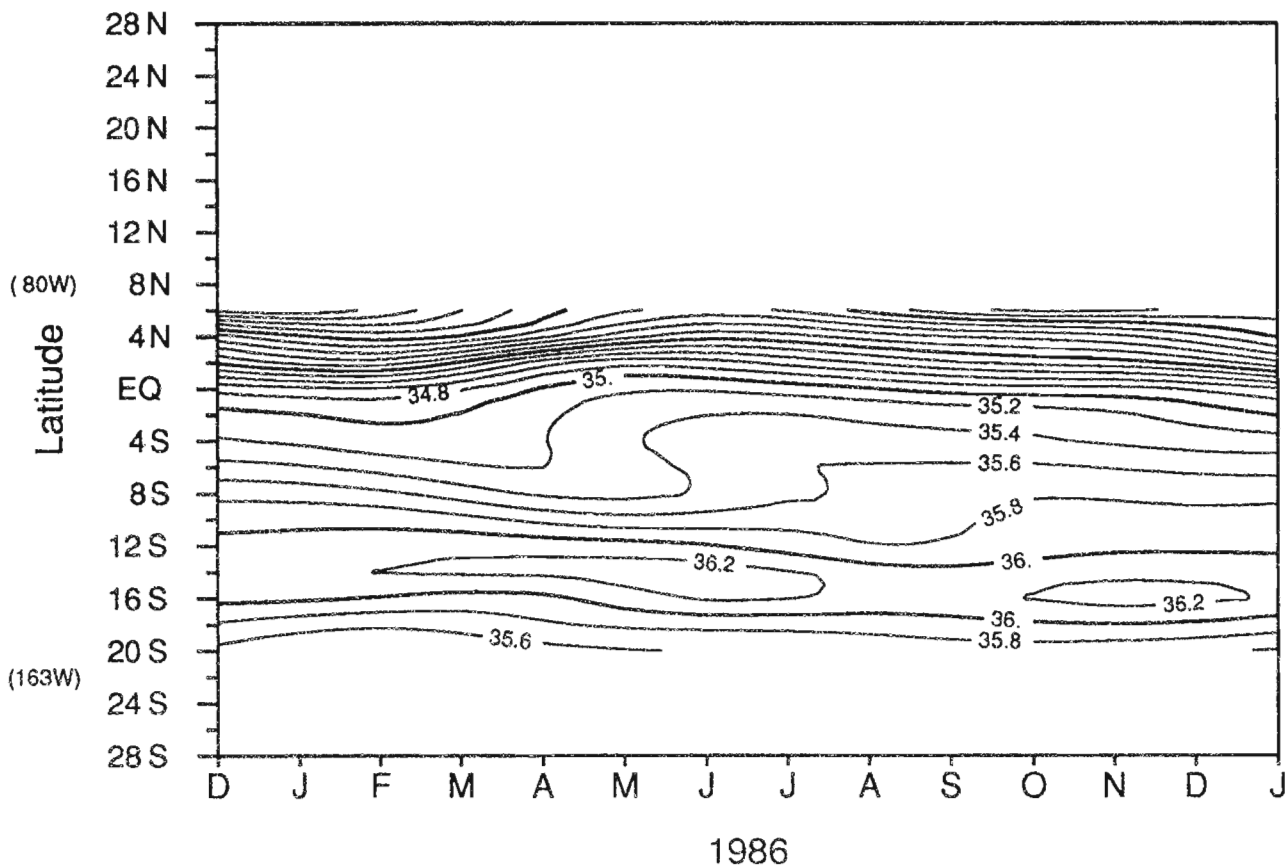
Temperature de surface : rail est



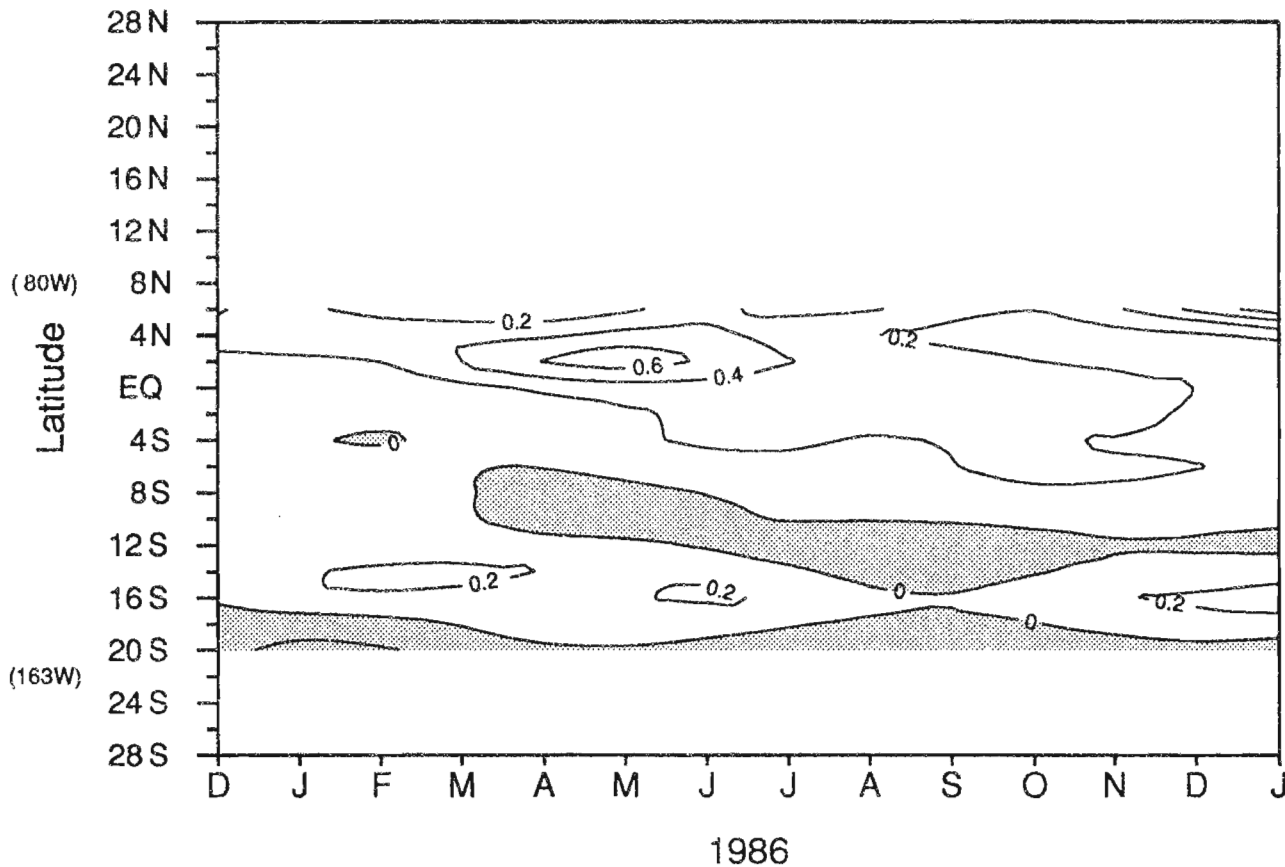
Anomalie de temperature de surface : rail est



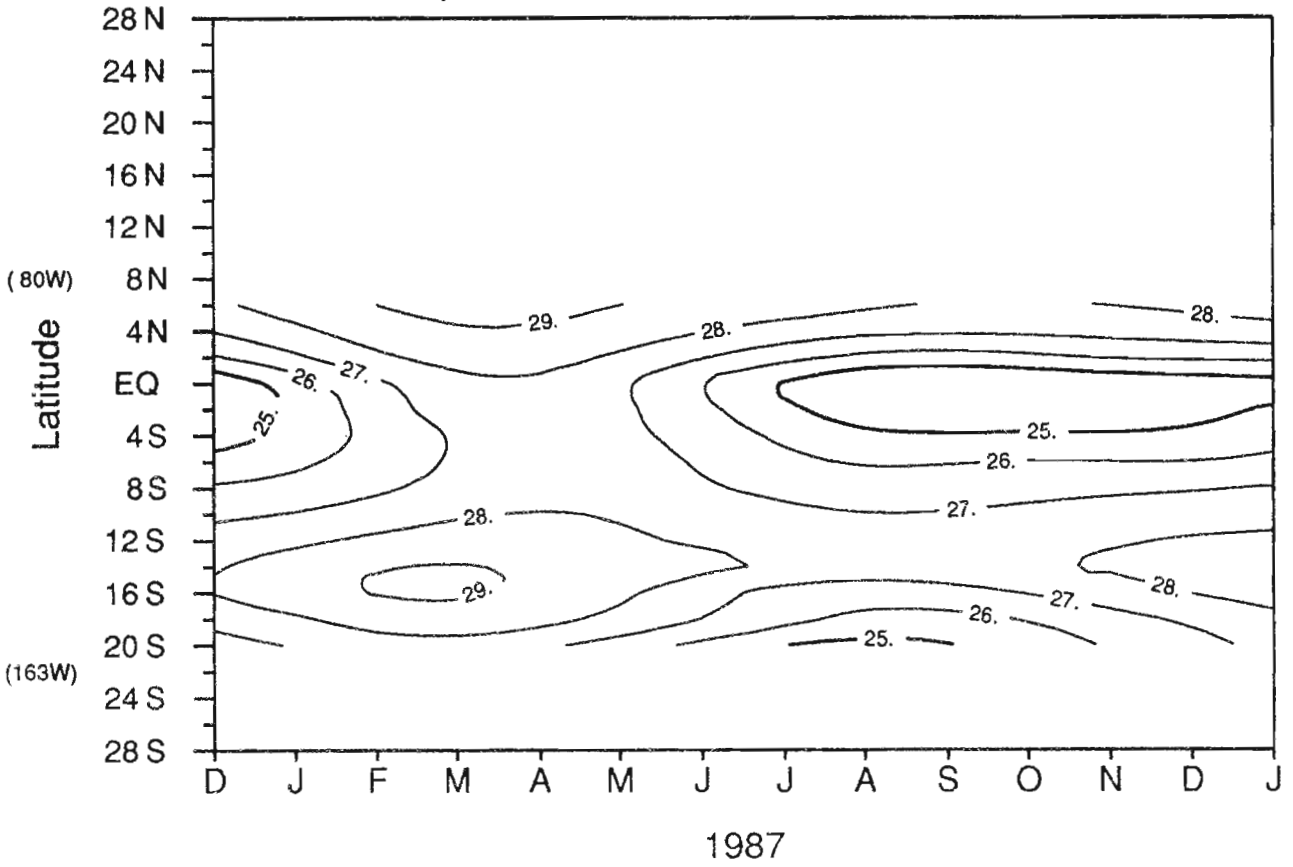
Salinite de surface : rail est



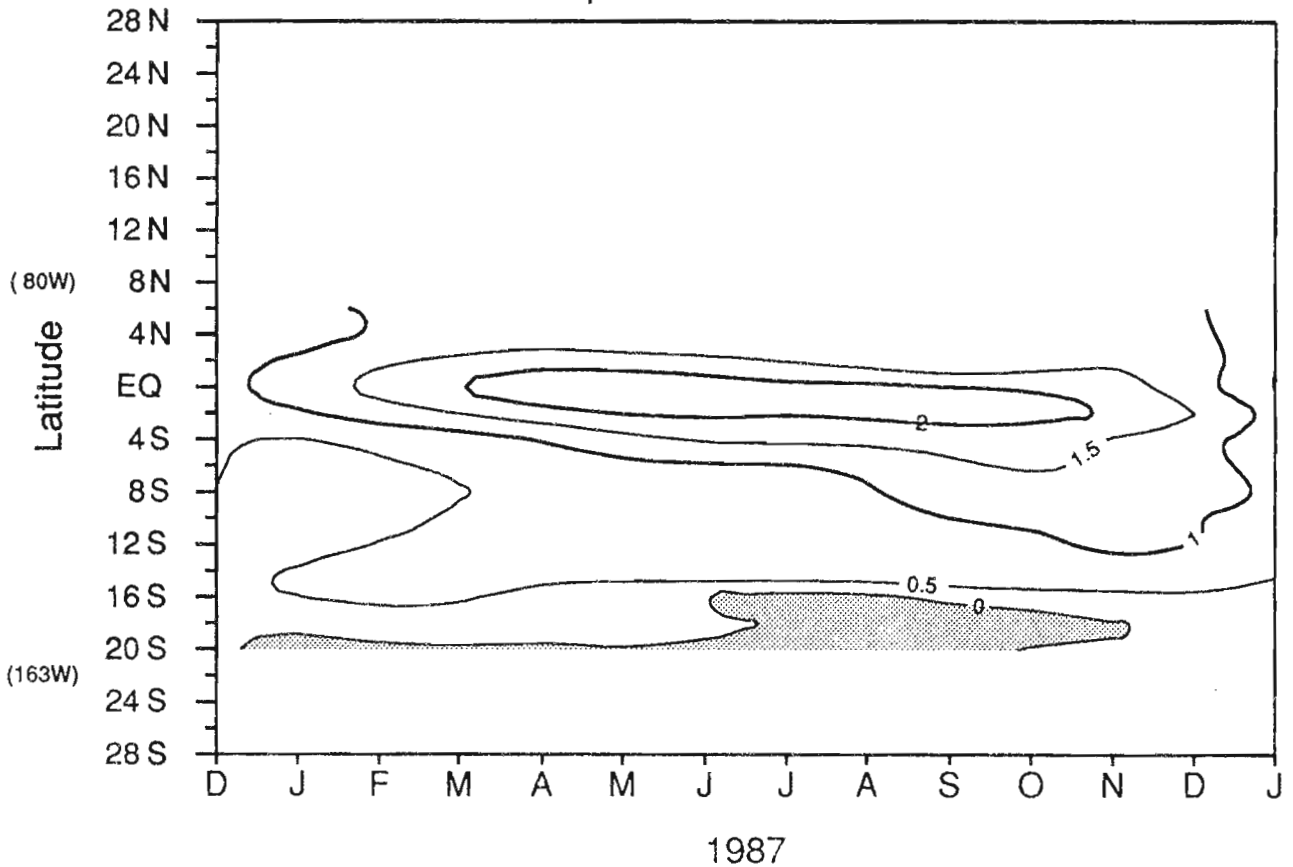
Anomalie de salinite de surface : rail est



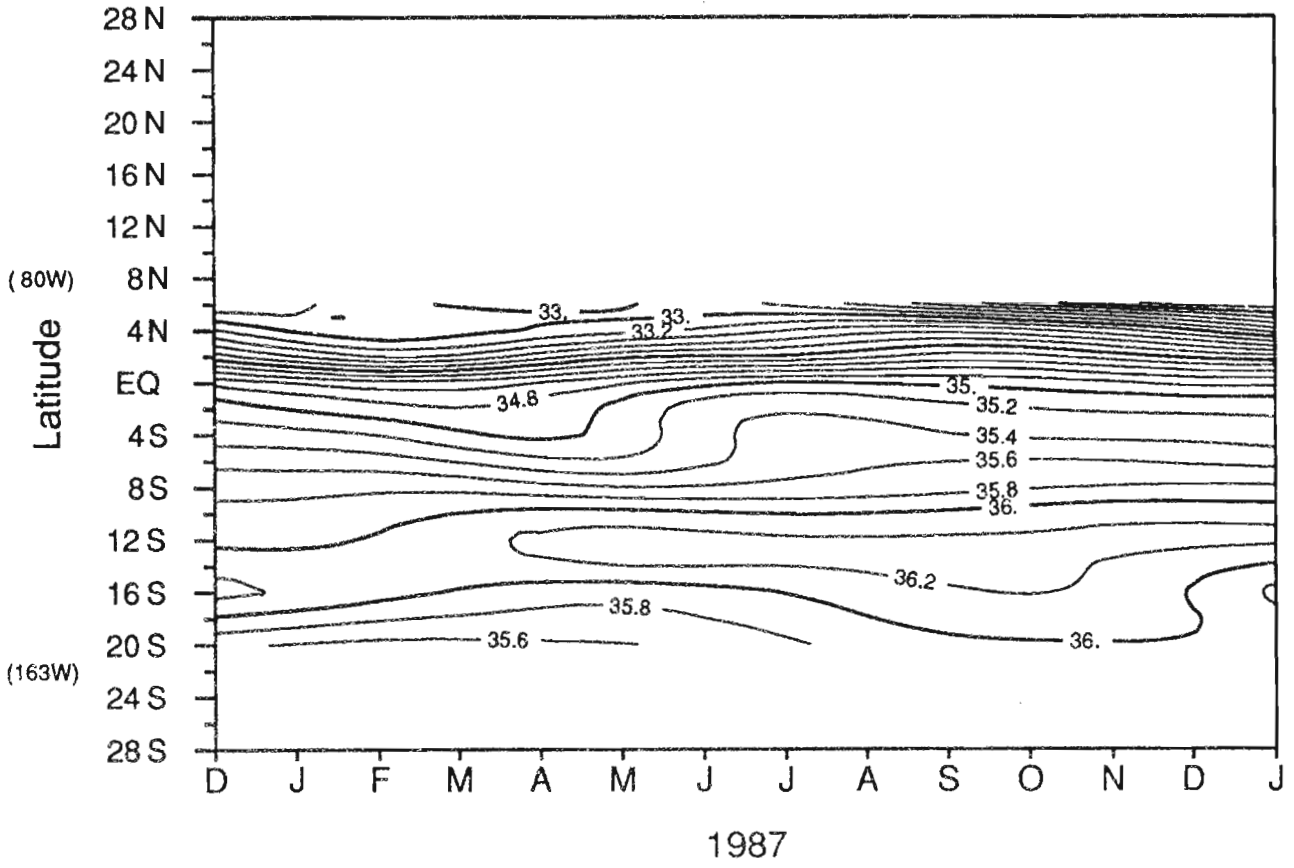
Temperature de surface : rail est



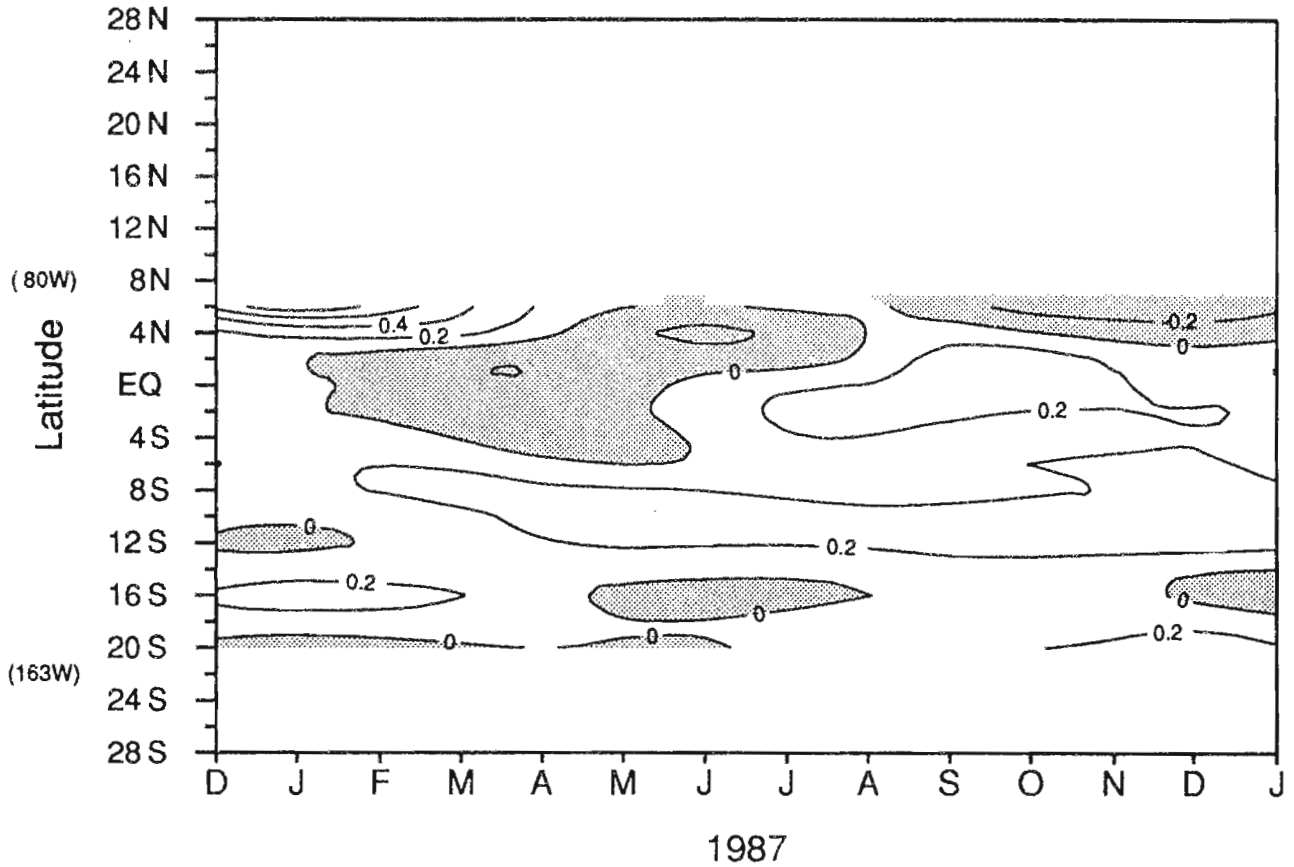
Anomalie de temperature de surface : rail est



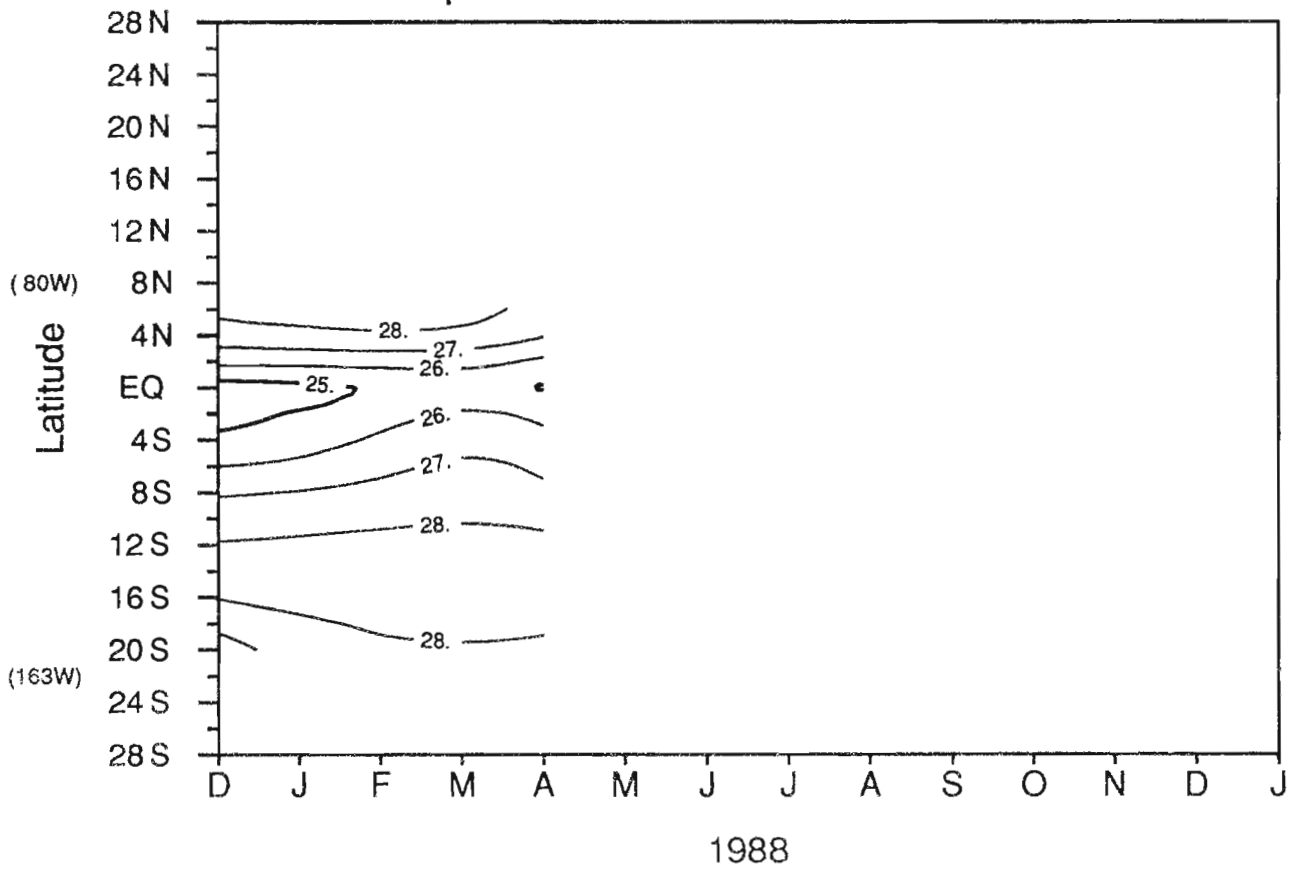
Salinite de surface : rail est



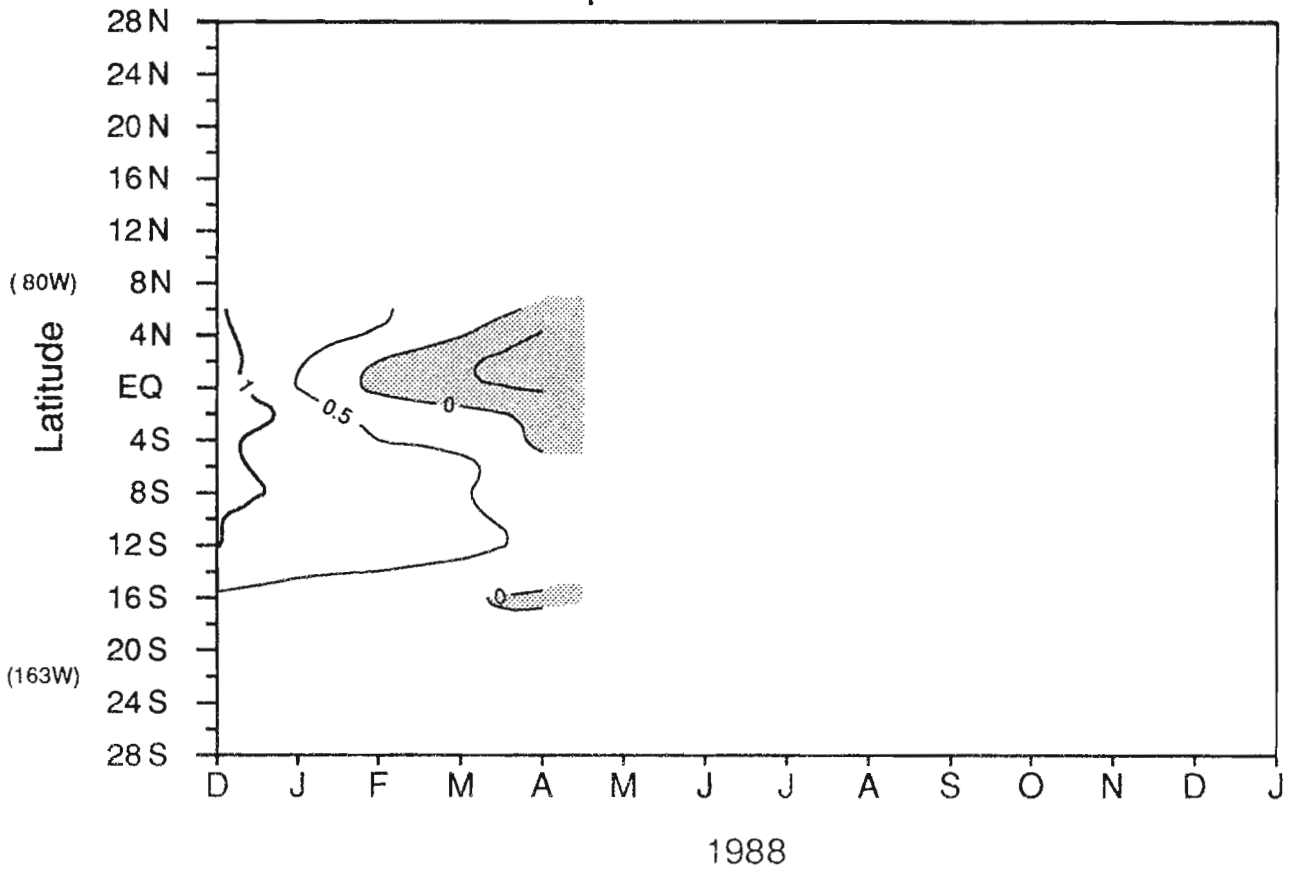
Anomalie de salinite de surface : rail est



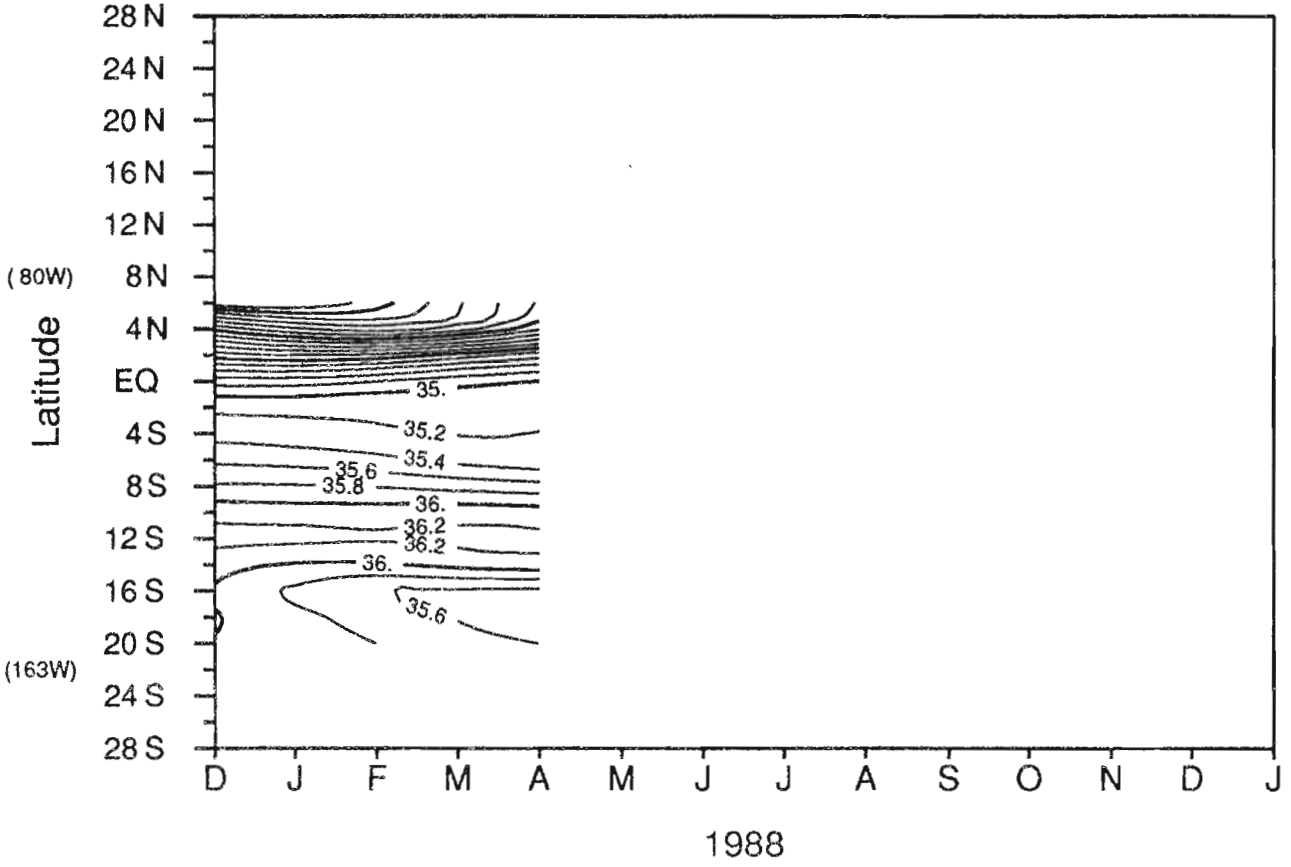
Temperature de surface : rail est



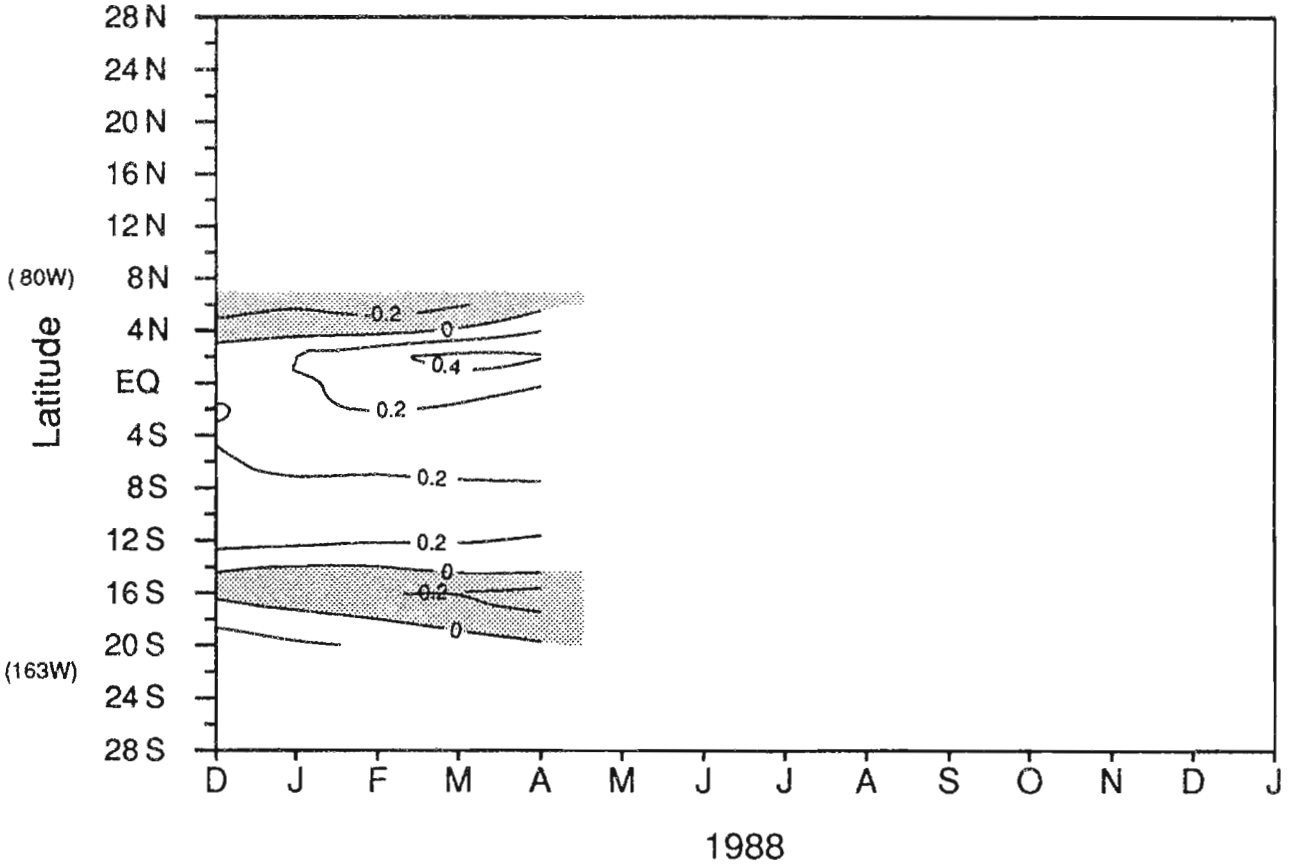
Anomalie de temperature de surface : rail est



Salinite de surface : rail est



Anomalie de salinite de surface : rail est



Imprimé par le Centre ORSTOM
de Nouméa
Novembre 1989

ORSTOM ATLANTIC
ORSTOM ORSTOM

