

CAMPAGNE SEAMEWE 2 :
 RECONNAISSANCE DE TRACE DE CABLE SOUS-MARIN DANS L'OCEAN INDIEN

 G.A. Auffret*, M. Bertron+, A. Butin+, J.F. Bourillet*, H. Pellé*,
 Ph. Saget*, D. Carré*, J. Quentel*, N. Uchard*, M. Louzaouen++,
 A. Le Bot++, C. Pichocki+++, P. Vaillant+++

 (*) Département Géosciences Marines, IFREMER/Centre de Brest, BP 70,
 29263 Plouzané

(+) DTRE

(++) GENAVIR

(+++) Université de Bretagne Occidentale (Brest).

I. DEROULEMENT DE LA CAMPAGNE

La campagne SEAMEWE 2 constituait la deuxième partie des travaux effectués par le CNEXO pour le compte des PTT (DTRE : Direction des Transmissions et Réseaux Extérieurs). Au cours de cette mission d'une durée de 12 jours (appareillage de Djibouti le 30 Décembre 1983 à 07H35 GMT et arrivée à Colombo le 11 Janvier 1984 à 04H00 GMT. le N/O Jean Charcot a effectué la reconnaissance du tracé d'un câble sur une distance de l'ordre de 2 300 milles (fig. 1). Cette reconnaissance a été effectuée au moyen du sondeur multifaisceaux et du sondeur de sédiment 3.5 KHz, le magnétisme et la gravimétrie ont été également enregistrés sur la quasi totalité du parcours. La température du fond a été mesurée en quelques stations à l'aide de thermomètres à renversement et de sonde Sippican pour les profondeurs inférieures à 1400 m, l'immersion étant contrôlée grâce à un pinger. Sur le parcours du câble, des levés comportant plusieurs passages ont été effectués dans les zones à topographie complexe :

- ride d'Alula-Fartak à la sortie du golfe d'Aden,
- fracture d'Owen (trois secteurs)
- ride des Maldives
- ride de l'Inde
- pente continentale de Colombo.

II. OBJECTIFS ET METHODES

L'objectif de la reconnaissance précédant la pose d'un câble est de contrôler la topographie et la "nature du fond" le long du tracé prévu.

La précision de la navigation est la première condition à remplir pour un tel objectif. L'écart maximum souhaité par rapport à la route prévue est de 1 mille.

La liste des documents édités est résumée dans le tableau 1, (voir plan de navigation dans l'Atlas). une figure d'assemblage et les levés détaillés figureront dans l'Atlas.

Les pentes longitudinales et transversales critiques pour la pose du câble sont de 14° et 6° respectivement. La température de l'eau de fond doit être contrôlée car elle influe sur les performances de l'électronique des répétiteurs qui jalonnent le câble. Nous avons utilisé deux méthodes : les thermomètres à renversement et les sondes Sippican qui fournissent un profil continu des températures en fonction de la profondeur, celle-ci étant limitée à un maximum de 1400 m.

La nature du substratum roche ou sédiment est déterminée à partir du 3.5KHz. La correspondance entre les faciès acoustiques et la nature du substratum a été établie à partir des correspondances ci-dessous :

Faciès 1 : Réflecteur unique et distinct (plateau = sable) ou réflexion unique et distinct ou ré-

fecteurs multiples intersectant le fond topographique, (bassin = roches ou sédiment indurés)

Faciès 2 : Réflecteur superficiel prolongé (fond sédimentaire, sable vaseux).

Faciès 3 : Réflecteurs superficiels et profonds (fond sédimentaire, vase ou boue).

Faciès 4 : Couverture sédimentaire perturbée (failles ou glissements).

III. RESULTATS

1. Température

- Neuf mesures ont été réalisées : trois profils Sippican dans le golfe d'Aden : Si 02, Si 03, Si 13,
- Quatre mesures au moyen de thermomètre à renversement (BH 15 à 18) dans le bassin d'Arabie et deux mesures Sippican aux approches de Colombo (Si 19, Si 20).

2. Profils 3.5 KHz

La qualité de la navigation est dépendante de la fréquence des passages de satellite. Le nombre de ces passages a varié entre un minimum de 8 et un maximum de 17 pendant la durée de la campagne. L'intervalle de temps entre deux acquisitions a néanmoins pu atteindre sept heures. Les arrêts pour stations hydrologiques ont provoqué une détérioration de la qualité de la navigation. L'écart maximum a pu atteindre 5N dans un cas exceptionnel. En quasi permanence, l'écart entre la position du Jean Charcot et le tracé prévu était inférieur à 1 mille, et donc au couloir couvert par le multifaisceau dont la largeur est voisine des 2/3 de la profondeur. Les observations réalisées sont présentées chronologiquement dans le tableau 2 joint.

3. Levé topographique (voir cartes dans l'Atlas)

a) Ride d'Alula-Fartak

Le levé a été réalisé dans de bonnes conditions, la pente de la ride entre 2100 et 2300 m est orientée Nord-Ouest Sud-Est parallèlement à la zone de fracture Alula-Fartak.

A 56°20 Est, un mont sous-marin non cartographié a été rencontré. Le levé réalisé a montré l'existence d'un fossé orienté N 120° subparallèle à la ride Sheba Est ; Ce fossé est intersecté à l'Est par une autre ride d'amplitude modéré d'orientation N 135° à N 160°.

A 56°50, un autre fossé orienté N 135° est présent, il est également intersecté par une ride orientée N 135°.

b) Zone de fracture Owen

La navigation est bonne, néanmoins les contours ont du être interpolés à l'Ouest entre les trois couloirs. L'existence d'un passage suggéré par les levés antérieurs est confirmée. Il s'agit là d'un passage privilégié dans un contexte topographique complexe.

c) zone Est-Owen

La navigation est bonne, un ride orientée N 135° était présentée sur le tracé, une fosse plus nord a offert une solution.

d) "Chenal de huit degré".

Bonne navigation, néanmoins un offset de 0,5 N vers l'Est a été corrigé au niveau d'une colline abyssale vers 1950 m de profondeur. Une ride marquée a été rencontrée sur le tracé prévu; nous avons recherché et trouvé un passage au nord de la ride, orienté N40° et présentant un fond plat à 2050 m de profondeur.

e) Pente continentale de Colombo.

La navigation est bonne sur les longues passes orientées Est-Ouest. Elle est mauvaise sur les plus courtes, réalisées au niveau de la rupture de pente du plateau. Le décalage a été corrigé dans la partie orientale en se fondant sur la morphologie. Les contours ont du être interpolés entre les passes nord et sud.

La pente continentale supérieure

est activement disséquée par de nombreux canyons s'enracinant entre 500 et 200 m de profondeur au voisinage de la rupture de pente. Les ravins ou chutes tendent à diverger vers la base de la pente, les interfleuves deviennent donc de plus en plus étroits vers le haut de la pente, leur largeur y étant comprise entre 1 et 2 km.

Bibliographie

J. Ali-Khan , 1977. Some hydrographical features of the gulf of Aden. Meeresforsch, 25, p. 1-22.

J.R. Cochran, 1981. The gulf of Aden : structure and evolution of a young ocean basin and continental margin. J. Geophys. Res., 86, p. 263-287.

J.R. Cochran, 1981. Simple models of diffuse extension and the pre-seafloor spreading development of the continental margin of the Northeastern gulf of Aden. Oceanol. Acta, SP, p. 155-165.

J.R. Curray et D.G. Moore, 1974. Sedimentary and tectonic processes in the Bengal deep sea fan and geosyncline. In Geology of continental margins, p. 617-627.

R.W. Girdler, C. Brown, D.J.M. Noy et P. Styles, 1980. A geophysical survey of the westernmost gulf of Aden. Phil. Trans. Roy. Soc. London, A, 298, 1434, p. 1-43.

R.N. Harbison, B.G. Bassinger, 1973. Marine geophysical study off western India. In J. Geophys. Res. USA, vol. 78, n° 0002, p. 432-440.

A.S. Laughton, R.B. Whitmarsh et M.T. Jones, 1970. The evolution of the gulf of Aden. Phil. trans. Roy. Soc. London, A, p. 227-266.

Orgon IV, 1981. Géochimie organique des sédiments marins profonds. Golfe d'Aden, mer d'Oman, novembre 1978. Edition du CNRS, 547 p.

D.G. Roberts, et R.B. Whitmarsh, 1969. A bathymetric and magnetic

survey of the gulf of Tadjoura, Western gulf of Aden. Earth Planet. Sci. Lett., 5, p. 253-258.

K.S. Rodolfo, 1968. Sediments of the Andaman basin, northeastern india ocean. In Marine Geology 7(1969), p. 371-402.

K.S. Rodolfo, 1969. Bathymetry and marine geology of Andaman basin and tectonic implications for southeast Asia. In geol. Soc. Am. Bull., 80, p. 1203-1230.

R. Schlich, 1975. Structure et age de l'océan Indien occidental. Mémoire hors série, n° 6 de la Soc. Geol. de France.

S.H.O.M., 1974. Instructions Nautiques : mer Rouge et golfe d'Aden. Paris.

Publications

Rapport CNEXO - Contrat DTRE relatif au projet Seamewe (non diffusé). Section C Colombo-Djibouti.

I. CRUISE OUTLINE AND OBJECTIVES

Cruise Seamewe 2 has been devoted to the survey of the projected track of a telecommunication cable on a distance of approximately 2300 miles between Djibouti and Colombo (Fig. 1).

Supplementary data relevant to Djibouti approaches (side scan survey) and their areas were obtained during Leg 1 of Seamewe. The survey involves the seabeam for bathymetry and a mud penetrator 3.5 KHz with a correlator for determination of the acoustic character of the sea floor. Magnetism and gravimetry have been also recorded on most of the surveyed tracks.

The near-bottom water temperature had also to be checked in a number of stations. Detailed bathymetric surveys were planned in five areas :

- . The Alula-Fartak ridge, at the eastern side of the Aden Gulf
- . The Owen Fracture Zone (3 areas)
- . The Laccado-Maldives Ridge (Eight degree channel)
- . The Dekkan Ridge
- . The Continental slope off Colombo.

On December 30th, 1983 at 07.35 UT, R/V Jean Charcot left Djibouti harbour for Leg 2 of the Seamewe cruise, under command of Captain A. Girard.

The track lines and detailed survey areas and the list of edited maps are summarized in table 2. Thus, with the exception of two non-expected areas (Pre-Owen and a seamount in the Arabian Basin) where obstacles were encountered, the previous plan has been followed.

For each case, the seabeam survey has allowed us to find a passage even in such complex topographic situation, as the Owen Fracture zone, the Eight Degree Channel and the Colombo continental slope.

II. RESULTS

1) Bathymetry

The edited documents are listed in table 2. They included 67 sheets corresponding to single passage, and 8 maps of surveyed areas. These are the following :

- The Alula-Fartak slope at water depths ranging from 2300 to 2100 m exhibits a NW-SE trend parallel to the Alula-Fartak Fracture Zone.

-At 56°20 E, an unmaped seamount was encountered, the survey point to the existence of trough oriented N 120° i.e : sub-parallel to the East-Sheba ridge ; this trough is intersected to the East by an other ridge of moderate amplitude trending N 135° to N 160°.

-At 56°50, another trough oriented N 135° is present; it is also intersected by a ridge, N 135°. The extension of this ridge at its northwestward side has not been surveyed due to time constraint.

-Owen Fracture Zone : the existence of a pass, the presence of which was suggested by the available map has been confirmed ; it has been precisely surveyed and offers an unique passage in this otherwise very rugged area.

-East-Owen : a N 135° ridge has been encountered on the projected track ; the survey allows us to find a related trough to the north.

-Eight Degree Channel : a pronounced ridge was encountered on the projected track ; we surveyed this ridge while proceeding north in order to find its termination. The survey finally enabled us to recognize a passage trending N 40° with a nearly flat floor at 2055 m across the ridge.

-Colombo continental slope : the upper continental slope is highly dissected by a number of canyons heading between 500 and 200 m near the shelf break. There is a down-slope pattern of diverging channels. The intercanyon areas thus are getting narrow as one goes up slope and ended in aprons 1 to 3

km wide near the shelf break. In spite of their narrowness, these aprons may be the best area to lay down the cable.

- 2) Vertical profiles and mud penetrator (plates 1 and 2).

Example of different facies are illustrated in Plate 1 and 2.

- 1A) Aden Gulf, sedimentary ridge, draped sediment. Some suggestion of past instabilities.
1B) Alula-Fartak Ridge. Sedimentary plateau affected by fault like features.
1C) Arabian basin, distal indus deep-sea fan, subbottom reflectors showing a relatively good lateral continuity on both side of the Channel.
1D) Arabian Basin, basement ridge (?).
1E) Arabian basin, basement ridge (?).
1F) Est Arabian basin, sedimentary plateau. The sediments of which appear to have been affected by tectonic.
2A) Laccados-Maldives Ridge. Sedimentary basin possibly affected by tectonic.
2B) Laccados-Maldives Ridge. Rugged area, probably of sedimentary nature notes the draping of a few metres of sediment on top of the crest.
2C) Eastern flank of the Laccados-Maldives Ridge showing a faulted block with sedimentary draping and an abrupt transition with the basin.
2D) Dekkan Ridge. Sedimentary slope, exhibiting draping sediment.
2E) Colombo slope, shelf break and external shelf.
2F) Colombo internal shelf transition from muddy sand to sand at about 35 water depth.

2) temperatures

Nine measurements of bottom water temperature have been performed :

- Three Sippican launches in the Gulf of Aden (S2 Si 002, S2 Si 003, S2 Si 013).

- Four thermometer measurements in the Arabian basin and two Sippican launches in front of Colombo. The results of these measurements are summarized in table 4, where we have also reported the range (minimum - maximum) and the mean of published measurements. Except for S₂ Si 003 (+ 0.5°C), S₂BH015 (+ 0.4°C), S₂BH 018 (+ 0.1°C). The measured temperatures are included in the expected ranges.

TABLEAU 1

ZONE	NAVIGATION	BATHYMETRIE	DOCUMENT	LEVE DETAILLE	ECHELLE
<u>Golfe d'Aden</u>				Approches de Djibouti	1/ 50 000 UTM
A	1/100 000 UTM	1/100 000 UTM	I, II		
B	"	"	II, III		
C	"	"	III, IV		
D	1/250 000 Merc.	1/ 50 000 Merc.	13 to 15		
E	"	"	16 to 20		
F	"	"	21, 22, 25	Ride Alula-Fartak	1/100 000 Merc.
<u>Est-Océan Indien Est</u>					
G	1/250 000 Merc.	1/ 50 000 Merc.	26 to 29		
H	"	"	30 to 33		
J	"	"	36 to 38	Pré-Owen Ouest-Owen Zone de fracture Owen	1/100 000 Merc. " "
<u>Bassin d'Arabie</u>					
K	1/250 000 Merc.	1/100 000 Merc.	41, 43, 45	Est-Owen	1/100 000 Merc.
L	"	"	46 to 49		
M	"	"	50 to 53		
N	"	"	54 to 57		
O	"	"	58 to 61		
P	"	"	62 to 65		
<u>Ride des Maldives</u>					
Q	1/250 000 Merc.	1/100 000 Merc.	66 to 69	Chenal de huit degré	1/100 000 Merc.
R	"	1/ 50 000 Merc.	70, 71, 75		
<u>Bassin de Dekkan</u>					
S	1/250 000 Merc.	1/ 50 000 Merc.	76 to 79		
T	"	"	80 to 83		
U	"	"	84 to 86	Pente de Colombo	1/100 000 Merc.
<u>TOTAL</u>	20		67		8

TABLEAU 2

DATE	HEURES	OBSERVATIONS
30.12 1983	08.31 - 09.30	Plateau
	9.45	Bande corollien
	09.45 - 13.39	Pente envasée
	13.39 - 20.30	Mesures de températures dans le golfe de Tadjura
	20.30 - 24.00	Pente envasée
31.12 1984	00.00 - 00.30	Pente envasée
	00.30 - 02.15	Sédiment apparemment faillé
	02.15 - 04.00	Drapage
	04.00 - 06.00	Pente-bassin-pente (les sédiments du bassin ne sont pas perturbés)
	06.00 - 07.15	Ride sédimentaire
	07.15 - 10.15	Remplissage de bassin (gravitaire ?)
	10.15 - 12.00	Ride, la couverture sédimentaire de la pente orientale est apparemment faillée
	12.00 - 12.45	Bassin à comblement non perturbé
	12.45 - 14.30	Ride sédimentaire, la pente orientale est apparemment faillée
	14.30 - 16.00	Bassin à comblement non perturbé
	16.00 - 18.00	Ride sédimentaire
	18.00 - 19.00	Bassin à comblement perturbé
	19.00 - 21.00	Ride sédimentaire (planche 1A)
21.00 - 24.00	Plateau sédimentaire apparemment affecté par des failles	
01.01. 1984	00.00 - 08.30	Plateau sédimentaire. La continuité de la couverture sédimentaire est faible
	08.30 - 22.30	zone d'Alula-Fartak (planche 1B)
	22.30 - 24.00	Plateau sédimentaire apparemment affecté par des failles
02.01. 1984	00.00 - 08.30	Plateau sédimentaire, continuité latérale faible
	08.30 - 16.30	Pente présentant une couverture perturbée
	16.30 - 21.45	Bassin, remplissage superficiel sableux
	21.45 - 23.45	Ride sédimentaire affectée par failles ou socle océanique
	23.45 - 24.00	Bassin avec réflecteur profond
03.01. 1984	00.00 - 00.15	Bassin avec réflecteur profond
	00.15 - 00.55	Mont sous-marin
	00.55 - 03.22	Levé de la zone "pré-Owen"
	03.22 - 05.30	Pente sédimentaire, dépôt perturbé
	05.30 - 11.02	Levé de la zone Ouest-Owen
	11.02 - 12.00	Ride de socle ?
	12.00 - 13.00	Bassin, remplissage perturbé
	13.00 - 14.25	Ride de socle ?
	14.25 - 21.49	Levé de la zone de fracture Owen
	21.49 - 23.30	Bassin sédimentaire avec réflecteurs profonds
	23.30 - 24.00	Ride de socle ?

.../...

DATE	HEURES	OBSERVATIONS
04.01. 1984	00.00 - 03.37	Levé de la zone Est-Owen
	03.37 - 04.30	Ride de socle avec couverture sédimentaire Possibilité d'affleurement du socle
	04.30 - 17.45	Eventail distal de l'Indus. Réflecteurs profonds avec relativement bonne continuité horizontale en dehors des traversées de chenaux (12H15, 15H50, ...) -planche 1C-
	17.45 - 18.30	traversée d'un système classique de levées chenaux surélevés
	18.30 - 18.40	Colline abyssale surélevée de 200 m par rapport au fond marin
	18.40 - 24.00	Bassin, pénétration acoustique faible, (chenal à 23H30)
05.01. 1984	00.00 - 24.00	Bassin, réflecteurs internes montrant une continuité latérale relativement bonne (chenaux traversés à 7H45, 10H00, 12H45, 13H30, 13H45, 18H00, 20H30, 23H30).
06.01. 1984	00.00 - 03.15	Bassin avec réflecteurs internes, chenal à 2H00 (Planche 1D)
	03.15 - 03.52	Ride de socle (Planche 1E)
	03.52 - 6.29	Levé bathymétrique
	06.29 - 15.00	Bassin : pénétration acoustique faible, (chenal à 12H30)
	15.00 - 21.00	Bassin : réflecteurs profonds relativement continus
	21.00 - 22.15	Affleurement d'horizons sédimentaires anciens (Planche 1F)
	22.15 - 24.00	Pente sédimentaire, la couverture à la base de la pente semble avoir subi les effets d'une compression
07.01. 1984	00.00 - 03.30	Plateau sédimentaire ayant été apparemment affecté par la tectonique (Planche 2A)
	03.30 - 10.07	Plateau sédimentaire surélevé de 300 mètres par rapport au plateau précédent. Le faciès d'hyperboles suggère une rugosité importante du fond à l'échelle de la centaine de mètres qui pourrait être en relation avec l'activité tectonique et/ou une érosion par les courants
	10.07 - 12.28	Levé bathymétrique
	12.28 - 16.15	Pente sédimentaire, topographie accidentée (Planche 2 B)
	16.15 - 17.58	Plateau sédimentaire, topographie plus calme mais continuité latérale des réflecteur faibles
	17.58 - 24.00	Levé bathymétrique du Chenal des "huit Degré"
08.01. 1984	00.00 - 09.07	Poursuite du levé
	09.07 - 12.15	Pente sédimentaire, topographie accidentée (Planche 2C)
	12.15 - 21.15	Bassin sédimentaire, réflecteurs profonds relativement continus
	21.15 - 24.00	Pente sédimentaire, topographie accidentée

DATE	HEURES	OBSERVATIONS
09.01. 1984	00.00 - 02.00	Idem
	02.00 - 08.37	Plateau sédimentaire, réflecteurs profonds avec continuité latérale relativement bonne
	11.12 - 24.00	Pente sédimentaire, topographie caractérisée par des ondulations d'amplitude modérée. Instabilité éventuelle à la base de la pente (21H15-23H00) -Planche 2D-
10.01 1984	00.00 - 04.45	Plateau sédimentaire, réflecteurs profonds avec continuité latérale relativement bonne
	04.45 - 06.30	Traversée d'une fosse profonde de 300 m
	06.30 - 08.30	Pente sédimentaire douce, présence de réflecteurs profonds
	08.30 - 10.57	Pente sédimentaire, absence de réflecteurs internes, possibilités de dépôts gravitaires.
	10.57 - 24.00	Levés bathymétriques de la pente de Colombo
11.01 1984	00.00 - 00.17	Idem
	00.17 - 04.00	Plateau continental externe, sable vaseux (planche 2E) - Recif ou affleurement à 00H44 plateau interne sableux (Planche 2F).



