



# RAPPORT DE MISSION AU COP-TAHITI 12 AVRIL AU 2 MAI 1995



Jean PROU DRV/RA/CREMA LA ROCHELLE Juillet 1995

Centre National de la Recherche Scientifique - Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer

CENTRE DE RECHERCHE EN ECOLOGIE MARINE ET AQUACULTURE DE L'HOUMEAU



Stations de mesures dans l'atoll de TAKAPOTO (Polynésie Française)

### AGENDA

<u>Mercredi 12 Avril</u> : Accueil au COP. Réception et mise en service de la sonde EMP 2000. Discussion avec D.BUESTEL sur le programme Nacre.

Jeudi 13 Avril : Test de la sonde devant le COP.

Mardi 18 Avril : Fin des test. Conditionnement de la sonde pour envoi sur TAKAPOTO. Préparation de la mission TAKAPOTO.

Mercredi 19 Avril : Discussion avec D.BUESTEL de la stratégie d'échantillonnage.

<u>Jeudi 20 Avril</u> : Visite à l'ORSTOM de Papeete. Rencontre avec Mr PAGES, DUFOUR, CHARPY et Mme CHARPY. Discussions sur les collaborations entre le COP, l'ORSTOM, et le CREMA concernant les études sur la qualification de la colonne d'eau par le dissous et les matériels pigmentaires dosables par HPLC. Départ pour TAKAPOTO. Mise en marche de la sonde. et début des mesures.

Jeudi 20 Avril	STATION 1	Continu / Profils
Vendredi 21 Avril	STATION 1	Continu
	STATION 2	Continu/ Profils (cycle 24 h)
Samedi 22 Avril	STATION 2	Continu/ Profils (cycle 24 h)
Dimanche 23 Avril	STATION 1	Continu/Profils
Lundi 24 Avril	STATION 4,3,6,5	Transects
	STATION 6	Pinacles
Mardi 25 Avril	STATION 7,2,8,9,10,1	Transects
	STATION 1	Continu/Profils
	STATION 1	Filières
Mercredi 26 Avril	STATION 1	Continu/Profils
Jeudi 27 Avril	STATION 1	Continu/Profils
Vendredi 28 Avril	STATION 1	Filières
Samedi 29 Avril	STATION 1	Filières

<u>Dimanche 30 Avril</u> : Démontage matériel. <u>Lundi 1er MAI</u> : Démontage matériel. <u>Mardi 2 Mai</u> : Départ TAKAPOTO. <u>Mercredi 3 Mai</u> : Retour FRANCE.

### **OBJECTIFS de la MISSION**

Cette mission fait suite à celle déjà effectuée en Avril 1994. Les premiers traitements des données hydrologiques de l'atoll de TAKAPOTO laissaient apparaître une variabilité faible du milieu tant au niveau spatial que temporel. Les résultats montraient cependant une variabilité intra-journalière non négligeable. Afin de mieux quantifier ces variations et d'offrir un support pour la modélisation, il apparut nécessaire d'utiliser une sonde multi-paramètres EMP 2000 de chez Applied Microsystems acquise en 1994 par l'Unité de Recherches Ecosystèmes Conchylicoles de la Station de La Tremblade. Cette sonde permet l'enregistrement simultané et en continu de différents paramètres tels que la hauteur d'eau, la température, la salinité, la turbidité, la lumière, la vitesse et la direction du courant, l'oxygène dissous, et la fluorescence *in vivo*.

Pour l'acquisition de données strictement hydrobiologiques, la sonde a été utilisée de trois manières différents :

- en point fixe pour étudier les variations temporelles en une station donnée et à une profondeur donnée (<u>Continu</u>).

- à une station donnée, sur la profondeur de la colonne d'eau, afin de déceler les stratifications éventuelles (<u>Profils</u>).

- entre deux stations et à profondeur constante, pour décrire spatialement la variabilité du milieu (<u>Transects</u>).

De plus, l'impact des filières de nacres (Filières) et des pinacles (Pinacles) ont été pris en compte dans quelques expériences préliminaires. Celles-ci ont permis de déterminer si les nacres en élevage ou les populations naturelles de filtreurs sur les pinacles pouvaient provoquer des déplétions importantes de la fluorescence *in vivo*. En effet, les données de filtration calculées *in vitro* font apparaître des taux de filtration importants. La turbidité n'étant pas mesurable ( par manque de sensibilité de la sonde), il semble que les pigments chlorophylliens mesurés par la fluorescence in vivo puissent être consommés en quantité suffisante pour provoquer des diminutions de concentration autour des filtreurs. Les très faibles vitesses de courant enregistrées favorisent ce genre d'approches adaptées au milieu lagonaire.

# **RESULTATS PRELIMINAIRES**

### LA VARIABILITE SPATIALE

Elle a été abordé par 5 transects effectués les 24 et 25 Mai. La sonde est traînée derrière l'embarcation à vitesse constante et à une profondeur d'environ 5 mètres. Les transects entre les stations sont effectués ainsi :

- 4 **→** 3
- 6 **→** 5
- $2 \rightarrow 7$
- 8 **→** 9
- 10 **→** 1

Les graphes (pages suivantes - fig 1 à 16) visualisent les données brutes non traitées (données aberrantes, calibration de la fluorescence).

TRANSECT	MINI	MAXI	DIFF
4 <b>→</b> 3	29.82	29.93	.11
6 <b>→</b> 5	29.78	29.88	.10
2 <b>→</b> 7	29.80	29.96	.16
8 <b>→</b> 9	29.90	29.98	.08
10 <b>→</b> 1	29.65	30.20	.55

La température (fig. 2 à 6)

La température s'échelonne entre 29.65 °C et 30.2 °C. Les plus fortes variations (0.55 °C) sont enregistrées dans le transect  $10 \rightarrow 1$  où la profondeur est la plus faible. Les signaux ne montrent pas de gradient thermique sur l'ensemble de l'atoll.

Les profils verticaux effectués à chaque station montrent de légères discontinuités thermiques sur certaines stations (fig. 17).

TRANSECT	MINI	MAXI	DIFF
4 <b>→</b> 3	38.08	38.17	.09
6 <b>→</b> 5	37.98	38.08	.10
2 <b>→</b> 7	37.84	38.01	.17
8 <b>→</b> 9	37.91	37.97	.06
10 <b>→</b> 1	37.42	37.85	.43

#### La salinité (fig. 7 à 11)

La salinité s'échelonne de 37.42 à 38.17. Les plus fortes variations sont aussi enregistrées sur le transect  $10 \rightarrow 1$ . Un gradient Nord-Sud de la salinité est visualisé sur le diagramme Température-Salinité (fig.1). Le Sud accuse un déficit de salinité. Deux premières explications peuvent être avancées : la première mettent en jeu les vents dominants NE. Ces vents agissent principalement sur la surface et peuvent entraîner vers le Sud l'eau douce des précipitations fréquentes. L'autre explication réside dans la présence du village, autre source d'eau douce par ruissellement.

TRANSECT	MINI	MAXI	DIFF
4 <b>→</b> 3	0.72	1.01	0.29
6 <b>→</b> 5	0.70	0.86	0.16
2 <b>→</b> 7	0.85	0.97	0.12
8 <b>→</b> 9	0.90	1.19	0.29
10 <b>→</b> 1	0.75	1.13	0.38

La fluorescence in vivo (fig. 12 à 16)

La fluorescence *in vivo* montre que les deux transects du SUD montrent des niveaux moyens légèrement supérieures à ceux du NORD.

Les profils verticaux montrent une augmentation de la fluorescence au voisinage du fond à la plupart des stations (fig. 18).

# Diagramme Température-Salinité des transects 24 et 25 Avril 1995 à Takapoto



Profil horizontal de la température entre les stations 4 et 3 24 Avril 1995



### Profil horizontal de la température entre les stations 6 et 5 24 Avril 1995



### Profil horizontal de la température entre les stations 2 et 7 25 Avril 1995



fig.4

### Profil horizontal de la température entre les stations 8 et 9 25 Avril 1995



# Profil horizontal de la température entre les stations 10 et 1 25 Avril 1995



Profil horizontal de la salinité entre les stations 4 et 3 24 Avril 1995



fig.7

# Profil horizontal de la salinité entre les stations 6 et 5 24 Avril 1995



fig.8

Profil horizontal de la salinité entre les stations 2 et 7 25 Avril 1995



Fig.9

# Profil horizontal de la salinité entre les stations 8 et 9 25 Avril 1995



### Profil horizontal de la salinité entre les stations 10 et 1 25 Avril 1995



# Profil horizontal de la fluorescence entre les stations 4 et 3 24 Avril 1995



LOUDER AN AN AN AN AN

### Profil horizontal de la fluorescence entre les stations 6 et 5 24 Avril 1995



### Profil horizontal de la fluorescence entre les stations 2 et 7 25 Avril 1995



Constantine Boltantine -

### Profil horizontal de la fluorescence entre les stations 8 et 9 25 Avril 1995



# Profil horizontal de la fluorescence entre les stations 10 et 1 25 Avril 1995











### LA VARIABILITE TEMPORELLE

Un cycle de 24 heures a été effectué à la station n°2 (ORAPA). Toutes les heures, un profil vertical permet de décrire l'évolution de la colonne d'eau.

#### La température

A 11 mètres de profondeur, la température montre un cycle journalier très net (fig. 19). Les plus fortes valeurs (30.1°C) sont observées vers 19 heures et les plus faibles (29.9°C) entre 3 heures et 10 heures. Cette dynamique ne correspond pas à celle de la température de l'air et ne peut être attribuée à un échange d'énergie entre l'air et l'eau. En effet, l'évolution de la température pour tous les profils verticaux effectués (fig. 20) montre une grande homogénéité de la température sur les différents niveaux de profondeur. Seuls les niveaux profonds (16 à 18 mètres) se détachent par une augmentation de la température de 21 heures à 5 heures du matin. A partir de 9 heures du matin, et jusqu'à la tombée de la nuit (18 heures), un gradient thermique s'installe sur la colonne d'eau. Un profil vertical à 13 heures le met en évidence (fig. 21).

#### La salinité

La salinité montre une grande homogénéité sur le cycle de 24 heures (fig. 22) et sur les niveaux de profondeur (fig. 23) sauf pour les niveaux de 16 à 18 mètres comme pour la température. Un profil vertical à 13 heures montre une discontinuité entre 3 et 6 mètres de profondeur (fig. 24)

#### La fluorescence

L'évolution de la fluorescence au niveau 11 mètres montre une tendance cyclique similaire à celle de la température (fig. 25). Dans le temps, la fluorescence montre comme la température, des valeurs plus fortes pour les niveaux 16 à 18 mètres de 22 heures à 3 heures du matin et un gradient positif sur la profondeur de 10 heures à 20 heures (fig. 26). Une illustration en est donné à 13 heures (fig. 27). C'est entre 9 heures et 10 heures le matin que la colonne d'eau voit la fluorescence baisser dans les niveaux supérieurs (fig. 26).

#### La lumière

L'évolution de la lumière montre toutes les couches, même les plus profondes reçoivent une quantité de lumière non négligeable pendant la journée (fig.28 et 29). Un passage nuageux à 10 heures affecte plus facilement les niveaux inférieurs de la colonne d'eau. La figure 28 montre que la lumière pénètre la colonne d'eau de 7 heures à 17h30. Le profil vertical à 13 heures (fig. 30) montre un déficit de la lumière entre 2 et 6 mètres. Ce peut être dû à l'ombre de l'embarcation.

#### La vitesse et la direction du courant

Les vitesses de courant (fig. 31) sont extrêmement faibles (5 cm/s) et sujettes à caution dans la mesure où la sonde n'était pas ancrée. Une légère instabilité des valeurs suivant les niveaux de profondeur est détectée pendant la journée (fig. 31). La direction du courant est centrée sur le Sud, direction des vents dominants (fig. 32). Sur les profils verticaux à 13 heures, la vitesse est homogène sur la profondeur et les directions ne montre pas non plus de stratification hydrodynamique nette (fig. 33 et 34). Evolution de la température à ORAPA (station n°2) Profondeur : 11 mètres





### Evolution de la Température à différentes profondeurs (station 2 ORAPA à TAKAPOTO le 21 Juillet 1995)

1.41、188、1993年来并不知道多少多少的学校。



Profil vertical de la température à ORAPA (station n°2) 13 heures

### Evolution de la salinité à ORAPA (station n°2) le 21 Avril 1995 Profondeur : 11 mètres





fig. 23

story on the state of the state



Profil vertical de la salinité à ORAPA (station n°2) 13 heures

fig. 24

# Evolution de la fluorescence à ORAPA (station n°2) le 21 Avril 1995 Profondeur : 11 mètres



### Evolution de la fluorescence à différentes profondeurs (station 2 ORAPA à TAKAPOTO le 21 Juillet 1995)





Profil vertical de la fluorescence à ORAPA (station n°2) 13 heures

### Evolution de la lumière à ORAPA (station n°2) le 21 Avril 1995 Profondeur : 11 mètres



Evolution de la lumière à différentes profondeurs (station 2 ORAPA à TAKAPOTO le 21 Juillet 1995)





Profil vertical de la lumière à ORAPA (station n°2) 13 heures



### Evolution de la vitesse du courant à différentes profondeurs (station 2 ORAPA à TAKAPOTO le 21 Juillet 1995)

### Evolution de la direction du courant à différentes profondeurs (station 2 ORAPA à TAKAPOTO le 21 Juillet 1995)





Profil vertical de la vitesse du courant à ORAPA (station n°2) 13 heures



Profil vertical de la direction du courant à ORAPA (station n°2) 13 heures

fig.34

Un autre exemple d'évolution temporelle est donné par un suivi en continu à la station 1 près de l'EVAAM. La sonde est placée à 5 mètres de profondeur (fig. 35 à 38).

Les paramètres mesurés ne montrent pas de cycles périodiques nets. Les évolutions de la température et de la salinité sont synchrones. Les signaux montrent parfois (autour de 21 heures le 25 Avril) une instabilité de haute fréquence. Dans les graphiques suivants l'instabilité des paramètres est mis en évidence par la variance sur 5 minutes. Les fortes variances enregistrées vers 9 heures correspondent à un augmentation de la fluorescence. La stratification observée même si elle porte sur des variations très faibles (0.5°C) peut générer à l'interface des activités biologiques importantes (migrations verticales de cellules phytoplanctoniques, sels nutritifs, etc..).



# Evolution de la température à la station 1 (EVAAM) le 25 Avril 1995 Profondeur : 5 mètres



AD RECEIPTION TO TALLAND DESCRIPTION AND

### Evolution de la salinité à la station 1 (EVAAM) le 25 Avril 1995 Profondeur : 5 mètres



# Evolution de la fluorescence à la station 1 (EVAAM) le 25 Avril 1995 Profondeur : 5 mètres



fig.37

# Evolution de la lumière à la station 1 (EVAAM) le 25 Avril 1995 Profondeur : 5 mètres



### L'IMPACT DES PINACLES

Afin d'étudier le comportement de la colonne d'eau autour d'un pinacle, deux trajets de sonde ont été effectués. L'un visait à passer au plus près du pinacle tandis que l'autre, à profondeur constante (10.5 mètres) devait permettre de mettre en évidence sur une plus grande échelle, l'influence du pinacle.

Le premier trajet est visualisé sur le dessin ci-dessous.



Les mesures sont reportées dans les graphiques 39 à 42. La descente et la remontée de la sonde montrent une stratification de la colonne d'eau aux alentours de 15 mètres. Au-dessous de cette profondeur, la température augmente de 0.2 °C et la salinité de 0.4 pour mille (fig. 40 et 42).

La fluorescence (fig. 41) augmente de la surface vers le fond (x5), et le passage à proximité d'une colonie d'arches voit les concentrations diminuer fortement (fig. 39).

Le second trajet est visualisé ci-dessous :



Le profil enregistré (fig. 43) montre une diminution de la fluorescence au vent (et au courant) du pinacle. Le pinacle et les filtreurs associés ne semblent pas avoir d'action sur la fluorescence sous le courant du pinacle. Selon le responsable de l'EVAAM de TAKAPOTO, il semble que le captage de nacres serait meilleur sous le courant du pinacle. Ainsi, cette zone protégée serait sans doute le lieu de courants tourbillonnant encourageant la concentration des larves.

### L'IMPACT DES FILIERES

Plusieurs expériences ont essayé de mettre en évidence des déplétions de fluorescence au voisinage des nacres. Aucune n'a pu nettement montré de tels résultats. Il semble que la densité des nacres n'était pas suffisante. Cependant, avant la greffe, les perliculteurs ont l'habitude de stocker les chapelets de nacres dans de faibles hauteurs d'eau et à des densités importantes afin de les fatiguer. Il semble qu'une telle expérience pourrait être renouvelée chez un perliculteur.

Dans les conditions normales d'élevage, les mesures effectuées n'ont pas montré de variations de la fluorescence auprès des filières.



# Evolution de la fluorescence in vivo autour d'un pinacle de takapoto



# Profil vertical sur les deux faces d'un pinacle de Takapoto

fig. 40



# Profil vertical sur les deux faces d'un pinacle de Takapoto



# Profil vertical sur les deux faces d'un pinacle de Takapoto

fig. 42



### Evolution de la fluorescence de part et d'autre d'un pinacle Profondeur : 10.5 mètres

fig. 43

### CONCLUSION

La mission a permis d'affiner la connaissance des différents échelles de variabilité de l'atoll de Takapoto. Sous une apparente stabilité, la colonne d'eau présente malgré tout des variations qui sont difficilement reliées à des phénomènes cycliques.

Le fond de l'atoll semble être un lieu de forte production de matériel pigmentaire. La fluorescence in vivo, même si elle apporte des résultats sur les structures spatiales et temporelles ne semble pas assez pertinente dans ce type de milieu pour étudier les mécanismes de production primaire.

Il semble nécessaire d'appliquer dans ces milieux, des techniques d'identification des pigments telles que l'HPLC. Ces techniques développées au CREMA et déjà appliquées sur le bassin de Marennes-Oléron permettent de définir plus précisément le spectre pigmentaire. Il permet aussi de différencier les produits de dégradation de la chlorophylle, issus de l'ingestion par les nacres. La cytométrie de flux et la granulométrie laser serait aussi des outils complémentaires dans l'étude du particulaire. Les recherches sur le dissous effectuées par l'ORSTOM Tahiti font l'objet d'une coopération naissante avec le CREMA et le COP.

La sonde multi-paramètres a donné d'excellents résultats. Il semble que les mesures à venir doivent s'orienter dans trois axes :

- des mesures supplémentaires de l'hydrodynamisme, afin de qualifier le schéma général de circulation des eaux dans le bassin. Il semble qu'en l'absence de marées, le vent soit prépondérant, entraînant la masse d'eau vers le fond de l'atoll.

- de compléter les profils verticaux déjà effectués par des mesures plus fines sur la verticale. Les stratifications enregistrées doivent être le siège de migrations phytoplanctoniques dictées par la lumière et les ressources nutritives.

- de continuer les mesures aux abords des structures d'élevage de la nacre. Le milieu lagonaire caractérisé par de faibles vitesses de courant, peut être un lieu d'étude privilégié pour étudier in situ l'impact des chapelets de nacres sur le milieu, déterminer les densités et les positions optimales des structures d'élevage. Ces mesures, illustrées par le taux de filtration, pourront être complétées par des expériences in vitro et comparées aux mesures sur des individus isolés. En effet, dans les modèles écophysiologiques, les valeurs des paramètres calculés sur des individus isolés sont difficilement applicables à des populations. Le milieu lagonaire, par ses caractéristiques, est le lieu adéquat pour étudier conjointement ces phénomènes.