



ZoNéCo

PROGRAMME D'ÉVALUATION DES RESSOURCES MARINES
DE LA ZONE ÉCONOMIQUE DE NOUVELLE-CALÉDONIE

Surveillance Thermohaline de la ZEE en 1997 et 1998

Christian HENIN

Mai 1999



**Institut de recherche
pour le développement**

Nouvelle-Calédonie

Surveillance Thermohaline de la ZEE en 1997 et 1998

Christian HENIN

Mai 1999

Rapport ZoNéCo

Surveillance Thermohaline de la ZEE de Nouvelle-Calédonie en 1997 et 1998

Christian Hénin

Centre IRD (ex ORSTOM) de Nouméa

Introduction :

L'objectif principal du programme ZoNéCo est d'évaluer les ressources tant halieutiques que minérales de la zone économique de la Nouvelle-Calédonie. L'étude des relations entre l'environnement et les ressources vivantes passe obligatoirement 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).

Impact régional de la variabilité océanique et climatique

Nous avons, dans un rapport précédent (Hénin, 1997), détaillé cet impact régional qui intéresse au plus haut point les nombreux Etats insulaires et des Territoires du Pacifique sud-ouest très soucieux de connaître leur environnement hydroclimatique actuel et ses modifications éventuelles au cours du temps.

Les dernières mesures disponibles ont confirmé que dans le Pacifique sud-ouest les anomalies interannuelles ENSO (El Niño Southern Oscillation) sont de signe contraire à celles de la bande équatoriale du Pacifique; par exemple nous y observons des anomalies de température de surface négatives (eaux plus froides) en période El Niño et des anomalies positives (eaux plus chaudes) en période La Niña. La position de la ZCPS (Zone de Convergence du Pacifique Sud) s'est révélée être très variable: elle se déplace vers l'équateur en période El Niño entraînant avec elle les précipitations intenses et provoquant des sécheresses au sud (Delcroix et Hénin, 1989). La circulation est alors notablement modifiée avec des répercussions sur l'hydrologie de la région. Les mécanismes en jeu et le lien qui existe avec le déplacement du réservoir d'eaux chaudes du Pacifique équatorial ouest font l'objet d'études particulières.

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 (Delcroix et Lenormand, 1997)

Environnement océanique local

Il s'avère que la Nouvelle-Calédonie présente des caractéristiques océaniques mises en évidence par des observations occasionnelles, entre autres par celles de la phase 1 de ZoNéCo et par des observations régulières (un « monitoring ») par des réseaux mis en place dans le cadre de programmes internationaux tels que TOGA (Tropical Ocean and Global Atmosphere) en 1985-1994 et CLIVAR (Climate Variability and Prediction) depuis 1995.

La Nouvelle-Calédonie se situe entre deux types de masses d'eaux de surface:

- chaudes et peu salées à l'est et
- froides et salées à l'ouest.

Le régime de circulation pourrait expliquer cette distribution car un courant côtier dirigé vers le sud-est le long de la côte Est transporte des eaux chaudes et dessalées (Hénin et al, 1984; Hénin et al, 1995). De plus les données de température et de salinité des stations côtières automatiques et manuelles et le traitement des données IR des satellites NOAA par le LATICAL (Laboratoire de Traitement d'Images Calédonien) confirment l'existence d'un upwelling côtier le long de la côte Ouest de Nouvelle-Calédonie. 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 a fait l'objet de la rédaction d'un article. Cet upwelling pourrait également expliquer les différences de température et salinité moyennes de part et d'autre de la Nouvelle-Calédonie.

Situation hydrologique exceptionnelle 1997-1998

Cette période 1997-1998 a été particulièrement intéressante sur le plan scientifique en raison du développement du phénomène El Niño en 1997, dénommé l'El Niño « du siècle » détrônant l'évènement de 1982-1983 qui avait été le plus marqué auparavant. En mai 1998 le phénomène opposé (La Niña) s'est alors brutalement mis en place. C'est la première fois depuis le début du programme ZoNéCo que les caractéristiques thermiques et halines des masses d'eaux étaient observées par le réseau d'observation régional lors d'un tel phénomène El Niño et surtout un évènement La Niña, plus rare.

Les impacts sur la Nouvelle-Calédonie ont été très marqués au niveau climatique : sécheresse extrême associée à l'El Niño de 1997, pluies importantes associées à La Niña de 1998-99. Ainsi, depuis le début des observations automatiques nous n'avons jamais enregistré de températures aussi élevées en hiver (juillet-août 1998) (Fig 1).

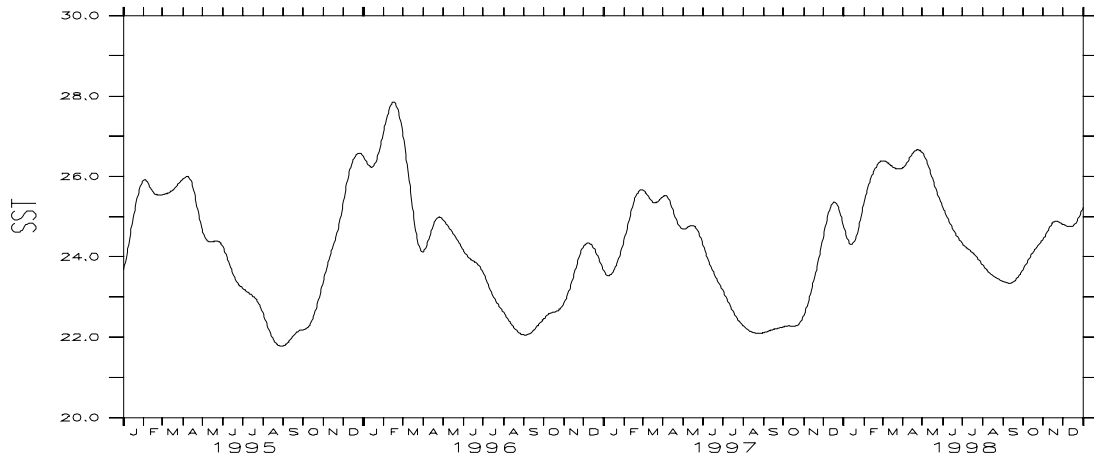


Figure 1 : SST à la Fausse Passe de Uitoé (1995-1998); moyenne mobile sur 2 mois

Des comparaisons sont désormais possibles entre les différents sites du Pacifique où des observations automatiques existent. A titre d'exemple la Figure 2 montre le comportement thermique des eaux superficielles très différent des stations côtières de Poindimié (côte est de Nouvelle-Calédonie) et de Nuku Hiva (Iles Marquises). Ainsi les températures en septembre 1997 (période El Niño) étaient respectivement de 24°C et de 28°C alors qu'en 1998 (période La Niña) elles étaient de 25°C et de 26°C. Soit un écart de 4°C en période El Niño et de 1°C en période La Niña. Les conséquences sur l'environnement et les ressources halieutiques en particulier sont certainement sensibles et pourraient se faire sentir pendant plusieurs années sur la pêche. Un autre impact très marqué est la présence d'eaux chaudes dans la zone calédonienne lors de l'évènement la Niña de 1998-1999. Elle est associée à une occurrence de fortes précipitations et de cyclones et dépressions tropicales dans le sud Ouest Pacifique alors qu'en 1997, en période El Niño, la sécheresse sévissait dans notre région et les dépressions tropicales et les précipitations s'étaient déplacées vers la Polynésie dans le Pacifique Central Sud.

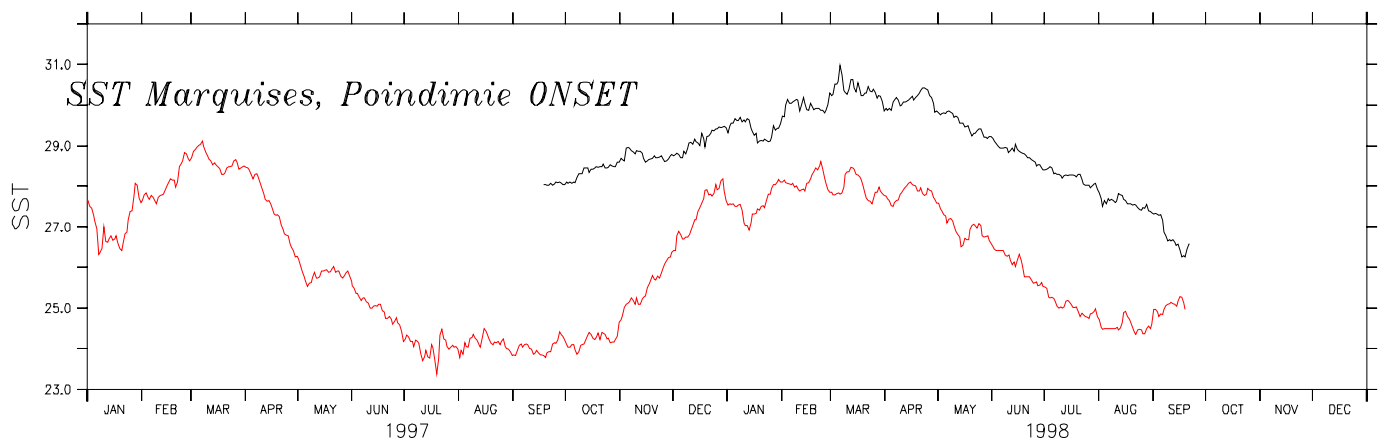


Figure 2 : SST Poindimié (Cote est de Nouvelle-Calédonie) et Nuku Hiva (Marquises)

Données 1997-1998

Navires de commerce :

Surface :

Seau :

Les officiers des navires sélectionnés par le Groupe SURTROPAC du centre ORSTOM de Nouméa ont poursuivi les mesures au seau météo pour la mesure de la température et la salinité de surface. Pendant les années 1997 et 1998 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 Challenger, le Moana, le Crusader (Fig 3).

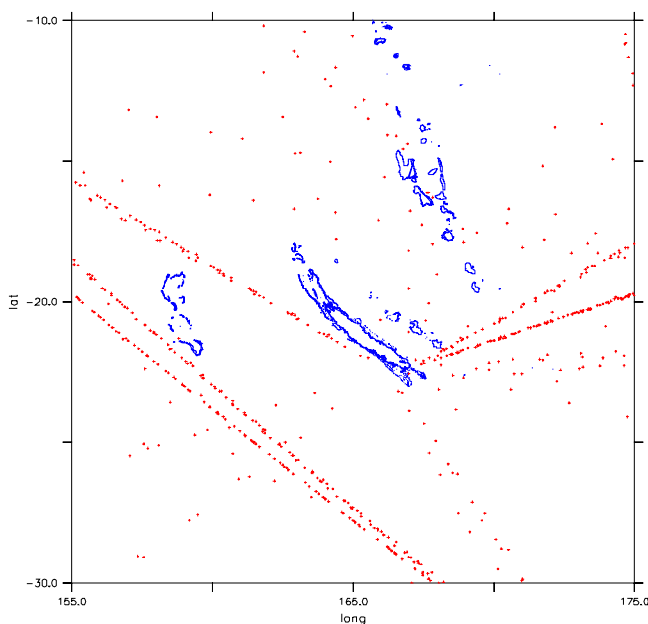
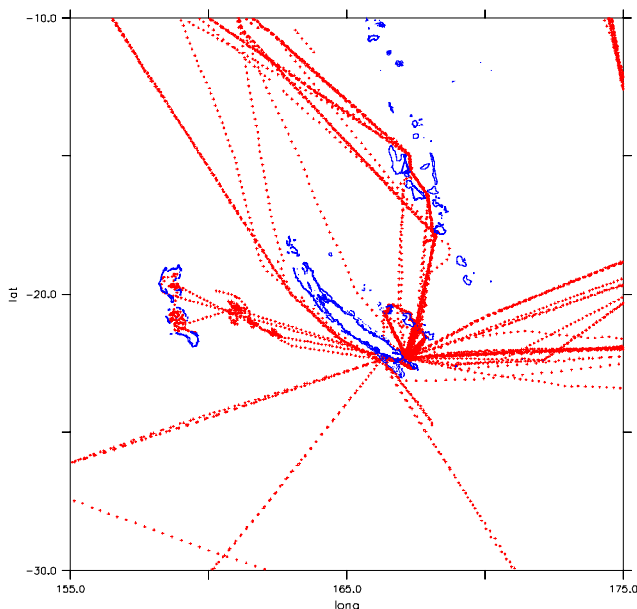


Fig 3 : Observations de surface au seau pour la période 1997-1998

Un total de 596 observations au seau ont été faites en 1997 et 1998 dans la région calédonienne (10°S - 30°S / 155°E - 175°E). Il y a une diminution très sensible du nombre d'observations par la méthode du seau. Le navire Moana qui relie la Nouvelle-Calédonie à Wallis fait partie des navires qui fournissent le plus d'observation seau. Nous envisageons d'équiper ce navire (ou son successeur sur la ligne) d'un thermosalinographe automatique dans un avenir proche.

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 qui a vu le jour en 1992 sur financement CORDET (Hénin et Grelet 1992) s'est poursuivie, couvrant les trois océans tropicaux (Hénin, 1996). Dans la région sud-ouest Pacifique un financement spécifique ZoNéCo a permis, en 1995, d'équiper un navire assurant la desserte maritime des Iles Loyautés (Ferry Président Yeiweine puis Lady Géraldine).



Les navires suivants équipés de thermosalinographes par le centre ORSTOM de Nouméa ont réalisé des observations dans la ZEE calédonienne en 1997 et 1998 : N.O. L'Alis , le Pacific Islander, le Coral Islander, le Kyowa Cattleya, le Kyowa Hibiscus, le Lady Géraldine, le Providence, CGM Rimbaut et le Washington.

Un total de 92 400 observations (toutes les 5 minutes le long de la route) ont été réalisées en 1997 et 1998 dans la zone calédonienne (10°S-30°S / 155°E-175°E.)

Fig 4 : Observations de surface par thermosalinographe pour la période 1997-1998

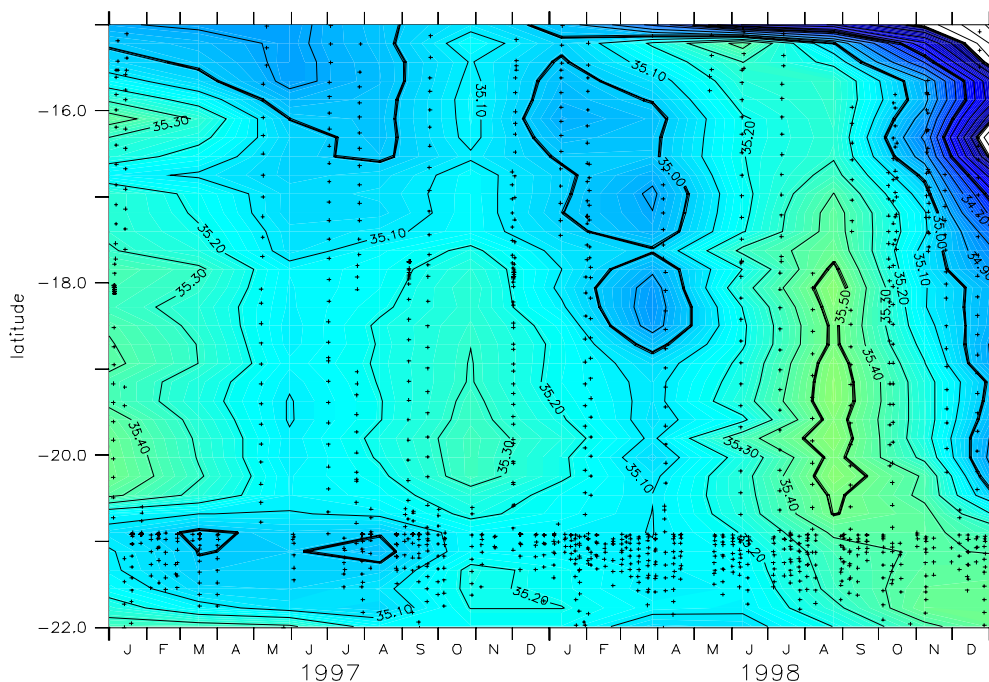


Fig 5 : Salinité de surface observée sur la ligne de navigation Nouméa-Vila-Santo de 1997 à 1998.

A titre d'exemple l'évolution temporelle en 1997 et 1998 de la salinité de surface le long du rail Nouméa-Vila-Santo 22°S et 15°S en fonction du temps est présentée figure 5. On y décèle nettement une dessalure qui apparaît en automne austral (vers avril) et une augmentation de salinité au printemps austral (vers septembre-octobre). Lors de l'évènement El Niño de 1997 cette sursalure est durable alors que lors du développement du phénomène La Niña 1998 elle se réduit à la période de juillet-août 1998 et est suivie par une dessalure importante qui se met en place très tôt, associée aux fortes précipitations de La Niña. Les conséquences sur la pêche hauturière et côtière pourraient être significatives.

Subsurface :

XBT :

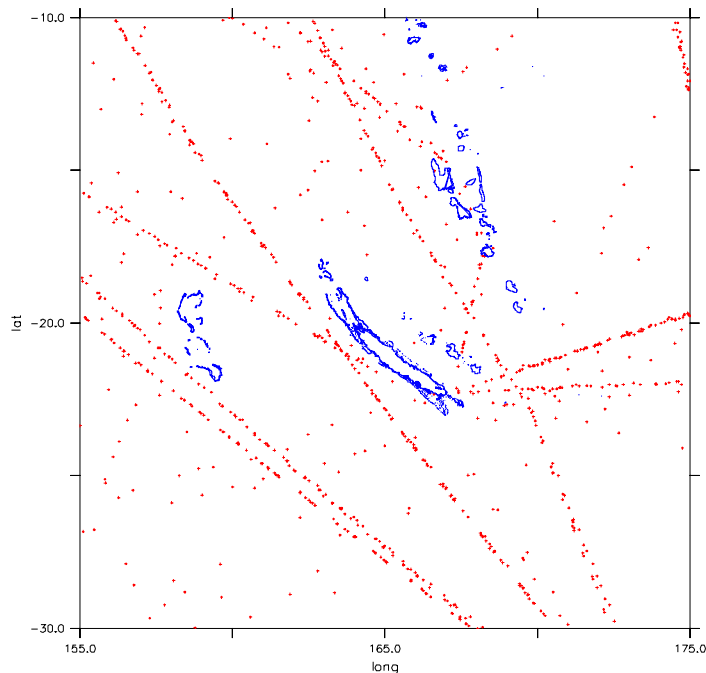


Fig 6 : Observations de la couche 0-700m par XBT pour la période 1997-1998

Le profil vertical de la température est une donnée primordiale en océanographie physique car il est lié en particulier à la circulation océanique. 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 par l'ORSTOM-Nouméa un réseau de navires marchands utilisant la technique des bathythermographes à sonde perdues (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) sur le système mondial de Télécommunication (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 et utilisateurs potentiels.

Les tirs XBT ont été réalisés en 1997 et en 1998 par les navires suivants du réseau de l'ORSTOM Nouméa : Challenger, NO l'Alis, Coral Islander, Crusader, Contship London, Contship Rome, Pacific Islander, CGM Racine, CGM Rimbaut. La figure 6 présente la distribution des tirs en 1997 (477) et 1998 (504) qui comprennent en plus de ceux du réseau ORSTOM tous les tirs réalisés par le programme international SOOP (Ship of Opportunity Programme) dont les données sont gérées par le centre des données océanographiques de subsurface de Brest (France). Le centre de Brest a la lourde tâche de récupérer tous les tirs réalisés dans la région par d'autres programmes de recherche que SOOP, en particulier le programme WOCE dont une ligne de tirs intensifs d'XBT passe au sud de la Nouvelle-Calédonie entre Brisbane (Australie) et Suva (Fidji) quatre fois par an. Nous estimons qu'après trois ou quatre années environ mille tirs par an sont disponibles pour notre région 10°S-30°S / 155°E-175°E au centre de données de subsurface de Brest.

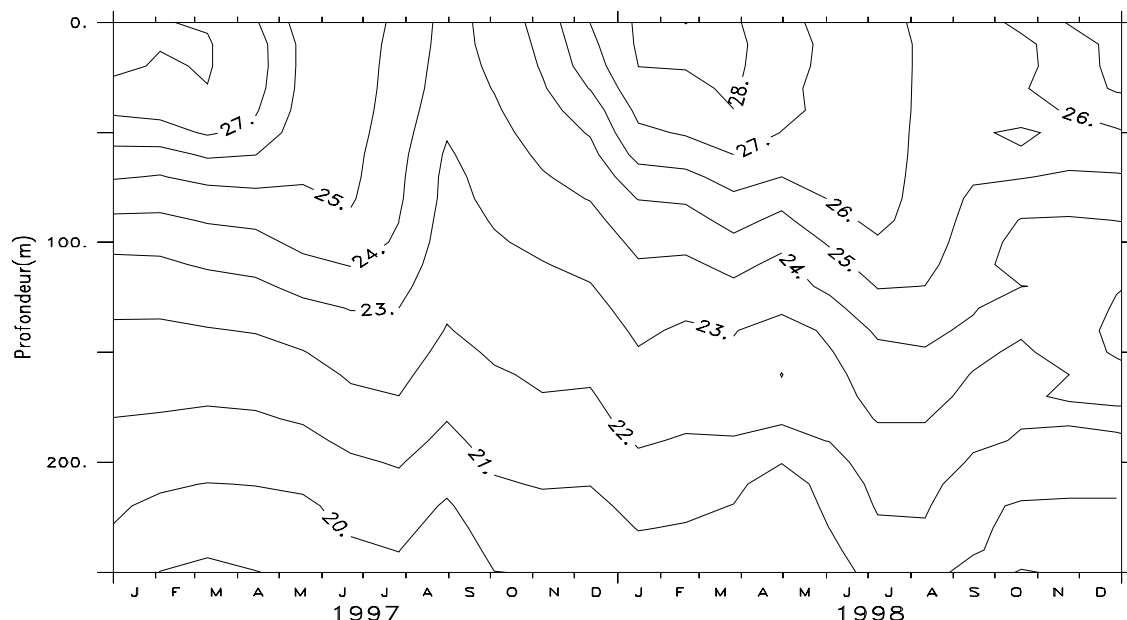


Fig 7 : distribution de la température (0-250m) vers 21°S-170°E de 1997 à 1998

La figure 7 représente l'évolution temporelle de la structure thermique de la couche 0-250 m vers 21°S / 170°E obtenue grâce aux tirs XBT pendant la période 1997-1998. On y décèle nettement que l'année 1997 (El Niño) est marquée par un refroidissement certain alors qu'en 1998 (La Niña) un réchauffement spectaculaire des eaux se traduit par une plongée au delà de 100m de l'isotherme 25°C. Cette plongée des isothermes entre 1997 et 1998 se fait sentir au moins jusqu'à 250m de profondeur

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. Ces dernières sont 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 au centre IRD de Nouméa (Rivaton , 1996).

Stations manuelles :

Dans un rapport précédent (Hénin, 1997) nous présentions les températures et salinité moyennes mensuelles aux stations manuelles de l'Anse Vata (depuis 1958) et au Phare Amédée (depuis 1967) Au cours des années 1997 et 1998 nous avons poursuivi l'échantillonnage quotidien de la température et de la salinité qui constitue une série inestimable d'observations. Les mesures du Phare Amédée ont ainsi permis de recalibrer les véritables paléothermomètres que constituent les coraux (Quinn et *al*, 1998). Le rapport Sr/Ca mesuré sur les stries de croissance du corail est directement corrélé à la température des eaux alors que les mesures isotopiques de l'oxygène sont reliées à la salinité et aux précipitations. On a ainsi pu mettre en évidence la variabilité climatique de la période 1657-1992, soit pendant plus de 3 siècles (Crowley et *al* , 1997).

Thermosalinographes :

Nous avons développé les stations côtières automatiques qui sont facile à mettre en oeuvre car ne nécessitant pas d'observateur permanent et permettant un meilleur échantillonnage (toutes les 15 minutes, c'est à dire 96 fois par jour, au lieu d'une fois par jour pour les stations manuelles). La station côtière de la fausse-passe de Uitoé équipée d'un thermosalinographe SBE-16 en 1992 a fonctionné de manière très satisfaisante en température (Fig 12) pendant les deux années 1997 et 1998. Le capteur de conductivité a cependant montré quelques défaillances qui nous ont privé de la mesure en continu de la salinité.

En Septembre 1998 un appareil semblable a été installé à Mata-Utu (Wallis) qui permettra d'intéressantes comparaisons avec celui de la fausse-passe de Uitoé.

Nous envisageons également d'en installer un en novembre 1999 au Banc Sabine (Vanuatu) dans le cadre d'un programme CNES/IRD.

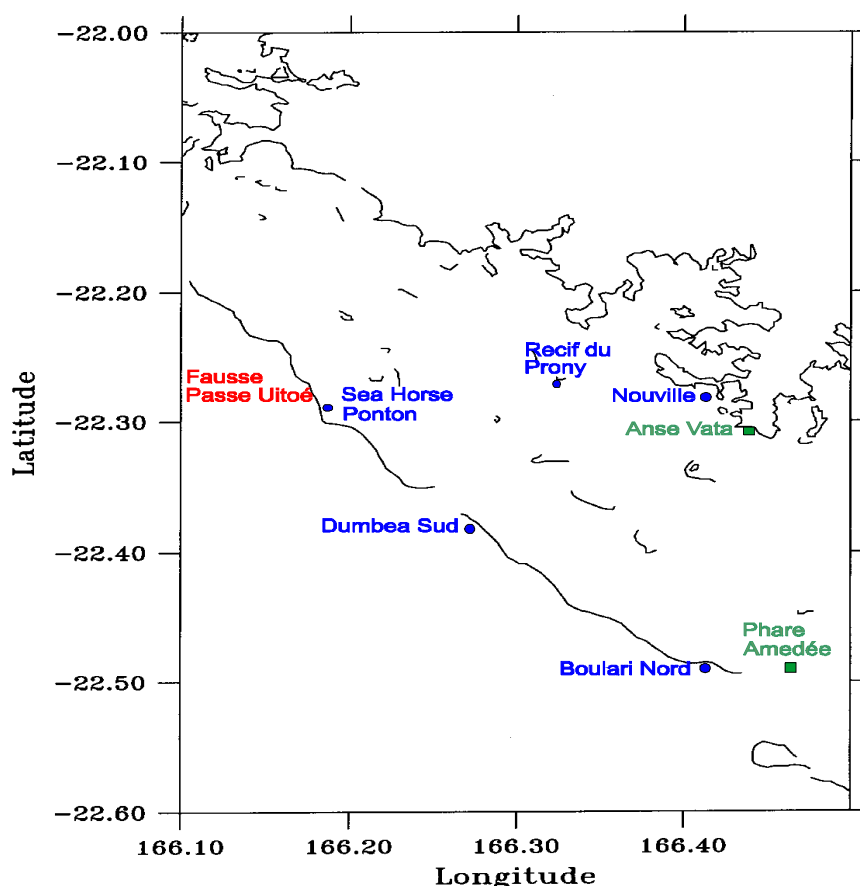


Fig8 : localisation stations côtières
Lagon Sud-Ouest

Thermomètres :

La mise en place de stations automatiques de température en zone calédonienne s'est développée presque exclusivement sous financement ZoNéCo. Elle résulte du besoin en observations fiables et fréquentes en des zones différentes du pourtour de la Nouvelle Calédonie.

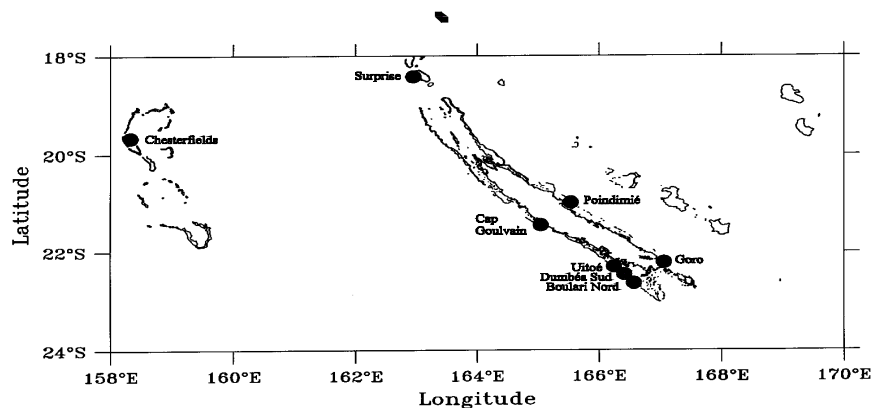


Fig 9 : localisation stations côtières de Nouvelle-Calédonie

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 :

<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
Dumbéa	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 également des thermomètres automatiques aux deux stations côtières manuelles :

Anse Vata	le 17/04/97
Phare Amédée	le 18/06/97

Enfin, dans la zone économique de la Nouvelle-Calédonie deux nouvelles stations ont été installées :

Chesterfield
Surprise

le 26/09/97
le 29/09/97

La station de Surprise a été relevée en mai 1999 (Fig 21) et celle de Chesterfield le sera en fin 1999 si nous pouvons accéder à ce site. Ces deux stations à l'accès difficile ont une autonomie de deux années.

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 en général fixé à 15 minutes assure une autonomie d'environ 338 jours. Pour des raisons de sécurité deux appareils sont placés en chaque station côtière (Nangard, 1998).

Les données disponibles issues de ces stations côtières en 1997 et 1998 sont présentées Fig 10 à 21.

On y voit en particulier les refroidissements associés aux coups de vents de S-E associés aux upwellings côtiers.

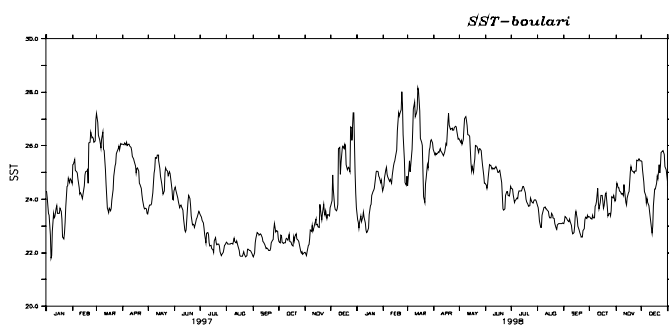


Fig 10 : Boulari nord

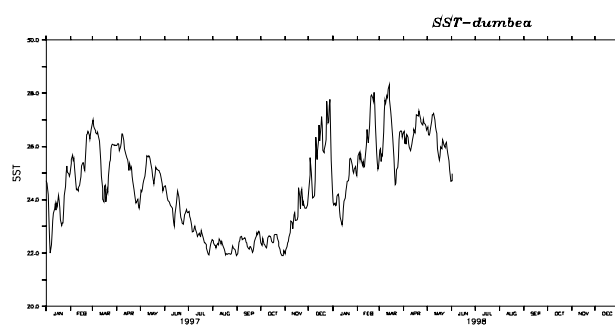


Fig 11 : Dumbéa sud

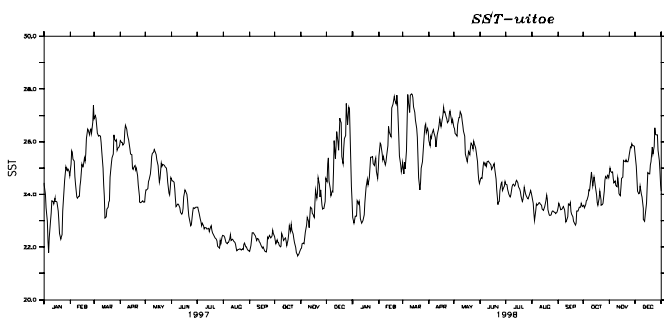


Fig 12 : Fausse-passe Uitoé

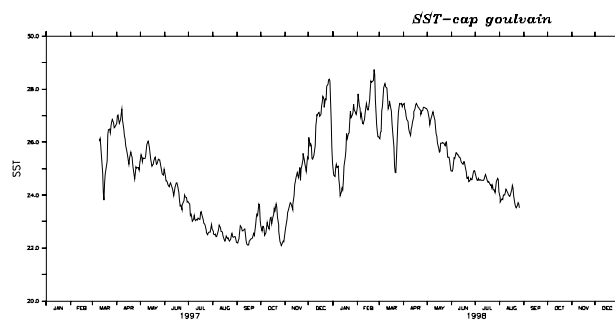


Fig 13 : Cap Goulvain

Les données nouvelles à Boulari (Fig 10) et Dumbéa (Fig 11) ont permis de confirmer la très forte variabilité de la température observée à l'extérieur du lagon sud-ouest à Uitoé (Fig 12). Les observations du lagon à l'Anse Vata (Fig 16), au Récif du Prony (Fig 17) et à Nouville (Fig 18) montrent que les changements de température du lagon suivent en général celles du large.

Cela implique que le mécanisme à rechercher dans l'anomalie de température du lagon provient des eaux du large en particulier par le mécanisme d'upwelling. Dans le domaine de l'aquaculture ce phénomène est suivi avec attention car la mortalité dans les centres d'élevage de crevettes (qui se trouvent sur la côte ouest) est associée à une chute brutale de température de l'eau des bassins (Goiran, com pers.).

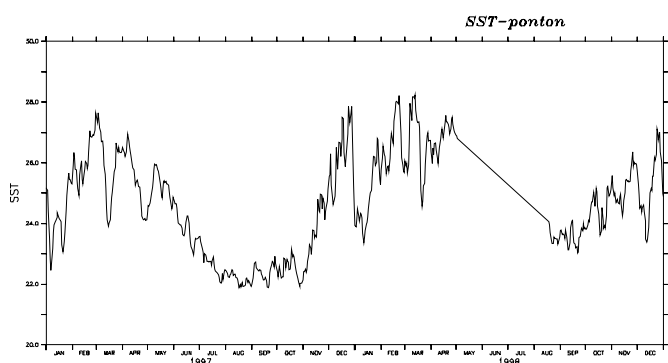


Fig 14 : Ponton

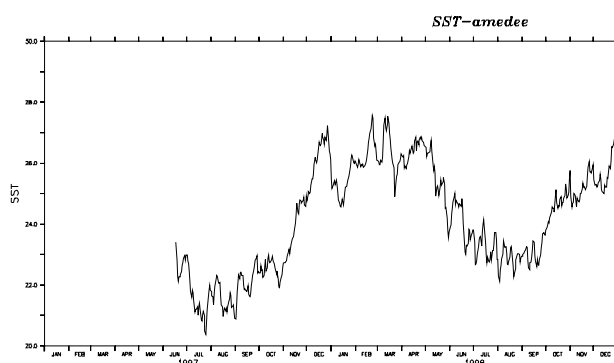


Fig 15 : Phare Amédée

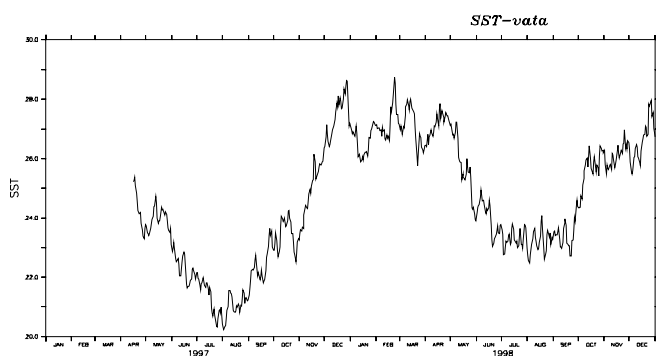


Fig 16 : Anse Vata

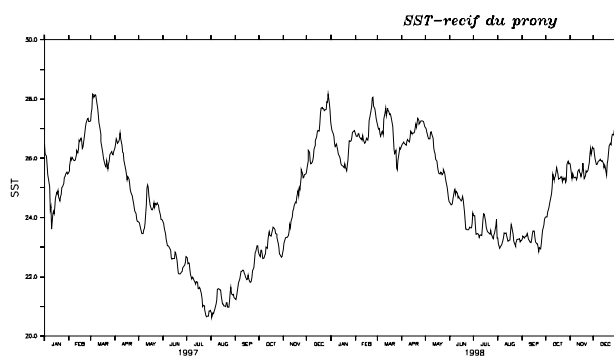


Fig 17 : Récif de Prony

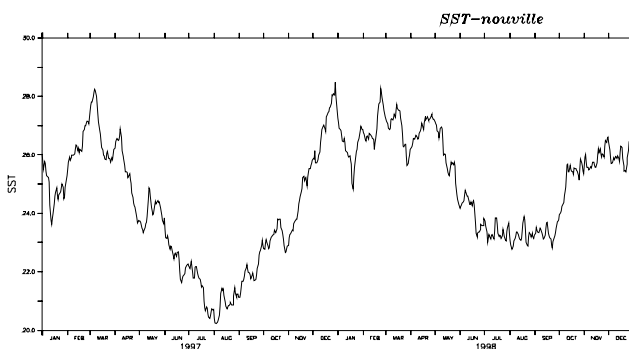


Fig 18 : Nouvelle

Les observations récentes de la côte est à Poindimié (Fig 19) et à Goro (Fig 20) de même qu'au Cap Goulvain (Fig 13) sur la côte ouest ont permis de confirmer que l'upwelling côtier lié au régime des vents (alizés) est observé sur la côte ouest et qu'il n'est pas décelable sur la côte est.

Enfin le traitement des données satellitales infrarouge du laboratoire de traitement d'image LATICAL a permis de préciser l'extension de cet upwelling côtier au large.

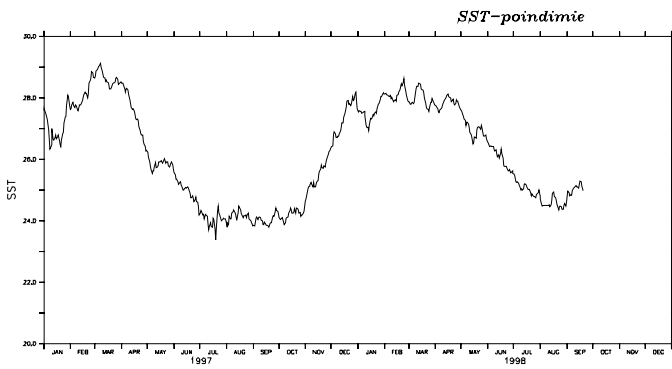


Fig 19 : Poindimié

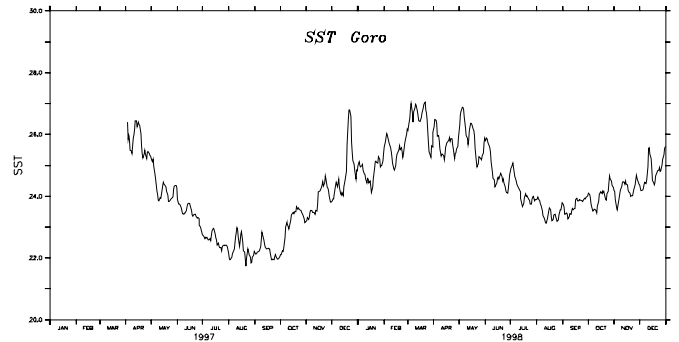


Fig 20 : Goro

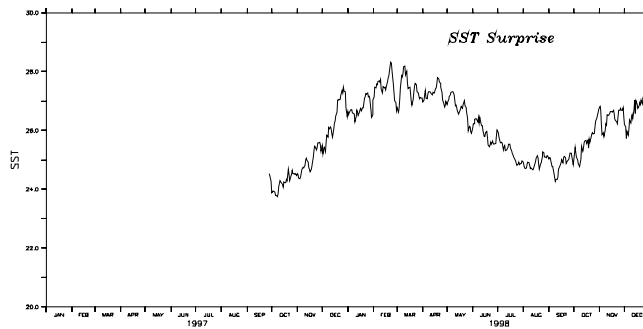


Fig 21 : Surprise

Météorologie (Météo-France)

Météo France a fourni 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 pour la période 1997-1998 :

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).

Ces stations situées dans le domaine océanique apportent des nouvelles données qui permettent de caractériser les conditions météorologiques de la zone économique exclusive.

Les sites suivants ont été retenus :

réf 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

L'influence du phénomène El Niño sur les précipitations en Nouvelle-Calédonie avait été décrite par Morlière et Rébert (1986) en se basant sur les observations des stations pluviométriques de Météo-France disponibles jusqu'en 1982. Un travail sur la variabilité des pluies dans la région, sur fonds ZoNéCo, est actuellement en cours (Jean-Benoît Nicet) étendant la période d'observation jusqu'en décembre 1998. Il permettra de préciser les impacts locaux des évènements El Niño de 1982-83, 1987, 1992, 1997 et les évènements La Niña de 1988-89 et 1998.

REFERENCES

- Crowley T. J., T. M. Quinn, F.W. Taylor, C. Hénin and P. Joannot, 1997. Evidence for a volcanic cooling signal in a 335-year coral record from New Caledonia. *Paleoceanography*, Vol 12, N°5, 633-639
- 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., O. Lenormand, 1997. Enso signals in the vicinity of New-Caledonia, southwestern Pacific. *Oceanologica Acta* , **20**, N°2, 1-11.
- 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 Société Franco-Japonaise d’Océanographie*. Tome **4**, N°3-4, pp 159-160.
- Hénin C., JM Guillerm, L.Chabert, 1984. Circulation superficielle autour de la Nouvelle-Calédonie. *Océanographie Tropicale*, **19** (2), 113-126
- 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 août 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
- Hénin C., 1997, Surveillance thermohaline de la ZEE en 1994-1995 et 1996. *Archives, Ed ORSTOM Nouméa, Série Sciences de la Mer*, N°**9**, 15 pp
- Morliere A. and JP Rébert, 1986. Rainfall shortage and El Niño Southern Oscillation in New Caledonia, southwestern Pacific. *Mon Weather Rev.*, **114**, 1131-1137.
- Nangard S, 1998, Les stations côtières. Rapport de Stage, *Rapport de Stage, Ed ORSTOM Nouméa, Série Sciences de la Mer, Océanog. Phys.* 17 pp
- Quinn T.M., T.J. Crowley, F.W. Taylor, C.Hénin, P.Joannot, Y. Join. A multicentury stable isotope record from a New Caledonia coral : Interannual and decadal SST variability in the southwest Pacific since 1657. *Paleoceanography* Vol 13, N°4, pp 412-426
- 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.