

CAMPAGNE PROLIGO :
MECANISMES DE LA PRODUCTION PELAGIQUE
DANS LES EAUX OLIGOTROPHES DU BASSIN NORD-FIDJIE

L. Lemasson*

ORSTOM - B.P. 5045 - 34032 Montpellier Cédex

OCEANOGRAPHIE BIOLOGIQUE

Le programme de Biologie avait pour objectif l'étude de la production pélagique et de ses mécanismes dans deux régions océaniques très contrastées, d'une part géographiquement (Sud-Ouest et Est du Pacifique Sud) d'autre part au niveau de la production : une zone oligotrophe pauvre dans le Bassin Nord-Fidjien (Pacifique Sud) et une zone eutrophe, riche et productive, dans le Pacifique Sud-Est (Côtes du Pérou).

I - CROISIERE PROLIGO

La première croisière, PROLIGO, organisée par l'ORSTOM, avait pour objectif l'étude de la production des eaux oligotrophes et plus précisément la production dans des eaux non perturbées par la présence d'îles et donc non soumises à des enrichissements provoqués par cette présence. Les eaux du Bassin Nord Fidjien sont très appauvries en éléments nutritifs et ont une production apparente très faible ; elles constituent un excellent laboratoire pour l'étude des systèmes oligotrophes, les résultats pouvant de ce fait être étendus aux vastes zones océaniques tropicales.

La croisière s'est déroulée au point fixe (fig.1; 173°E- 15°S) du 13 septembre au 10 octobre 1985, soit au début du printemps austral. Les résultats ont été publiés dans deux recueils (Lemasson et Crémoux, 1986) pour les parties chimie, physique et production primaire; Blanchot et Gérard (1987) pour les parties bactériologie et zooplanctologie). Des relevés au "Seabeam" ont été effectués le long du trajet de Nouméa au point fixe P11 (173° E - 15° S), du point P11 vers Suva (Fidji), de Suva vers P11 et de P11 vers Nouméa, les 2 derniers tracés ayant été légèrement décalés par rapport aux 2 premiers.

Le bilan du travail à la mer est le suivant :

82 stations sonde STD.
 37 stations STD avec prélèvements.
 21 stations bouteilles 30 l (11 niveaux 0-250 m).

10 stations bouteilles 5 l.
 15 traits hydro.
 96 traits de filet WP 2 (200 m).
 37 traits de filet phyto (35 m).
 4 traits de filet DVN.
 6 stations production in situ (2 bouées avec 2 lignes 0-200 m, 10 niveaux).
 2 profils lumineux.
 3 traits de filets à micronecton.
 11 séries de mesures au profileur de courant.
 4 séries de mesures (3 à 4 jours chacune) à la chaîne à thermistances.
 4 séries de mesures (3 à 4 jours chacune) de "sédiment-traps".
 10 profils pour détermination des biomasses bactériennes (ac. muramique, AODC) et de la capacité complexante (0-250 m et 500-3000 m).

1. METHODES

Toutes les méthodes de prélèvements, de mesures physiques et d'analyses chimiques sont décrites dans les recueils cités ci-dessus. Nous ne ferons donc qu'énumérer rapidement les divers types de mesures qui ont été réalisées lors de la croisière :

A. Physique - Chimie - Production primaire auto- et hétérotrophe.**1. Prélèvements et types de mesures**

* Courants : ils ont été mesurés entre 0 et 600 m à l'aide d'un "Profileur de courant", équipé d'un courantomètre de référence immergé à 600 m (couche de mouvement nul, estimée comme telle) et d'un courantomètre libre sur le câble (courantomètre Aanderaa). Les mesures étaient faites en dérive.

* Ondes internes : observations faites avec une chaîne à thermistances (11 points de mesure sur une distance de 50 m). Cette chaîne était immergée en dérive, fixée à une bouée.

* Température et salinité : la température et la conductivité étaient mesurées entre 0 et 250 m en général (mesures de production) entre 0 et 1000 m avec une sonde STD - Bisset - Berman.

* Eléments nutritifs et pigments chlorophylliens : les prélèvements pour analyse ont été faits avec une Rosette de 12 bouteilles (PVC) de 1,7 l, associée à la sonde, permettant des prélèvements à des niveaux sélectionnés à partir des profils donnés par la sonde.

Les descripteurs suivants étaient immédiatement analysés :

- Oxygène dissous
- Eléments nutritifs : NH_4 , NO_3 , NO_2 , PO_4 .
- N et P total dissous
- Pigments chlorophylliens.

* Production primaire auto- et hétérotrophe - Biomasse. Après étude du profil donné par la sonde, des prélèvements ont été faits avec une bouteille Niskin (PVC) de 30 litres, l'objectif étant d'avoir des prélèvements aux profondeurs jugées les plus intéressantes en vue des analyses de chimie, des déterminations de biomasse et des études de production. Les paramètres suivants ont été étudiés :

Assimilation des carbonates (utilisation de ^{14}C), des phosphates (utilisation de ^{32}P) et de l'azote minéral NO_3 et NH_4 (utilisation de ^{15}N comme traceur).

Nutriments : NH_4 , NO_2 , NO_3 , PO_4 , N total dissous, P total dissous.

Fixation d'azote moléculaire (par analogue, C_2H_2)

ATP (adénosine + triphosphate) sur $0,45 \mu\text{m}$

Nombre de copépodes (supérieurs à $200 \mu\text{m}$)

Particules organiques (C, N et P)

P en particules à $50 \mu\text{m}$ et à $200 \mu\text{m}$.

* Lumière : la pénétration lumineuse était mesurée avec un quantamètre LI-COR. La lumière reçue en surface pendant la journée était enregistrée entre 0 et 200 m.

* Assimilation : les mesures de production ont été faites *in situ* simulé (les incubations sont immergées en dérive avec une bouée, à la profondeur de prélèvement pendant une durée d'environ 4 h), et *in vitro* (incubations sur le pont avec tamisage de la lumière par filtres calibrés de Nickel).

La production primaire a été évaluée à l'aide de traceurs :

- radioactifs avec ^{14}C et ^{32}P
- stable avec ^{15}N (pour NO_3 et NH_4).

La production hétérotrophe a été évaluée par l'étude de l'assimilation de H_3 -thymidine et de ^{14}C glucose.

* Fixation d'azote moléculaire : la fixation d'azote moléculaire (N_2) a été étudiée avec l'acétylène (C_2H_2) qui est réduit en éthylène (C_2H_4) par les cellules fixatrices d'azote (cyanobactéries et/ou Trichodesmium).

2. Méthodes d'analyse

* Chimie : utilisation des méthodes classiques décrites par Strickland et Parsons (1972) modifiées pour le Technicon (Manuel Barrier/ORSTOM).

* Le comptage des filtres radio-actifs était fait à bord (scintillation liquide) sur PACKARD Tricarb 300.

* Seules les analyses des particules C et N, et les analyses de mélange gazeux C_2H_2 C_2H_4 , ont été faites à terre (Nouméa pour C et N, CSIRO / Sydney pour le mélange gazeux).

B. Bactérioplancton

1. Abondance et biomasse bactérienne

Elles ont été déterminées :

- par énumération (autofluorescence et épifluorescence pour les cyanobactéries, AODC et épifluorescence pour les eubactéries).

- par estimation chimique (analyse de l'acide muramique) pour les bactéries et les cyanobactéries.

- utilisation de la microscopie électronique pour déterminer la proportion de cyanobactéries, gram+ et bactéries-gram.

Les biomasses d'eubactéries et de cyanobactéries ont été également estimées en 4 occasions, simultanément avec la complexation du cuivre, et l'analyse de taille des particules dans le minimum de salinité intermédiaire (650 m) et près du fond du Bassin Nord-fidjien dans la couche néphéloïde (2850 à 3000 m).

Un suivi des biomasses eu- et cyanobactériennes a été effectué lors des expériences de broutage.

2. Activités hétérotrophe et minéralisatrice

- assimilation de molécules organiques (acides aminés marqués au ^{14}C , glucose ^{14}C , mesure du CO_2 respiré.

- assimilation de thymidine- ^3H .

- 3. Production bactérienne nette (comparaison des biomasses produites et des assimilations de glucose et thymidine).

4. Broutage du bactérioplancton

Le broutage a été évalué à partir d'incubations à l'obscurité et de prélèvements successifs.

C. Zooplancton

L'objectif était de situer le rôle du zooplancton dans le réseau trophique pélagique des eaux oligotrophes. A cet effet, le zooplancton a été étudié par classes de tailles et par niveau dans la colonne 0-1000 m. On a ainsi considéré les fractions 35-200, 200-500, 500-2000 et >2000 μm échantillonnées avec trois filets différents dans les colonnes d'eau 0-100, 0-500 et 0-1000 m, la colonne 0-100 m ayant fait l'objet d'une étude plus fine avec une bouteille de 30 l. Pour chacune de ces classes de taille et couche d'eau, on a étudié les caractéristiques suivantes : (1) Biomasses exprimées en poids secs, matière organique, carbone, azote et phosphore ; (2) Composition taxonomique avec séparation des filtreurs et des prédateurs ; (3) importance des variations nyctémérales sur la distribution verticale, la composition faunistique et les taux métaboliques ; (4) Valeurs des taux de respiration et d'excrétion d'azote et de phosphore minéral et organique et influence de la taille des organismes, de la température et de la méthodologie utilisée ; (5) Valeurs des rendements nets en croissance et de l'assimilation, qui entrent dans le calcul des taux de production, d'assimilation et d'ingestion ; (6) Tailles des particules ingérées par le zooplancton, déterminées sur des animaux mis en incubation, en comparant par comptage au compteur Coulter les spectres de tailles du milieu et des expériences.

Les expériences et manipulations suivantes ont été effectuées pour atteindre cet objectif :

1. Micro- et mésoplancton

- Prélèvements à la bouteille de 30 l et comptage sur 200 μm et 35 μm .
- Prélèvements de microzooplancton au filet triple de 35 μm de maille, par traits verticaux et tamisage sur 200 μm .
- Prélèvements du mésoplancton au WP2 triple en traits verticaux et tamisage sur 5 mm.
- Mesure de biomasse et de composition élémentaire (C, N, P).

2. Nanozooplancton

- Prélèvements à la bouteille de 30 l.
- Biomasse et composition faunistique (comptage des ciliés et flagellés).
- Mesures de respiration, excrétion et broutage.

3. Macrozooplancton et micronecton.

- Prélèvements au filet Omori (maille de 2 mm) par traits obliques.
- Biomasse et analyse élémentaire.

4. Broutage du zooplancton

- Analyses au Coulter Counter SPM : étude dynamique des populations par structure de tailles entre 0.5 et 500 μm .
- Distribution verticale entre 0 et 250 m des particules inertes et vivantes par structure de tailles : numérisation au Coulter Counter.

D. Autres expériences

1. Etude énergétique d'un copépode carnivore du genre *Euchaeta* (*E. rimana*).

- Production des oeufs : récolte de 60 femelles et de 13 séries d'oeufs qui ont été prélevés entre 0 et 250 m pour énumération au laboratoire à terre.
- Respiration : Mesure au respiromètre de la respiration des individus ; 102 expériences ont été conduites, dont la durée variait de 4 minutes à 6.5 jours depuis la capture. Une comparaison a été faite avec des incubations en bouteille (durée d'incubation de 12 heures pour 29 femelles par litre) et de 26 heures pour 19 femelles par litre.

2. Pièges à sédiments

Le flux descendant de matière en suspension a été évalué avec des pièges montés en double sur bouée dérivante et immergés à 250 m de profondeur. L'activité bactérienne d'un des pièges était métaboliquement bloquée par empoisonnement. Quatre séries de mesures de 3 jours pour les 3 premières, de 2 jours pour la dernière, ont été réalisées. Sur chaque piège étaient faites les mesures suivantes : salinité, azote et phosphore organique dissous, ATP, Chl a et phaeopigments, C, N et P particulaires. Conservation d'échantillons pour examen ultérieur au microscope.

3. Pouvoir complexant de l'eau de mer et métaux traces.

Des prélèvements ont été effectués jusqu'à 3000 m pour étudier d'une part certains métaux traces (Cu) d'autre part le pouvoir complexant de l'eau de mer.

2. RESULTATS

Dans l'étude de la chaîne alimentaire allant des nutriments au micronecton, un certain nombre de résultats parmi les plus intéressants sont évoqués ci-dessous :

1 - Diffusion verticale et apports d'éléments nutritifs dans la couche euphotique.

On a pu mesurer les coefficients de diffusion verticale turbulente (vertical eddy diffusivity) par 2 méthodes différentes. L'une, basée sur les taux d'absorption de nitrate évalués avec l'aide d'un traceur (15N-NO_3) a permis de mesurer des coefficients $K_z(\text{N})$ dans la couche homogène compris entre $1,7 \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ et $8,9 \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. L'autre, basée sur l'évaluation des nombres de Richardson à partir de la mesure des gradients verticaux de vitesse horizontale a donné des coefficients $K_z(\text{R})$ compris entre $4,1 \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ et $11,5 \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. La correspondance entre les $K_z(\text{N})$ et les $K_z(\text{R})$ est très bonne : ($r = 0,966^{**}$; $p = 0,01$) et permet de dire que les couches superficielles de cette région (entre 0 et 150 m), à cette saison (printemps austral) sont soumises à une forte turbulence par rapport au Pacifique tropical Nord ou au Dôme de Costa-Rica, où les valeurs mesurées étaient plus faibles d'un facteur 10 environ.

La part de la production nouvelle P_n (en % de $P_n/\text{Prod. Primaire}$) varie de 32,6 % (le 17/09/85) à 4,8 % (le 3/10/85) reflétant ainsi l'importance des flux de nitrate dans la couche homogène pauvre en éléments nutritifs, flux eux-mêmes soumis à un régime impulsionnel.

2 - Biomasse et activité bactérienne

Le maximum d'activité des bactéries est localisé dans la couche homogène, ou juste au sommet de la pycnocline, au niveau où la production autotrophe du phytoplancton est elle-même maximale. Le maximum de biomasse bactérienne est localisé plus bas, au sein de la pycnocline, mais au-dessus du maximum de chlorophylle a . Ces décalages suggèrent d'une part que l'activité bactérienne dépend plus des produits d'excrétion que des produits de lyse cellulaire phytoplanctonique, d'autre

part que le maximum de biomasse bactérienne correspond à une accumulation de biomasse peu active. Ce dernier point est confirmé par une faible proportion de cellules actives dans le maximum de biomasse bactérienne.

L'abondance moyenne des bactéries sur la colonne d'eau de 0 à 250 mètres tourne autour de 20 000 bactéries/ cm^3 . La biomasse correspondante est de 150 ng C/dm^3 . Ces valeurs figurent parmi les plus faibles de la littérature océanographique. Elles correspondent à moins de 3 % de la biomasse phytoplanctonique estimée à partir des mesures de chlorophylle a . La population est composée de petites cellules, de biovolume moyen de $0,06 \mu\text{m}^3$, en majorité sphériques.

Plus précisément, on peut dire que la production moyenne de biomasse des bactéries de la colonne d'eau de 0 à 250 m, estimée en présence de leurs prédateurs (sur eau brute), est de $2,2 \text{ ng C} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot \text{h}^{-1}$. Elle est sévèrement contrôlée par le nanozooplancton dont l'élimination par filtration permet des productions jusqu'à cinq fois supérieures. Mais même en l'absence de cette prédation, la production bactérienne n'atteint pas plus de 10 % de l'assimilation autotrophe de carbone par le phytoplancton. Ces observations tendent à montrer que les bactéries ne sont pas aussi importantes dans le système de production planctonique que cela est suggéré pour les océans centraux.

1- Les cyanobactéries sont en nombre relativement faible, ce qui est typique des eaux tropicales oligotrophes, et on ne les trouve que dans les eaux très pauvres en nitrate. Toutefois les eaux riches en nitrate contiennent vraisemblablement des cellules d'ultraphytoplancton eucaryote, dont la présence est suggérée par les concentrations appréciables de Chlor a ($0,1$ à $0,2 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ à 150 m de profondeur).

2- Eubactéries: Les comptages cellulaires sont également caractéristiques des eaux tropicales oligotrophes. Il est intéressant de noter que lors d'une station (2 octobre) le nombre de petits et grands bâtonnets est environ 4 fois plus élevé que celui des autres stations. Cette observation a été consécutive à un apport d'azote organique dissous dans la partie supérieure de la colonne d'eau, apport qui s'est produit le jour précédent. La décroissance rapide du nombre de bâtonnets en 24 h (du peut être au grazing) précède les accroissements observés de la concentration en Chl a et de la fixation autotrophe de CO_2 pendant la dernière partie de PROLIGO.

3. Zooplancton

La fraction 35-200 μm , le microplancton, est composée de phytoplancton et de microplancton. Le phytoplancton constitue 35 % des effectifs totaux, mais son importance numérique est plus grande dans les petites tailles (35-100 μm) que dans les grandes (100-200 μm), 46 et 27 % respectivement. Les deux taxons principaux sont les Dinoflagellés et les Diatomées, qui sont d'égale importance. Les taxons mineurs sont les Coccolithophoridés pour les petites tailles et les Trichodesmium pour les grandes, mais leurs effectifs n'excèdent pas 3 % de leurs classes de tailles. Le microzooplancton est composé pour 1/3 de Protozooplancton mais celui-ci domine les petites tailles avec 58 % des effectifs et décroît dans les grandes (19 %). Les taxons les plus représentatifs sont par ordre croissant dans la fraction inférieure à 100 μm les Ciliés nus (18 %), les Tintinnidés (20 %) et les nauplies de Copépodes (33 %). Dans la fraction supérieure à 100 μm , seuls les Métazoaires ont des effectifs importants pour les post-nauplies (56 %). Le microplancton représente 41 % du poids sec de l'ensemble du zooplancton. La biomasse de l'ensemble des premiers mètres ne subit pas de variations nycthémérales et ne présente pas de maximum marqué le long de la colonne d'eau. Le mésoplancton (200-2000 μm) ne présente pas non plus de "pic" dans les 250 premiers mètres, où se trouvent 78 % du poids sec des 1000 premiers mètres (il y en a 98 % dans les 500 premiers). Les variations nycthémérales sont d'autant plus marquées que la couche est superficielle : le rapport jour/nuit est de 0.72 pour 0-1000 ou 0-250 m, 0.85 pour les 0-500 m et 1.00 pour les 0-1000 m. L'excrétion du zooplancton est assurée pour 45 % par le microzooplancton, dont 62 % ont lieu dans les 100 premiers mètres. Ces valeurs sont tout à fait comparables à celles des eaux oligotrophes de l'Atlantique tropical.

4 - Expérience de grazing avec le nannoplancton

1- Incubations en eau naturelle:

Les variations du nombre total d'eubactéries pendant les premières 12-24 h laissent penser que les manipulations effectuées n'entraînent pas de stress pour les populations bactériennes. Cependant les durées d'incubation supérieures à 24 h indiquent de grandes variations dans les comptages, suggérant un stress dû peut être aux variations de lumière ou de température, ou à l'effet de confinement. Les comptages de cyanobactéries sont cohérents avec les données sur les eubactéries.

2- Incubations de la fraction inférieure à 35 μm et de la fraction inférieure à 3 μm :

Le nombre total d'eubactéries croît avec le temps pour toutes les incubations, comme cela était espéré à la suite de la séparation des brouteurs par filtration. Le taux de croissance de la fraction inférieure à 35 μm est en général plus faible que dans la fraction inférieure à 3 μm , ce qui est dû sans doute à l'extraction de quelques uns des petits brouteurs de la fraction totale inférieure à 35 μm .

Bien qu'il y ait quelques fluctuations dans les comptages de cyanobactéries, ceux-ci restent relativement constants avant de subir un brutal effondrement dans les derniers stades de l'incubation.

3- Taux de croissance des eubactéries:

Le taux maximum de croissance des nombres d'eubactéries en l'absence de brouteurs suggère que les eubactéries sont capables de croître exponentiellement avec un taux de doublement d'environ 4 h.

Bien que toutes les catégories de cellules d'eubactéries croissent pendant les incubations, les petits et grands batonnets semblent avoir une très grande rapidité d'adaptation aux variations du milieu environnant, comme cela a été observé lors de l'intrusion d'azote organique dissous dans les couches supérieures de la colonne d'eau.

5 - Fixation d'azote moléculaire

La fixation d'azote moléculaire a été mesurée en utilisant la méthode de réduction de l'acétylène en éthylène. La rareté des cyanophycées dans la couche 0-100 m est l'explication des taux de réduction de C_2H_2 faibles (2.0 à 8.2 pmol $\text{C}_2\text{H}_4.\text{ng}^{-1}\text{Chl}_a.\text{h}^{-1}$).

Le maximum de fixation d'azote se ferait à des énergies lumineuses comprises entre 386 et 531 $\mu\text{Ein.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, l'intensité d'inhibition se situant à 810 $\mu\text{Ein.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$.

En dessous de 48 $\text{Ein.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ la fixation de N_2 est constante et voisine de 3 pmol $\text{C}_2\text{H}_4.\text{ng}^{-1}\text{Chl}_a.\text{h}^{-1}$. Il semblerait que l'énergie lumineuse ne soit pas nécessaire à la fixation d'azote.

La production de N_2 moléculaire fixé par rapport à l'azote total absorbé par le phytoplancton ne représenterait que 0,07 %, la fixation de N_2 étant de 0,058 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{h}^{-1}\text{N}_2$. L'apport d'azote au milieu par fixation de N_2 moléculaire est négligeable à cette époque de l'année (printemps aus-

tral). Cependant l'été austral est dans cette région océanique caractérisé par des quantités très importantes de *Trichodesmium* sp., et l'importance de la fixation peut alors ne plus être négligeable.

6 - Résultats sur la respiration d'Euchaeta Remana

La respiration est très variable et évolue peu avec le temps. La plus grande partie des variations peut être attribuée aux variations de poids des individus. Les poids individuels décroissent, en général, à partir du moment où ceux-ci étaient capturés, montrant de ce fait, une moindre variation de la respiration lorsque celle-ci est exprimée en pour cent du poids de C de 2 individus par jour. Environ 15 % (par jour) du C de l'individu est perdu par le métabolisme. Le rapport C/N des animaux ne change pratiquement pas avec le temps, et est voisin de 3,6. Ces résultats offrent une variabilité beaucoup plus grande que celle des résultats obtenus avec des incubations comprenant beaucoup d'individus. On peut dire que les animaux dans cette zone oligotrophe ont des taux de métabolisme qui suggèrent que ces animaux sont, nutritionnellement, carencés.

Des observations multiples du même individu montrent généralement une variabilité moindre que lors de simples observations; le taux de respiration décroît lorsque la durée de capture croît.

Il y a un bon accord entre les résultats des incubations en bouteille et ceux du respiromètre, pour des animaux récoltés en même temps. Les incubations en bouteille donnent des taux un peu plus élevés que ceux observés au respiromètre : dans la cellule du respiromètre, les déplacements sont en effet réduits, alors que, dans les bouteilles, l'animal est libre de nager et de chercher des proies, ce qui occasionne une plus forte dépense respiratoire.

7 - Sédimentation de particules organiques

Un des moyens permettant d'évaluer l'exportation de matériel de la zone épipélagique est l'utilisation de pièges à particules. Lorsque l'on est dans un système stable, cette perte est compensée par une advection verticale depuis les couches profondes vers les couches superficielles et sub-superficielles de micro-nutriments dissous.

Les pièges à sédiment offrent le moyen de déterminer la "production nouvelle" exportable, et permet une comparaison avec les calculs de "production nouvelle" effectués à partir des expériences d'absorption de nutriments.

Les flux observés entre 0 et 250 m sont en général faibles, (de 3,9 mg C.m⁻².j⁻¹ à 23,2 mg C.m⁻².j⁻¹) avec une moyenne de 13,9 mg C.m⁻².j⁻¹ ce qui donnerait des taux de production nouvelle compris dans un intervalle de 0,9 % à 7,8 %. Ces taux sont faibles comparés aux 35 mg C.m⁻².j⁻¹ des eaux hawaïennes (Hirota *et al.* 1984). De même les flux d'azote sont environ les 2/3 de ceux observés dans les eaux du Pacifique Nord.

Bibliographie

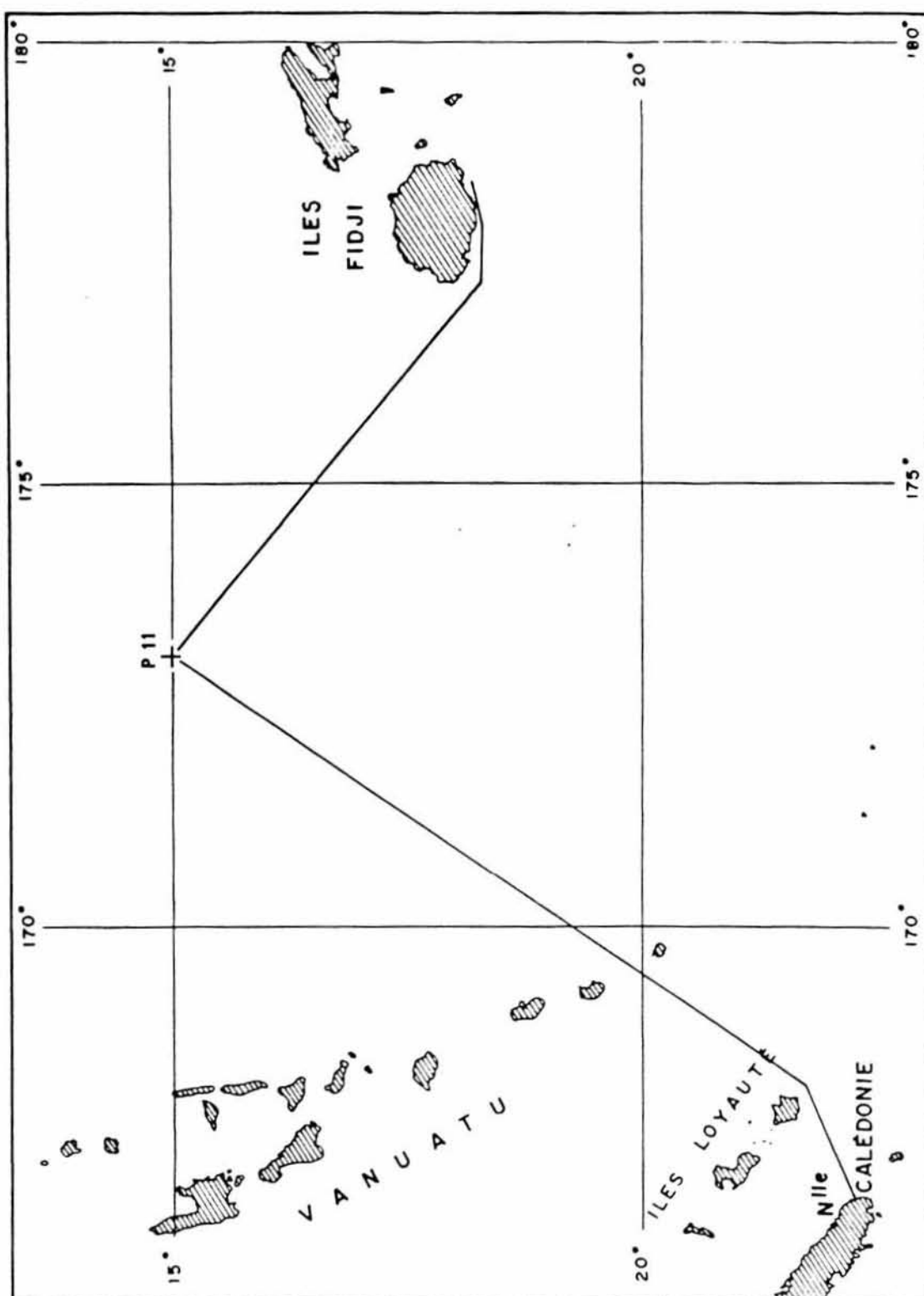
- J. Blanchot et Ph. Gérard, 1987. Résultats des campagnes à la mer du Programme PROCAL - 4 - croisière PROLIGO - B - Planctologie. 261 p. ORSTOM/Nouméa.
- Y. Dandonneau et L. Lemasson, 1987. Water - column chlorophyll in an oligotrophic environment : correction for the sampling depths and variations of the vertical structure of density, and observation of a growth period. *J. Plankton Res* 9(1) : 215-234.
- Y. Dandonneau, 1989. Variations diurnes de la teneur en oxygène dans la couche euphotique en zone oligotrophe (croisière PROLIGO). Com. Symp. "Tour du Monde du J. Charcot". Paris 2-3 mars 1989.
- J. Garnier et Ph. Dufour, 1989. Biomasse et production bactérienne dans une région oligotrophe du Pacifique Sud-Ouest (croisière PROLIGO). Com. Symp. "Tour du Monde du J. Charcot". Paris 2-3 mars 1989.
- L. Lemasson et J.L. Cremoux, 1985. Résultats des campagnes à la mer du Programme PROCAL - 2 - Croisière PROLIGO - A - Physique - Chimie - Production primaire. 40 p. Ed. ORSTOM / Nouméa.
- L. Lemasson et G. Eldin 1988. Vertical eddy diffusivity and primary production in oligotrophic waters of the southwest tropical Pacific. *Deep Sea Res.* (ss presse).
- L. Lemasson, A.W. Larkum et L. Charpy, 1988. Molecular nitrogen fixation in oligotrophic waters of the north Fijian Basin (South West Tropical Pacific Ocean) (révision).
- L. Lemasson et L. Charpy, 1989. Biomasses et structure de tailles dans les eaux oligotrophes du Pacifique Sud-Ouest (croisière PROLIGO). Com. Symp. "Tour du Monde du J. Charcot". Paris 2-3 mars 1989.

LISTE DES PARTICIPANTS

Nom	Grade	Spécialité	Organisme
BANCHOT, J.	Chargé de Recherches	Nano plancton	ORSTOM/Nouméa
BONNET, S.	Technicien chimiste	Chimie	ORSTOM/Nouméa
CHARPY, L.	Chargé de Recherches	Production primaire	ORSTOM Papeete
CREMOUX, J.L.	Technicien chimiste	Chimie-Physique	ORSTOM/Nouméa
DUFOUR, Ph.	Maître de recherches	Production bactérienne	ORSTOM/France
ELDIN, G.	Chargé de recherches	Physique	ORSTOM/Nouméa
FINN, J.	Université Hawaïi	Microzooplancton	Univ. Hawaïi (USA)
GALLOIS, F.	Electronicien	Electronique-Physique	ORSTOM/Nouméa
GARNIER, J.	CNRS/Paris	Production bactérienne	CNRS/Ec.Nor.sup.
GERARD, Ph.	Technicien chimiste	Chimie	ORSTOM/Nouméa
HIGGINS, H.	CSIRO/Hobart-Australie	Chimie-Bactériologie	CSIRO/Australie
HIROTA, J.	Prof. Univ. Hawaïi	Microzooplancton	Univ/Hawaïi (USA)
LE BORGNE, R.	Maître de recherches	Microzooplancton	ORSTOM/Nouméa
LE BOUTEILLER, A.	Ingénieur de recherches	Production primaire/15N	ORSTOM/Dakar
LEMASSON, L.	Directeur de recherches	Chef de Mission (Prod. primaire)	ORSTOM/Nouméa
MOLL, Ph.	Technicien biologiste	Zooplancton	ORSTOM/Nouméa
MONTEL, Y.	Technicien chimiste	Chimie	ORSTOM/Dakar
PANCHE, J.Y.	Electronicien	Electronique/Physique	ORSTOM/Nouméa
WALICO, H.	Technicien biologiste	Production primaire	ORSTOM/Nouméa

2 électroniciens IFREMER pour les mesures "Seabeam" (relevés topographiques du fond sur les trajets Nouméa - P11 - Suva (Fidji) - P11 - Nouméa.

Zone de travail



CROISIÈRE PROLIGO

(13 Sept. - 10 Oct. 1985)