

CROISIERE OCEANOGRAPHIQUE
à bord du navire "Marion Dufresne"

Par

CREAZZO STELLARIO
Expert de l'UNESCO océanographe physicien

et

RATOMAHENINA Onésimo Richard Johari

R E S U M E

La campagne d'océanographie physique s'est déroulée du 16 octobre au 02 novembre 1984 dans les zones :

- . Ouest de l'Océan Indien ;
- . Cap d'Ambre et Sud-Est malgache..

Elle a été le fruit de la collaboration entre le laboratoire d'océanographie physique du Museum National d'Histoire Naturelle (M.N.H.N.) de Paris, l'Université Privée Rosenst. School of Marine and Atmospheric Science (S.M.A.S.) de Floride. Cela à travers le programme du "Cooperative Investigation of the Central and Western Indian Ocean" (C.I.N.C.W.I.O.) dont Madagascar est membre. Le but principal de la croisière dénommée MD 41/SINODE 18 couranto est l'étude de deux veines du Courant Equatorial Sud, entrant dans le cadre de la coopération scientifique Franco-malgache et de l'assistance de l'UNESCO à Madagascar. Deux observateurs du C.N.R.O. ont participé à cette campagne.

I - INTRODUCTION

Le laboratoire d'océanographie physique du Muséum National d'Histoire Naturelle (M.N.H.N.) de Paris a informé le Directeur du Centre National de Recherches Océanographiques de Nosy-Be de son désir d'effectuer des observations scientifiques dans les eaux du Nord et du Sud-Est de Madagascar. Suite à cette demande, le Gouvernement de la République Démocratique de Madagascar a exprimé son entier consentement. Vu la législation en vigueur, le Gouvernement de la République Démocratique de Madagascar a chargé deux scientifiques du C.N.R.O. d'embarquer à Djibouti à bord du "Marion Dufresne" en tant qu'observateurs. Cette décision étant prise du fait du passage du navire océanographique dans les eaux sous juridiction malgache et de l'intérêt scientifique que la croisière représente. Compte tenu des activités entrant dans le cadre du projet MAG/81/T.01 (entre autres domaines d'océanographie physique) l'UNESCO a accepté sa contribution. Dans le domaine strictement scientifique cette participation malgache entre dans le cadre de la coopération océanographique franco-malgache.

Cette campagne dénommée MD 41/SINODE 18 COURANTO a été exécutée conjointement par :

- . Le laboratoire d'océanographie physique du MNHN de Paris ;
- . La Mission "Terres Australes et Antarctiques Françaises": T.A.A.F.;
- . L'Université Privée Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science de Miami - Floride.

Le programme est le fruit de la collaboration entre le laboratoire d'océanographie physique de Paris et le CINCWIO (Coopérative Investigation of the Central and Western Indian Ocean). Celui dans les zones malgaches est en relation avec le Directeur du C.N.R.O..

La croisière s'est déroulée du 16 octobre 1984 au 02 novembre 1984 suivant le calendrier ci-dessous mentionné :

1. Port d'embarquement : Djibouti, le 16 octobre 1984.
2. Zone de Guadarfui, le 18 octobre 1984.
3. Première zone de mouillage de courantométrie : stations au nombre de

trois dans la zone Giamane, le 21 octobre 1984.

4. Deuxième zone de mouillage de courantométrie : stations au nombre de trois, dans la zone du cap d'Ambre, eaux territoriales malgaches, le 25 octobre 1984.
5. Troisième zone de mouillage de courantométrie : stations au nombre de trois dans la zone Sud-Est, au voisinage de Farafangana-Vangaindrano, eaux territoriales malgaches, le 30-31 octobre 1984.
6. Port de débarquement : Le Port - La Réunion, le 02 novembre 1984 (cf. fig.1).

Le navire "Marion Dufresne", lors de cette campagne, a embarqué une équipe scientifique pluridisciplinaire forte de onze membres. Les personnels scientifiques internationaux ayant exécuté le programme prévu sont :

Chef de mission : Fieux Michelle - océanographe -Ingénieur de Recherches - Professeur à l'école Nationale Supérieure des techniques avancées de Paris.

Membre de l'équipe française :

- Professeur P. Tchernia
- Annie Kartavtseff
- Roger Joly
- Maurice du Chaffaut
- Bernard Ollivier

Membre de l'équipe américaine :

- Docteur Fritz Schott de l'Université Privée Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science - Miami.
- Ted Tankard
- Phil Bedard
- Soeff Samuel
- Mark Graham

Membre de l'équipe malgache :

- Creazzo S., expert de l'UNESCO - océanographe physicien
- Ratomahenina O.R.J., assistant de recherches.

PARCOURS LORS DE LA CAMPAGNE MD 41/SINODE 18 couranto.

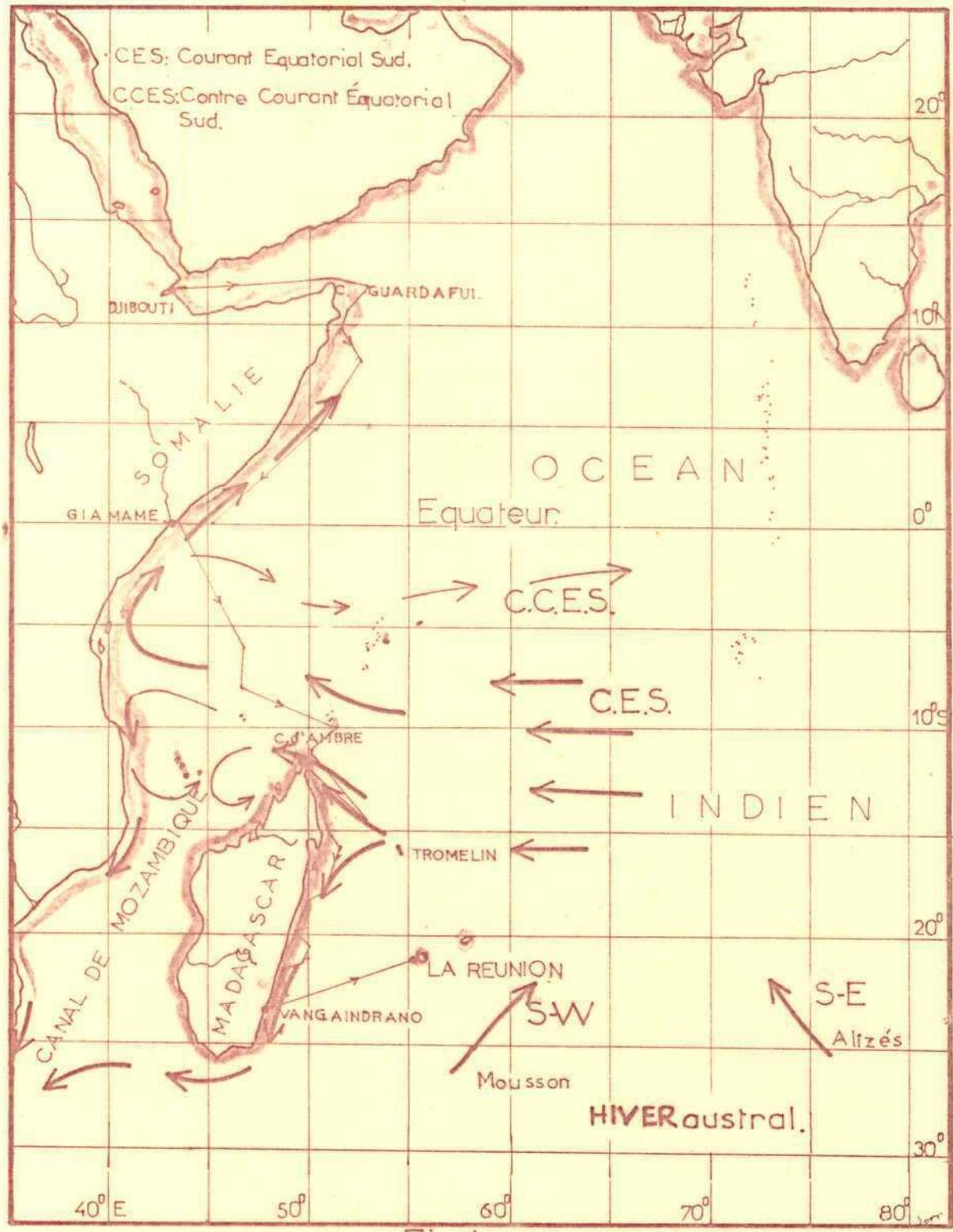


Fig:1

II - CARACTERISTIQUES DU NAVIRE "MARION DUFRESNE"

Ce navire ravitaille la Mission "Terres Australes et Antarctiques Françaises" commandé par la Compagnie des Messageries Maritimes aux ateliers et chantiers du Havre en France. Ce navire dénommé "Marion Dufresne" est destiné, après quelques transformations et modernisations, à des travaux scientifiques et océanographiques.

Ses principaux caractéristiques sont :

- longueur hors tout	112,10 m
- longueur entre perpendiculaire	101,50 m
- largeur	18,00 m
- creux (au Pont supérieur)	11,80 m
- tirant d'eau maximum	6,30 m
- port en lourd	3900 tonnes
- jauge brute	5000 tonnes
- 2 moteurs semi-rapides - hélice à pas variable puissance totale	8000 CV
- vitesse de service	15 noeuds
- distance franchissable	12000 milles
- nombre de passagers	104
- nombre de scientifiques	20

Les transformations et modernisations du navire comportent :

- 2 propulseurs transversaux de 500 CV, un à l'avant et un à l'arrière pour positionnement précis en opération ;
- une plate-forme avec hangar pour hélicoptère Alouette ;
- une grue arrière de 100 tonnes pour mise à l'eau et repêchage de soucoupes plongeantes, carottiers, ... ;
- un treuil d'océanographie type J. Charcot de 12/18 tonnes pour chalutage et dragage profond ;
- un treuil d'hydrologie ;
- 2 vedettes de 70 CV pour travaux hydrologiques ;
- des locaux pour matériel électronique.

III - BUT DE LA CAMPAGNE MD 41/SINODE 18 COURANTO

La zone Océan Indien est une des parties du monde dont les Centres de Recherches possèdent peu d'informations océanographiques, voire inexistantes.

Le but de la campagne est de vérifier ou de compléter des données relatives aux différents domaines et aspects de l'océanographie physique, afin d'avoir une meilleure compréhension des zones prospectées.

L'étude a été axée sur la séparation en deux branches du courant Equatorial Sud. La première branche bute la côte Nord malgache, la seconde s'évolue vers le Sud longeant plus ou moins la côte Est de Madagascar (cf. fig.1).

Ainsi les variations saisonnières de ces flux en relation avec celles des alizés du S-E et l'influence sur le climat représentent un aspect spécifiquement régional.

A cela s'ajoutent le contre-courant Equatorial Sud et le courant somalien, contribution due à la première branche. L'ensemble crée alors une zone de convergence et de divergence donnant lieu à des comportements superficiels et subsuperficiels propres.

En ce qui concerne les opérations proprement dites, six mouillages de courantométrie ont été installés. Selon la profondeur, la morphologie et le profil du courant, un mouillage est composé de 4 à 6 courantomètres.

En outre il a été effectué :

- des mesures hydrologiques ;
- des lancers de sondes (bathythermographie) ;
- des mesures gravimétriques ;
- des mesures de courant par le système G.E.K. ;
- des mesures de courant par le système Ametek Straza (effet Doppler).

Nous donnons ci-après les appareils et instruments mis en service pendant cette croisière MD 41/SINODE 18 couranto.

3.1. Bathythermographie

Le modèle adopté est du type : LM-2ALM (Launcher Model) dont les unités principales sont :

- une unité de lanceur de sondes thermiques type XBT ;
- une unité d'enregistrement type Seppican, recueille la différence de potentiel (d.d.p.) aux bornes du thermistore de la sonde ;
- une unité de stockage de données sortant du Seppican. Du type Bathy-Système Modèle SD 782, cette unité enregistre les données (profondeur, température) et les digitalise. Connectée au système de navigation, elle stocke les coordonnées géographiques et le temps Universel correspondant (GMT).

Ainsi la détermination instantanée de la structure verticale de température d'une zone donnée a pu être effectuée. Pendant la campagne, les sondes ont été lancées à partir de la 51°10'E par intervalle d'une heure.

3.2. Mesures gravimétriques

Il est à rappeler que la gravimétrie est la mesure de l'intensité de la pesanteur ou de la variation de l'attraction terrestre dans le champ magnétique correspondant.

Le modèle adopté est du type "Lacoste et Romberg" dont les résultats sont utilisés pour dresser deux cartes : la première carte relative aux intensités de la pesanteur, la seconde relative au relief du fond marin en liaison avec les données de l'écho-sondeur (aspect géomorphologique).

Une fois de plus la vérification a été constaté : à une élévation de 0.3048 m correspond une variation de 0.068 mGals (milligals). Notons qu'un Gal (Galileo ou Galilé) équivaut à une accélération de $1\text{cm}/\text{S}^2$.

3.3. Courantométrie système G.E.K.

G.E.K. : Geomagnetic-électrokinetograph

Lors des opérations dans les zones du cap d'Ambre et sur la côte

Est malgache, le trajet du navire a été établi suivant deux parcours sensiblement parallèles mais de directions opposées donnant ainsi une même valeur du courant marin. Par contre un trajet orthogonal aux deux précédents présente une grandeur nulle.

Mais en général, le parcours maritime est conditionné par plusieurs facteurs dont le principal est le relief du fond marin. Etant donné que l'appareil du système G.E.K. exploite une des propriétés du champ magnétique, les câbles portant les électrodes sondeurs doivent être au moins d'une longueur égale ou supérieure à 3 fois celle du navire. En effet, un bateau présentant une coque en alliage ferreux influe énormément sur les mesures.

En conclusion, le système G.E.K. est préférable à partir d'un navire dont la coque est à base de matière plastique thermodurcissable.

3.4. Courantométrie par système Ametek-Straza (Effet Doppler)

L'effet acoustique Doppler dans un milieu liquide (océan) a été utilisé pour la première fois dans le détroit de Floride en 1977. Ce système a été installé et mis en opération à partir du navire "Researcher" du National Oceanic and Atmospheric Administration (N.O.A.A.) jusqu'à 250 m de profondeur.

Cette méthode a été vérifiée également dans l'Océan Pacifique et par plusieurs types de profileurs de courants marins et les conclusions sont sensiblement concordantes.

Le disperseur acoustique Doppler est, avant tout, destiné aux mesures de la vitesse du bateau au niveau de contact bateau-eau de mer. Une énergie acoustique correspondant à une fréquence élevée est émise de la coque au moyen de 3 transducteurs. Après quelques minutes d'attente permettant au son de se propager, l'onde est réfléchiée par le fond marin vers la source émettrice. La fréquence Doppler est par la suite modifiée : changement dû aux masses d'eau se trouvant dans les 3 transducteurs. Les masses d'eau contiennent des particules de micro-organismes en suspension, cette nouvelle fréquence étant proportionnelle au courant transportant les particules.

Par de multiples arrangements mathématiques, la vitesse de la masse d'eau par rapport au bateau est connue en fonction de la distance entre la source émettrice d'onde acoustique et la masse d'eau. C'est donc là une mesure de courant superficiel et schématisant ainsi le profil du courant. Les avantages de ce système sont :

- mise en opération simple ;
- aucune interférence aux autres activités du navire ;
- mesures continues et instantanées.

Mais il est à souligner que la précision du résultat est également fonction du système de navigation adopté.

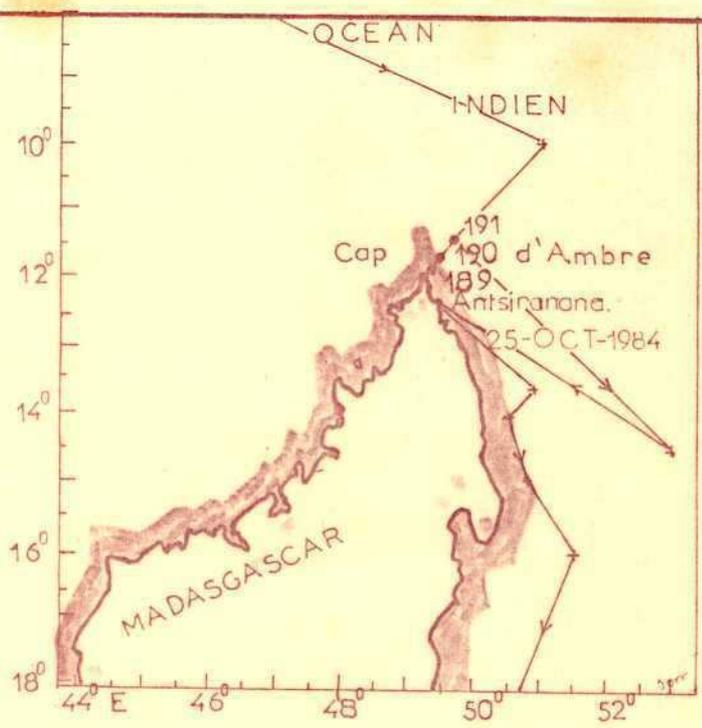
Le système Ametek-Straza (effet Doppler) est actuellement au stade expérimental dans plusieurs zones océaniques.

IV - MOUILLAGE DE COURANTOMETRIE DE SUBSURFACE

Lors de la campagne d'océanographie physique MD 41/SINODE 18 courant, 9 mouillages de courantométrie ont été effectués suivant le tableau ci-dessous :

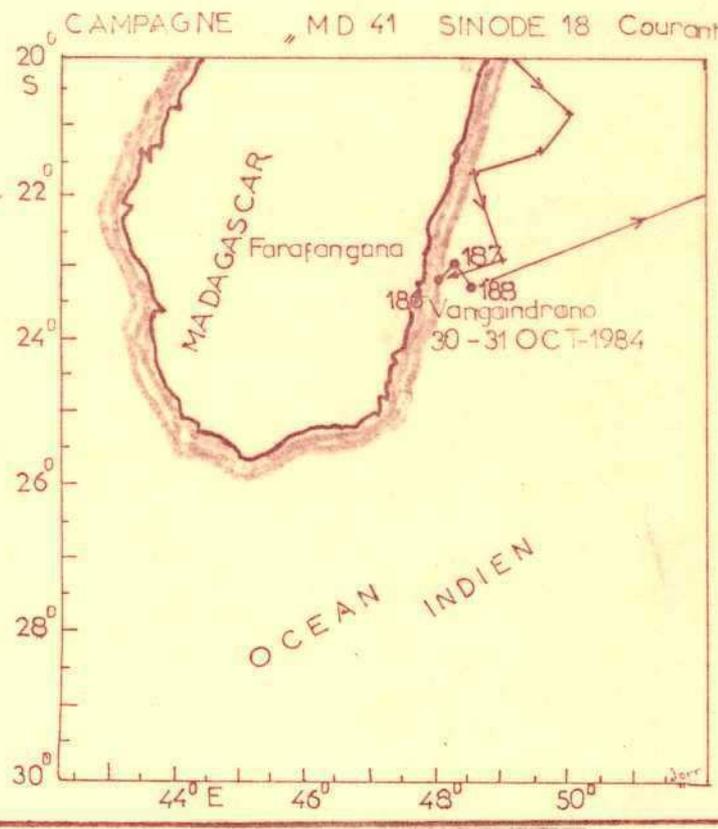
Z O N E S	STATIONS	POSITIONNEMENTS	PROFONDEURS
I - Giamame (eaux territoriales somaliennes) (cf. fig.1)	183	00°00'00"S 43°10'00"E	700 m
	184	00°07'00"S 43°18'00"E	1.300 m
	185	00°00'00" 43°30'00"	2.300 m
II - Cap d'Ambre (eaux territoriales malgaches) (cf. fig.2)	189	11°51'00"S 49°20'30"E	700 m
	190	11°40'30"S 49°28'30"E	1.100 m
	191	11°27'00"S 49°48'30"E	2.800 m
III - Farafangana-Vangaindrano (eaux territoriales malgaches) (cf. fig.2)	186	23°11'00"S 48°03'00"E	550 m
	187	22°59'00"S 48°18'00"E	2.000 m
	188	23°17'00"S 48°30'00"E	3.000 m

Fig:2



MOUILLAGES DE COURANTOMETRIE DE SUBSURFACE
DANS LES EAUX TERRITORIALES MALGACHES

Fig:2



Sur

Il est important de signaler qu'un mouillage de courantomètres est classifié selon :

- 1°) - La nature des unités à mouiller : instruments pendants ou montés directement en série, bouées.
- 2°) - La localisation des unités : immersion partielle ou totale, ou durée.
- 3°) - Les profondeurs, les couches d'eaux et le relief : eau peu profonde, profonde, très profonde, couches homogènes ou mélangées, aspect géomorphologique...
- 4°) - La configuration : nombre et capacité des instruments, grandeurs physiques à enregistrer...

Avant toute immersion, une reconnaissance géomorphologique est indispensable. Une topographie simple (stations 183 188) ne la nécessite pas. Dans le cas échéant (stations 189 - 190 - 191) elle s'impose.

Une particularité des câbles est à considérer : section hydrodynamique. En effet, une couche d'eau présentant une forte traînée (frottement hydrodynamique) favoriserait un certain mouvement de rotation au niveau du câble. Afin d'atténuer cet effet indésirable, le câble doit être à profilage approprié.

En général, les systèmes de courantomètres présentent des aspects communs. Aussi seul sera relaté le mouillage de courantométrie relatif à la station n°189. L'émetteur radio est nécessaire pour téléinformation de fonctionnement de l'ensemble.

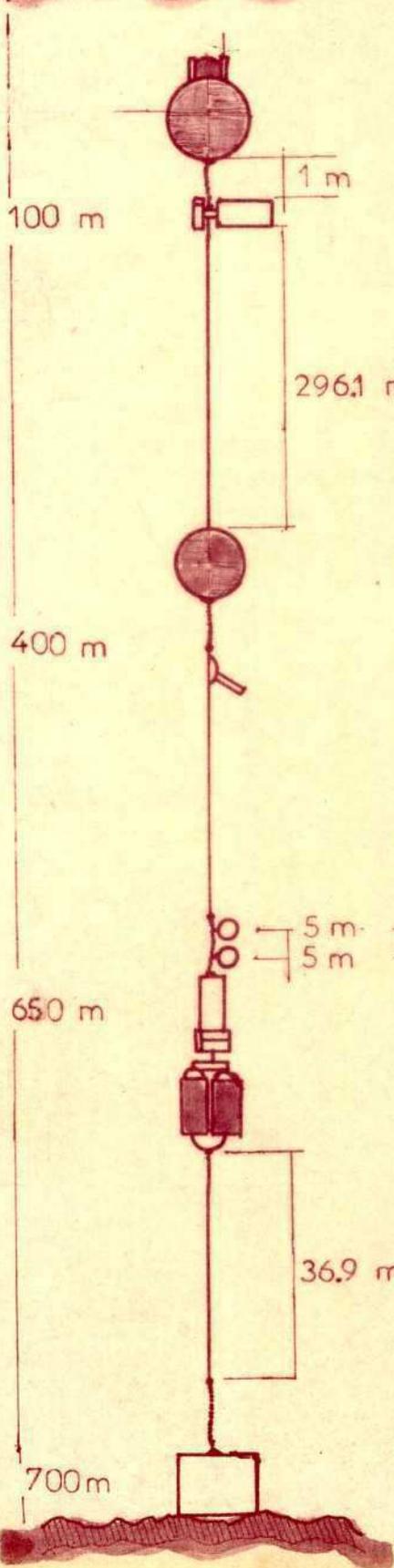
Pour des raisons de stabilité d'immersion, de mouvements relatifs, de résistance hydrodynamique des matériaux, une technologie est adoptée (cf. fig.3).

Ces courantomètres permettent l'enregistrement des grandeurs suivantes :

- 1) Intensité (V) et direction (φ) du courant principal.
- 2) La conductivité électrique (C) de la couche prospectée (salinité).

Schéma du mouillage à la station N° 189

Fig:3



Emetteur radio : fréquence 156 - 475 MHz.

Flotteur (acier) \varnothing 939.7 (37")

Chaîne

Courantomètre AACM

296.1 m Câble \varnothing 6

Flotteur (acier) \varnothing 711.1 (28")

Courantomètre NWCM

Câble \varnothing 6.

Flotteurs (verre) \varnothing 431.7 (17")

Courantomètre VACM

Largueur acoustique

36.9 m Câble. \varnothing 6.

Ancre, de 1313.9 kg (2900 lbs.)

• Les diamètres sont en mm.

3) La pression locale (profondeur D).

4) La température (T).

Par ailleurs, un capteur de pressions pour une étude marégraphique régionale a été monté.

Toutes les données ci-dessus énumérées seront recueillies au début du mois de novembre 1985, date prévue pour la récupération du système de courantomètres. Cette dernière s'effectue à partir du navire de recherche par émission d'onde. Les sons sont ainsi captés par le largeur acoustique qui se déleste automatiquement. En général l'émission se réalise.

V - EVENTUALITE DE COLLABORATION

Lors de la campagne MD 41/SINODE 18 courant, entre les équipes internationales (France, U.S.A. et Madagascar), une discussion sincère s'est instaurée. Des sujets ayant attiré à la croisière elle-même mais également aux activités du Centre National de Recherches Océanographiques de Nosy-Be ont été débattus.

Par ailleurs, les intérêts scientifiques de la campagne :

- les deux veines du courant Sud Equatorial ;
- les conséquences physico-chimiques du C.S.E. ;
- la climatologie ;
- la marégraphie ;

ont conduit les scientifiques respectivement français et américains à émettre leur désir de collaborer.

Ainsi l'Université Privée "Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science" de Miami est disponible pour élaborer une campagne américano-malgache. Dans le cas échéant, des informations intéressant le C.N.R.O. seront transmises par la S.M.A.S. de Floride.

A l'heure actuelle une coopération franco-malgache dans les domaines d'océanographie physique et chimique est à l'étude.

Il a été reconnu le rôle régional qu'occupe le C.N.R.O. par rapport

aux pays riverains.

Notons également que le laboratoire d'océanographie du M.N.H.N. accueillerait favorablement des jeunes stagiaires nationaux. Tels ont été les échanges émis de part et d'autre.

VI - CONCLUSION

Notre participation à cette campagne MD 41/SINODE 18 courante, nous a permis non seulement de s'initier aux nouveaux instruments mais en particulier de constater les méthodologies diverses adoptées ou expérimentées.

En concluant ce rapport, nous tenons à exprimer ici notre remerciement à l'égard du Chef de mission Michelle Fieux et de son équipe du Laboratoire d'Océanographie Physique de Paris, qui nous ont accueilli et assisté lors de cette croisière.

Nous remercions l'équipe américaine dirigée par le Docteur Fritz Schott pour les informations spécifiques à la courantométrie.

Nous remercions tout le personnel de l'UNESCO qui de près ou de loin a facilité la mission.

Nous exprimons notre reconnaissance à Monsieur le Directeur du Centre National de Recherches Océanographiques et au membre du Gouvernement pour la contribution mais surtout qui ont bien voulu concrétiser notre participation à de cette croisière internationale.

Fait à Nosy-Be, le 16 novembre 1984