

Découvrez un ensemble de documents, scientifiques ou techniques,
dans la base Archimer : <http://www.ifremer.fr/docelec/>

ifremer

Direction des Ressources Vivantes

Gérard Biais, Marc Taquet (Ifremer)

**RIDRV-90 .58 RH/La Réunion
Contrat n° 89/1210998/F**

**Technologie des dispositifs de concentration
de poissons et techniques de pêche aux gros
pélagiques**

**Compte rendu d'essais effectués pendant
l'été austral 1989-90**

1990

Adresse :
 IFREMER
 Station de La Réunion
 BP 60
 97822 Le Port

DIRECTION DES RESSOURCES VIVANTES

DEPARTEMENT Ressources halieutiques

STATION/LABORATOIRE de La REUNION

G1002
 BIA
 T

AUTEURS (S) : Gérard BIAIS , Marc TAQUET		CODE : RIDRV-90. -RH/ La Réunion
TITRE : Technologie des Dispositifs de Concentration de Poissons et techniques de pêche aux gros pélagiques		Date : 15/11/90 Tirage en nombre : Nb pages : 43 Nb figures : 16 Nb photos : 6
CONTRAT (intitulé) N° <u>89/1210998/F</u>	Etude réalisée avec l'aide financière de la Région Réunion (Convention)	DIFFUSION libre <input checked="" type="checkbox"/> restreinte <input type="checkbox"/> confidentielle <input type="checkbox"/>

RESUME

Des dispositifs de concentration de poissons (DCP) de type "semi-lourds" sont implantés autour de La Réunion depuis 1988. Dans l'objectif de maximiser le gain qu'ils induisent pour la pêche locale, il a été procédé à la mise au point d'un DCP "léger" moins couteux et à des essais de techniques de pêche nouvelles à La Réunion. Si l'apport de ces dernières paraît limité dans le contexte réunionnais par contre le DCP "léger" semble une voie intéressante. Les calculs ayant conduit à leur réalisation sont exposés.

ABSTRACT

Fish aggregating devices (FAD), "semi-heavy" models, have been anchored all around La Réunion Island since 1988. For maximising profits derived from them, "light" FAD less expensive have been designed and locally unused fishing gears were tried. The use of this latter appears to be limited in local context, but in contrast the use of "light" FADS seems an interesting way. Their design calculus are given.

mots clés : DCP, Dispositif de concentration de poisson, pêche, thons ,pélagiques,Océan Indien, Réunion

key words :



15303



La Direction des Ressources Vivantes (DRV)
de l'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER)

produit une série non-périodique de documents scientifiques et techniques

Les RAPPORTS INTERNES DE LA DIRECTION DES RESSOURCES VIVANTES

Cette série est destinée à permettre la diffusion en série limitée des travaux de recherche et développement réalisés par les laboratoires et stations de la Direction des Ressources Vivantes et des équipes associées dans le domaine de :

- la protection
- la conservation
- l'évaluation
- l'exploitation
- la valorisation

des ressources vivantes marines

et de l'environnement des pêches maritimes et cultures marines

La cotation des rapports RIDRV est constituée par : RIDRV-89. 001- RH/BOULOGNE

↑ ↑ ↑ ↑
Année. N°d'ordre- Département / Laboratoire d'origine

La Direction des Ressources Vivantes est constituée de 5 départements :

CSRU : CONTROLE ET SUIVI DES RESSOURCES ET DE LEUR UTILISATION

RA : RESSOURCES AQUACOLES

RH : RESSOURCES HALIEUTIQUES

SDA : STRATEGIES DE DEVELOPPEMENT ET D'AMENAGEMENT

UVP : UTILISATION ET VALORISATION DES PRODUITS

SOMMAIRE

	Page
INTRODUCTION	1
I - TECHNOLOGIE DES DCP	2
1.1. Du Payao à la sphère unique	2
1.2. Les DCP légers	5
1.3. Réalisation des DCP légers	8
1.3.1. La bouée	
1.3.2. Le matériel attractif	
1.3.3. La ligne de mouillage	
1.3.4. Le lest	
1.4. Essais en mer	12
1.4.1. Positions	
1.4.2. La pose	
1.4.3. Résultats	
II - LES TECHNIQUES DE PECHE	16
2.1. Prospection	17
2.1.1. Matériel	
2.1.2. Méthode	
2.1.3. Résultats	
2.2. Essais de palangres dérivantes	20
2.2.1. Matériel et méthode	
2.2.2. Résultats	
2.3. Le filet maillant	26
CONCLUSION	30
REMERCIEMENTS.....	31
BIBLIOGRAPHIE	32
ANNEXE	34

INTRODUCTION

Les premiers dispositifs de concentration de poissons (DCP) réunionnais ont été implantés en 1988-89 par l'IFREMER dans le cadre d'une convention avec le Conseil Régional.

Il s'agissait d'une expérience, il fallait faire la démonstration de l'intérêt de ces structures dans le contexte local, avec deux inconnues majeures : l'adaptation des sites retenus et la réaction de la population de pêcheurs.

Le suivi des DCP sur une année et demie (BIAIS et TAQUET, 1989) a permis de constater le succès de l'opération sur ces deux plans puisque :

- la capture moyenne autour des DCP a été en 1988-89 de 30 tonnes en moyenne par an et par DCP, ce qui signifie que environ la moitié des gros pélagiques pêchés à La Réunion pendant cette période l'a été autour des DCP

- la fréquentation des DCP par les pêcheurs est importante et il n'y a eu aucun conflit notable entre professionnels et plaisanciers pour l'exploitation de la ressource présente à proximité des DCP.

Suite à ce bilan positif, et à la demande de nombreux pêcheurs, le Conseil Régional a décidé de prolonger l'opération. L'IFREMER n'ayant pas vocation à la continuer en routine, elle a été confiée dans cette phase à l'Ecole d'Apprentissage Maritime (EAM), qui constitue un relais naturel de l'IFREMER pour ce projet. Néanmoins l'IFREMER continue de suivre l'opération en étudiant avec l'EAM toutes les modifications susceptibles d'améliorer la tenue des DCP.

Etant donné l'intérêt des DCP désormais démontré et le souhait maintes fois affirmé des pêcheurs d'une pérennisation des implantations, il paraissait cependant justifié d'essayer de nouveaux types de DCP de manière à réduire le coût de l'opération et d'autre part d'en maximiser le produit par des essais d'engins susceptibles d'augmenter la production à proximité des DCP.

Ce projet, d'une durée limitée à 6 mois pendant l'été austral 1989-90, a été financé par la Région Réunion dans le cadre d'une convention (n° DAE1/89/1317, réf IFREMER n° 89/1210998/F).

I - TECHNOLOGIE DES DCP

Les DCP implantés par l'IFREMER en 1988-89, et désormais par l'EAM, sont d'un modèle dit "semi-lourd", très voisin de celui des DCP posés à Maurice dans le cadre d'un projet FAO/PNUD.

Lors du lancement du projet à La Réunion en 1988, la durée de vie des DCP à Maurice, dépassant deux années pour les plus anciens, et une efficacité assez bonne, nous a fait retenir le modèle mauricien déjà éprouvé dans des conditions d'environnement très proches de celles de La Réunion. Nous avons pu constater son excellente tenue, puisque certains DCP sont en place depuis presque deux ans et les rendements à proximité sont voisins de ceux obtenus à Maurice. Cependant le coût de ces DCP est relativement élevé, de l'ordre de 13 000 F par an (donnée 1989), en incluant le coût de la pose et des opérations d'entretien. Or ces dernières ont essentiellement pour origine une usure due à la conception du DCP utilisé. La partie en surface est en effet un chapelet de 80 bouées reliées à une perche de signalisation avec 22 bouées (figure 1). Le choix de flotteurs de chalut à haute résistance a été fait pour les bouées afin d'avoir un DCP pouvant subir sans dommage une immersion importante s'il est couché sous l'action de courants violents, problème majeur à résoudre pour l'implantation de DCP à Maurice comme à La Réunion. Cet ensemble a pour avantage d'être facilement réalisable avec des flotteurs disponibles auprès des revendeurs de matériel de pêche. Etant cependant constitué d'un grand nombre d'éléments reliés entre eux, les risques d'usure et de rupture sont importants et exigent surveillance et entretien.

D'autre part les flotteurs utilisés, de 20 cm de diamètre sont peu visibles à la surface de l'eau. De plus la perche de signalisation, indépendante du dispositif, est souvent couchée sous l'action des vents ou des courants. Elle est en outre relativement fragile et donc peu susceptible de porter un éclairage, ce qui a été demandé pour des raisons de sécurité dans la zone d'atterrage des ports de commerce de l'île.

La réduction des coûts d'entretien et une meilleure signalisation pouvant être obtenues simultanément par l'utilisation d'une bouée unique en surface, cette solution paraissait devoir être essayée. Ce projet n'avait d'ailleurs rien de particulièrement novateur, puisque la plupart des DCP sont constitués en surface d'une structure unique.

1.1. - Du Payao à la sphère unique :

Dans les vingt dernières années, les DCP ont essaimé dans la quasi totalité de la frange inter-tropicale de l'Océan Indien et de l'Océan Pacifique (figure 2). Le "payao" des Philippines, radeau à l'origine en bambou et de plus en plus en acier (figure 3), est certainement un des DCP les plus répandus, puisqu'on estime leur nombre à 5 000 (STEQUERT, 1989) rien qu'aux Philippines où ce développement spectaculaire a

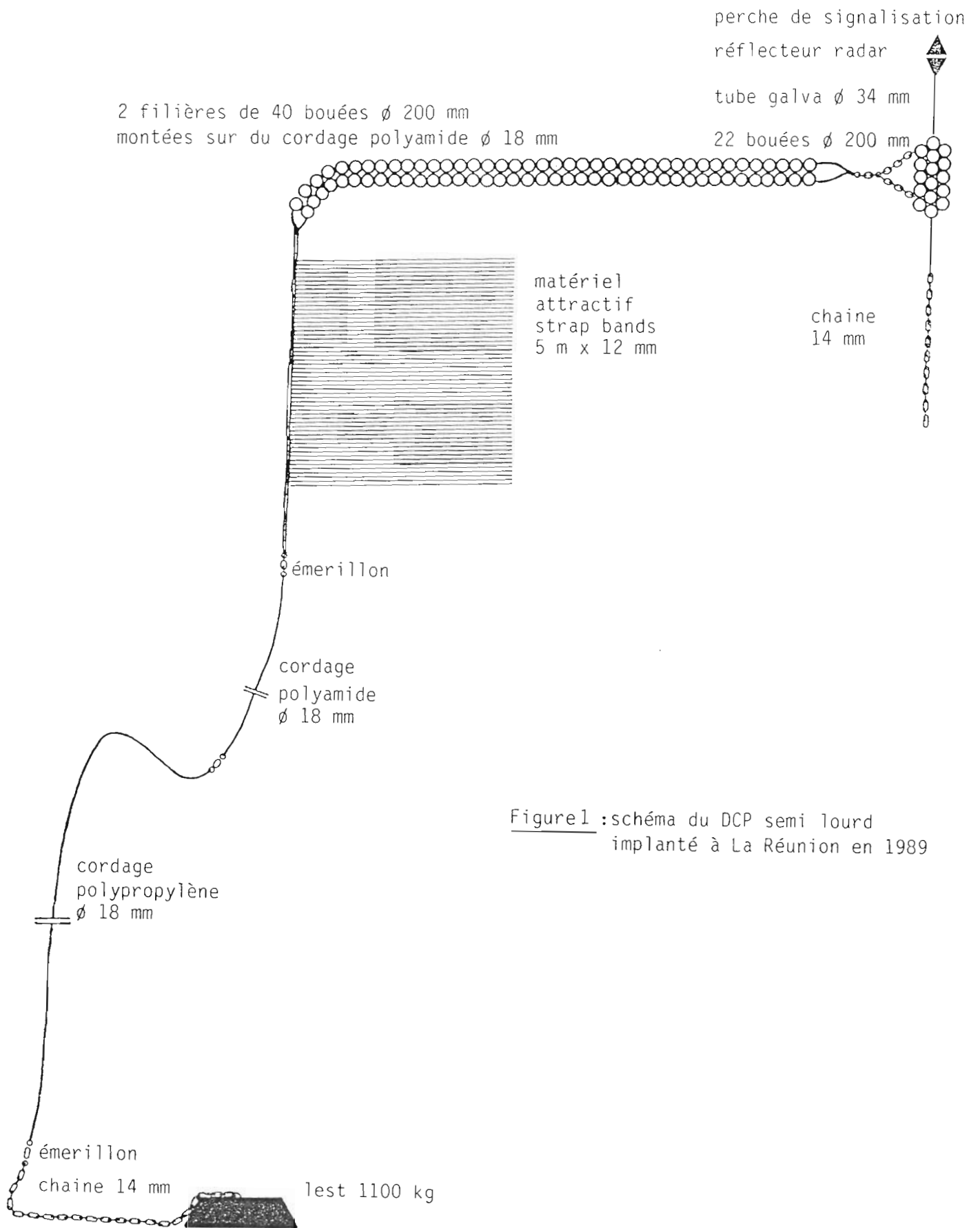


Figure 1 : schéma du DCP semi lourd
implanté à La Réunion en 1989

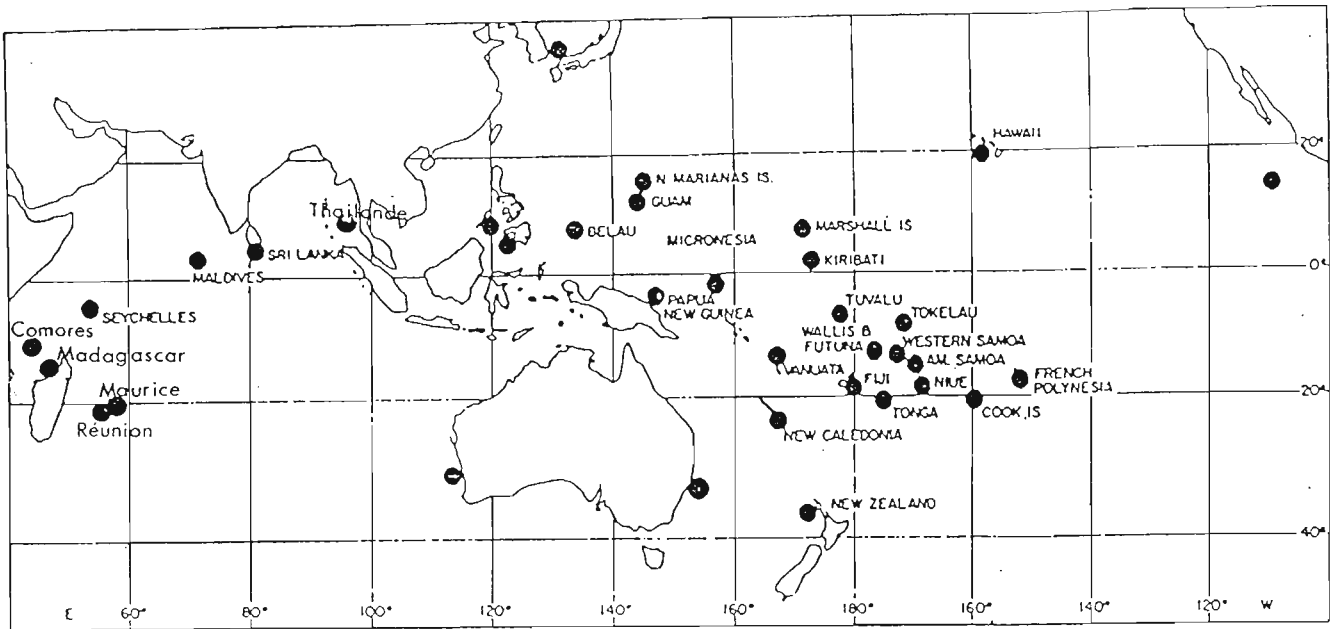


Figure 2 : Localisation des DCP dans l'Indo-Pacifique (d'après SHOMURA et MATSUMOTO, 1982 in DEPOUTOT, 1987 complété pour le sud-ouest Océan Indien)

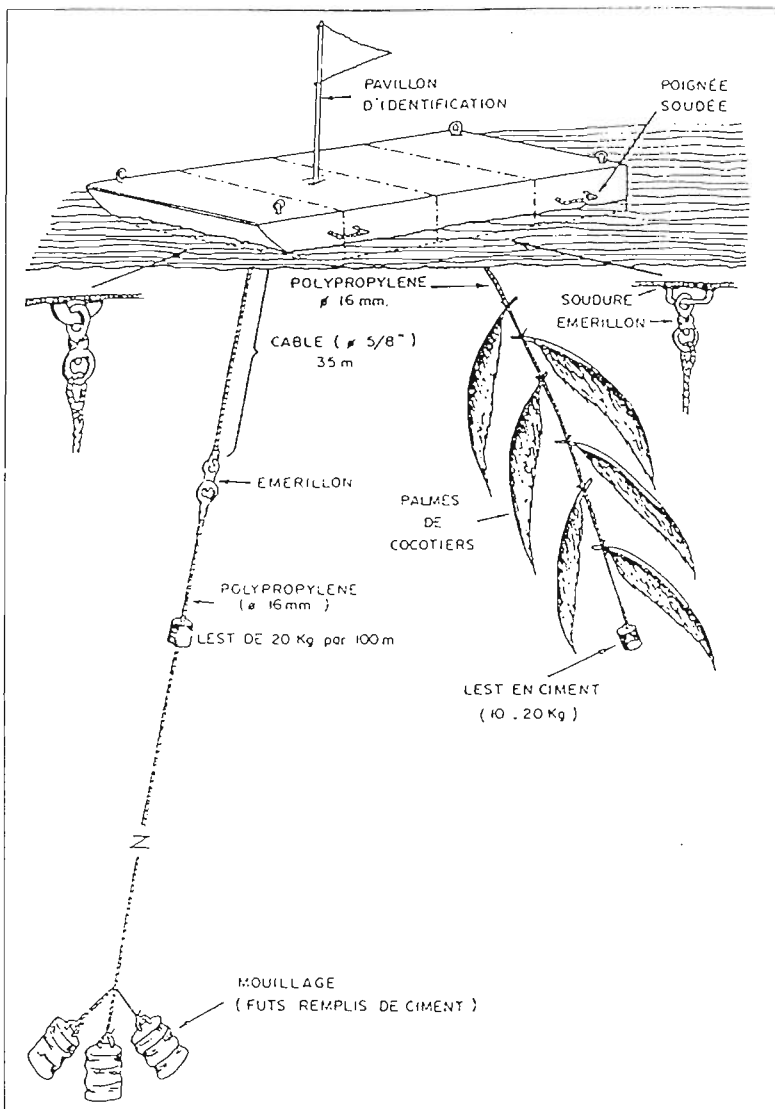


Figure 3 : Payao en acier (d'après A. de JESUS in MARCILLE et et BOUR, 1983)

certainement pour origine l'existence de vastes étendues d'eaux protégées et particulièrement calmes (MATSUMOTO et al., 1981).

Le "payao" s'est répandu largement plus ou moins modifié (Fiji, Thaïlande), un peu partout le radeau rudimentaire a évolué vers des structures plus onéreuses mais à longévité plus grande, que ce soit des pontons en acier au Japon, des catamarans en bois au Vanuatu ou en aluminium aux Iles Samoa Occidentales et aux Iles Cook (BERGSTROM, 1983 ; BOY et SMITH, 1984 ; MARSAC et STEQUERT, 1987).

Une autre importante source d'essaimage de DCP paraît être Hawaï, où de nombreux essais de DCP ont été tentés (MATSUMOTO et al, 1981 ; BOY et SMITH, 1984). Le premier type de DCP mis en place était constitué en surface d'un pneu rempli de mousse, des DCP similaires ont été posés aux Maldives, à Fiji, aux Iles Samoa Américaines. Il a progressivement évolué vers une sphère unique en acier de 1,5 m de diamètre (figure 4). Le DCP mis au point en Polynésie Française s'en rapproche (figure 5), étant constitué d'une lentille bi-convexe en acier de 1,5 m de diamètre (UGOLINI et ROBERT, 1982 ; DEPOUTOT, 1987 ; CHABANNE, 1990)

1.2. Les DCP légers

La ligne de mouillage utilisée pour les DCP est généralement en polypropylène de 16 à 20 mm de diamètre. Il existe peu d'exemple de DCP léger monté avec du cordage fin (6-8 mm).

On trouve néanmoins trace d'essais de DCP légers dans le Golfe du Mexique mais, semble t-il, sur des profondeurs limitées à quelques dizaines de mètres (BERGSTROM, 1983). Ils paraissent cependant à l'origine d'un DCP commercialisé aux USA pour la pêche sportive (annexe 1).

Ce sont des DCP de ce type qui ont été d'abord implantés à Maurice (figure 6) avec peu de succès puisque la durée de vie a été de 19 jours en moyenne. L'implosion par immersion, mais aussi des interventions humaines paraissent à l'origine des pertes. Cette piste paraissait cependant suffisamment intéressante pour que les responsables du projet envisagent de nouveaux essais après avoir accumulé de l'expérience avec les radeaux "semi-lourds" (ROULLOT et VENKATASAMI, 1986).

L'utilisation d'une ligne de mouillage fine ne paraît en effet pas incompatible avec une longévité importante des DCP si l'ensemble est calculé en conséquence, ainsi que le démontre une étude des forces s'exerçant sur la ligne de mouillage d'un DCP qui est présentée en annexe 2. Elle permet une réduction notable des coûts, la ligne de mouillage représentant une fraction importante du coût du DCP, voisine de la moitié du coût total des DCP "semi-lourds" implantés à La Réunion sur 500 à 1 500 m. Or le prix de la ligne de mouillage est grossièrement proportionnel au diamètre du cordage utilisé. De plus une ligne fine n'impose plus d'utiliser des flotteurs haute résistance pouvant subir une immersion importante en cas

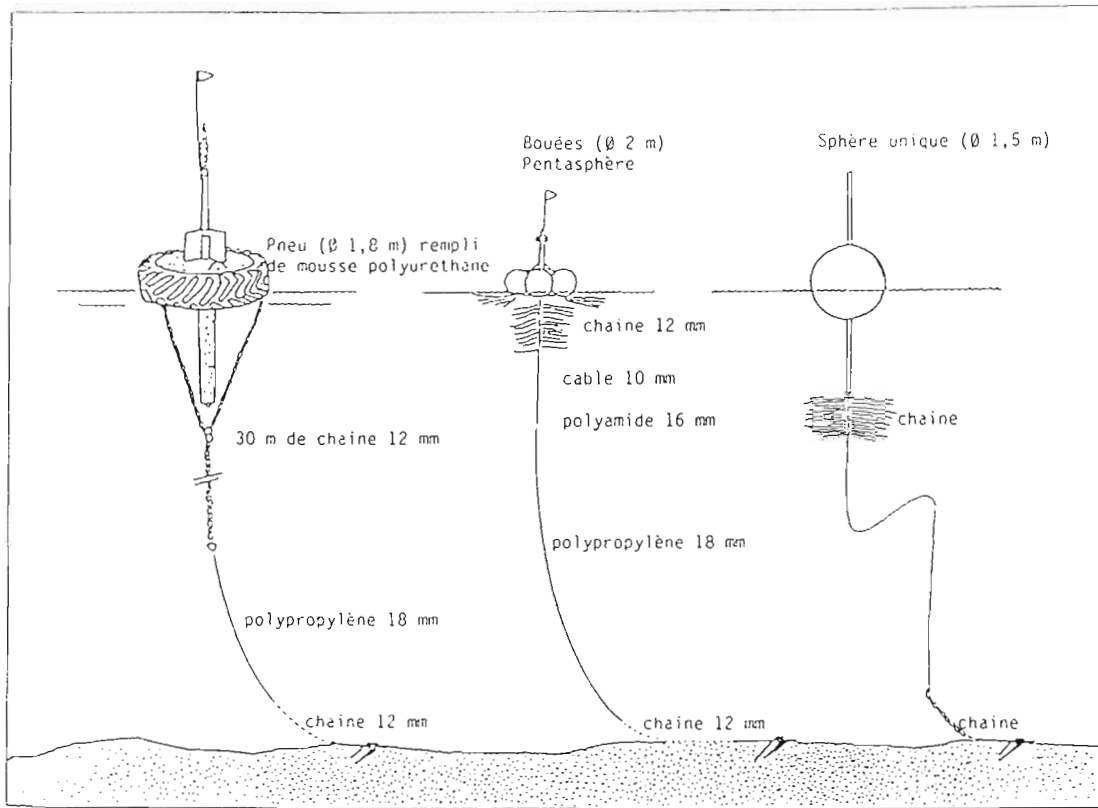


Figure 4 : Evolution du DCP hawaïen (BOY, 1984)

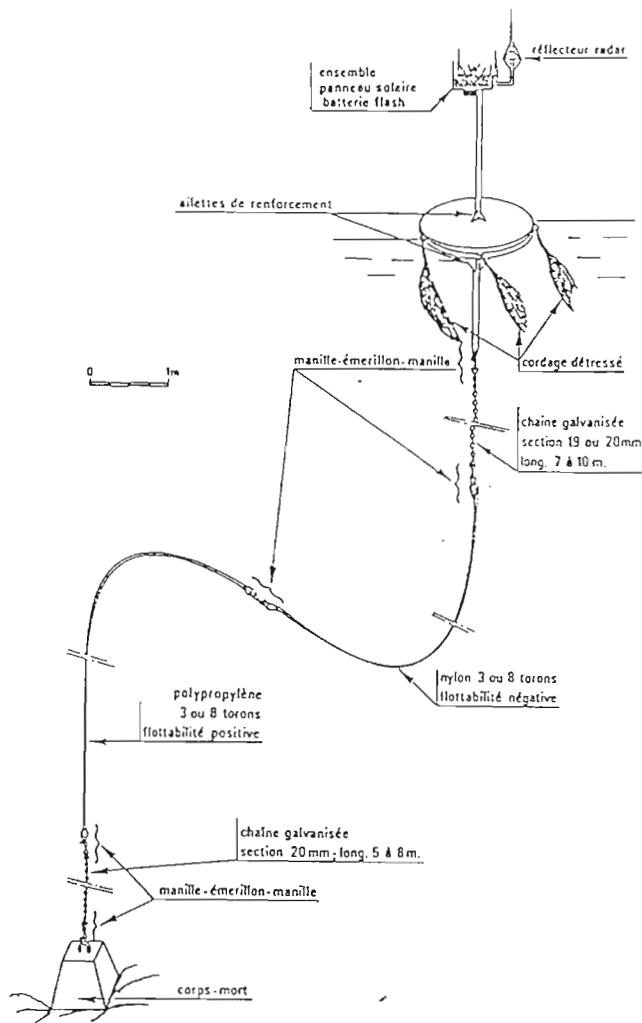


Figure 5 : Le DCP tahitien (DEPOUTOT, 1987)

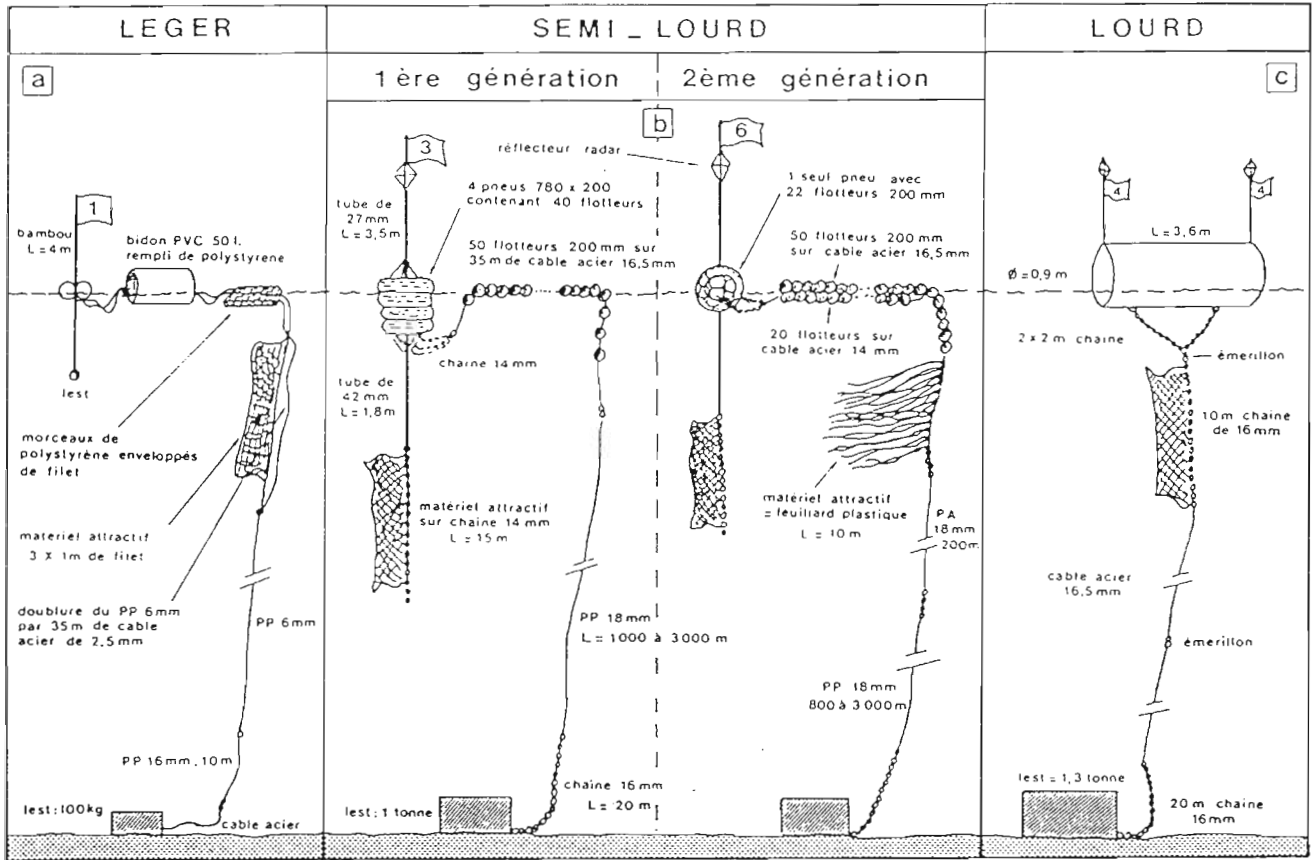


Figure 6 : Types de DCP implantés à Maurice (STEQUERT, 1987 d'après ROULLOT et VENKATASAMI, 1986)

de forts courants. En effet la force de frottement de l'eau sur la corde à l'origine de l'immersion est proportionnelle au diamètre.

1.3. Réalisation des "DCP légers"

1.3.1. La bouée

Il ne paraît pas nécessaire que la flottabilité dépasse 200 à 300 litres pour une bonne visibilité des bouées.

Sur cette base nous avons fait réaliser par un chantier nautique locale une bouée sphérique de 90 cm de diamètre en résine polyester armée et remplie de mousse polyuréthane. Cette sphère est équipée d'une perche de 3 mètres, elle aussi en résine polyester armée (voir figures 7 et 9), munie d'un réflecteur radar et comprenant un logement pour un éclairage. Cette bouée d'un volume de 380 litres est lestée avec une chaîne et l'ensemble a une flottabilité de 280 litres. Elle est surmontée d'une perche pouvant porter un éclairage.

D'une conception robuste, cette bouée n'est cependant pas prévue pour être immergée à une profondeur importante. Son coût (5 500 F) bien qu'inférieur à celui de la filière de bouées utilisées précédemment (environ 7 000 F) reste cependant relativement élevé.

Il paraissait pour cela aussi intéressant de tester des flotteurs réalisés avec des fûts en polypropylène de 280 litres, remplis de mousse polyuréthane, et sanglés pour permettre une liaison avec la ligne de mouillage. S'agissant de matériel de récupération, ces flotteurs sont d'un coût limité (1 800 F). Par contre aucun système satisfaisant et simple n'a pu être trouvé pour fixer la perche de signalisation directement sur ces bouées. La solution d'une perche de signalisation séparée a donc été gardée dans ce cas.

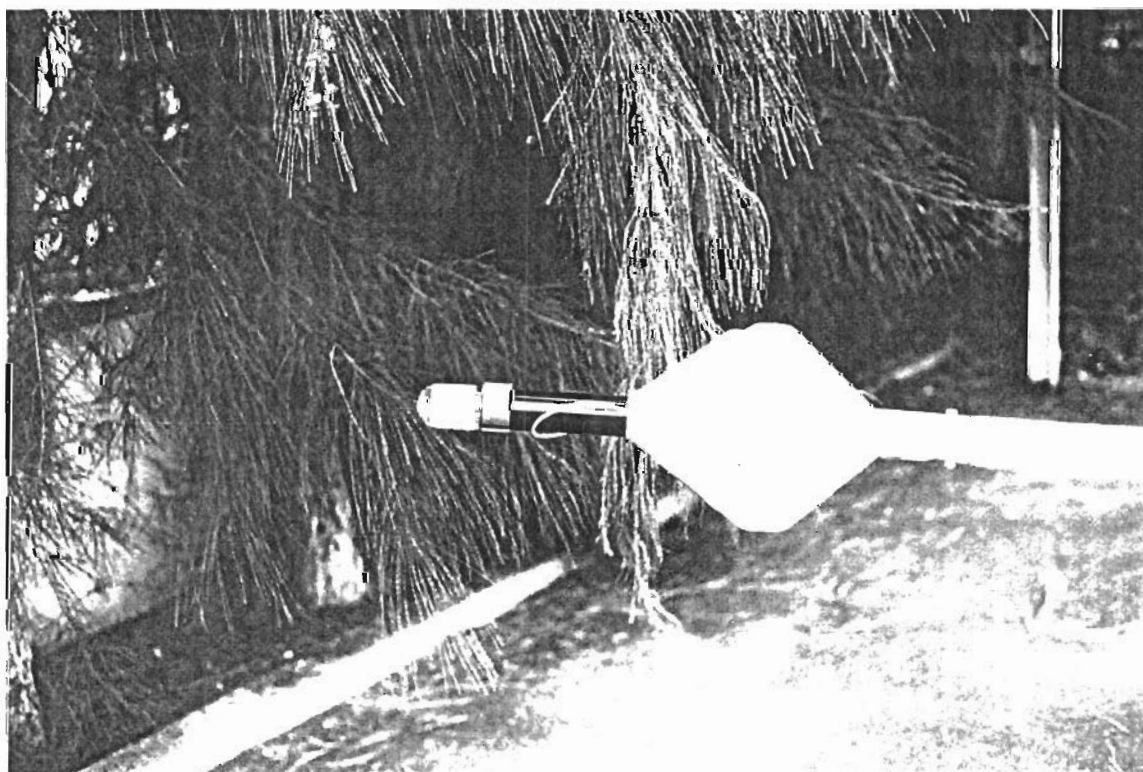
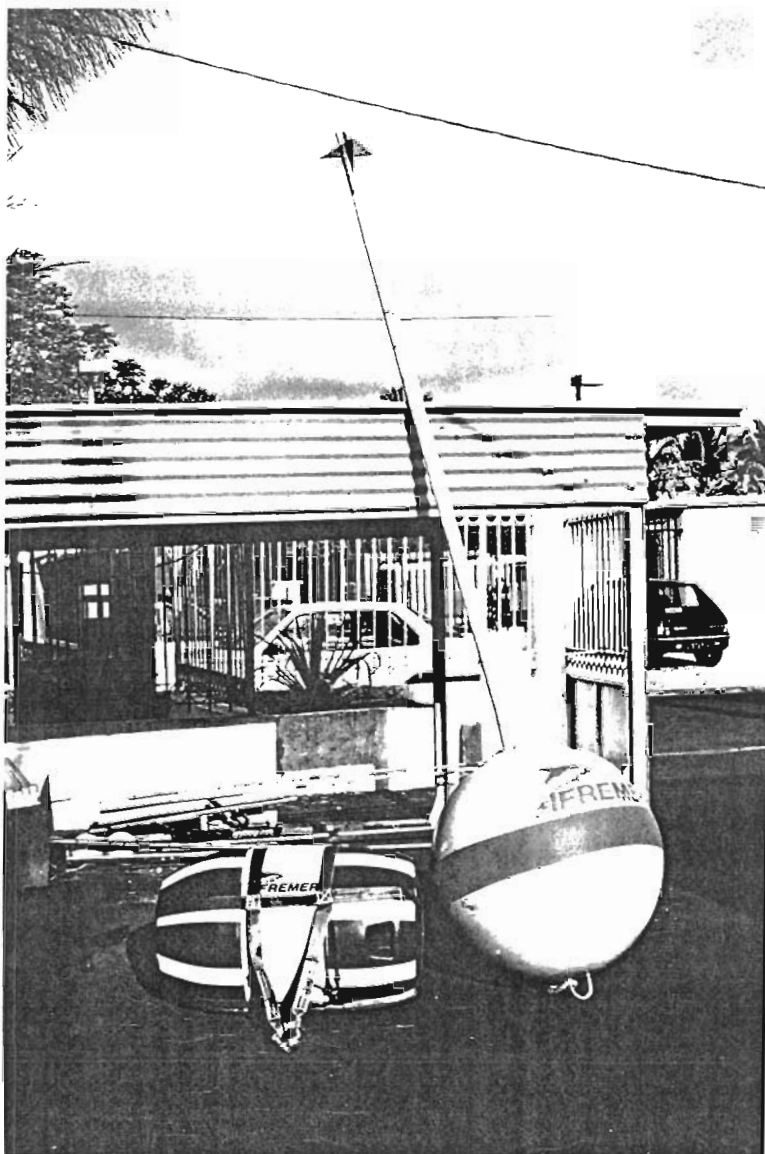
1.3.2. Le matériel attractif

Au début de l'implantation des DCP à La Réunion, ils comportaient comme à Maurice une nappe de filet sous la perche de signalisation en plus de morceaux de feuillards plastiques fixés sur une vingtaine de mètres en début de ligne de mouillage. Après quelques mois d'essais le filet a été supprimé pour une meilleure stabilité de la perche, sans modification notable de l'efficacité des DCP. Il ne nous a pas paru utile de procéder à l'essai d'autres matériaux attractifs puisque le rideau de feuillards plastiques paraît non seulement suffisant, mais est aussi peu onéreux et de plus offre peu de prise aux courants.

1.3.3. La ligne de mouillage

Plus grande sera la longueur de mouillage, plus sera importante la vitesse du courant au dessus de laquelle la bouée coule. Considérant cependant qu'une longueur de mouillage égale à 1,2 fois la profondeur permet un rayon d'évitage de l'ordre

Figure 7 : Flotteurs utilisés pour les DCP "légers" expérimentaux.
La perche du flotteur sphérique est prévue pour recevoir un éclairage (1 éclat/15 s visible à 2 milles)



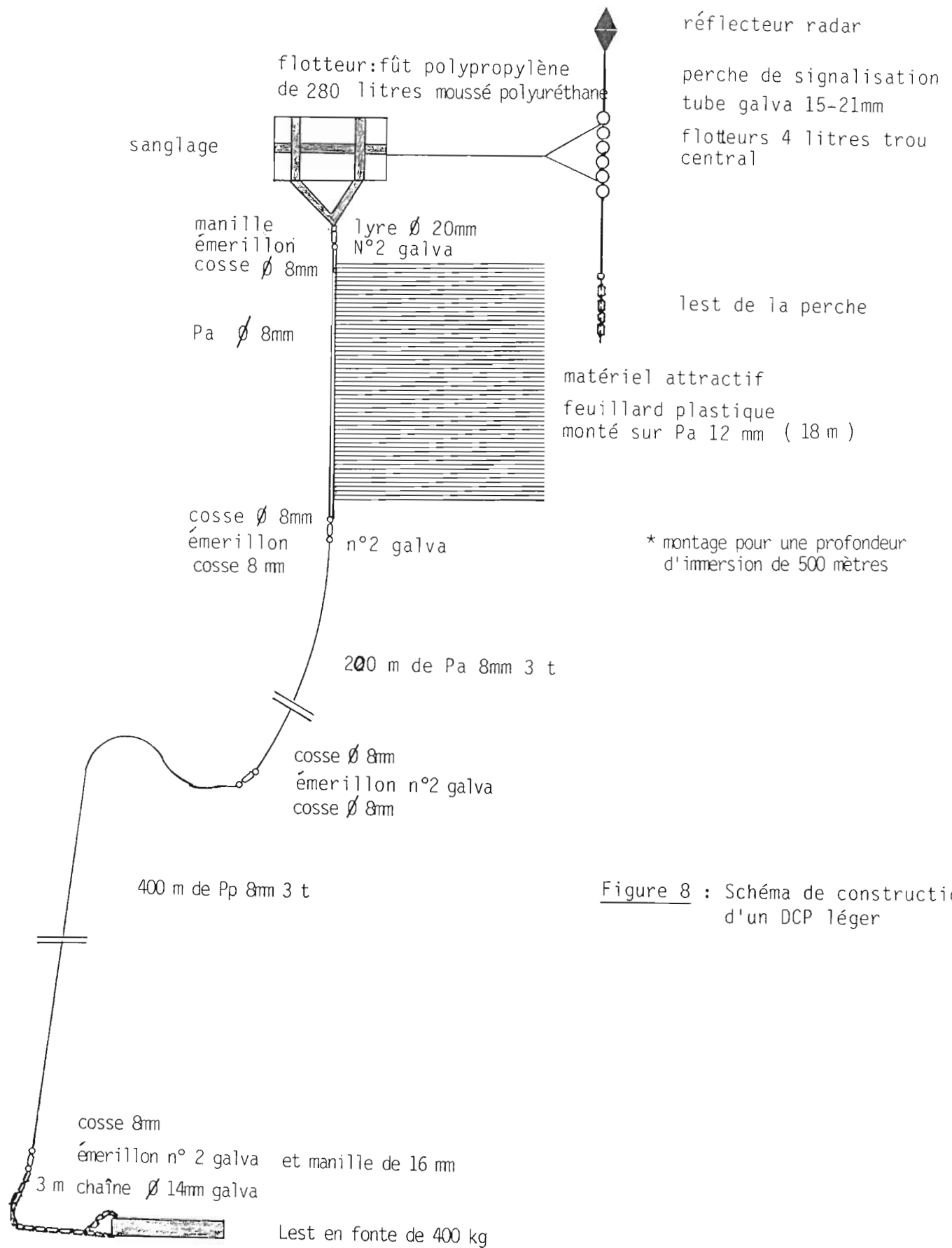
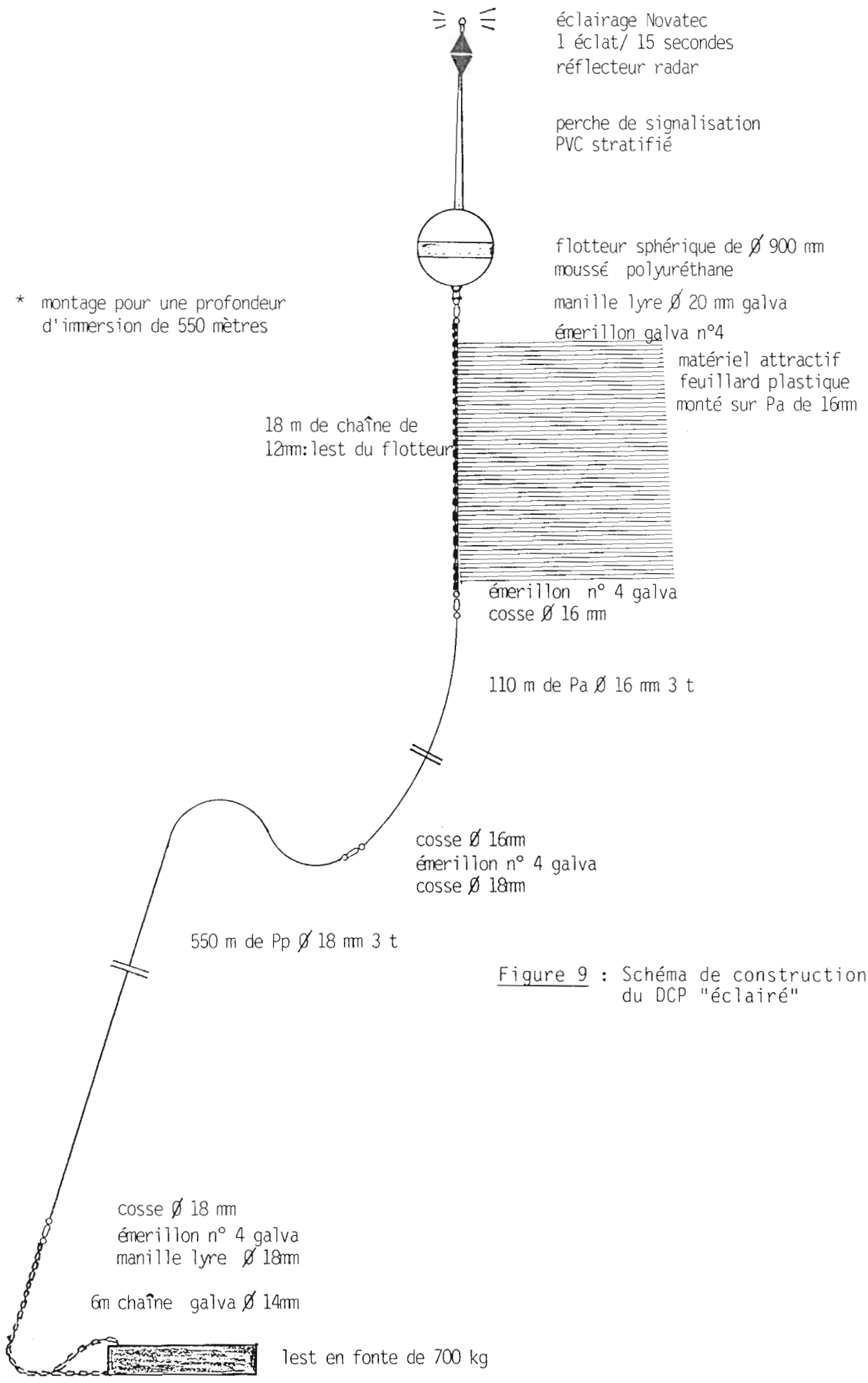


Figure 8 : Schéma de construction d'un DCP léger



* montage pour une profondeur d'immersion de 550 mètres

Figure 9 : Schéma de construction du DCP "éclairé"

de la moitié de la profondeur, il paraît difficile d'augmenter ce rapport.

La charge de rupture d'un cordage de 8 mm en polypropylène est de 960 kg. Pour un DCP constitué en surface d'une bouée d'une flottabilité de 280 l et pour une profondeur variant de 300 à 1 500 m, la tension théorique d'une ligne de mouillage de 8 mm est comprise entre 308 et 317 kgf (voir annexe 2). Le coefficient de sécurité est donc de l'ordre de 3 avec les flotteurs adoptés. La trainée théorique s'exerçant sur un tel DCP fera couler la bouée pour des courants d'une vitesse maximale variant de 2.0 nd à 1.5 nd pour des profondeurs de 500 à 1 000 m. Cette valeur est supérieure à la vitesse maximale des courants mesurés dans des zones proches (BIAIS, 1981 ; BOSCH, 1987). Un cordage de 8 mm paraissait donc pouvoir être utilisé entre 500 m et 1 000 m.

Les bandes de feillard plastique constituant le matériel attractif ont été fixées sur un cordage en polypropylène mis en double de la ligne de mouillage, afin de ne pas affaiblir cette dernière.

1.3.4. Le lest

Pour un DCP de 280 l de flottabilité et mouillé sur une corde de 8 mm, les composantes verticales et horizontales de la tension de la corde de mouillage au point d'accrochage sur le lest ont des valeurs maximales comprises entre 200 et 250 kgf pour une profondeur variant de 300 à 1 500 m.

La résistance qui s'oppose par frottement au déplacement d'un lest en fonte étant supérieure à la moitié de la valeur de son poids sur une surface plane et régulière, elle est probablement nettement supérieure sur un fond irrégulier ou meuble. Il nous a donc paru qu'un lest d'un poids de 400 kg ou plus devrait permettre un coefficient de sécurité suffisant. En effet si le lest est un élément marginal du coût d'un DCP, il est cependant intéressant d'en limiter le poids, ce qui permet d'utiliser un bateau de taille modeste et donc de limiter les coûts de pose.

1.4. Essais en mer

1.4.1. Positions

Trois positions ont été retenues et acceptées par Commission Nautique pour les essais (voir figure 10) :

- en baie de Saint Paul pour un DCP éclairé
- en face du cap La Houssaye à 6 milles au large
- en face de Pierrefonds à 2,5 milles au large

Notre objectif était d'avoir deux positions, l'une

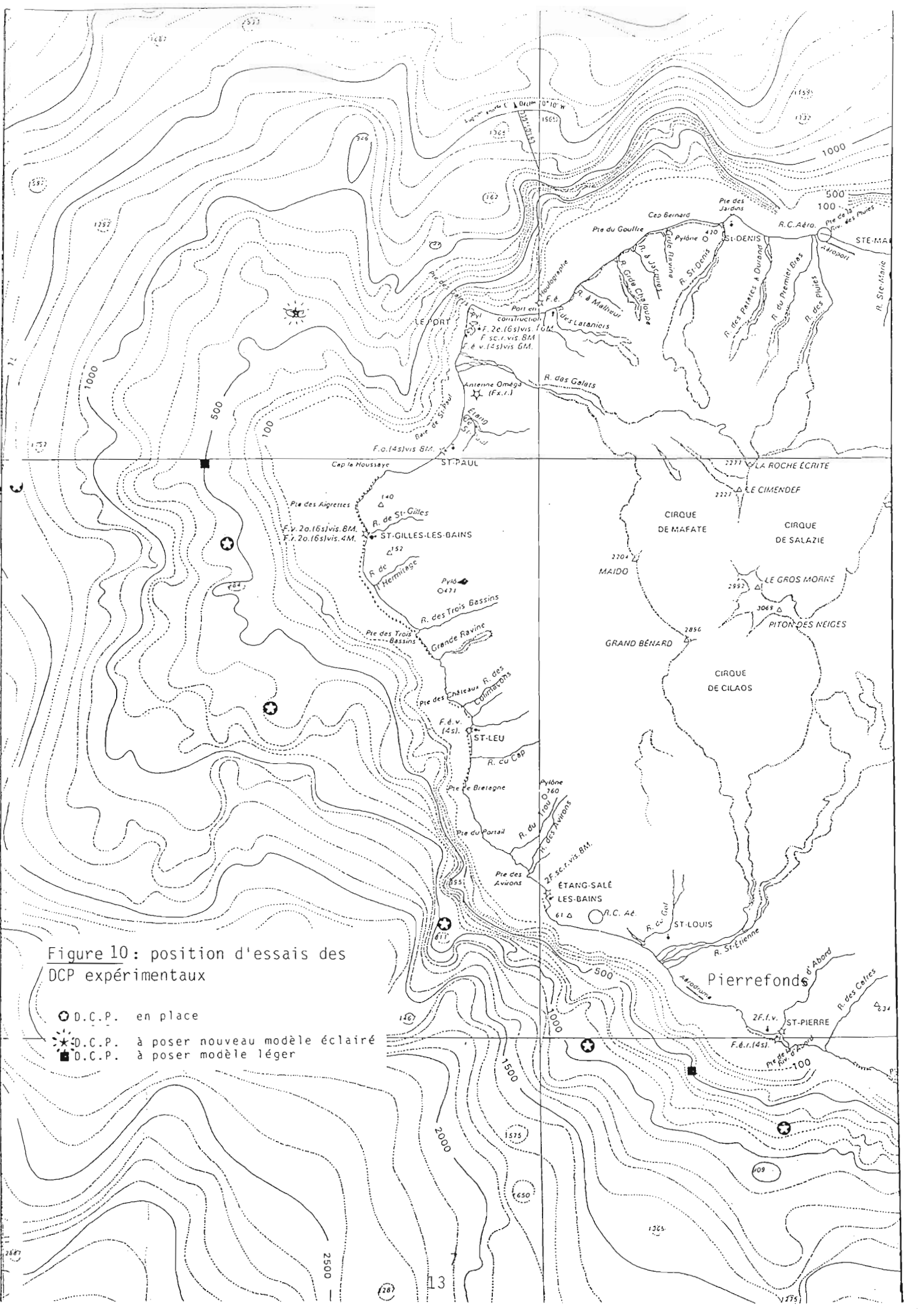


Figure 10: position d'essais des DCP expérimentaux

- ⊙ D.C.P. en place
- ★ D.C.P. à poser nouveau modèle éclairé
- D.C.P. à poser modèle léger

abritée (Cap La Houssaye), l'autre exposée (Pierrefonds) pour tester les DCP "légers". Pour des premiers essais la profondeur a été limitée à 500 m, ce qui permettait néanmoins en cas de succès l'équipement de nombreux sites favorables.

La position en baie de St. Paul devait permettre de conclure les essais par l'installation d'un DCP éclairé dans une zone d'approche portuaire où l'éclairage des DCP est demandé pour des raisons de sécurité.

1.4.2. La pose

Afin de pouvoir réaliser la pose avec un bateau de faible tonnage, nous avons construit une petite rampe de mise à l'eau (figure 11) en bois.

Elle nous a permis de faire la démonstration de la possibilité d'utilisation d'un bateau armé à la petite pêche pour la pose d'un DCP, sans dommage pour sa coque.

Rappelons que précédemment les DCP avaient été posés avec des bateaux d'une taille beaucoup plus conséquente (patrouilleur de la Marine Nationale ou thonier hauturier).

1.4.3. Résultats

Sur la position la plus exposée, en face de Pierrefonds, un DCP "léger" est toujours en place après plus de 6 mois. Il a résisté à de nombreux coups de vent et de houle importants.

Sa perche de signalisation a cependant disparu quelques jours après sa pose, la raison la plus probable paraissant être sa suppression volontaire par un pêcheur ne souhaitant pas que ce DCP soit trop fréquenté.

Par contre et curieusement sur l'autre position choisie, en face du Cap la Houssaye, trois DCP "légers" ont successivement rompu leur mouillage. Leur durée de vie moyenne a été de 22 jours, sans qu'il ait été possible d'identifier de façon certaine la cause des pertes. Trois hypothèses paraissent possibles :

- accrochage d'un bateau sur le DCP,
- sous-estimation des efforts dynamiques (chocs, secousses),
- sous-estimation du courant sur le site

A l'issue de ces essais il semble cependant qu'un DCP léger d'un coût de 4 400 F puisse tenir au moins 6 mois sans entretien comme c'est le cas en face de Pierrefonds. Il est possible que certains sites soient à déconseiller pour ce type de DCP, parce que le courant y est trop violent, ou parce qu'à proximité d'un port important ils sont très fréquentés, ce qui multiplie les risques de perte par intervention humaine sur ces DCP "légers" plus fragiles que les DCP "semi-lourds".

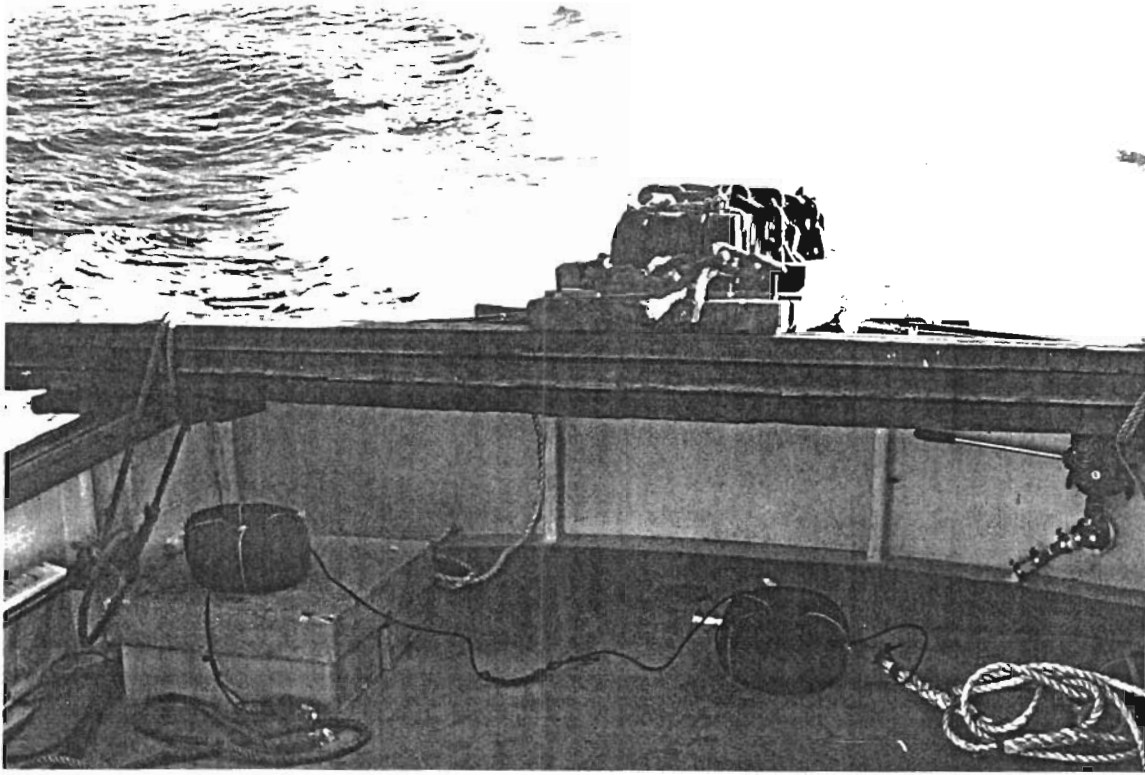
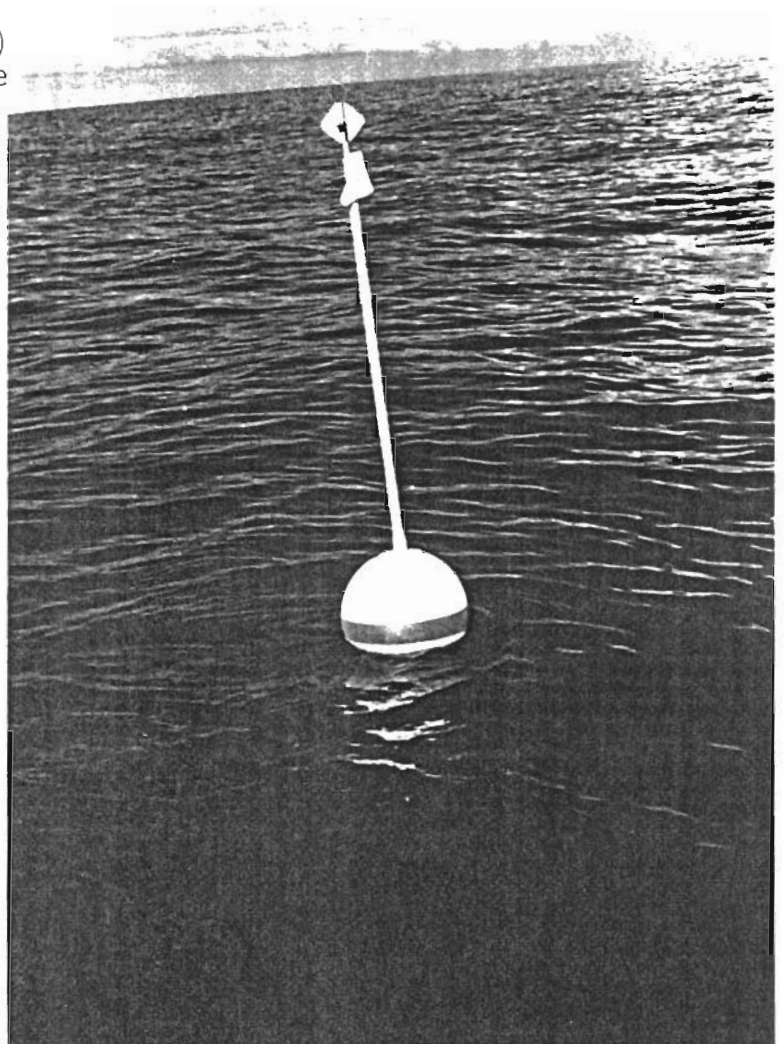


Figure 11 : rampe de mise à l'eau (ci-dessus)
d'un DCP léger sur un bateau de petite pêche
(Géranium) et ligne de mouillage utilisée
pour le DCP de type sphère (ci-contre) le
19.01.90



Etant donné la courte durée de vie des DCP "légers" sur la position du Cap la Houssaye, il semblait cependant trop risqué d'utiliser un mouillage léger pour un DCP éclairé dans la Baie de Saint Paul vu le coût du système d'éclairage (6 900 F). Il a donc été choisi d'implanter un flotteur sphérique sur un mouillage de 16 mm identique à celui des DCP semi-lourds (figure 9).

D'après les calculs (annexe 2), il était en effet peu probable qu'un tel DCP s'immerge s'il était implanté sur 500 m, ce que 4 mois d'essai ont confirmé.

Globalement le flotteur sphérique utilisé pour ce DCP éclairé a donné satisfaction. Il est visible d'assez loin, bien que la perche soit animée de mouvements de rappel assez violent si la mer est agitée.

II LES TECHNIQUES DE PECHE

La ligne, armée d'un seul hameçon, est le seul engin employé traditionnellement pour la pêche des gros pélagiques à La Réunion. Elle est utilisée en traine ou en dérive.

L'implantation des DCP a déjà été à l'origine de modifications notables dans la pratique de la pêche. Les horaires de sortie en mer ont été modifiés, les départs se faisant plus tôt pour être sur les DCP au lever du jour. L'utilisation de l'appât vivant est devenue courante en dérive. Cette technique nouvelle s'est répandue suite au passage à La Réunion fin 1988 du MASCAROI, thonier canneur qui avait fait des essais de pêche à l'appât vivant autour des DCP.

Il a fait une démonstration spectaculaire puisqu'une centaine de poissons ont pu être pêché en une demi-heure, ce qui est un rendement exceptionnel à La Réunion et jamais atteint jusqu'alors. Malheureusement la pêche à la canne demande de disposer de beaucoup d'appât pour provoquer chez les thons une fringale frénétique les amenant à mordre sur les hameçons des cannes. Or il est difficile de se procurer régulièrement de l'appât vivant en grande quantité à La Réunion. Si ce problème pouvait être réglé, la pêche à la canne peut parfaitement être pratiquée à partir de bateaux de pêche artisanale, c'est le cas aux Maldives (BEN YAMI, 1982), à Hawaï (MATSUMOTO et al., 1981) ou aux Samoa (DE SAN, 1982). Deux autres techniques, la palangre et le filet maillant, paraissent cependant aussi devoir être essayées, vu leur succès ailleurs.

Ces essais nécessitant une bonne connaissance de la répartition du poisson, un programme de prospection a été conduit en parallèle.

2.1. Prospection

2.1.1. Matériel

Deux moyens d'investigation ont été essayés pour localiser et identifier le poisson à proximité des DCP :

- un sondeur FURUNO FE 6300 à enregistrement sur papier, de fréquence 50 KHz. Sa base est montée sur une perche mobile fixée sur le côté du bateau utilisé. Elle permet de changer de bateau mais limite la vitesse de prospection à 4 noeuds (figure 12)

- une caméra télécommandée IRIS 100 permettant de prospecter jusqu'à une profondeur de 100 mètres (figure 13)

2.1.2. Méthode

Le zone étudiée a été limitée au disque d'un mille marin de rayon centré sur le DCP.

Avec le sondeur nous avons choisi de prospecter sur deux axes par un trajet en croix centré sur le DCP. La direction du courant détermine une direction, l'autre lui est perpendiculaire. Les moyens de navigation des bateaux utilisés (loch, compas et radar dans le meilleur des cas) et l'impossibilité de bien se positionner loin du DCP nous oblige à revenir sur le DCP à la fin de chaque radiale avant d'en commencer une nouvelle. C'est donc 8 milles marins qu'il faut parcourir pour chaque trajet qui a une durée d'environ 3 heures. Les prospections sont effectuées alternativement le matin et l'après-midi, deux trajets doivent être réalisés par demi-journée dont un au lever ou au coucher du soleil, périodes connues comme particulièrement favorables à la pêche.

Avec la caméra, trois techniques ont été essayées :

- bateau amarré au DCP, la caméra est pilotée librement à proximité du matériel attractif

- bateau en dérive, la caméra est lestée, sa profondeur est fixée par la longueur du câble filé, elle reste manoeuvrante latéralement, de l'appât est utilisé pour attirer le poisson

- bateau en route lente, la profondeur de la caméra est fixée par la longueur du câble filé et peut être modifiée par intervention sur le propulseur vertical. Le bateau se dirige vers les bancs de poissons visibles en surface de l'eau ou repérés par prospection préalable au sondeur.

2.1.3. Résultats

De novembre 1989 à mai 1990, 14 prospections au sondeur ont été réalisées et 7 avec la caméra.

Les résultats ont été relativement décevants. En effet

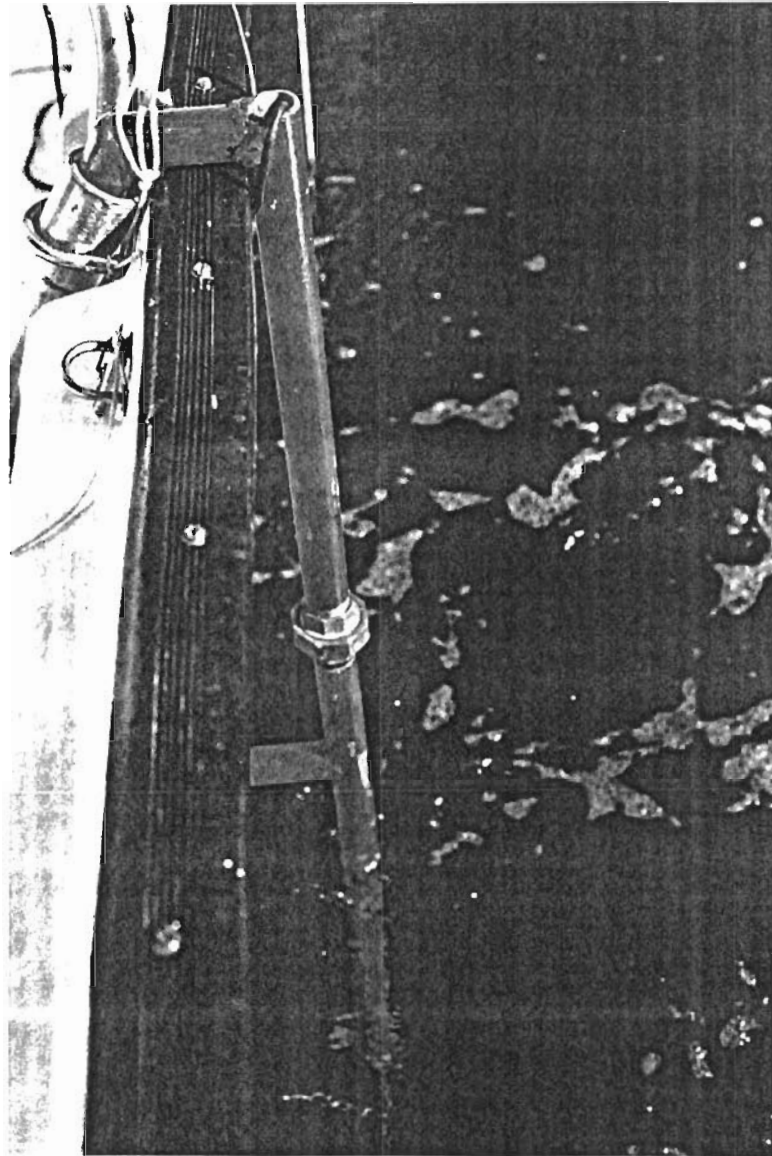
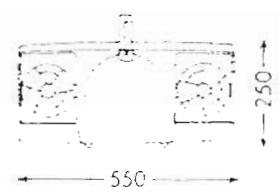
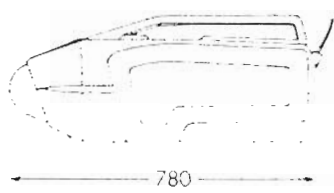
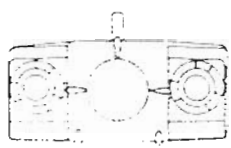
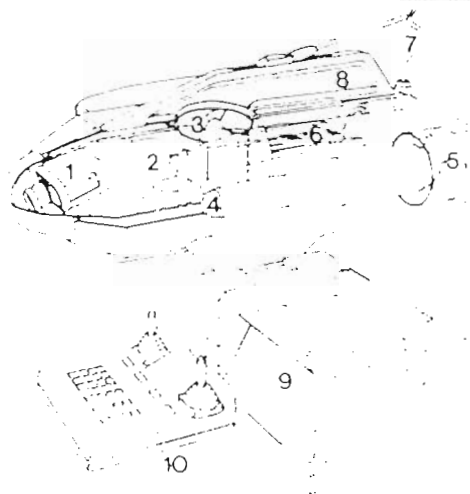
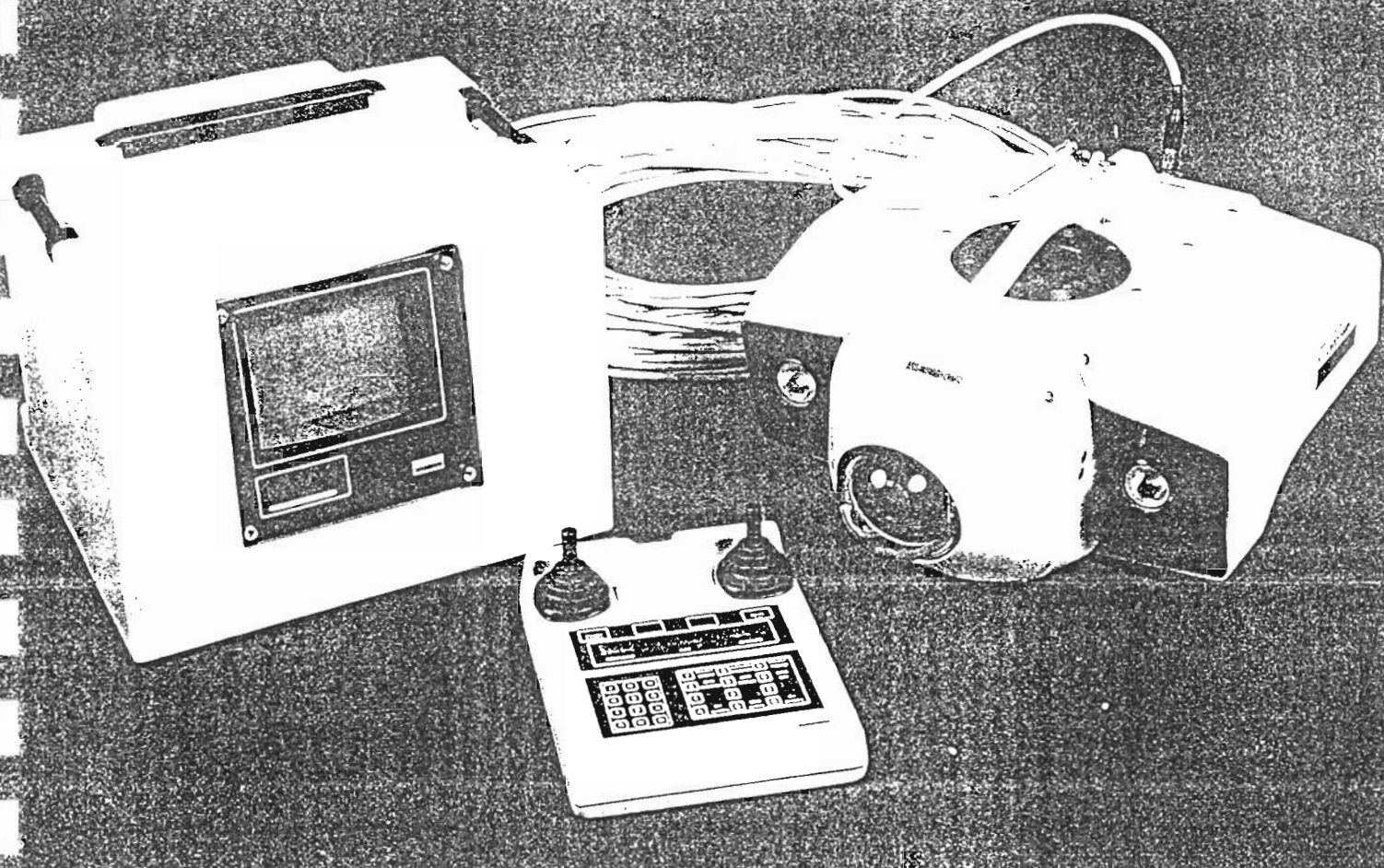


Figure 12 : Sonde acoustique montée sur une perche mobile

Figure 13

IRIS

INSPECTION RECHERCHE et INTERVENTION SOUS-MARINES



- 1 - Caméra
- 2 - Transformateur
- 3 - Propulseur vertical
- 4 - Projecteurs
- 5 - Propulseurs longitudinaux
- 6 - Electronique embarquée
- 7 - Ombilical
- 8 - Carénage
- 9 - Moniteur couleur et bloc alimentation
- 10 - Boitier de commande

CARACTERISTIQUES PRELIMINAIRES

Immersion maximale : 100-200 m
 Dimensions : 1 x 1 x h. 0,78 x 0,55 x 0,25
 Masse : 30 kg
 Vitesse maximale : 2 nœuds (1 m/s)
 Ombilical standard : longueur : 100 m
 Alimentation : 220-110 V - 50/60 Hz
 Charge utile : 1 kg

Equipements standards :
 - Caméra CCD couleur sensible
 - Compas
 - Bathymètre

Capteurs optionnels :
 - Compas statique
 - Echo-sondeur

Auto pilots :
 - Immersion standard
 - Cap en option
 - Altitude en option



la très faible abondance des poissons, même à proximité des DCP, n'a permis de n'avoir qu'un nombre réduit (22) de détections au sondeur (figure 14).

Aucune observation n'ayant pu être faite avec la caméra au cours de 7 sorties, ce mode de prospection a été abandonné début février 1990.

De novembre à mars des détections ont été vues au sondeur uniquement avant 7 h et après 17 h. Ensuite d'avril à mai ce fut seulement entre 7 h et 10 h 30. Le regroupement du poisson autour des DCP ne se fait donc pas uniquement au lever du jour et à la tombée de la nuit pendant la saison de pêche.

Le poisson a toujours été observé à moins de 40 m de profondeur (figure 15 à 17), surtout à proximité du DCP et quasi exclusivement dans un rayon d'un demi-mille autour du DCP (figure 14).

2.2. Essais de palangres dérivantes

La palangre dérivante est un engin largement utilisé de par le monde pour la capture des gros pélagiques et plus particulièrement des thons. En pêche industrielle les nations asiatiques arment une flottille importante de palangriers connus à La Réunion pour y faire escale et y décharger leur pêche.

Ces bateaux posent des palangres d'une centaine de kilomètres. L'outil est cependant utilisé aussi par des bateaux de pêche artisanale qui utilisent des palangres d'une longueur bien inférieure, de l'ordre de quelques milliers de mètres (Méditerranée et Antilles).

A titre expérimental, il nous a paru intéressant de tester cet engin dans la zone proche des DCP.

2.2.1. Matériel et méthode

Outre une palangre horizontale de 1 100 mètres pour 50 hameçons (figure 18), nous avons réalisé plusieurs palangres verticales de 200 mètres et 19 hameçons (figure 19).

Elles sont posées en amont du DCP par rapport au courant pour qu'elles passent à proximité du DCP.

La palangre horizontale est généralement laissée de 2 à 4 heures en dérive en fonction de la vitesse du courant. Les palangres verticales peuvent être relevées beaucoup plus rapidement, une demi heure à une heure après la pose, si le courant le justifie, de manière à les avoir toujours assez proches du DCP.

Les palangres verticales sont d'un maniement assez facile, très possible à partir d'une barque locale de 5,5 mètres. Par contre la palangre horizontale demande un bateau plus important et d'être au moins trois personnes ou deux si le

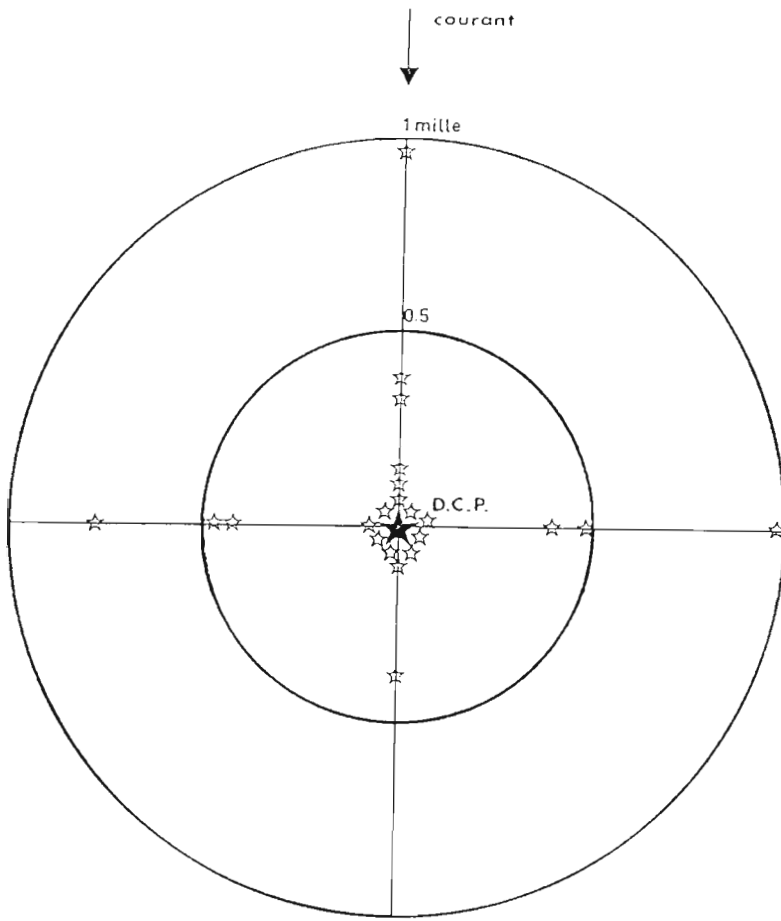


Figure 14 : répartition spatiale des détections vues au sondeur

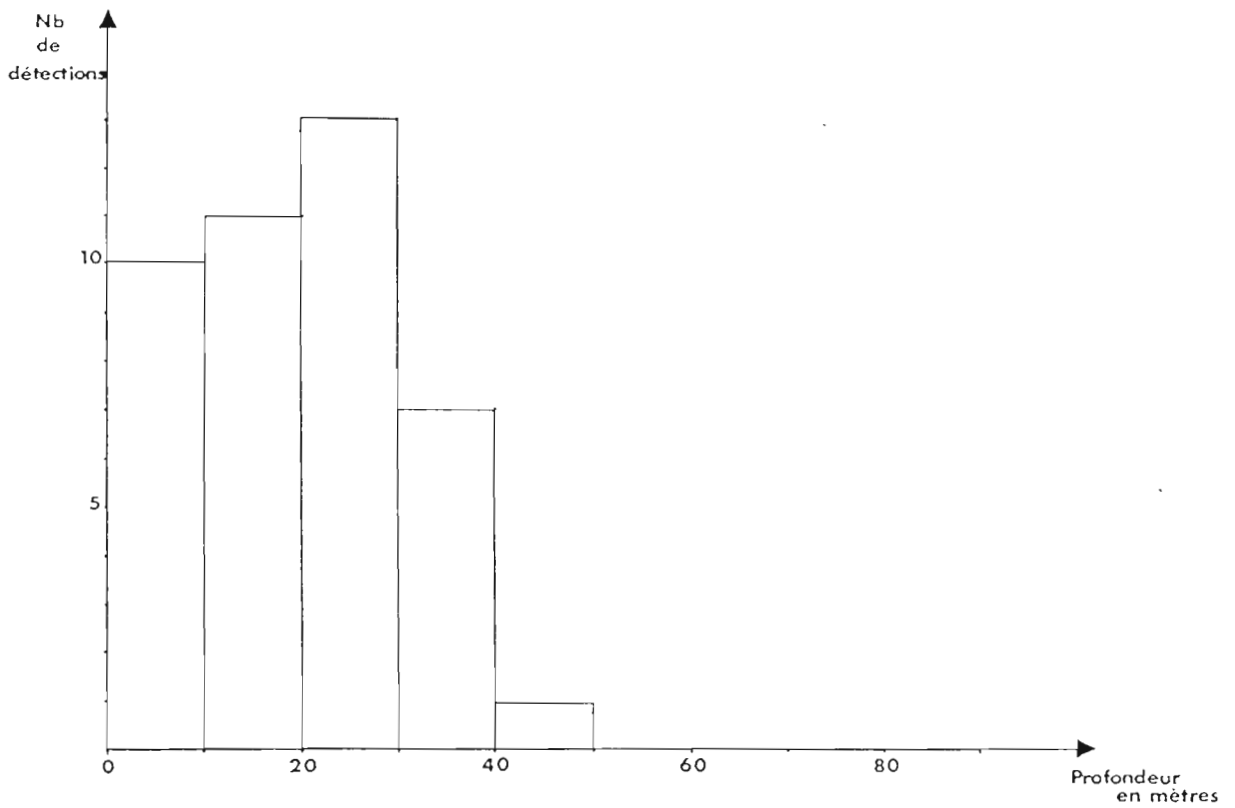
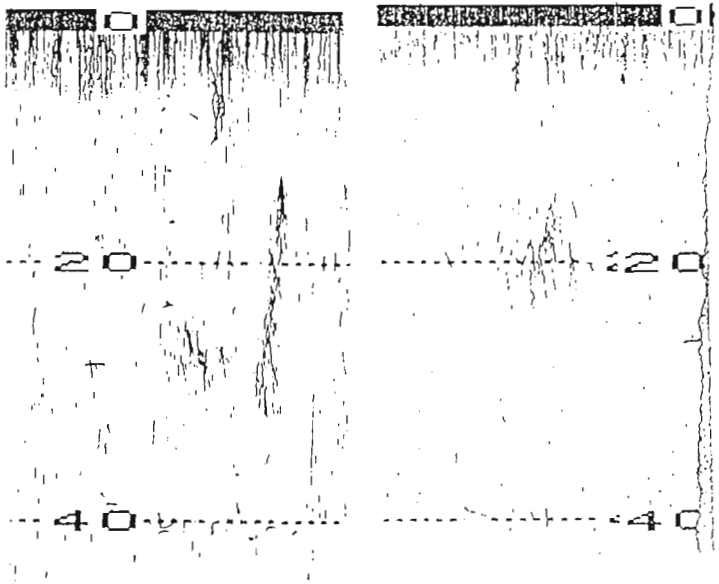
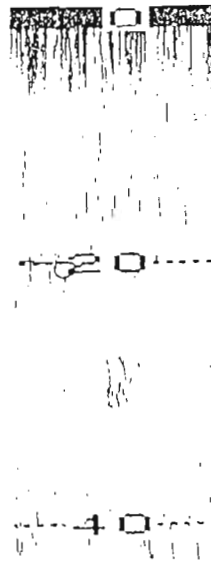


Figure 15 : profondeur des détections vues au sondeur

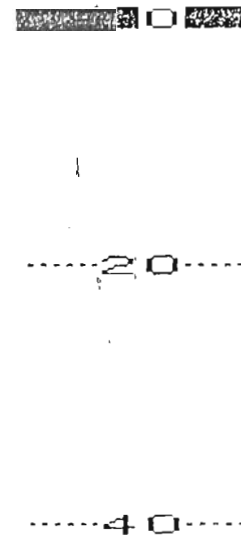


22/11/89 à 18H47
d ≤ 0.1

22/11/89 à 17H25
d ≤ 0.1



6/12/89 à 5H11
d = 0.1

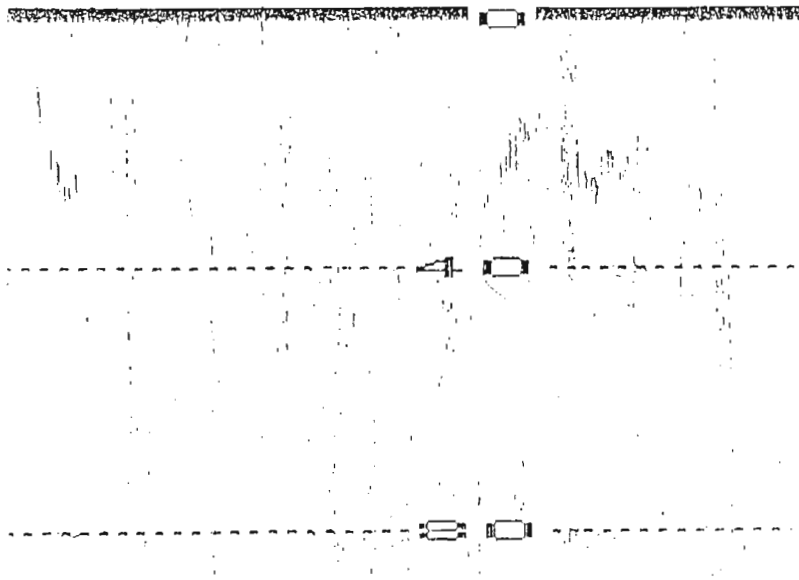


3/1/90 à 5H58
d = 0.3 (Bonites et petits thons) d ≤ 0.1

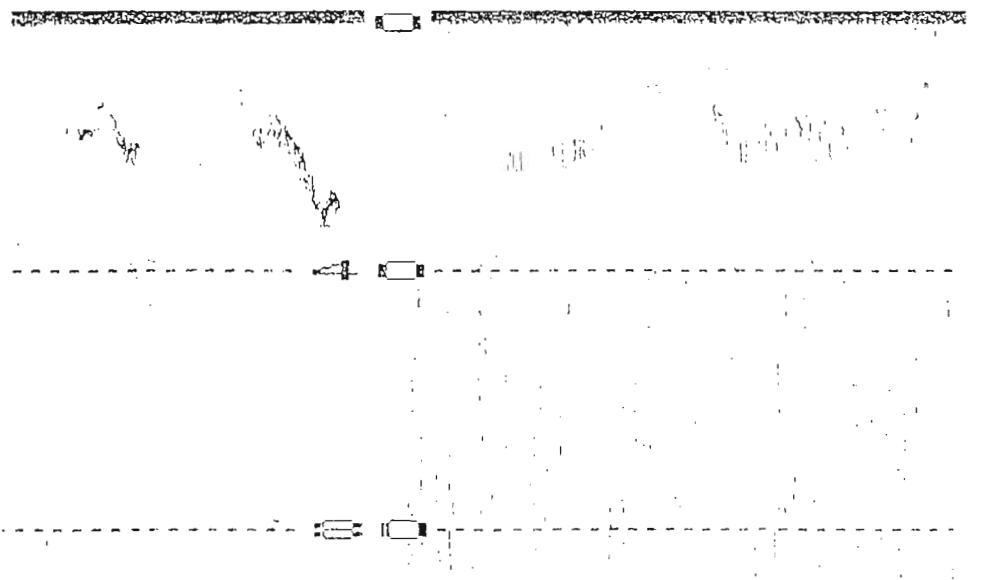


3/1/90 à 6H51
d ≤ 0.1

22

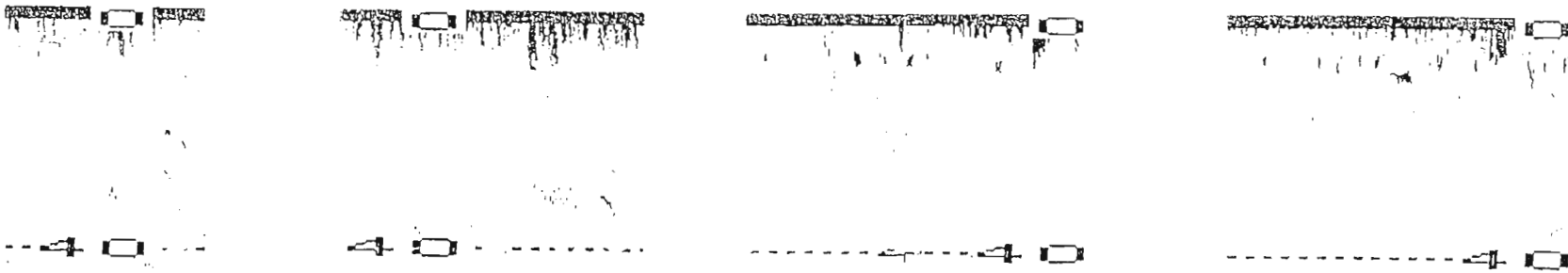


12/3/90 à 17H50 (thons jaunes)
d = 0.2



12/3/90 à 18H35 (thons jaunes)
d = 1

Figure 16 : Détections au sondeur à proximité des DCP
d = distance au DCP en milles marin



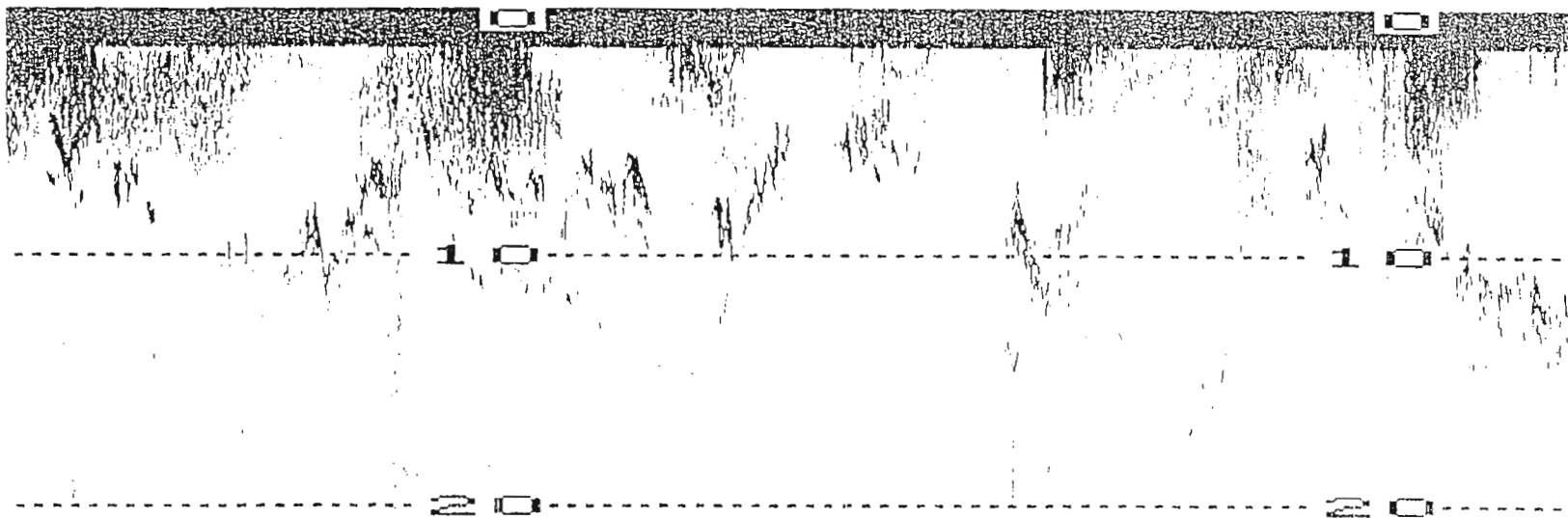
6/04/90 à 8H41
 $d \leq 0.1$
 (thons jaunes)

2/05/90 à 8H55
 $d = 1$

2/05/90 à 10H00
 $d = 1$



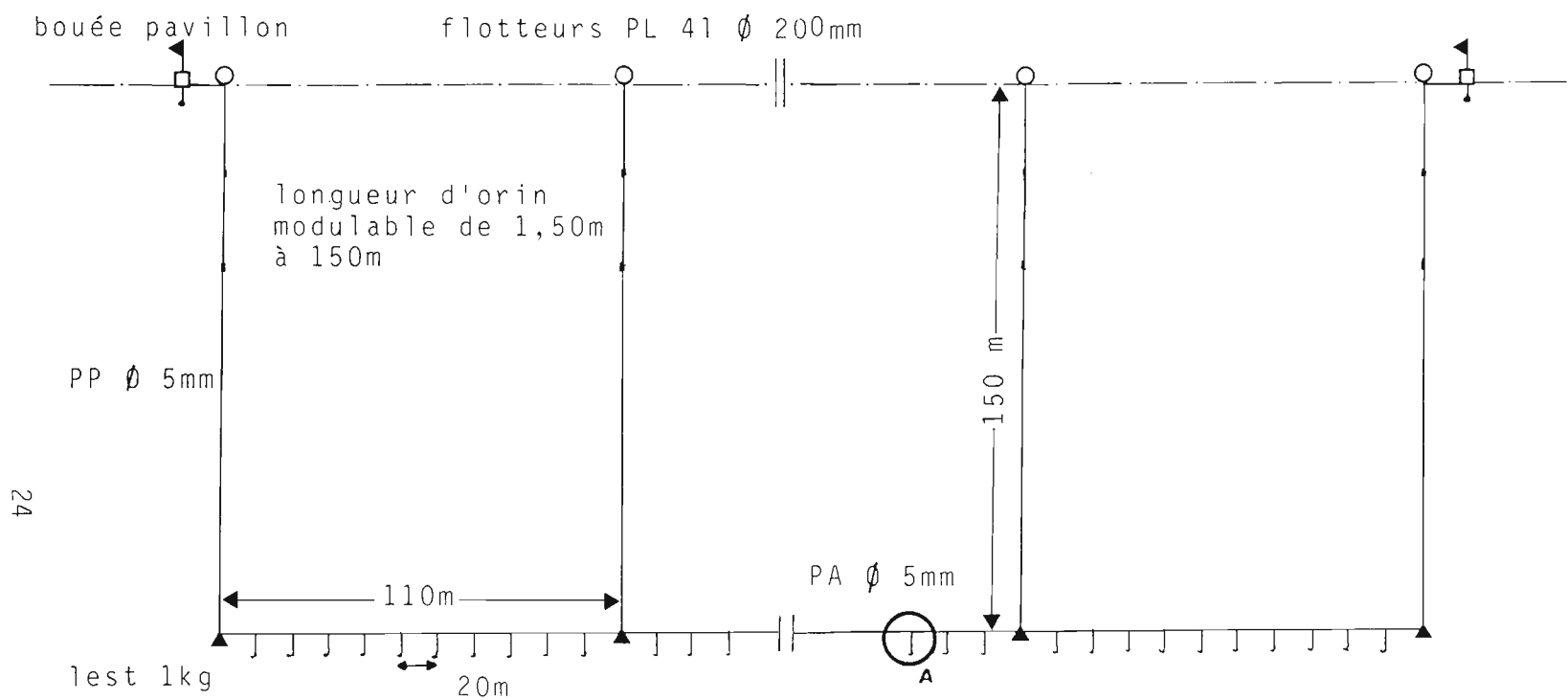
28/03/90 à 8H07
 $d \leq 0.1$



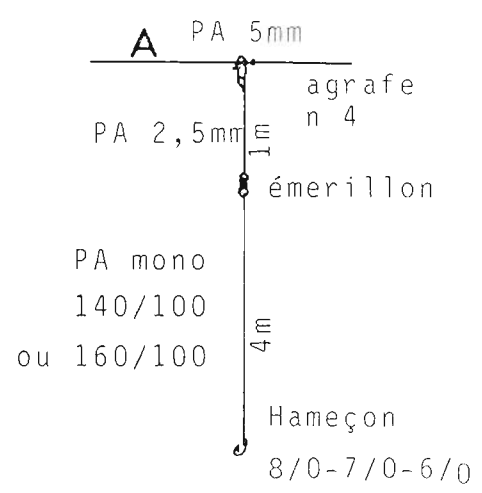
17/05/90 entre 7H00 et 7H20 (bonites)

$d \leq 0.1$

Figure 17 : Détections au sondeur à proximité des DCP
 d = distance en milles marin au DCP



echelle: 1/2000



echelle: 1/100

Figure 18 : Palangre horizontale dérivante à thons constituée de 5 portées de 10 hameçons, longueur totale 1100m.

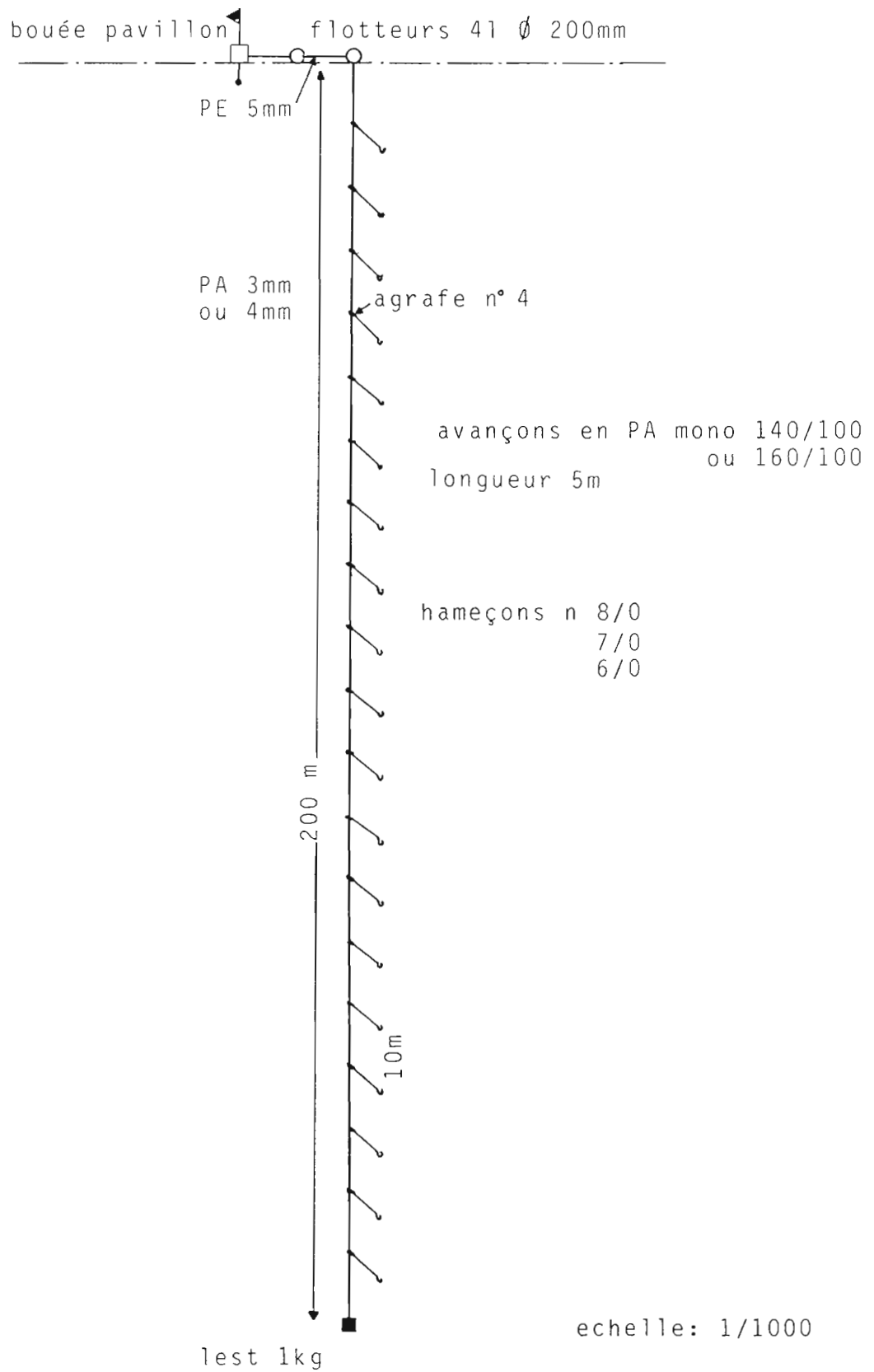


Figure 19 : Palangre verticale dérivante à thons

bateau est stable sous pilote automatique. Un vire-ligne paraît hautement souhaitable, surtout pour des essais en profondeur.

2.2.2. Résultats

De décembre 1989 à mai 1990, 30 sorties d'essais de palangre ont pu être réalisées.

La palangre horizontale s'est révélée très peu efficace, en effet seulement une bonite et 3 requins ont pu être capturés sur 69 heures de pêche de l'engin en 20 poses (tableau 1). Elle a été posée en surface, à 25 m et à 150 m en fonction des indications données par les prospections et les prises faites sur la palangre verticale ou en dérive.

Devant l'absence de succès de cette technique, il a été supposé un éventuel effet répulsif de la ligne mère en nylon tressé goudronné, qui a été remplacé fin mars par du nylon torroné identique à celui utilisé par les palangriers formosans. Le résultat n'a pas été meilleur.

Les palangres verticales ont été posées 127 fois. La durée moyenne des poses a été de 1 heure 45 minutes. Le rendement moyen est de 5,5 kg par pose et donc de 3,1 kg par heure et par palangre (tableau 2). Les captures ont été principalement composées de thons jaunes (Thunnus albacares), (26 %) et de requins (Carcharhinus longimanus et Isurus oxyrinchus) (57 %). Les thons jaunes ont surtout été pêchés à une profondeur de 100 mètres à 150 mètres.

Au mois de février il y a aussi eu quelques captures de germon (Thunnus alalunga) entre 120 et 180 m de profondeur. Il ne semble pas y avoir d'heure préférentielle pour les captures de thons jaunes.

Sur les deux types de palangre des boites diffusant de l'appât broyé ont été montées à partir de la mi-mars, il n'a pas été constaté d'augmentation des prises.

La capture totale par sortie en mer d'une durée moyenne d'environ 8 heures (dont 2 heures de trajet) a été de 52 kg dont 17 kg à la dérive pendant le travail des palangres et 9 kg en traine sur le trajet vers le DCP.

2.3. Le filet maillant

Contrairement à la palangre et à la ligne, le filet maillant est un engin passif dont l'efficacité n'est pas liée à l'attraction d'un appât, à laquelle les concentrations de thons présentes autour de La Réunion ne paraissent toujours très sensibles.

Le filet maillant est employé par des flottilles de nombreux pays pour la capture des thons. Les filets peuvent atteindre des longueurs considérables, de l'ordre de la centaine de kilomètres, c'est le cas des filets utilisés dans

mois	decembre	janvier	fevrier	mars	avril	mai	total
nombre de poses	1	6	4	5	1	3	20
durée totale	3h10mn	17h03mn	15h15mn	21h30mn	3h10mn	9h00mn	69h08mn
captures (kg)	-	4	-	80	-	50	134
rendement / heure (kg)	-	0.2	-	3.7	-	5.6	1.9
rendement / pose	-	0.7	-	16	-	16.7	6.7
% requin (<i>C. longimanus</i>)	-	-	-	100	-	100	97
% bonite (<i>K. pelamis</i>)	-	100	-	-	-	-	3

Tableau 1 : résultats des poses de la palangre horizontale

mois	decembre	janvier	fevrier	mars	avril	mai	total
nombre de poses	5	30	28	32	18	14	127
durée totale	1h40mn	24h23mn	41h18mn	79h50mn	44h00mn	32h30mn	223h40mn
captures (kg)	39	35	160	286	107	77	704
rendement / heure (kg)	23.4	1.4	3.9	3.6	2.4	2.4	3.1
rendement / pose	7.8	1.2	5.7	8.9	5.9	5.5	5.5
% requin (C. longimanus)	-	-	-	87.4	-	64.9	42.6
% thon jaune (T. albacares)	-	100	62.5	10.5	-	26	26.3
% requin (I. oxyrinchus)	-	-	-	-	93.5	-	14.2
% thon germon (T. alalunga)	-	-	37.5	-	-	-	8.5
% dorade (C. hippurus)	100	-	-	-	6.5	-	6.5
% rouvet (R. pretiosus)	-	-	-	2.1	-	-	0.9
% snock (Thyrsites sp.)	-	-	-	-	-	3.9	0.4
% prodigelson (E. bipinnulata)	-	-	-	-	-	2.6	0.3
% bonite (K. pelamis)	-	-	-	-	-	2.6	0.3

Tableau 2 : résultats des poses de palangres verticales

le Pacifique par le Japon ou la Corée. En France la pêche du Germon a pris un nouvel essor depuis quelques années grâce à cet engin mais les longueurs sont restées limitées à 5-6000 m.

Il n'est pas utilisé uniquement par des flottilles industrielles mais aussi à bord de bateaux de taille modeste (12 m) dans le sud de l'Inde, le sud de Java et dans de nombreuses régions des Philippines (MARCILLE et BOUR, 1983).

Le succès de cet engin un peu partout pour la pêche au thon incitait à faire un essai à La Réunion pouvant permettre une possibilité de diversification pour la pêche au large.

Cette perspective a intéressé la Société de Pêche Hauturière qui a accepté de financer des essais sur son bateau l'ALDEBARAN, avec une aide partielle de l'ANVAR et de la Région, l'encadrement étant assuré par un technologiste des pêches de l'IFREMER.

Cette opération a permis de former un équipage local à l'utilisation d'une technique inconnue jusqu'alors à La Réunion. Les résultats ont cependant été très limités du fait de l'absence de concentration importante pendant la campagne d'essai qui était pourtant programmée en mars, meilleure période de l'année en principe pour la pêche aux thons. Il doit être constaté que cette technique ne pourra certainement pas être utilisée très souvent dans l'année et qu'il faudra pour son utilisation être particulièrement attentif aux bonnes opportunités relativement rares. Il semblerait cependant regrettable de conclure sur l'absence d'intérêt de cette technique après un essai de très courte durée qui ne semble pas avoir bénéficié des meilleures conditions possibles.

CONCLUSION

Les premiers essais de DCP "légers" faits à La Réunion ont démontré l'intérêt de cette voie. Confirmant les calculs des valeurs des forces responsables de l'immersion, les essais ont permis de vérifier qu'un DCP léger peut tenir au moins 6 mois, ancré sur 500 m sur un site exposé à des conditions de mer relativement rudes. Compte tenu des coûts et des durées de vie respectifs des DCP légers et semi lourds, il peut donc désormais être affirmé que l'installation d'un DCP léger peut être économiquement au moins équivalente à celle d'un DCP semi-lourd et certainement supérieure si la durée de vie du DCP léger excède 6 mois, ce qui paraît possible.

Il conviendrait cependant de le confirmer sur plus d'un site, et donc d'équiper progressivement quelques positions, sachant que jusqu'à 1 000 m il semble théoriquement peu probable qu'un DCP léger s'immerge sous l'action du courant, ce qui n'est par contre pas forcément le cas sur des profondeurs plus importantes.

Compte tenu cependant des pertes de DCP légers ayant eu lieu sur un des deux sites d'essai, à l'origine desquelles des interventions humaines ne sont pas à exclure, il est cependant possible que le DCP léger, de conception plus fragile que le DCP lourd, ne soit pas adapté pour tous les sites, notamment pour les plus fréquentés.

Un nouveau type de flotteur pouvant être éclairé et demandant peu d'entretien a été testé. Il convient pour les DCP légers mais peut aussi être utilisé sur un mouillage de DCP semi-lourd. Il a été testé dans ce dernier cas sur 500 m et a donné satisfaction. Pour des profondeurs plus importantes il convient d'être prudent étant donné que les vitesses de courant théorique provoquant l'immersion ne paraissent pas improbables.

Les essais de palangre horizontale ont été très décevants, l'engin étant d'une efficacité quasi nulle. Par contre la palangre verticale semble pouvoir permettre d'assurer le rendement moyen (40 kg) des bateaux de type vedette si elle est utilisée intensivement. Il paraît cependant plus intéressant de l'employer systématiquement en complément des méthodes de pêche traditionnelles. Une ou deux palangres verticales sont un investissement minime et leur pose ne demande que peu de temps. L'utilisation plus exclusive peut être envisagée dès qu'elles paraissent plus efficaces que la dérive ou la traîne.

Il doit être souligné que la capture moyenne faite au cours des sorties expérimentales est très honorable (54 kg) surtout si on considère que leur durée a été de 8 heures dont 6 en action de pêche et qu'il a été perdu beaucoup de temps avec la palangre horizontale pour un résultat nul.

Le filet maillant n'a pas démontré son efficacité à La Réunion au cours des essais effectués. La condition de son emploi avec succès dans les eaux réunionnaises paraît devoir

être un comportement particulièrement opportuniste. Il faut être prêt à poser cet engin dès qu'une concentration de thon semble intéressante et pour cela l'avoir toujours à bord.

La leçon générale à tirer de nos essais est qu'il n'existe pas d'engin miracle permettant d'augmenter considérablement les rendements actuels de la pêche dans des eaux réunionnaises relativement pauvres. Par contre une plus grande polyvalence des pêcheurs et l'utilisation de plusieurs techniques doivent permettre un gain.

REMERCIEMENTS

Il nous faut chaleureusement remercier J.P. BREBANT d'avoir amicalement accepté de sacrifier quelques heures de ses loisirs pour nous aider dans le calcul des forces s'exerçant sur la corde de mouillage d'un DCP. Nous devons associer à ces remerciements M. LE BOULLUEC et G. MASSART pour leur relecture de l'annexe 2.

BIBLIOGRAPHIE

- BERGSTROM M., 1983. Review of experiences with and present knowledge about fish aggregating devices. Doc FAO. BOBP/WP/23
- BEN-YAMI M., 1982. La pêche du thon à la canne: une technique à développer dans les pays du tiers monde. La Pêche Maritime, janvier 1982, 30-34
- BERTEAUX H.O., 1976. Buoy engineering. In : Ocean engineering McCormick ed. , Wiley, New York, 97-133
- BIAIS G., 1981. Etude courantologique au droit de passes du lagon de La Saline. Doc ISTPM. Laboratoire de La Réunion
- BIAIS G. et TAQUET M., 1989. Dispositifs de concentration de poissons autour de l'île de La Réunion (Océan Indien). Rapport Interne de la DRV de l'IFREMER. RIDRV-90.05-RH/La Réunion
- BOSC P., 1987. Etude de faisabilité pour l'implantation de récifs artificiels sur la frange littorale nord-ouest de l'île de La Réunion
- BOY R.L. et SMITH B.R., 1984. Design improvement to fish aggregation device (FAD) mooring systems in general use in Pacific Island Countries. CPS, Nouméa, Nouvelle Calédonie, Handbook n 24. 77 p
- CHABANNE J., 1990. Fish aggregating devices in French Polynesia. Doc FAO. IPFC Symposium on Artificial Recifs and Fish Aggregating Devices as tools for the management and enhancement of marine fisheries resources. Colombo (14-24 mai 1990). 15 p.
- CILLAUREN E., 1988. La pêche à la traine autour des dispositifs de concentration de poissons mouillés à Vanuatu. Un exemple dans le Pacifique Sud Est. Mission ORSTOM de Port Vila. Notes et Doc. Océano., 17, 201 p.
- DEPOUTOT C., 1987. Contribution à l'étude des Dispositifs de Concentration de Poissons à partir de l'expérience polynésienne. Thèse ENSAR, 87/1 (H6), 160 p.
- DE SAN M., 1982. Fish aggregating devices or Payaos. Doc. FAO. FI:DP/PAS/73/025. 17 p.
- MARCILLE J. et BOUR W., 1983. Les techniques de pêche au thon utilisées aux Philippines. La Pêche Maritime, février 1983, 1259, 95-98
- MARSAC F. et STEQUERT B., 1987. La pêche des thons autour d'épaves ancrés dans l'Océan Indien. La Pêche Maritime,

juillet-août 1987, 1311, 439-446.

MATSUMOTO W.M., KAZAMA T.K. et AASTED D.C., 1981. Anchored fish aggregating devices in hawaiian waters. Marine Fisheries Review, 43 (9), 1-13

ROULLOT J. et VENKASAMI A., 1986. Dispositifs de Concentration de Poissons, l'expérience mauricienne. Doc FAO. TWS/86/26. Expert consultation on the stock assessment of tunas of the Indian Ocean. Colombo (4-8 déc. 1986). 18 p.

STEUQUERT B., 1989. La pêche thonière aux Philippines. La Pêche Maritime, février 1989, 1328, 93-108.

UGOLINI B. et ROBERT R., 1982. Dispositifs de Concentration de Poissons en Polynésie Française, La pêche Maritime, novembre 1982, 1256, 631-633

YOU DON'T EVER HAVE TO LOOK FOR FISH AGAIN

...and that's the magic of McIntosh Sea-Kites.

So now that we've made this bold statement, let's get a disclaimer right up front, too. No, you won't get fish by putting the Sea-Kite in your freezer, or in the empty pond in your backyard, or on top of your grill. But put one anywhere else where there is a body of water with fish in it, and yes—the Sea-Kite will bring fish. And more than one Sea-Kite will bring a whole lot of fish.

While the Sea-Kite does seem almost magical, there certainly is nothing new about attracting fish to objects in the water. It is an age old process of which every veteran fisherman is aware. What McIntosh Marine has accomplished is to bring several scientific principles together to form one, very low cost system, which works the first time and every time.

In its most simple form you might think of our Sea-Kite as an umbrella drifting sideways under water, with its tip attached to a vertical line, which runs to a float at one end and a weight at the other. And once the Sea-Kite is in place, the fun begins, quickly. As her design features take over, the Sea-Kite begins to undulate and pulsate in the current. Fish are immediately drawn toward

this tantalizing new environment of shadows and rhythmic movement. The Sea-Kite's wings are doing their job.

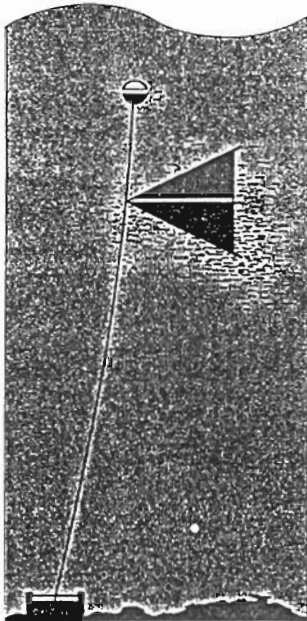
Swarms of bait form quickly around the system, like bugs clustering around a light, and as this occurs, the big ones are right behind. In a few short minutes you have created your own oasis of fish, where moments before there was only a watery desert.

Countless examples

abound of dramatic increases in catch rates as soon as a McIntosh Sea-Kite is in place. In one case, nine times more sailfish were hooked, and in additional documentations sizable increases in many species have been recorded, including mackerel and tuna.

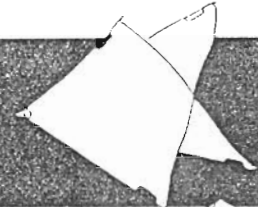
Testing is a full time job at McIntosh Marine where a decade of working with Fish Aggregating Devices (FADs) has culminated in this state-of-the-art device. Working in every corner of the globe with governments and private fisheries, we have had opportunities to put the Sea-Kite and its predecessors through the most rigorous and precise real-life tests. Even where artificial reefs already exist, we have shown to the satisfaction of numerous governments and their agencies which depend on the sea for food, that our systems can enhance their fisheries.

A dramatic example of this exists at a well-known marine attraction which has a traditional artificial reef on the bottom with Sea-Kites suspended above the reef. Visitors are continually surprised to see even the traditional bottom-hugging species hanging around in mid-water at the

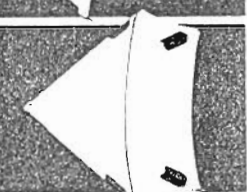


MCINTOSH SEA-KITES

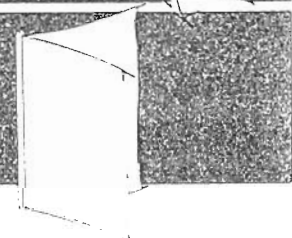
MODEL K-6 The ultimate Sea-Kite. This is the all-purpose unit, for current velocities in excess of 4 knots. Thoroughly tested in the Gulf Stream and Caribbean, this Kite has survived hurricanes and continuous punishment of millions of gallons of water pouring over its drag-free shape. Although used in the rugged arctic environment of the Cook Inlet, it is just as much at home in an Appalachian reservoir or deep lake.



MODEL K-4 The original Sea-Kite, the K-4 works best where seas are moderate and currents do not exceed 4 knots. Shaped like a small tent, this Kite offers refuge for baitfish as well as larger predators. Black sea bass have taken residence in these units. Used singly or in tandem with another K-4 or K-6, the K-4 Sea-Kite is excellent for most applications. May be fished as "free-drifter," suspended from spar or spherical buoy. Hang a chum bag or light stick from it and watch out!



MODEL K-2 For calmer waters, this Sea-Kite provides more than 140 square feet of surface. Panels are set 90 degrees to each other, providing maximum vertical and horizontal relief, while allowing the Kite to respond to the slightest changes in current. The K-2 is ideal for fresh water where currents are at a minimum and in tranquil salt water. Use in a series of ascending panels to enhance submerged brush piles or as single units attached to existing buoys.



Sea-Kite stations

Varieties of usage are almost endless. In open waters, fishermen have created "trolling alleys" of Sea-Kites set out in-line. Others set them adrift to attract dolphin, while still others install Sea-Kites alongside piers and jetties or even off residences. Your imagination and experience will continually find new and varying uses for the Sea-Kites' fantastic fish-attracting capabilities.

The cost of a Sea-Kite system is as little as a quality rod and reel which, when you consider its potential, is phenomenal. Small Sea-Kite models

are completely portable and can be put into action from the lightest skiff. Simple land line-ups can be established or you can use Ioran, depthfinder, or



Angler displays K-6 mooring components for use in 50 fathom installation.

surface buoys to mark your newly created "hotspots." And once you've tried our system, you will want your fishing club or tournament committee to invest in a network of Sea-Kites.

Take a few moments to look over the various Sea-Kite models, then call McIntosh Marine's "hotspot" line, (305) 463-4681, and an expert on Fish Aggregating Devices will discuss with you how to maximize your fishing fun, and productivity.

If you love to fish, this may be the best investment you'll ever make.

CALCUL DES FORCES S'EXERCANT SUR LA CORDE DE MOUILLAGE
D'UN DCP ET DE L'INCLINAISON PRISE PAR CETTE CORDE

par G. BIAIS, J.P. BREBANT et M. TAQUET

Hypothèses

Le courant est supposé homogène sur toute la hauteur d'eau considérée. Sa direction est horizontale.

L'élasticité du cordage est négligée, étant donné que la ligne de mouillage est principalement composée de polypropylène d'élasticité faible.

On ne considèra que la cas d'un flotteur de DCP de type sphérique.

Forces en présence

* Sur une fraction du cordage de longueur dl infiniment petite s'exercent les forces suivantes :

- La force de gravité, l'élément dl ayant le poids dP, force verticale dirigée vers le bas de valeur :

$$dP = (\pi r^2 dl) \cdot (\mu d) \cdot g$$

avec r le rayon du cordage donc $(\pi r^2 dl)$ le volume de la fraction de cordage de longueur dl

μ masse volumique de l'eau $\mu = 1\ 000\ \text{kg/m}^3$

d densité du cordage dans l'eau

d = 0.9 pour le polypropylène

d = 1.14 pour le polyamide

g l'accélération de la pesanteur $g = 9.8\ \text{m/s}^2$

- la poussée d'Archimède dirigée verticalement vers le haut avec valeur :

$$dPa = (\pi r^2 dl) \mu_c g$$

avec μ_c la masse volumique de l'eau de mer $\mu_c = 1026\ \text{kg/m}^3$

- la force de traînée : la résistance hydrodynamique due au frottement de l'eau sur la corde produit une force qui peut se décomposer en deux forces, l'une tangentielle et l'autre normale (BERTEAUX, 1976) ayant respectivement pour valeurs :

$$\text{force normale} \quad : \quad dF_n = K_1 ds v^2 \sin^2 \theta$$

$$\text{force tangentielle} \quad : \quad dF_t = \delta K_1 \pi ds v^2 \cos^2 \theta$$

* K_1 est un coefficient de valeur $K_1 = \frac{1}{2} \mu_c C_x$

avec C_x le coefficient de trainée

$$* ds = 2 r dl$$

* δ est compris entre 0.01 et 0.03 (BERTEAUX, 1976)
On prendra $\delta = 0.02$ pour les applications numériques

* θ est l'angle que fait l'élément dl avec la direction du courant. Il aura pour valeur à la surface $\theta = \theta_1$ et au fond $\theta = \theta_0$

- A chaque extrémité du segment dl deux forces de tension opposées de valeur T et $T + dT$ et de direction tangentielle au cordage.

* Sur le flotteur de surface s'appliquent les forces suivantes:

- le poids du flotteur : force dirigée verticalement vers le bas de valeur :

$$P = Mg$$

M étant la masse du flotteur

- la poussée d'Archimède : force dirigée verticalement vers le haut de valeur :

$$P_a = \mu_c V g$$

avec V le volume immergé du flotteur

- la tension T_1 du cordage, de direction tangentielle au cordage

- la force de trainée sur le flotteur de direction horizontale de valeur

$$F_1 = K_2 S v^2$$

avec K_2 un coefficient de la même forme de K_1 et qui en sera différent uniquement par le C_x retenu

S l'aire du maître couple de la partie immergée du flotteur, soit la surface de la projection de la partie immergée du flotteur sur le plan perpendiculaire à la direction du flux.

Equations à l'équilibre

Les forces en présence sont représentées sur les figures 1 et 2. A l'équilibre la somme des forces doit être nulle. L'application de cette condition sur le segment de longueur dl et sur le flotteur de surface permet l'obtention

des relations suivantes :

- dans la direction normale au segment dl :

$$(dP - dPa) \cos \theta + dF_N - (T + dT) \sin d\theta = 0$$

où $dP - dPa = \alpha dl$ avec $\alpha = \pi r^2 (\mu_d - \mu_c) g$
 de plus $\sin d\theta \approx d\theta$ car $d\theta$ est infiniment petit
 soit $\beta = k_1 2r v^2$

$$d'où T d\theta = (\alpha \cos \theta + \beta \sin^2 \theta) dl$$

Pour une profondeur donnée, si la vitesse du courant est assez importante ou (et) le diamètre du cordage faible, $\alpha \cos \theta$ pourra être négligé devant $\beta \sin^2 \theta$, et l'équation se simplifiera en :

$$d\theta = \beta \sin^2 \theta dl \quad (1)$$

- dans la direction tangentielle au segment dl :

$$dF_T - (dP - dPa) \sin \theta - T + (T + dT) \cos d\theta = 0$$

$\cos d\theta \approx 1$ car $d\theta$ est infiniment petit d'où en prenant les mêmes notations que précédemment :

$$dT = (\alpha \sin \theta - \delta \pi \beta \cos^2 \theta) dl \quad (2)$$

- sur le flotteur dans la direction horizontale (figure 2)

$$T_1 \cos \theta_1 - F_1 = 0$$

$$\text{donc } T_1 \cos \theta_1 = K_2 S v^2 \quad (3)$$

- sur le flotteur, dans la direction verticale

$$P - Pa + T_1 \sin \theta_1 = 0$$

$$\text{donc } T_1 \sin \theta_1 = \mu_c Vg - Mg \quad (4)$$

Résolution des équations

Pour la conception du DCP, il nous intéresse de connaître la tension maximale que devra supporter le cordage et de savoir à partir de quelle vitesse du courant le flotteur va s'immerger.

- Tension maximale :

Les équations (3) et (4) nous donnent la tension T_1 au point supérieur de la ligne de mouillage qui a pour valeur :

$$T_1 = \left[(K_2 S v^2)^2 + (\mu_c Vg - Mg)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

V et S sont le volume du flotteur immergé et la surface de la projection de ce volume dans le plan vertical.

Donc dans le cas d'un flotteur de forme sphérique

$$V \leq \frac{4}{3} \pi r^3 = V_0$$

$$\text{et } S \leq \pi r^2 = S_0$$

avec r le rayon du flotteur sphérique.

Donc T_1 sera inférieur à $T_{1\max}$, valeur de T_1 quand $S = S_0$ et $V = V_0$

Le cordage du mouillage étant constitué de polypropylène de densité inférieure à l'unité, le coefficient α sera négatif. Les coefficients β et δ sont positifs, donc d'après l'équation (2):

$$\frac{dT}{dl} \leq 0$$

donc la tension T_0 au fond sera la valeur maximale de la tension, or :

$$\alpha \sin \theta - \delta \pi \beta \cos^2 \theta \geq \alpha - \delta \pi \beta$$

$$\text{donc } dT \geq (\alpha - \delta \pi \beta) dl$$

en intégrant sur la longueur du cordage

$$T_1 - T_0 \geq (\alpha - \delta \pi \beta) L$$

$$\text{d'où } T_0 \leq T_1 - (\alpha - \delta \pi \beta) L$$

La tension sera donc inférieure à la valeur :

$$T_{\max} = T_{1\max} - (\alpha - \delta \pi \beta) L$$

- Immersion de la bouée :

Les équations (3) et (4) permettent d'accéder à la valeur de l'angle θ_1 que fait le cordage sous la bouée lorsque cette dernière est à la limite de l'immersion :

$$\text{tg } \theta_1 = \frac{\mu_c V g - M g}{K_2 S v^2}$$

avec $V = V_0$ et $S = S_0$.

La tension T_1 donnée par la relation (5) sera la valeur minimale que pourra prendre la tension dans ce cas. Donc la tension T sera comprise entre les 2 valeurs

$$T_m = T_1 \leq T \leq T_1 - (\alpha - \delta \pi \beta) L = T_M \quad (6)$$

Soit h la hauteur du segment dl au dessus du fond

$$dh = \sin\theta \, dl$$

d'où en reportant dans l'équation (1)

$$T \, d\theta = \beta \sin \theta \, dh$$

donc
$$dh = \frac{T \, d\theta}{\beta \sin \theta}$$

En utilisant l'inéquation (6)

$$\frac{T_m \, d\theta}{\beta \sin\theta} \leq dh \leq \frac{T_M \, d\theta}{\beta \sin\theta}$$

En intégrant du fond à la surface

$$\frac{T_m}{\beta} \log \left[\frac{\operatorname{tg} \frac{\theta_1}{2}}{\operatorname{tg} \frac{\theta_0}{2}} \right] \leq H \leq \frac{T_M}{\beta} \log \left[\frac{\operatorname{tg} \frac{\theta_1}{2}}{\operatorname{tg} \frac{\theta_0}{2}} \right] \quad (7)$$

Or des relations (1) et (6) il est aussi possible d'obtenir l'inéquation suivante :

$$\frac{T_m}{\beta} \frac{d\theta}{\sin^2\theta} \leq dl \leq \frac{T_M}{\beta} \frac{d\theta}{\sin^2\theta}$$

En intégrant sur la longueur de cordage

$$\frac{T_m}{\beta} (\operatorname{cotg}\theta_0 - \operatorname{cotg} \theta_1) \leq L \leq \frac{T_M}{\beta} (\operatorname{cotg} \theta_0 - \operatorname{cotg} \theta_1)$$

d'où
$$\frac{T_m}{\beta L + T_m \operatorname{cotg} \theta_1} \leq \operatorname{tg} \theta_0 \leq \frac{T_M}{\beta + T_M \operatorname{cotg} \theta_1}$$

d'où $\theta_m \leq \theta_0 \leq \theta_M$

avec $\theta_m = \operatorname{Arctg} \left[\frac{T_m}{\beta L + T_m \operatorname{cotg} \theta_1} \right]$

et $\theta_M = \operatorname{Arctg} \left[\frac{T_M}{\beta L + T_M \operatorname{cotg} \theta_1} \right]$

et si $H_m = \frac{T_m}{\beta} \operatorname{Log} \left[\frac{\operatorname{tg} \frac{\theta_1}{2}}{\operatorname{tg} \frac{\theta_M}{2}} \right]$

$$\text{et } H_M = \frac{T_M}{\beta} \text{ Log } \left[\frac{\text{tg } \frac{\theta_1}{2}}{\text{tg } \frac{\theta_m}{2}} \right]$$

alors $H_m \leq H \leq H_M$

Si P est la profondeur,
 la bouée flottera si $H_m \geq P$
 la bouée coulera si $H_M \leq P$

Applications numériques :

L'application numérique a été faite dans le cas d'un DCP constitué en surface d'un flotteur sphérique unique de 45 cm de rayon et d'une masse égale à 100 kg. La corde de mouillage est en polyamide pour les 200 m supérieurs, le reste est en polypropylène.

Les valeurs de C_x suivantes ont été retenues:

- corde $C_x = 1$ d'où $K_1 = 513$
- bouée $C_x = 0,5$ d'où $K_2 = 256.5$

La vitesse du courant au dessus de laquelle il y a risque d'immersion ainsi que la tension maximale du cordage ont été calculées pour des profondeurs d'implantation supérieures à 300 m, ce qui est le cas en général pour des DCP. Les calculs ont été effectués pour un mouillage classique de 16 mm et un "mouillage léger" en 8 mm.

Des courbes de la vitesse à l'immersion ont été tracées (figure 3) pour les points pour lesquels se justifie l'approximation faite pour la formule (1), soit pour une vitesse supérieure à 0.60 m/s et 0.66 m/s (soit 1.2 nd et 1.3 nd) pour respectivement les cordages de 8 et 16 mm.

Ces courbes permettent de définir la profondeur maximale à partir de laquelle le DCP risque de s'immerger. En effet 0.75 m/s, soit 1.5 nd paraît une vitesse maximale correcte compte tenu des mesures disponibles au voisinage de La Réunion. En la retenant, il est prudent pour ne pas avoir d'immersion de ne pas mouiller un flotteur de DCP du type choisi en exemple sur plus de 1 000 m si son mouillage est de diamètre 8 mm, et sur plus de 500 m si son mouillage est de diamètre 16 mm. Dans ces conditions la tension maximale sur la corde de mouillage sera voisine de 315 kgf aussi bien pour le cordage 8 que 16 mm, à comparer avec la tension de rupture de 960 kgf pour du cordage de 8 mm en polypropylène et de 3 500 kgf pour le 16 mm.

BIBLIOGRAPHIE

BERTEAUX H.O., 1976. Buoy engineering. In : Ocean engineering. McCornick ed., Wiley, New York, 97-133

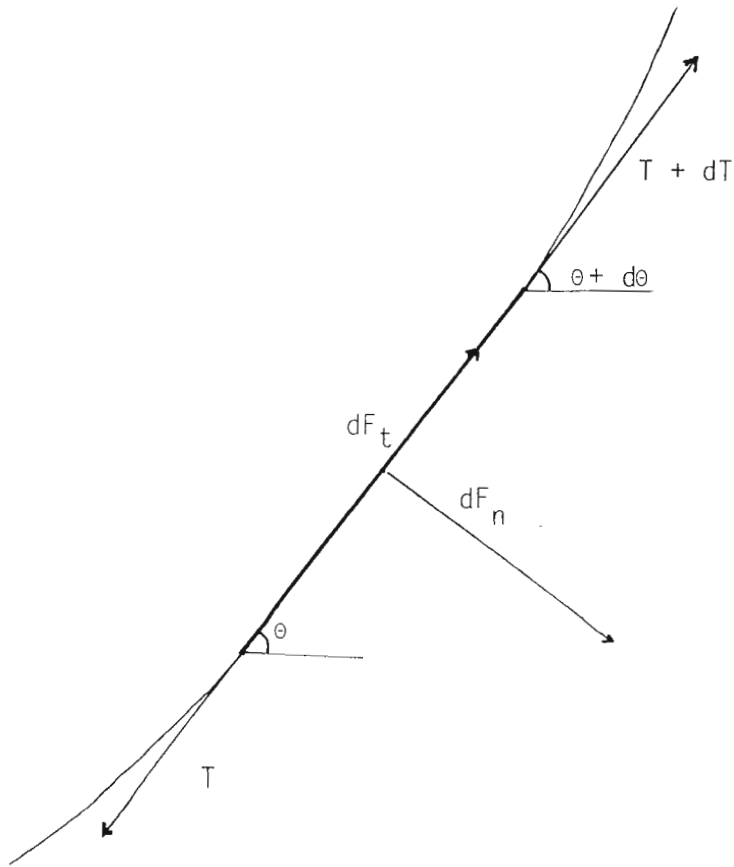


Figure 1 : Forces en présence sur un élément dl de la ligne de mouillage d'un DCP

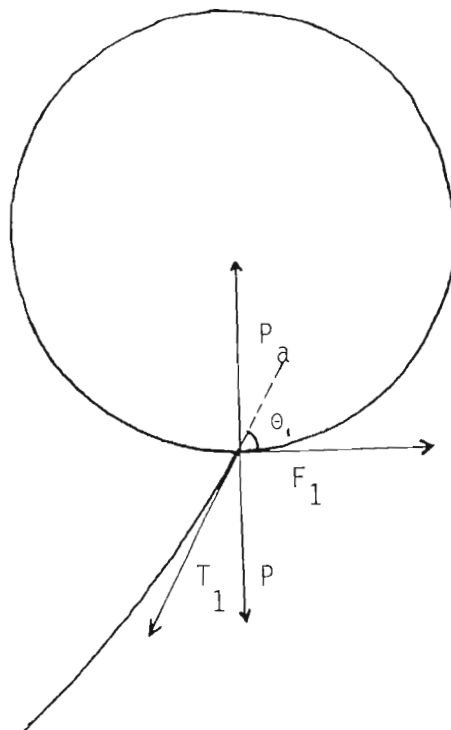


Figure 2 : Forces en présence au point de départ de la ligne de mouillage d'un DCP sous le flotteur

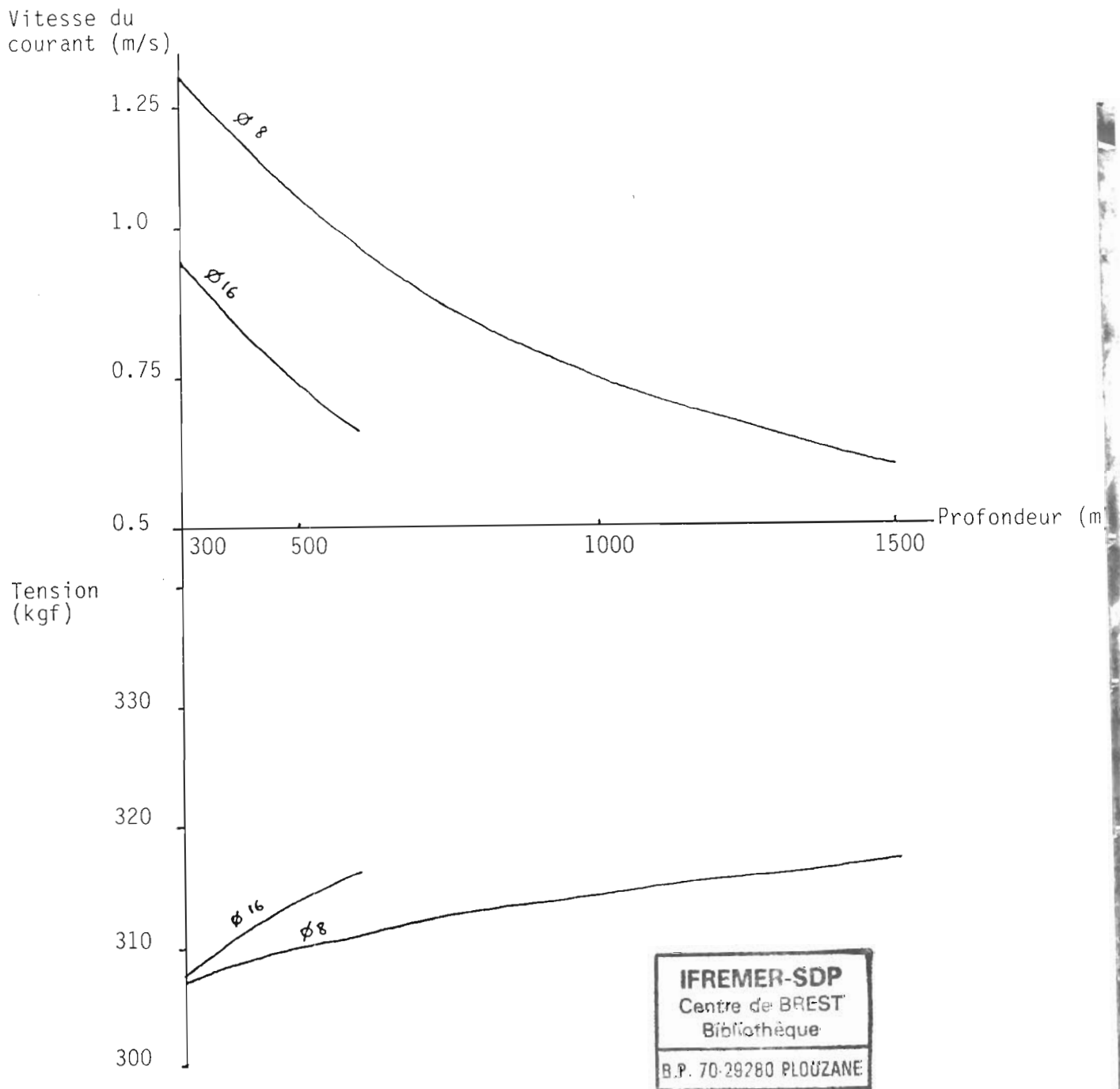


Figure 3 : Vitesse du courant à l'immersion de la bouée de surface d'un DCP et tension maximale sur la ligne de mouillage en fonction de la profondeur de l'implantation