

AN 12067 ex 1

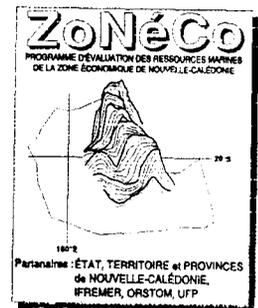
ARCHIVES
SCIENCES DE LA MER
OCÉANOGRAPHIE PHYSIQUE

N° 9

1997

Surveillance Thermohaline de la ZEE
en 1994-1995 et 1996

Christian HENIN



Fonds Documentaire ORSTOM



010012067

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



CENTRE DE NOUMÉA

ARCHIVES
SCIENCES DE LA MER
OCÉANOGRAPHIE PHYSIQUE

N° 9

1997

Surveillance Thermohaline de la ZEE
en 1994-1995 et 1996

Christian HENIN



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

CENTRE DE NOUMÉA

Fonds documentaire ORSTOM
Cote: Ax 12067 Ex: 1

© ORSTOM, Nouméa, 1997

/Henin, C.

Surveillance Thermohaline de la ZEE en 1994-1995 et 1996

Nouméa : ORSTOM. Août 1997. 14 p.
Archives. : Sci. Mer ; Océanogr-Phys. ; 9

ENVIRONNEMENT ; CARACTERISTIQUE CHIMIQUE ; CARACTERISTIQUE PHYSIQUE ; EAU
DE MER ; ZONE ECONOMIQUE EXCLUSIVE ; SURVEILLANCE ; TEMPERATURE ; SALINITE ;
OCEAN ; VARIABILITE REGIONALE ; VARIABILITE LOCALE / NOUVELLE CALEDONIE

Imprimé par le Centre ORSTOM
Août 1997



Surveillance Thermohaline de la ZEE en 1994-1995 et 1996

Ch Hénin

Centre ORSTOM de Nouméa

Introduction:

L'objectif principal du programme ZoNéCo est d'évaluer les ressources tant halieutiques que minérales. L'étude des relations entre l'environnement et les ressources vivantes passe par la connaissance de l'environnement océanique régional. Une première étape consiste tout naturellement à en étudier les mécanismes physiques et leur variabilité régionale et locale.

Elle ne peut se faire que dans le cadre d'une étude régionale (volet ENSO et environnement régional du programme ECOP -Etudes Climatiques de l'Océan Pacifique-); et par des études locales basées sur des observations spécifiques et régulières (volet océanographie physique du programme ZoNéCo).

Objectifs :

*Impact régional de la variabilité océanique et climatique

Un certain nombre de travaux basés sur des observations et des résultats de modèles ont montré l'existence de signatures climatiques du phénomène ENSO en dehors du Pacifique équatorial au sens strict (Halpert et Ropolewski, 1992). Le Pacifique Sud-Ouest fait partie de ces régions (Donguy et Hénin, 1980) et se trouve être une zone extrêmement intéressante à étudier pour des raisons à la fois scientifiques et socio-économiques. C'est dans le Pacifique Ouest et Sud-Ouest que se trouvent les eaux les plus chaudes de la planète (la « Warm Pool ») et les deux systèmes météorologiques (Darwin-Tahiti) qui définissent l'indice d'Oscillation Australe SOI pour Southern Oscillation Index). Certains chercheurs ont suggéré que l'origine d'ENSO devait y être recherchée (Van Loon and Shea, 1985). C'est dans cette région de plus, que se trouve la Zone de Convergence des vents du Pacifique Sud (ZCPS) qui contrôle les précipitations. Enfin, la circulation océanique de la région Nouvelle-Calédonie est directement sous la dépendance du grand tourbillon anticyclonique du Pacifique Sud centré vers 20°S.

Le Pacifique Sud-Ouest comprend de nombreux Etats insulaires et des Territoires qui sont très soucieux de connaître leur environnement actuel et ses modifications éventuelles. On doit constater que cette région est encore assez mal connue océanographiquement, l'effort de recherche ayant surtout porté sur la zone équatoriale.

Les études récentes ont montré que dans le Pacifique Sud-Ouest les anomalies ENSO sont de signe contraire à celles de la bande équatoriale ; par exemple nous y observons des anomalies de températures de surface négatives (plus froides) en période El Nino et des anomalies positives (plus chaudes) en période La Nina (Delcroix et Hénin, 1989; Delcroix et Lenormand, 1995). La position de la ZCPS s'est révélée être très variable: elle se déplace vers l'équateur en période El Nino entraînant avec elle les précipitations intenses et provoquant des sécheresses au Sud.

Pendant l'El Nino de 1982-83 il a été montré que l'axe du grand tourbillon subtropical se déplace de plusieurs centaines de kilomètres vers le sud (Delcroix et Hénin, 1989). La circulation est alors notablement modifiée avec des répercussions sur l'hydrologie de la région.

Enfin, les anomalies du niveau de la mer ont atteint -20cm pendant plusieurs mois dans le Pacifique Tropical Sud-Ouest au nord de 15°S (Delcroix, 1992). Les mécanismes en jeu et le lien qui existe avec le déplacement du réservoir d'eaux chaudes du Pacifique équatorial ouest sont actuellement à l'étude.

La Nouvelle-Calédonie se trouve ainsi directement concernée par cette variabilité de la position de la ZCPS (d'où pluie-sécheresses) et de la circulation associée à la grande gyre subtropicale sud. C'est pourquoi nous considérons cette région comme une des régions prioritaires à étudier (en particulier lors des événements Nino de 87, 91-93 et La Nina de 88-89 et 95).

*Environnement océanique local

Il s'avère que la Nouvelle-Calédonie présente des caractéristiques océaniques qui n'ont été mise en évidence que grâce à des observations occasionnelles, entre autres par celles de la phase 1 de ZoNéCo.

La Nouvelle-Calédonie se situe entre deux types de masses d'eaux, chaudes et peu salées en surface à l'est et froides et salées à l'ouest. Le régime de circulation pourrait expliquer cette distribution avec un courant côtier dirigé vers le sud-est le long de la côte Est amenant de eaux chaudes et dessalées (Hénin et al, 1984, Hénin et al, 1995).

Un tourbillon a anticyclonique de meso échelle (300km) a été observé par des mesures directes du profileur de courant ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) du N.O. L'ATALANTE au cours de la campagne ZoNéCo-1 en juillet 1993 au sud-est de la Nouvelle-Calédonie avec des vitesses de courant importantes jusqu'à 600m de profondeur (Hénin, 1994). Se pose la question de l'évolution de ce tourbillon dans le temps. L'étude de sa génération et de ses relations avec la bathymétrie particulière sont envisageables. Certaines hypothèses ont été faites sur la relation entre cette circulation et les espèces bathyales sur les Monts Sous Marins (LeHodey et al, 1996)

Un upwelling côtier a été mis en évidence le long de la côte Ouest de Nouvelle-Calédonie (Hénin, en préparation). Il s'établit par pulsions de 10 à 15 jours amenant en surface des eaux de 100 à 150m de profondeur. L'hypothèse de sa génération sous l'action du vent est en cours de formulation grâce aux observations fournies par Météo-France, partenaire de ZoNéCo. D'autre part son impact sur le fonctionnement du lagon sud-ouest est également en cours d'étude grâce à des systèmes d'observations spécifiques installées en début 1996 dans le cadre de ZoNeCo.

Surveillance thermohaline :

Les océanographes du centre ORSTOM de Nouméa ont mis en place depuis 1969 un réseau d'observations de surface (seau météorologique) par navires de commerce (Donguy et Hénin, 1976) dans le Pacifique intertropical. Les observations se sont étendues à la subsurface en 1979 lorsque les XBT (Expendable BathyThermographs) ont été installés sur ces navires grâce à une collaboration entre la Scripps Institution of Oceanography (Californie), l'IFREMER (Brest) et l'ORSTOM (Nouméa). Ces réseaux ont été améliorés en

1990 par l'installation de systèmes de mesures automatiques (thermosalinographes) (Henin et Grelet, 1996).

Parallèlement des observations automatiques de T et S en des stations côtières ont été installées (Henin et Grelet, 1992).

Dans un premier temps la participation d'océanographes physiciens au programme ZoNeCo a principalement consisté en la mise en oeuvre d'observations précises des courants, de la température et de la salinité (XBT (eXpendable BathyThermographs), Thermosalinographes et ADCP (Acoustic Doppler Profiler) entre la surface et 700m de profondeur. au cours de campagnes du Navire Océanographique l'ATALANTE, limitées dans le temps dans la Zone Economique de la Nouvelle Calédonie. (Henin, 1994; Hénin et al, 1995).

Le programme ZoNeCo participe également activement aux observations systématiques réalisées dans la zone économique de la Nouvelle Calédonie. C'est ainsi que le programme prend en charge le financement de 300 sondes XBT sur un total d'environ 1100 tirs réalisés chaque année dans la zone 10°S-30°S / 155°E-180°. D'autre part toutes les nouvelles stations côtières mises en place autour de la Nouvelle-Calédonie ont bénéficié d'un financement exclusif ZoNéCo pour leur équipement et leur fonctionnement

Enfin, un navire de commerce assurant des liaisons maritimes entre les îles Loyautés, l'Île des Pins, et Nouméa a été équipé d'un thermosalinomètre grâce à un financement exclusif ZoNéCo en 1995.

Données 1994-1995 et 1996

Navires de commerce :

Surface :

Seau :

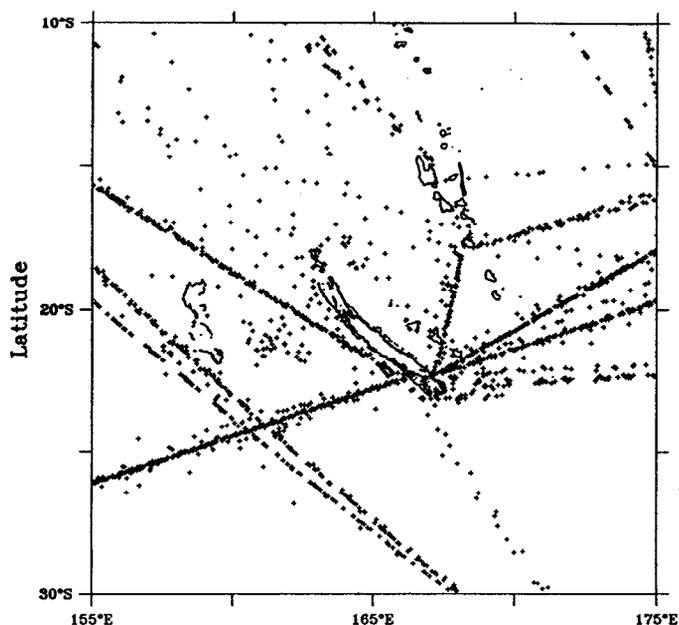


Fig 1 : Observations de surface par seau météorologique pour la période 1994-1996

le Forthbank, le Pacific Islander, le CGM Racine, le CGM Renoir , le CGM Rimbaut, le CGM Ronsard

La répartition des observations pendant les trois années 1994, 1995 et 1996 est présentée figure 1

Les officiers des navires sélectionnés par le Groupe SURTROPAC du centre ORSTOM de Nouméa ont échantillonné au seau météo pour la mesure de la température et la salinité de surface. Ce programme a débuté en 1969 par la sélection de minéraliers Japonais sur la ligne Nouvelle-Calédonie/Japon. Pendant les années 1994, 1995 et 1996 les navires suivants ont échantillonné le long des lignes du réseau et en particulier dans la zone économique de la Nouvelle-Calédonie : Le N.O. l'Alis, le N.O. l'Atalante, le Challenger, le Clyde Bank, le Coral Islander, le Crusader, l'Explorer,

Thermosalinographes (SST et SSS automatiques) :

La mise en place d'un réseau d'observation de la salinité et de la température de surface par thermosalinographe embarqué a commencé en 1992. La mise au point s'est faite sur un financement CORDET (Hénin et Grelet 1992). Actuellement il est opérationnel couvrant les trois océans tropicaux (Hénin, 1996). Dans la région un financement spécifique ZoNéCo a permis d'équiper un navire assurant la desserte maritime des Iles Loyautés (Ferry Président Yeiweine puis Lady Géraldine).

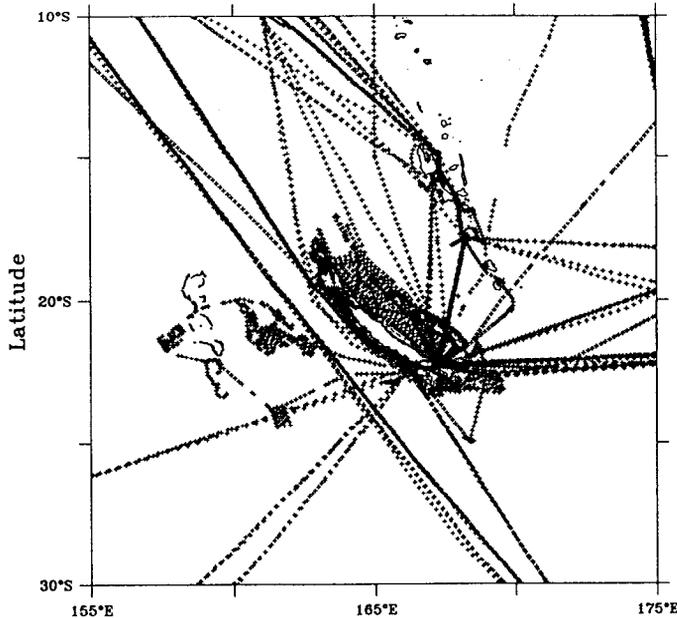


Fig 2 : Observations de surface par thermosalinographe pour la période 1994-1996

Les navires suivants ont réalisé des observations automatiques en 1994, 1995 et 1996 :

N.O. L'Alis, N.O. L'Atalante, N.O. Thompson, le Pacific Islander, le Coral Islander, le ferry Président Yeiweine, le Lady Géraldine, le CGM Rimbaut et le CGM Ronsard

La figure 2 présente la distribution des données en 1994, 1995 et 1996.

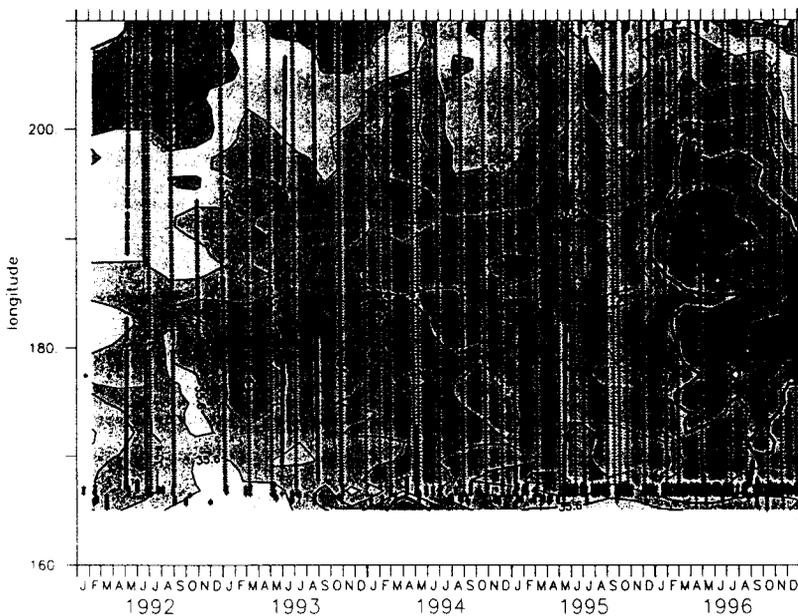


Fig 3 : Salinité de surface observée par thermosalinographe sur la ligne de navigation Nouvelle-Calédonie/Tahiti de 1992 à 1996.

A titre d'exemple l'évolution temporelle de 1992 à 1996 de la salinité de surface le long du rail Nouméa-Papeete entre 167°E et 180° en fonction du temps est présentée Figure 3. La dessalure observée en 1996 (SSS < 35.0) est la marque de l'impact du phénomène La Nina dans cette région. Elle est à opposer à la situation El Nino qui a prévalu pendant la période 1992-1995 (SSS > 35.2).

Subsurface :

Le profil vertical de la température est une donnée primordiale en océanographie physique. La distribution de la température est fonction de la circulation océanique.

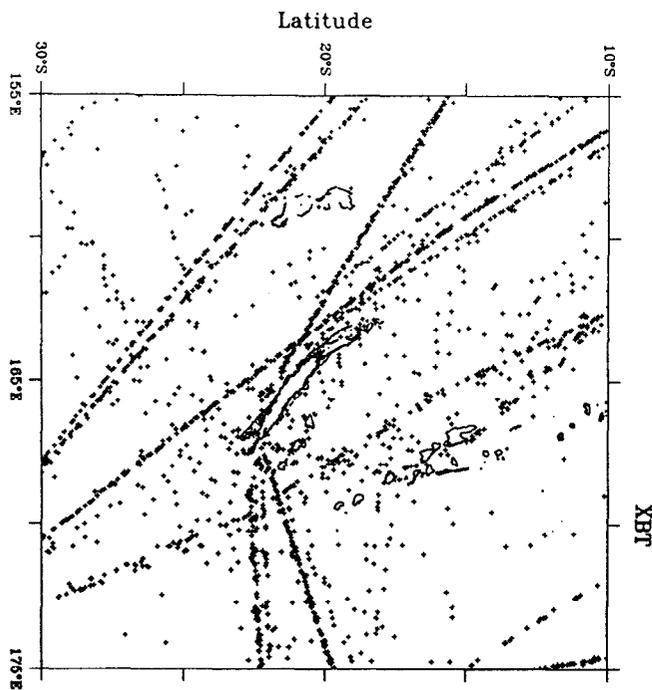


Fig 4 : Observations XBT pour la période 1994-1996

sur le système mondial de Telecommunication (SMT) et les données brutes sont récupérées lors du passage du navire dans un port puis validées et transmises aux banques de données qui sont chargées de la distribution aux organismes de recherche.

La figure 4 présente la distribution et le nombre des tirs XBT réalisés en 1994, 1995 et 1996 par les navires du réseau de l'ORSTOM Nouméa (Challenger, ClydeBank, Coral Islander, Crusader, Explorer, ForthBank, Pacific Islander, CGM Racine, Renoir, Rimbaut et Ronsard ainsi que les navires océanographiques l'Alis, l'Atalante et le Thompson) complétés par les données fournies par la banque de données de subsurface de Brest incluant des données australiennes, américaines, japonaises et françaises réalisées sur des navires bénévoles de toutes nationalités dans le cadre du programme SOOP (Ship of Opportunity Programme).

Ces profils thermiques ont permis de réaliser une base de données de maille 1° latitude * 10° longitude * 2 mois pour tout le Pacifique entre 30° S et 30° N pour la période 1979-1996. (Pierre RUAL communication personnelle)

Sont présentés en figure 5 deux diagrammes de la distribution de la température au large de Nouméa (22° S / 165° E) et au nord de la Nouvelle-Calédonie (18° S / 165° E) pour la période 1992-1996. On y voit nettement le réchauffement saisonnier de la couche 0-100m ainsi qu'une anomalie froide en 1994 alors que l'été austral 1995-1996 est particulièrement chaud.

De plus la profondeur de la thermocline (gradient vertical de température fort séparant les eaux chaudes superficielles des eaux froides situées au dessous) est un paramètre très utile aux pêches hauturières car très lié à la répartition des stocks de poissons exploitables. C'est en 1979 qu'a été mis en place le réseau de navires marchands utilisant la technique des bathythermographes à sonde perdue (XBT). Actuellement ces systèmes permettent de mesurer la température entre la surface et 700 mètres de profondeur. Les données sont transmises en temps réel sous forme réduite (15 niveaux)

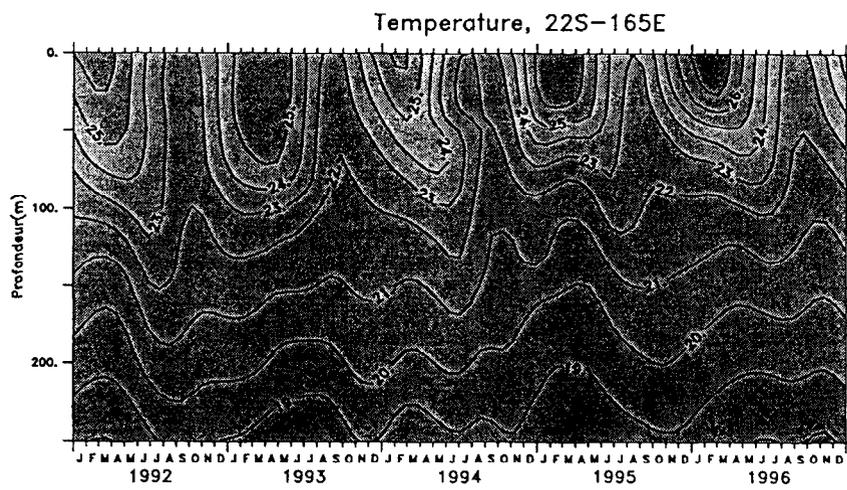
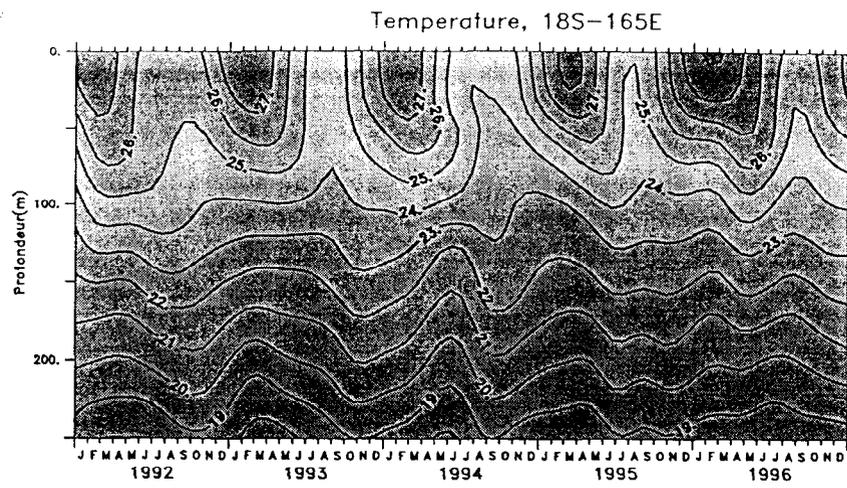


Fig 5 : Distribution de la température (0-250m) à 18°S-165°E et à 22°S-165°E de 1992 à 1996

Stations côtières:

Les stations côtières de Nouvelle-Calédonie consistent en des stations océanographiques manuelles (T et S plus météo succincte), océanographiques automatiques et des stations météorologiques automatiques (gérées par Météo-France). Les données sont validées puis gérées par SGBD (Système de Gestion de Base de Données) ORACLE sur station de travail SUN, ce qui facilite leur exploitation (Rivaton , 1996)

Stations manuelles :

Nous assurons la continuité des stations manuelles (Figure 6) au seuil météorologique à la baie de l'Anse Vata (depuis 1958) et au Phare Amédée (depuis 1967) . Un observateur effectue chaque matin vers 7h locales une mesure de la température et un prélèvement d'eau de mer pour mesure ultérieure de la salinité au laboratoire (Langlade , 1989). Les Figures 8 et 9 présentent les moyennes mensuelles de la température au Phare Amédée en 1994-1996 et de la température et la salinité de surface à l'Anse Vata. On y décèle très nettement les fortes températures et les faibles salinités caractéristiques de l'épisode La Nina pendant l'été austral 1995-1996

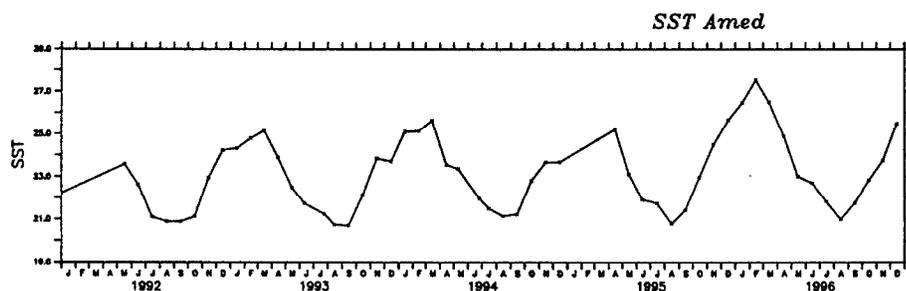


Fig 8 : Moyennes mensuelles (SST) au Phare Amédée (1994-1996)

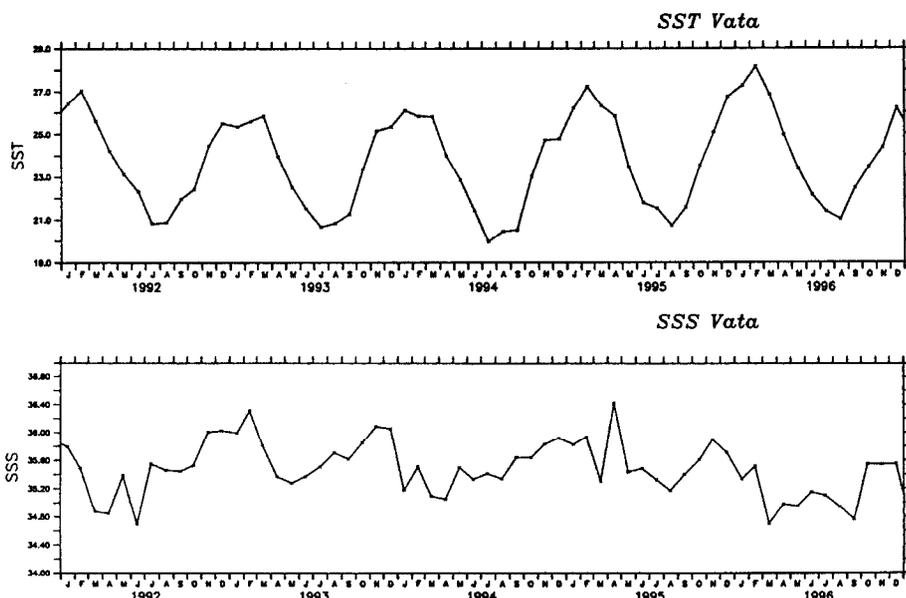


Fig 9 : Moyennes mensuelles (SST et SSS) à l'Anse Vata (1994-1996)

Thermosalinographes :

Une seule station est équipée d'un thermosalinographe automatique. Cette station est située à la fausse-passe de Uitoé (Figure 6). Après une période

de mise au point du matériel (SBE16 de chez SeaBird) à la Pointe Chaleix, elle a été mise en place en Mai 1992 à la fausse Passe de Uitoé à l'extérieur du lagon sur la pente à une profondeur de 11 mètres. On peut ainsi considérer qu'elle donne les températures de la couche de surface de l'océan. Le rythme d'échantillonnage a été fixé à 15 minutes (soient 96 mesures par 24 heures). ZoNeCo a permis de financer en 1994 une sonde supplémentaire permettant une mesure continue de la température et de la salinité y compris pendant la calibration la sonde chez le fabricant aux USA qui intervient de façon régulière. La figure 10 présente la température et la salinité de surface enregistrée de 1993 à 1996 à la Fausse Passe de Uitoé.

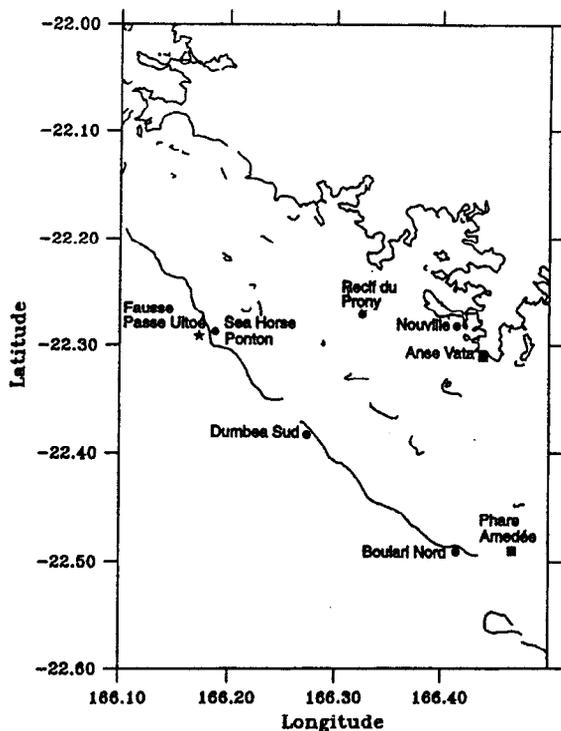


Fig 6 : localisation stations côtières Lagon Sud-Ouest

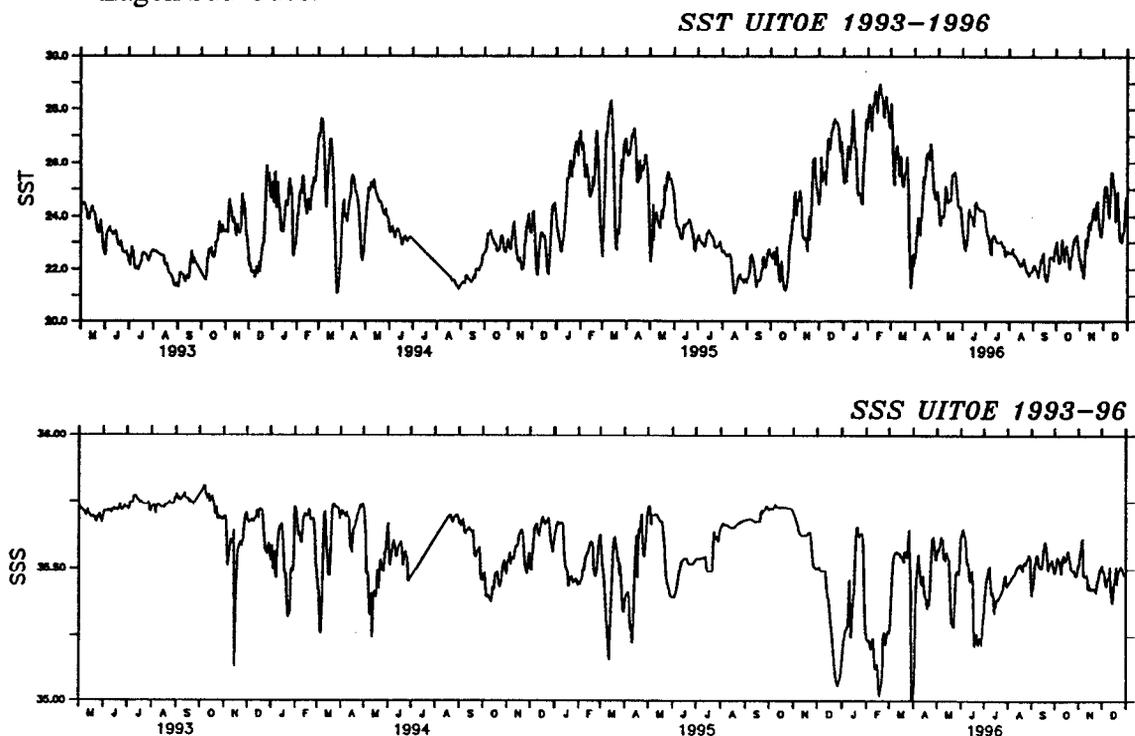


Fig 10 : Moyenne journalière (SST et SSS) à la fausse passe de Uitoé (1993-1996) (Thermosalinometre automatique)

Thermomètres :

La mise en place de stations automatiques de température s'est développée exclusivement sous financement ZoNéCo. Elles résultent du besoin en observations fiables et fréquentes en des zones différentes du pourtour de la

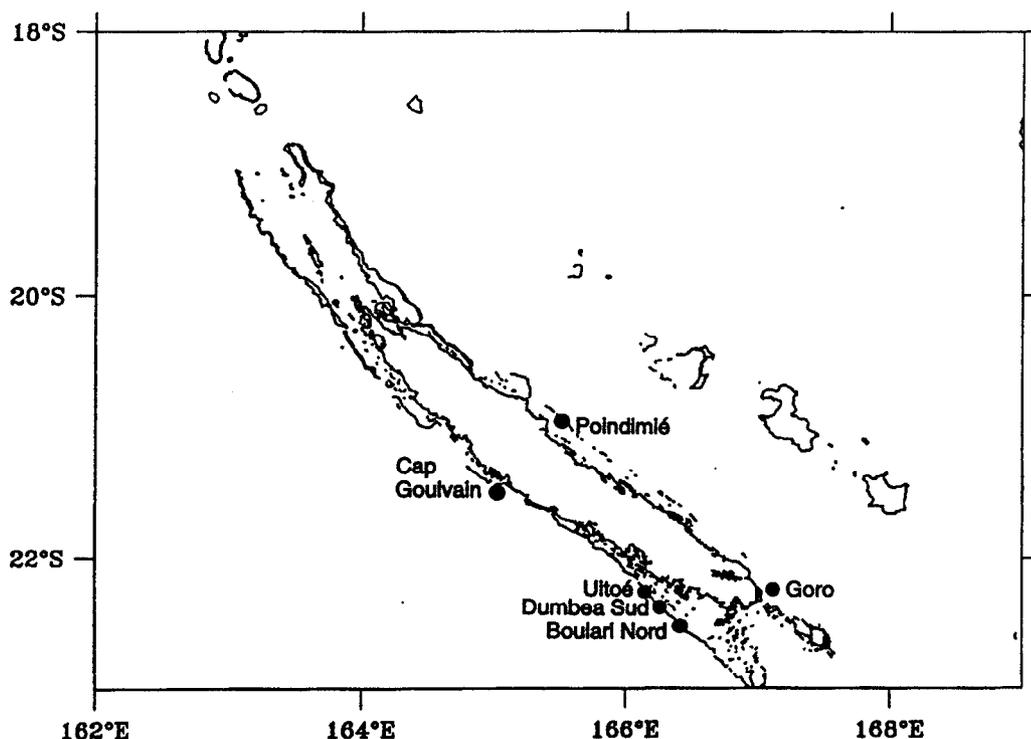


Fig 7 : localisation stations côtières de Nouvelle-Calédonie

Nouvelle Calédonie. Les phénomènes d'upwelling suggérés par les premières observations faites au thermosalinographe de la fausse passe de Uitoé et les différences de températures constatées de part et d'autre de la Grande Terre et entre le lagon et le large nous ont conduit à créer les stations suivantes (Figures 6 et 7):

<u>Lagon :</u>	<i>Mise en place le</i>
Nouvelle	12/01/96
Récif du Prony	12/01/96
Ponton	10/01/96
<u>Large cote Ouest</u>	
Boulari	11/01/96
Dumbea	10/01/96
Cap Goulvain	11/03/97
<u>Large cote Est :</u>	
Goro	03/04/97
Poindimié	09/12/96

Afin de doubler les stations manuelles qui sont humainement faillibles et de fréquence d'échantillonnage trop faible (une observation par

jour seulement) , nous avons décidé d'installer des également thermomètres automatiques aux deux stations côtières manuelles:

Anse Vata
Phare Amédée

17/04/97
18/06/97

Le matériel choisi est de marque ONSET (StowAway XTI) qui consiste en une thermistance insérée dans la paroi d'un boîtier contenant une RAM stockant les données de température. Le pas d'échantillonnage fixé à 15 minutes assure une autonomie d'environ 338 jours.

Des données issues de ces stations côtières en 1996 sont présentées Fig 11

On y voit en particulier les refroidissements associés aux coups de vents de S-E provoquant des upwellings côtiers. Cependant la très forte chute de température observée en fin mars 1996 est associée au cyclone BETI. Il est intéressant de noter que la température a chuté tout comme la salinité associée aux pluies abondantes pendant cet événement.

Les données nouvelles à Boulari et Dumbéa ont permis de confirmer la très forte variabilité de la température observée à l'extérieur du lagon a Uitoe. D'autre part on constate la propagation de cette variation de température du large vers la cote. Pour différents événements observés, le refroidissement a mis plusieurs jours pour arriver en bordure de cote. Cela implique que le

SST dumbéa sud / boulari nord / récif du prony 1996

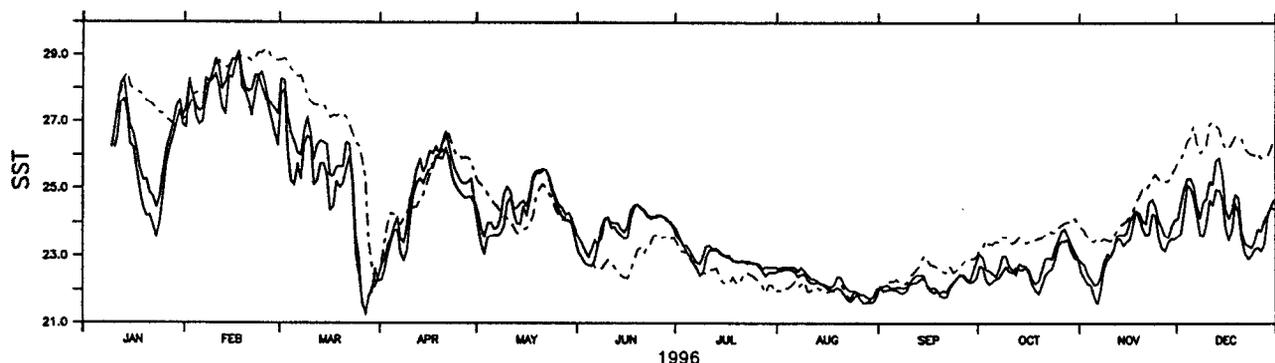


Fig 11 : Température moyenne journalière observée en 1996 aux stations Boulari-Nord, Dumbéa-Sud (traits pleins) et Recif du Prony (pointillés) (Thermometre automatique).

mécanisme à rechercher dans anomalie de température du lagon provient des eaux du large. On peut alors supposer que le phénomène d'upwelling amène en surface des eaux qui se trouvent en général vers 100m de profondeur (Fig 5) et gagnent le lagon sud ouest.

Les observations qui viennent de débiter à Poindimié et Goro (côte est) de même qu'au Cap Goulvain (côte ouest) permettront certainement de confirmer que l'upwelling côtier lié au régime des vents (alizés) est surtout observé sur la côte ouest et peu fréquent sur la côte est. Enfin le traitement des données satellitales infrarouge du laboratoire de traitement d'image LATICAL (Derrien, 1996) permettra de préciser l'extension de cet upwelling côtier au large.

Météorologie (Meteo-France)

Météo France fournit au programme ZoNéCo des données de vent, de précipitation et de température de l'air de huit stations représentatives des conditions météorologiques de la zone océanique bordant la Nouvelle-Calédonie (Figure 12).

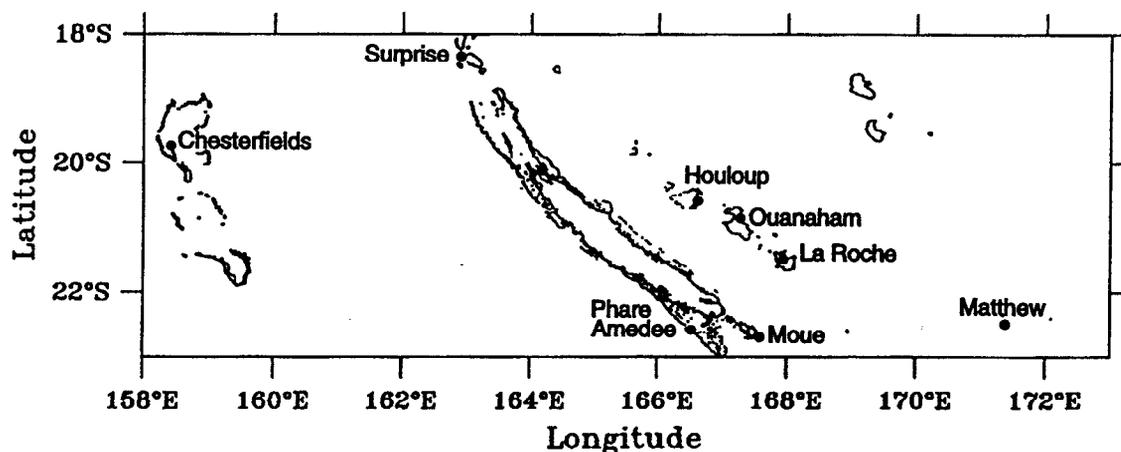


Fig 12 : localisation des Stations Météorologiques

Ces données sont transmises en temps réel à Météo France (données horaires pour le vent et la température de l'air et totaux journaliers pour les précipitations).

L'influence du phénomène El Nino sur les précipitations en Nouvelle Calédonie a été décrite par Morliere et Rébert (1986). Ces stations situées dans le domaine océanique apporteront des nouvelles données qui permettront de caractériser les conditions météorologiques de la zone économique exclusive.

Les sites retenus sont :

ref Météo-France

067	Phare Amedee	22°28'7 S, 166°28,1 E, 4m (altitude)
264	Moue , Ile des Pins	22°35'4 S, 167°27'0 E, 96m
305	Ouloup, Ouvea	20°38'6 S, 166°34'4 E, 7m
313	Ouanaham, Lifou,	20°46'7 S, 167°14'4 E, 28m
338	La Roche, Mare,	21°29'0 S, 168°02'2 E, 43m
400	Surprise, Surprise,	18°28'9 S, 163°05'2 E, 4m
401	Chesterfield,	19°50'1 S, 158°28'5 E, 4m
402	Matthew	22°20'0 S, 171°21'5 E, 27m

A titre d'exemple la Figure 13 presente les valeurs moyennes journalières du vent observé en 1994, 1995 et 1996 au Phare Amédée.

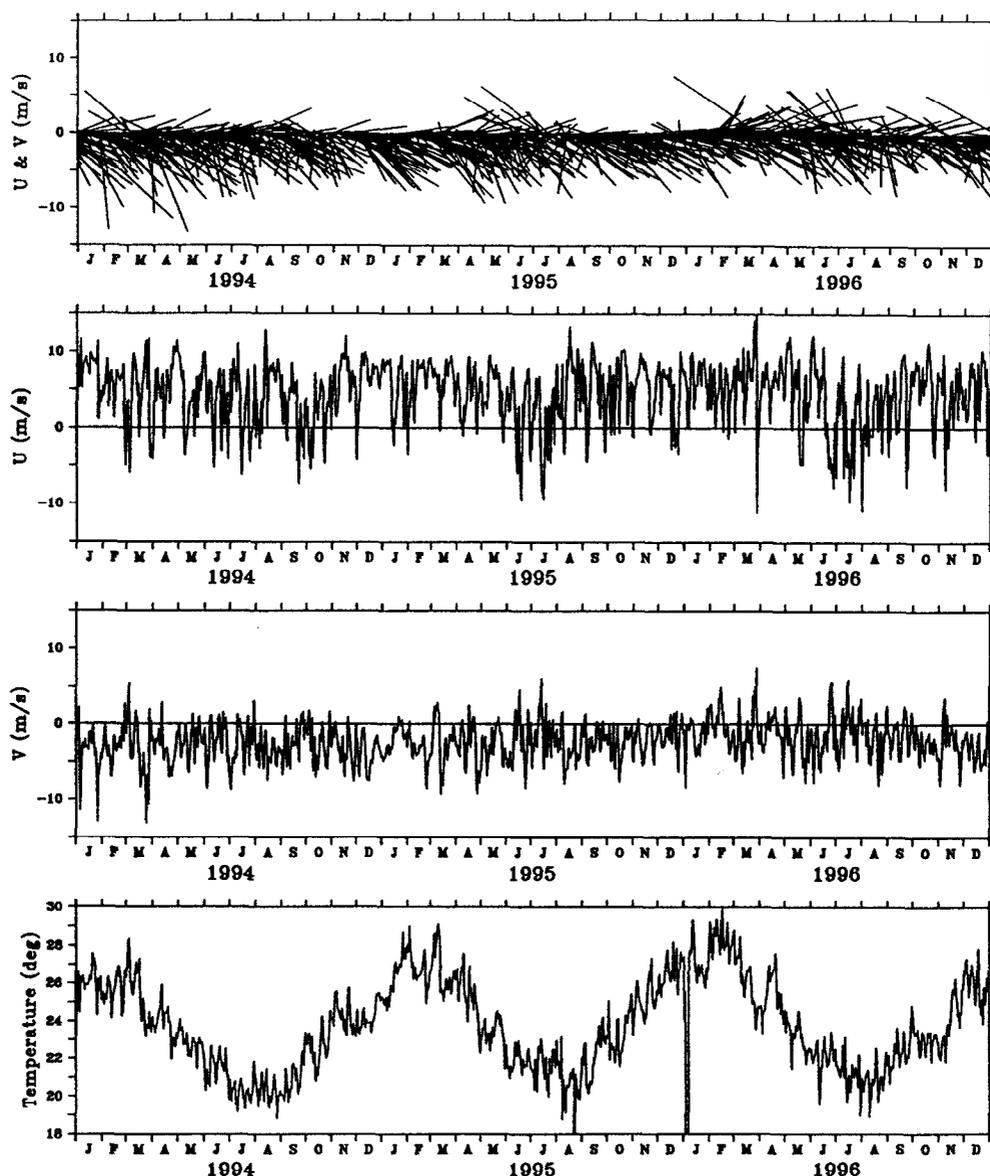


Fig 13 : Moyenne journalière du vent (vecteur, composante zonale, composante méridienne) et de la température de l'air observés au Phare Amédée pendant la période 1994-1996.

Données des campagnes ZoNéCo 3 et 4 :

Les données d'océanographie physique recueillies au cours des campagnes ZoNéCo-3 (30 août-19 septembre 1996) et ZoNéCo-4 (21 septembre-12 octobre 1996) viennent enrichir les bases de données hydrologiques (température de la couche 0-700m par XBT et température et salinité de surface par thermosalinographe embarqué). Associées aux données des réseaux d'observation par navire de commerce et station côtières elles permettent de confirmer que la situation hydrologique est tout à fait conforme à la situation habituelle observée dans le Pacifique sud-ouest en cette période de l'année.

Le tracé de ces campagnes spécialement destiné aux relevés bathymétriques et géophysiques ne permet pas une description hydrologique satisfaisante de la zone couverte. La circulation observée au profileur de courant acoustique à effet

Doppler (ADCP) n'est pas stable et ne dégage aucune structure de circulation cohérente. (Figures 14 et 15)

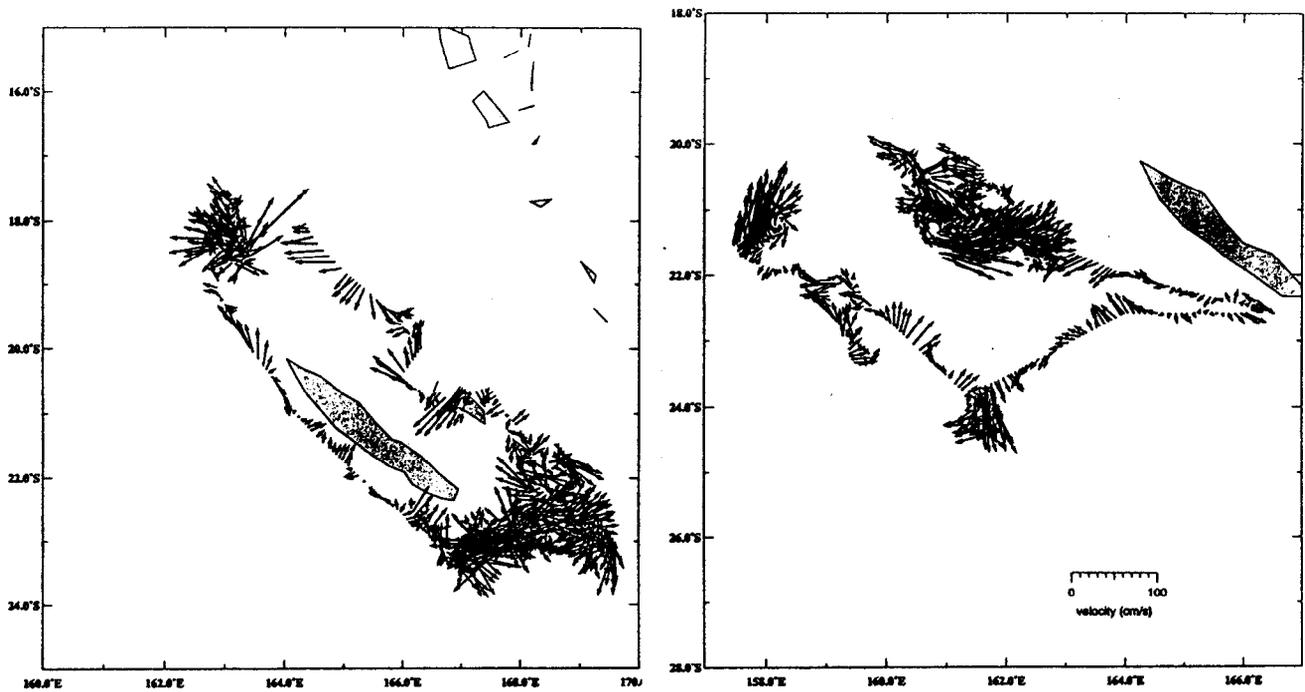


Fig 14 (gauche): Circulation moyenne (28m-100m) observée en aout-septembre 1996

Fig 15 (droite):Circulation moyenne (28m-100m) observée en septembre-octobre 1996

REFERENCES

- Delcroix Th, C.Hénin, 1989 : Mechanisms of subsurface thermal structure and sea-surface thermohaline variabilities in the southwestern tropical Pacific during 1979-85. *Journal of Marine Research*, **47**, 777-812
- Delcroix T., 1992. On sea level changes in the tropical Pacific at seasonal and interannual time scales. *Proceedings of the second South Pacific Research Environment Program meeting on climate and sea level rise in the South Pacific region*. Nouméa, Nouvelle-Calédonie, 6-10 avril 1992, 69-74.
- Delcroix T., O. Lenormand, 1995. Enso signals in the vicinity of New-Caledonia, south-western Pacific. *Oceanologica Acta* , **20**, N°2, 1-11.
- Derrien L., 1997 . Méthode de calcul de la température de surface de la mer à partir d'images NOAA. *Note technique . Programme SENCAS (Surveillance de l'environnement assistée par satellite en Nouvelle-Calédonie)* , 16 pp
- Donguy JR, C.Hénin, 1976 : La surveillance continue des conditions de surface de l'océan par des navires non spécialisés. *La Mer. Bulletin de la Societe Franco Japonaise d'Océanographie*. Tome **4**, N°3-4, pp 159-160.
- Donguy JR, C Henin, 1980 : Climatic teleconnections in the south western Pacific with the El Nino phenomenon. *Journal of Physical Oceanography*. Vol **10**, N°12, pp 1952-1958.

- Halpert M. and C. Ropolewski, 1992. Surface temperature patterns associated with the Southern Oscillation. *Journal of Climate*, **5**, 577-593.
- Hénin C., JM Guillerm, L.Chabert, 1984. Circulation superficielle autour de la Nouvelle-Calédonie. *Océanographie Tropicale*, **19** (2), 113-126
- Hénin C., J.Grelet, 1992. Automatisation de la mesure de la température et de la salinité de surface aux stations côtières et sur les navires du réseau d'observation dans l'océan Pacifique tropical. *Série Conv., Sci. Mer., Océanogr.phys.*; **3**, Nouméa ORSTOM 28 p
- Hénin C., 1994. Rapport des données physiques de la campagne ZoNéCo-1 à bord du N.O.L'Atalante du 26 juin au 15 juillet 1993. Rapports de Missions Sc Mer. Oceanog phys. ORSTOM Nouméa, **11**, 62pp.
- Hénin C., F.Gallois, MJ Langlade, 1995 : Rapport des données physiques de la campagne ZoNéCo 2 à bord du NO L'ATALANTE du 2 au 21 aout 1994, *Rapport de Missions, Ed ORSTOM Nouméa, Série Sciences de la Mer, N°11*, 41 pp
- Hénin C., 1996 , Intensive Measurements of Sea Surface Temperature and Salinity in the Western Pacific, *WOCE Newsletter* Number **22**, April 1996, pp 8-11
- Hénin C., J. Grelet, 1996, A Merchant Ship Thermosalinograph Network in the Pacific Ocean. *Deep Sea Resarch*, Vol **43**, Iss 11-12, pp 1833-1855
- Langlade MJ, 1989, Stations côtières de Nouvelle-calédonie et Polynésie Francaise. 1989 *Notes Techniques, Ed ORSTOM Nouméa, Série Sciences de la Mer, N°3*, 66 pp
- Lehodey P. and R. Grandperrin, 1996. Influence of temperature and ENSO events on the growth of the deep demersal fish alfonsino, *Beryx spendens*, off New Caledonia in the western tropical South Pacific Ocean. *Deep Sea Research*, **43** N°1, 49-57
- Morliere A. and JP Rébert, 1986. Rainfall shortage and El Nino Southern Oscillation in New Caledonia, southwestern Pacific. *Mon Weather Rev.*, **114**, 1131-1137.
- Rivaton A., 1996, Gestion des données côtières et océaniques sous SGBD ORACLE dans le cadre du programme ZoNéCo. Mém. Stages. Sci. Mer, Océanog. Phys., ORSTOM Nouméa, 82p.
- Van Loon H. and J.Shea, 1985 . The Southern Oscillation IV. The precursors south of 15°S to the extremes of the Oscillation. *Mon. Weather Rev.*, **113**, 2063-2074.