

# Démarche d'amélioration des DCP à la Martinique

---

Alain Guillou<sup>(1)</sup>, Alain Lagin<sup>(2)</sup>, Alain Lebeau<sup>(3)</sup>, Daniel Priour<sup>(4)</sup>,  
Michel Repecaud<sup>(5)</sup>, Lionel Reynal<sup>(2)</sup>, Jacques Sacchi<sup>(6)</sup>, Marc Taquet<sup>(2)\*</sup>

(1) Ifremer Sète, Drv/rh, 1 rue Jean Vilar, 34200 Sète, France - alain.guillou@ifremer.fr

(2) Ifremer, délégation de la Réunion, Drv/rh, BP 60, 97822 Le Port Cedex, Réunion

(3) Ifremer Brest, Tmsi/red/ha, BP 70, 29280 Plouzané, France

(4) Ifremer Brest, Tmsi/tp, BP 70, 29280 Plouzané, France

(5) Ifremer Boulogne, Tmsi/red/ha, BP 699, 62321 Boulogne-sur-Mer, France

(6) Ifremer Sète, Tmsi/tp, 1 rue Jean Vilar, 34200 Sète, France

\* Auteur correspondant - Classement des auteurs par ordre alphabétique

## Abstract

---

Since 1983, the research on the optimal conception of FADs in Martinique was particularly focused on the improvement of their resistance to different maritime or human aggressions. Following several experimentations made with different types of FADs, the choice was brought on light devices anchored in 1 500 to 2 000 m depths and an experimental approach was conducted to identify the causes of loss of FADs and to attempt to modelize their hydrodynamic behaviour with relation to the sea conditions. Three mathematical models are used to simulate the FAD behaviour under current action and swell, and to estimate the forces exerted on each part of the device. The results of this study are presented. The FAD design used nowadays for the development of pelagic fishing in Martinique, recommendations for maintenance and preservation of the FADs are also proposed.

## Introduction

---

Qu'il s'agisse de DCP expérimentaux ou opérationnels, la question de leur durée de vie et de leur coût reste une préoccupation constante. Du fait de la multiplication des programmes de développement de DCP, leur coût retient de plus en plus l'attention des aménageurs. La tendance semble être à privilégier des DCP de conception légère et simple car ni leur durée de vie, ni leur efficacité ne semblent affectées par la taille du dispositif. De plus, des DCP de prix abordable facilitent une prise en charge de leur gestion par les professionnels.

Tout au long des programmes d'accompagnement du développement des DCP aux Antilles, une démarche d'amélioration des dispositifs de concentration de poissons a été entreprise par l'Ifremer. Le suivi technologique régulier des dispositifs expérimentaux mouillés dans les eaux martiniquaises a permis d'améliorer la conception des dispositifs. Il a également permis d'identifier les points sensibles et les principales causes de rupture des DCP. Le comportement des DCP sous l'action des

courants et de la houle a été abordé à l'aide de plusieurs modèles hydrodynamiques qui permettent d'établir le bilan des forces s'exerçant en chaque point de la ligne de mouillage. Ces modèles permettent également de prévoir les conditions limites d'immersion des têtes de DCP en fonction du profil des courants.

### **Identification des causes de rupture des DCP**

---

La première étape de la démarche d'amélioration des DCP a consisté à rechercher les causes de rupture de ces dispositifs. Pour cela, plusieurs actions ont été entreprises :

- des enquêtes auprès des professionnels ;
- l'observation systématique des DCP, par relevage de la partie supérieure ou en plongée sous-marine ;
- l'examen des têtes de DCP retrouvées après rupture ;
- la récupération de la partie inférieure de DCP ayant subi une rupture (Taquet *et al.*, 1998a).

Plusieurs causes de rupture des DCP ont pu ainsi être mises en évidence. Parmi celles-ci, on peut citer les détériorations intentionnelles fréquemment observées lors des premières mises à l'eau de DCP. L'introduction de toute nouvelle technologie engendre des bouleversements à différents niveaux au sein des communautés concernées. Sans avoir fait d'examen méthodique de cette question, nous avons pu noter certaines causes de divergence, entre individus ou communautés, lors de l'introduction du DCP. Aucune enquête n'a été réalisée pour s'assurer de l'origine réelle des sections intentionnelles de DCP que nous avons pu constater lors de nos programmes. Nous citons donc ici des causes possibles afin que, lors de nouveaux programmes de développement de DCP, ces éléments puissent être pris en compte.

La méconnaissance a été, dans plusieurs cas, la cause de récupération de DCP, en toute bonne foi, par des pêcheurs qui pensaient que ce matériel était perdu et en dérive.

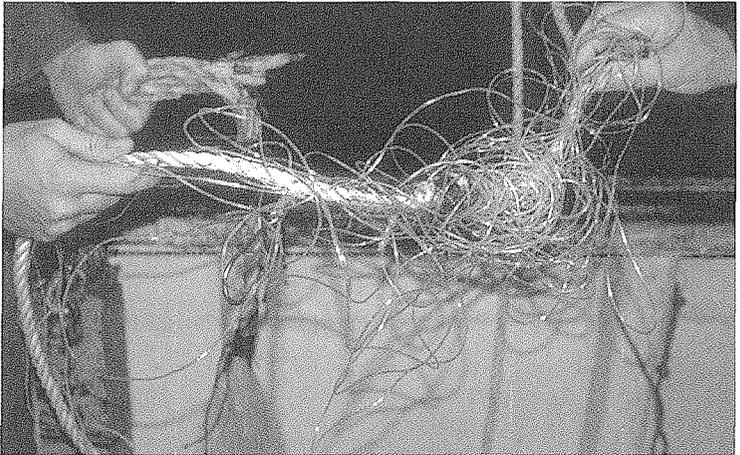
Des conflits de métiers ont été notés à plusieurs reprises. La pêche des poissons pélagiques près de la côte semble, par exemple, avoir subi l'influence des DCP qui auraient éloigné les poissons. Aucune preuve n'a pu être apportée sur un tel effet des DCP aux Antilles. Mais, aucune recherche n'a été effectuée dans ce domaine, non plus. Il convient donc de ne pas nier cette éventualité et de rechercher les moyens de limiter ces conflits d'accès à la ressource, notamment par un positionnement adéquat des DCP. Dans le même ordre d'idée, on peut mentionner les conflits entre professionnels et plaisanciers pour l'exploitation des DCP. Pour les DCP publics, nous avons constaté à plusieurs reprises que ceux qui les entretiennent ont tendance à se les approprier ou à vouloir imposer des règles d'usage qui ne sont pas partagées par tous. Dans le cas de DCP privés, les propriétaires cherchent à éloigner les pêcheurs qui viennent exploiter les concentrations se formant autour de leurs dispositifs. Ces attitudes peuvent entraîner des actions de malveillance se traduisant par la destruction de DCP.

Les moyens techniques utilisés pour faire face à ce type de problème, comme le renforcement de la partie supérieure des DCP par des chaînes ou des câbles, n'ont pas donné satisfaction. En effet, ils sont coûteux et ils peuvent causer eux-mêmes la rupture des DCP par corrosion ou usure. Par ailleurs, ces renforcements peuvent, par la nature des matériaux utilisés, augmenter le danger potentiel pour la navigation. Le moyen le plus efficace de lutter contre les coupures intentionnelles de DCP reste, pour l'instant, l'information et les discussions préalables entre les personnes concernées.

Pour récupérer leurs lignes de pêche accrochées involontairement au DCP, certains pêcheurs peuvent détériorer partiellement le dispositif. Par l'usage de gaffe pour attraper le DCP, les bouées qui maintiennent celui-ci en surface peuvent être perforées. De même, pour retirer leur hameçon du cordage, les pêcheurs peuvent être amenés à entamer ce dernier et, par conséquent, à le fragiliser.

Les bas de lignes en acier ou en nylon sont aussi la cause de rupture de DCP. Des DCP ont, en effet, été récupérés avec des lignes emmêlées autour du cordage et ayant fortement entamé celui-ci. Dans ce cas, la cause de la perte du DCP peut être identifiée par les morceaux de lignes qui restent emmêlés autour du bout et par la coupure franche et en biseau des brins du cordage (photo 1).

Photo 1  
Cordage coupé et emmêlé  
d'un bas de ligne de pêche.



La coupure des DCP par des navires de gros tonnage et à fort tirant d'eau (paquebots, cargos), a été observée à plusieurs reprises au cours de nos programmes. Les traces laissées sur le cordage par une hélice de bateau sont caractéristiques d'une rupture par étirement (photo 2). L'extrémité du cordage est effilochée et les brins sont de longueurs différentes.

L'examen des parties inférieures des DCP récupérées autour de la Martinique a permis de vérifier que le cordage ne subit aucune dégradation au-delà des deux cents premiers mètres (à partir de la surface). Aucune trace de vieillissement des cordages n'a été observée : pas de salissure, pas de détournage. Les épissures restent en parfait état ainsi que toutes les surliures. Les manilles et émerillons situés dans la partie profonde

sont à peine corrodés. Les lests en béton sont parfaitement conservés. Les cosse galvanisées qui n'avaient pas été assurées par des surliures sont par contre abîmées. Elles constituent par conséquent les points faibles des liaisons.

Il faut mentionner aussi que des erreurs de montage peuvent entraîner la disparition précoce de DCP. C'est par exemple le cas de lests en pierre amarrés à la partie supérieure du cordage pour le faire couler ; ils peuvent par frottement sur ce dernier provoquer sa rupture. Cependant, il est impératif de ne pas laisser flotter du cordage en surface afin d'éviter qu'il ne se prenne dans les hélices de bateaux. D'une manière générale, tous les points de frottement des têtes des DCP doivent faire l'objet d'attention particulière car c'est à ce niveau qu'ont été observées des usures causées par les mouvements de la mer.

Le matériel qui assure la flottabilité des DCP doit pouvoir résister à la pression. Lors de fort courant, les têtes de DCP peuvent plonger à plusieurs centaines de mètres. Ceci a pu être confirmé grâce à une sonde d'enregistrement des profondeurs placée sur un DCP expérimental de l'Ifremer.

Photo 2  
Cordage rompu  
par un navire à fort tirant  
d'eau.



Si nous n'avons pas pu faire de lien entre la perte de DCP et le vieillissement du matériel, nous avons toutefois constaté que le soleil était un facteur de dégradation (effet des rayons ultraviolets) de la partie supérieure des dispositifs dont il fallait tenir compte.

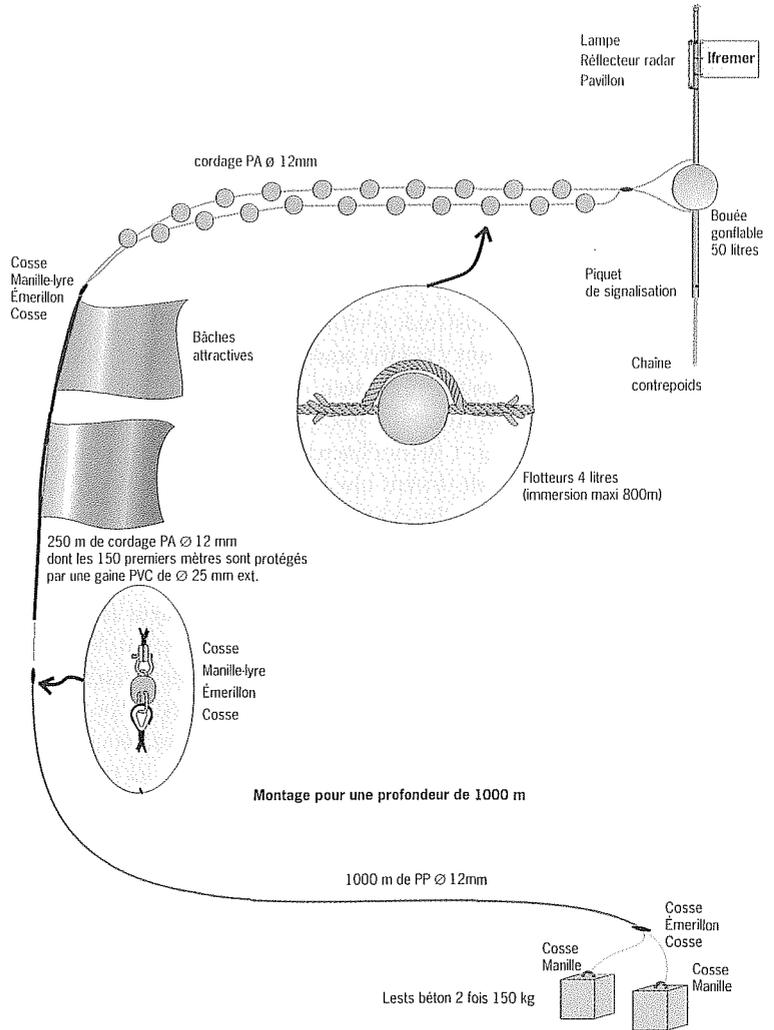
### **Modèle de DCP retenu en Martinique**

Enrichi de toutes ces observations, le DCP actuellement mis en œuvre autour de la Martinique est de type léger (fig. 1). La partie émergée est constituée d'un flotteur gonflable « porte-pavillon » de 50 litres pouvant s'aplatir sous l'effet de la pression et reprendre sa forme lors du retour en surface. La flottabilité est complétée par une vingtaine de flotteurs de type boule de chalut résistant à la pression jusqu'à 800 m, de 4 litres chacun, répartis sur deux lignes parallèles. Ces flotteurs constituent une réserve de flottabilité utilisée pour résister à l'immersion due à l'effet du courant sur la ligne de mouillage. Ils permettent également d'amortir les variations de tension dues à la houle en offrant une immersion progressive de la partie flottante du DCP. Le pavillon est en matériau plastifié de couleur jaune, fixé sur un mât en fibre de verre (type mât de planche à voile) dépassant d'environ 2,5 m de la surface. Sur ce mât sont également fixés d'autres équipements destinés au repérage et au balisage du DCP. Un feu étanche d'une portée minimale de deux milles est placé en tête de mât. Un réflecteur radar, de type tubulaire, a été choisi, pour des raisons de sécurité de manutention lors du remplacement des piles des lampes notamment.

La longueur totale du mouillage est de 1,25 fois la sonde. Ce mouillage est constitué de deux cordages de matériaux différents.

Le cordage inférieur est en polypropylène, il est donc flottant pour ne pas reposer sur le fond lors des renverses de courant. Sa longueur est égale à la sonde afin d'éviter qu'il ne flotte à la surface et qu'il ne soit pris par une hélice de bateau. La partie supérieure en polyamide complète le mouillage ; ce matériau présente l'avantage d'être plus lourd que l'eau et, par conséquent, de ne pas nécessiter l'ajout de lest pour l'empêcher de rester en surface. Pour une profondeur de 1 000 m, le bout en polyamide aura donc une longueur de 250 mètres. Résistant aux rayons ultraviolets et aux frottements, il est également utilisé pour confectionner les deux lignes de flotteurs exposées à la lumière. Le matériel attractif est constitué de deux bâches en polyéthylène de 6 m<sup>2</sup> chacune (3 x 2) de couleur bleue. Le diamètre des cordages est adapté à la flottabilité de la tête. Pour une flottabilité totale de la tête de 80 litres, un cordage de 12 mm est utilisé. Plusieurs ensembles « cosse, émerillon, manille, cosse » permettent une fragmentation du cordage en portions pouvant pivoter indépendamment les unes par rapport aux autres. Cette précaution est prise afin d'éviter une torsion du cordage, notamment à chaque renverse de marée. Les manilles-lyres sont celles qui présentent la meilleure sécurité. La forme en lyre permet en effet une certaine élasticité lors du serrage et cette tension limite le desserrage du manillon

Figure 1  
Schéma du DCP  
actuellement en usage  
en Martinique.



par vibration. Toutes les manilles sont assurées avec du fil (tresse goudronnée de 2 mm de diamètre), le fil de fer est à proscrire compte tenu des effets de corrosion qu'il engendre. Les manilles situées en profondeur, qui ne pourront pas être remplacées lors des opérations d'entretien, sont assurées par pointage. Les lests sont en béton, mais l'utilisation de lests en fonte plus compacts et plus solides est recommandée lorsqu'ils sont disponibles. Il s'agit de deux blocs de 150 kg reliés par une patte d'oie.

Afin d'éviter les usures et de limiter les risques de coupure accidentelle, de multiples précautions sont prises lors du montage des DCP. Une gaine protectrice, de type tuyau d'arrosage ou gaine d'électricité, est mise autour des 150 premiers mètres du cordage afin de le protéger des lignes de pêche. Les résidus de moulage de certains composants (bouées résistant à la pression...) doivent être éliminés par ponçage. Les mouvements

des flotteurs sur la ligne de mouillage doivent être limités au maximum (voir montage figure 1). Le bord des cosses galvanisées est systématiquement émoussé et une surliure maintient le cordage en place afin d'éviter des usures fréquemment observées à ce niveau. Les liaisons cordage-cordage sont réalisées à l'aide d'épissures et non de nœuds qui réduisent fortement la résistance de celui-ci.

### **Modélisation des dispositifs de concentration de poissons**

Afin d'aider à la conception d'un modèle de DCP répondant aux objectifs et aux besoins de la profession, il paraissait important de chercher à modéliser le comportement de différents types de dispositifs sous l'action du courant et de la houle et d'évaluer les forces s'exerçant sur chaque composant de ceux-ci. Une telle démarche permet de s'assurer de l'adéquation du matériel utilisé avec les conditions de milieu sur les sites d'implantation des DCP. L'étude du comportement des DCP en fonction des conditions de mer était, par ailleurs, demandée par la profession qui souhaitait disposer de DCP ne coulant pas lors des forts courants, d'une part, et pouvant résister aux fortes tempêtes de la période cyclonique, d'autre part.

Pour répondre à cette attente, plusieurs actions ont été entreprises. Un premier modèle (DCPMAR) a été développé afin de définir la forme de la ligne de mouillage et d'évaluer les tensions résultant d'un profil de courant bidimensionnel et permanent sur les lignes de mouillages (Rageot, 1996; Taquet *et al.*, 1998b). Un deuxième modèle, spécifique du comportement des DCP sous l'action du courant et de la houle, a été réalisé par l'adaptation du logiciel Dynaline développé par l'Ifremer pour ses besoins propres (Priour & Lebeau, 1999). Un troisième logiciel (Calm), réalisé pour l'aide à la conception de mouillages océanographiques profonds (Girardeau, 1993), a été utilisé à titre de comparaison et de validation des résultats obtenus. En parallèle, des mesures de profondeur d'immersion et de traction ont été effectuées *in situ* à l'aide de capteurs fixés sur les dispositifs implantés en Martinique. Ces mesures sont destinées à vérifier les résultats des calculs théoriques. L'évaluation des coefficients de traînée de différentes composantes du DCP a été faite au bassin d'essai de Boulogne-sur-Mer (Repecaud *et al.*, 1998). Les résultats obtenus sont utilisés dans les modèles.

#### **Le modèle DCPMAR**

Dans le cas de ce modèle, le profil de courant et le mouillage étant contenus dans un même plan vertical, on recherche une solution d'équilibre de l'ancrage pour un profil de courant permanent donné. Les effets de la houle et de courant transitoire ne sont pas pris en compte. Le mouillage est divisé en un ensemble de composants élémentaires. Sur chacun d'entre eux, l'ensemble des forces exercées est déterminé. La forme du mouillage et la tension le long du cordage sont obtenues en écrivant l'équilibre des forces sur chaque élément.

On distingue deux types de composants élémentaires :

- les éléments souples (cordages, chaînes, etc.);
- les éléments rigides (bouées, lests, bâches, etc.).

Bien que souples, les bâches sont considérées comme des éléments « rigides » pour le calcul.

Ces deux types de composants sont traités différemment du point de vue hydrodynamique.

Les éléments souples sont supposés être :

- parfaitement souples, c'est-à-dire qu'ils ne transmettent pas de couple;
- non élastiques : ils ne s'allongent pas sous l'effet de la traction.

La première hypothèse est classique et réaliste tant que le rayon de courbure du cordage reste assez grand, ce qui est le cas dans notre application. L'hypothèse de « non-élasticité » est plus discutable, notamment pour les cordages. L'élasticité varie en effet beaucoup selon le type de cordage et évolue avec le temps. Sa prise en compte à l'aide d'une relation linéaire entre l'allongement du cordage et la traction exercée n'est qu'une approximation souvent grossière, desservie par le manque de données expérimentales dans de nombreux cas.

Les éléments rigides sont traités comme des entités indéformables intercalées dans le mouillage par deux points de fixation.

Le calcul itératif est initialisé à partir de la tension et de l'inclinaison, calculées sur le premier élément du dispositif (le flotteur). La solution physique recherchée est celle qui amènera le lest en contact avec le fond.

### **Le modèle Dynaline**

Dynaline est un outil de calcul d'effort et de déformation de petites structures filaires dans la houle et le courant, développé par l'Ifremer. Il est basé sur la méthode des éléments finis et les formulations de Morison. Son objectif premier est l'étude du comportement des filières mytilicoles en mer.

La plus grande difficulté de ce type de problème est que l'on ne connaît pas la forme que prend la structure à l'équilibre. Le logiciel la calcule à partir d'une position initiale arbitrairement définie par l'utilisateur. L'étude du comportement dynamique de la structure dans la houle est effectuée en introduisant les efforts de traînée et d'inertie dynamique et en calculant une suite d'équilibres dynamiques successifs semblables à l'équilibre statique. Les DCP étant composés de câbles et d'un ou plusieurs éléments flottants, et éventuellement d'éléments particuliers tels que des bâches par exemple, peuvent effectivement être étudiés à l'aide de Dynaline.

Pour le calcul, la structure est décomposée en un nombre fini d'éléments et de nœuds simplifiés. Les éléments modélisent les cordages et les chaînes. Ce sont des barres élastiques, éventuellement bimodules : autrement dit, le module d'élasticité en traction est alors différent de celui de compression pour rendre compte du raccourcissement possible des cordages.

Les nœuds modélisent les flotteurs et les lests. Ce sont des volumes de forme parallélépipédique. Les nœuds n'ont que trois degrés de liberté : les trois translations selon les axes x, y et z. On calcule ensuite de façon itérative la position d'équilibre de la structure en partant de la position initiale.

Pour l'équilibre statique, c'est-à-dire sans houle mais avec du courant, le modèle prend en compte les effets suivants :

- poids et flottabilité des flotteurs, lests, cordages et chaînes ;
- traînée due au courant ;
- *effort extérieur constant éventuel (levage de la structure par un treuil de bateau par exemple).*

Pour les équilibres dynamiques, on remplace la traînée due au courant par la traînée due à la houle et au courant et on ajoute l'inertie due à la houle. Des hypothèses simplificatrices sont posées en préalable afin de limiter la complexité du modèle mécanique et de permettre la résolution numérique du système d'équations.

Les limitations résultant de ces hypothèses sont résumées ci-dessous.

- La première limitation est liée à la modélisation des flotteurs ou des lests. Dans cette méthode, ces objets n'ont que trois degrés de libertés : les trois translations, c'est-à-dire qu'ils ne peuvent pas tourner, autrement dit, cette modélisation n'est valide que pour les objets qui ne tournent pas ou faiblement ou qui ont un comportement identique selon toutes les directions : les objets sphériques notamment. Cette limitation est peu contraignante.
- La seconde limitation vient de la modélisation des éléments. Ces éléments (barres élastiques) représentent les câbles, les filins, etc. Ce sont des segments de droite bien que les câbles et filins puissent ne pas être droits, aussi l'opérateur aura particulièrement soin de discrétiser ces câbles et filins en un nombre suffisant d'éléments pour que la courbure soit bien modélisée. Cette limitation est peu contraignante.
- La troisième limitation est liée à la houle. La théorie de houle utilisée est la houle d'Airy (linéaire). Dans ces conditions, la hauteur de la houle (H), sa longueur d'onde ( $\lambda$ ) et la profondeur (d) du site doivent respecter certaines limites :

$$\frac{H}{d} \leq 0,04 ; \frac{H}{\lambda} \leq 0,006 ; \text{ avec } \lambda = g \frac{T^2}{2\pi}$$

T étant la période de houle. Cette limitation peut cependant être enfreinte lorsqu'on ne cherche qu'à estimer un ordre de grandeur des efforts dus à la houle.

- La quatrième limitation est liée à la modélisation des efforts dans la houle. La formulation de Morison qui est utilisée n'est valide que si la largeur des objets (D) est faible vis-à-vis de la longueur d'onde de la houle :  $\frac{D}{\lambda} \leq 0.2$

Cette limitation est très peu contraignante compte tenu des dimensions des constituants des DCP.

### Application des modèles aux dispositifs de concentration de poissons (DCP)

La description de la structure sera faite différemment suivant le modèle utilisé.

DCPMAR offre notamment plusieurs possibilités pour décrire la force de traînée ( $F$ ) qui s'exerce sur les têtes :

- Proportionnelle au carré de la vitesse du courant ( $V$ ) et indépendante de l'état d'immersion de la tête : sphère ou objet simple dont on connaît le coefficient de traînée ( $C$ ) :  $F = 1/2 \rho C S V^2$
- Fonction linéaire de la vitesse du courant par morceau pour une traînée indépendante de l'état d'immersion de la tête :  $F = k(V)$
- Fonction permettant d'introduire une dépendance par rapport au facteur ( $f$ ) d'état d'immersion de la tête :  $F = (af+b)V^2$
- Dans le modèle général, la vitesse est fixée et la traînée est linéaire par morceau par rapport à  $f$ . À chaque élément  $i$  de la partition de l'intervalle  $[0,1]$  est associé un coefficient directeur  $a_i(V)$  et une ordonnée à l'origine  $b_i(V)$ . Toutes les fonctions  $a_i$  et  $b_i$  sont linéaires par morceau par rapport à la vitesse du courant :  $F = a_i(V)f + b_i(V)$

Le profil de courant peut également être décrit selon deux modes :

- courant constant par morceau ;
- courant linéaire par morceau.

Avec Dynaline, la description de la structure des DCP est aisée en prenant quelques précautions pour transposer, par exemple, un flotteur sphérique en un flotteur parallélépipédique, seule forme connue du logiciel dans sa version actuelle.

Une succession de flotteurs de surface, comme en sont équipés certains DCP, pose un problème dans la mesure où, lorsque les flotteurs sont tous en surface, et exposés à un courant, la somme des traînées de chaque flotteur n'est sans doute pas équivalente à la traînée réelle de l'ensemble, par l'effet de sillage des premiers flotteurs exposés au courant. Les essais réalisés dans le bassin de circulation de l'Ifremer à Boulogne-sur-Mer montrent en effet les variations importantes des traînées des flotteurs suivant leur disposition sur la ligne de mouillage (Repecaud, 1996). DCPMAR intègre les résultats de ces mesures expérimentales et prend ainsi en compte les têtes composites.

Une bache peut être représentée par un « nœud » de même surface auquel est affecté un coefficient de traînée déduit d'expérimentations en bassin d'essai.

#### Le DCP étudié

Il correspond au schéma et à la description ci-dessous (fig. 2). Les caractéristiques retenues sont proches de celles du dispositif actuellement en usage en Martinique.

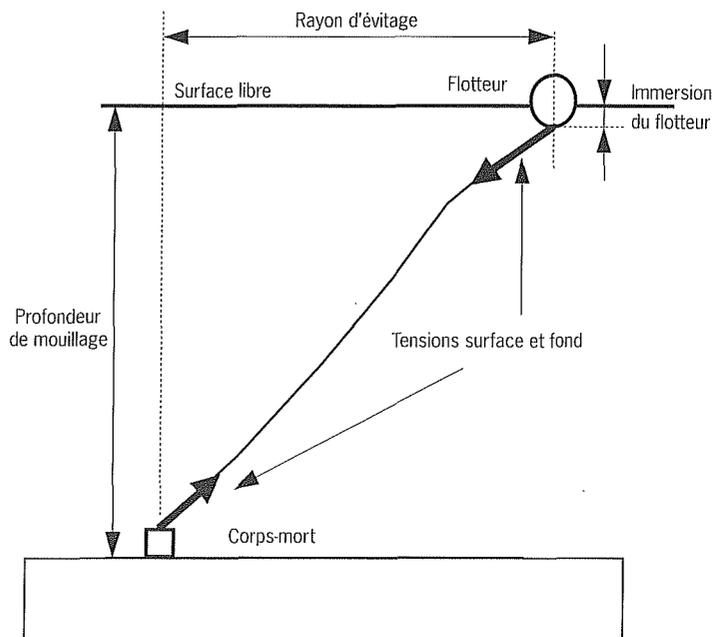
Le DCP est constitué de 500 m de cordage en polyamide (PA) et 2 000 m de polypropylène (PP) de 12 mm de diamètre. Il est mouillé à une profondeur de 2 000 m avec un flotteur de tête sphérique de 0,5 m de

diamètre et de 50 kgf de flottabilité. Les résultats des simulations dans divers courants sont résumés dans le tableau 1.

Tableau 1 - Simulation du comportement au courant d'un DCP type « léger » à l'aide de trois modèles différents.

Modèle	Vitesse (m/s)	Immersion (m)	Rayon évitage (m)	Tension surface (kgf)	Tension fond (kgf)	État
Calm	0,2	0	1 373	35	45	flotté
DCPMAR	0,2	0	1 375	36	45	flotté
Dynaline	0,2	0	1 415	25	39	flotté
Calm	0,3	-337	1 720	50	59	coulé
DCPMAR	0,3	-349	1 731	50	58	coulé
Dynaline	0,3	-29	1 444	66	83	coulé
Calm	0,35	-554	1 897	50	58	coulé
DCPMAR	0,35	-564	1 906	50	58	coulé
Dynaline	0,35	-196	1 634	66	85	coulé
Calm	0,5	-1 005	2 183	50	57	coulé
DCPMAR	0,5	-1 013	2 188	50	62	coulé
Dynaline	0,5	-583	1 983	66	98	coulé

Figure 2  
Désignation des termes  
employés.



On note que les tendances simulées par ces différents modèles sont concordantes bien que les résultats fournis par Dynaline se démarquent nettement de ceux fournis par Calm et DCPMAR. Les écarts constatés entre Dynaline et les deux autres modèles peuvent s'expliquer par des méthodes de calcul différentes. Le rayon d'évitage est grand. La tête coule à une profondeur supérieure à 300 m dès que le DCP est exposé à un courant de 0,3 mètre par seconde. Des mesures *in situ*, réalisées dans le cadre du programme DCP Martinique avec des capteurs de pression Micrel de type P2T, ont effectivement montré des immersions de la tête du DCP jusqu'à 350 m de profondeur (Taquet *et al.*, 1998b). Les flotteurs utilisés doivent donc pouvoir supporter la pression existant à une telle profondeur. Nous devons toutefois préciser que le profil de courant retenu pour ces simulations est un courant constant sur toute la hauteur d'eau et que cette situation de courant fort, dans les masses d'eau inférieures, reste exceptionnelle. La situation plus réaliste est un courant fort dans la couche superficielle et un courant plus faible dans les couches profondes.

### Comportement en présence de houle

Seul Dynaline permet d'effectuer une simulation « dynamique » du comportement d'une structure filaire en présence de houle. Ceci a été réalisé pour les conditions suivantes : hauteur crête à creux égale à 2,5 m et période de huit secondes (tab. 2).

Tableau 2 - Simulation des mouvements du flotteur de tête et des tensions au fond et en surface pour un DCP de type « léger » en présence de houle (H = 2,5 m et T = 8 s).

Vitesse courant (m/s)	Fourchette immersion (m)	Fourchette tension fond (kgf)	Fourchette tension surface (kgf)
0,2	0,4	38-42	24-28
0,25	0,5	60-64	44-49
0,3	Immergé-29 m	82,6-83,3	66-66,8

Les variations de tension sont à peu près constantes (approximativement 4 kgf), la houle étant elle-même inchangée dans chacune de ces simulations. Les surtensions relativement à celles calculées en l'absence de houle (tab. 1) sont, elles aussi, à peu près constantes (environ 2 à 3 kgf). Ces variations et surtensions restent faibles bien que la houle soit bien formée.

### Cas du DCP de type « lourd » testé avec Dynaline

Le DCP « lourd » est constitué de 2000 m de PP et de 500 m de PA de 19 mm de diamètre. Il est utilisé dans une profondeur de 2000 m avec un flotteur de tête sphérique de deux mètres de diamètre. Le résultat de la simulation du DCP dans le courant est présenté dans le tableau 3.

Tableau 3 - Simulation du comportement au courant d'un DCP de type « lourd » avec Dynaline.

Vitesse courant (m/s)	Immersion (m)	Rayon évitage (m)	Tension surface (kgf)	Tension fond (kgf)	Observation
0,75	-0,32	1 415	521	550	Flotteur en surface
1	-0,46	1 461	903	961	Flotteur en surface
2	-1,3	1 734	3 231	3 529	Flotteur en surface

On remarque que le flotteur reste ici en surface bien que le courant soit fort, de l'ordre de 4 nœuds.

Les simulations suivantes ont été réalisées pour estimer l'allongement maximal des filins dans le courant. Les résultats sont présentés dans le tableau 4.

Tableau 4 - Calcul de l'allongement des filins PP et PA d'un DCP de type « lourd ».

Vitesse courant (m/s)	Immersion (m)	Rayon évitage (m)	Tension surface (kgf)	Tension fond (kgf)	Allongement	
					PA (%)	PP (%)
1,5	-0,842	1 583	1 907	2 074	2,2	6,4
2,5	-1,25	1 957	3 231	4 594	4,6	14

Les câbles de PA de 19 mm ayant une résistance de rupture de l'ordre de 7 500 kg, il est évident que les conditions les plus extrêmes de courant deviennent critiques pour la tenue du DCP. On constate que la tension subie par le mouillage se rapproche de la charge de rupture du cordage. On remarque que le flotteur s'immerge à partir d'une vitesse de courant de 2,5 m/s, soit environ 5 nœuds, ce qui est largement supérieur au cas du DCP « léger ».

On note également le fort allongement des câbles aux vitesses de courant les plus élevées. Cet allongement contribue à réduire les tensions. Avec un courant de 1,5 m/s, une augmentation de la raideur des câbles (à une valeur comparable à celle de l'acier) entraîne une augmentation des tensions en surface et au fond de l'ordre de 300 kilogrammes force. Pour un courant de 2,5 m/s, on notera cependant que les câbles sont sollicités à la limite supérieure ou au-delà de leur élasticité.

Les efforts qui s'exercent sur le corps-mort sont eux aussi importants, par exemple à 1,5 m/s et dans les conditions du tableau 4 :

effort horizontal : ~ 1 723 kgf [1 690 DaN]

effort vertical : ~ 1 150 kgf [1 130 DaN]

Ces efforts imposent donc de disposer de corps-morts pouvant les supporter.

### Incidences de ces évaluations pour la fabrication des DCP

La simulation du comportement en présence de houle montre donc qu'avec les conditions de courant et de houle choisies, les surtensions

induites par la houle sur le câble de mouillage restent faibles en comparaison de celles dues au courant.

Les DCP légers sont correctement conçus pour résister aux courants et à la houle, mais ils présentent l'inconvénient de s'immerger pour des vitesses de courant relativement faibles. Les DCP lourds (flotteur de 2 m de diamètre et cordage de 19 mm) restent en surface jusqu'à 5 nœuds de courant. Par contre, les tensions s'exerçant sur le cordage sont relativement importantes. Les risques de rupture ainsi que de dérapage des corps-morts ne sont pas négligeables en cas de forts courants.

C'est la force de traînée sur la ligne de mouillage qui influence le plus le comportement du DCP. Si les professionnels souhaitent que leurs DCP ne coulent pas, il convient d'optimiser le rapport entre le diamètre du cordage et la flottabilité de la tête. Ce rapport est étroitement lié à la résistance des matériaux utilisés. Afin de définir le DCP optimal, il serait nécessaire de mieux connaître les conditions et profils de courant existant sur les zones d'implantation des dispositifs. Il serait également souhaitable de savoir si les poissons abandonnent le DCP à partir d'une certaine vitesse de courant. Si c'est le cas, il serait inutile de vouloir maintenir les DCP en surface au-delà de cette vitesse critique. Des enregistrements vidéo effectués sous les DCP en Martinique, montrent des petits poissons pélagiques en situation de nage très active pour maintenir leur agrégation malgré la force du courant. Bien que cela n'ait pu être observé directement, il apparaît fortement probable que la dépense énergétique induite par cette nage conduise ces poissons à abandonner le dispositif lorsque le courant persiste sur une longue durée.

Deux grandeurs caractéristiques intéressantes ressortent de ces simulations :

- Le rayon d'évitage d'un DCP profond est toujours très grand, une bonne approximation de ce rayon est obtenue par la formule simple suivante :  $R = \sqrt{L^2 - P^2}$

avec L, longueur de la ligne de mouillage et P, la profondeur au point de mouillage ;

- La tension du cordage sous la tête atteint un seuil égal à la flottabilité nette de la tête. Même si la tension au fond est légèrement supérieure à ce seuil lors des immersions, cette grandeur peut toutefois constituer un point de repère lors du choix du cordage à utiliser (résistance à la rupture).

### **Recommandation pour la fabrication, la maintenance et la protection des DCP**

---

Les DCP tels qu'ils sont conçus actuellement en Martinique résultent d'une expérience de plusieurs années. Ils sont destinés à répondre au besoin actuel des professionnels qui souhaitent développer des structures collectives dont ils veulent assurer la gestion. Le coût est donc pris en compte ainsi que le balisage obligatoire ou l'impératif de durée que

souhaitent les professionnels. Ce type de DCP ne convient pas nécessairement à tous les cas de figure (DCP expérimentaux instrumentés, DCP privés). Des modifications peuvent y être apportées pour répondre à certains besoins ou en raison d'indisponibilité de certains matériels. Leur évolution ne doit pas être freinée.

Toutefois, il serait dommage qu'à chaque nouvelle proposition l'expérience acquise ne soit pas prise en compte. Ceci est particulièrement vrai lorsqu'il s'agit de DCP opérationnels, reproduits en plusieurs exemplaires et dont dépendent les revenus de nombreux pêcheurs. Il serait donc souhaitable que toute amélioration soit testée avant d'être appliquée à l'ensemble ou à plusieurs DCP opérationnels. La fixation de dispositifs concentrateurs, différents de ceux existants, a par exemple été observée sur plusieurs DCP opérationnels de la Martinique. Leur résistance au courant, très différente de celle des bâches habituellement utilisées, peut entraîner la perte du DCP. De même, la fixation sur le cordage, si elle n'est pas faite correctement, peut provoquer l'usure et la rupture de celui-ci.

Le choix des composants du DCP ne doit pas être négligé, en particulier pour le matériel de la tête. Le DCP subit des agressions de différentes natures appelées ci-après :

- exposition aux rayons du soleil (effet des ultraviolets) ;
- forces dues aux actions du vent, du courant et de la houle ;
- pression lors des immersions des DCP ;
- effets des engins de pêche accrochés accidentellement dans les DCP.

En Martinique, le montage des DCP est réalisé par les professionnels eux-mêmes à l'occasion de séances de travail organisées par le comité régional des pêches. La présence de professionnels qualifiés, chargés de la vérification minutieuse des montages réalisés, paraît indispensable. Les pertes de DCP causées par des bateaux sont relativement importantes, surtout sur la côte caraïbe de la Martinique. Seuls un balisage correct et une information des usagers de la mer peuvent permettre de réduire ces pertes accidentelles. La définition des zones définitives d'implantation des DCP permettrait de porter leurs positions et leur cercle de déplacement sur les cartes et documents nautiques officiels. Une telle disposition est indispensable dans les secteurs où le trafic maritime est important.

La maintenance des DCP est indispensable à leur pérennité. La vérification fréquente des parties supérieures des DCP doit être faite pour éviter leur perte par des usures imprévues ou des coupures accidentelles. Le changement régulier des têtes doit également être prévu. La récupération du matériel en bon état est possible, elle réduit d'autant le coût de ces opérations.

Sans un enregistrement rigoureux et régulier de tous les événements et interventions sur chaque DCP, il est difficile de comprendre les causes de pertes de ces derniers et surtout de savoir comment intervenir pour les prévenir. La nécessité de mettre en place un suivi est d'autant plus grande que le nombre de DCP à gérer est important. Le traitement sta-

tistique des données de suivi d'un parc opérationnel de DCP peut permettre de hiérarchiser les causes des pertes et d'identifier les actions à entreprendre pour en réduire les effets.

## Prospectives

---

Du point de vue du coût et de la durée de vie des DCP, les progrès les plus importants sont à attendre, à court terme, de la mise en œuvre de plan de maintenance, d'une part, et d'information des professionnels et des navigateurs, pour éviter les ruptures accidentelles, d'autre part. Il est certain que beaucoup d'avancées techniques viendront des entreprises spécialisées dans les mouillages et la fabrication de matériel. L'emploi de matériaux à prix abordable, résistant mieux à l'abrasion, à la pression et aux rayons ultraviolets, est de nature à rallonger sensiblement la durée de vie des DCP. La fabrication et la vente de têtes de DCP « intégrées », conçues de telle sorte que les points d'usure soient réduits au mieux, seraient un moyen de pallier l'irrégularité d'une fabrication artisanale non spécialisée. La prise en compte, lors de la fabrication de ces têtes, d'aspects ergonomiques destinés à réduire le coût de la maintenance et les risques d'accident lors des interventions, est une voie de progrès nécessaire. Une amélioration du balisage nocturne est par exemple indispensable. Les lampes actuellement disponibles pour le balisage des DCP ne répondent pas aux exigences souhaitées. Compte tenu du type de dispositif mis en œuvre en Martinique, c'est dans la gamme des feux de pêche que sont choisies les balises nocturnes des DCP. Or, leur résistance à la pression est insuffisante et leur portée ainsi que leur autonomie gagneraient à être augmentées. L'intégration de la lampe en tête de mât de signalisation permettrait de remédier aux difficultés de fixation de celle-ci.

Des réflexions sur la nature, le nombre, la forme ou la position des dispositifs concentrateurs n'ont pas encore été beaucoup avancées ni formalisées en Martinique. Beaucoup de professionnels vantent les vertus de la feuille de coco. D'autres estiment que le fait de placer les dispositifs près de la surface favorise la remontée du poisson. Le nettoyage ou non du dispositif concentrateur pour un meilleur effet attractif sur les poissons est discuté par les professionnels. Les premiers DCP posés en région caraïbe étaient conçus avec des nasses destinées à abriter les petits poissons qui étaient supposés attirer les plus gros. Dans certaines régions du monde, les DCP ne comportent plus du tout de matériel attractif et fonctionnent très bien. Tous ces éléments gagneraient à être étudiés et un approfondissement de ce sujet apporterait des réponses à cette préoccupation des professionnels.

À l'avenir, il est probable que la demande des professionnels et des aménageurs sera formulée d'une toute autre façon. Par exemple, lorsque l'expérience des DCP sera suffisamment avancée pour savoir où les placer pour maximiser les prises, combien en mettre, à quelle distance les uns

des autres, etc., il pourra être envisagé de mouiller des DCP plus coûteux à durée de vie longue. Mais, on ne dispose pas encore d'informations suffisantes pour s'engager, dès à présent, dans ce type de démarche. En allant trop vite, le risque serait de figer les choses à un moment où la réflexion n'a pas été menée jusqu'à son terme. Les professionnels de la pêche perdraient alors la maîtrise du développement durable de cette nouvelle activité et risqueraient de ne plus y contribuer aussi efficacement que maintenant. L'expérience des uns et des autres, ainsi que des échanges entre pêcheurs professionnels, fabricants de matériel et scientifiques sont encore nécessaires pour améliorer les DCP afin qu'ils répondent encore mieux aux attentes de la profession.

### **Références bibliographiques**

- Girardeau J.-P., 1993. Calm, conception assistée des lignes de mouillages (version 3.5). Laboratoire de physique des océans, université de Bretagne occidentale, 30 p.
- Priour D., Lebeau A., 1999. Dynaline. Ifremer Brest, direction de la technologie marine et des systèmes d'information (Tmsi).
- Rageot O., 1996. Logiciel d'aide à la conception des DCP. Rapport interne d'avancement de projet. Ifremer Martinique, laboratoire ressources halieutiques (Drv/rh), 23 p.
- Repecaud M., Mortreux S., Depuydt A., 1998. Dispositifs concentrateurs de poissons. Rapp. Intern. Ifremer DITI/GO/TP/RST/96-071.
- Taquet M., Gervain P., Lagin A., 1998a. Récupération de DCP perdus à 2000 m de profondeur. Bull. CPS, 3, 30-35.
- Taquet M., Guillou A., Rageot O., Maguer C., Lagin A., 1998b. Grands pélagiques : biologie et optimisation de l'exploitation dans les eaux proches de la Martinique. Ifremer-Conseil régional de la Martinique. Rapp. Fin., 96/241, 82 p.