

DOCUMENTS
SCIENTIFIQUES
et TECHNIQUES

12

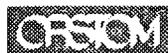
Atlas des anomalies du niveau de la mer
et des courants géostrophiques de surface
dédiés de GEOSAT, novembre 1986 - février 1989

L'Institut
français
de recherche
pour le
développement
et l'innovation

ORSTOM

CENTRE DE NOUMÉA

**DOCUMENTS
SCIENTIFIQUES
et TECHNIQUES**



Institut
français
de recherche
scientifique
pour le
développement
en coopération

Publication éditée par :

Centre ORSTOM de Nouméa
BP A5, 98845 Nouméa Cédex
Nouvelle-Calédonie
Téléphone : (687) 26 10 00
Fax : (687) 26 43 26
Telex : (687) 3193 NM

L'ORSTOM propose des programmes regroupés en 5 départements pluridisciplinaires :

- I TOA Terre Océan Atmosphère
- II DEC Eaux Continentales
- III MAA Milieux Activités Agricoles
- IV DES Santé
- V SUD Société, Urbanisation, Développement

Modèle de référence bibliographique à cette revue :

Dupont J., 1995. Les sols ferrallitiques du sud. ORSTOM Nouméa, *Doc. Sci., Tech.* III 6, 58 p.

ISSN 1245 - 222X

Numéro 12 - Mars 1996

Copyright © ORSTOM 1996,

Distribué pour le Pacifique par le Centre de Nouméa.

**Atlas des anomalies du niveau de la mer
et des courants géostrophiques de surface
dédiés de GEOSAT, novembre 1986 - février 1989**

François MASIA et Thierry DELCROIX

Mots clés

Ø32DYNEAU

ALTIMÉTRIE ; TRAITEMENT DE DONNÉES ; DONNÉES SATELLITE ; NIVEAU MARIN; COURANT ; ANOMALIE ;
MESURE ; PACIFIQUE ; GEOSAT ; EL NINO ; LA NINA

**Atlas des anomalies du niveau de la mer
et des courants géostrophiques de surface
dédiés de GEOSAT, novembre 1986 - février 1989**

François MASIA et Thierry DELCROIX

Sommaire

RESUMÉ / ABSTRACT	7
I. INTRODUCTION	8
II. DONNÉES SATELLITAIRES	10
III. TRAITEMENTS DES DONNÉES ALTIMÉTRIQUES	11
a/ Retrait du géoïde ; calcul des anomalies du niveau de la mer	11
b/ Filtrages le long des traces	12
c/ Minimisation de l'erreur d'orbite ; retrait de la tendance	13
d/ Mise des anomalies de niveau de la mer sous forme de grilles régulières	14
e/ Création des grilles des courants géostrophiques associés	15
IV. VALIDATION, COMPARAISON AVEC DES MESURES <i>IN SITU</i>	16
V. PRESENTATION DES CARTES	18
 APPENDICE A	
Figures A1 à A32	
Comparaisons entre les anomalies de niveau de la mer déduites de GEOSAT et de mesures <i>in situ</i>	23 à 31
Comparaisons entre les anomalies de courants de surfaces déduites de GEOSAT et de mesures <i>in situ</i>	32 à 33
 APPENDICE B	
Figures B1 à B55	
Cartes des anomalies de niveau de la mer et des courants géostrophiques de surface zonale et méridien, tous les 15 jours du 1 décembre 1986 au 28 février 1989	34 à 88

RESUMÉ

Grâce à l'utilisation des mesures altimétriques issues du satellite GEOSAT sur la période novembre 1986 - février 1989, cet atlas présente des cartes d'anomalies (réf. nov. 1986 - oct. 1988) du niveau de la mer et des courants géostrophiques de surface à intervalle de 15 jours, sur le Pacifique tropical. Le traitement spécifique appliqué aux données GEOSAT, ainsi que des comparaisons avec de nombreuses mesures *in situ*, sont également documentés.

ABSTRACT

Based on GEOSAT measurements, the present atlas displays maps of sea level anomalies and derived surface zonal and meridional geostrophic current anomalies (ref. Nov. 1986 - Oct. 1988), in the tropical Pacific, at 15-day intervals, from November 1986 to February 1989. GEOSAT data processing and *in situ* comparisons are also presented.

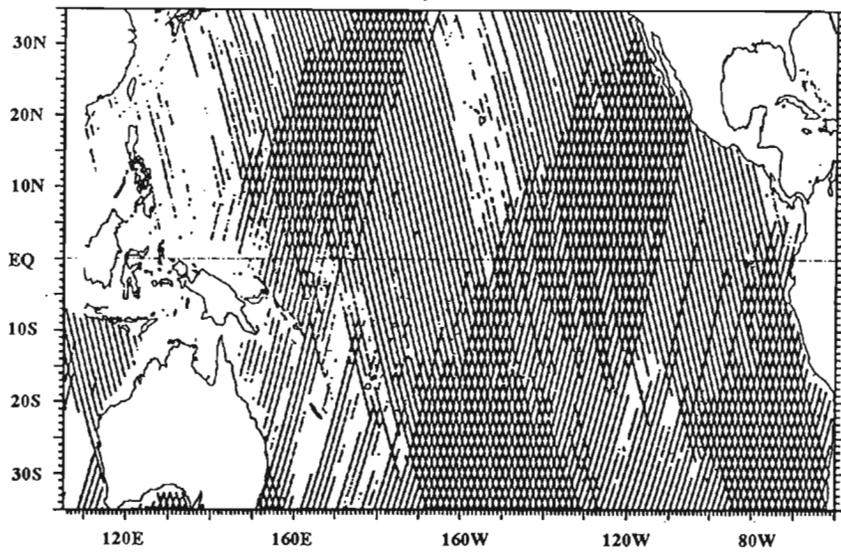
I INTRODUCTION

L'utilité scientifique et technique de l'altimétrie satellitaire a été clairement démontrée au cours de ces quinze dernières années, que ce soit avec la mission SEASAT (voir par exemple les numéros spéciaux du *Journal of Geophysical Research*, volumes 87-C5 et 88-C3 en 1982 et 1983), avec la mission GEOSAT (*Journal of Geophysical Research*, volumes 95-C3 et 95-C10 en 1990; *Oceanologica Acta*, volume 15-5 en 1992) ou avec la mission en cours TOPEX/POSEIDON (*Journal of Geophysical Research*, volumes 99-C12 en 1994 et 100-C12 en 1995). L'apport de l'outil altimétrique s'est en particulier révélé essentiel dans la problématique scientifique des grands programmes climatiques internationaux (Stewart et Lefebvre, 1992) de type TOGA (*Tropical Ocean and Global Atmosphere*, 1985-1994).

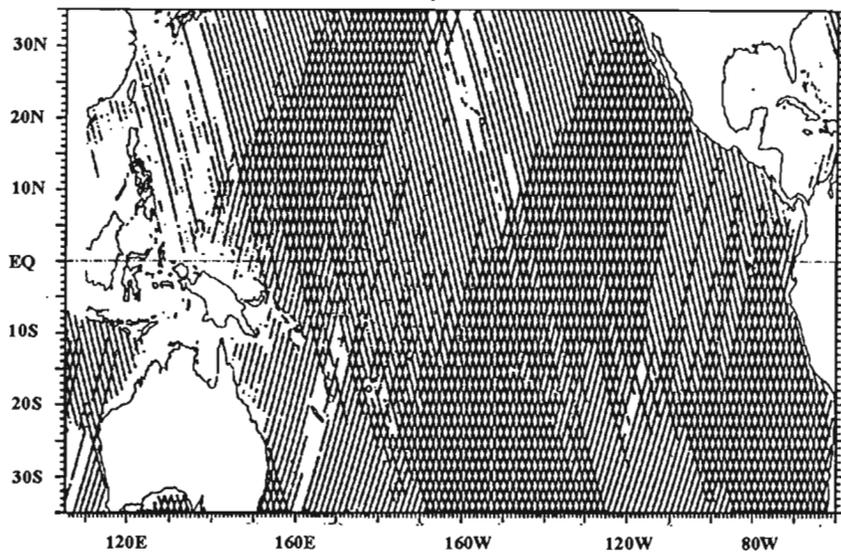
Seule l'utilisation de mesures altimétriques permet une couverture quasi synoptique des variations de niveau de la mer à l'échelle d'un bassin océanique. C'est avec la mission GEOSAT que la précision atteinte sur les anomalies de niveau de la mer a rendu possible le calcul d'anomalies de courant géostrophique de surface réalistes en zone équatoriale [Picaut *et al.*, 1990]. C'est également avec cette mission que l'on a pu, entre autres, (a) détecter la propagation d'ondes équatoriales de Kelvin et de Rossby sur l'ensemble du bassin Pacifique, (b) quantifier la signature de ces ondes sur les anomalies de courants géostrophiques de surface, (c) analyser le rôle de ces ondes quant aux déroulements des événements El Niño et La Niña de 1986-1989 et (d) étudier leurs réflexions potentielles sur les bords est et ouest du bassin [Delcroix *et al.*, 1991, 1994; Picaut et Delcroix, 1995; Boulanger et Menkes, 1995; Boulanger *et al.*, 1995]. Pour ce faire, il est apparu essentiel de procéder à un traitement spécifique des plus soignés des anomalies de niveau de la mer issues des GDR (*Geophysical Data Record*) de GEOSAT. Le but du présent document est de présenter le travail technique et informatique mis en oeuvre **en amont** des publications précitées utilisant GEOSAT sur la période 1986-1989 et de fournir des cartes d'anomalies de niveau de la mer et de courant de surface à l'échelle du Pacifique tropical.

Ce document est organisé de la manière suivante. Dans un premier temps, nous rappelons brièvement ce que sont les anomalies de niveau de la mer (section II), puis nous détaillons le type de traitement du signal que nous avons effectué sur les anomalies de niveau de la mer issues de GEOSAT avec, en final, l'obtention de champs "grillés" pour le niveau de la mer et les courants géostrophiques de surface (section III), ensuite nous présentons l'ensemble des comparaisons entre les anomalies dérivées de GEOSAT et de nombreuses mesures *in situ* (section IV), et finalement nous exposons des cartes représentant les anomalies de niveau de la mer et des courants géostrophiques de surface à intervalle de 15 jours sur le Pacifique tropical (section finale). Le lecteur intéressé par la valorisation scientifique du produit présenté pourra consulter les publications référencées dans le paragraphe précédent.

35/43



33/43



31/43

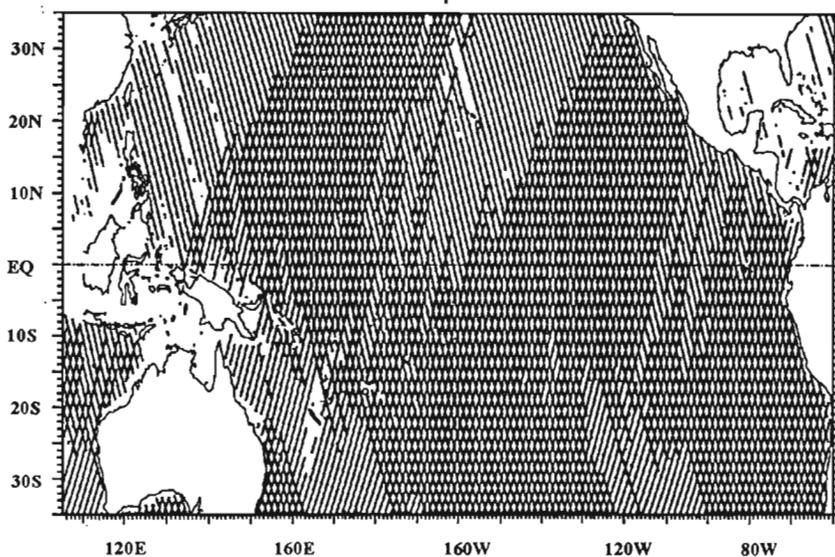


Fig. 1. Traces au sol de l'orbite répétitive (17 jours) de GEOSAT sur l'océan Pacifique tropical, pour des calculs de hauteur moyenne basée sur 35 (en haut), 33 (au milieu) et 31 (en bas) cycles disponibles au cours de la période de référence novembre 1986 - octobre 1988 (43 cycles).

II. DONNÉES SATELLITAIRES

Les données altimétriques que nous avons utilisées proviennent du satellite GEOSAT de l'U.S. Navy. Il s'agit d'une version récente du GDR fournie par la *National Oceanic and Atmospheric Administration* [Cheney *et al.*, 1991].

De novembre 1986 à octobre 1989, le satellite a été placé sur une orbite répétitive avec 72° d'inclinaison. Ses traces au sol se répètent tous les 17 jours (Fig.1). A l'équateur, deux traces de même type (ascendante ou descendante) se trouvent à $1,6^\circ$ de distance en longitude et trois jours de temps d'écart. Pour deux traces de types différents, la distance et l'écart de temps sont respectivement de $0,8^\circ$ en longitude et 1,5 jours. Dans le GDR les mesures sont moyennées toutes les secondes donnant une valeur tous les 6,8 km le long de chaque trace.

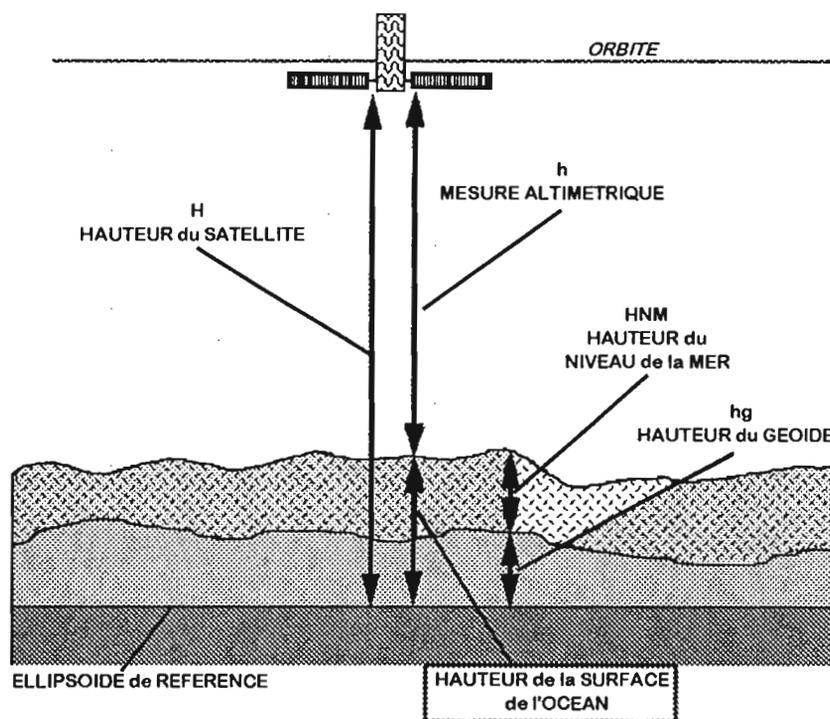


Fig. 2. Schéma de la mesure du niveau de la mer par altimétrie satellitaire.

La mesure du niveau de la mer (Fig.2). Le satellite évolue sur une orbite qui a été calculée à partir des éphémérides de GEOSAT [Haines *et al.*, 1990] basés sur le modèle géopotentiel de Marsh *et al.* [1990]. Le calcul de la hauteur du niveau de la mer (H_{nm}) dépend de:

- H : la hauteur du satellite par rapport à une ellipsoïde de référence.
- h : la mesure altimétrique corrigée d'erreurs dues aux biais instrumentaux, à la propagation du signal dans l'ionosphère et la troposphère, aux marées océaniques et terrestres, aux biais induits par l'état de la mer et les effets météorologiques.
- h_g : la hauteur du géoïde par rapport à une ellipsoïde de référence.

$$\text{La hauteur de la surface de l'océan} = H - h = H_{nm} + h_g$$

La hauteur du géoïde (h_g) étant mal connue mais considérée comme constante pour la période de temps qui nous intéresse, nous en déduisons que les variations de la hauteur de la surface de l'océan sont dues aux variations du niveau de la mer (H_{nm}).

La connaissance de la hauteur du satellite et de la mesure altimétrique va donc nous permettre de calculer les anomalies du niveau de la mer par rapport à une période de référence.

III. TRAITEMENT DES DONNÉES ALTIMÉTRIQUES

Pour une étude de la hauteur du niveau de la mer sur l'ensemble de l'océan Pacifique Tropical nous avons sélectionné les données présentes entre 35°S et 35°N de latitude et 105°E et 70°W de longitude. Du fait de la mauvaise qualité du signal altimétrique en fin de période d'exploitation, nous n'avons conservé que les mesures faites entre le 8 novembre 1986 et le 27 février 1989, soit 62 cycles de mesures.

a/ Retrait du géoïde: calcul des anomalies du niveau de la mer

Nous avons vu au chapitre précédent que pour connaître la hauteur instantanée du niveau de la mer il faut retirer la hauteur constante du géoïde et raisonner en terme d'anomalies du niveau de la mer par rapport à une période de référence:

$$\text{Anomalie } H_{nm} = H_{nm} - \langle \text{Moyenne } H_{nm} \rangle$$

La moyenne de la hauteur du niveau de la mer a été calculée en chaque point de mesure, sur une période de deux ans, entre le 8 novembre 1986 et le 31 octobre 1988. Lors de cette période ont été observés deux phénomènes climatiques antagonistes: *El Niño* en 1987 et *La Niña* en 1988. Le choix de cette période de référence de deux ans (deux cycles saisonniers) est donc justifié aussi bien pour minimiser les biais possibles dus au signal interannuel que ceux éventuellement liés au signal saisonnier.

Dans la suite de ce document, les anomalies présentées seront donc relatives à la période novembre 1986 - octobre 1988

Cette période de référence correspond à 43 cycles complets. Il y aura donc, en un point de mesure, au maximum 43 cycles pour calculer la moyenne de la hauteur du niveau de la mer pour cette période. Ce nombre maximum de cycles pour deux ans n'est évidemment pas atteint par l'ensemble des points de mesure. Il est donc nécessaire de déterminer le nombre minimal de cycles pour le calcul d'une moyenne que nous considérons représentative du signal et donnant une couverture spatiale suffisante. La figure 1 montre l'influence de ce nombre minimal de cycles sur la couverture spatiale.

Comme compromis entre nombre de cycles suffisants et moyenne représentative, la moyenne a été calculée aux points où au moins 31 cycles (sur 43 possibles) étaient disponibles sur les deux ans de la période de référence. Pour chacun des 62 cycles, les anomalies de hauteur du niveau de la mer aux endroits où la moyenne était disponible ont été calculées.

b/ Filtrages le long des traces

Les anomalies du niveau de la mer relatives à la période novembre 1986-octobre 1988 présentaient encore des erreurs non physiques (pics) qui ont été visualisées le long de chaque trace. Trois types de corrections ont été effectuées:

- la première consiste à supprimer toutes les anomalies de hauteur $> 1,50$ m. Ce traitement permet de "nettoyer" une grosse partie du bruit non réaliste du signal,
- la deuxième à retirer, le long de chaque trace, toutes les mesures dont la pente de niveau de la mer induit un courant géostrophique perpendiculaire à la trace > 2 m/s,
- pour la dernière, on a utilisé deux filtres le long de chaque trace:
 - * un filtre non linéaire *Médian* permettant d'enlever les pics non physiques,
 - * un filtre linéaire *Hanning* enlevant le bruit à haute fréquence afin de ne conserver que les longueurs d'ondes méridionales qui nous intéressent.

La largeur totale de la fenêtre de filtrage *Médian et Hanning* a été déduite:

- d'une part, de l'étude préalable de l'échelle de décorrélation spatiale (400-600 km) le long des traces faite sur une année de données GEOSAT [Delcroix *et al.*, 1991],
- d'autre part, de la comparaison des courants géostrophiques de surface déduits des données GEOSAT avec des courants TAO mesurés à l'équateur, 165°E, 140°W et 110°W [Picaut *et al.*, 1990]. La largeur optimale trouvée à l'équateur est de 300 km.

La sensibilité des courants déduits de GEOSAT aux erreurs du niveau de la mer étant très importante à l'équateur, une largeur de filtre de 300 km a été utilisée dans toute la zone de notre étude. La figure 3 ci dessous nous montre l'effet des filtres *Median et Hanning* sur le signal le long d'une trace.

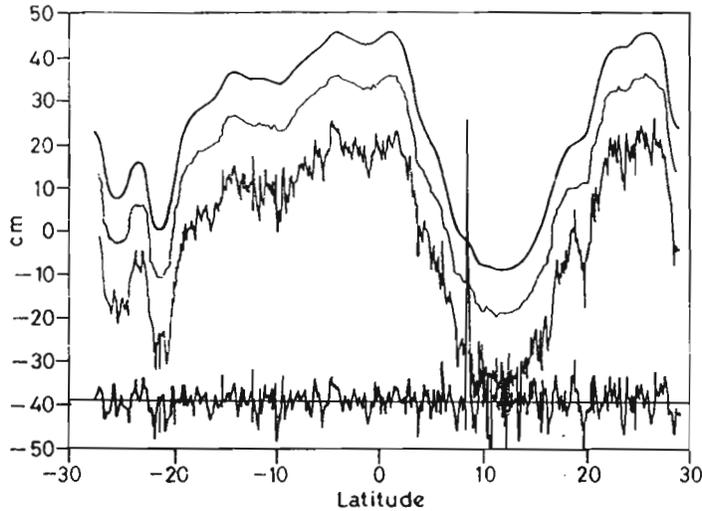


Fig. 3. Effets des filtrages *Médian* et *Hanning* sur les anomalies de niveau de la mer (cm) le long d'un arc GEOSAT situé entre 30°S et 30°N. La courbe centrée autour du zéro représente le signal brut. Le signal traité par un filtre *Médian* de 300 km est décalé de 10 cm vers le haut, celui traité par les filtres *Médian* et *Hanning* de même longueur est décalé de 20 cm vers le haut. La différence entre le signal brut et le signal traité par les deux filtres est représentée au bas de la figure. D'après Delcroix *et al.*[1991].

c/ Minimisation de l'erreur d'orbite: retrait de la tendance

L'écart $\delta\epsilon$ entre la trajectoire réelle du satellite et celle modélisée peut être approximé par une fonction sinusoïdale de période égale à une révolution autour du globe (360°) (Fig 4).

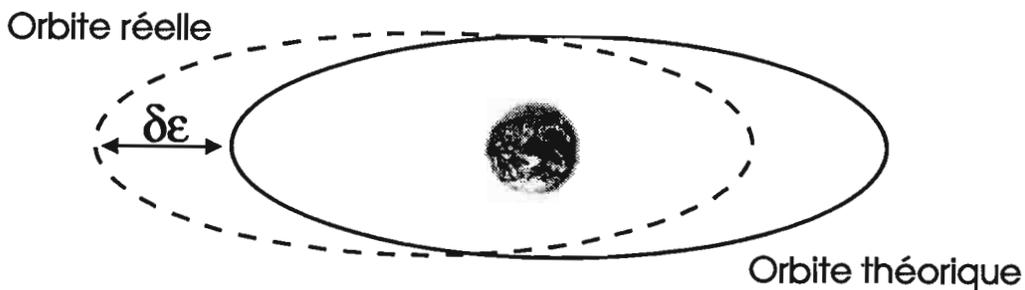


Fig. 4. Schéma de l'écart $\delta\epsilon$ entre l'orbite théorique et réelle du satellite autour de la Terre. Noter que pour les besoins du dessin les dimensions ne sont pas respectées.

Nous ne disposons pas de trace de révolution complète, mais de traces comprises entre 35°S et 35°N, soit des arcs d'environ 8200 km de longueur maximale. Afin d'approcher de la correction sinusoïdale, nous avons étudié l'influence de trois types de correction sur le signal mesuré le long de chaque trace:

- le retrait systématique d'un biais constant (a),
- le retrait de la tendance polynomiale d'ordre 1 ($ax+b$),
- le retrait de la tendance polynomiale d'ordre 2 (ax^2+bx+c).

La comparaison du signal corrigé avec l'ensemble des mesures *in situ*, a montré que le retrait d'une tendance avec un polynôme d'ordre 1 donne le meilleur résultat. On a donc appliqué:

$$\text{Anomalie de hauteur Corrigée} = \text{Anomalie de hauteur} - (ax+b)$$

Pour chaque trace, les coefficients a et b du polynôme ont été calculés par la méthode des moindres carrés. La comparaison avec les mesures observées a montré que plus l'arc est long, meilleure est la correction de l'erreur d'orbite. Cette méthode a donc été appliquée systématiquement à toutes les traces dont les arcs sont supérieurs à 2500 km. Par contre, toutes celles dont la longueur était inférieure à 1250 km ont été rejetées de manière systématique. Celles comprises entre 1250 et 2500 km ont été comparées après correction avec les traces voisines supérieures à 2500 km. Cette visualisation a permis d'évaluer la cohérence de la correction et de rejeter ou non les traces douteuses. On a mémorisé la longueur de l'arc de chaque trace retenue (voir II.d).

d/ Mise des anomalies sous forme de grilles régulières

Les données ont été regroupées en 33 bandes de 10° de longitude se recoupant:

bande n°1	125°E_135°E
bande n°2	130°E_140°E

bande n°32	90°W_80°W
bande n°33	85°W_75°W

Cette largeur de bande de 10° de longitude a été choisie d'une part parce qu'elle permet d'avoir une donnée tous les trois jours à l'équateur, d'autre part parce que l'échelle de décorrélation spatiale pour notre zone d'étude est comprise entre 15° et 20° de longitude. Dans chacune de ces bandes les données peuvent donc être utilisées de manière cohérente.

Pour chaque bande de 10° de longitude les données ont été interpolées sur une grille de 0.5° de pas de latitude et de 5 jours de pas de temps. Pour chaque cellule de la grille on a calculé la moyenne des anomalies de hauteur en tenant compte:

- de la distance du point de mesure au centre de la cellule,
- de la longueur de l'arc de la donnée: plus l'arc est long, meilleure est la correction d'orbite, plus le poids de la donnée est fort (de 1 pour 1250 km à 8 pour un arc complet),
- du temps moyen des observations dans l'intervalle des 5 jours.

Les 33 grilles obtenues ont ensuite été regroupées en une seule grille de 5° en longitude, 0.5° en latitude et 5 jours en temps. Afin de dégager les phénomènes basse fréquence, c'est à dire les

variations supérieures au mois sur une grande échelle spatiale, on a appliqué aux données grillées des filtres linéaires de *Hanning* de demi largeur 15 jours, 5° pour la longitude et 1,5° pour la latitude.

A l'issu de ce travail, on disposait donc d'une grille (matrice) de la forme $H(i,j,k)$ avec:

$i=1$ à 33 de 125°E à 285°E (75°W); pas de 5° de longitude

$j=1$ à 115 de 28.5°S à 28.5°N; pas de 0.5° de latitude

$k= 1$ à 213 du 01/11/86 au 26/09/89; pas de 5 jours

On notera que les mesures altimétriques au delà du 28/02/89 ($k=171$) étant douteuses à nos yeux, les anomalies de niveau de la mer correspondantes ne seront pas présentées dans ce document.

e/ Création des grilles des courants géostrophiques associés

Pour rappel, les courants géostrophiques zonal (U) et méridien (V) associés aux gradients méridien (y) et zonal (x) de hauteur H_{nm} (maintenant appelé H) du niveau de la mer sont donnés par les formules:

	Courant Zonal	Courant Méridien
hors équateur:	$U = -g/f (\partial H/\partial y)$	$V = g/f (\partial H/\partial x)$ (1)
à l'équateur:	$U = -g/\beta (\partial^2 H/\partial y^2)$	$V = 0$ (2)

avec $f = 2\omega \sin\phi$ le paramètre de Coriolis, $\beta = 2\omega/R$ où ω est la vitesse de rotation de la terre ($2\pi/\text{jour}$), R le rayon (6370 km) et ϕ la latitude.

Pour assurer la continuité entre les courants U calculés à l'équateur (dérivée seconde) et en dehors de l'équateur (dérivée première), un facteur de correction $C(y)$ a été ajouté aux anomalies H de niveau de la mer [cf. Picaut et Tournier, 1991; Delcroix *et al.*, 1994]. Les anomalies de niveau de la mer corrigées (H_{cor}) s'écrivent alors:

$$H_{cor} = H + C(y) \quad (3a)$$

avec $C(y) = -(\partial H/\partial y)_{y=0} y \exp(-y^2/L^2)$ (3b)

La longueur de piégeage "L" apparaissant dans (3b) a été choisie égale à 2° de latitude, suite aux travaux de Picaut et Tournier [1991]. Compte tenu des équations (1), (2) et (3), deux grilles, l'une des anomalies de courant géostrophique zonal, l'autre de courant méridien, ont été déduites du champ d'anomalies de hauteur du niveau de la mer corrigées. On notera que le facteur $C(y)$ en (3) n'affecte en rien les anomalies de niveau de la mer et de courant géostrophique de surface à l'équateur ($y=0$).

Les dérivées partielles en (1), (2) et (3) ont été estimées par différences finies centrées, par exemple:

$$\begin{array}{ll} \text{hors équateur} & \partial H / \partial y \simeq (\Delta H_{j+1} - \Delta H_{j-1}) / \Delta Y \quad \text{avec } \Delta Y = 1^\circ \text{ de latitude} \\ \text{à l'équateur} & \partial^2 H / \partial y^2 \simeq (\Delta H_{1^\circ N} - 2\Delta H_{EQ} + \Delta H_{1^\circ S}) / \Delta Y^2 \end{array}$$

Les anomalies de courant zonal ainsi obtenues ont été comparées avec des mesures *in situ* (cf. IV). Cette comparaison nous a incité à filtrer le courant géostrophique, une fois de plus en longitude, pour une meilleure corrélation avec la réalité. Pour cela nous avons utilisé un filtre linéaire de *Hanning* de demie largeur 5° en longitude. Deux grilles (matrices) $U(i,j,k)$ et $V(i,j,k)$ constituent donc le produit final en anomalies de courant géostrophique zonal et méridien.

La figure 5 résume l'organigramme général de l'ensemble des traitements

IV VALIDATION, COMPARAISON AVEC DES MESURES *IN SITU*

Comme il a été indiqué précédemment des comparaisons avec des mesures réelles ont été effectuées à tous les stades du traitement afin de tester et valider les opérations mises en oeuvre.

Les anomalies du niveau de la mer déduites de GEOSAT ont été comparées avec des anomalies:

- du niveau de la mer provenant de 10 marégraphes situés sur des îles ou atolls du Pacifique tropical [Wyrski *et al.*, 1988],
- de hauteurs dynamiques 0/500 dbar calculées à partir de données de température provenant de 12 mouillages TAO situés entre $8^\circ N$ et $8^\circ S$ à $165^\circ E$, $140^\circ W$ et $110^\circ W$ [Hayes *et al.*, 1991] et de courbes T/S moyennes [Levitus, 1982]. Des courbes T/S mensuelles issues de campagnes océanographiques [Delcroix *et al.*, 1992] ont aussi été utilisées à $165^\circ E$.

Les anomalies de courant géostrophique déduites de GEOSAT ont été comparées avec des anomalies de courants:

- mesurés, provenant des mouillages TAO à l'équateur $165^\circ E$, $140^\circ W$ et $110^\circ W$ [McPhaden, 1993],
- géostrophiques, calculés à l'équateur à partir de la courbure dynamique issue des mouillages TAO à $2^\circ N$ -EQ- $2^\circ S$, pour les longitudes $165^\circ E$, $140^\circ W$ et $110^\circ W$.

La table 1 et les figures A1 à A32 résument l'ensemble des comparaisons effectuées

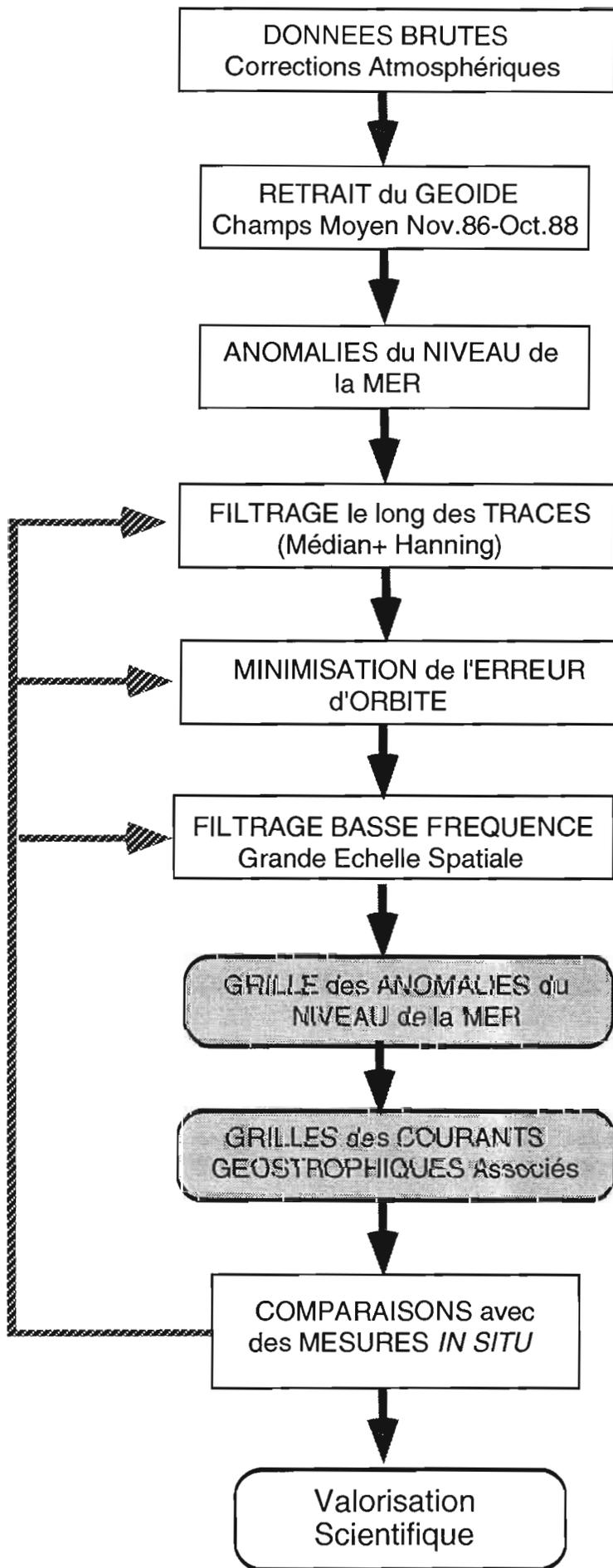


Fig. 5. Organigramme du traitement des données GEOSAT

V PRESENTATION DES CARTES

Ainsi que nous l'avons vu au chapitre III, trois matrices $H(i,j,k)$, $U(i,j,k)$ et $V(i,j,k)$ constituent le produit final en anomalies de niveau de la mer et de courant géostrophique zonal et méridien. A partir de ces grilles, nous avons représenté tous les 15 jours (3 pas de temps), du 1^{er} décembre 1986 au 28 février 1989, des cartes d'anomalies sur le Pacifique tropical entre 20°S et 20°N, 140°E et 70°W. Toutes ces cartes sont tracées à partir des données des grilles sans autre lissage ou interpolation.

Les figures B1 à B55 présentent les anomalies de niveau de la mer et de courant géostrophique de surface zonal et méridien sur le Pacifique tropical, entre le 1/12/86 et le 28/2/89

Pour une figure type, les anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer sont en cm, les intervalles d'isolignes sont de 5 cm et les zones d'anomalies positives sont ombrées. Les anomalies de courant sont en cm/s, les intervalles d'isolignes sont de 10 cm/s pour le courant zonal et de 5 cm/s pour le courant méridien. Les zones d'anomalies de courant positives sont ombrées; une anomalie positive représente une anomalie de courant zonal dirigé vers l'est et une anomalie de courant méridien dirigé vers le nord. Le courant géostrophique méridien étant, par convention, toujours nul à l'équateur (2), les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

Anomalies de Hauteur du Niveau de la Mer (cm)

Site	Position	N	R	ect _g	ect _i	g/i	ect dif
Kapingamarangi	1.1°N-154.8°E	27	0.49	3.3	7.5	0.44	6.6
Pohnpei	7°N-158.2°E	27.5	0.93	5.0	11.4	0.44	7.0
Mouillage (TS moy.)	2°N-165°E	14	0.58	4.3	5.9	0.72	4.9
(TS mensuelles)		14	0.59	4.3	5.5	0.78	4.6
Mouillage (TS moy.)	0°-165°E	27	0.15	4.0	5.4	0.75	6.2
(TS mensuelles)		27	0.47	4.0	4.6	0.87	4.5
Nauru	0.5°S-166.9°E	27.5	0.65	4.2	7.1	0.60	5.4
Mouillage (TS moy.)	2°S-165°E	20.5	0.40	4.2	7.0	0.59	6.6
(TS mensuelles)		20.5	0.64	4.2	5.9	0.71	4.6
Mouillage (TS moy.)	5°S-165°E	16	0.82	6.8	12.5	0.55	7.9
(TS mensuelles)		16	0.88	6.8	11.0	0.62	6.0
Majuro	7.1°N-171.4°E	26.5	0.86	5.8	8.8	0.66	4.8
Funafuti	8.5°S-179.2°E	27.5	0.77	6.9	8.9	0.78	5.7
Kanton	2.8°S-171.7°W	27.5	0.73	6.0	7.0	0.86	4.9
Penrhyn	9°S-158°W	27.5	0.76	4.4	5.9	0.76	3.9
Christmas	2°N-157.5°W	27.5	0.85	8.6	11.9	0.72	6.4
Mouillage (TS moy.)	2°N-140°W	15.5	0.86	6.4	10.7	0.55	6.2
Mouillage (TS moy.)	0-140°W	28	0.95	9.0	12.3	0.73	4.8
Mouillage (TS moy.)	2°S-140°W	21.5	0.93	7.2	8.8	0.82	3.4
Nukuhiva	8.9°S-140°W	24	0.72	3.3	5.2	0.63	3.6
Mouillage (TS moy.)	5°N-110°W	24	0.77	6.2	8.4	0.74	5.4
Mouillage (TS moy.)	2°N-110°W	21.5	0.81	5.8	8.0	0.73	4.7
Mouillage (TS moy.)	0°-110°W	28	0.79	6.0	9.3	0.64	5.9
Mouillage (TS moy.)	2°S-110°W	22	0.70	5.7	8.7	0.66	6.2
Mouillage (TS moy.)	5°S-110°W	21	0.61	4.3	6.9	0.62	5.5
Santa Cruz	0.8°S-90.3°W	27.5	0.46	3.3	8.2	0.40	7.3
Moyenne (avec T & S)			0.74			0.67	5.3

(Table 1) .../...

Anomalies du Courant Zonal(cm/s)

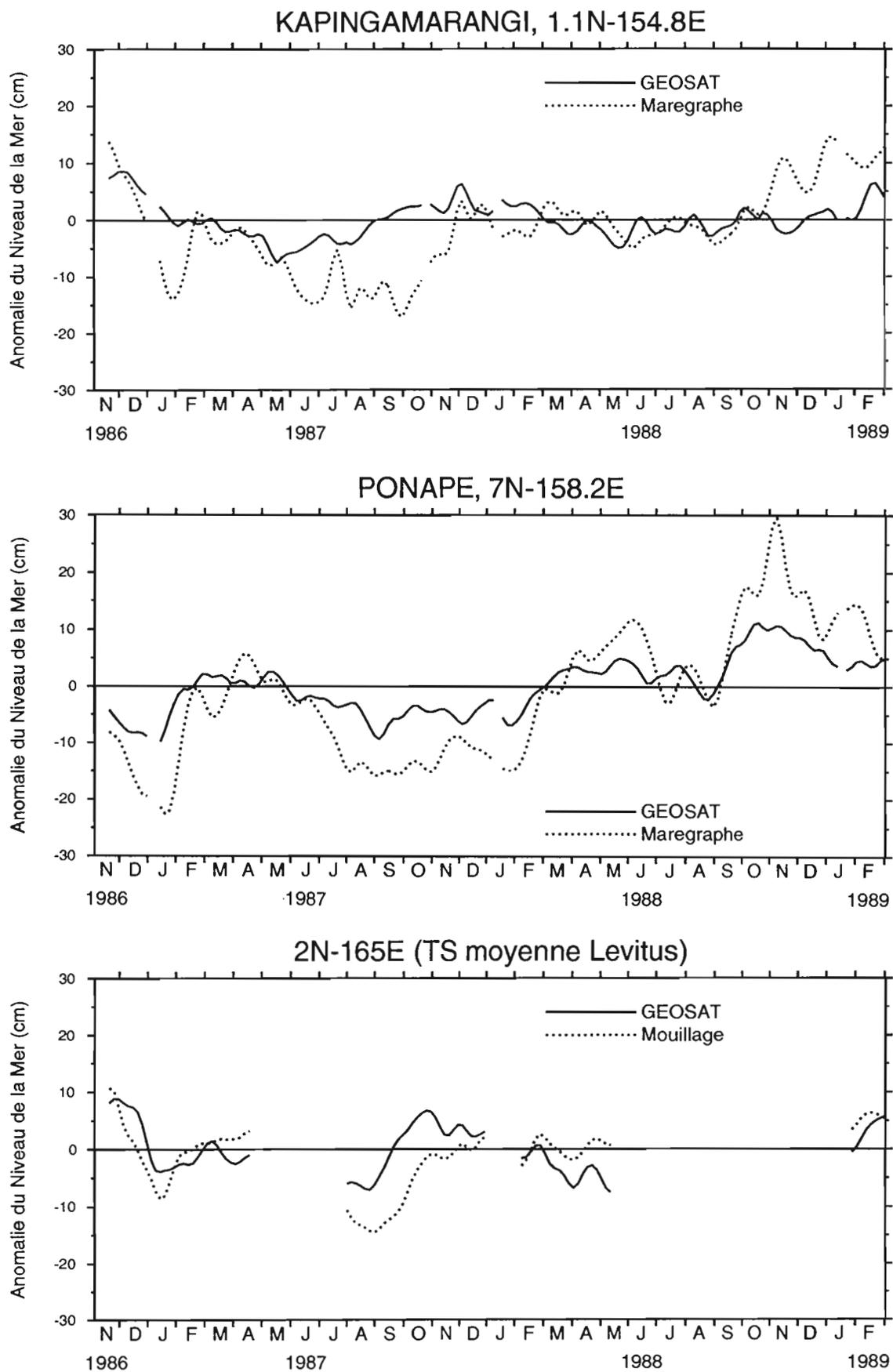
Site	Position	N	R	ect _g	ect _i	g/i	ect dif
Mouillage (z=50 m)	0°-165°E	24.5	0.92	41.9	41.9	1.0	16.6
De 2°N/EQ/2°S		12	0.88	39.4	43.5	0.9	20.6
Mouillage (z=10 m)	0°-140°W	27	0.70	30.7	31.7	1.0	24.0
De 2°N/EQ/2°S		11	0.79	34.9	54.2	0.6	34.3
Mouillage (z=10 m)	0°-110°W	28	0.49	29.3	32.3	0.9	31.4
De 2°N/EQ/2°S		16.8	0.68	26.2	35.3	0.7	25.8
Moyenne EQ		26.5	0.70	34.0	35.3	1.0	24.0
Moyenne 2°N/EQ/2°S		13.2	0.78	33.5	44.3	0.7	26.9

Table 1. Comparaison entre les anomalies de niveau de la mer et de courant géostrophique zonal de surface déduites de GEOSAT et les anomalies *in situ* respectives. Pour chaque site, N représente le nombre de mois de la période de calcul, R le coefficient de corrélation, ect_g l'écart type des anomalies tirées de GEOSAT, ect_i l'écart type des anomalies *in situ*, g/i le rapport des écart types (ect_g/ect_i), ect_{dif} l'écart type des différences entre anomalies GEOSAT et *in situ*.

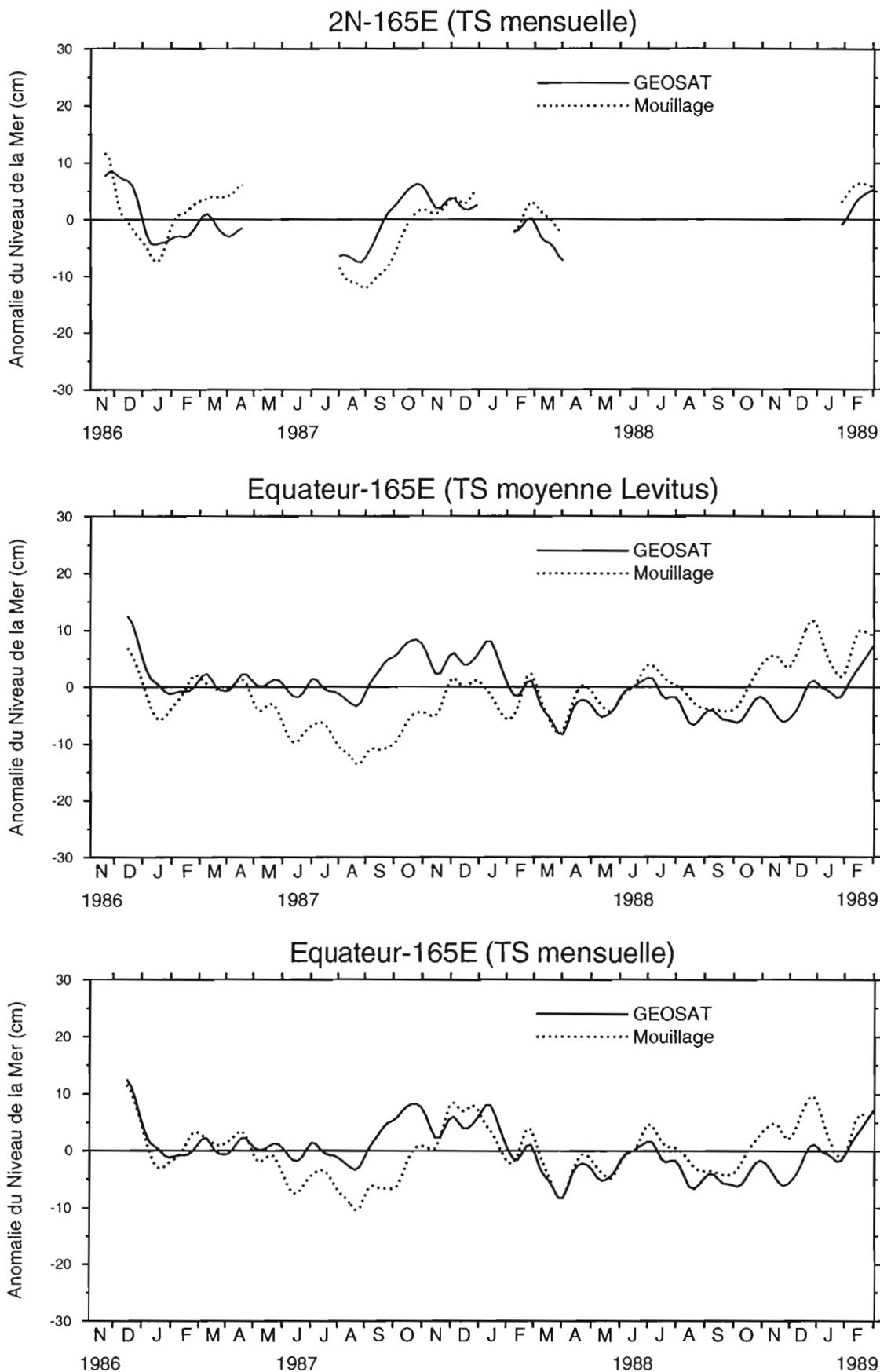
RÉFÉRENCES

- Boulanger J.P., C. Maes, P. Delecluse et C. Levy, Equatorial waves in an OGCM, *Mon. Wea. Rev.*, sous presse, 1995.
- Boulanger J.P. et C. Menkes, Propagation and reflection of long equatorial waves in the tropical Pacific during the 1986-1989 and the 1992-1993 ENSO events, as observed from GEOSAT, TOPEX/POSEIDON and TOGA-TAO. *J. Geophys. Res.*, **100**, 25041-25060, 1995.
- Cheney R., N. Doyle, B. Douglas, R. Agreen, L. Miller, E. Timmerman, et D. McAdoo, The complete GEOSAT altimeter GDR handbook, US Dept. of commerce, NOAA, NOS, 79 pp, 1991.
- Delcroix T., G. Eldin, M.H. Radenac, J. Toole et E. Firing, Variations of the western equatorial Pacific Ocean, 1986-1988, *J. Geophys. Res.*, **97**, 5423-5445, 1992.
- Delcroix, T., J. Picaut, and G. Eldin, Equatorial Kelvin and Rossby waves evidenced in the Pacific Ocean through GEOSAT sea level and surface current anomalies, *J. Geophys. Res.*, **96**, 3249-3262, 1991.
- Delcroix, T., J-P. Boulanger, F. Masia et C. Menkes, GEOSAT-derived sea-level and surface-current anomalies in the equatorial Pacific, during the 1986-89 El Niño and La Niña. *J. Geophys. Res.*, **99**, 25,093-25,107, 1994.
- Haines B., G. Born, G. Rosborough, J. Marsh et R. Williamson, Precise orbit computation for the GEOSAT exact repeat mission, *J. Geophys. Res.*, **95**, 2871-2886, 1990.
- Hayes, S. P., L. J. Mangum, J. Picaut, A. Sumi et K. Takeuchi, TOGA-TAO: A moored array for real-time measurements in the tropical Pacific Ocean, *Bull. Am. Met. Soc.*, **72**, 339-347, 1991.
- Levitus S., 1982, Climatological atlas of the world ocean, NOAA Prof. Pap., 13, 173 pp., US Govt. Print. Office, Washington, DC, 1982.
- Marsh J., C. Koblinski, F. Lerch, S. Klosko, J. Robbins, R. Williamson et G. Patel, Dynamic sea surface topography, gravity, and improved orbit accuracy from the direct evaluation of Seasat altimeter data, *J. Geophys. Res.*, **95**, 13129-13150, 1990.
- McPhaden, M. J., TOGA-TAO and the 1991-93 ENSO event, *Oceanography*, **6**, 36-44, 1993.
- Picaut J., A. Busalacchi, M. McPhaden et B. Camusat, Validation of the geostrophic method for estimating zonal currents at the equator from GEOSAT altimeter data, *J. Geophys. Res.*, **95**, 3015-3024, 1990.
- Picaut J. et R. Tournier, Monitoring the 1979-1985 equatorial Pacific current transports with bathythermograph data, *J. Geophys. Res.*, **96** suppl., 3263-3277, 1991.
- Picaut J. et T. Delcroix (1995). Equatorial wave sequence associated with the warm pool displacement during the 1986-1989 El Niño and La Niña. *J. Geophys. Res.*, **100**, 18398-18408.

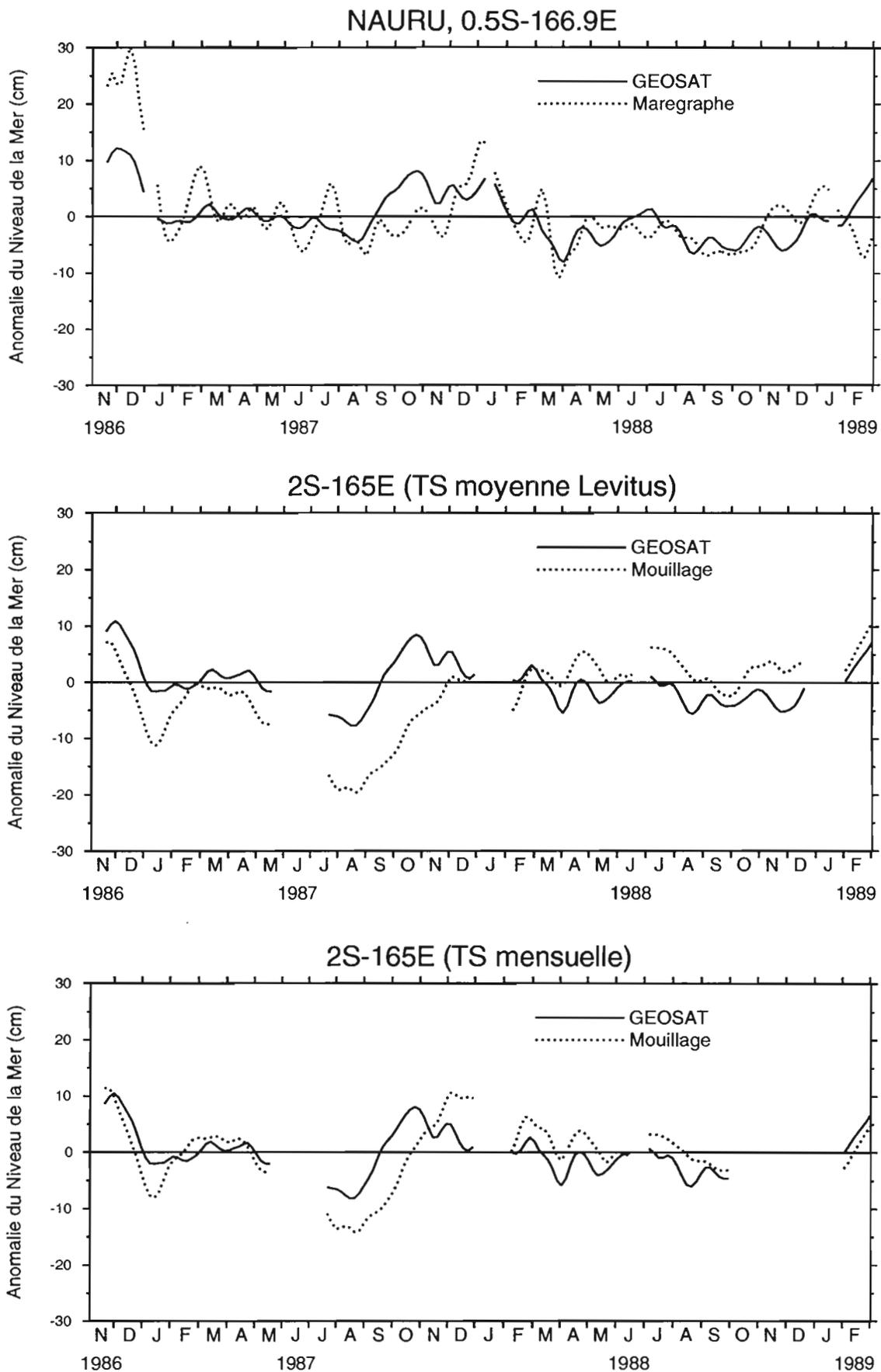
- Stewart, R. H. et M. Lefebvre, TOPEX/POSEIDON: a contribution to the World Climate Research Program, Aerospace Century XXI, 64, *Advances in Astronautical Sc., Am. Astronaut. Soc.*, 117-128, 1992.
- Wyrski K. et col., The Pacific island sea level network, Contrib. 88-0137, data rep. 002, Joint Inst. for Mar. and Atmos. Res., Honolulu, Hawaii, 1988.



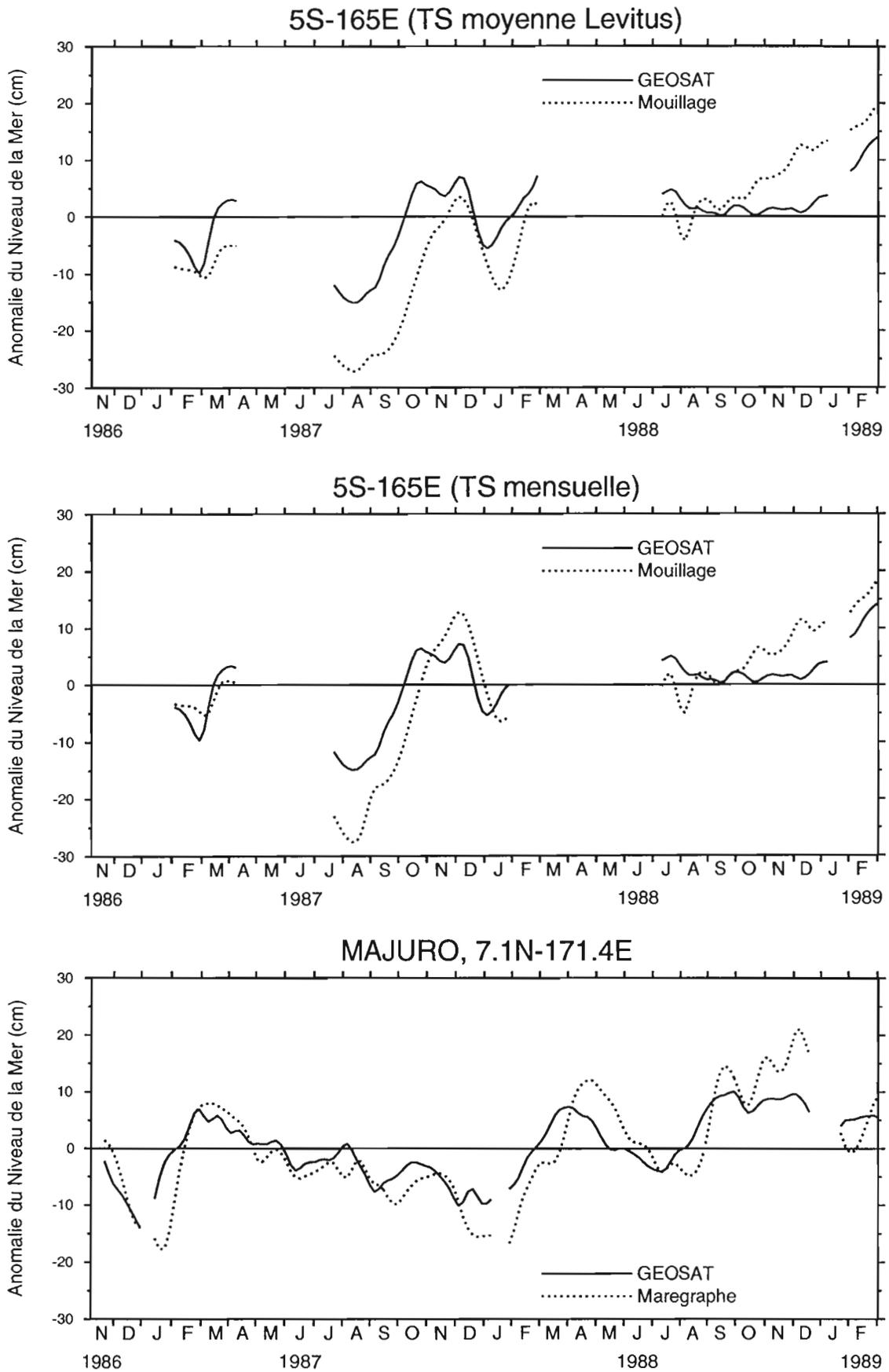
Figures A1-A3. Variations temporelles des anomalies (réf: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer déduites de GEOSAT (traits continus) et de mesures *in situ* (traits pointillés). Les mesures *in situ* sont déduites (en haut et au milieu) des marégraphes situés à Kapingamarangi et à Pohnpei, (en bas) de la hauteur dynamique 0/500 dbar calculée à partir des données de température du mouillage TAO à 2°N-165°E et d'une courbe T/S moyenne.



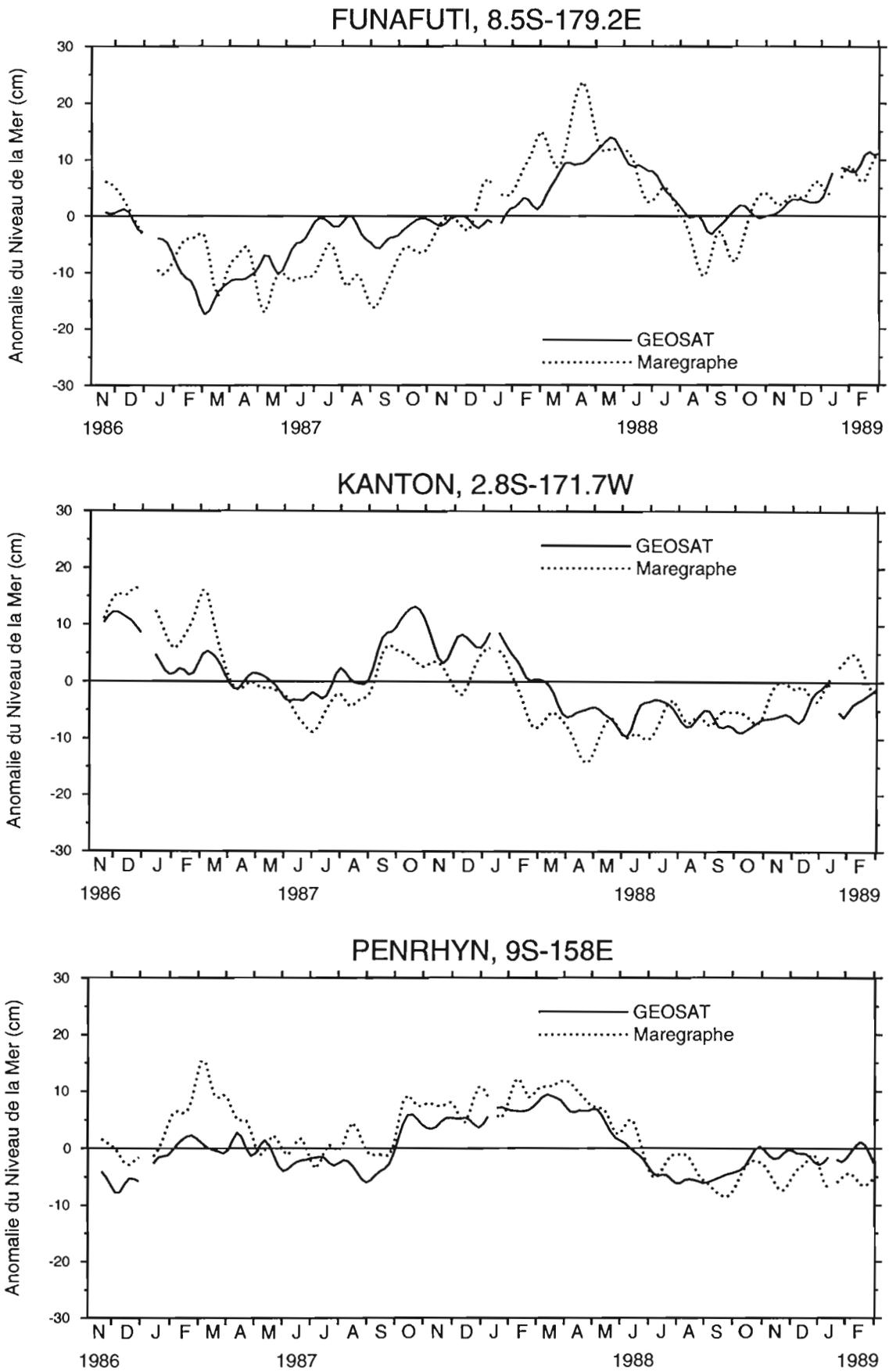
Figures A4-A6. Variations temporelles des anomalies (réf: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer déduites de GEOSAT (traits continus) et de mesures *in situ* (traits pointillés). Les mesures *in situ* sont déduites des hauteurs dynamiques 0/500 dbar calculées à partir des données de température des mouillages TAO à (en haut) 2°N-165°E et (au milieu et en bas) 0°-165°E et de courbes T/S. Des courbes T/S mensuelles ont été utilisées pour les figures du haut et du bas, une courbe T/S moyenne pour la figure du milieu.



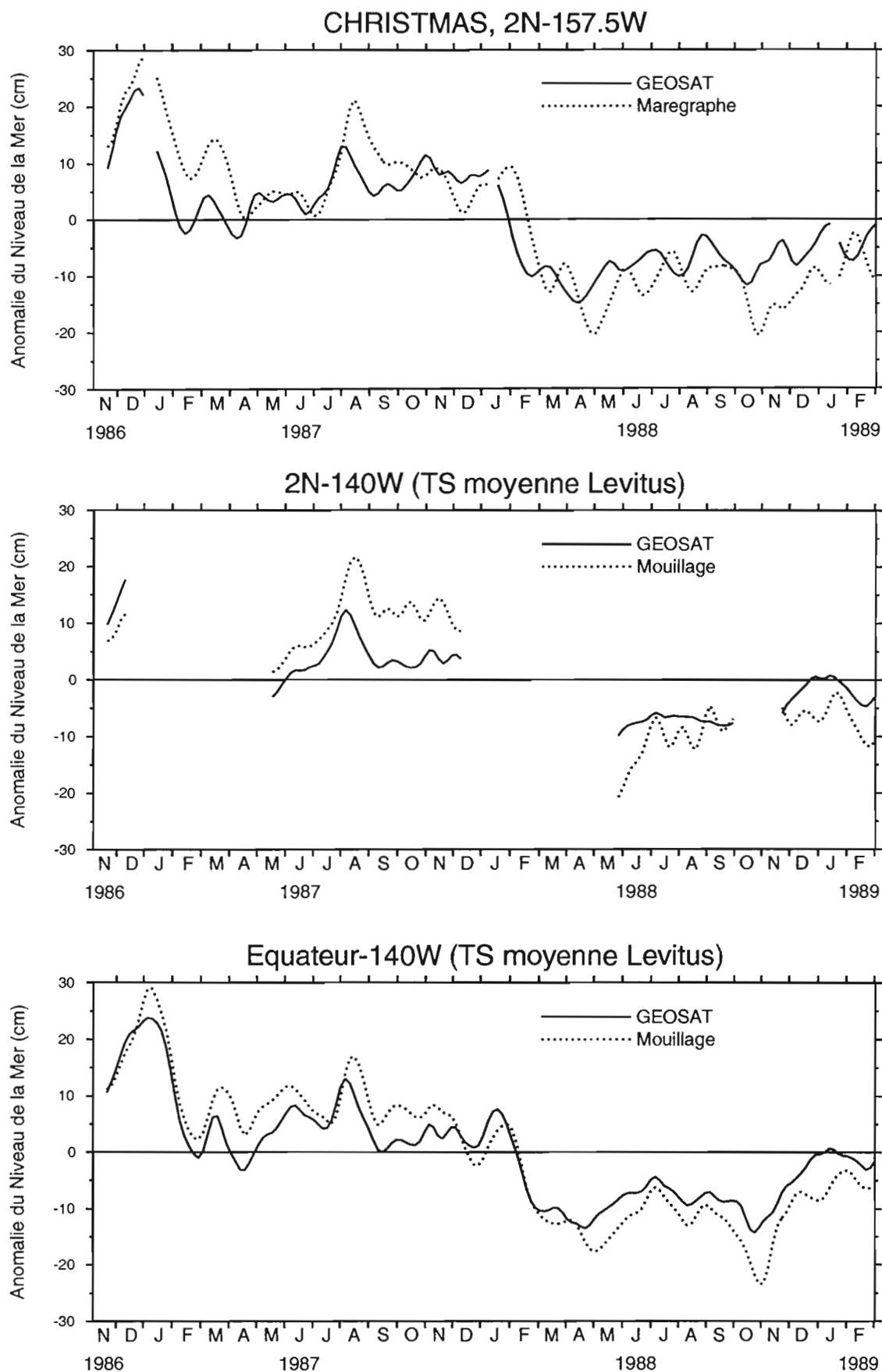
Figures A7-A9. Variations temporelles des anomalies (réf: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer déduites de GEOSAT (traits continus) et de mesures *in situ* (traits pointillés). Les mesures *in situ* sont déduites (en haut) du marégraphe situé à Nauru, (au milieu et en bas) des hauteurs dynamiques 0/500 dbar calculées à partir des données de température du mouillage TAO à 2°S-165°E et de courbes T/S. Une courbe T/S moyenne a été utilisée pour la figure du milieu, une courbe T/S mensuelle pour la figure du bas.



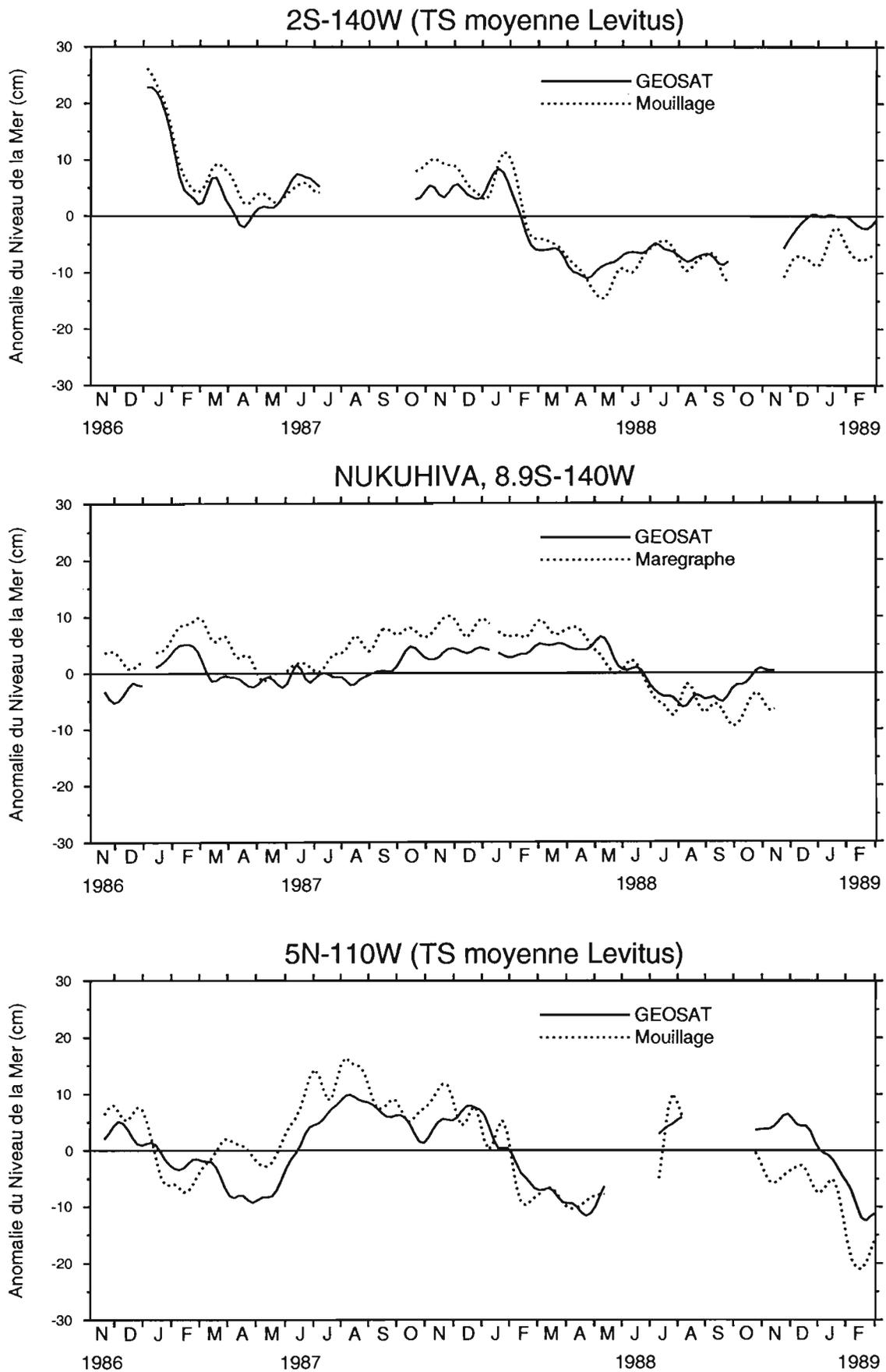
Figures A10-A12. Variations temporelles des anomalies (réf: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer déduites de GEOSAT (traits continus) et de mesures *in situ* (traits pointillés). Les mesures *in situ* sont déduites (en bas) du marégraphe situé à Majuro, (en haut et au milieu) des hauteurs dynamiques 0/500 dbar calculées à partir des données de température du mouillage TAO à 5°S-165°E et de courbes T/S. Une courbe T/S moyenne a été utilisée pour la figure du haut, une courbe T/S mensuelle pour la figure du milieu.



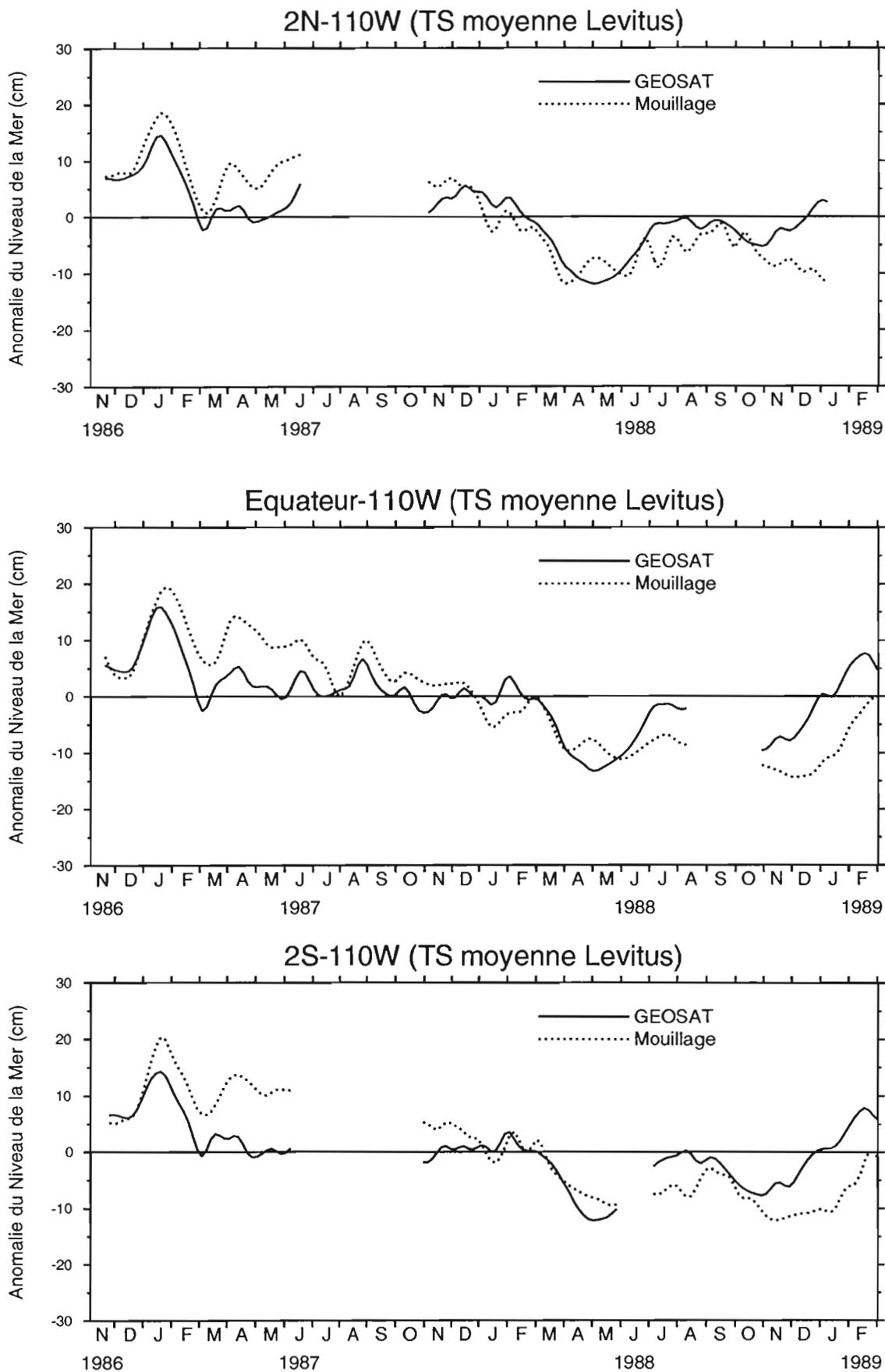
Figures A13-A15. Variations temporelles des anomalies (réf: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer déduites de GEOSAT (traits continus) et de mesures *in situ* (traits pointillés). Les mesures *in situ* sont déduites des marégraphes situés à (en haut) Funafuti, (au milieu) Kanton et (en bas) Penrhyn.



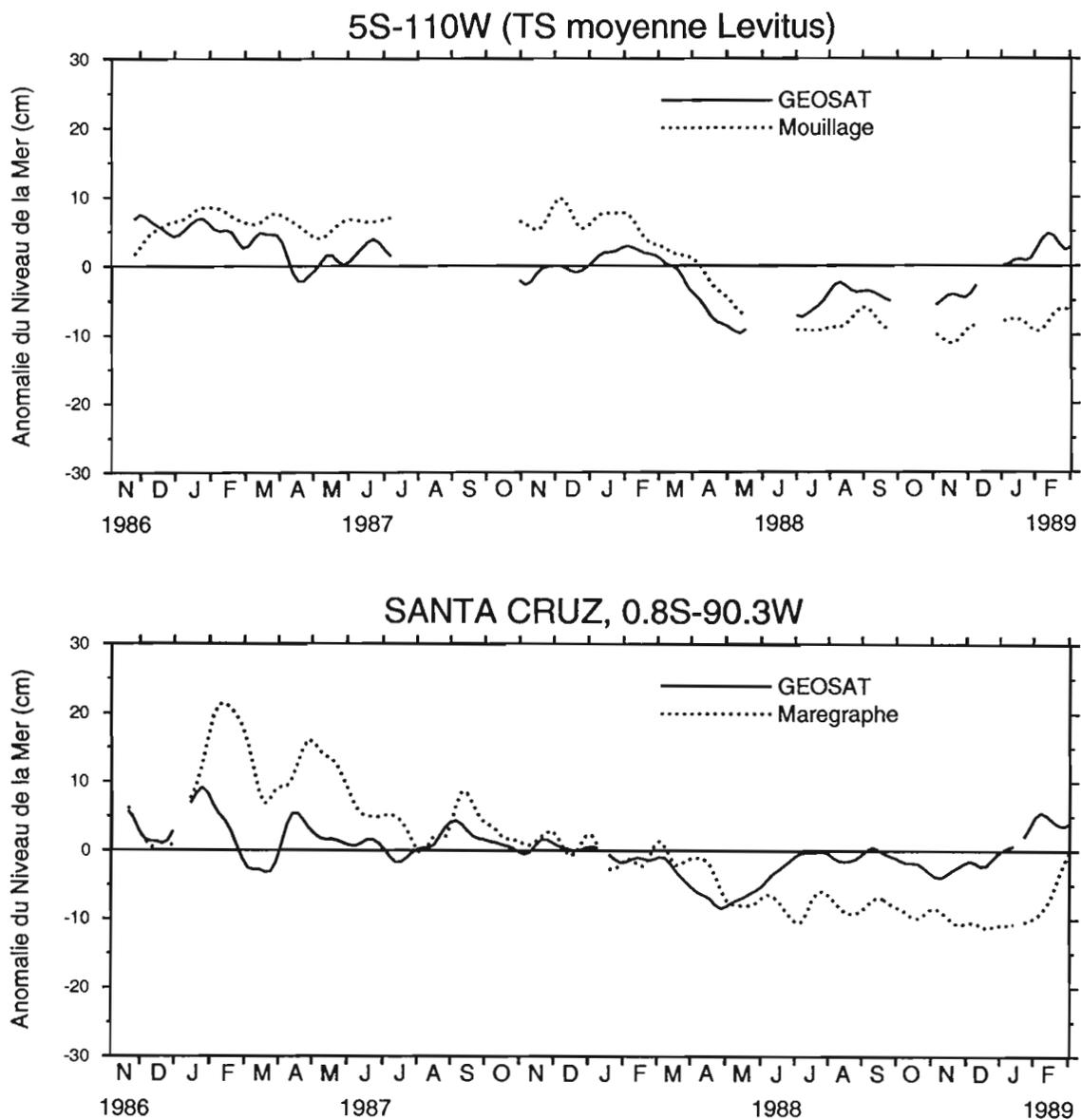
Figures A16-A18. Variations temporelles des anomalies (réf: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer déduites de GEOSAT (traits continus) et de mesures *in situ* (traits pointillés). Les mesures *in situ* sont déduites (en haut) du marégraphe situé à Christmas et des hauteurs dynamiques 0/500 dbar calculées à partir des données de température des mouillages TAO à (au milieu) 2°N-140°W et (en bas) 0°-140°W et de courbes T/S moyennes.



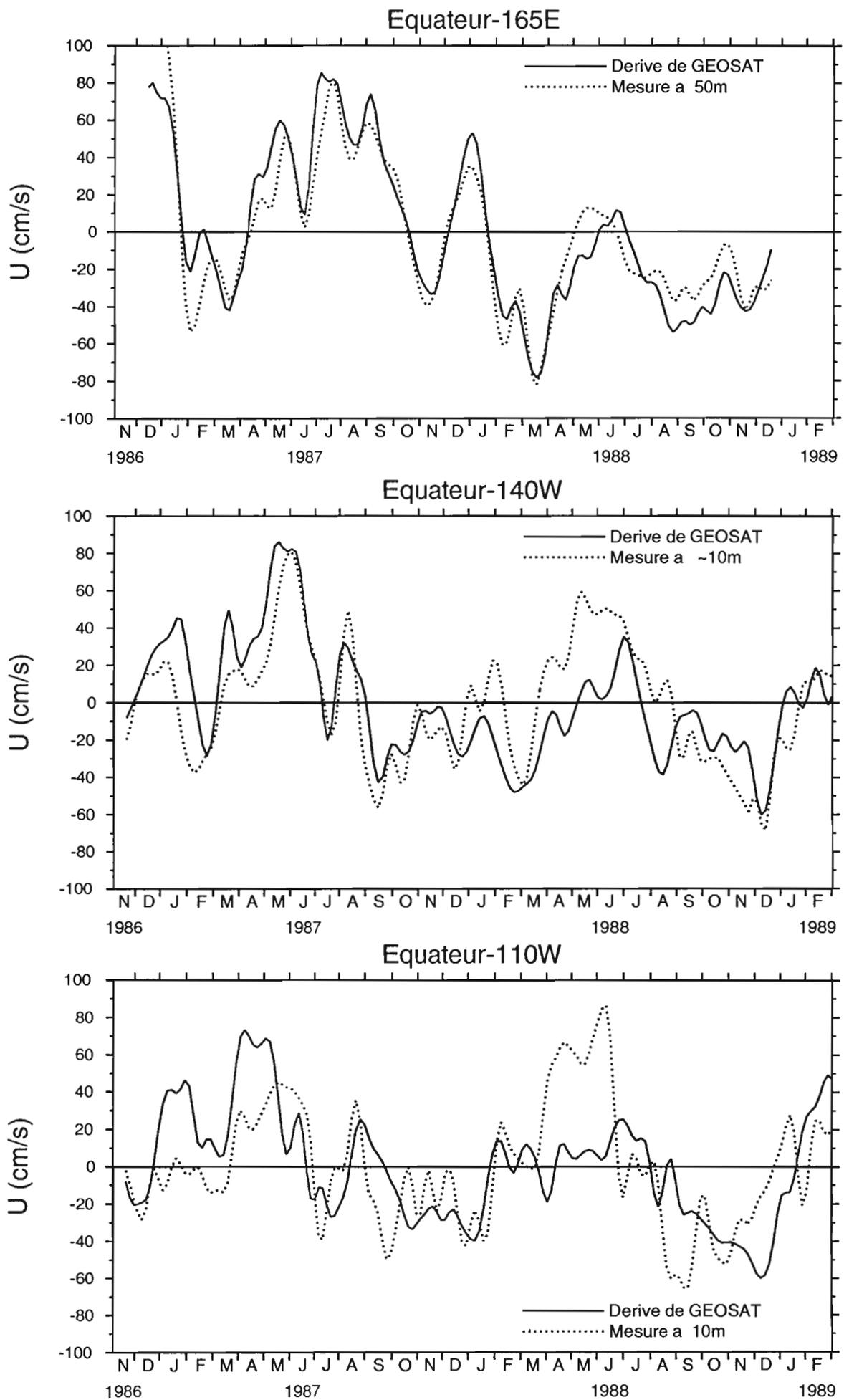
Figures A19-A21. Variations temporelles des anomalies (réf: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer déduites de GEOSAT (traits continus) et de mesures *in situ* (traits pointillés). Les mesures *in situ* sont déduites (au milieu) du marégraphe situé à Nukuhiva et des hauteurs dynamiques 0/500 dbar calculées à partir des données de température des mouillages TAO à (en haut) 2°S-140°W et (en bas) 5°N-110°W et de courbes T/S moyennes.



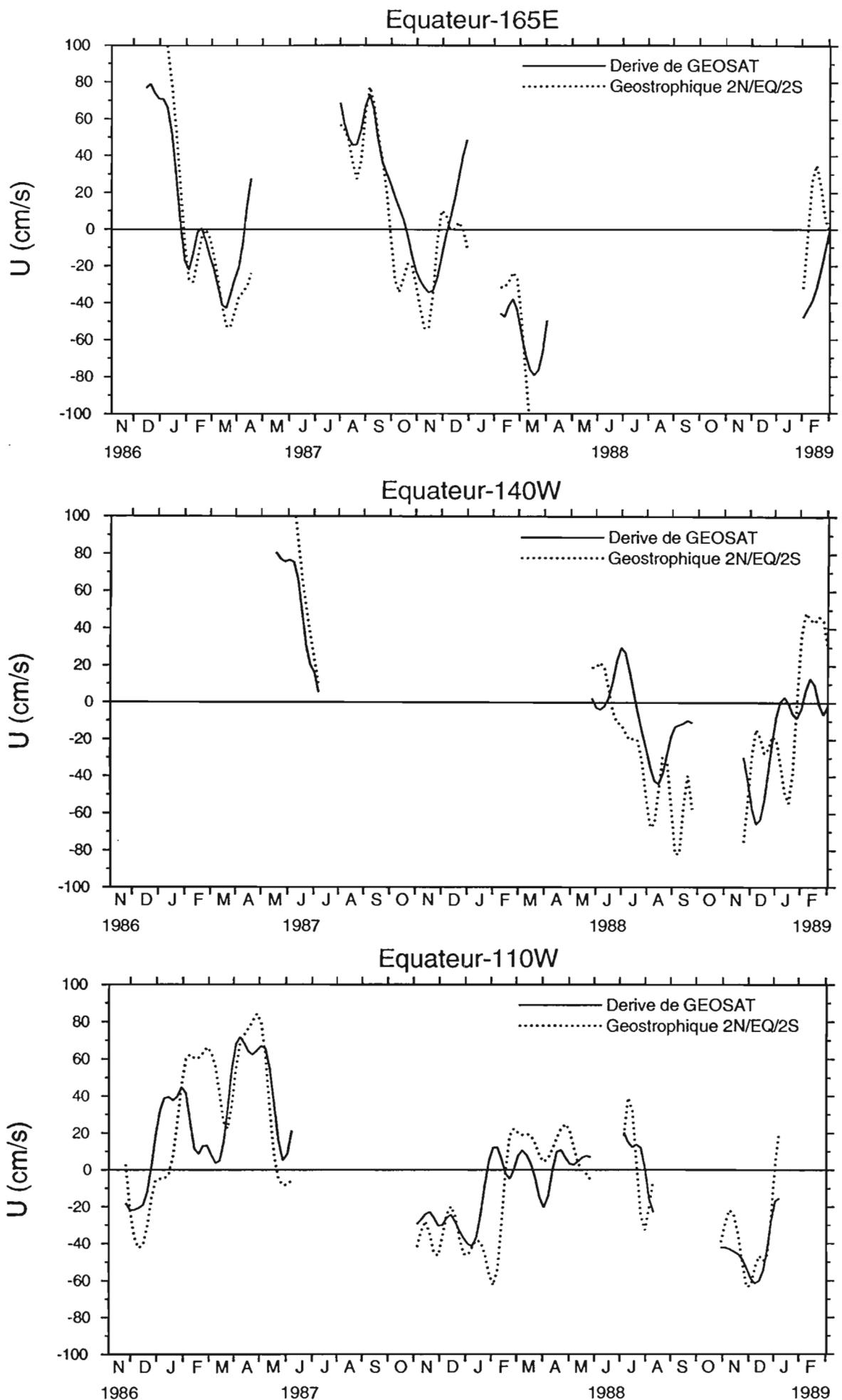
Figures A22-A24. Variations temporelles des anomalies (réf: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer déduites de GEOSAT (traits continus) et de mesures *in situ* (traits pointillés). Les mesures *in situ* sont déduites des hauteurs dynamiques 0/500 dbar calculées à partir des données de température des mouillages TAO à (en haut) 2°N-110°W, (au milieu) 0°-110°W et (en bas) 2°S-110°W et de courbes T/S moyennes.



Figures A25-A26. Variations temporelles des anomalies (réf: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer déduites de GEOSAT (traits continus) et de mesures *in situ* (traits pointillés). Les mesures *in situ* sont déduites (en bas) du marégraphe situé à Santa Cruz et (en haut) de la hauteur dynamique 0/500 dbar calculée à partir des données de température du mouillage TAO à 5°S-110°W et d'une courbe T/S moyenne.



Figures A27-A29. Variations temporelles des anomalies (réf: nov. 1986 - oct. 1988) de courant zonal (>0 vers l'est) déduites de GEOSAT (traits continus) et de mesures *in situ* (traits pointillés). Les mesures *in situ* sont déduites des mouillages TAO à l'équateur et (en haut) 165°E, (au milieu) 140°W et (en bas) 110°W.



Figures A30-A32. Variations temporelles des anomalies (réf: nov. 1986 - oct. 1988) de courant zonal (>0 vers l'est) déduites de GEOSAT (traits continus) et de mesures *in situ* (traits pointillés). Les mesures *in situ* sont déduites des courbures dynamiques à l'équateur issues des hauteurs dynamiques 0/500 dbar calculées à partir des mesures de température des mouillages TAO à 2°N-0°-2°S et (en haut) 165°E, (au milieu) 140°W et (en bas) 110°W et de courbes T/S moyennes.

1 Decembre 1986

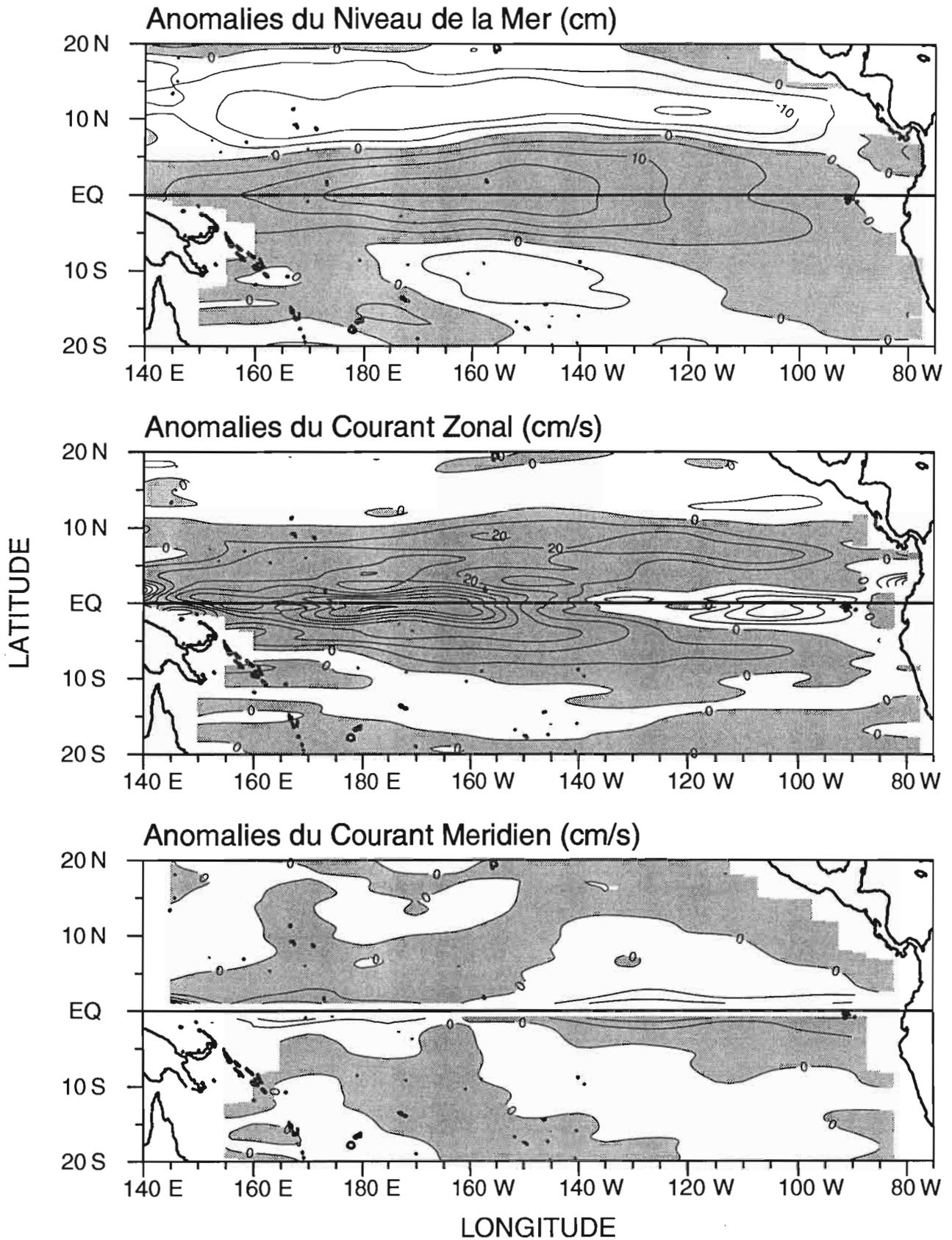


Figure B1. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

16 Decembre 1986

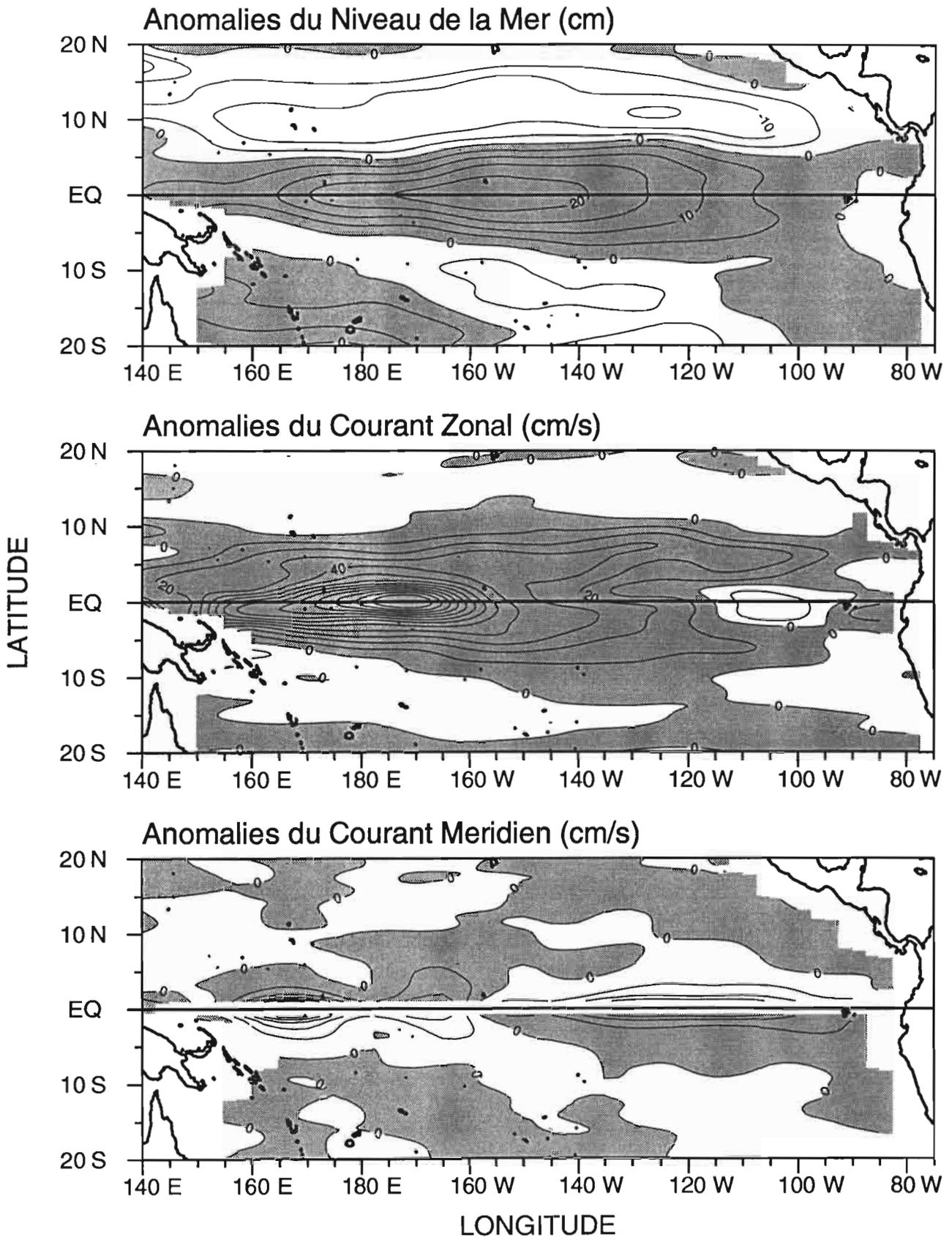


Figure B2. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

31 Decembre 1986

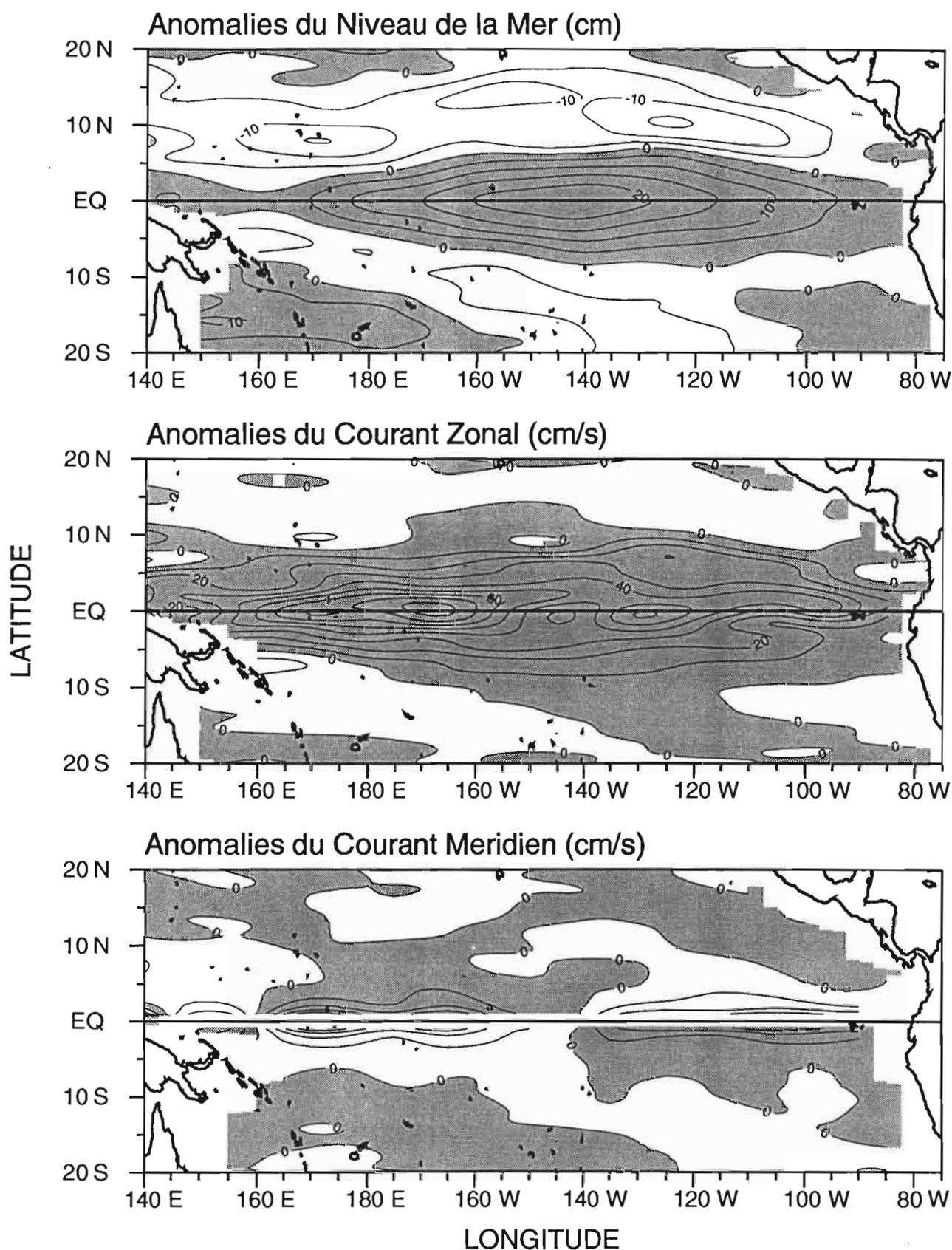


Figure B3. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

15 Janvier 1987

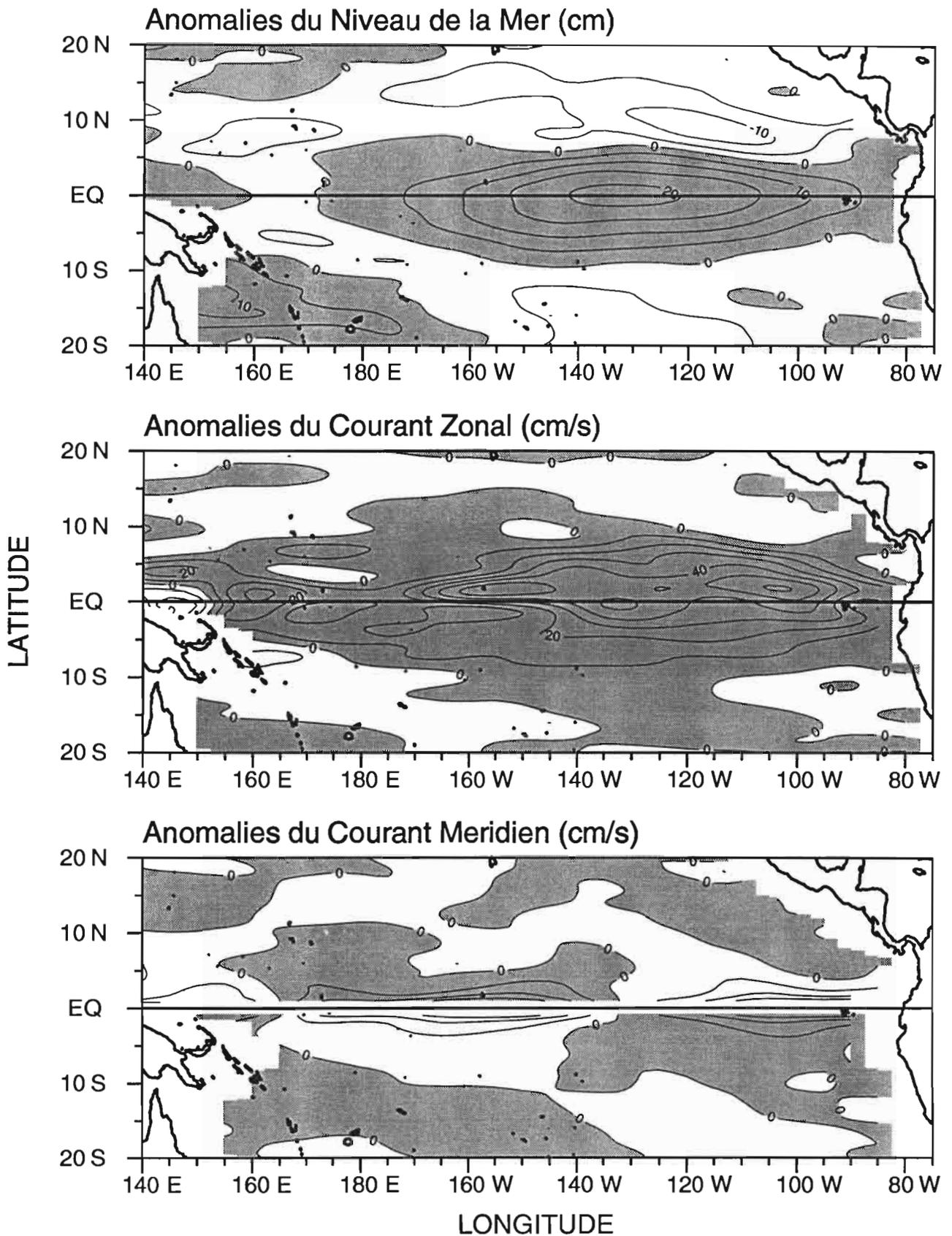


Figure B4. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

30 Janvier 1987

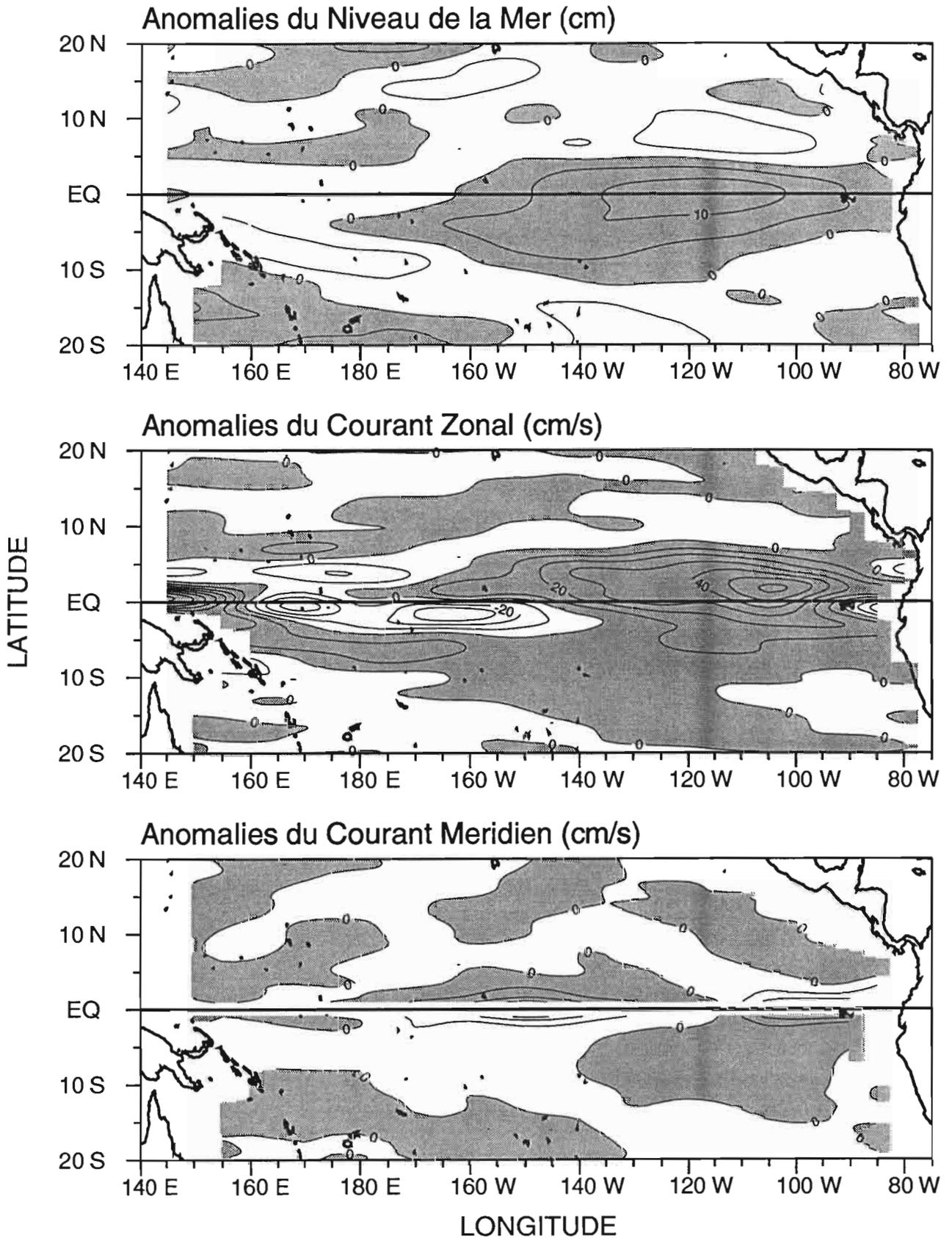


Figure B5. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

14 Fevrier 1987

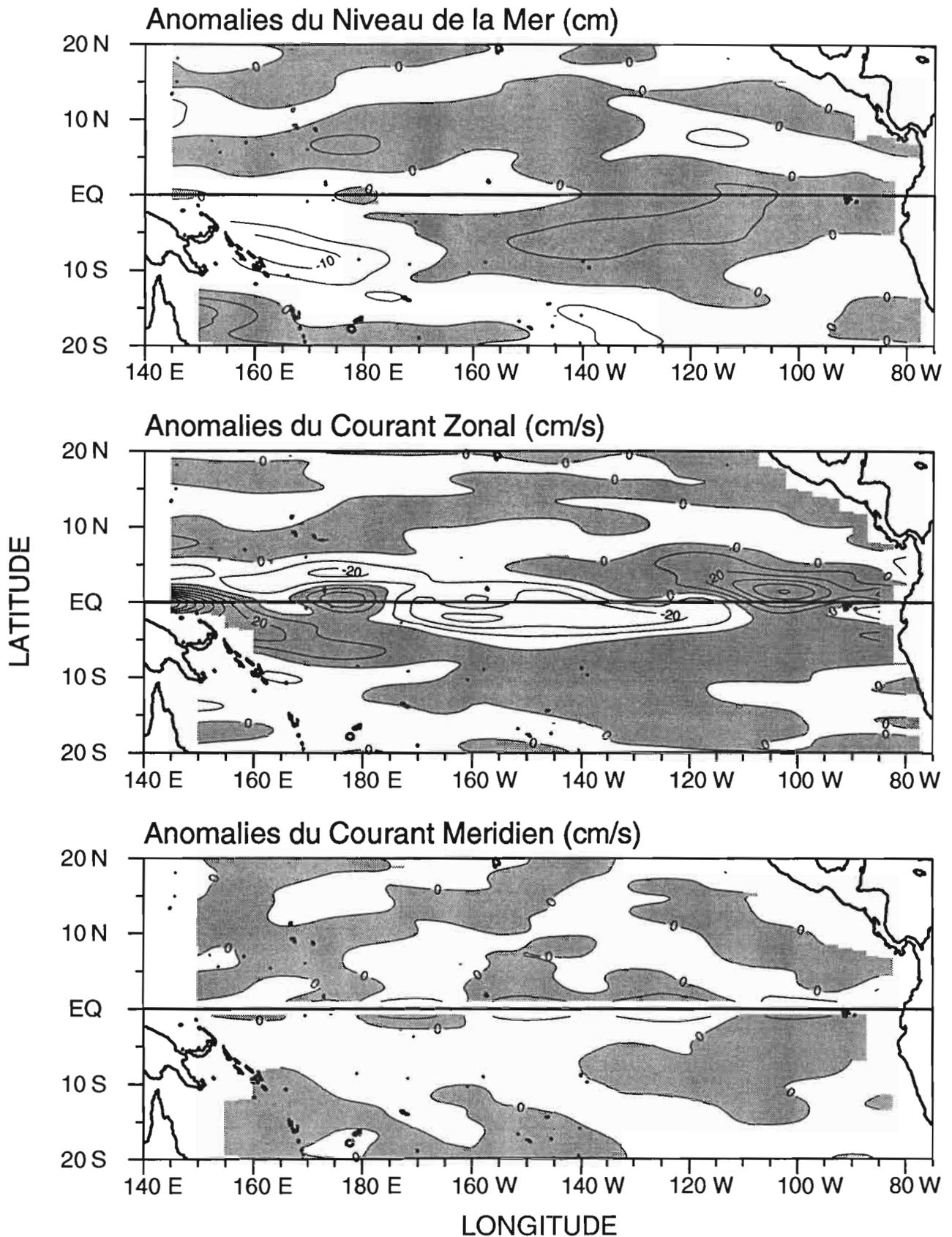


Figure B6. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

1 Mars 1987

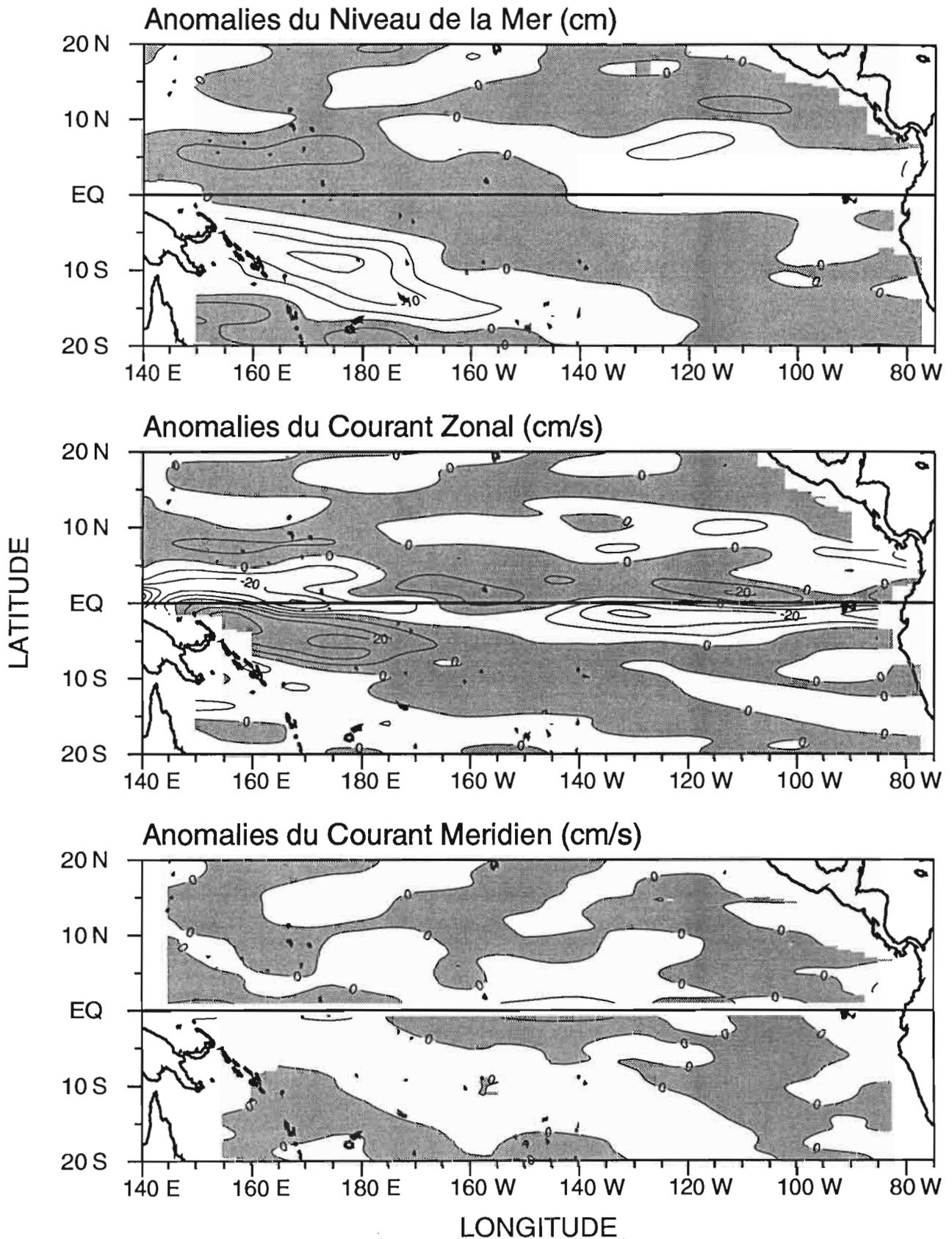


Figure B7. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

16 Mars 1987

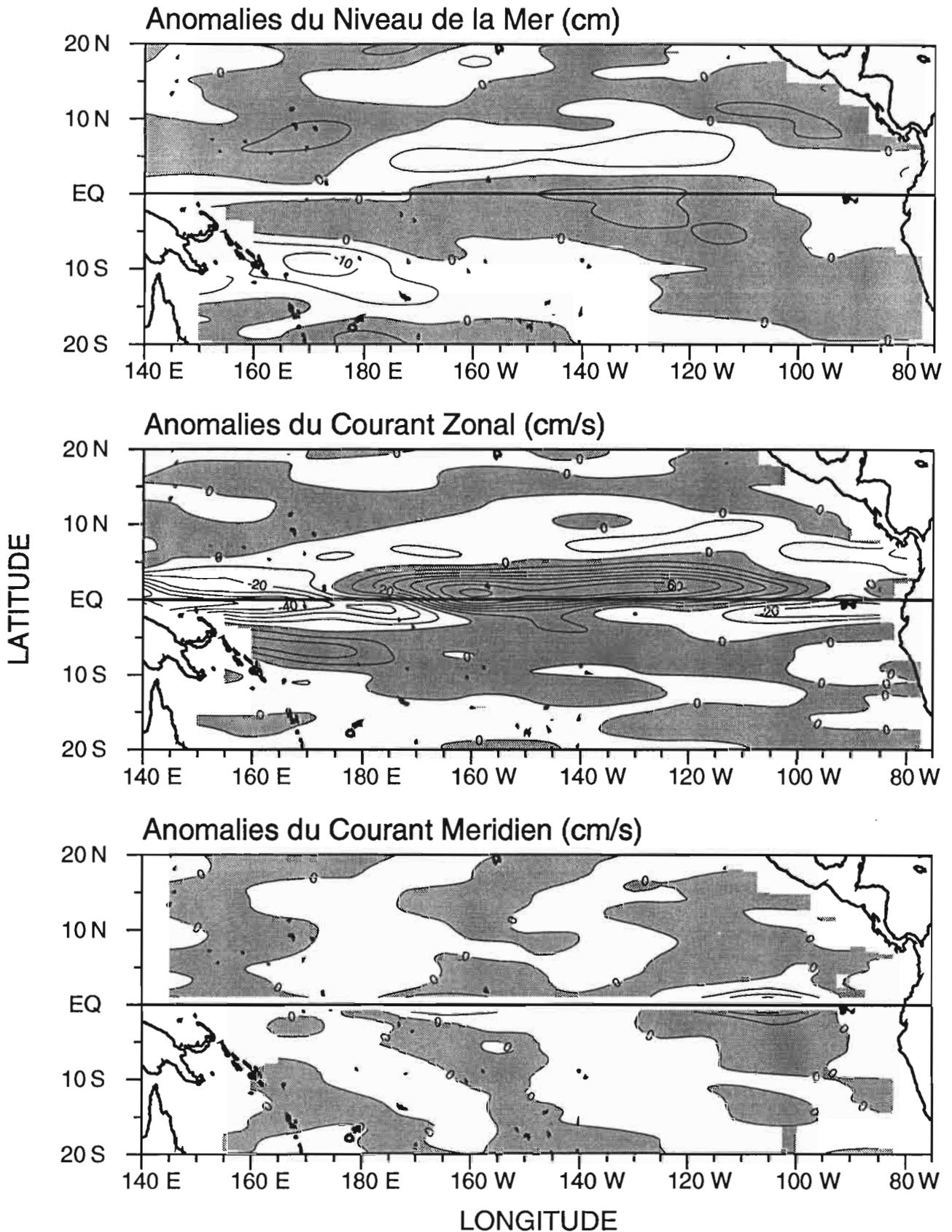


Figure B8. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

31 Mars 1987

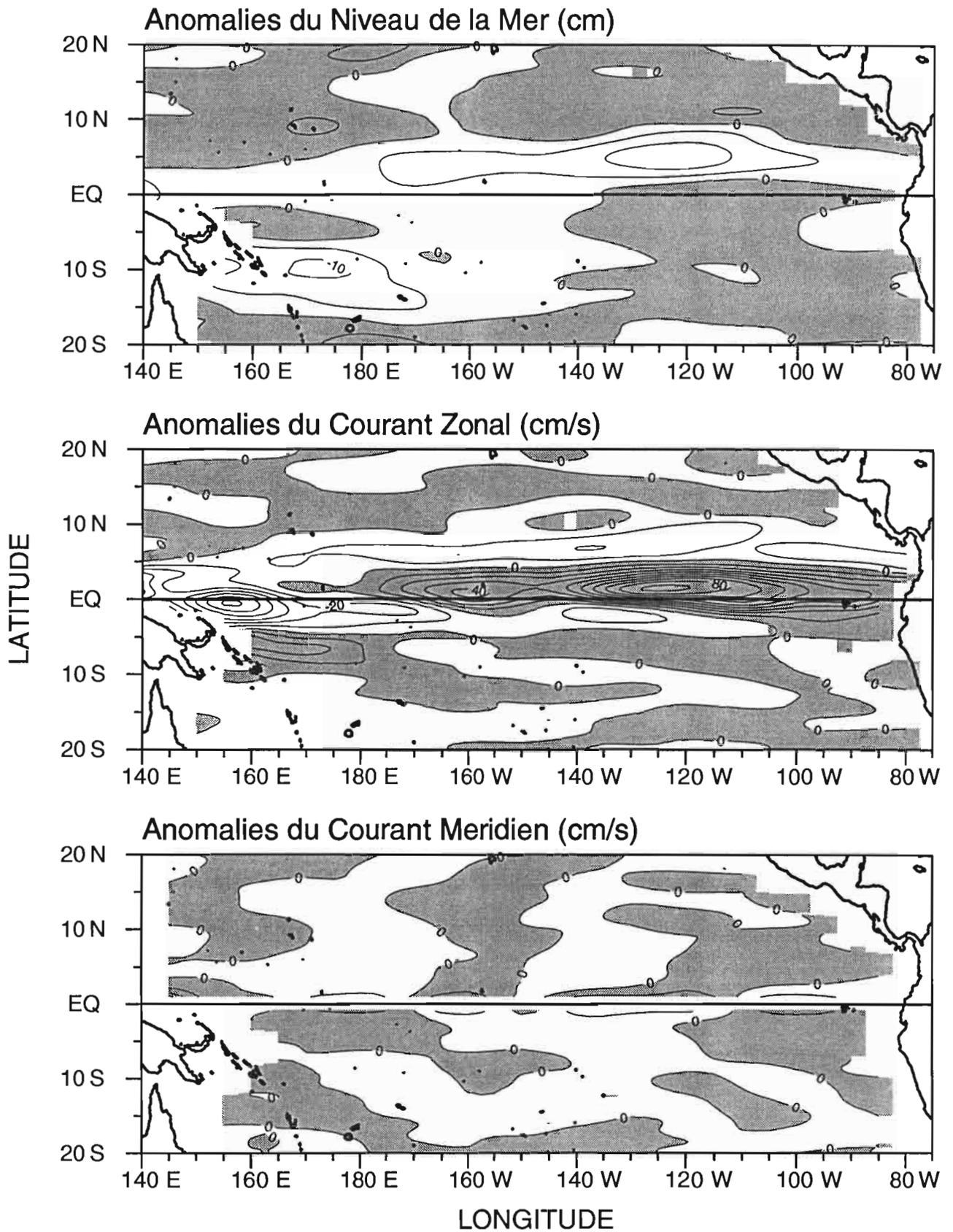


Figure B9. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s): Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

15 Avril 1987

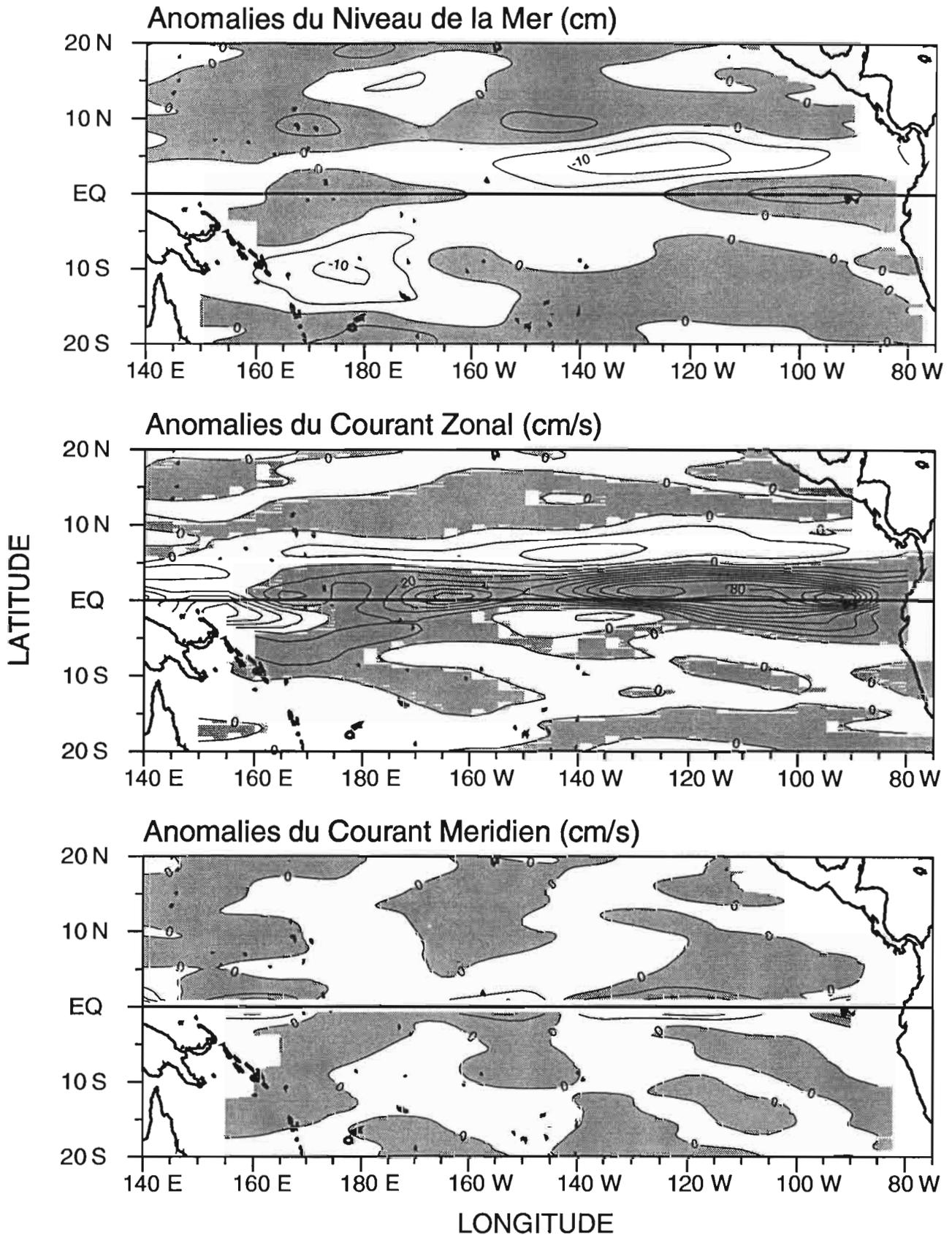


Figure B10. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

30 Avril 1987

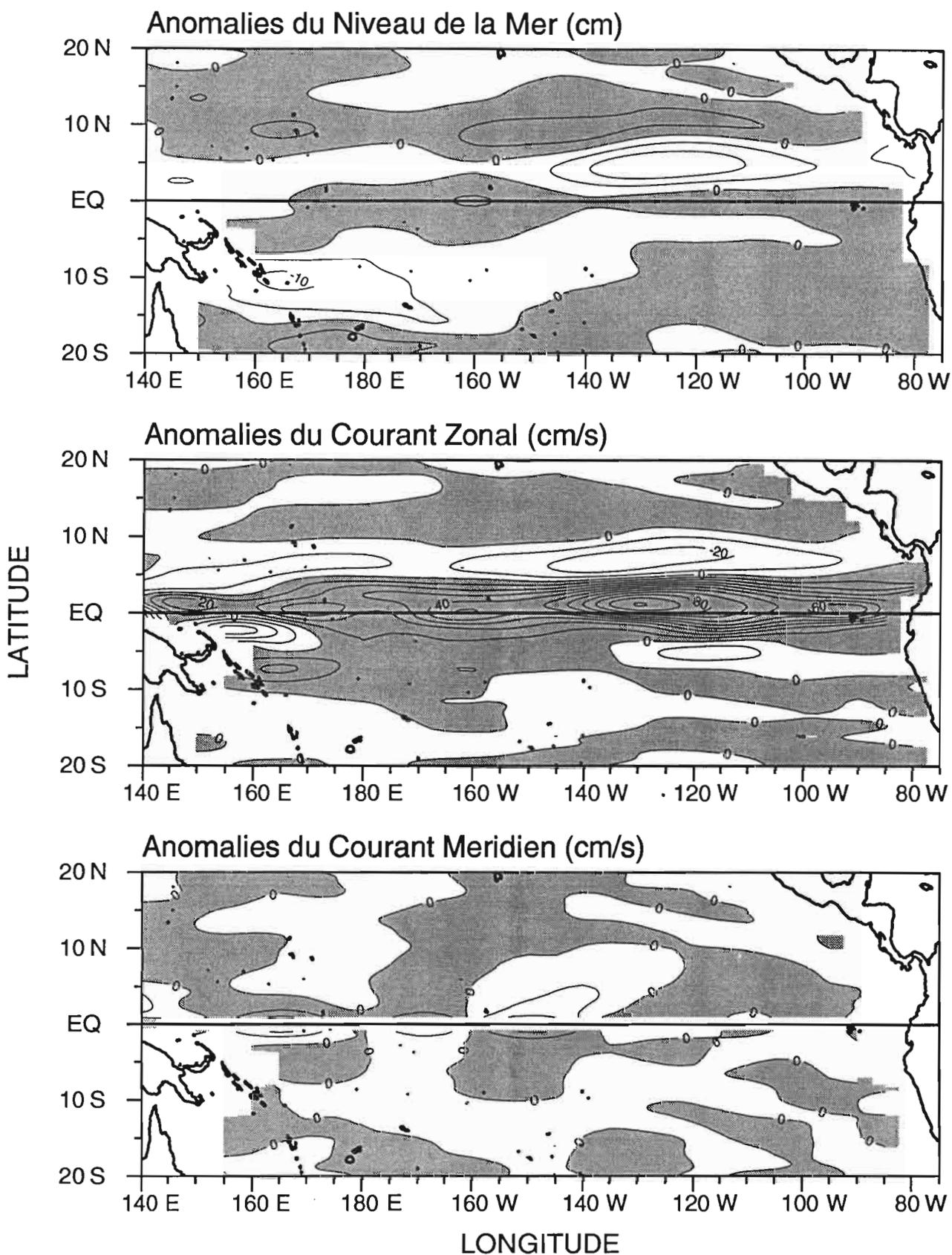


Figure B11. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

15 Mai 1987

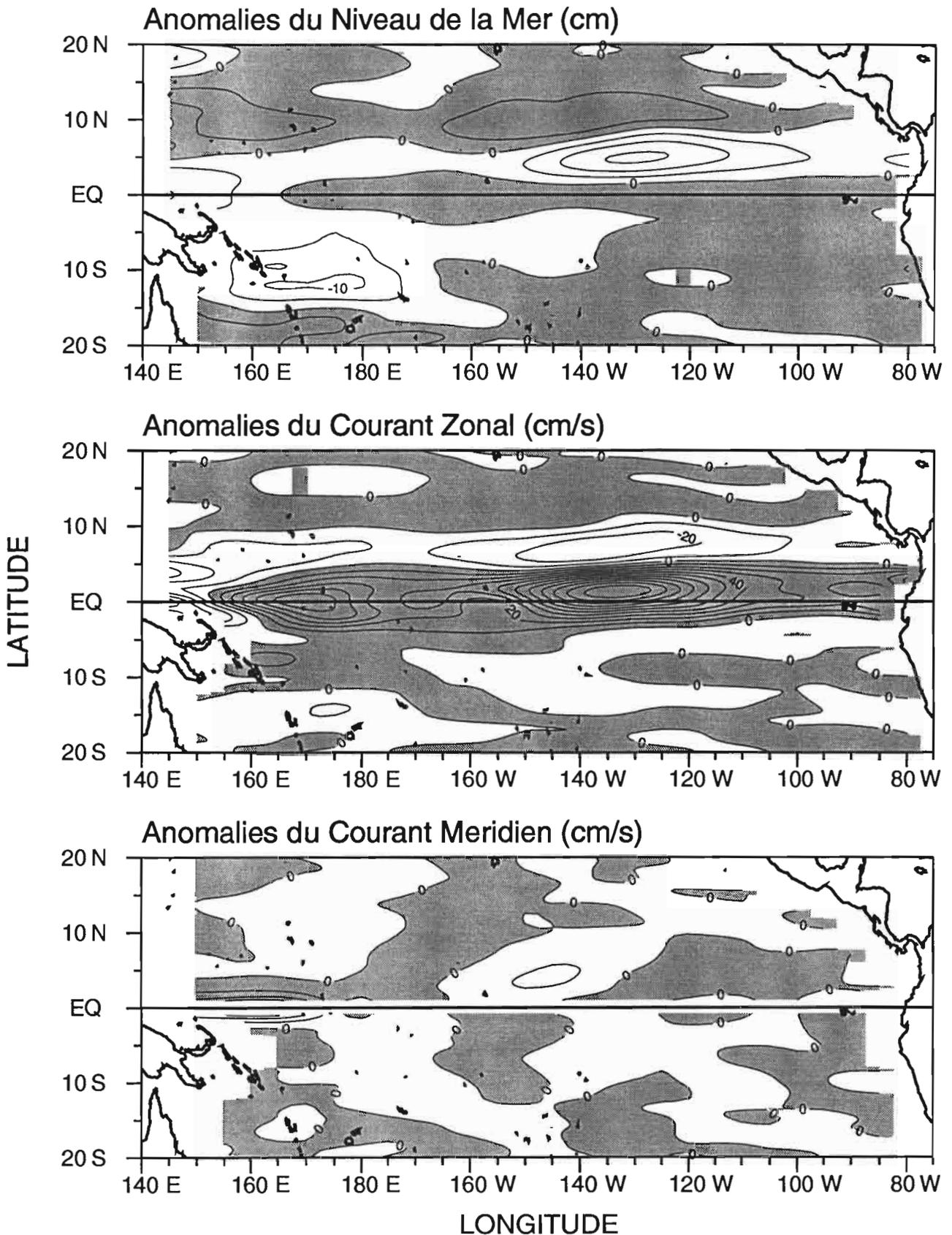


Figure B12. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

30 Mai 1987

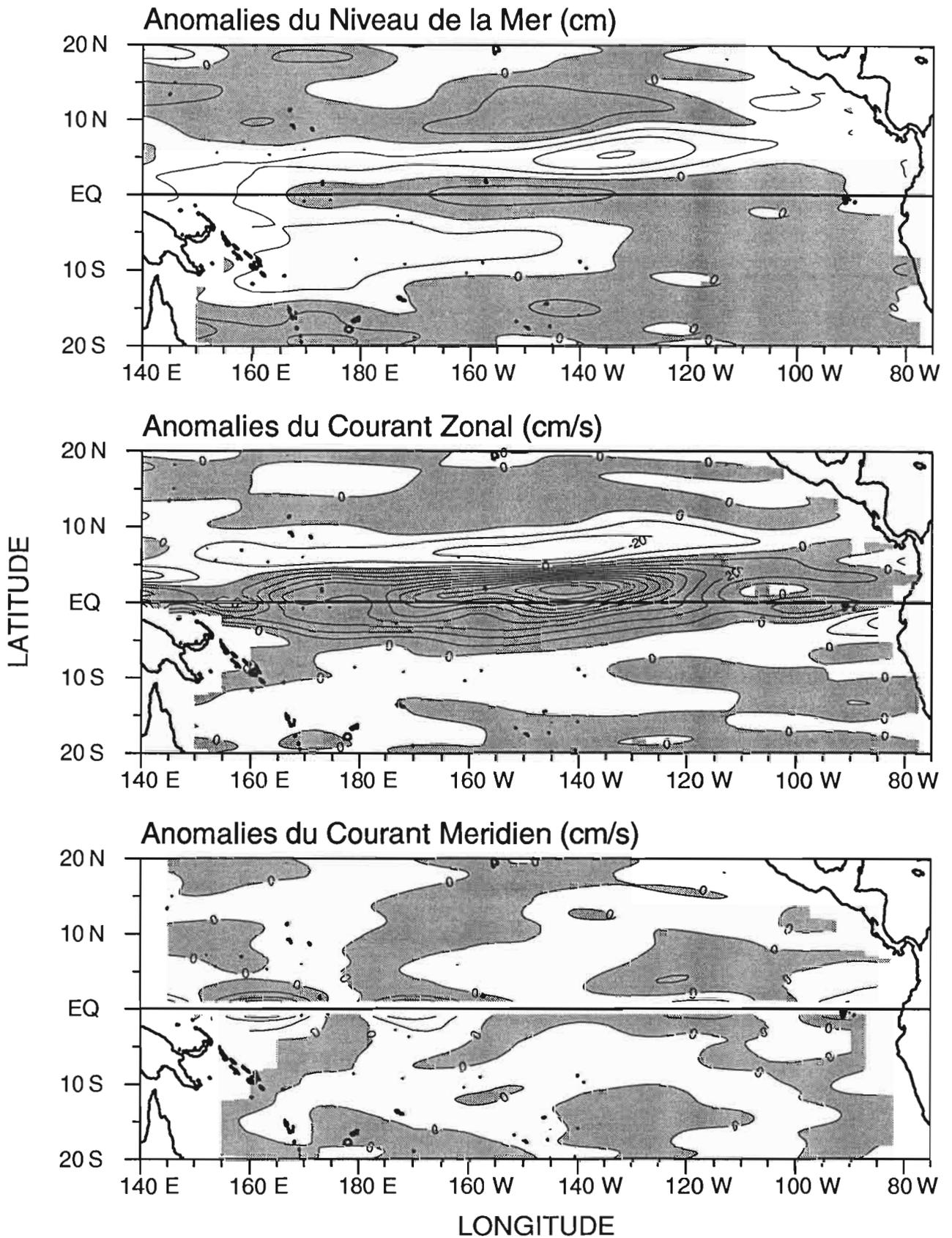


Figure B13. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

14 Juin 1987

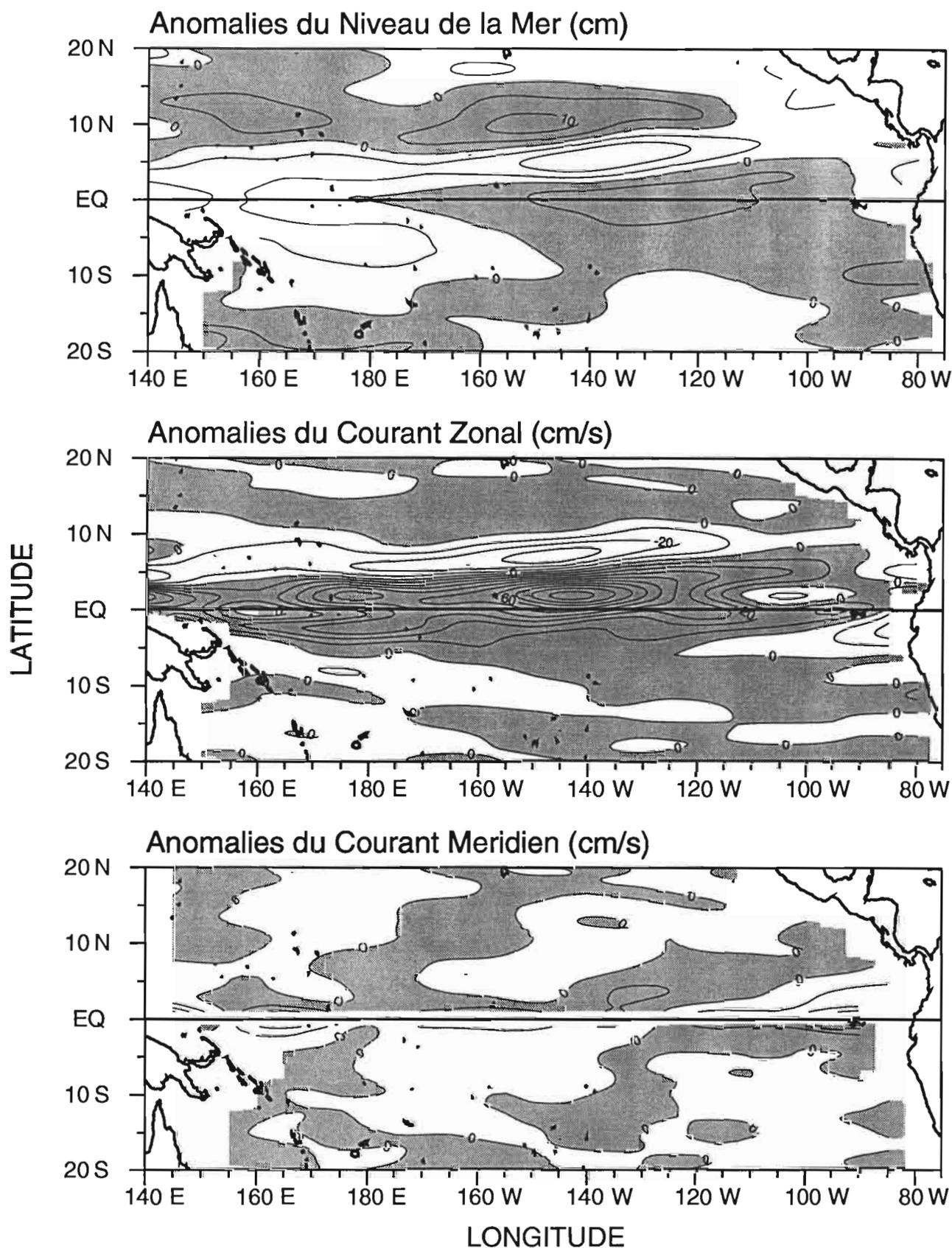


Figure B14. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

29 Juin 1987

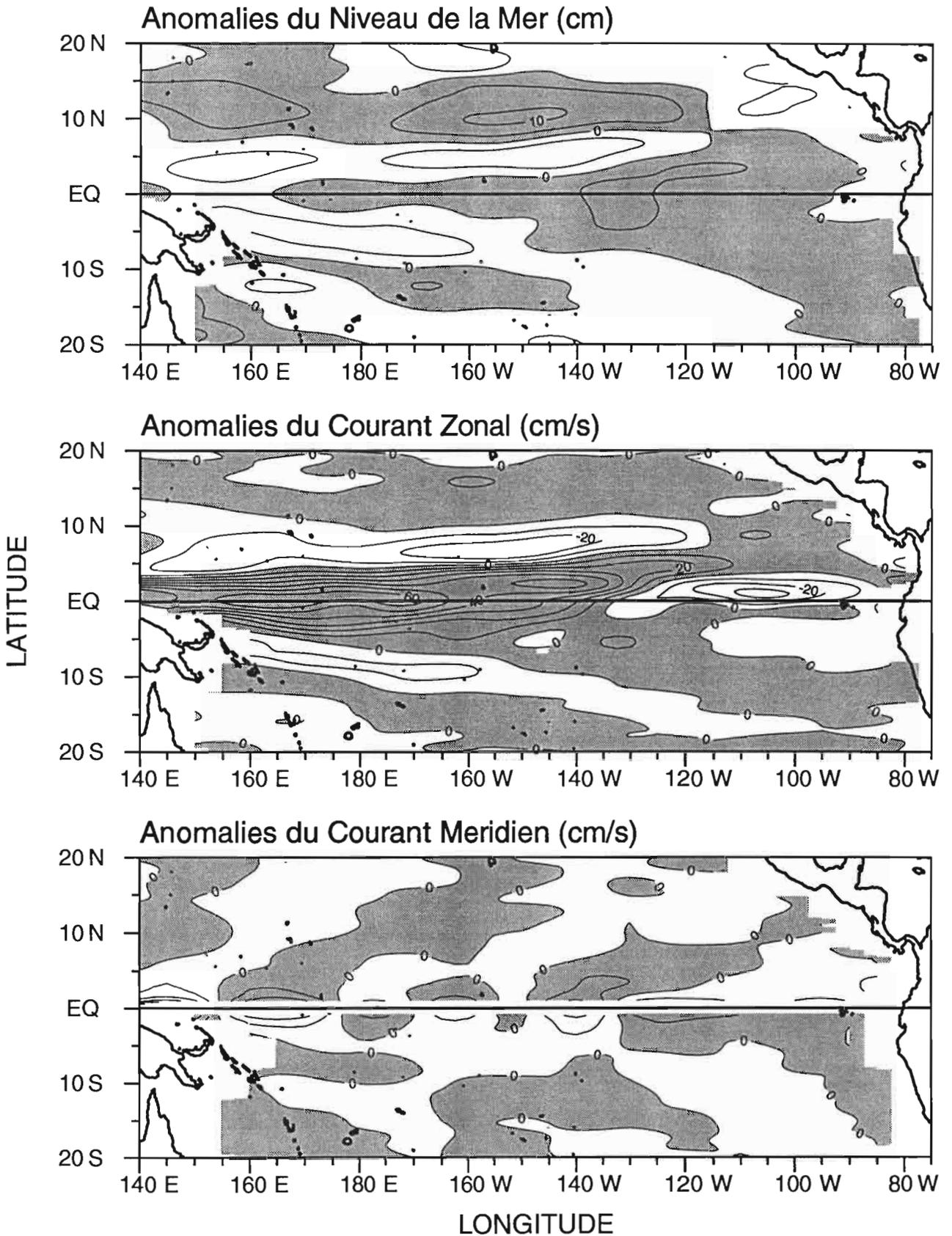


Figure B15. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

14 Juillet 1987

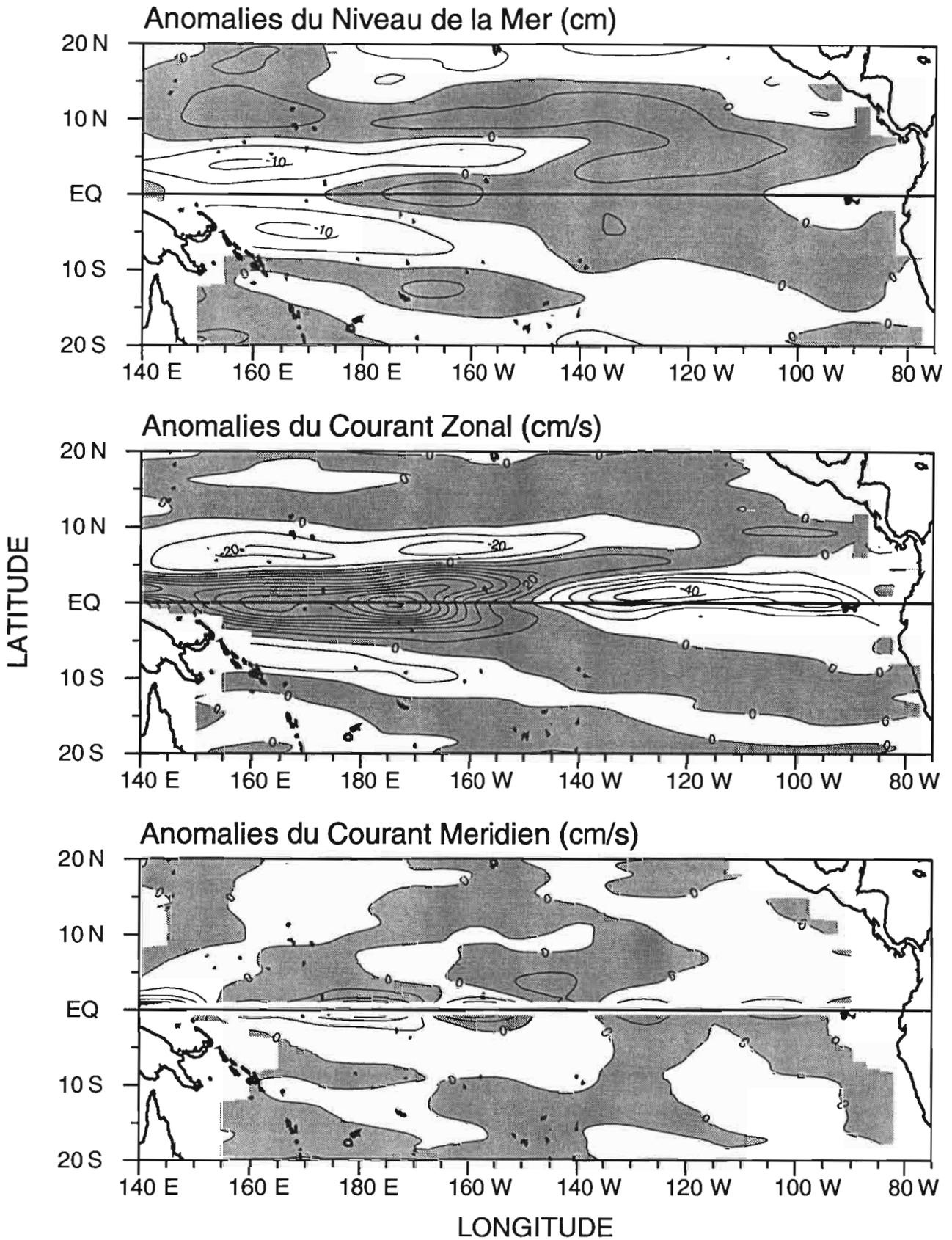


Figure B16. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

29 Juillet 1987

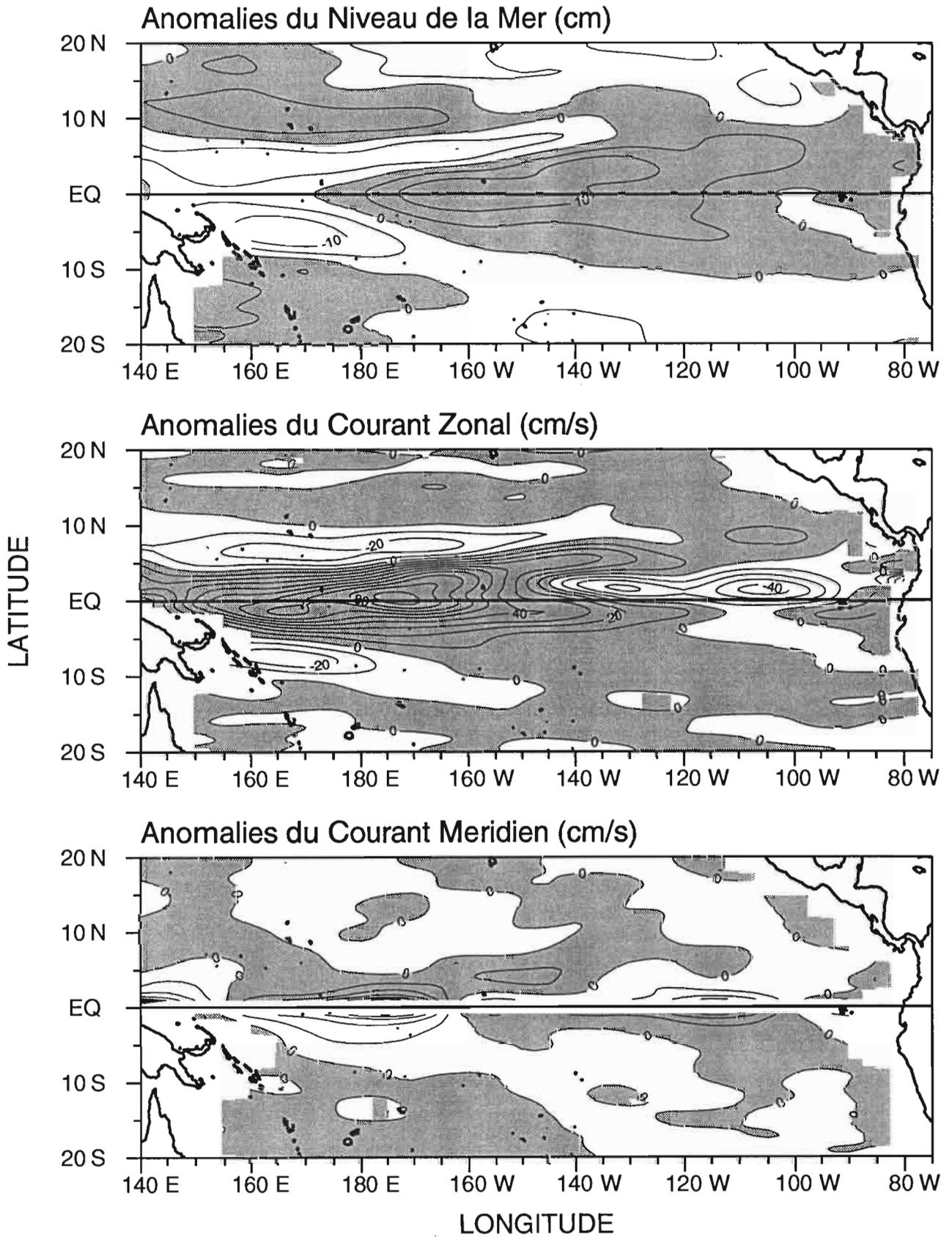


Figure B17. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

13 Aout 1987

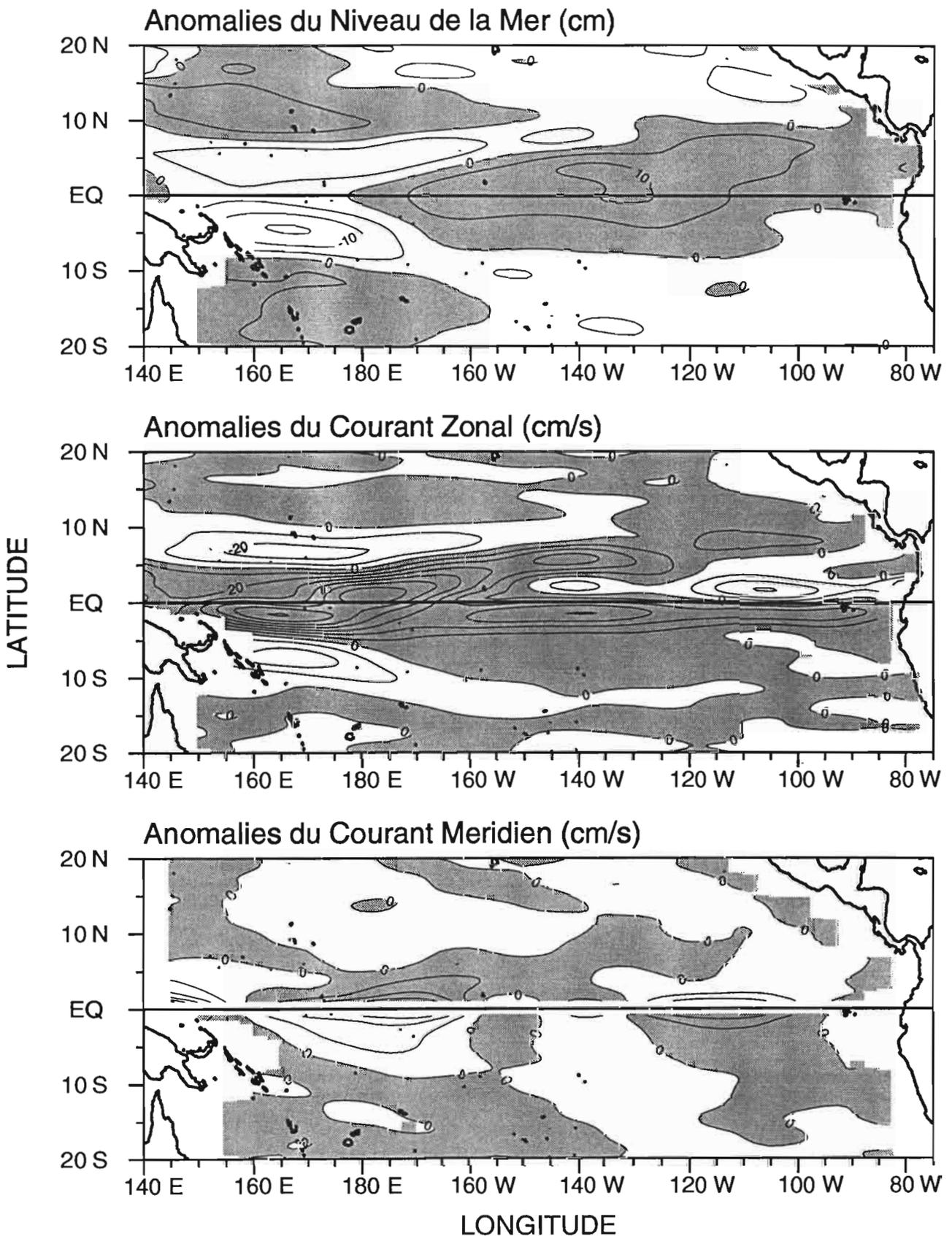


Figure B18. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

28 Aout 1987

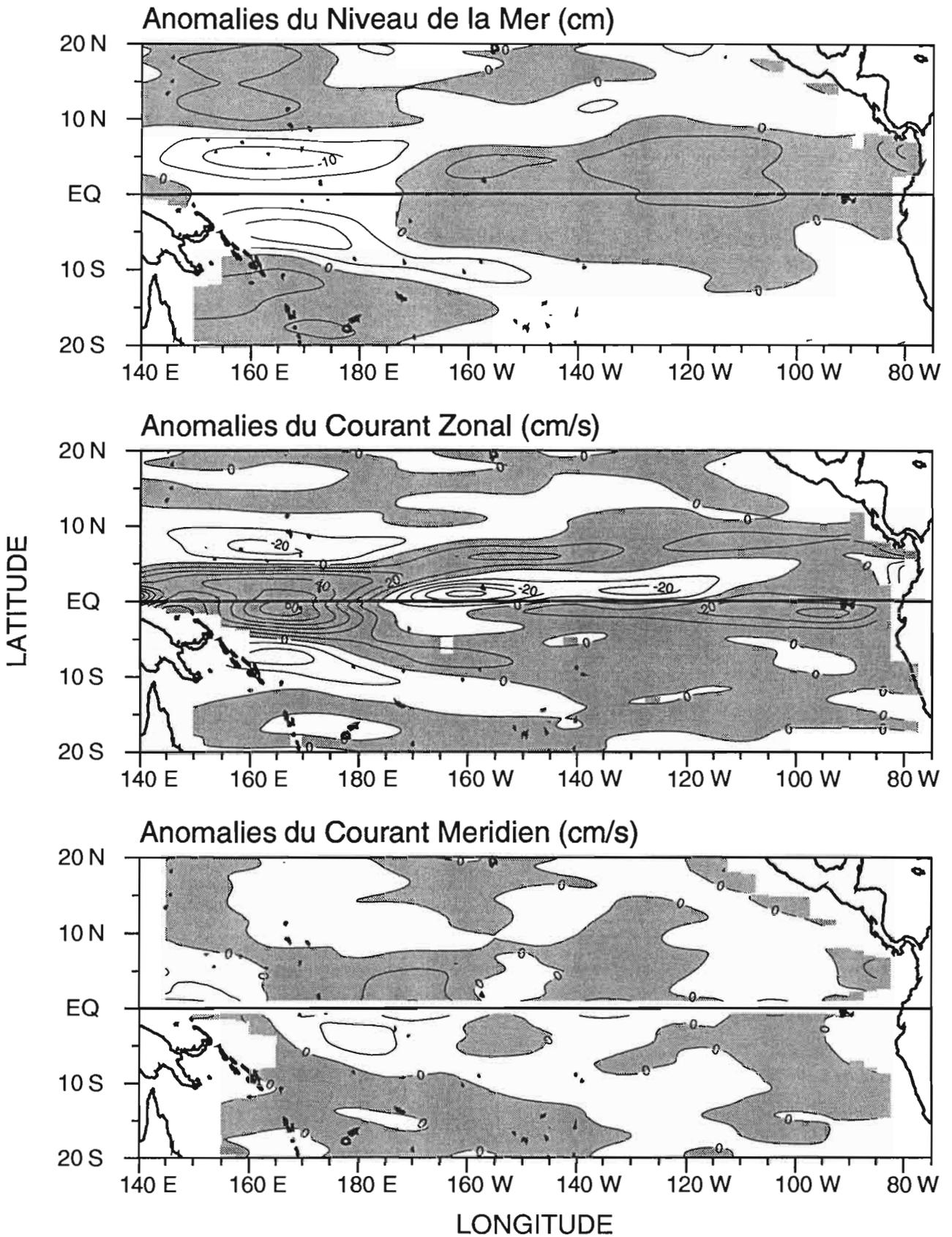


Figure B19. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

17 Septembre 1987

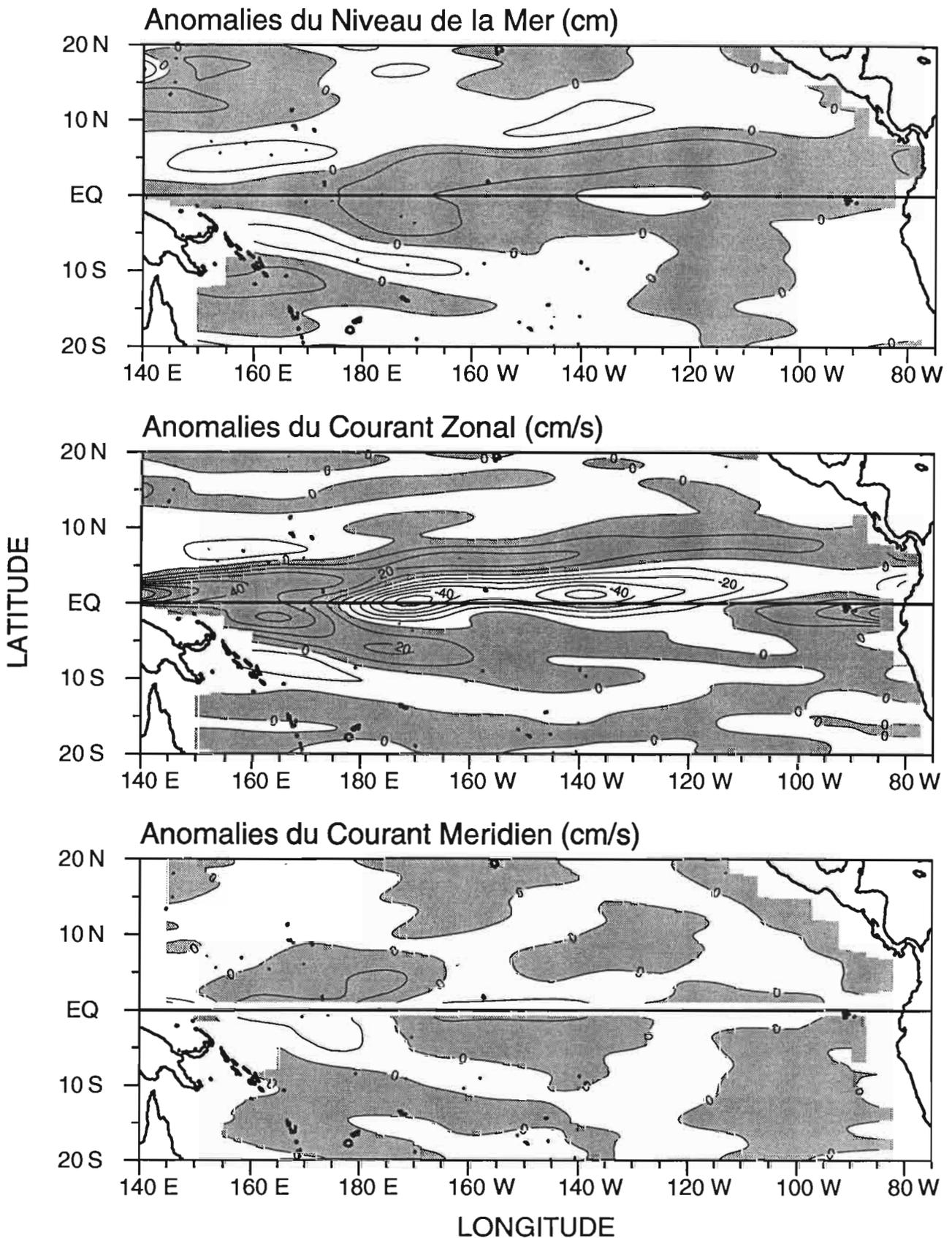


Figure B20. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

2 Octobre 1987

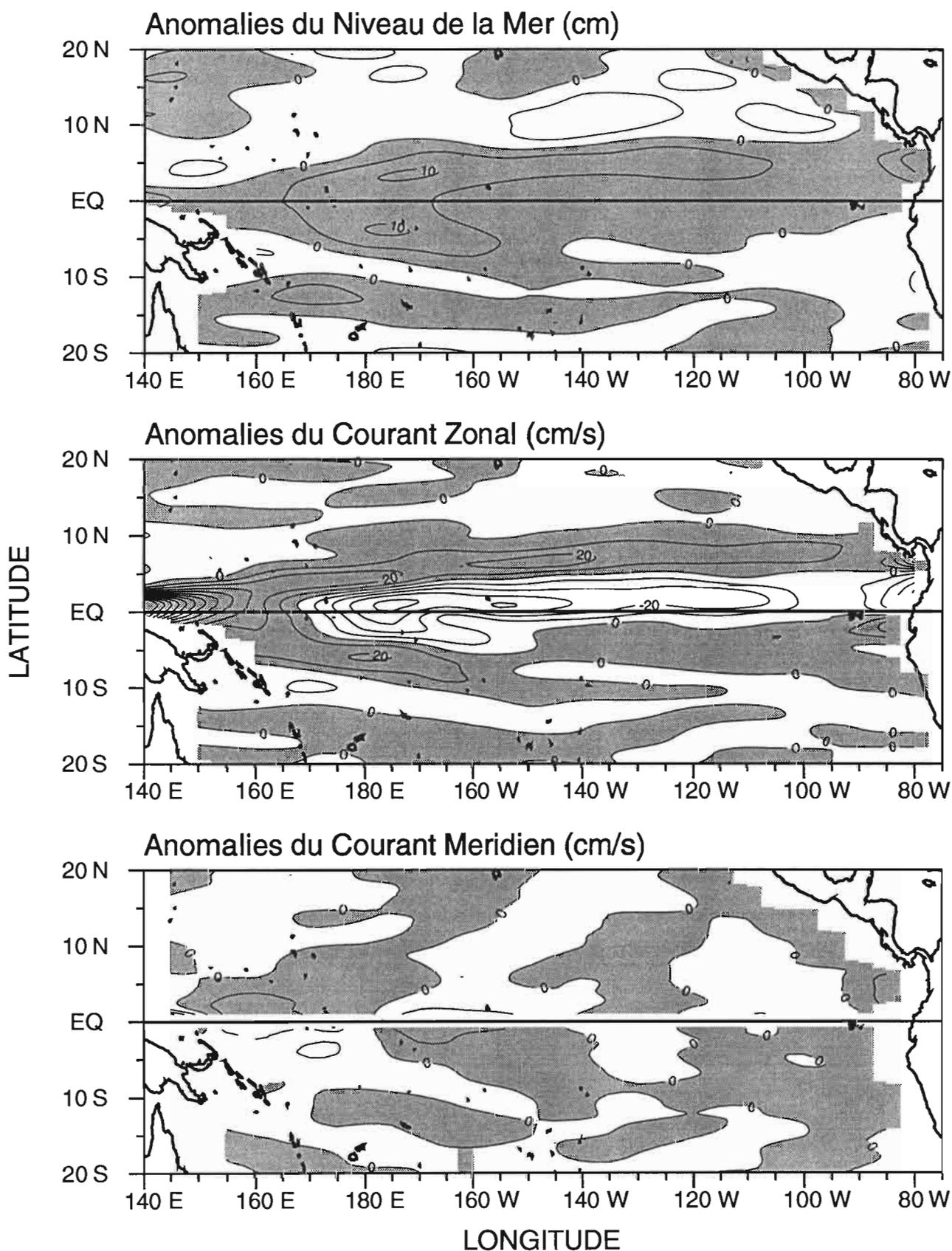


Figure B21. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

17 Octobre 1987

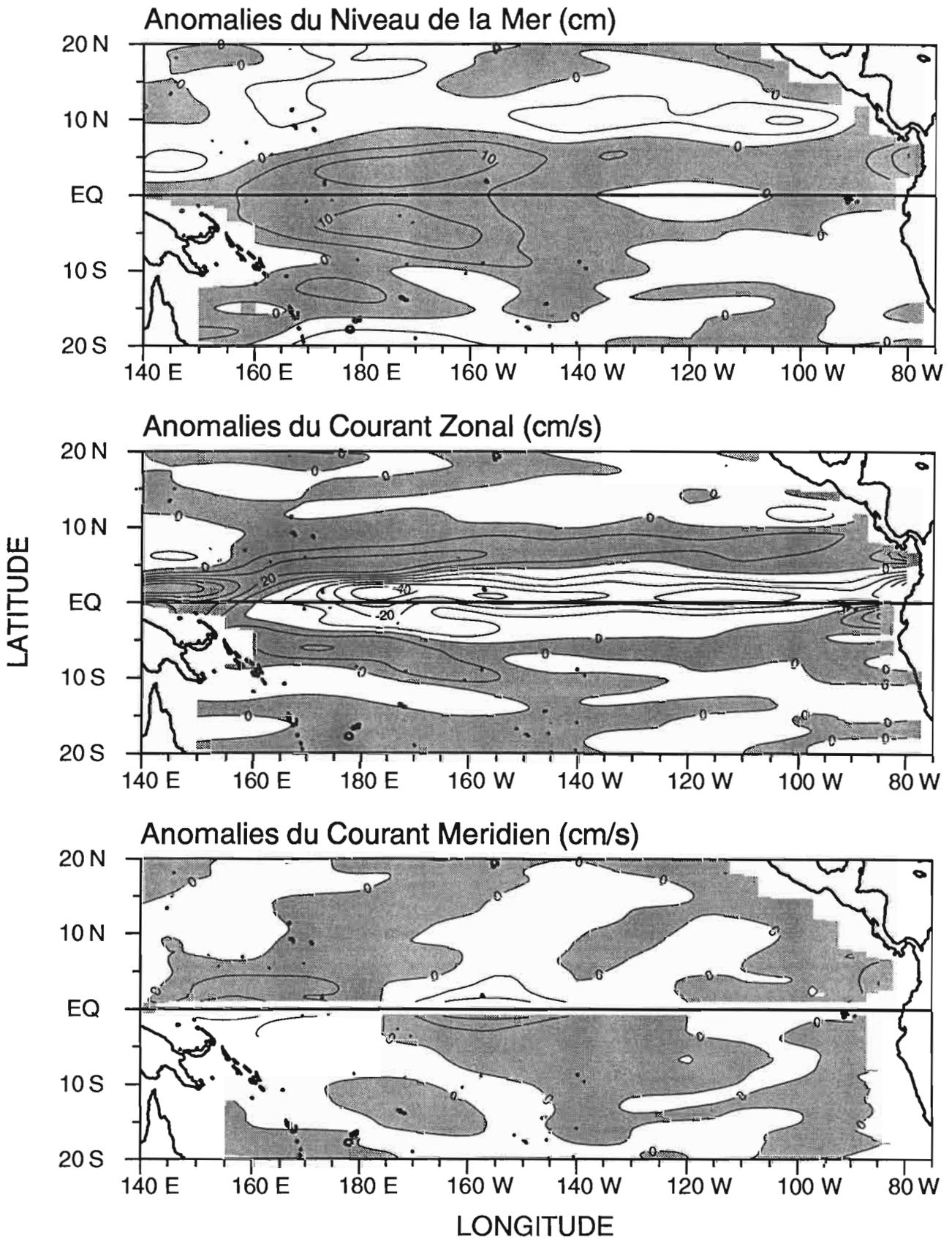


Figure B22. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

1 Novembre 1987

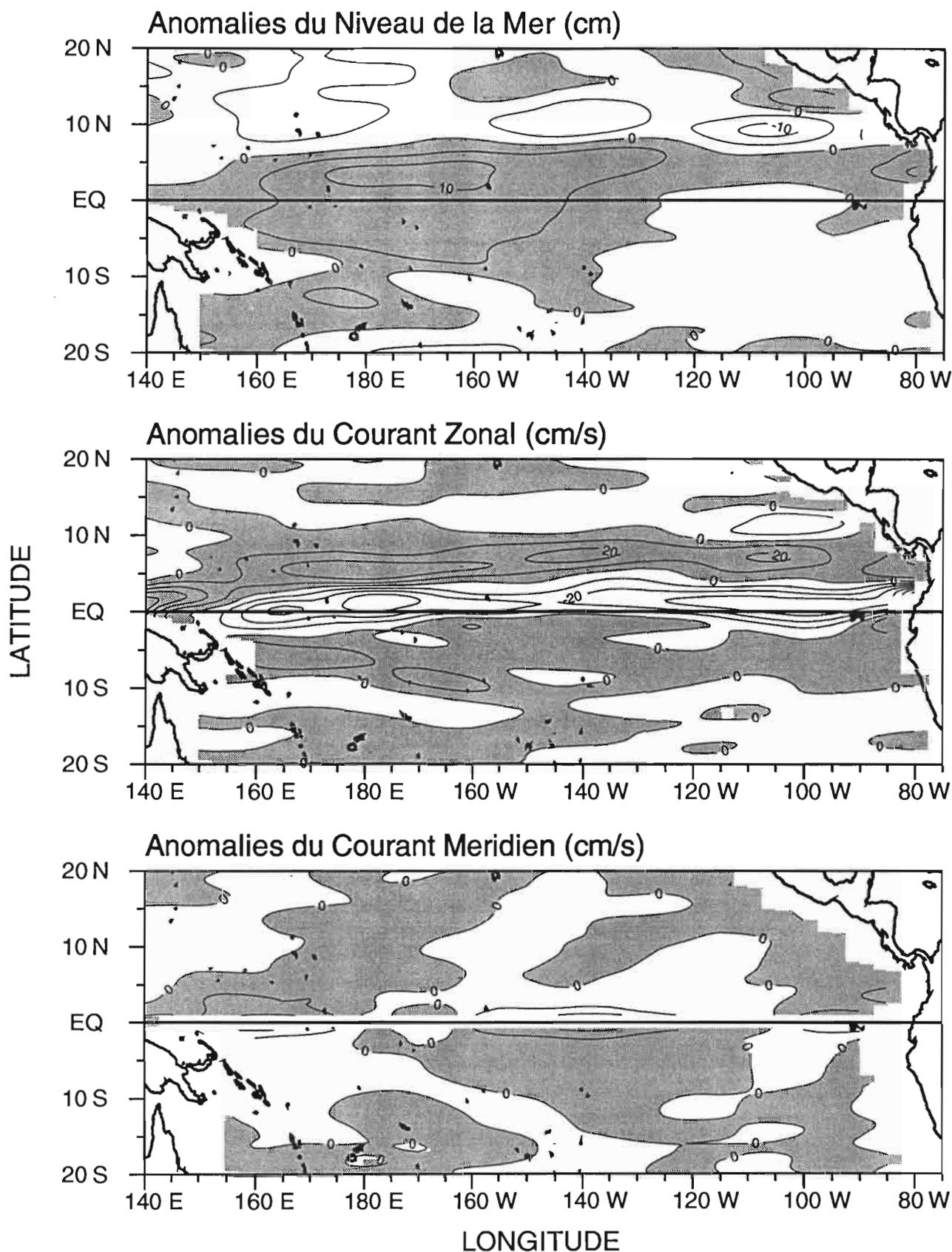


Figure B23. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

16 Novembre 1987

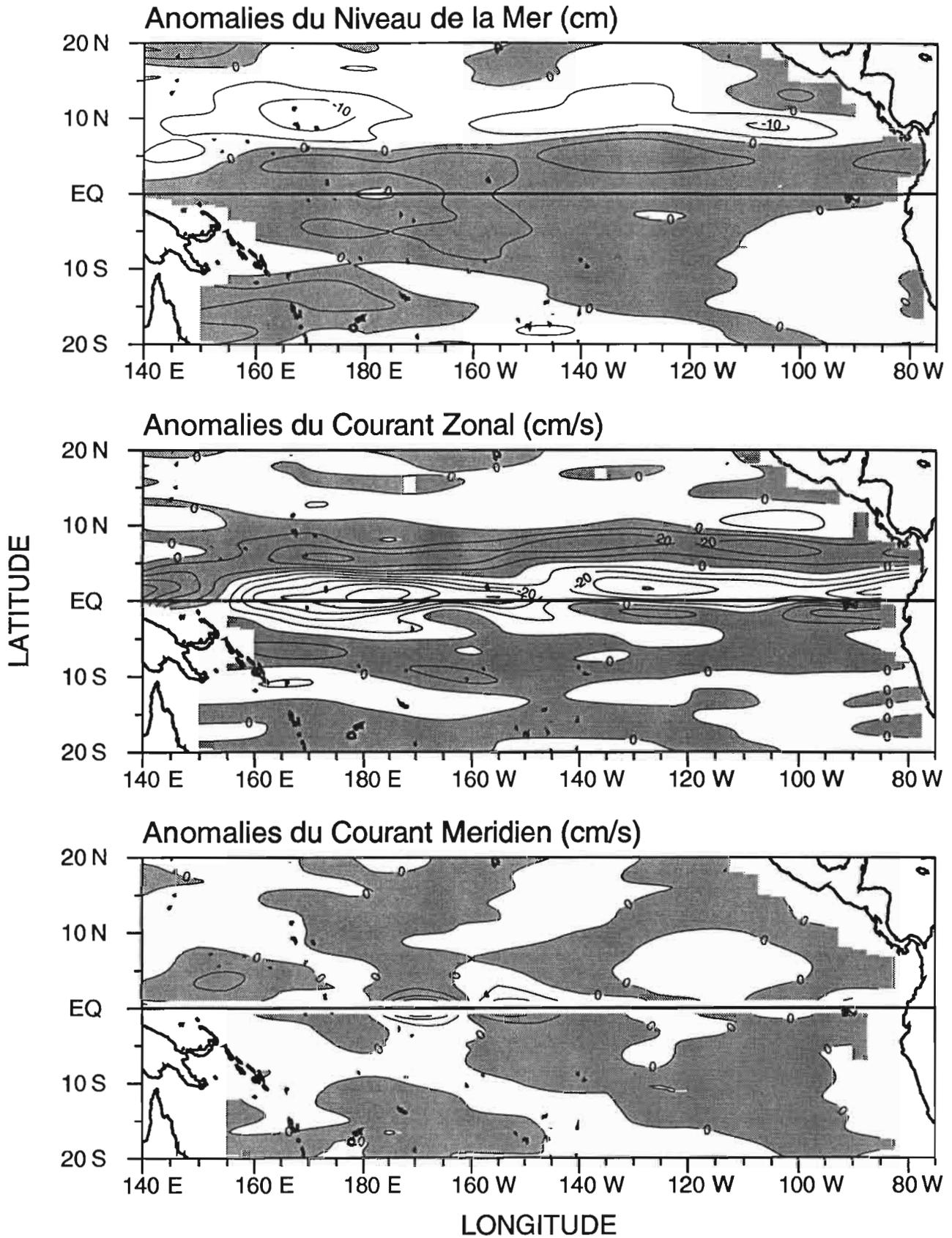


Figure B24. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

1 Decembre 1987

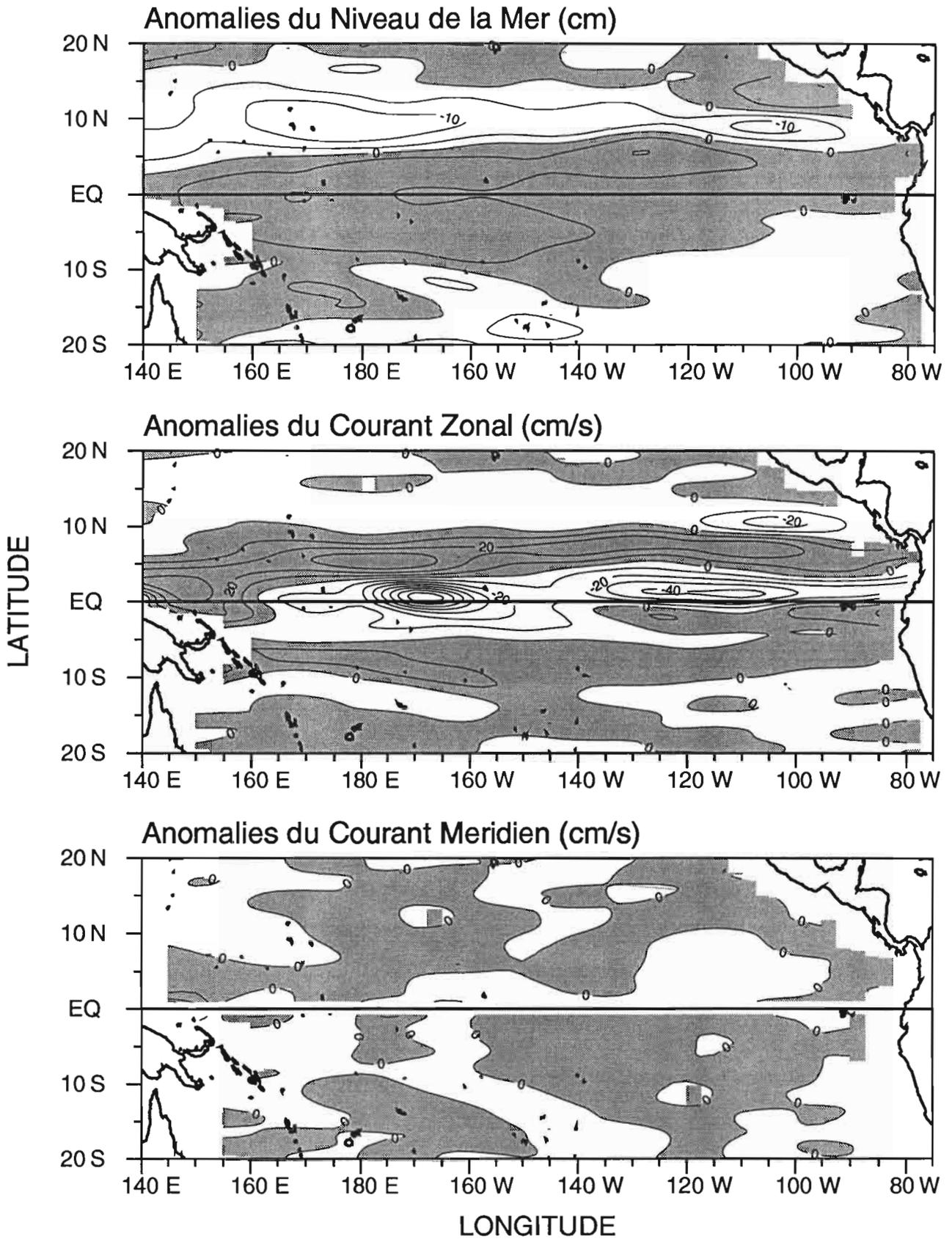


Figure B25. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

16 Decembre 1987

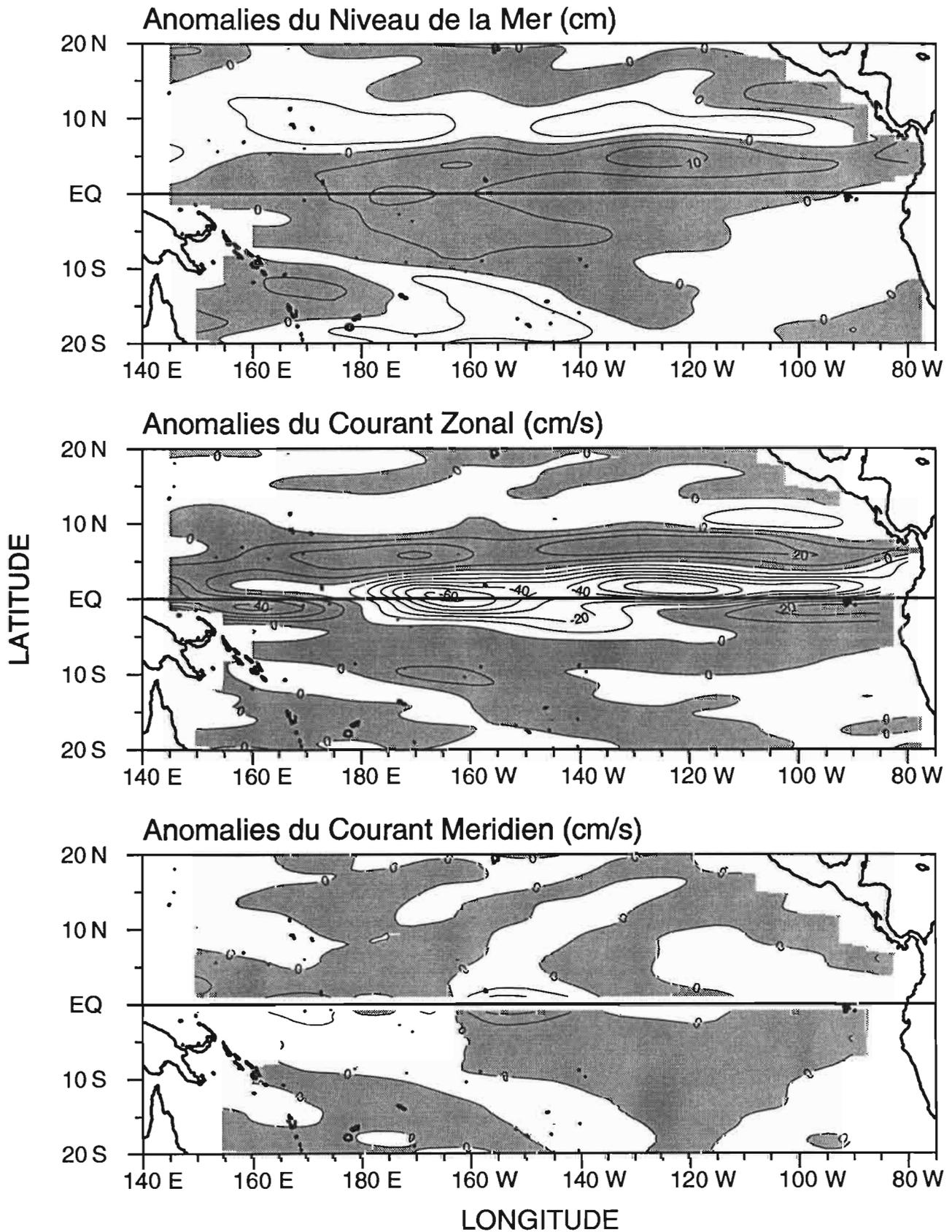


Figure B26. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

31 Decembre 1987

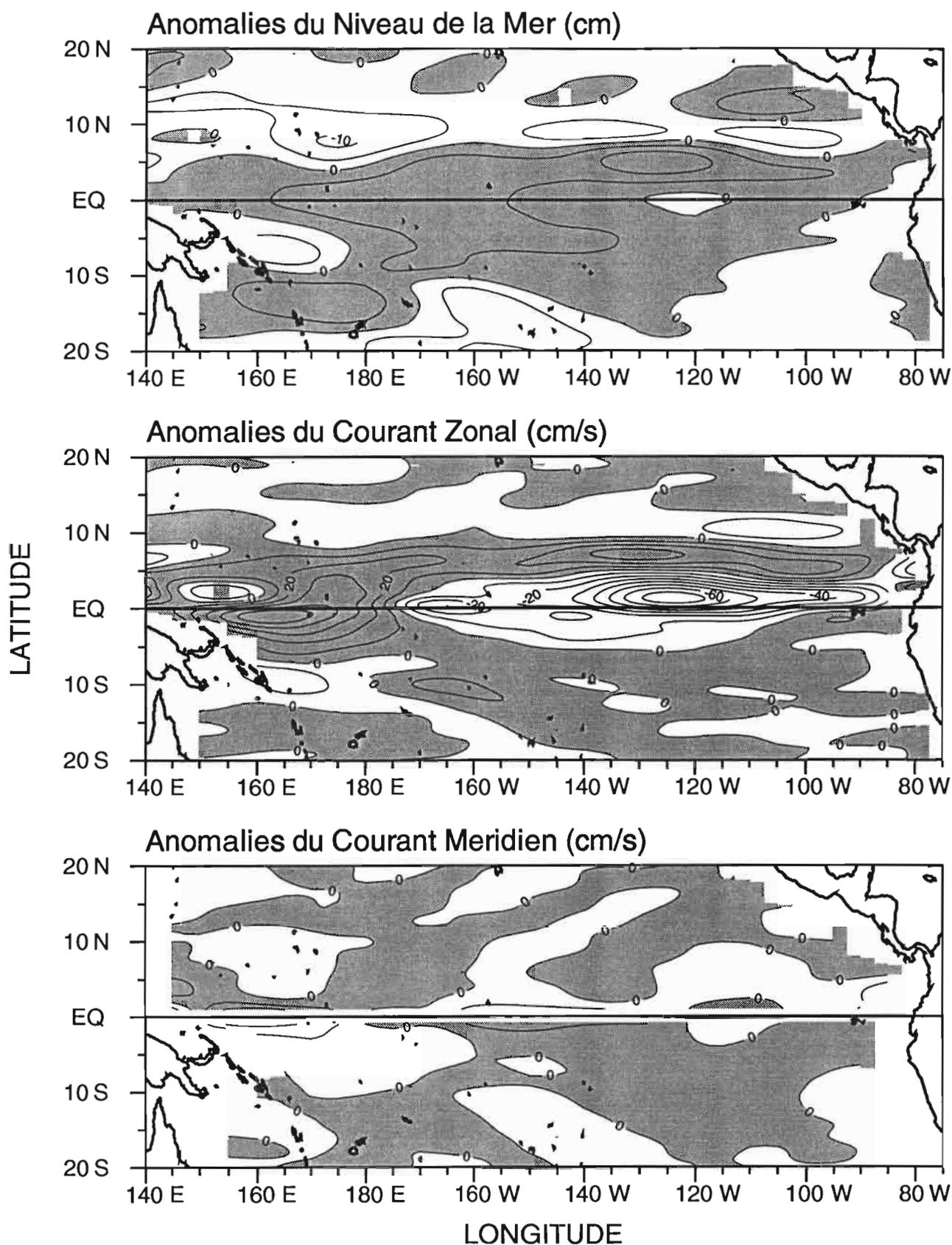


Figure B27. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

15 Janvier 1988

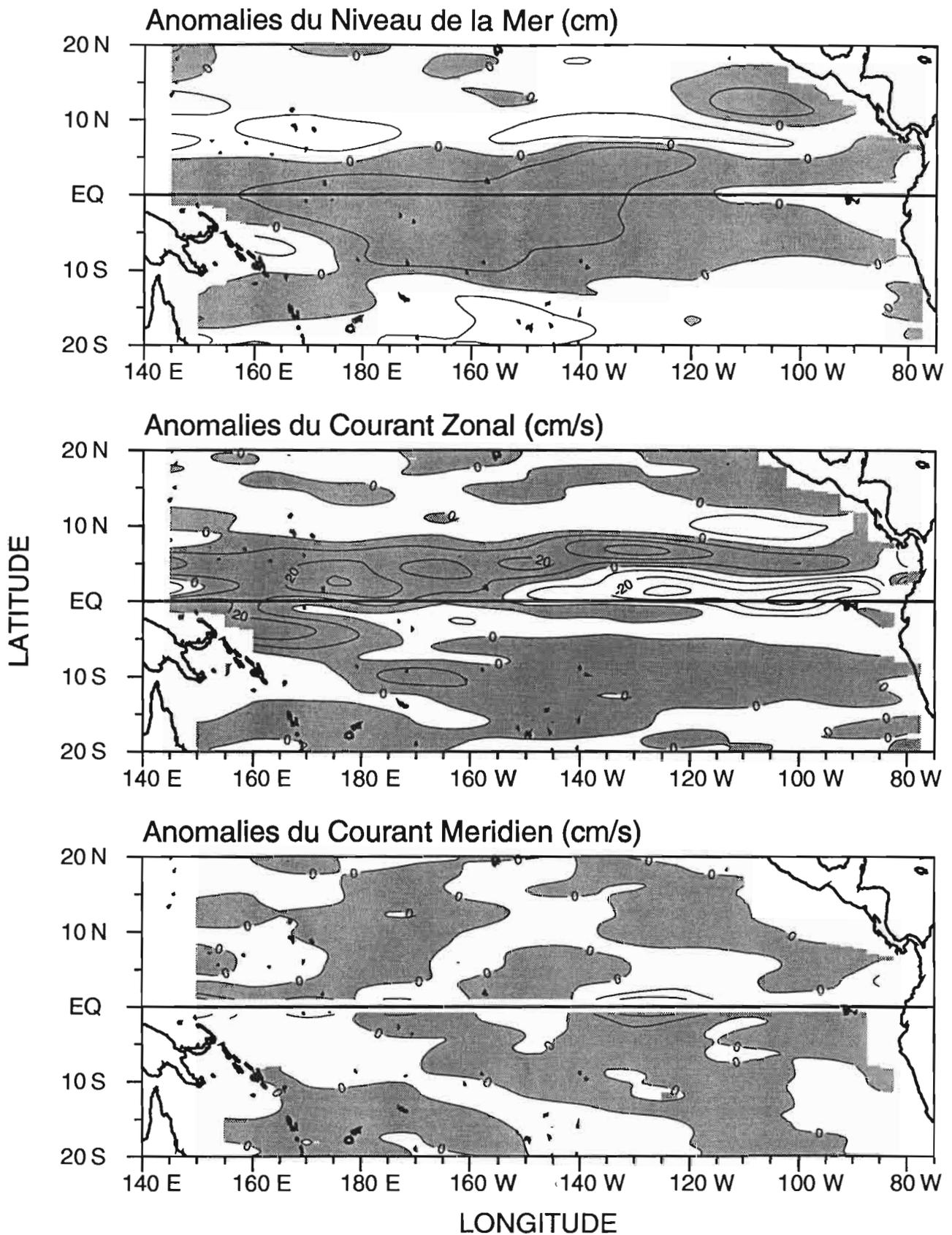


Figure B28. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

30 Janvier 1988

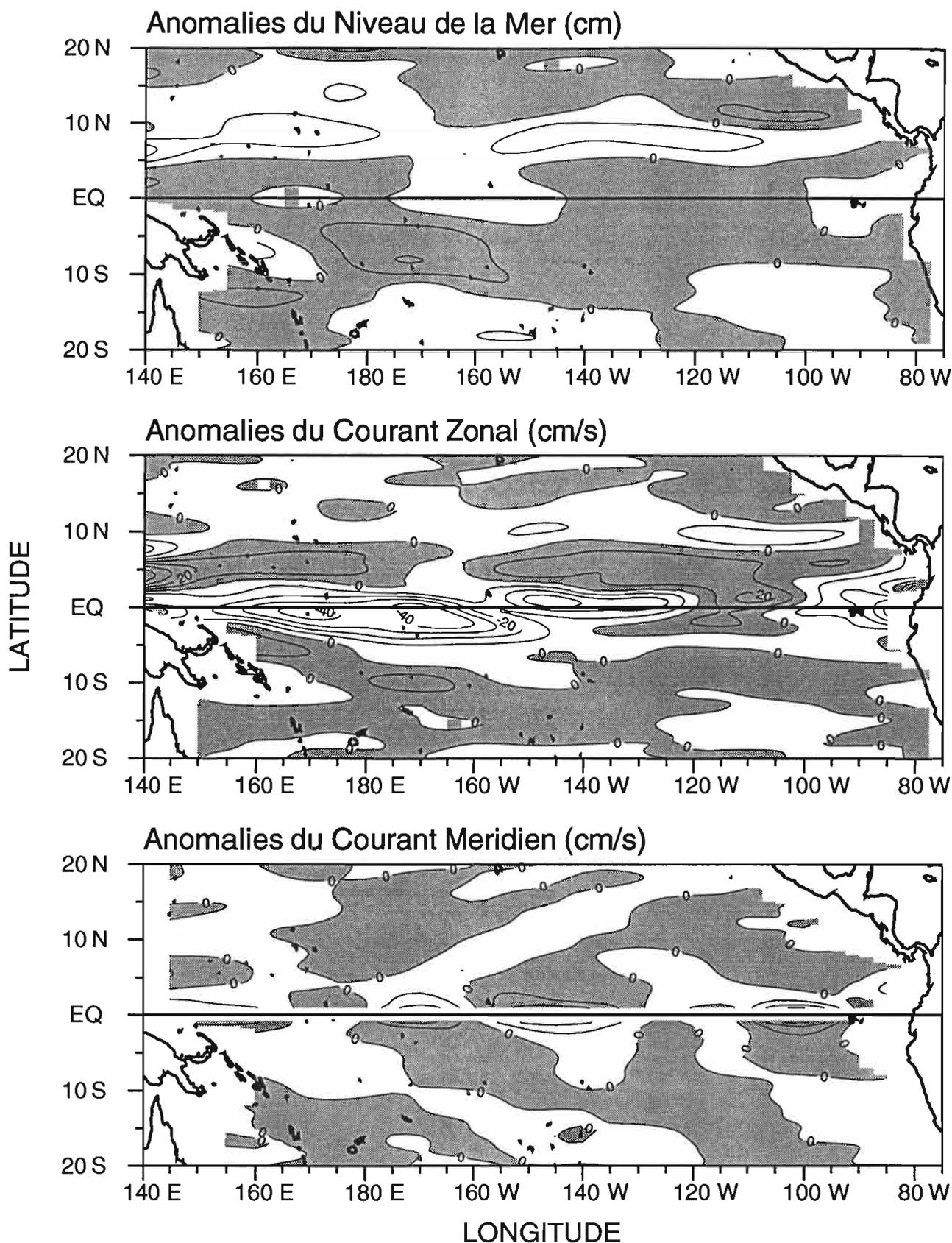


Figure B29. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

14 Fevrier 1988

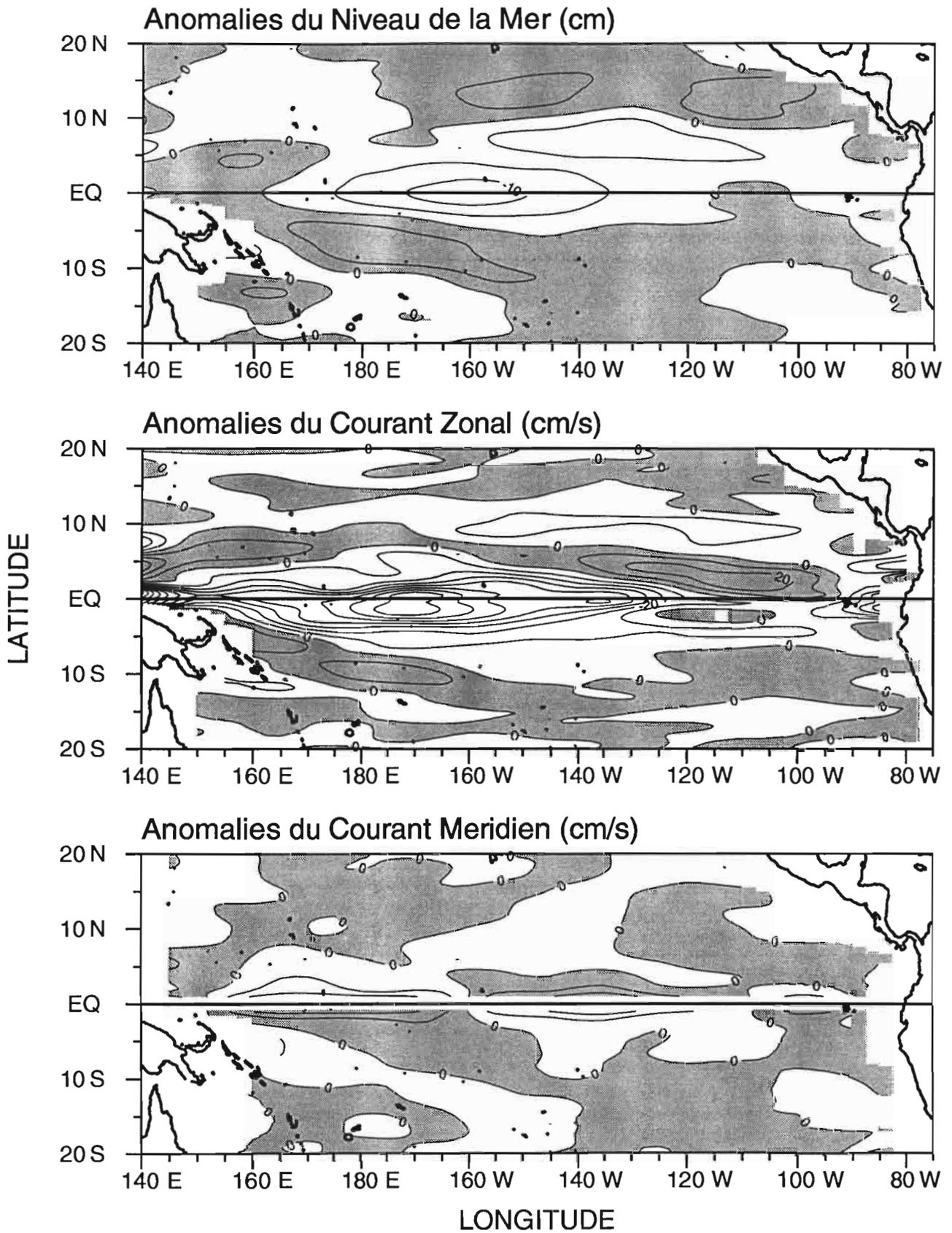


Figure B30. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

29 Fevrier 1988

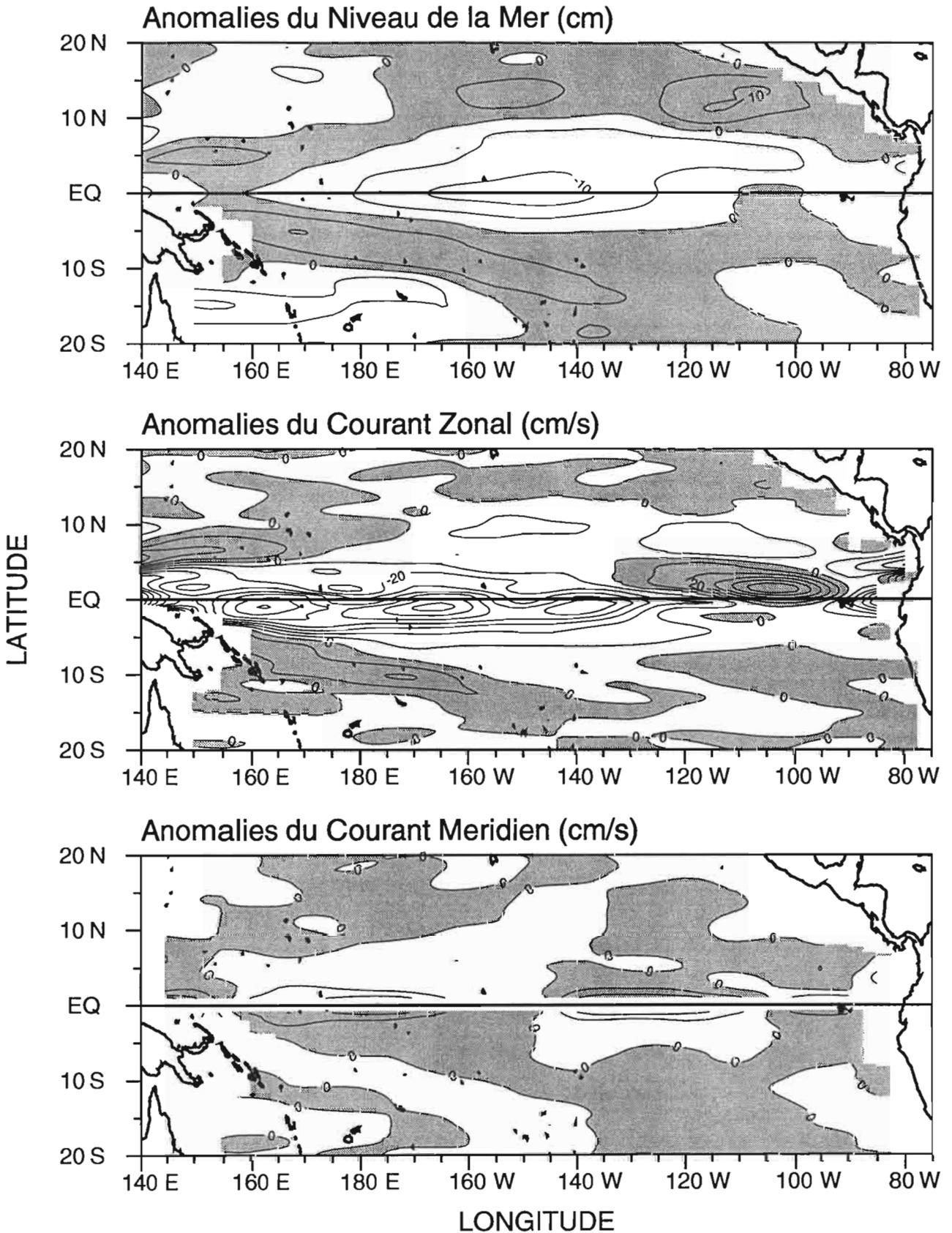


Figure B31. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

15 Mars 1988

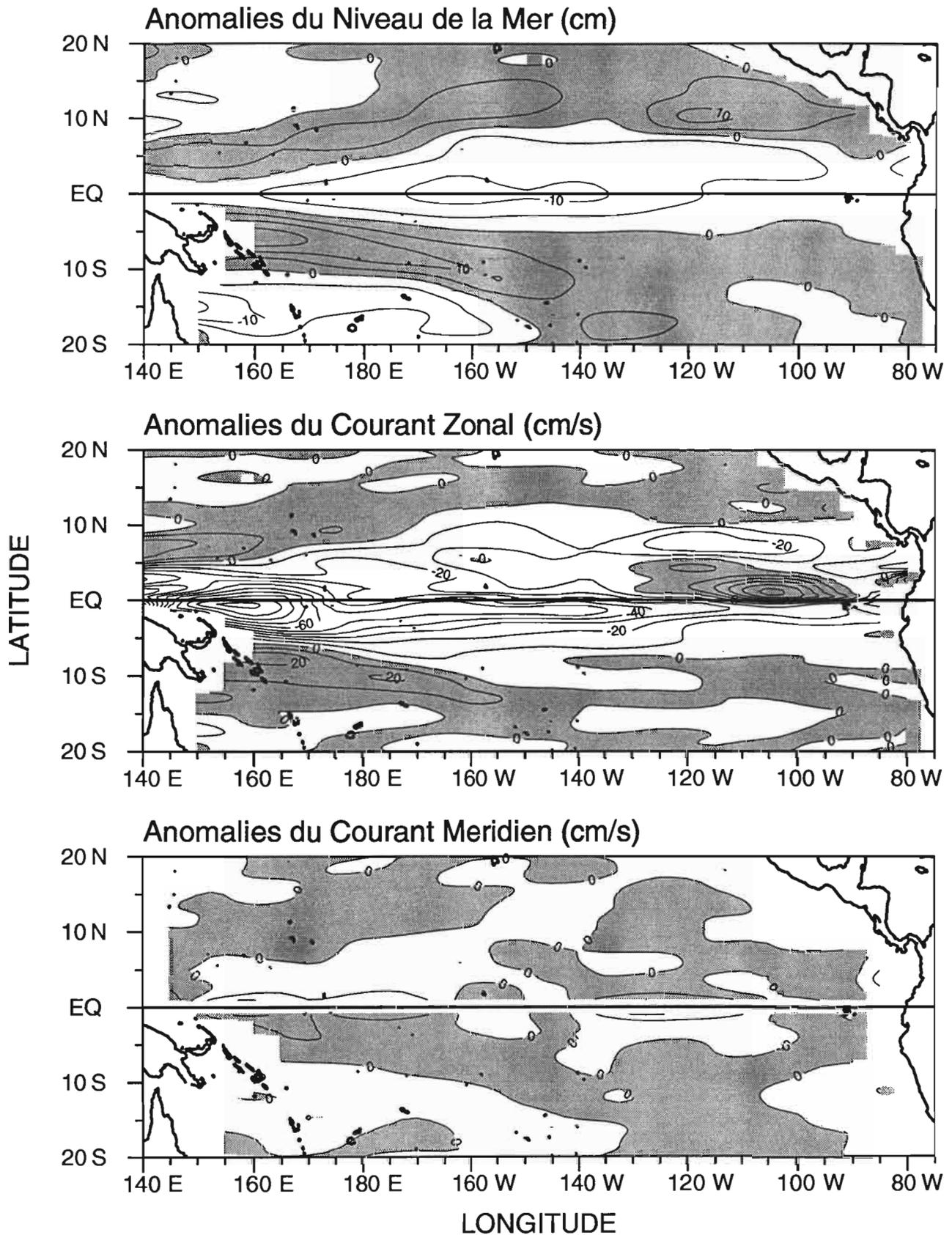


Figure B32. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

30 Mars 1988

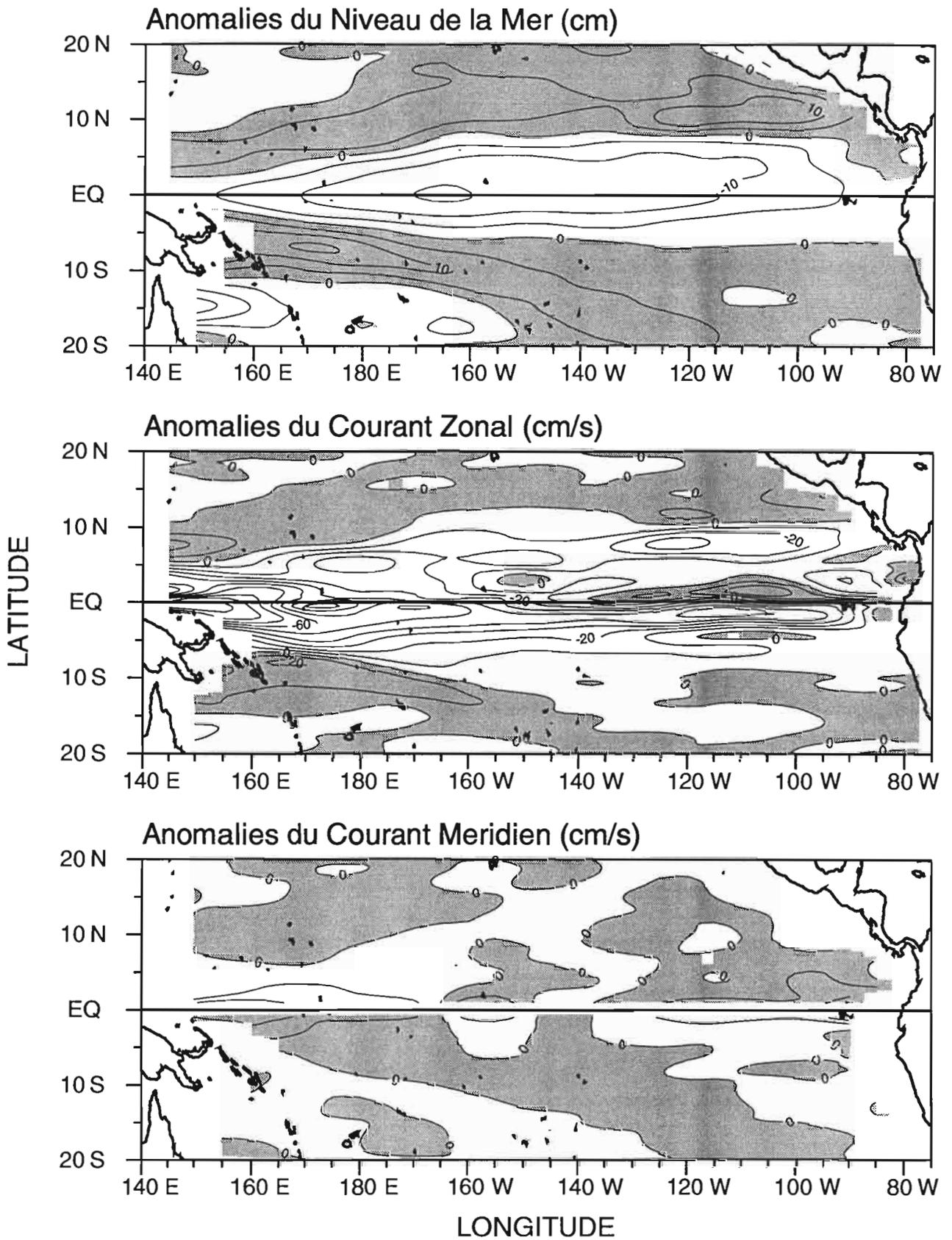


Figure B33. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

14 Avril 1988

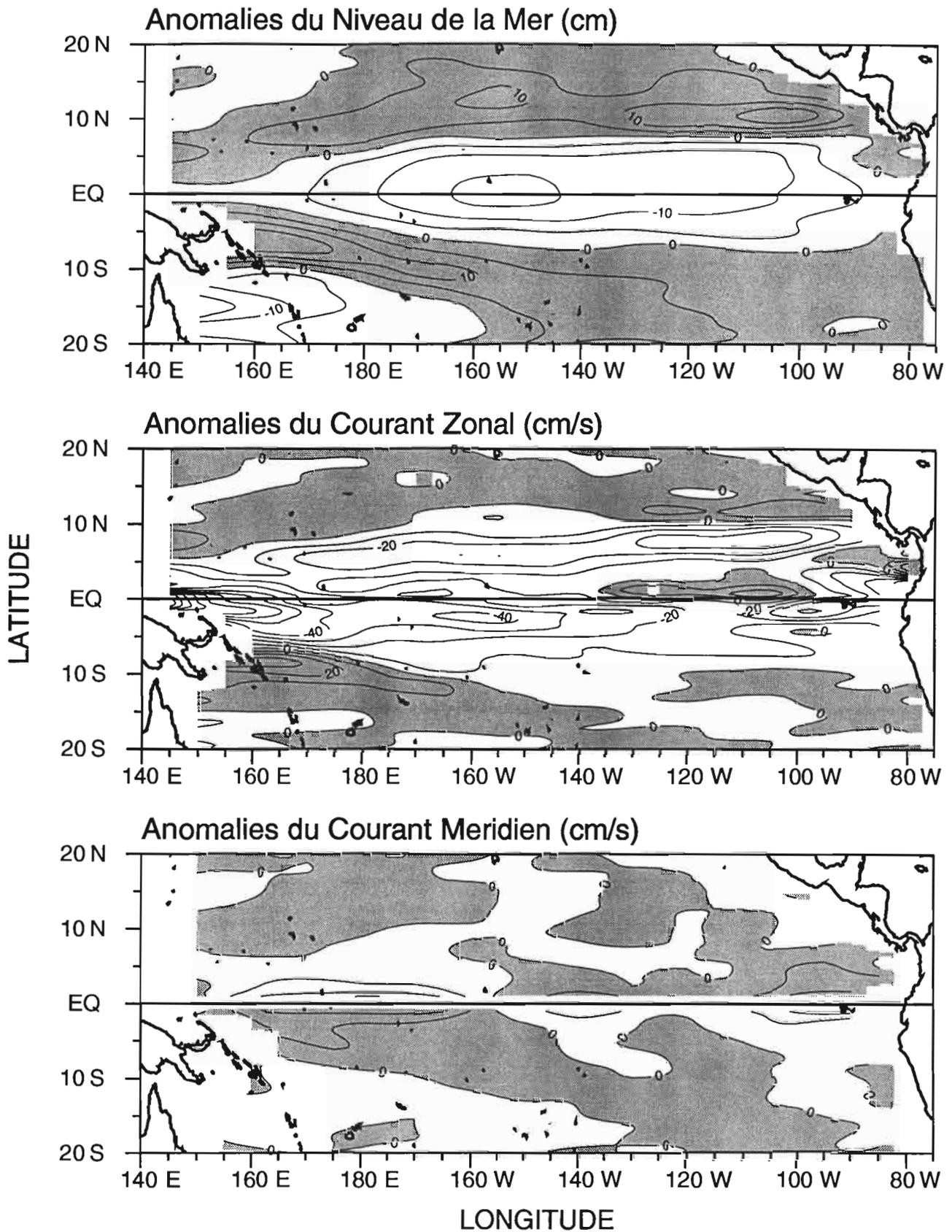


Figure B34. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

29 Avril 1988

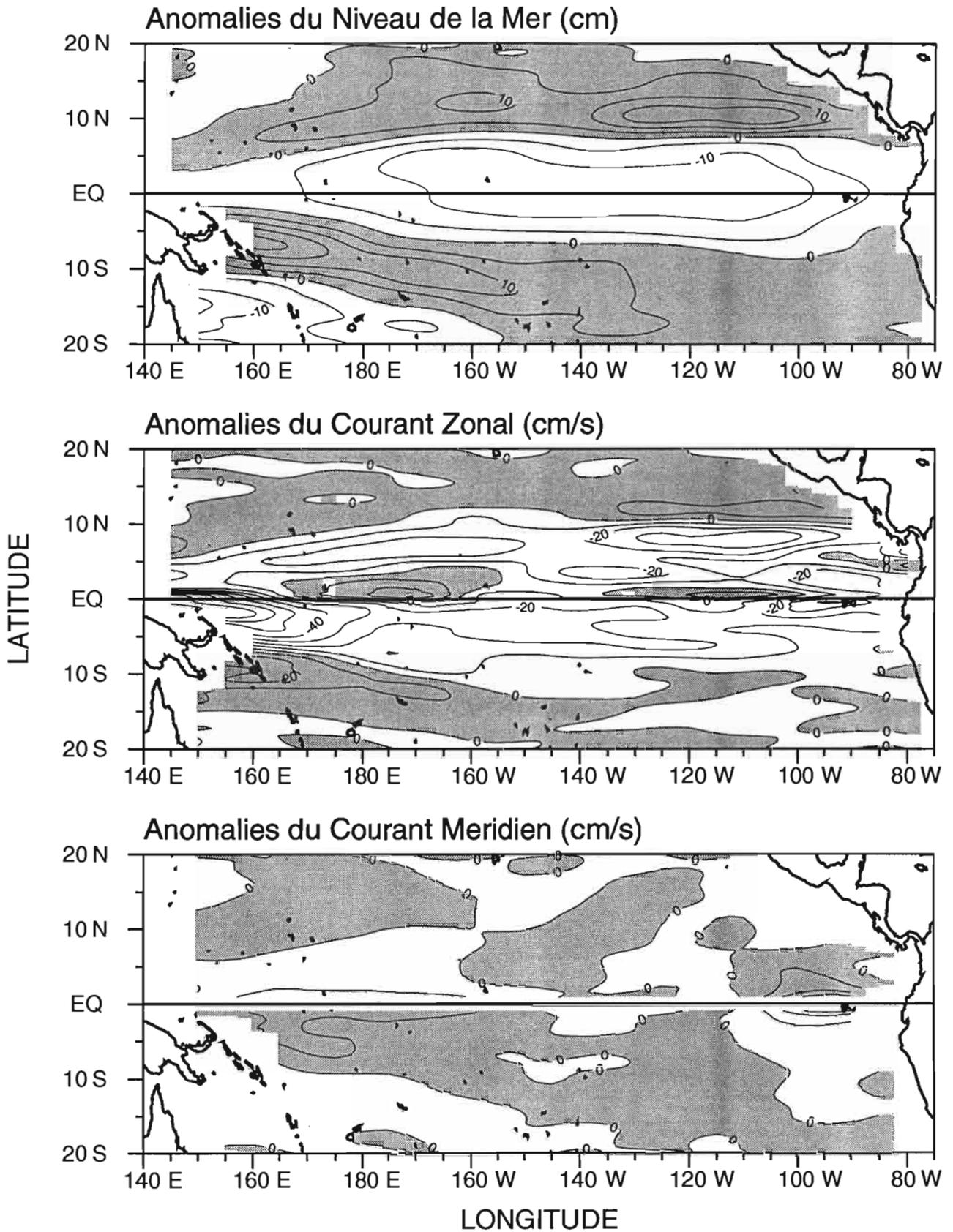


Figure B35. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

14 Mai 1988

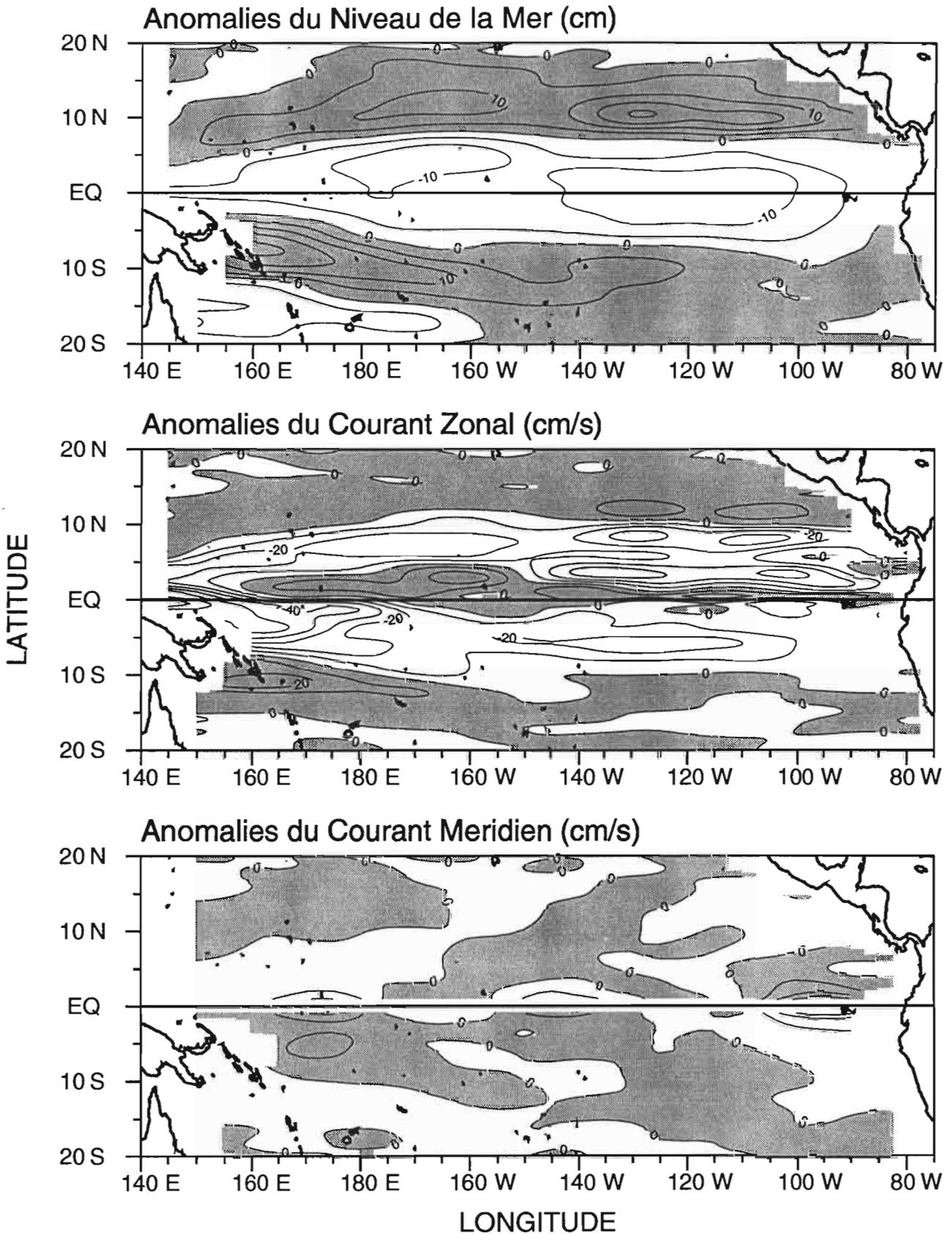


Figure B36. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

29 Mai 1988

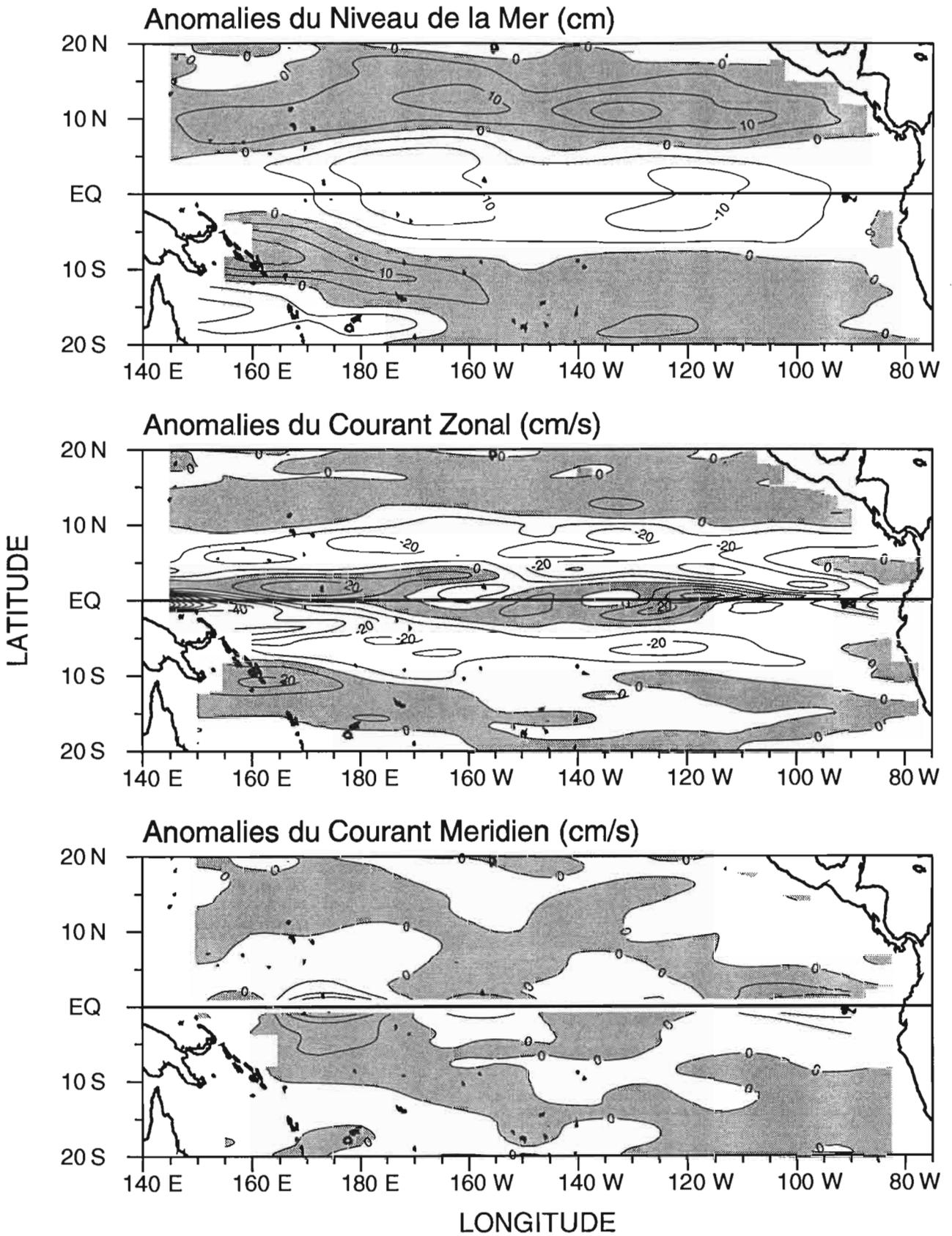


Figure B37. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

13 Juin 1988

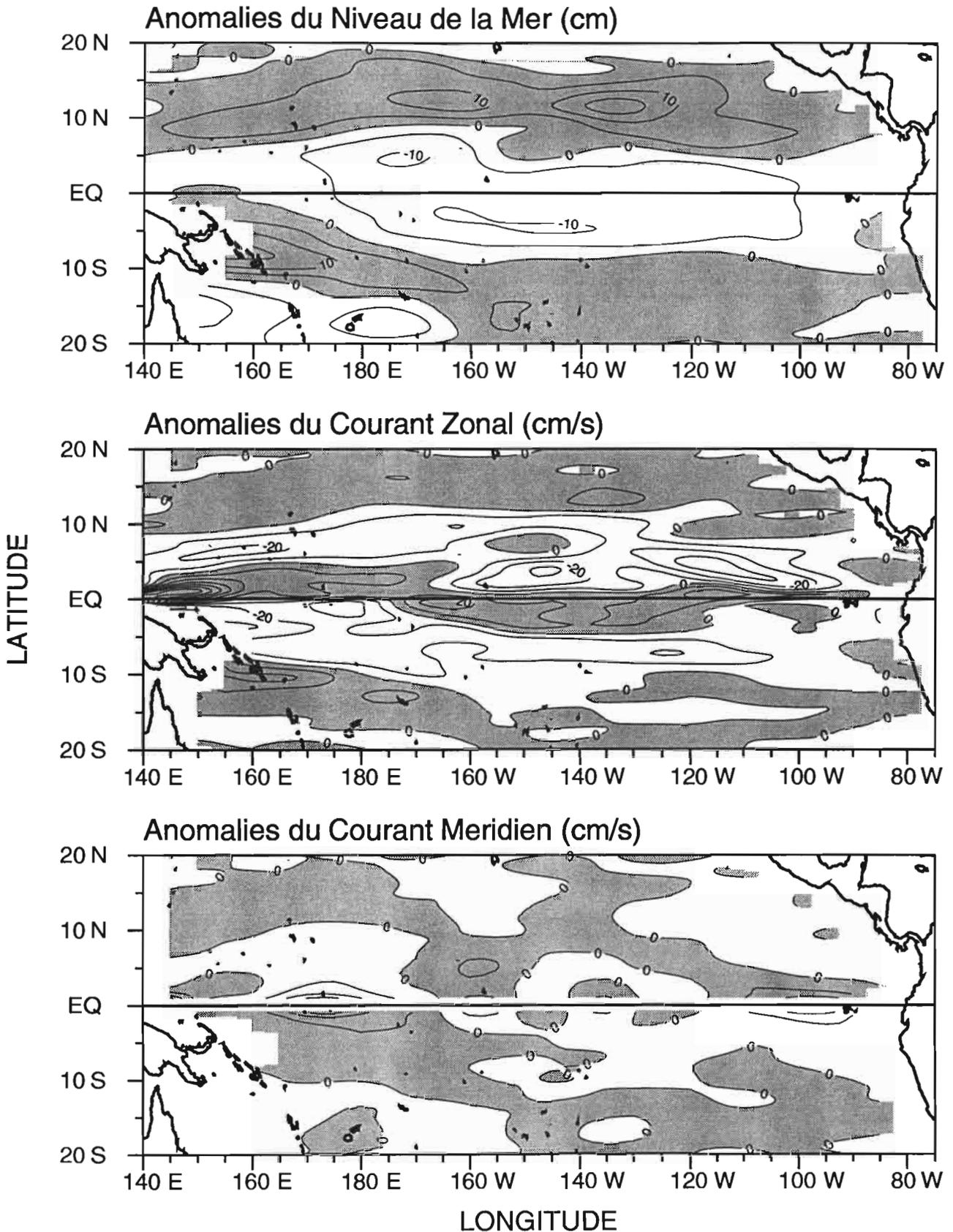


Figure B38. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

28 Juin 1988

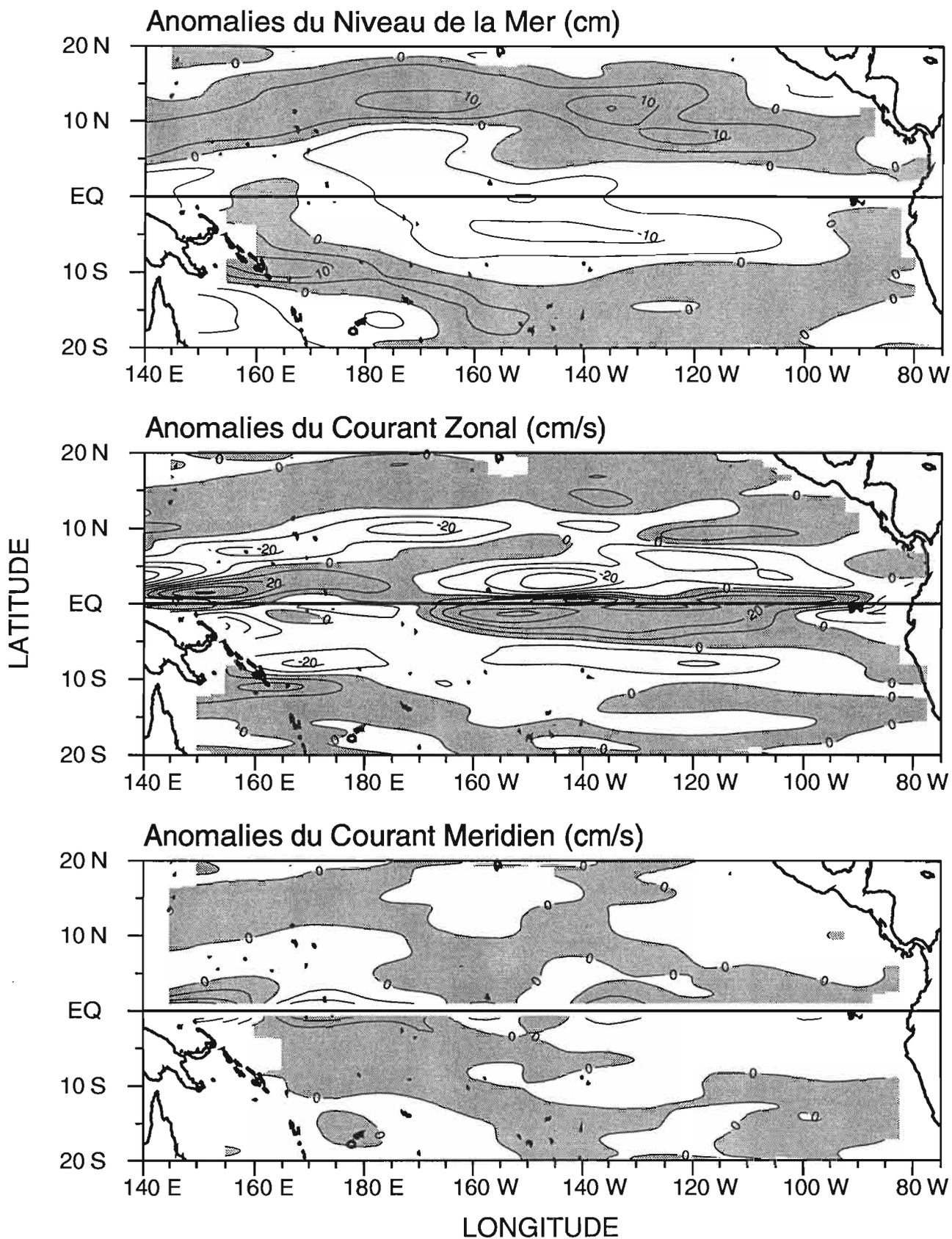


Figure B39. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

13 Juillet 1988

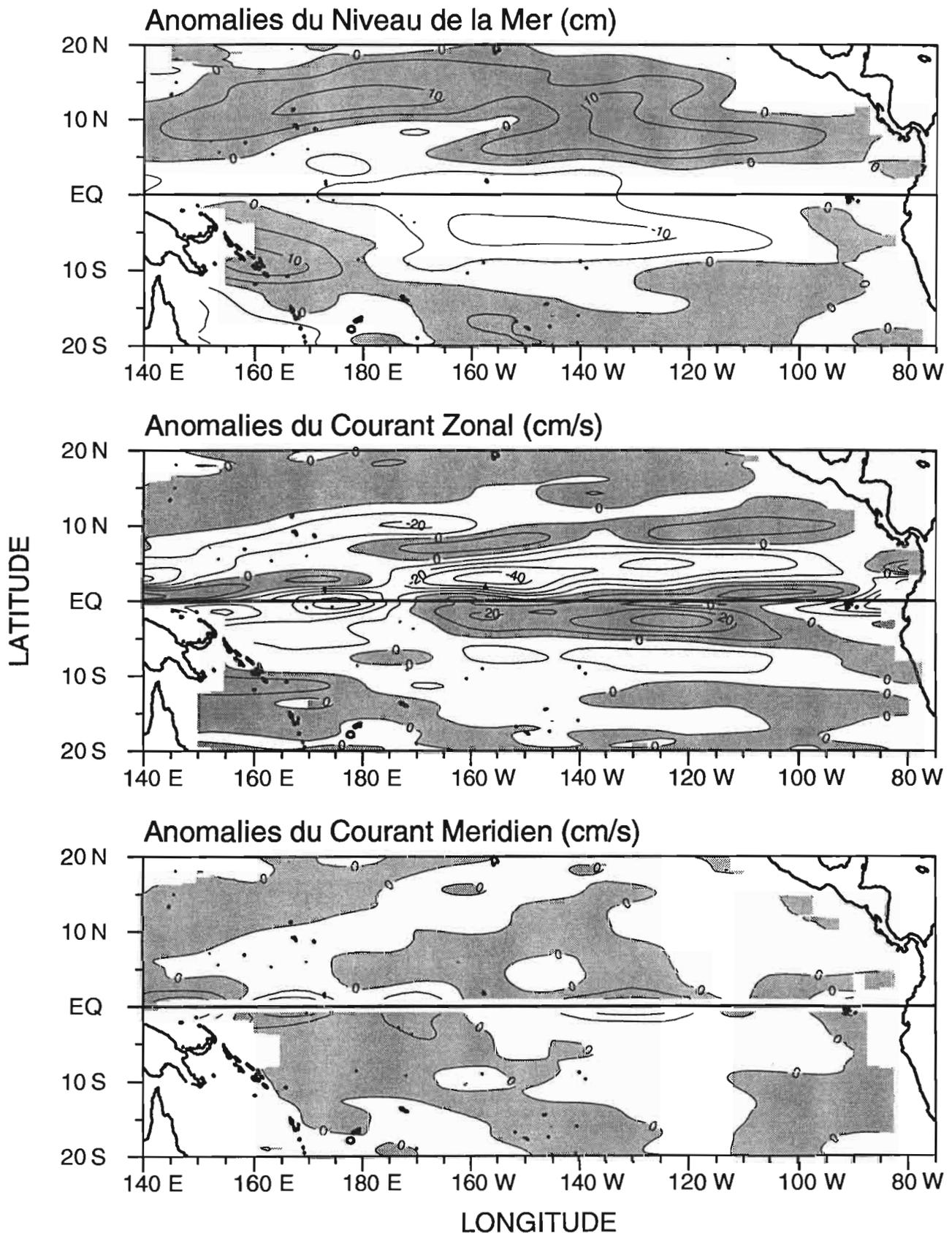


Figure B40. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

28 Juillet 1988

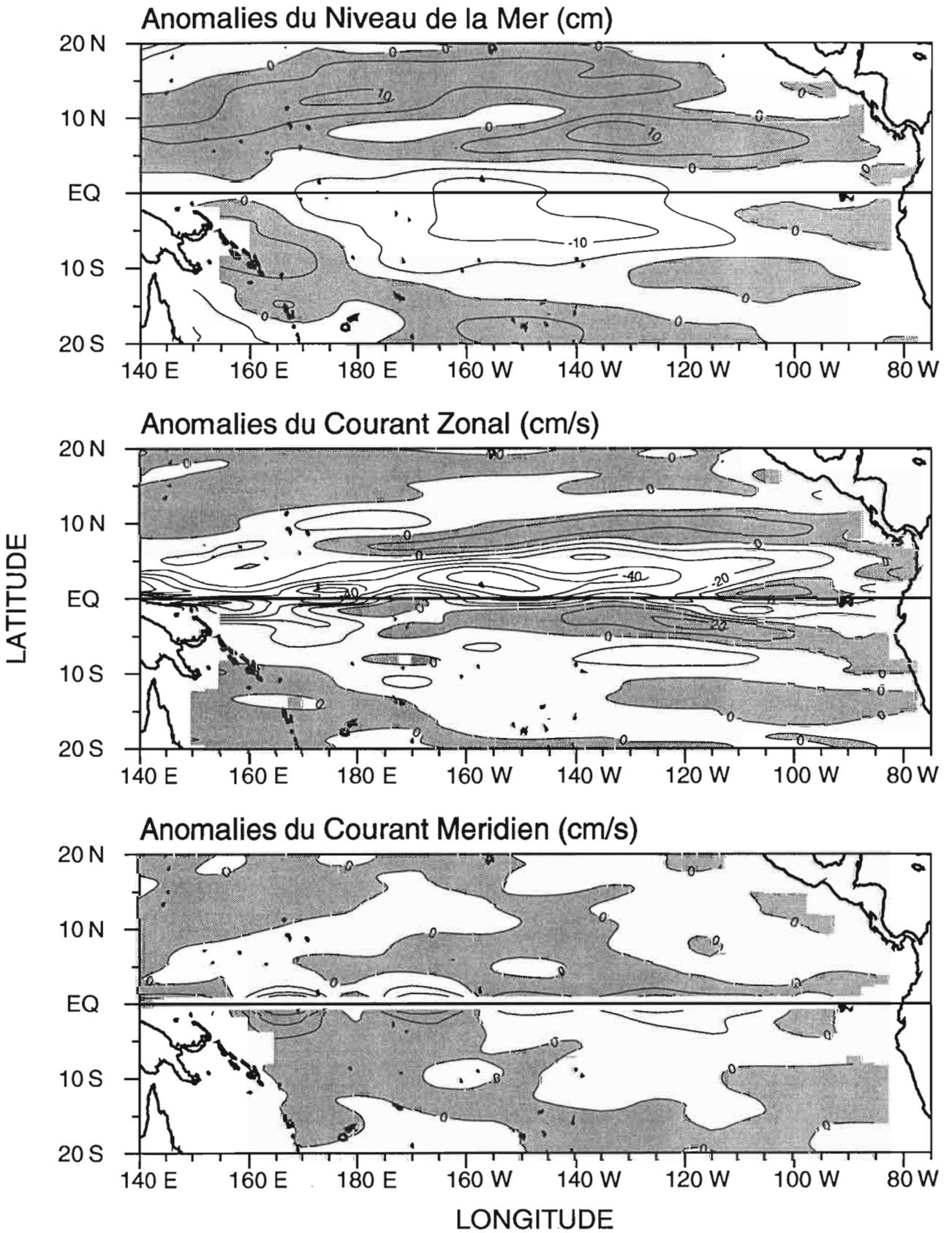


Figure B41. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

17 Aout 1988

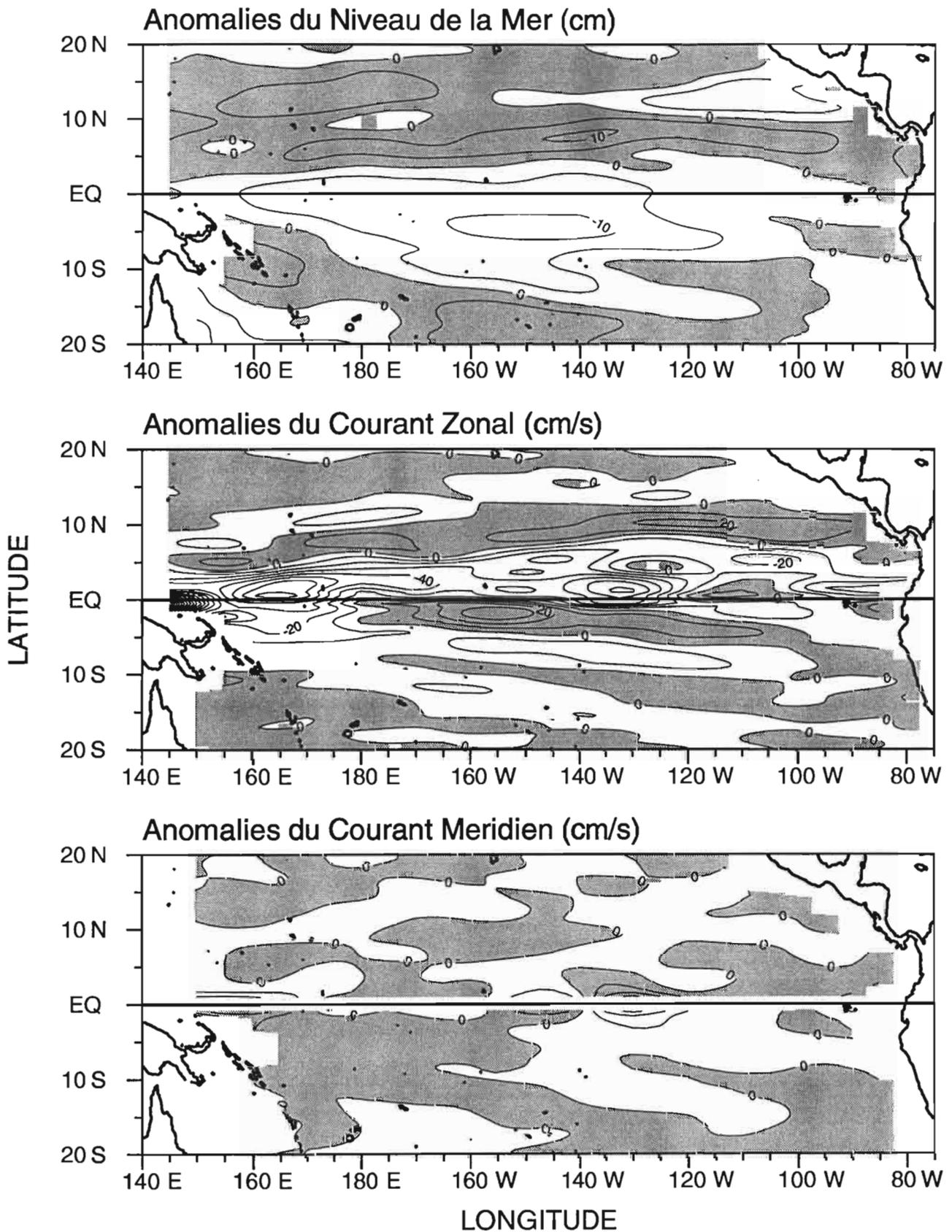


Figure B42. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

1 Septembre 1988

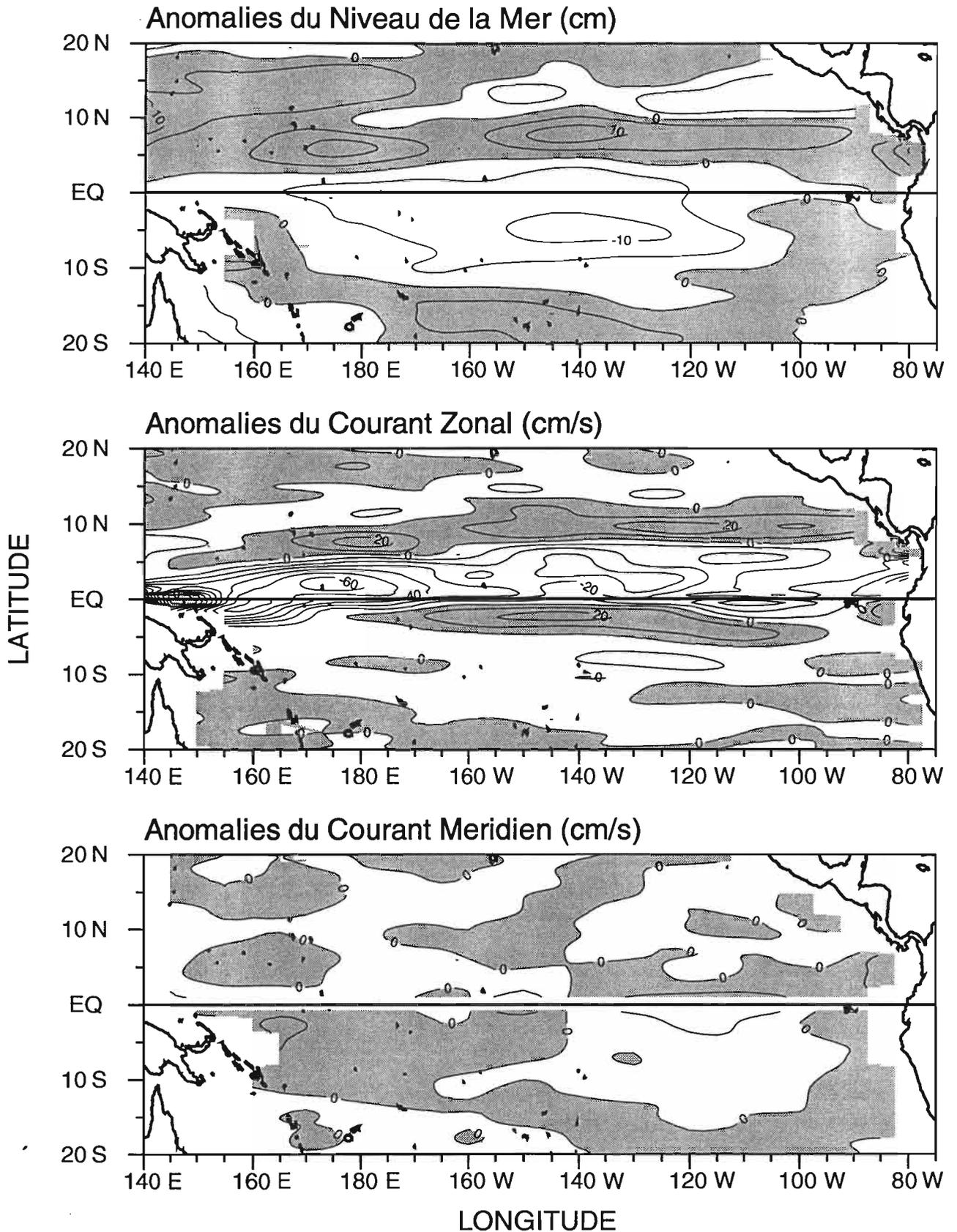


Figure B43. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

16 Septembre 1988

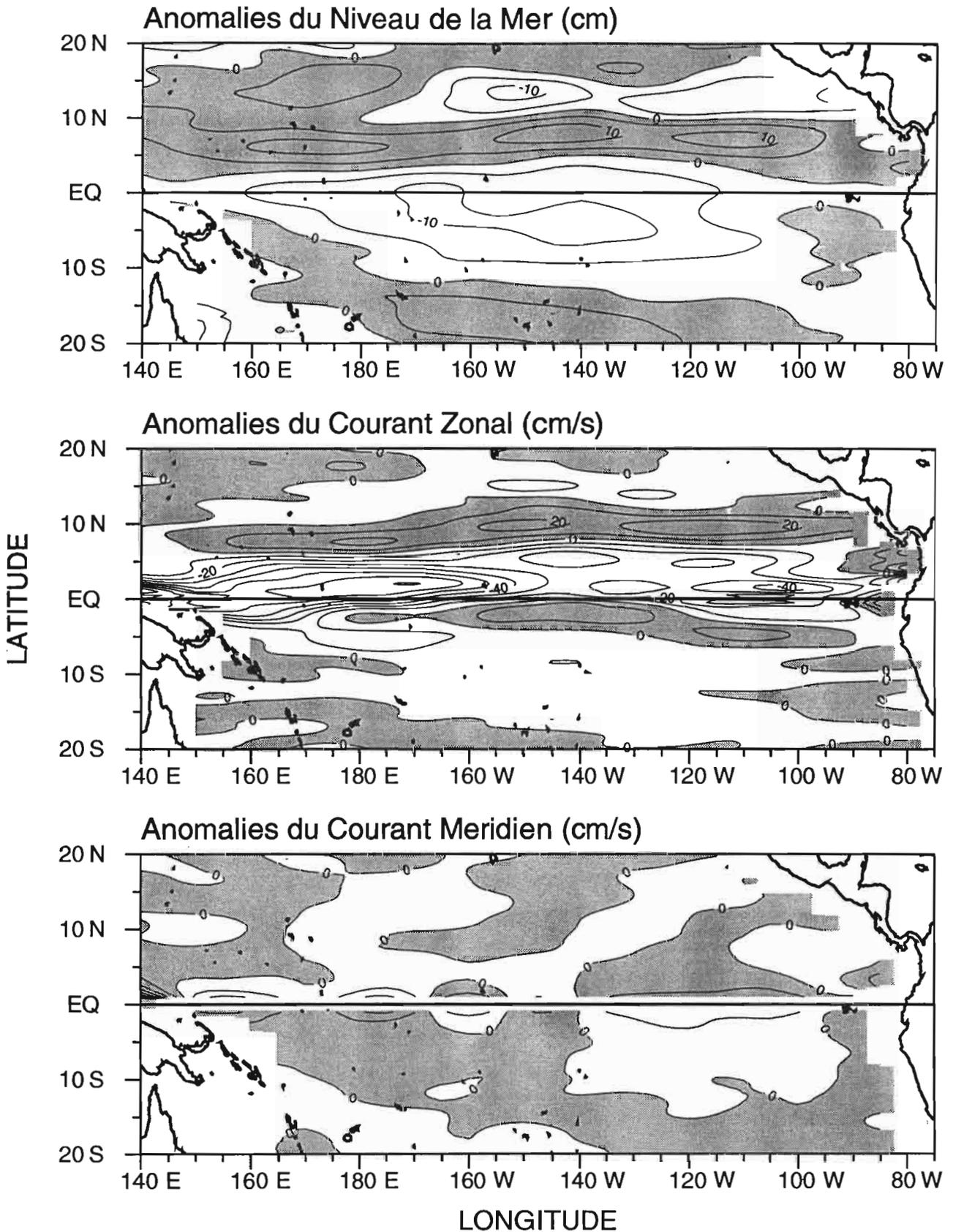


Figure B44. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

1 Octobre 1988

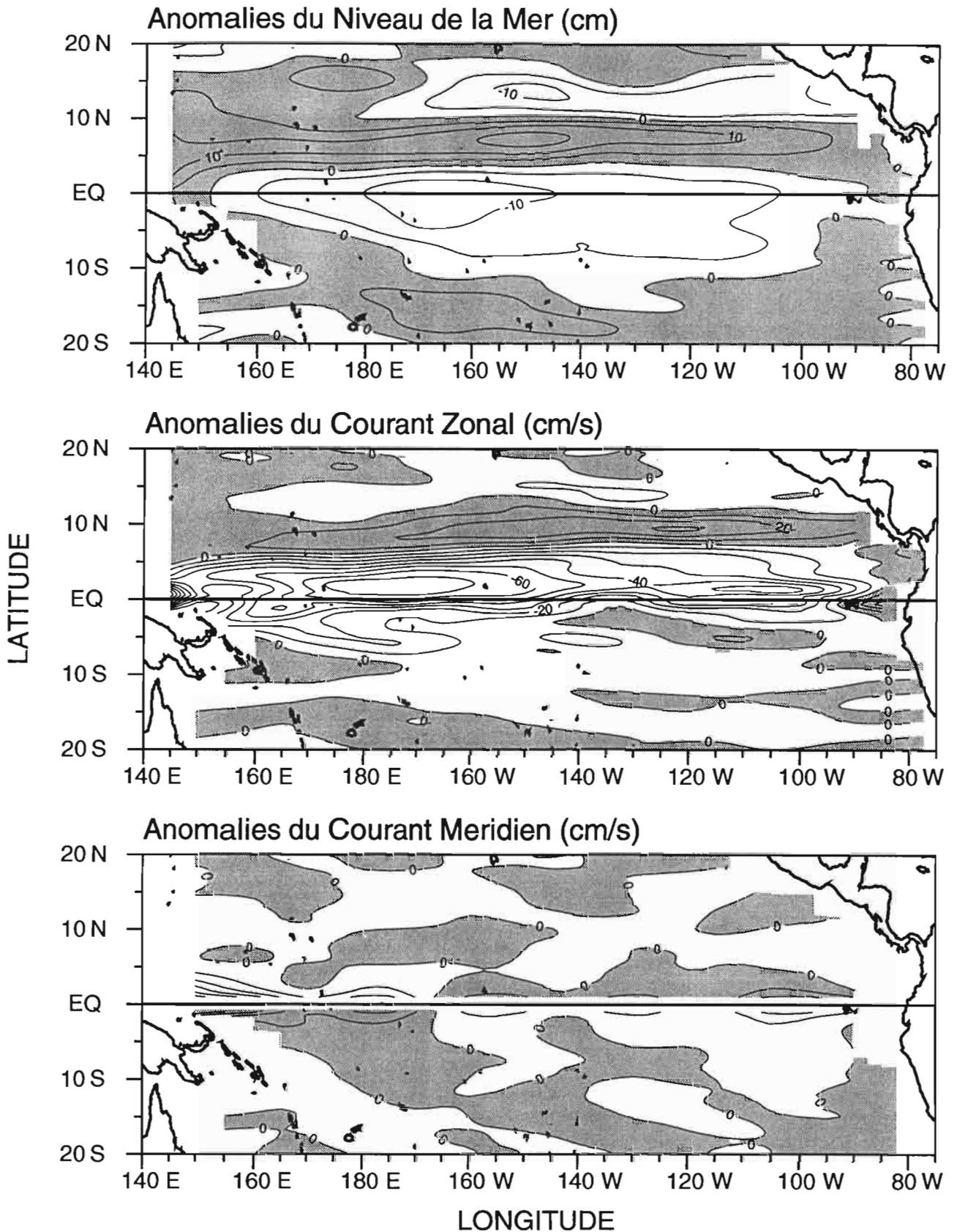


Figure B45. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

16 Octobre 1988

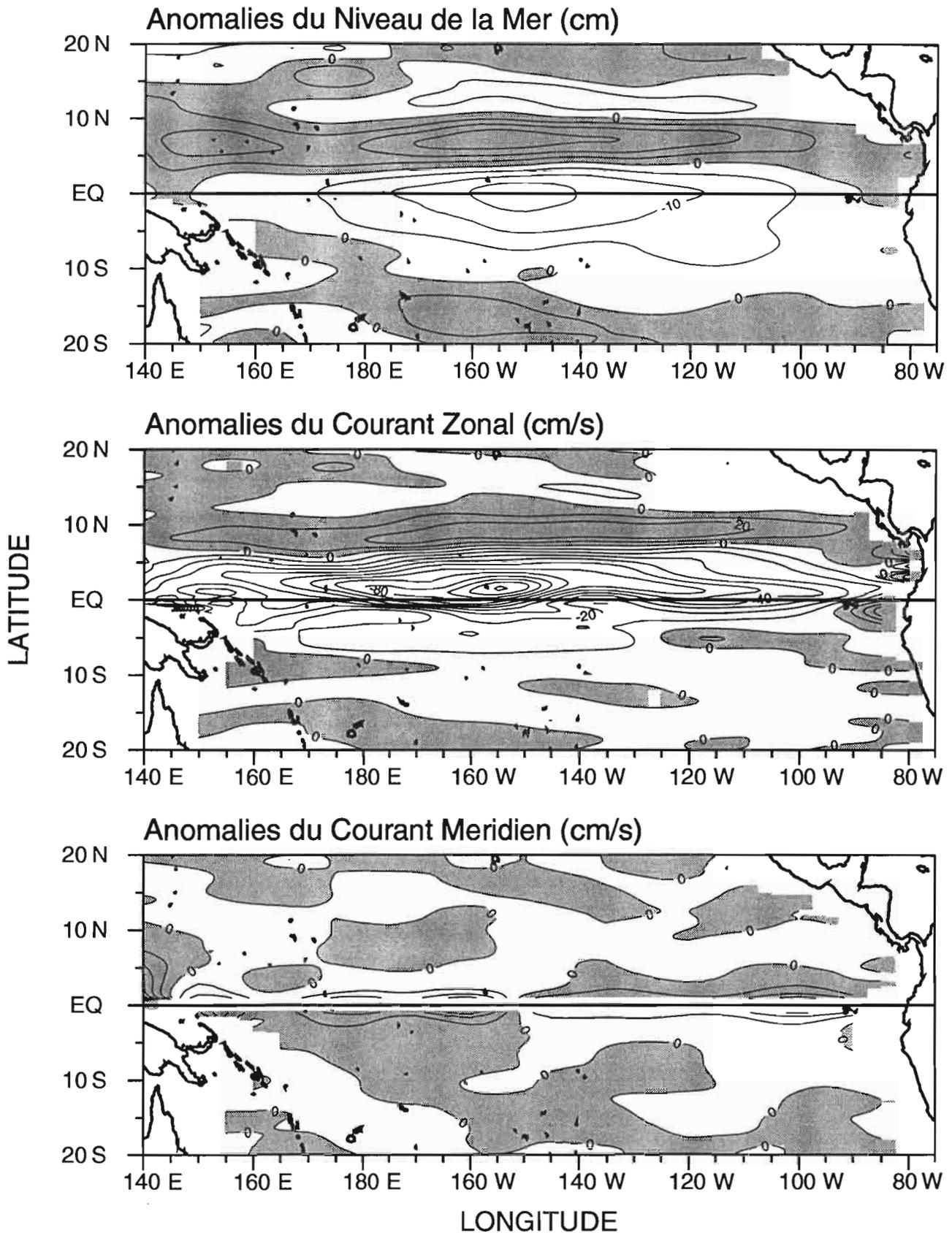


Figure B46. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

31 Octobre 1988

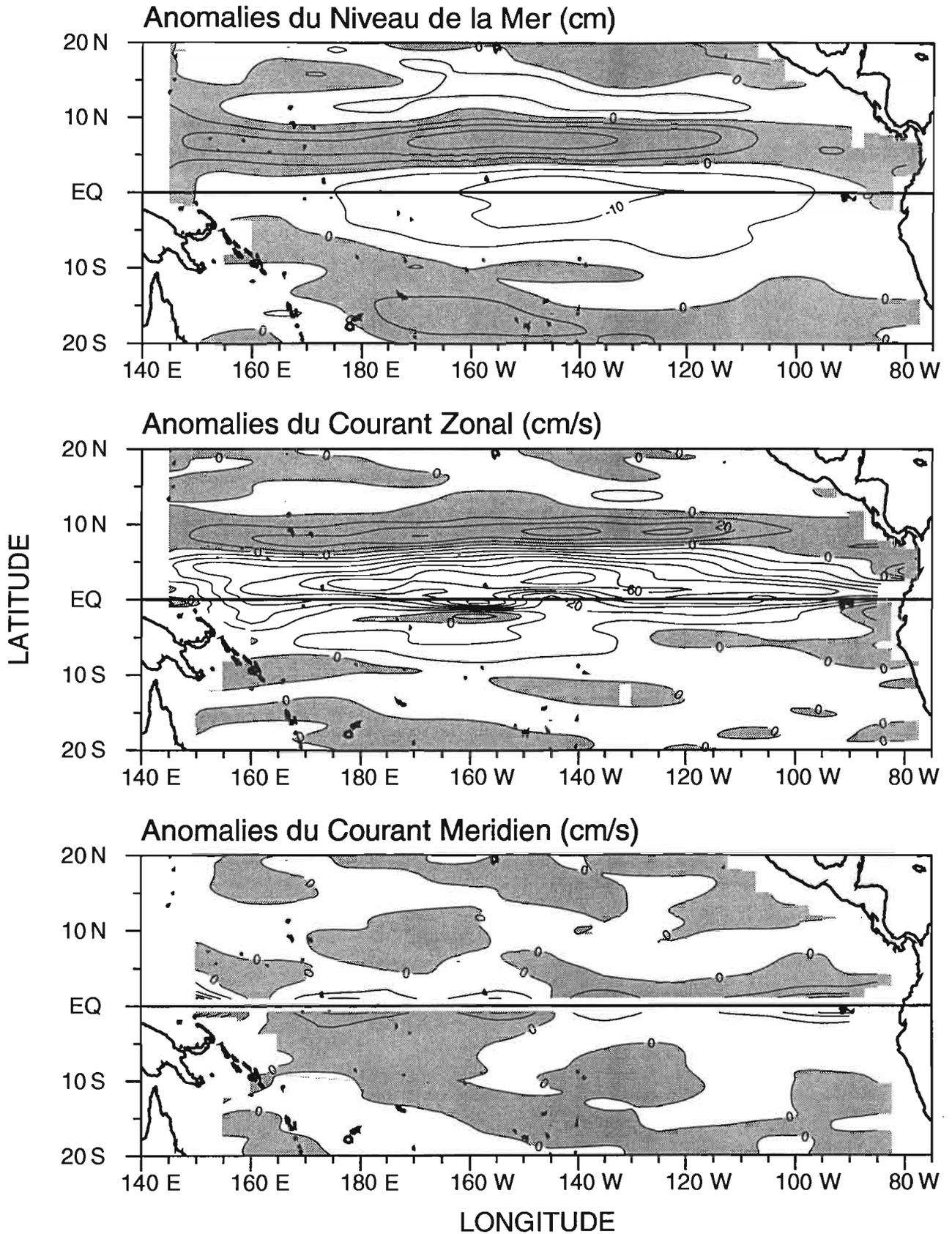


Figure B47. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

15 Novembre 1988

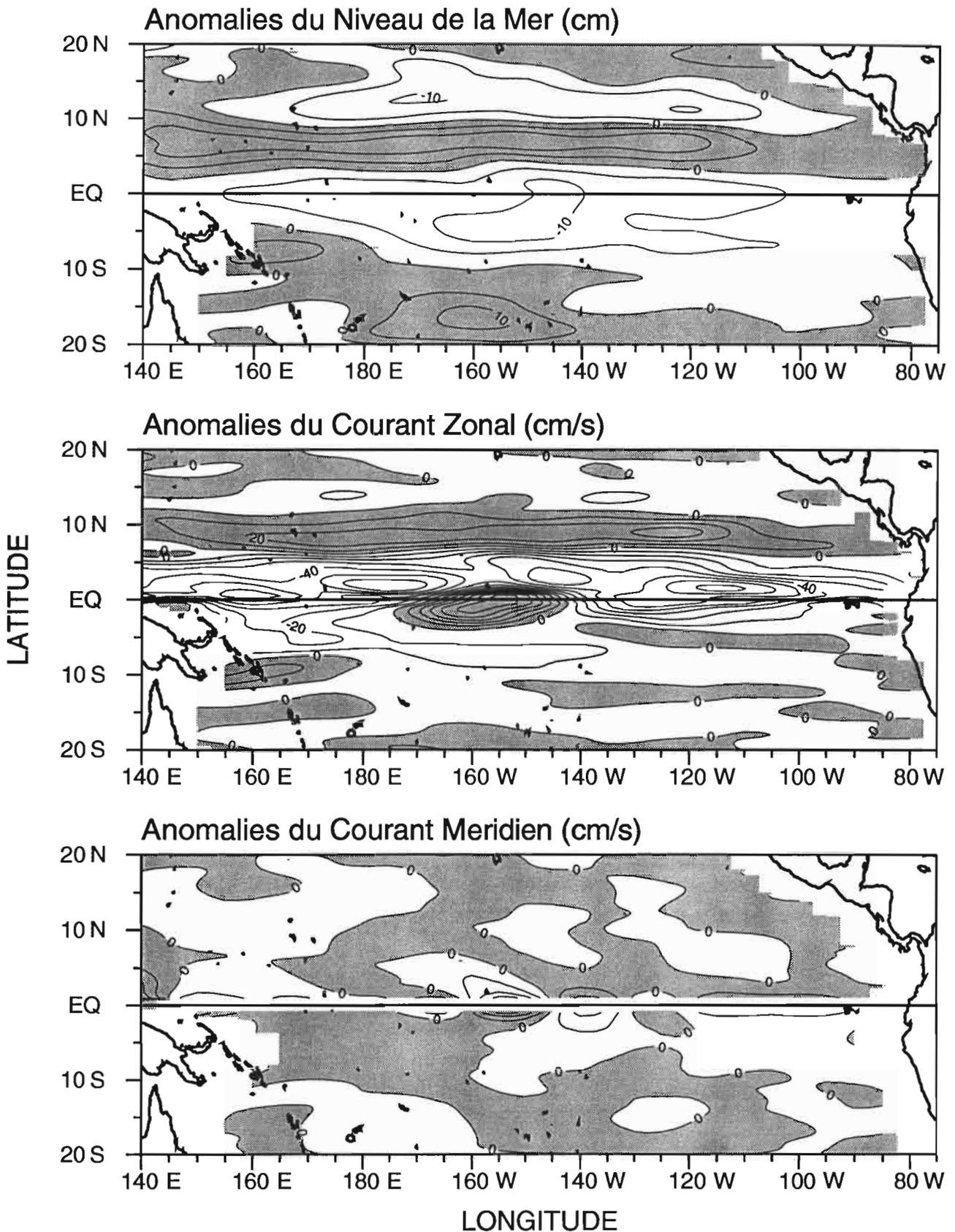


Figure B48. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

30 Novembre 1988

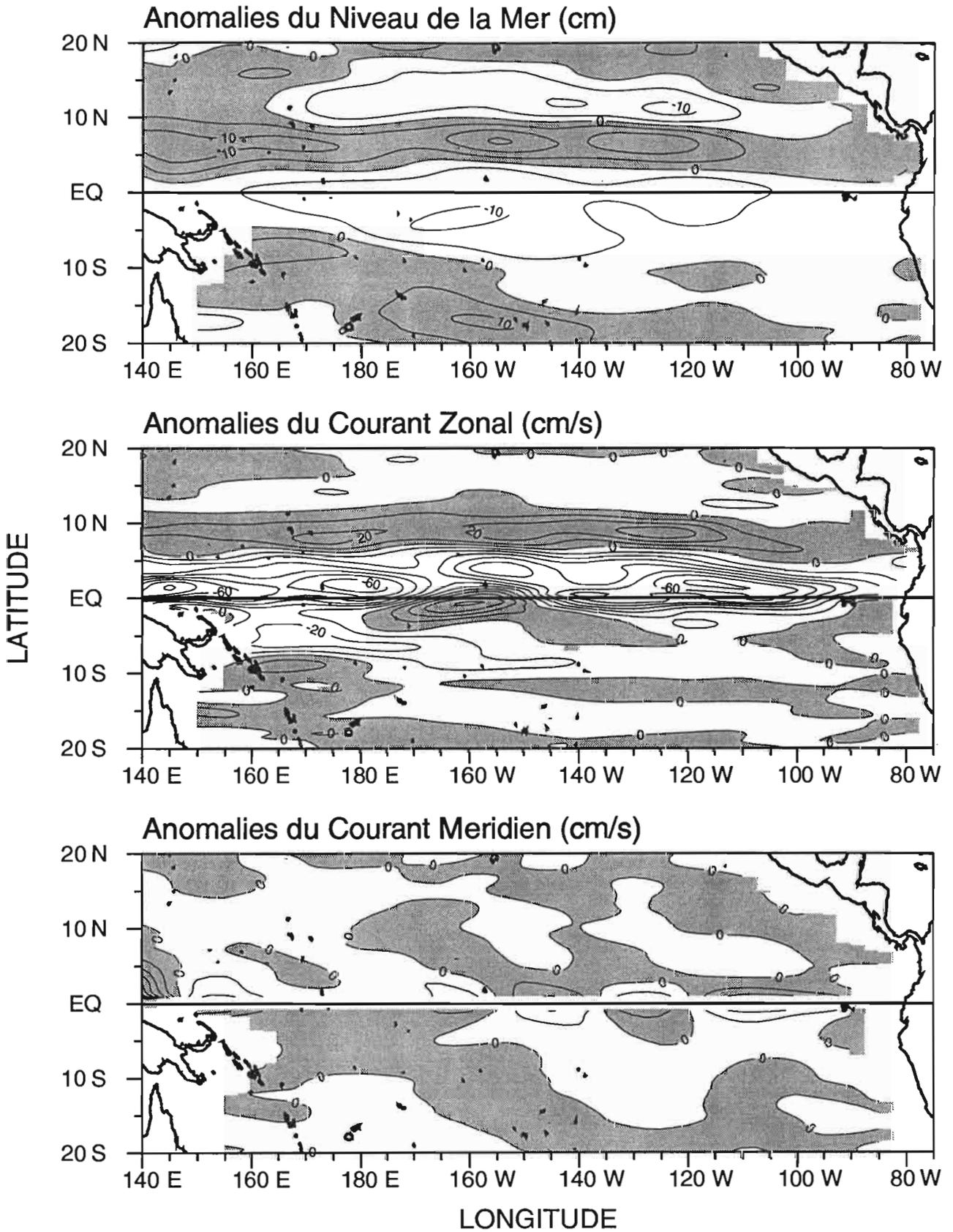


Figure B49. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

15 Decembre 1988

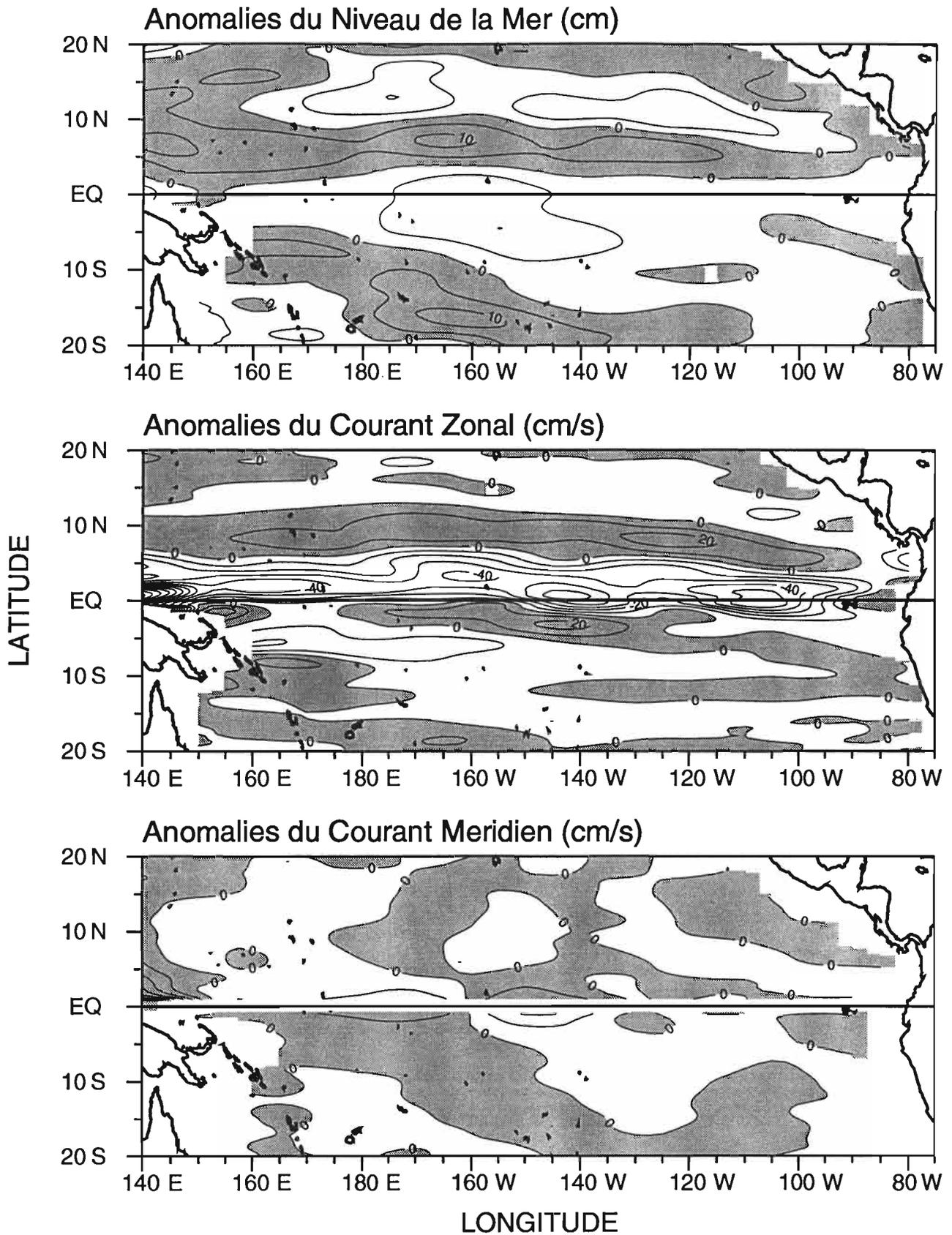


Figure B50. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

30 Decembre 1988

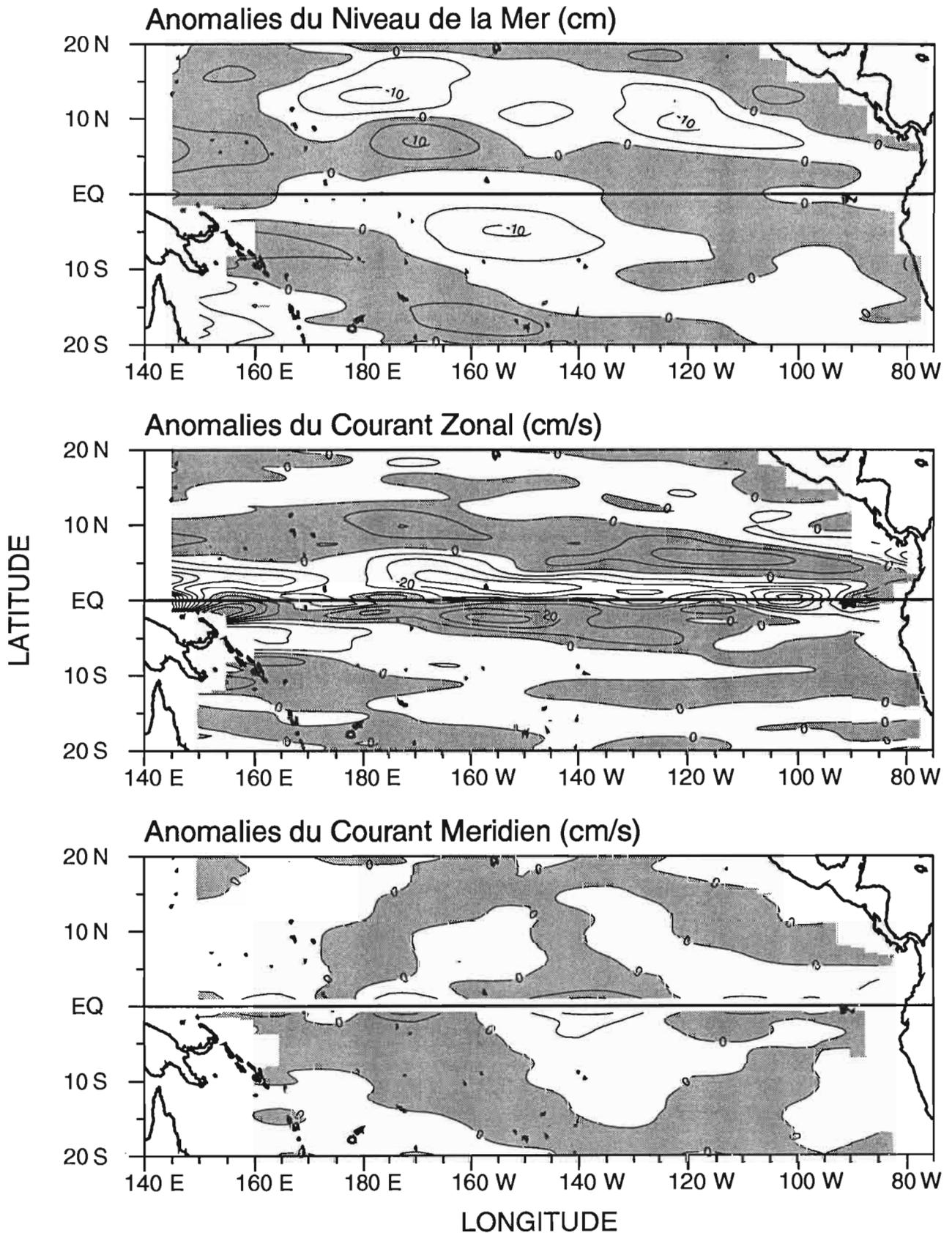


Figure B51. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

14 Janvier 1989

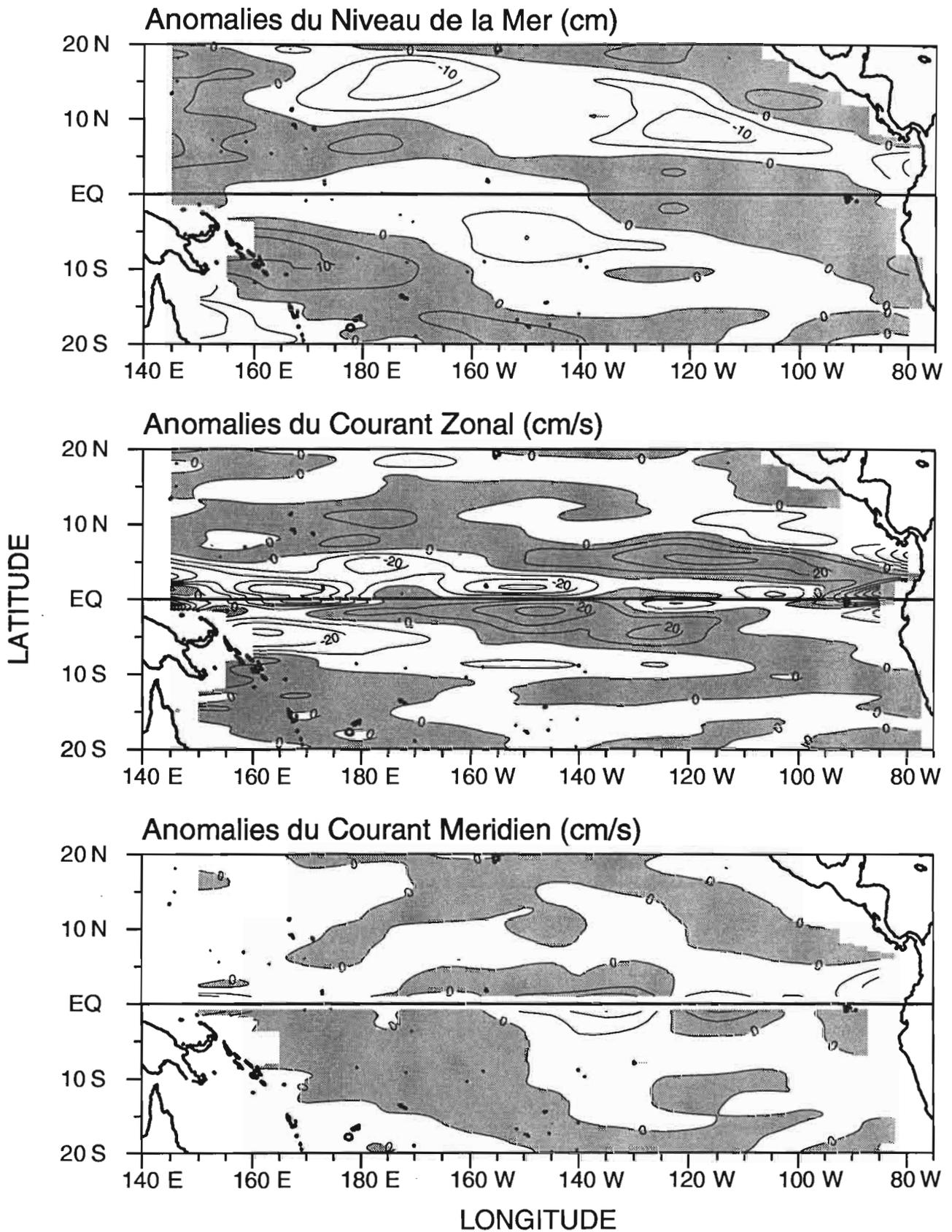


Figure B52. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

29 Janvier 1989

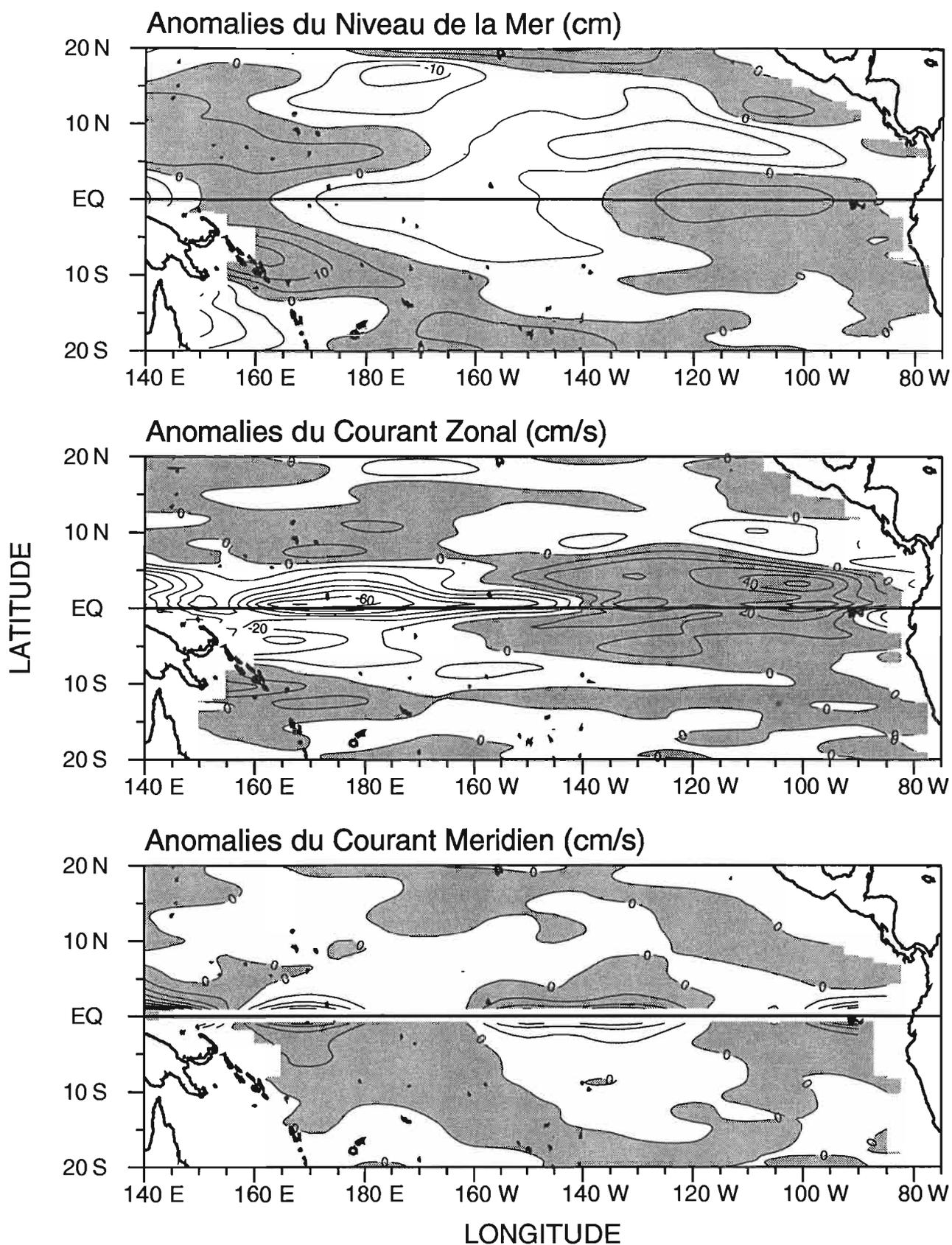


Figure B53. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

13 Fevrier 1989

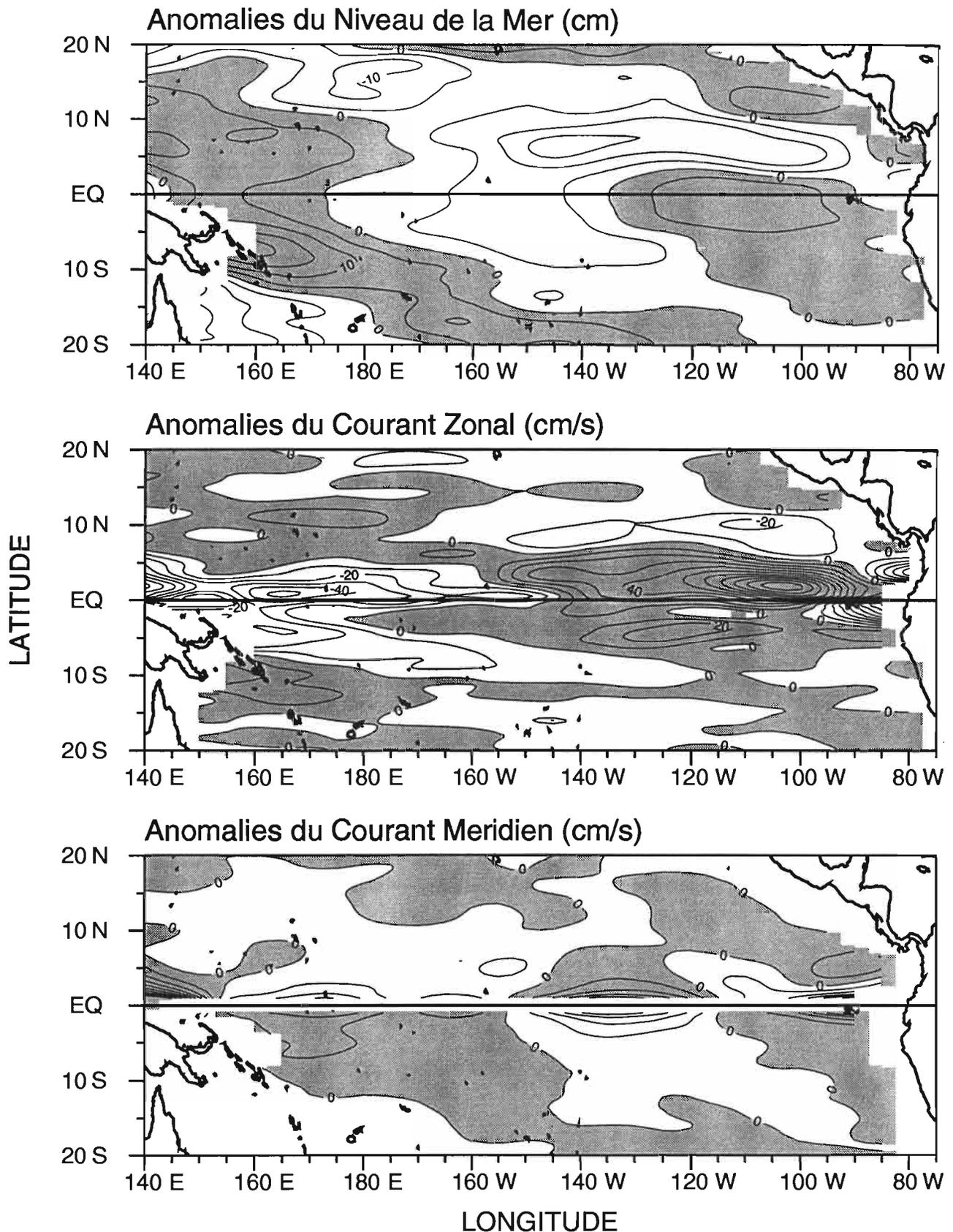


Figure B54. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.

28 Fevrier 1989

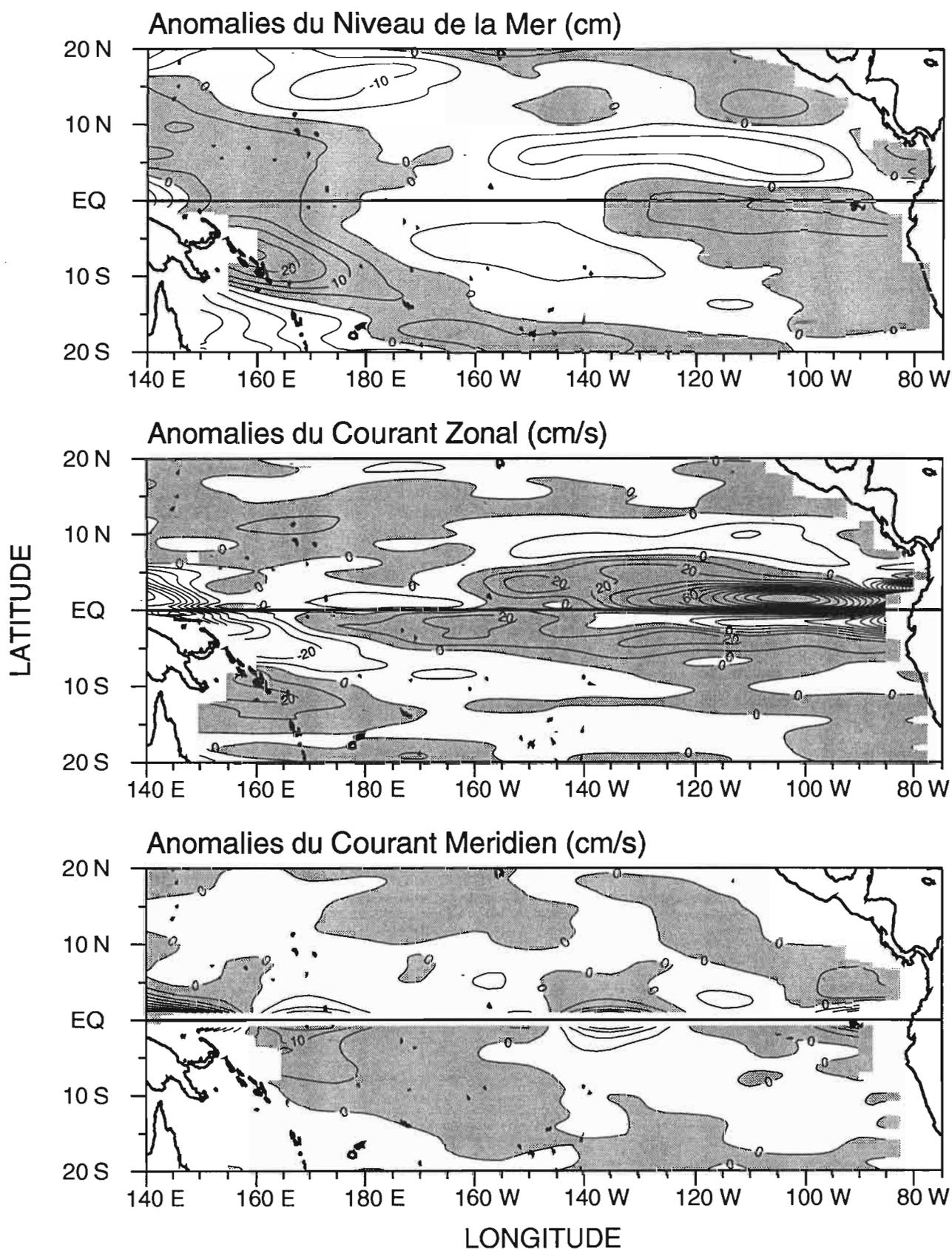


Figure B55. Distribution spatiale des anomalies (référence: nov. 1986 - oct. 1988) de niveau de la mer (cm) et de courant géostrophique de surface (cm/s). Les intervalles d'isolignes sont de (en haut) 5 cm, (au milieu) 10 cm/s et (en bas) 5 cm/s. Les zones ombrées représentent des anomalies positives, vers l'est pour le courant zonal et vers le nord pour le courant méridien. Les anomalies de courant méridien ne sont pas tracées entre 1°N et 1°S pour la clarté du graphique.