

Chapitre 2: Océan Global

Joel M. Levy, Editeur

Traduit par : Philippe Dandin & Yves Tourre

Revue

Joel M. Levy

NOAA/OAR Climate Program Office, Silver Spring, Maryland

Alors que le système d'observation de l'océan global progresse et que les climatologies des variables climatiques essentielles deviennent plus robustes, les observations des anomalies continuent à nous éclairer sur le comportement du système couple océan-atmosphère. L'année 2008 a ainsi été marquée par les aspects suivants :

- La température de surface (SST) moyenne globale a été plus froide en 2008 qu'en 2007, notamment du fait du refroidissement du centre du Pacifique tropical, de l'océan Arctique et des régions s'étendant du Golfe de l'Alaska aux côtes ouest américaines. L'anomalie moyenne de SST en 2008 a été dominée par la phase négative de l'Oscillation Décennale du Pacifique (PDO). La valeur annuelle moyenne de l'indice PDO a été la plus faible en 2008 depuis 1971.
- Les quantités de chaleur intégrée des couches supérieures de l'océan global ont atteint au cours des dernières années les valeurs les plus élevées sur toute la période de mesure. Cela montre le rôle dominant que jouent les océans dans le budget de chaleur de la Terre. Les structures d'anomalie de quantité de chaleur sont cohérentes avec les indices climatiques classiques tels que l'ENSO.
- Les flux moyennés de chaleur sensible et latente en 2008 à l'échelle de l'océan Pacifique ont diminué légèrement par rapport à ceux de 2007 et continuent sur une tendance à la baisse qui a commencé en 1999. Il semble y avoir un renversement de la tendance à la hausse qui avait dominé au cours des décennies 1980 et 1990. Les modifications de ces flux dans le Pacifique correspondent aux anomalies de SST pendant la phase négative de l'indice PDO, avec des pertes de chaleur augmentées sur les anomalies positives de SST, et inversement. Au contraire, les flux de chaleur dans l'océan Atlantique ont modulé la variabilité de la SST : une augmentation de SST (resp. diminution) correspondant à une diminution des pertes de chaleur à la surface (resp. augmentation).

- Les valeurs du Potentiel de chaleur pour les cyclones tropicaux Tropical Cyclone Heat Potential values dans le centre-nord du golfe du Mexique ont été moindres en août 2008 par rapport à août 2005.
- En dehors des tropiques, les anomalies de salinité de surface (SSS) dans les régions plus sèches et celles d'eaux moins salées dans les régions pluvieuses, observées dans les années récentes, continuent en 2008. Elles suggèrent une augmentation du cycle hydrologique, en accord avec les scénarios du changement climatique. Dans les tropiques, les anomalies de SSS semblent être fortement conditionnées par le récent épisode La Niña.
- Les anomalies de courant de surface vers l'est dans l'océan Pacifique tropical début 2008 ont joué un rôle prépondérant dans le passage de conditions La Niña à des conditions ENSO-neutres de juillet à août. Les tendances à long terme de l'énergie cinétique turbulente géostrophique continuent à montrer des tendances interannuelles à décennales dans des systèmes de courants majeurs tels que le Gulf Stream et la confluence Brésil-Malouines.
- Les observations directes sur la force du MOC (meridional overturning circulation) montrent une variabilité importante à court terme, avec des évidences d'une variabilité saisonnière marquée. Des observations indirectes à partir des propriétés physiques d'eau profonde suggèrent un renforcement récent de la formation d'eau profonde dans la mer du Labrador et une diminution du transport d'eau profonde à partir de l'Antarctique avec des eaux plus chaudes et moins salées que dans le passé.
- L'événement La Niña de 2007-08 a perturbé les anomalies de niveau de la mer aux niveaux régional et global (GMSL). Le GMSL a été continûment bas pendant La Niña par rapport à une tendance linéaire de l'ordre de 3.3 mm an^{-1} . La relation entre le GMSL et l'indice multivarié de l'ENSO montre l'importance capitale de la variabilité ENSO sur le niveau de la mer. Une fois cette variabilité interannuelle prise en compte, la tendance demeure remarquablement constante.
- Le flux moyen global de CO₂ à l'interface pour la période 1983 à 2007, qui comprend les effets d'El Niño, Oscillation Australe (ENSO), donne une capture moyenne de $1,74 \text{ Pg-C an}^{-1}$. La capture pour 2007 est estimée à $1,67 \text{ Pg-C}$, soit $0,07 \text{ Pg-C}$ de moins que la moyenne à long terme, ce qui correspond à la 3^e anomalie la plus forte depuis le début de la méthode en 1983. Par contraste avec les résultats à long terme, l'Atlantique nord n'a pas connu la plus grande augmentation de stockage de carbone d'origine anthropique sur la dernière décennie. Le taux d'augmentation dans l'est de l'océan Indien a été de manière significative plus élevé entre 1995 et 2008 que par rapport à la période 1978 à 1995.
- Les concentrations globales de chlorophylle liée au phytoplancton étaient sensiblement plus élevées en 2008 qu'en 2007, avec des variations régionales plus importantes (atteignant jusqu'à 50%). Elles suivent la tendance à long-terme d'une décroissance nette de la chlorophylle liée à une augmentation de la SST.

Températures de surface de la mer (SST) en 2008

Yan Xue¹ & Richard W. Reynolds²

¹ NOAA/NWS, Climate Prediction Center, National Centers for Environmental Prediction
Camp Springs, MD

² NOAA/NESDIS, National Climatic Data Center, Asheville, NC

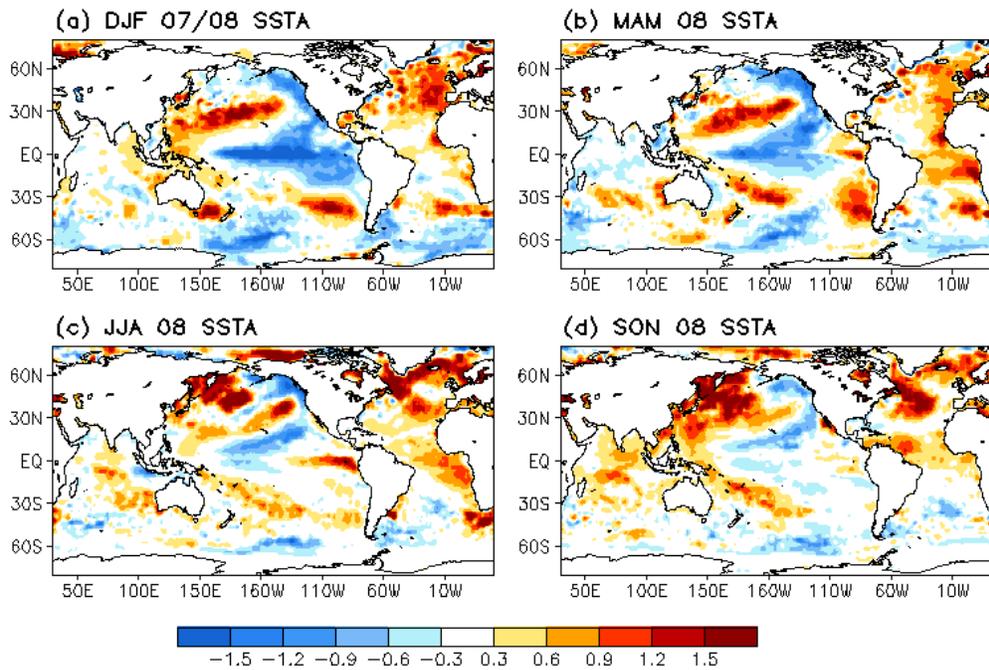


Fig. 3.1. Anomalies saisonnières moyennes de pour (a) Décembre 2007 à février 2008, (b) Mars à mai 2008, (c) Juin à août 2008 & (d) Septembre à novembre 2008. Les SSTs sont les champs mensuels obtenus par interpolation des analyses optimales hebdomadaires à 1° de Reynolds et al. (2002). Toutes les anomalies sont définies par rapport à la climatologie 1971-2000 (Xue et al., 2003).

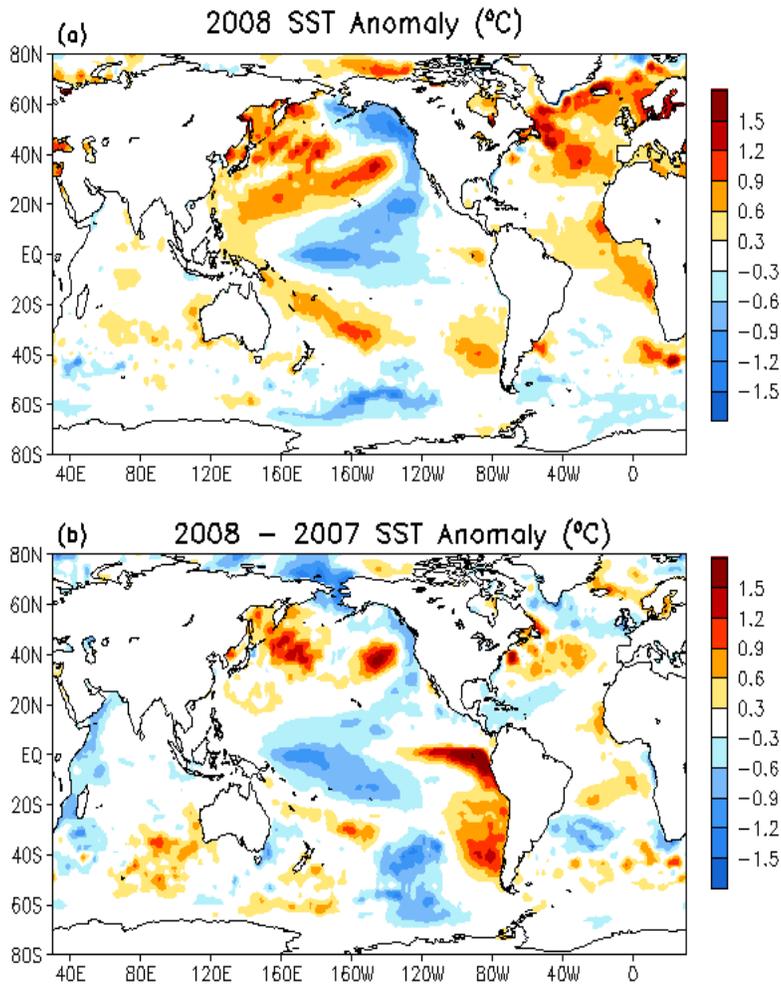


Fig. 3.2. (a) Anomalies annuelles moyennes de SST (SSTa) en 2008, (b) Différences entre les SSTa de 2008 et 2007. Les SSTs sont les champs mensuels obtenus par interpolation des analyses optimales hebdomadaires à 1° de Reynolds et al. (2002). Toutes les anomalies sont définies par rapport à la climatologie 1971-2000 (Xue et al., 2003).

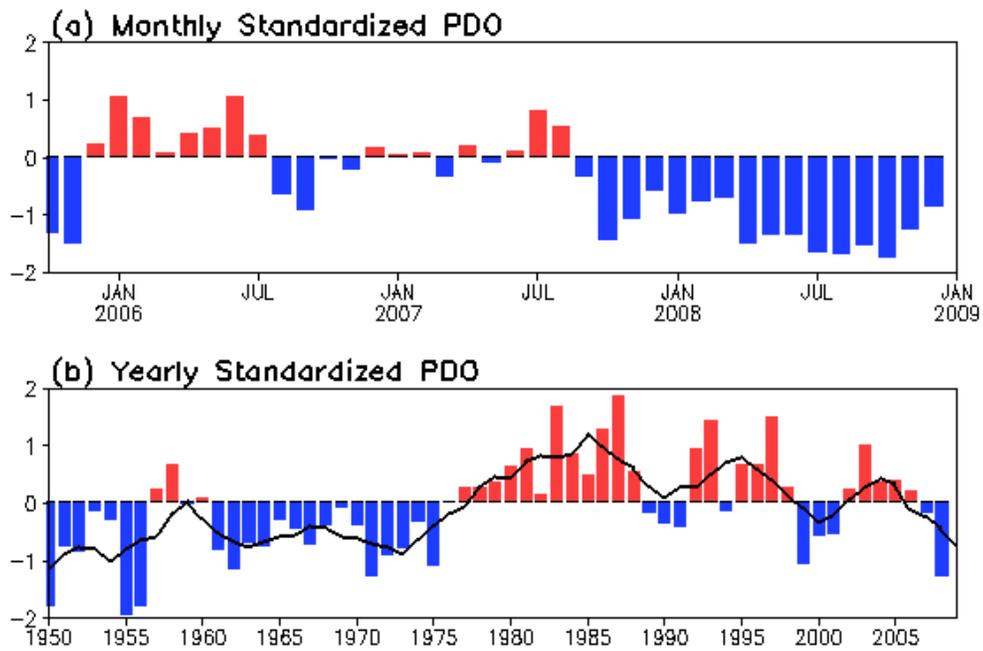


Fig. 3.3 (a) Indice d'Oscillation Décennale Pacifique (Pacific Decadal Oscillation, PDO) standardisé mensuel (barres) pour les 4 années passées et (b) moyenne annuelle de l'indice PDO mensuel (barres) superposé à la moyenne glissante sur 5 ans de l'indice (courbe noire) sur 1950-2008. L'indice PDO provient de L'Université de Washington : <http://jisao.washington.edu/pdo>.

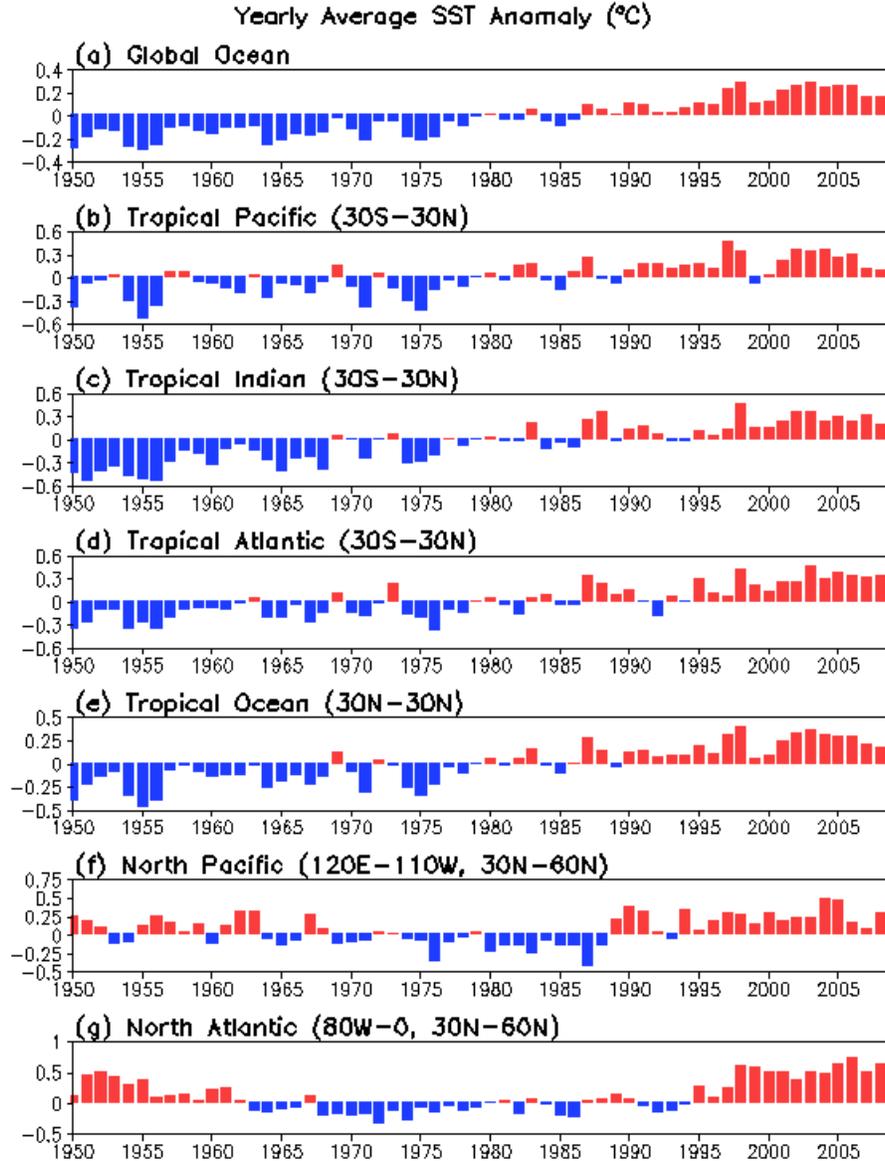


Fig. 3.4 Anomalies annuelles de SST moyennées sur (a) l’océan global, (b) l’océan Pacifique tropical, (c) l’océan Indien tropical, (d) l’océan Atlantique tropical, (e) les 3 océans tropicaux, (f) le Pacifique nord & (g) l’Atlantique nord sur 1950-2008. Les SSTs sont les *Extended Reconstructed Sea Surface Temperature* version 3b (ERSST v.3b) de Smith et al. (2008). Toutes les anomalies sont définies par rapport à la climatologie 1971-2000 (Xue et al., 2003).

Contenu thermique des océans

Gregory C. Johnson¹, John M. Lyman^{1,2}, Joshua K. Willis³, Sydney Levitus⁴, Tim Boyer⁴, John Antonov⁴, Claudia Schmid⁵, & Gustavo J. Goni⁵

¹NOAA/OAR Pacific Marine Environmental Laboratory, Seattle, WA

²JIMAR, University of Hawaii, Honolulu, HI

³NASA/Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, CA

⁴NOAA/NESDIS National Ocean Data Center, Silver Spring, MD

⁵NOAA/OAR Atlantic Oceanographic and Meteorological Laboratory, Miami, FL

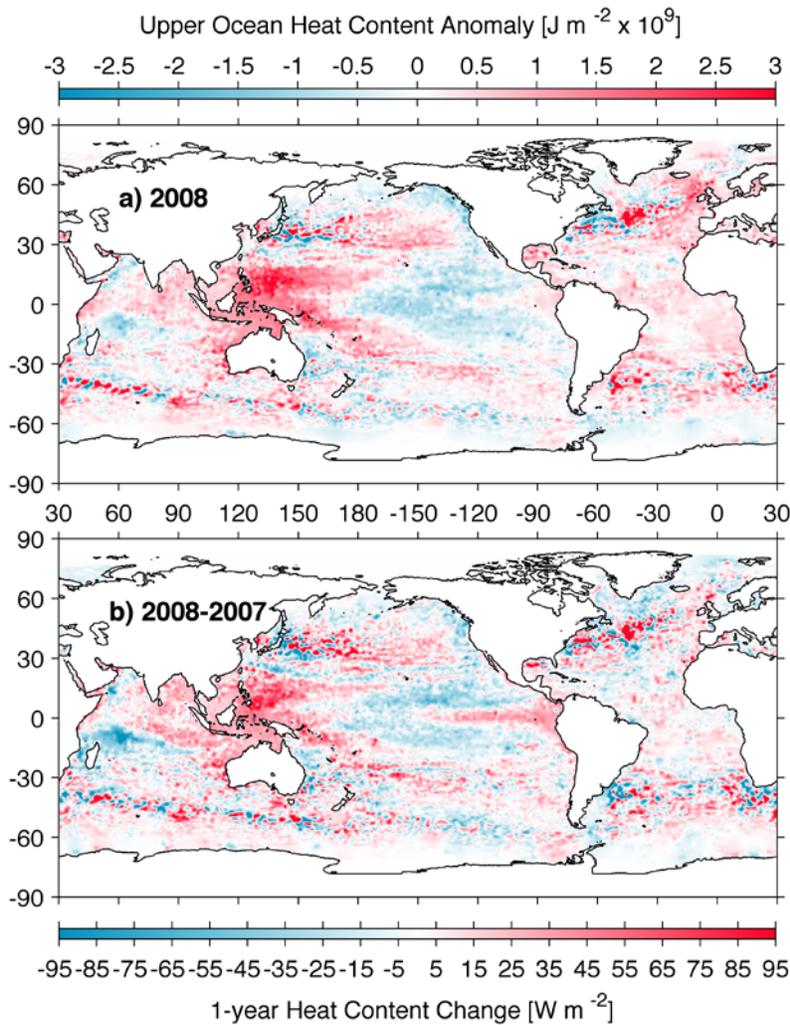


Fig. 3.5 (a) Estimation de l'anomalie de contenu thermique des couches supérieures de l'océan (OHCA, 0 – 750 m, 10^9 J m^{-2}), combinant des mesures altimétriques et *in situ* de température, pour 2008 analysées selon Willis et al. (2004), mais rapportées à 1993 – 2008. (b) Différence 2008-2007 de l'OHCA exprimée en équivalent de flux de chaleur de surface (W m^{-2}). Pour comparer, noter que 95 W m^{-2} appliqué sur une année conduit à une variation de $3 \times 10^9 \text{ J m}^{-2}$ de l'OHCA.

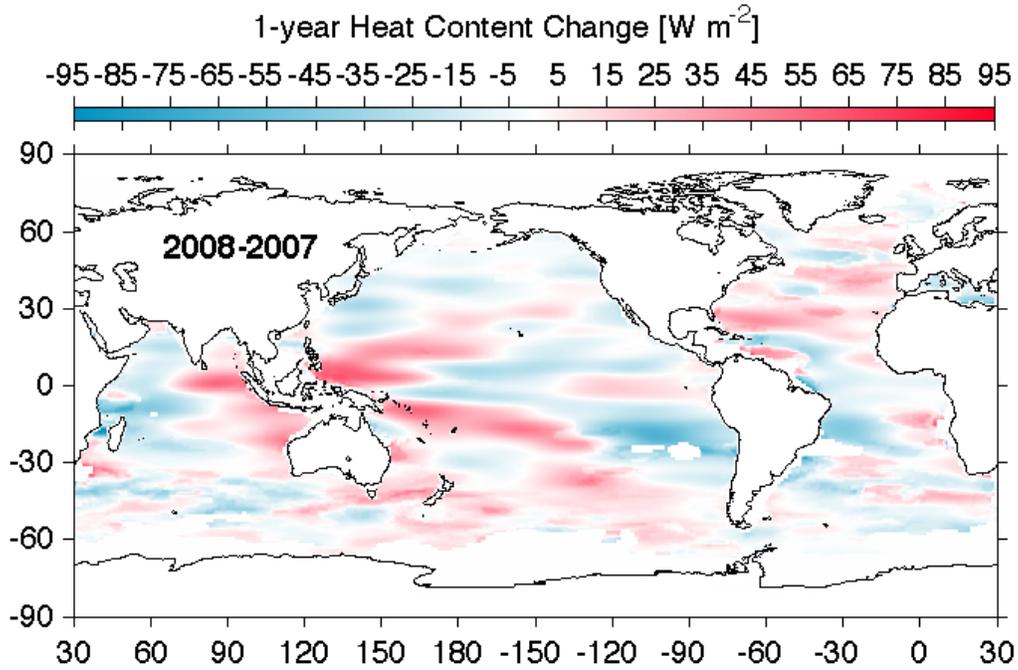


Fig. 3.6. Changement du contenu thermique de la couche mélangée océanique estimée selon Schmid (2005) exprimé en équivalent de flux de chaleur à la surface (W m^{-2}). La carte présente la différence entre les moyennes des années 2008 et 2007.

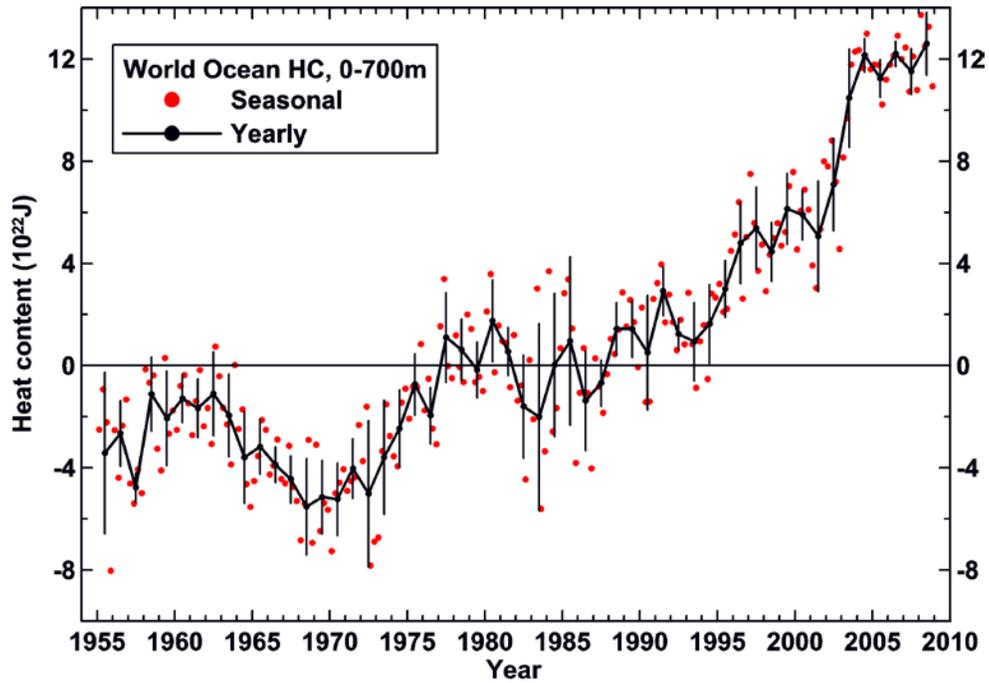


Fig. 3.7. Evolution temporelle saisonnière (points rouges) et de la moyenne annuelle (ligne noire) des moyennes globales des estimations d’OHCA des couches océaniques supérieures (10^{22} J, couche 0-700 m) de 1955 à 2008, selon Levitus et al. (2009). Les barres d’erreur associées aux valeurs annuelles correspondent à un écart-type des estimations trimestrielles de l’année considérée. D’autres sources d’erreur proviennent de l’échantillonnage (Lyman and Johnson 2008) et des biais instrumentaux non corrigés (Levitus et al. 2009).

Flux de chaleur globaux

Lisan Yu & Robert A. Weller

Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, MA

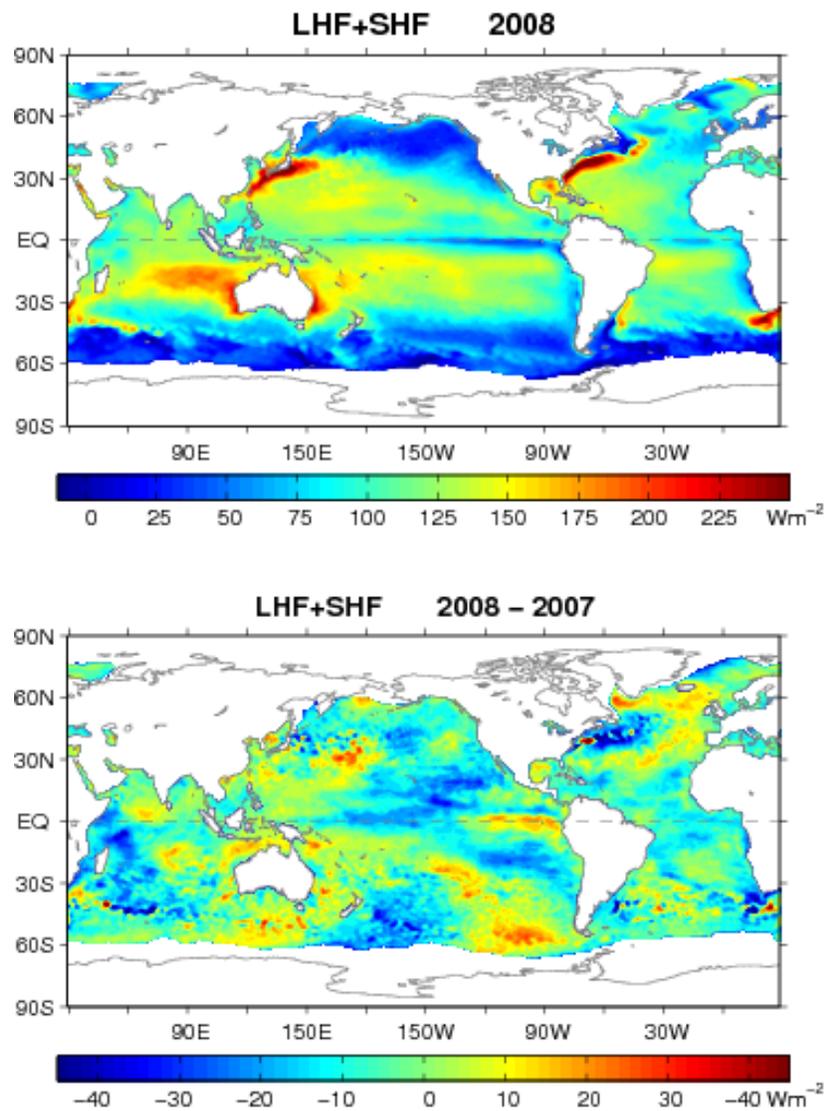


Fig. 3.8. (a) Haut : moyenne annuelle de flux de chaleur sensible en 2008 (positif : flux montant ; négatif : flux descendant). (b) Bas : Différences 2008 moins 2007 des flux latent plus sensible moyens annuels.

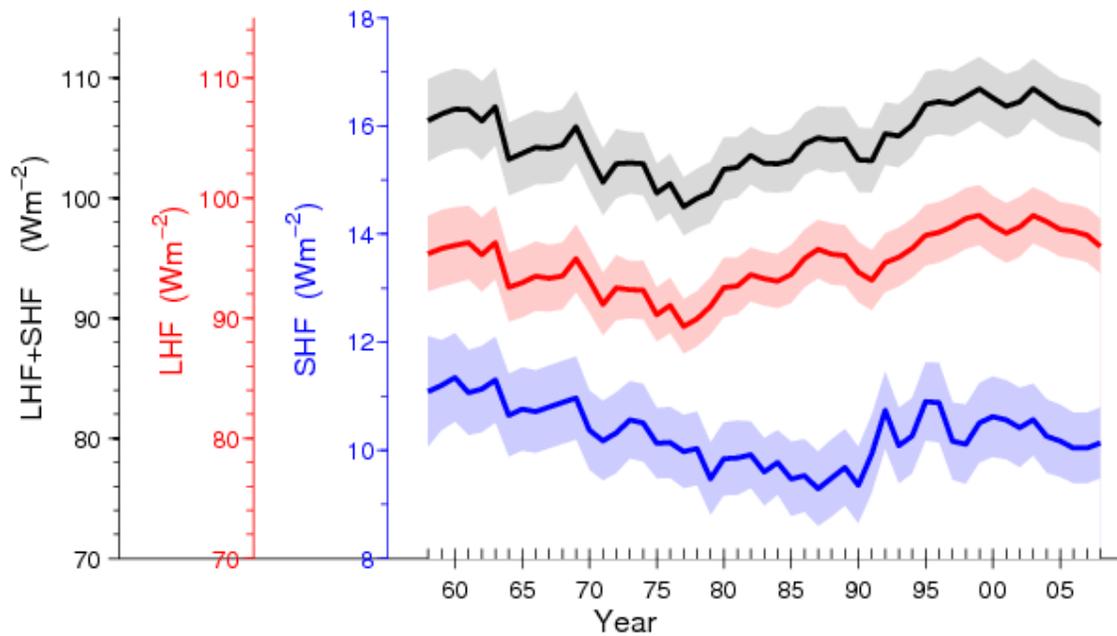


Fig. 3.9. Variations annuelles des moyennes globales annuelles des flux latent plus sensible (ligne bleue), flux de chaleur latente (rouge), et sensible (noire). Les intervalles de confiance à 90% sont grisés.

Potentiel de chaleur des cyclones tropicaux

Gustavo J. Goni¹ & John A. Knaff²

¹ NOAA/OAR Atlantic Oceanographic and Meteorological Laboratory, Physical Oceanography Division, Miami, FL

² NOAA/NWS Regional and Mesoscale Meteorology Branch, Fort Collins, CO

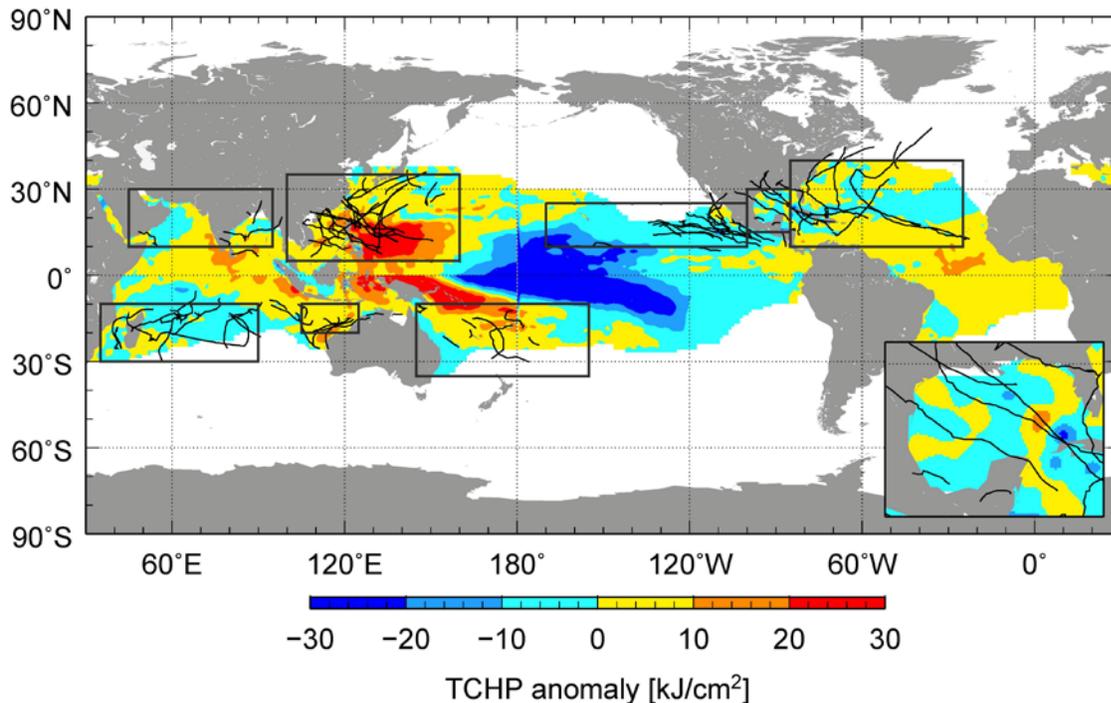


Fig. 3.10. Anomalies globales de TCHP pour 2008 calculées comme indiqué dans le texte. Les boîtes indiquent les 7 régions où des cyclones apparaissent : d'ouest en est, Indien Sud-ouest, Nord Indien, Ouest Pacifique, Sud-est Indien, Sud Pacifique, Est Pacifique, & Nord Atlantique (le Golfe du Mexique et l'Atlantique tropical sont présentés séparément). Les lignes boires sont les trajectoires de tous les cyclones de catégorie 1 et plus de novembre 2007-décembre 2008 dans l'hémisphère austral et janvier-décembre 2008 dans l'hémisphère boréal. Les conditions de juin à novembre 2008 dans le Golfe du Mexique sont montrées plus finement dans l'insert situé dans le coin inférieur droit.

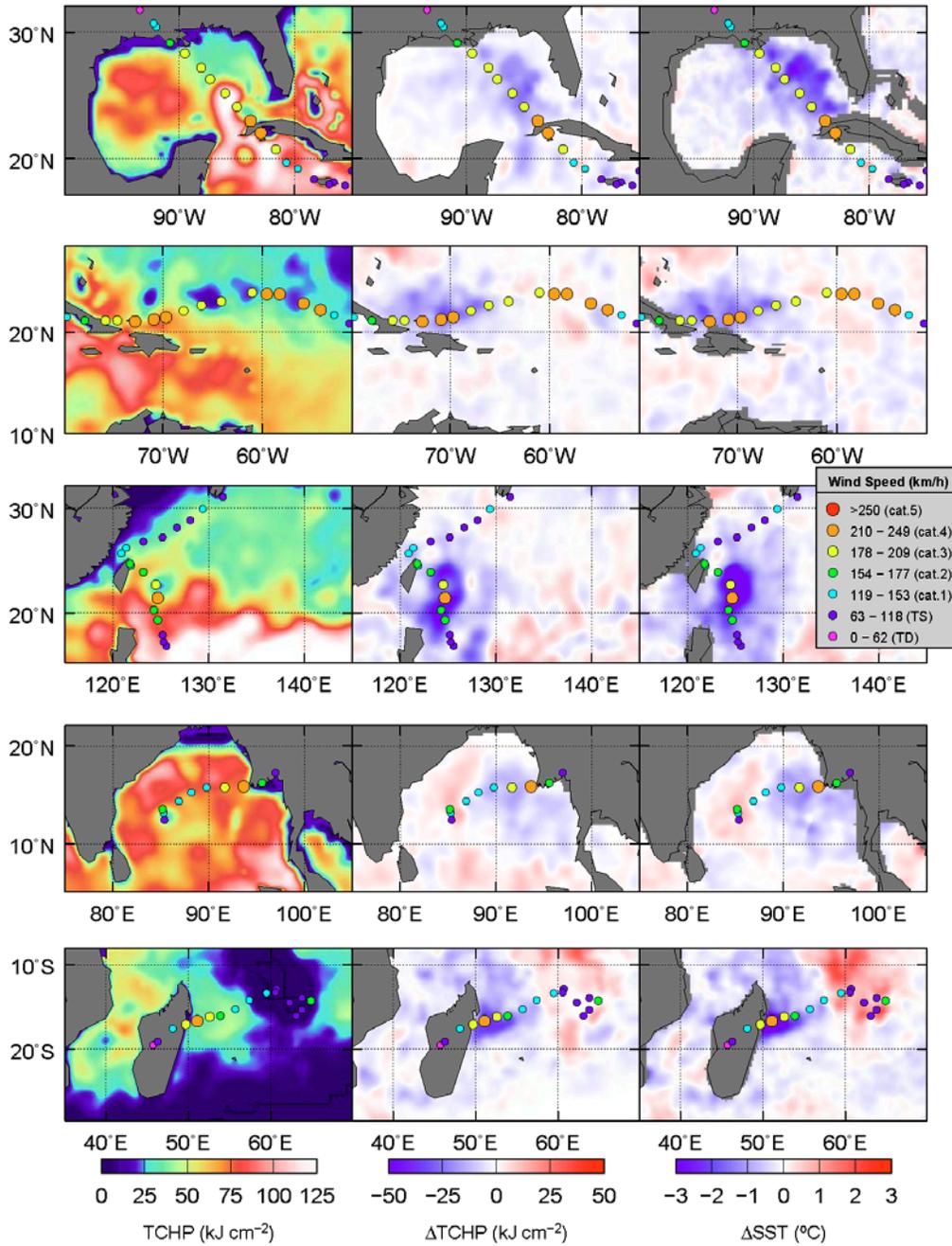


Fig. 3.11. (gauche) TCHP, et refroidissement de surface fournis par la différence entre les valeurs après et avant cyclone du (centre) TCHP et (droite) SST, pour les cyclones (de haut en bas) Gustav, Ike, Sinlaku (typhon), Nargis et Ivan.

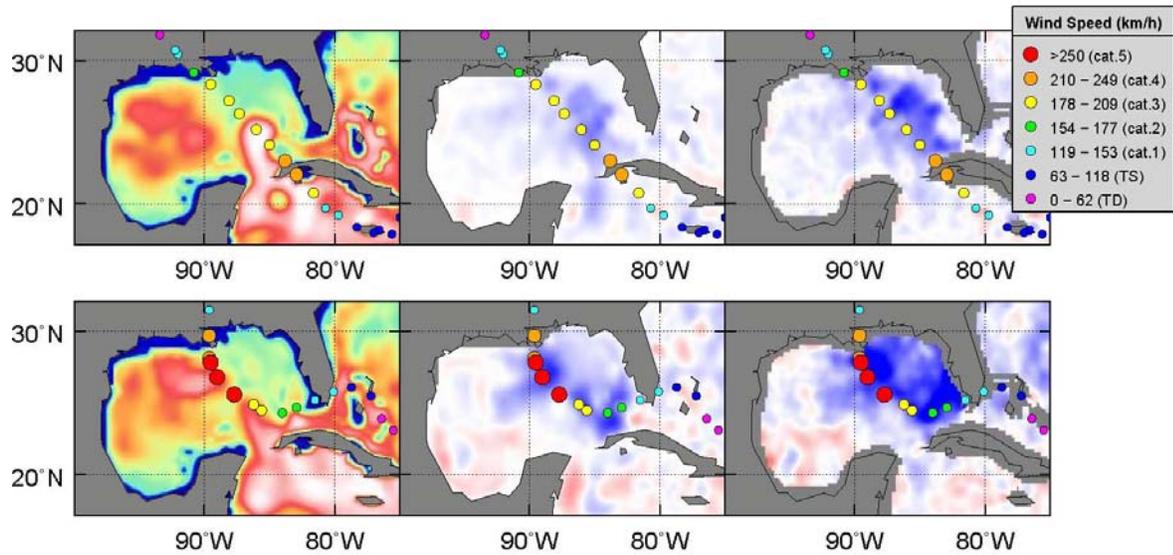


Fig. 3.12. (gauche) TCHP, et refroidissement de surface fournis par la différence entre les valeurs après et avant cyclone du (centre) TCHP et (droite) SST, pour les cyclones (bas) Katrina en 2005 et (haut) Gustav en 2008. Echelles identique à celles de la Fig. 3.11.

Salinité de surface de la mer

Gregory C. Johnson¹ & John M. Lyman^{1,2}

¹NOAA/Pacific Marine Environmental Laboratory, Seattle, WA

²JIMAR, University of Hawaii, Honolulu, HI

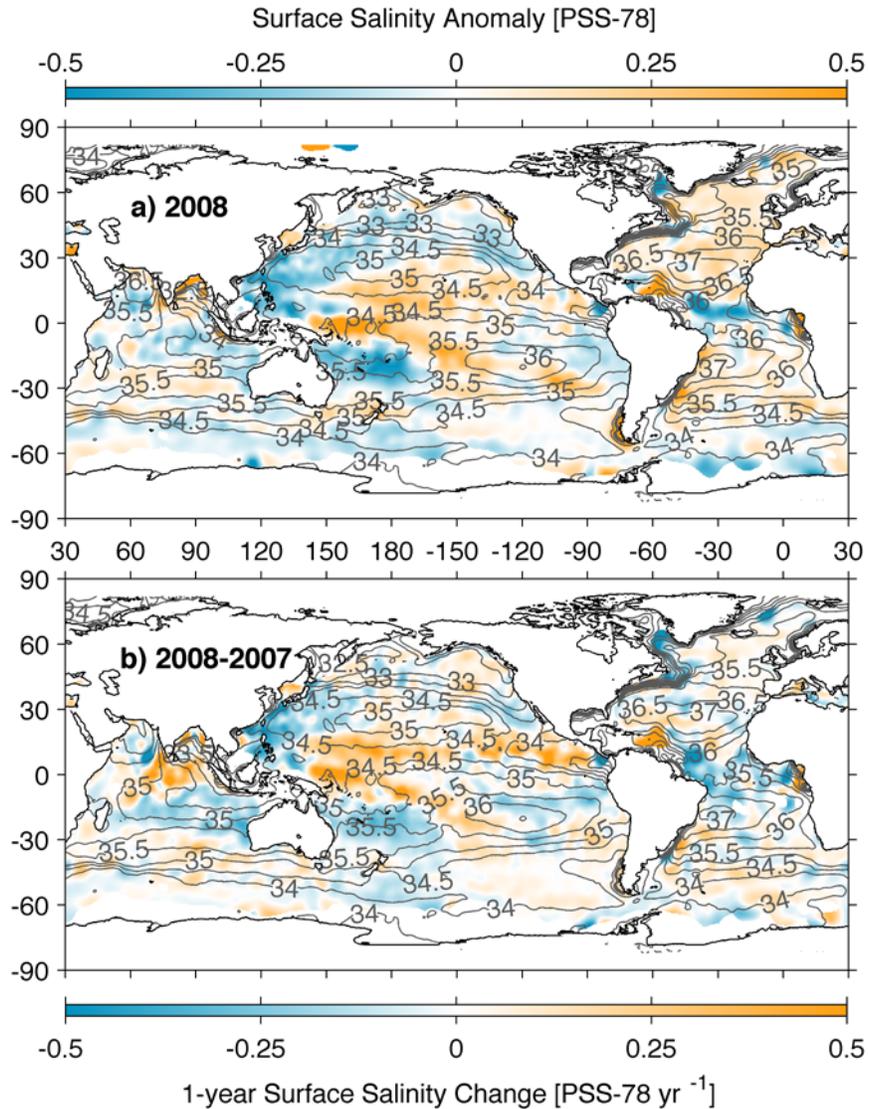


Fig. 3.13. (a) Carte de l'anomalie annuelle de SSS pour 2008 estimée à partir des données Argo [couleurs, en PSS-78] par rapport à la climatologie WOA 2001 [isolignes de 0,5 en 0,5 PSS-78]. (b) La différence 2008 moins 2007 [couleurs, en PSS-78 an⁻¹ pour permettre une comparaison aisée avec a)]. Les zones blanches sont soit proches d'une différence nulle, soit ne disposent pas

d'assez de données. L'unité de salinité « practical salinity units, PSU » est souvent utilisée ; il s'agit d'une quantité sans dimension rapportée à la PSU 1978, PSS-78.

Observations de Courants de Surface

Rick Lumpkin¹, Gustavo Goni¹, & Kathleen Dohan²

¹ NOAA/Atlantic Oceanographic and Meteorological Laboratory, Miami, FL USA

² Earth and Space Research, Seattle WA USA

Anomalies de courant de surface en 2008

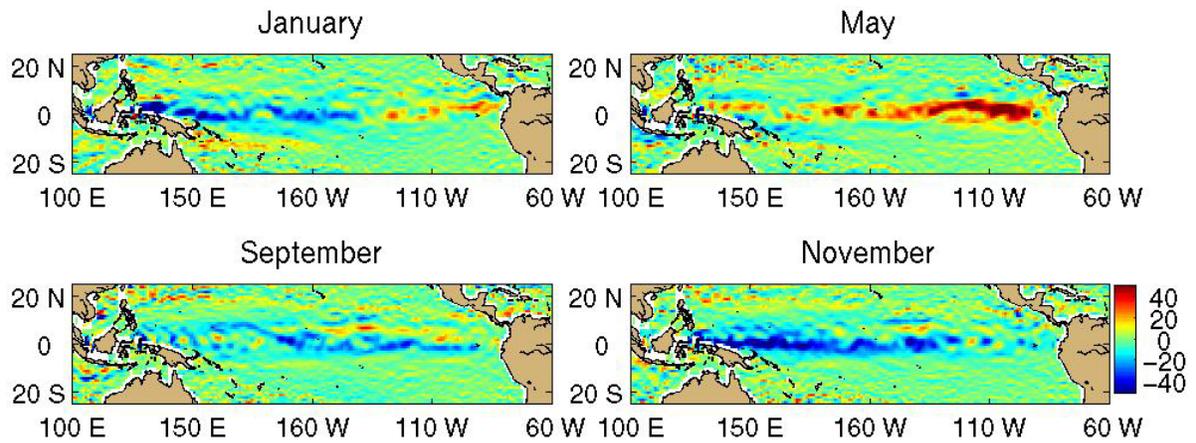


Fig. 3.14. Moyennes mensuelles d'anomalies de courant zonal (OSCAR, cm/s, valeurs positives vers l'est), par rapport à la climatologie saisonnière pour janvier, mai, septembre et novembre 2008.

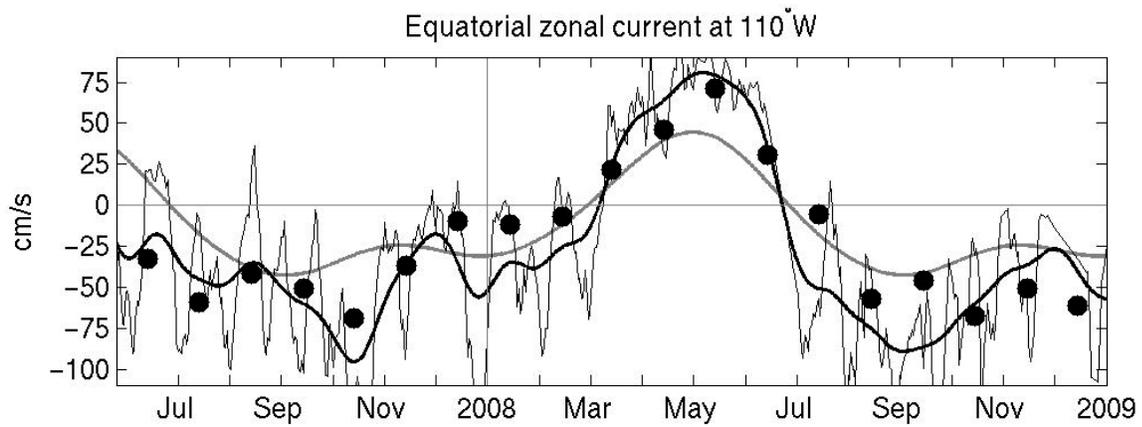


Fig. 3.15. Courants zonaux à 10 m (positif vers l'est) journalier (noir, trait fin) et filtré passe bas à 15 jours (noir, épais) mesurés au mouillage équatorial TAO à 110°W. Le cycle saisonnier de courant zonal (gris) et les moyennes mensuelles OSCAR (points noirs) à cet endroit sont également montrés.

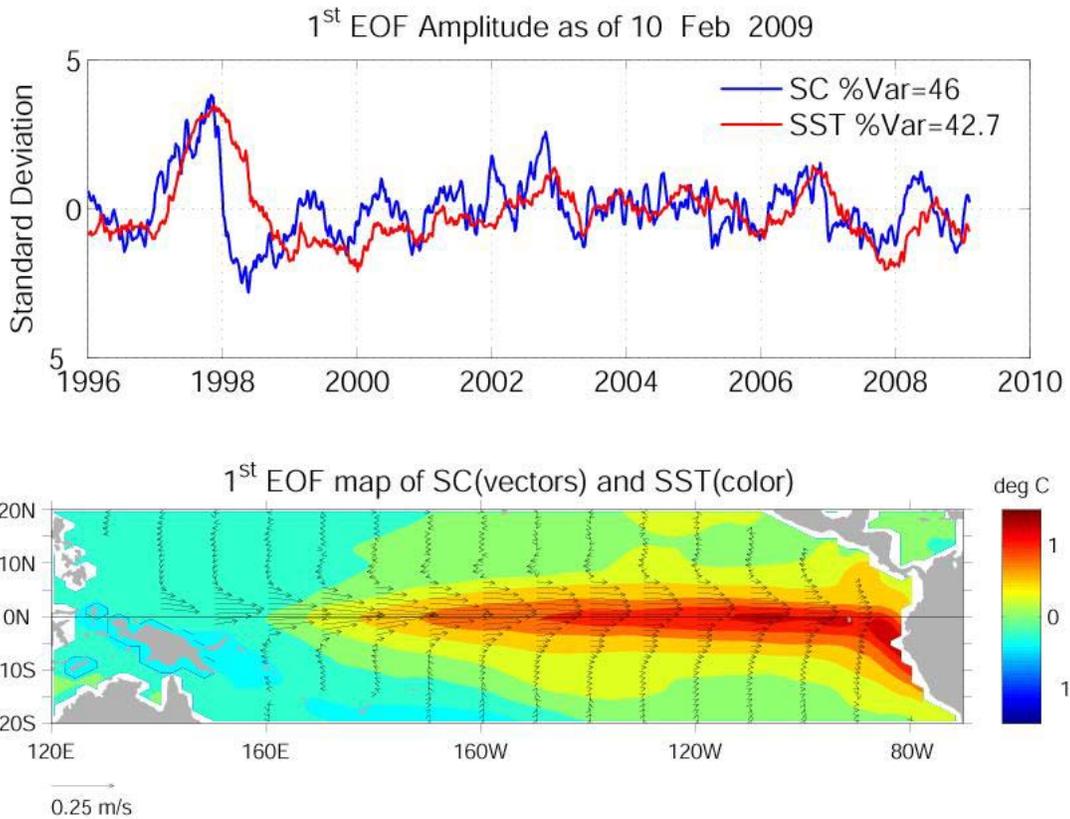


Fig 3.16. Fonctions empiriques orthogonales principales (EOF) du courant de surface (SC) et de l'anomalie de SST dans le Pacifique tropical. Haut : évolution temporelle des amplitudes des EOFs normalisées par leurs écart-types respectifs. Bas : structures spatiales des EOFs.

Changement long-terme des courants de surface

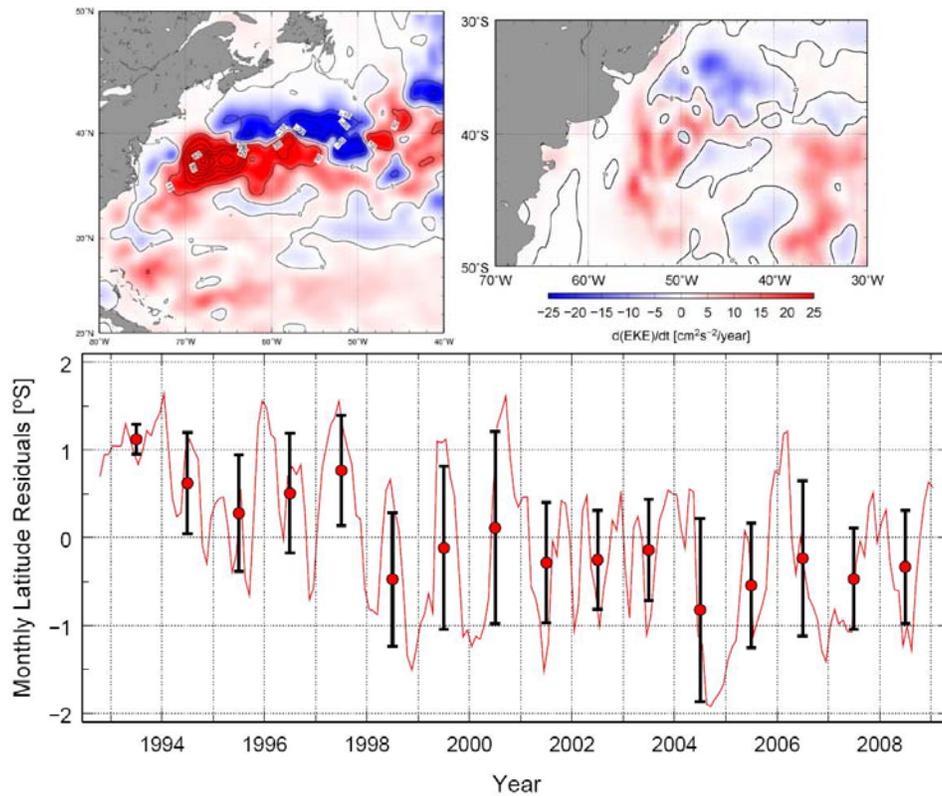


Fig 3.17. Tendence de l'Énergie Cinétique Turbulente géostrophique (gEKE) pour 1993—2008 dans la région du Gulf Stream (haut gauche) et de la Confluence Brésil-Malouines (haut droit), à partir de mesures altimétriques. Bas : position de la séparation du courant du Brésil par rapport à sa position moyenne sur la période 1993—2008. Les cercles avec les barres indiquent la moyenne annuelle et deux écart-types pour chaque année.

Meridional Overturning Circulation

M. O. Baringer¹, C. S. Meinen¹, G. C. Johnson², T. O. Kanzow³, S. A. Cunningham³, W. E. Johns⁴, L. M. Beal⁴, J. J.-M. Hirschi³, D. Rayner³, H. R. Longworth³, H. L. Bryden³, & J. Marotzke⁵

¹ NOAA/Atlantic Oceanographic and Meteorological Laboratory, 4301 Rickenbacker Causeway, Miami, FL 33149

² NOAA/Pacific Marine Environmental Laboratory, Sand Point Way, Seattle, WA

³ Ocean Observing and Climate Research Group, National Oceanography Centre, European Way, Southampton, SO17 3ZH, U.K.

⁴ Division of Meteorology and Physical Oceanography, Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, 4600 Rickenbacker Causeway, Miami, FL 33149

⁵ Max-Planck-Institut für Meteorologie, Bundesstraße 5, 20146 Hamburg, Germany

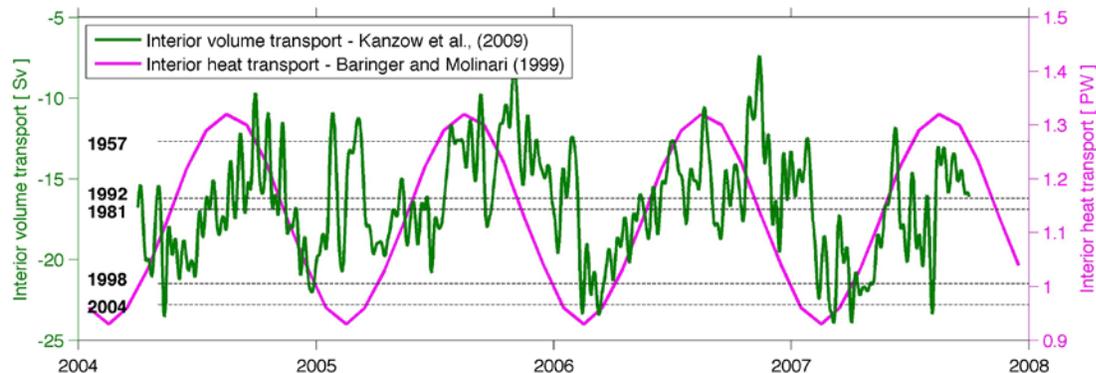


Fig. 3.18. Estimations quotidiennes du transport des 1000 premiers mètres (vert) mesuré par le United Kingdom's National Environmental Research Council (NERC) Rapid Climate Change Program, le National Science Foundation's Meridional Overturning and Heat transport Array, et le programme à long-terme de la NOAA Western Boundary Time Series Program. Le transport de volume (précis à 1 Sv, Cunningham et al 2007) est fondé sur le transport de chaleur de l'océan supérieur de mars 2004 à octobre 2007 (adapté de la figure 7 de Kanzow *et al.*, 2009), avec un filtre passe-bas à 10 jours appliqué aux valeurs journalières de transport. Les lignes pointillées noires sont les valeurs de Bryden *et al.*, (2005) pour les sections hydrographiques transatlantiques 1957, 1981, 1992, 1998 et 2004. Le transport total de chaleur (erreur estimée : 0,2 PW pour les moyennes mensuelles) est adapté de Baringer and Molinari (1999) incluant les

composantes de transport de chaleur moyen de Molinari et al., 1990. Un PetaWatt (1PW = 10^{15} W) équivaldrait à la puissance d'un million des plus grandes centrales nucléaires existantes.

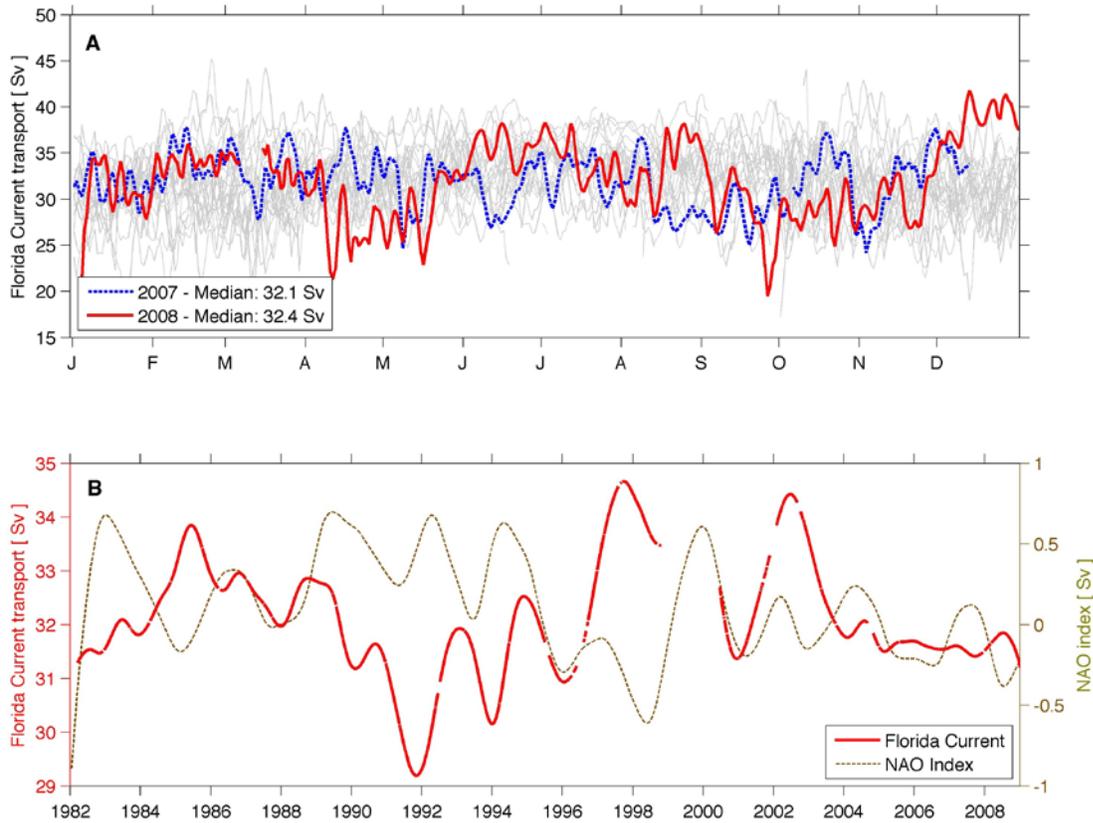


Fig. 3.19. (A, haut) Estimations journalières du transport du courant de Floride pour 2008 (rouge) par rapport à 2007 (bleu). Les valeurs quotidiennes du transport associé au courant de Floride pour les autres années depuis 1982 sont en gris. Le transport médian en 2008 a augmenté légèrement par rapport à 2007 et 2006, et se situe légèrement au-dessus de la valeur médiane pour le courant de Floride (32,2 Sv). (B, bas) Transport filtré sur 2 ans du courant de Floride (rouge) et index NAO (pointillé orange). Les valeurs quotidiennes du transport sont précises à 1,1-1,7 Sv (Meinen *et al.*, 2009) et le transport lissé à 0,25 Sv (estimation *a priori* à partir des observations à 3-10 jours).

Variations du Niveau Marin, Evaluation annuelle 2008

Mark A. Merrifield¹, R. S. Nerem², Gary T. Mitchum³, Laury Miller⁴, Eric Leuliette⁴, Stephen Gill⁵, Philip L. Woodworth⁶

¹ University of Hawaii at Manoa, Honolulu, Hawaii

² University of Colorado, Boulder, Colorado

³ University of South Florida, College of Marine Science, St. Petersburg, Florida

⁴ NOAA/NESDIS, Laboratory for Satellite Altimetry, Silver Spring, Maryland

⁵ NOAA/NOS Center for Operational Oceanographic Products and Services, Silver Spring, Maryland

⁶ Proudman Oceanographic Laboratory, Liverpool, United Kingdom

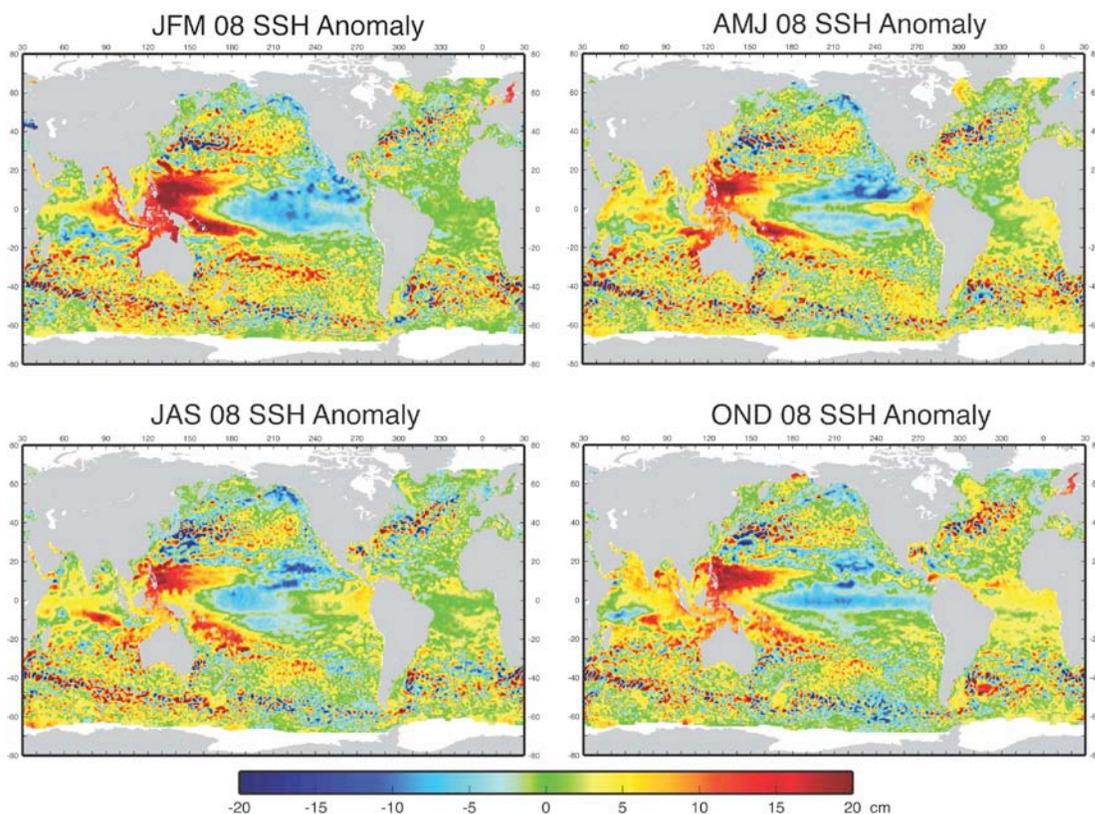


Fig. 3.20. Anomalies saisonnières de SSH pour 2008 par rapport à la moyenne 1993-2007. Elles sont obtenues à partir des produits altimétriques multi-mission élaborés par Ssalto/Duacs et distribués par Aviso, avec le support du CNES (www.aviso.oceanobs.com).

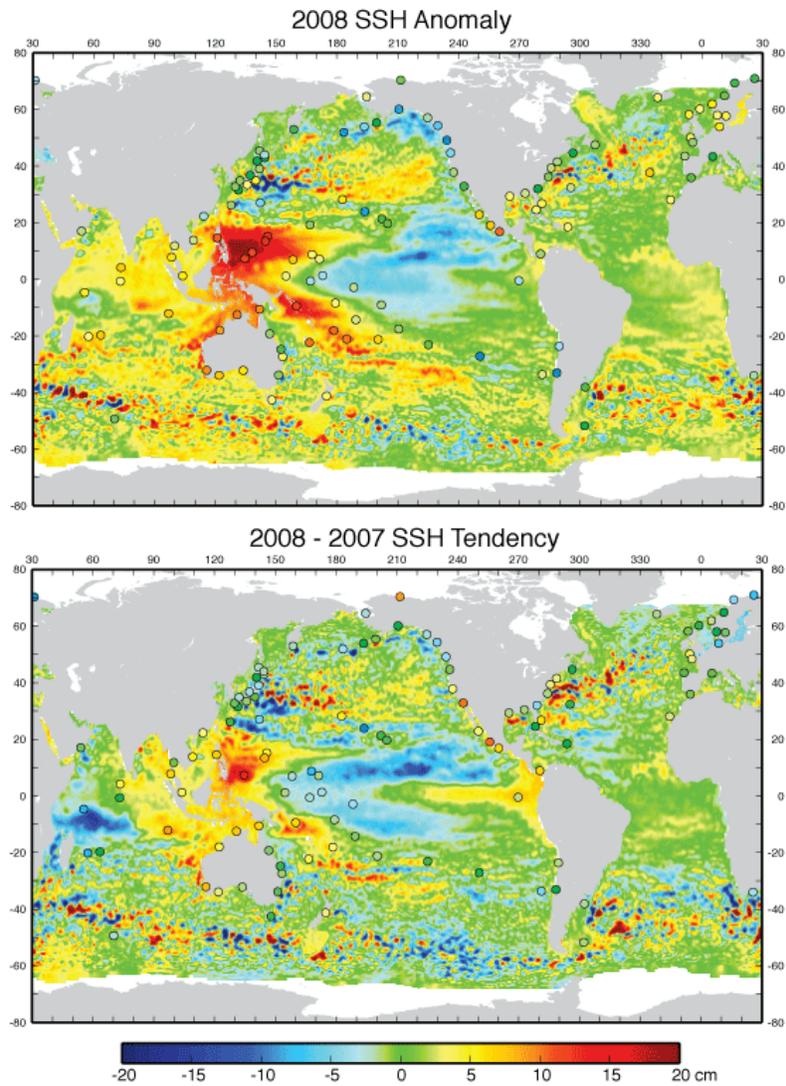


Fig. 3.21. Haut : l'anomalie de SSH en 2008 (Ssalto/Duacs) par rapport à la moyenne 1993-2007 est comparée à l'anomalie 2008 fournie par les marégraphes (points) collectés par le « University of Hawaii Sea Level Center » (<http://uhslc.soest.hawaii.edu/>). Bas : La différence entre les moyennes annuelles 2008 et 2007.

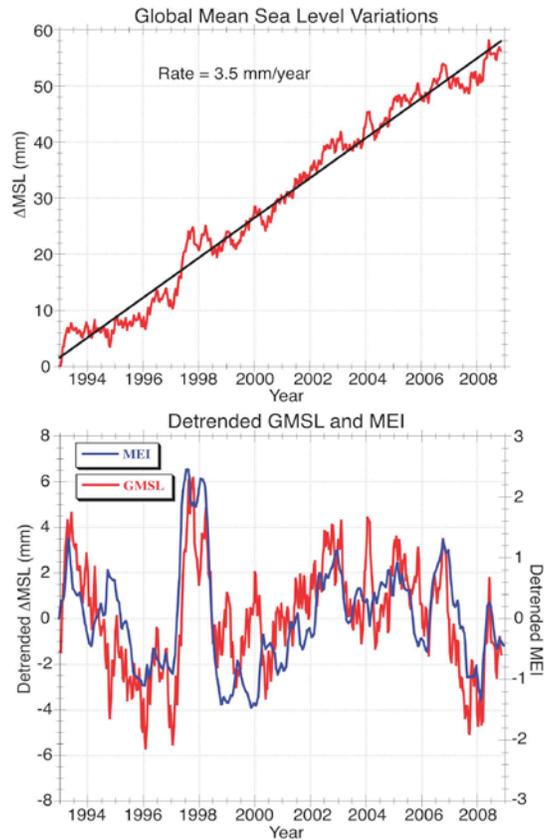


Fig. 3.22. Haut : GMSL mensuel (cycle saisonnier retiré) par rapport à une tendance linéaire de $3,5 \text{ mm an}^{-1}$. Bas : GMSL mensuel (tendance linéaire retirée, rouge) par rapport à l'indice multivarié ENSO (Multivariate ENSO Index, MEI, bleu). Les données de SSH proviennent du NASA Physical Oceanography Distributed Active Archive Center (PO.DAAC) situé au Jet Propulsion Laboratory/California Institute of Technology (<http://podaac.jpl.nasa.gov/>).

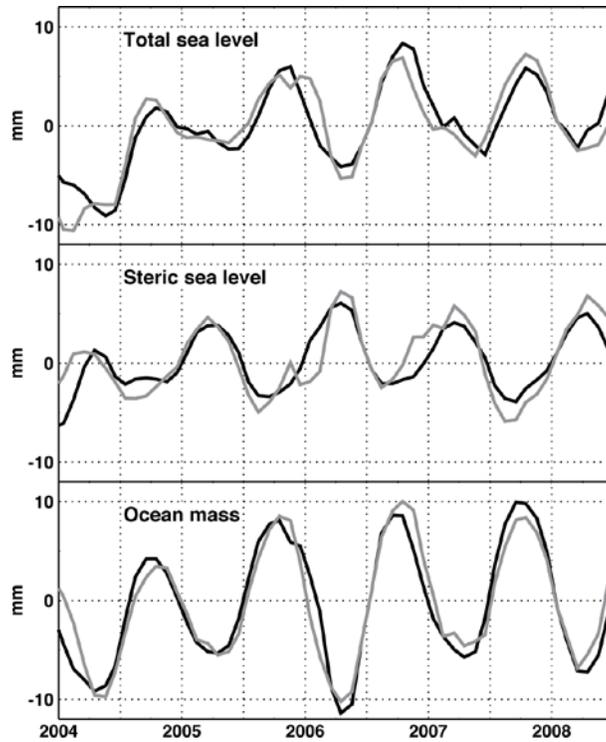


Fig. 3.23. Séries temporelles de GMSL ou *Total sea level*, comparé aux deux composantes principales du changement de niveau marin, changement stérique des couches océaniques supérieures à partir des mesures Argo et variation de masse à partir des mesures GRACE (Leuliette and Miller, 2009). Dans cette figure, les lignes noires représentent les valeurs observées, les grises celles déduites des observations complémentaires (par ex., le niveau stérique déduit est obtenu à partir de la différence niveau marin total moins masse océanique observée).

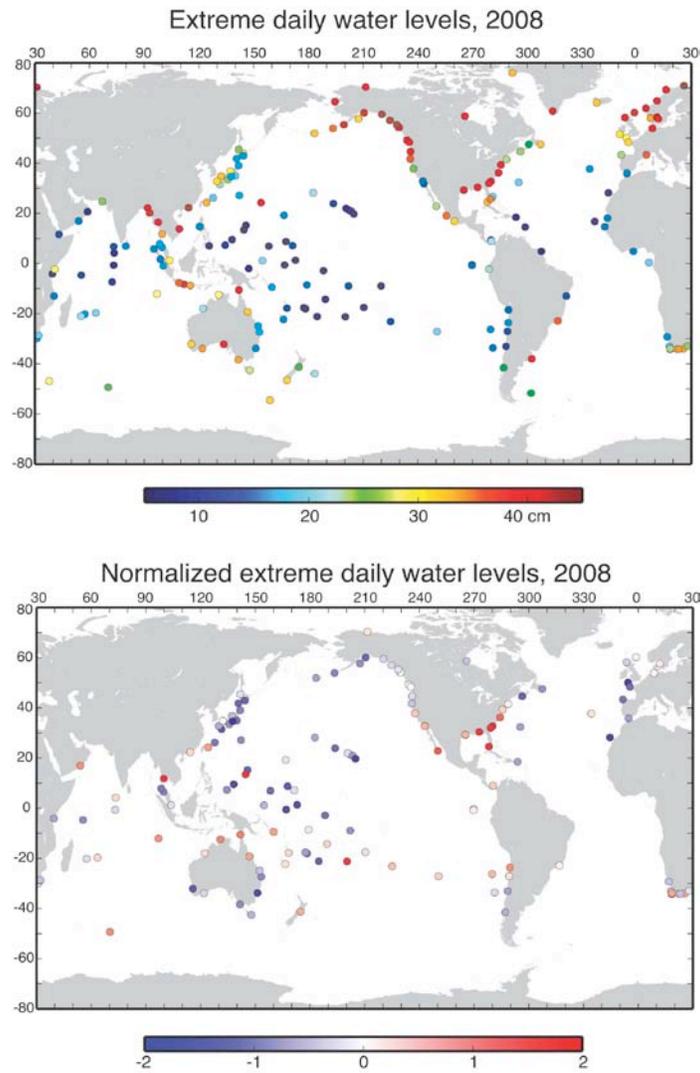


Fig. 3.24. Haut : la variabilité des extrêmes de niveau marin est caractérisée, à chaque station, à l'aide de la moyenne des 2% de valeurs quotidiennes les plus élevées en 2008, par rapport à la moyenne annuelle. Bas : les valeurs extrêmes sont normalisées en ôtant la moyenne et divisant par l'écart-type des valeurs extrêmes relevées au cours des 15 dernières années.

Le Cycle du Carbone dans l'Océan Global

Christopher L. Sabine¹, Richard A. Feely¹, Rik Wanninkhof², & Taro Takahashi³

¹ NOAA/OAR Pacific Marine Environmental Laboratory, Seattle, WA

² NOAA/OAR Atlantic Oceanographic and Meteorological Laboratory, Ocean Chemistry
Division, Miami, FL

³ Lamont-Doherty Earth Observatory, Columbia University, Palisades, New York

1) Flux Air-Mer de Dioxyde de Carbone

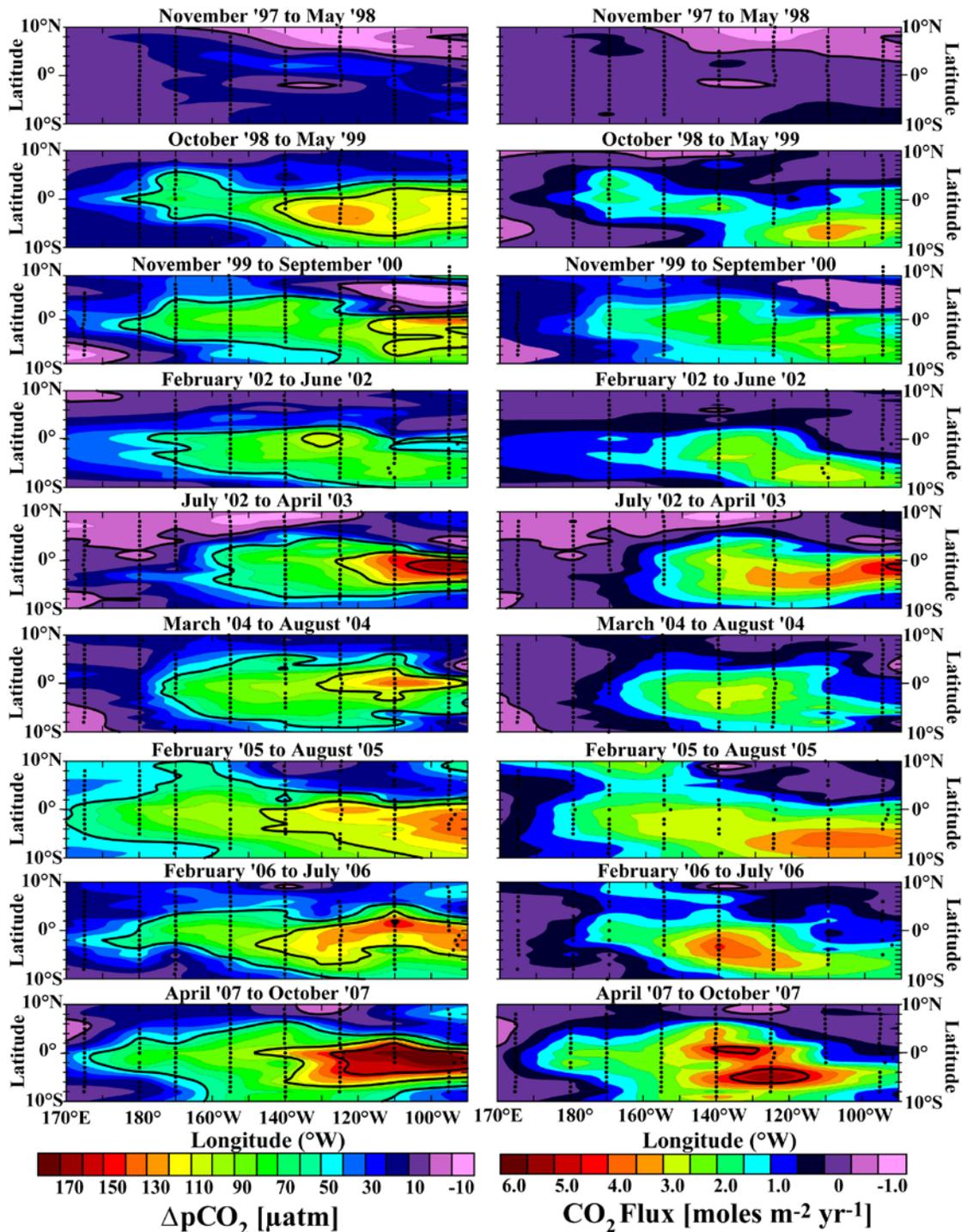


Fig. 3.25. Cartes de différences de pCO₂ mer-air et flux air-mer de CO₂ dans le Pacifique équatorial de 1997 à 2007 issues des mesures en route de CO₂ faites à l'occasion des campagnes d'entretien des mouillages TAO. Les routes nominales sont en noir. La couverture complète de la région est effectuée en environ 6 mois. Les couleurs noir et violet sombre indiquent des zones où les pressions pCO₂ dans l'atmosphère et l'océan sont proches ; les couleurs roses des régions de capture de CO₂ par l'océan ; les bleues des rejets de CO₂ vers l'atmosphère.

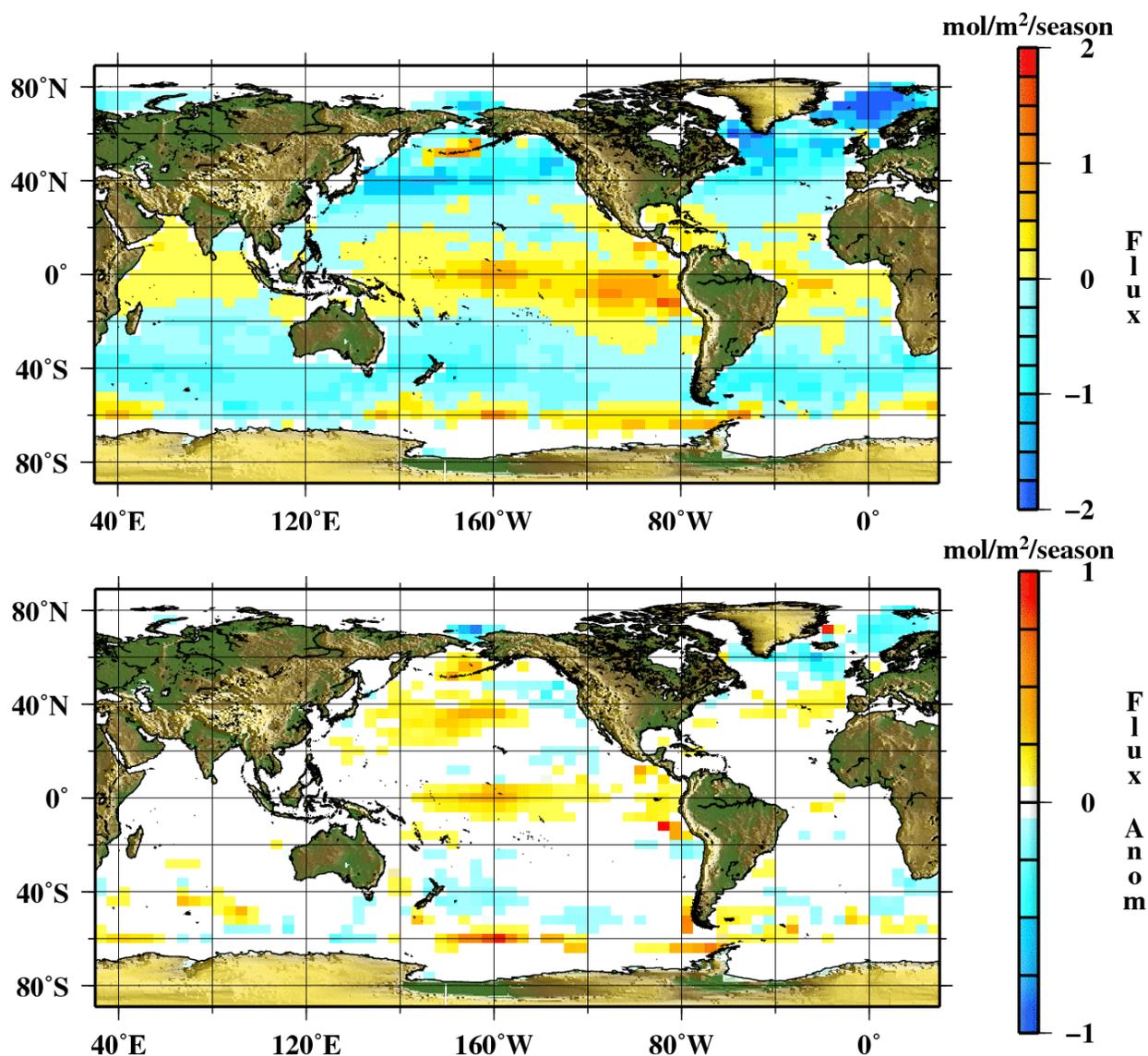


Fig. 3.26. Cartes de (a, haut) flux net air-mer de CO₂ et (b, bas) anomalie du flux air-mer de CO₂ pour septembre-décembre 2007. Les pixels côtiers ou couverts de glace sont en blanc. Les fluxes négatifs représentent une capture de CO₂ par l’océan. Résultats et cartes : J. Trinanes.

2) Inventaire du Carbone de Subsurface

Tableau 1. estimations des variations de l'inventaire de la colonne océanique en carbone anthropogénique ($\text{mol C m}^{-2} \text{an}^{-1}$) au cours de la dernière décennie.

	Atlantic (25°W) 1993-2005	Pacific (152°W) 1991-2006	Indian (90°E) 1995-2007
Hémisphère boréal	0,63	0,25	0,63
Hémisphère austral	0,75	0,41	0,83

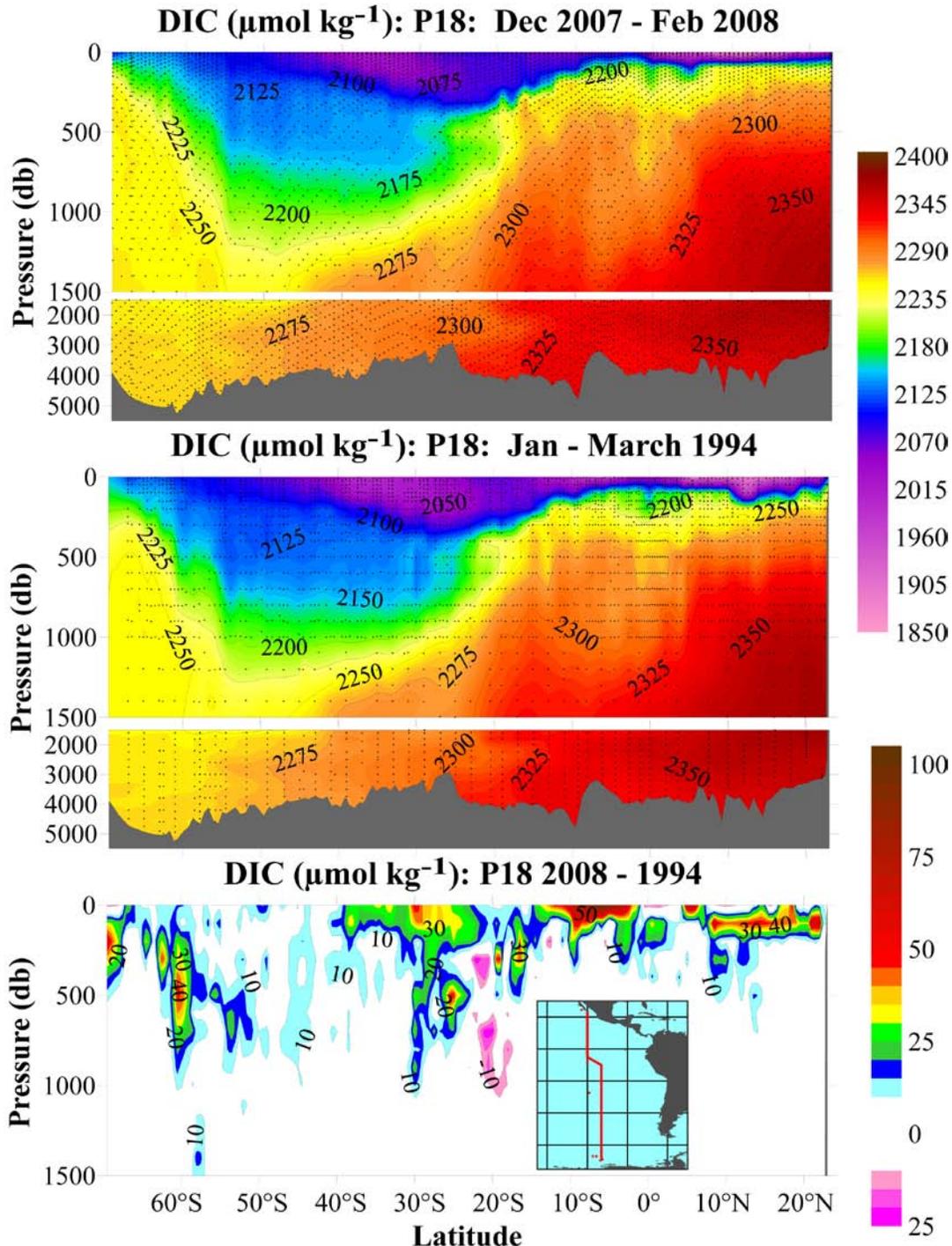


Fig. 3.27. Sections de carbone inorganique dissous (dissolved inorganic carbon, DIC, $\mu\text{mol kg}^{-1}$) le long de 105°W en 2008 (haut) et 1994 (milieu). La section du bas montre les variations de DIC entre deux campagnes (2008-1994). Les points noirs indiquent les lieux d'échantillonnage. La carte montre la route suivie en rouge.

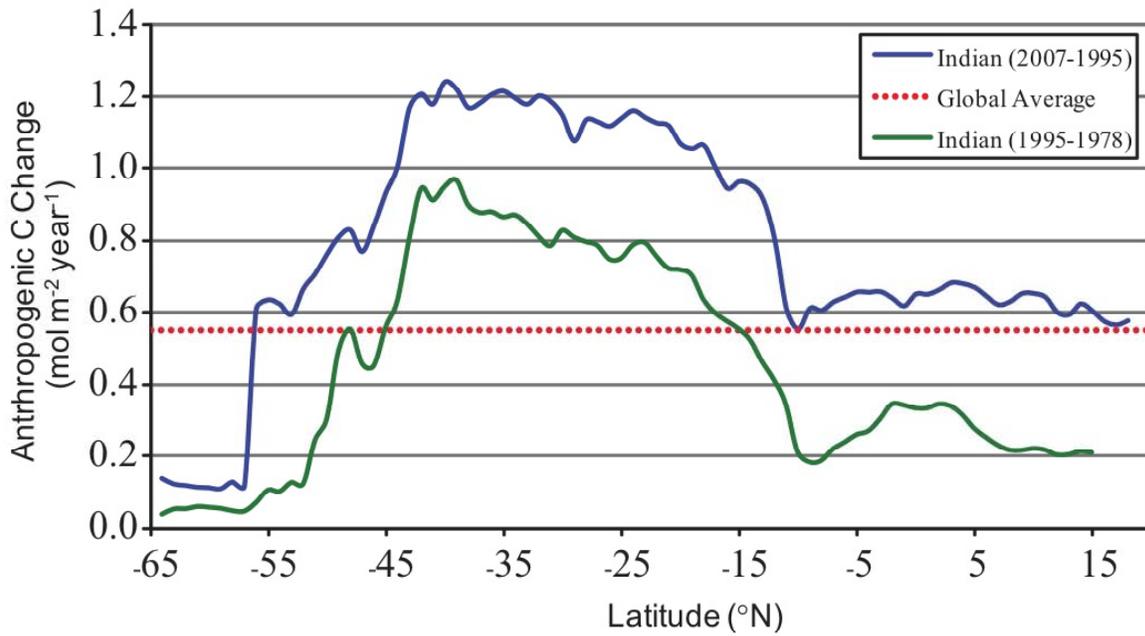


Fig. 3.28. Variations de l'inventaire dans la colonne en fonction de la latitude à $\sim 90^\circ\text{E}$ dans l'océan Indien est. La ligne bleue représente la variation annuelle moyenne entre 2007 et 1995 ; la ligne verte celle entre 1995 et 1978. La ligne pointillée rouge représente la capture annuelle moyenne globale de CO_2 anthropogénique divisée par la surface de l'océan.

Nouvelle évidence de l'Acidification des Océans dans les Eaux Côtières d'Amérique du Nord

(Sidebar)

Richard A. Feely¹ & Andrew G. Dickson²

¹NOAA/OAR Pacific Marine Environmental Laboratory, Seattle, WA

²Scripps Institution of Oceanography, University of California, San Diego, La Jolla, CA

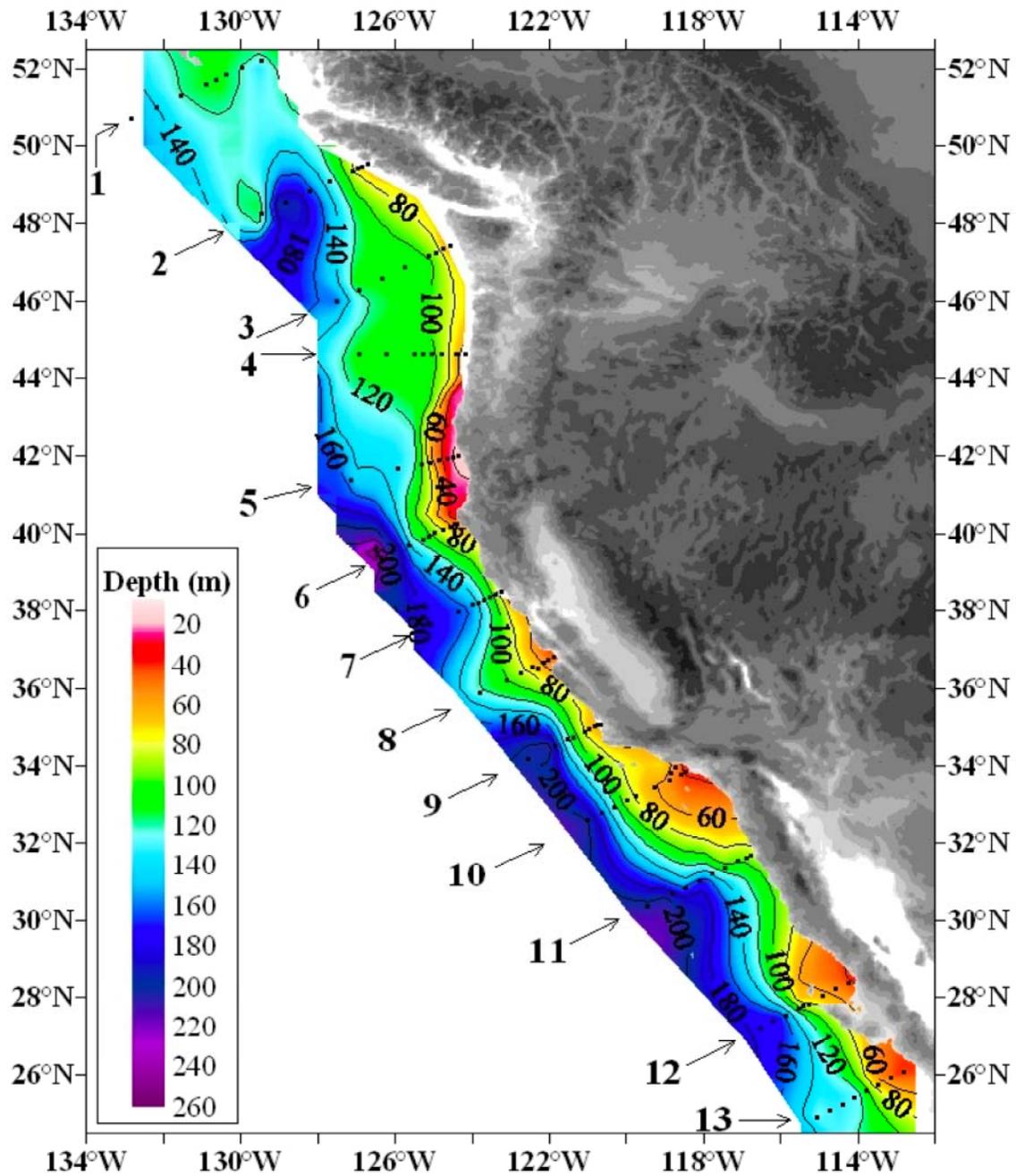


Fig. 3.29. (d'après Feely et al. 2008). Distribution des profondeurs d'eau sous-saturée (d'océan acidifié) (saturation en aragonite $< 1,0$; pH $< 7,75$) sur le plateau continental de la côte ouest américaine, de Queen Charlotte Sound, Canada, à San Gregorio Baja California Sur, Mexique. Le long du transect 5, l'eau acide atteint la surface près de la côte. Les points noirs représentent les lieux des stations.

Phytoplankton dans l'Océan Global

Michael J. Behrenfeld¹, David A. Siegel², Robert T. O'Malley¹, Stephane Maritorena²

¹ Oregon State University, Corvallis, Oregon

² University of California at Santa Barbara, Santa Barbara, California

Figure 1

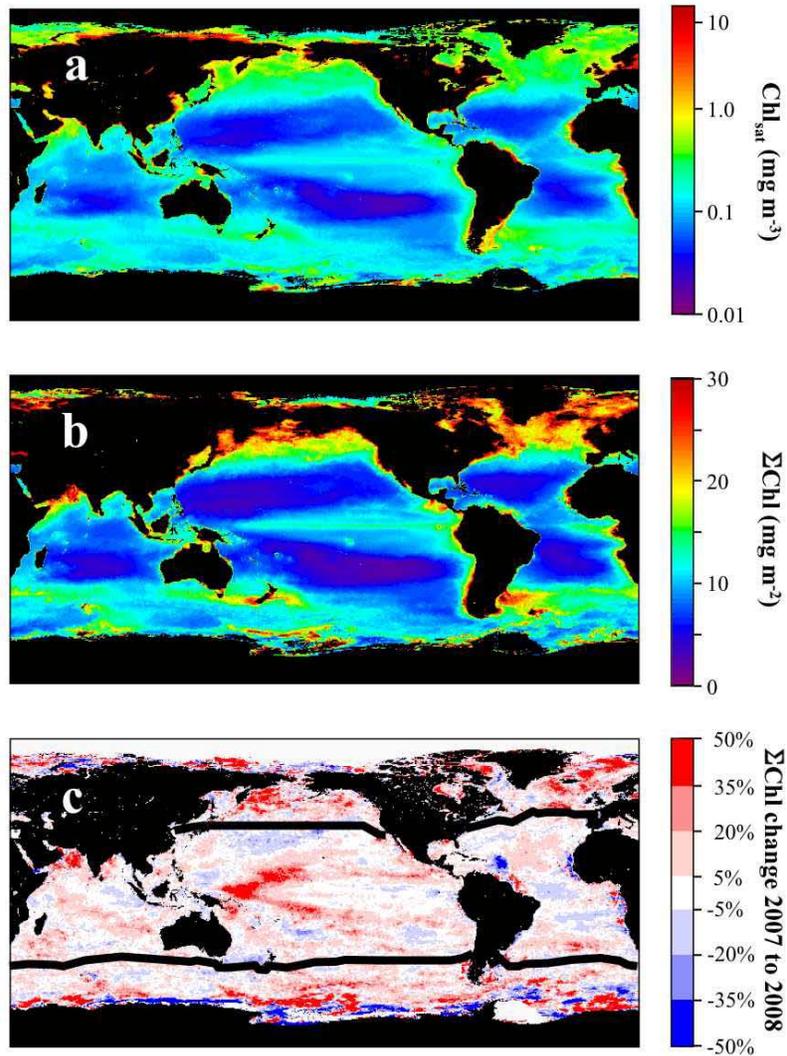


Fig. 3.30. (a) Concentration moyenne en chlorophylle de surface (Chl_{sat}) MODIS-Aqua pour 2008. (b) Moyenne du contenu chlorophylle en zone photique (ΣChl) MODIS-Aqua pour 2008. (c) Pourcentage de la variation en ΣChl de 2007 à 2008. Les lignes noires séparent les régions océaniques stratifiées en permanence (moyenne 2007 de la SST $>15^{\circ}C$) des plus hautes latitudes (moyenne 2007 de la SST $< 15^{\circ}C$). Comme les données n'étaient disponibles que jusqu'au jour 320 de 2008 au moment de notre analyse, ici et dans le texte les moyennes annuelles correspondent au dates du calendrier Julien 321 d'une année donnée au jour 320 de l'année suivante (par ex., la période 2008 = jour Julien 321, année 2007 jusqu'au jour Julien 320, année 2008). Le contenu en chlorophylle de la zone photique est calculé suivant Behrenfeld et al. (2006).

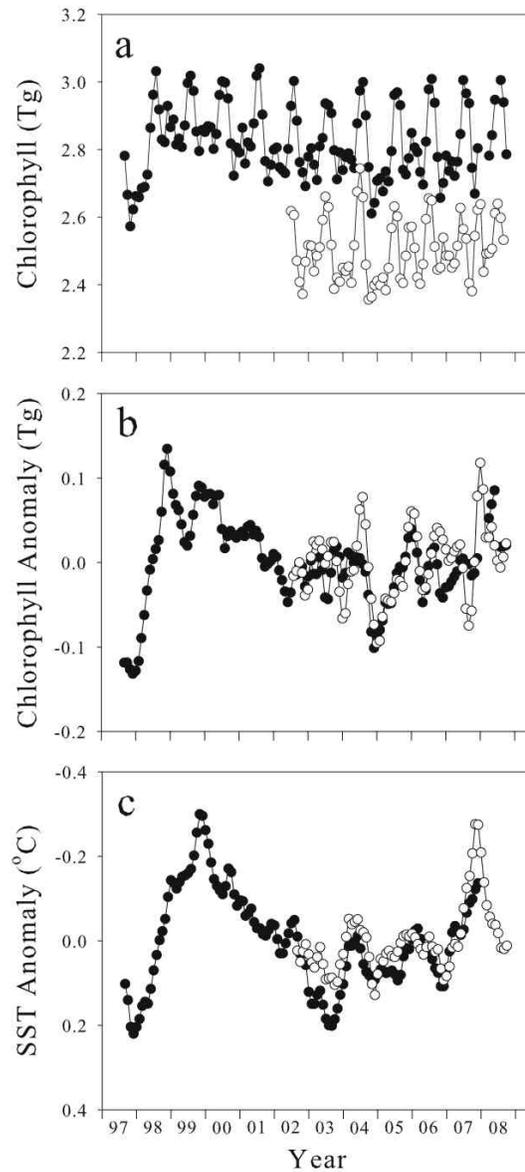


Fig. 3.31. (a) Concentrations mensuelles en chlorophylle dans la zone photique (= moyenne ΣChl) pour les océans stratifiés en permanence ($\text{SST} > 15^\circ\text{C}$; Fig. 3.30). Disques = données SeaWiFS. Cercles = données MODIS-Aqua. (b) Anomalies mensuelles de chlorophylle dans la zone photique pour les océans stratifiés avec SeaWiFS (disques) et MODIS-Aqua (cercles). Les anomalies représentent la différence en chlorophylle dans la zone photique entre un mois donné et la valeur moyenne pour ce mois calculée sur la durée d'un capteur. (c) Anomalies mensuelles des SST moyennes pour les océans stratifiés d'après les données AVHRR de qualité 5 - 8 (disques) et les données MODIS 4 um (cercles).

Figure 3

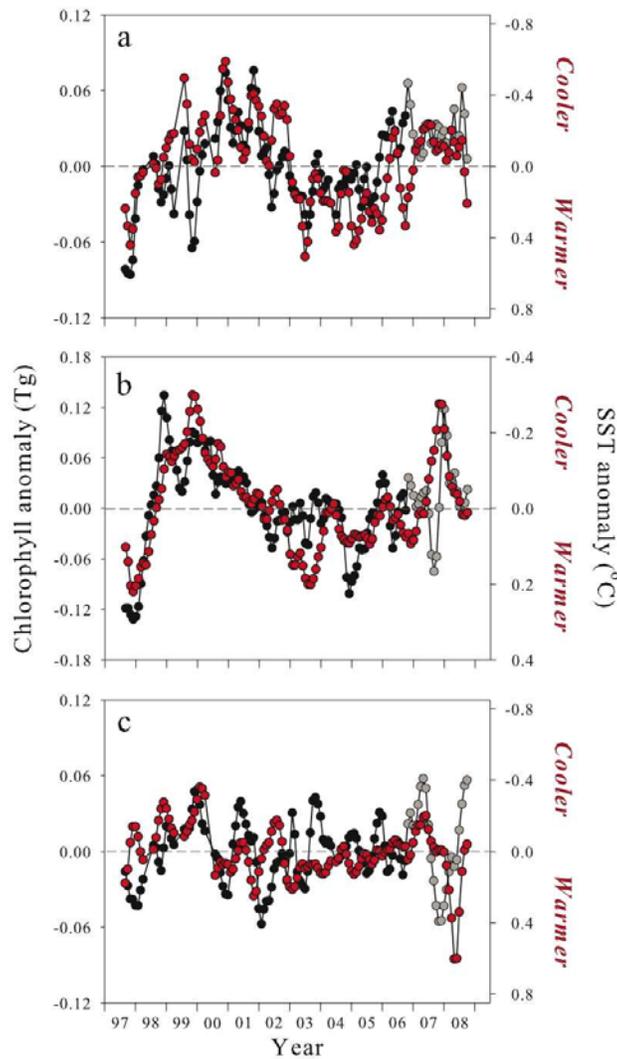


Fig. 3.32. Comparaison des anomalies mensuelles de chlorophylle en zone photique (symboles noirs et gris, axe de gauche) et de SST (symboles rouges, axe de droite). (a) Eaux de l'hémisphère nord dont la moyenne de SST en 2007 < 15°C. (b) Eaux stratifiées en permanence dont la moyenne de SST en 2007 > 15°C. (c) Eaux de l'hémisphère dont la moyenne de SST en 2007 < 15°C. (a-c) Disques noirs = données SeaWiFS ; gris = données MODIS-Aqua. Les données MODIS-Aqua sont aboutées à l'enregistrement SeaWiFS commençant au jour Julien 321, en 2006, pour être cohérent avec la Fig. 3.30. La ligne horizontale pointillée dans chaque graphique correspond aux valeurs climatologiques moyennes mensuelles. A noter : les valeurs des axes à gauche augmentent du bas vers le haut, mais diminuent sur les axes à droite.