

RECUEIL de TRAVAUX

COLLECTED REPRINTS

N° 4

Adresse : CENTRE ORSTOM — B. P. 4 — NOUMÉA — NOUVELLE-CALÉDONIE (NEW CALÉDONIA)

SOMMAIRE

contents

(* Contributions with English Abstract)

- Informations sur l'activité du laboratoire en 1971 (*Progress Report for 1971*).
- Carte des croisières du N.O. « CORIOLIS » en 1971 (*Cruises of R.V. « CORIOLIS » 1971*).
- * 68. DONGUY, J.R., C. OUDOT et F. ROUGERIE - Circulation superficielle et subsuperficielle en mer de Corail et à 170° E. (*Superficial and subsuperficial circulation in the Coral sea and at 170°E.*)
- * 69. HISARD, P. et P. RUAL - Courant équatorial intermédiaire de l'Océan Pacifique et contre-courants adjacents. (*Intermediate Equatorial current and contiguous countercurrents in the Pacific Ocean*).
- * 70. LEGAND, M. et J. RIVATON - Cycles biologiques des poissons mésopélagiques dans l'Est de l'Océan Indien. IV. Variations de répartition de 7 espèces. Synthèse des divers cycles décrits (*Biological cycles of mesopelagic fishes in the East Indian Ocean. IV. Variations in the repartition of 7 species - General synthesis on cycles*).
- 71. GUEREDRAT, J.A. - Note sur les migrations nyctémérales de *Labidocera acutifrons* (Crustacé - Copépode). (*Note on the diurnal migrations of Labidocera acutifrons. Crustacea. Copepoda*).
- 72. DONGUY, J.R. et H. ROTSCHI - Sur un courant Est dans le Pacifique central tropical Sud. (*An eastward countercurrent in the Central south Tropical Pacific*).
- * 73. DONGUY, J.R. - Observations de surface le long des lignes de navigation dans la partie ouest de l'Océan Indien. (*Surface observations along navigation lines in the Western part of the Indian Ocean*).
- 74. DONGUY, J.R. et B. PITON - Aperçu des conditions hydrologiques de la partie Nord du Canal de Mozambique. (*Hydrological conditions in the northern part of the Madagascar Channel*).
- 75. GRANDPERRIN, R. et A. MICHEL - Emploi du chalut pélagique Isaacs-Kidd 10 pieds dans les eaux équatoriales du Pacifique. (*Use of the 10-foot Isaacs-Kidd Midwater Trawl in the equatorial waters of the Pacific*).
- 76. FOURMANOIR, P. - Notes Ichtyologiques. I. (*Ichthyological notes. I.*).
- 77. REPELIN, R. - *Phronimidae* du bassin Indo-Australien (Amphipodes Hypérides). Cycle génital et répartition saisonnière. Relations quantitatives et écologiques. (*Phronimidae from the Indo-Australian Basin (Hyperideae. Amphipoda). Genital cycle and seasonal repartition. Quantitative and ecological relationships*).
- * 78. MICHEL, A. - Larves pélagiques et post-larves du genre *Odontodactylus* (Crustacés : Stomatopodes) dans le Pacifique Tropical sud et équatorial. (*Pelagic larvae and post-larvae, genus Odontodactylus (Crustacea : Stomatopoda) in the south-west Tropical and equatorial Pacific Ocean*).
- 79. GRANDPERRIN, R. et M. LEGAND - Contribution à la connaissance des *Alepisaurus* (Pisces) dans le Pacifique équatorial et sud-tropical. (*Contribution to the knowledge of Alepisaurus (Pisces) in the equatorial and south-Tropical Pacific Ocean*).
- 80. FOURMANOIR, P. - Notes Ichtyologiques II. (*Ichthyological notes II.*) (English Abstract in Contribution n° 76).

- 81 MICHEL, A. - Larves pélagiques et post-larves du genre *Lysiosquilla* (Crustacés Stomatopodes) dans le Pacifique Tropical sud et équatorial. (*Pelagic larvae and post-larvae, genus Lysiosquilla* (Crustacea : Stomatopoda) in the south-west tropical and equatorial Pacific Ocean).
82. RANCUREL, P. - Les contenus stomacaux d'*Alepisaurus ferox* dans le Sud-ouest Pacifique (Céphalopodes). (*Stomach contents of Alepisaurus ferox caught in the south-west Pacific Ocean* (Cephalopoda).
- 83 MICHEL, A. et R. GRANDPERRIN - Traitement des récoltes micronectoniques. (*Treatment of micronekton collections*).
84. MICHEL, A. and R.B. MANNING - A new *Austrosquilla* (Stomatopoda) from the Marquesas Islands (In English).
85. GUEREDRAT, J.A. - Evolution d'une population de Copépodes dans le système des courants équatoriaux de l'Océan Pacifique. Zoogéographie, écologie et diversité spécifique. (*Evolution of a Copepod population in the Pacific Ocean equatorial currents system. Zoogeography, ecology and specific diversity*).
86. ROGER, C. - Distribution verticale des Euphausiacés (Crustacés) dans les courants équatoriaux de l'Océan Pacifique. (*Vertical distribution of euphausiids (crustaceans) in the equatorial currents of the Pacific Ocean*).

ABSTRACTS

(In English)

87. ROGER, C. - *Euphausiids of the Equatorial and South Tropical Pacific Ocean : Zoogeography, Ecology, Biology and Trophic relationships*. Ph. D., 1971.
88. JARRIGE, F. - *Temperature inversions in the Equatorial Pacific*. International Symposium on the oceanography of the South Pacific. Wellington 9-15 Feb. 1972.
89. COLIN, C., P. HISARD and P. RUAL - *Currents at the Equator in the Western Pacific Ocean. Evolution between 140°W and 140°E - Wind influence*. International Symposium on the oceanography of the South Pacific. Wellington 9-15 Feb. 1972.
90. DONGUY, J.R., C. HENIN and P. HISARD - *Preliminary report of the Coriolis cruise north of New Guinea in January-February 1971*. International Symposium on the oceanography of the South Pacific - Wellington 9-15 Feb. 1972.
91. DONGUY, J.R., C. HENIN, F. ROUGERIE and A. LE CORVAISIER - *Surface conditions in the South Tropical Pacific from Australia to Polynesia* - International Symposium on the oceanography of the South Pacific - Wellington 9-15 Feb. 1972.
92. ROTSCHI, H. - *Hydrology at 170°E. in the South Pacific* - International Symposium on the oceanography of the South Pacific. Wellington 9-15 Feb. 1972.
93. OUDOT, C., P. RUAL and B. WAUTHY - *Mineralization south of the Equator in relation to equatorial fertility*. International Symposium on the oceanography of the South Pacific - Wellington 9-15 Feb. 1972.
94. REPELIN, R. - *On the ecology of the family Phronimidae* (Crustacea - Amphipoda) in the Western Pacific. International symposium on the oceanography of the South Pacific. Wellington 9-15 Feb. 1972.
95. LEGAND, M., P. BOURRET and A. MICHEL - *Micronekton in the Equatorial and Tropical South Pacific Ocean*. International Symposium on the Oceanography of the South Pacific - Wellington 9-15 Feb. 1972.
96. OUDOT, C. and F. ROUGERIE - *Nutrients in hydrological studies* - International Symposium on the oceanography of the South Pacific - Wellington 9-15 Feb. 1972.

97. GUEREDRAT, J.A. - *Influence of the equatorial divergence upon the zoogeography and vertical distribution of some bathypelagic copepods in the Pacific Ocean* - International Symposium on the oceanography of the South Pacific - Wellington 9-15 Feb. 1972.
98. FOURMANOIR, P. and P. RANCUREL - *Sharks of New Caledonia*. International Symposium on the Oceanography of the South Pacific - Wellington 9-15 Feb. 1972.
99. PAGES, J. - *An attempt to determine the time of death of catches during longline fishing*. International Symposium on the oceanography of the South Pacific. Wellington 9-15 Feb. 1972.
100. ROGER, C. - *Biological investigations on some important species of Euphausiacea (Crustacea) from the Equatorial and South Tropical Pacific*. International Symposium on the oceanography of the South Pacific. Wellington 9-15 Feb. 1972.
101. RANCUREL, P. - *Coastal benthic octopods (Mollusca - Cephalopoda) of New Caledonia*. International Symposium on the oceanography of the South Pacific - Wellington 9-15 Feb. 1972.
102. REPELIN, R. - *Amphipods consumed by longline pelagic fishes from the Western South Pacific*. International Symposium on the Oceanography of the South Pacific - Wellington 9-15 Feb. 1972.
103. LEGAND, M. and R. GRANDPERRIN - *Feeding habits of deep swimming tunas*. International Symposium on the Oceanography of the South Pacific - Wellington 9-15 Feb. 1972.
104. FRASER, T.H. and P. FOURMANOIR - 1971 - *The deepwater fish Scombrophryaena oceanica from the Caribbean sea, with comments on its possible relationships*. The J.L.B. Smith Institute of Ichthyology - Special publication n° 8 - 7 pp.
105. GUEREDRAT, J.A. - *Seasonal variations of specific diversity of Copepods in the Indian Ocean along the 110°E*. Symposium on Indian Ocean and adjacent seas - Cochin - India - 1971 - Contrib. n° 68 - Abstracts of papers p.39-40.
106. LEGAND, M., P. BOURRET, J.A. GUEREDRAT, A. MICHEL, R. REPELIN and C. ROGER - *Ecological aspects of the plankton and micro-nekton in the Eastern Indian Ocean*. Symposium on Indian Ocean and adjacent seas - Cochin - India - 1971. Contrib. n° 85 - Abstracts of papers p. 51-52.
107. JARRIGE, F. - *The use of the Bathysonde BISSET-BERMAN 9060* - International Marine Science Symposium - University of New South Wales - Sydney - Australia - 16-17 Aug. 1971.
108. HISARD, P., F. JARRIGE AND H. ROTSCHI - *Circulation in the Western equatorial and south-tropical Pacific ocean in relation to enrichment processes* - 12 th. Pacific Science Congress - Canberra - Australia - 18 Aug. - 3 Sept. 1971.
109. LEGAND, M., P. BOURRET, P. FOURMANOIR, R. GRANDPERRIN, J.A. GUEREDRAT, A. MICHEL, P. RANCUREL, R. REPELIN and C. ROGER - *On trophic relationships at higher levels of the food chain in the tropical Pacific ocean*. 12 th. Pacific Science Congress - Canberra - Australia - 18 Aug. - 3 Sept. 1971
110. RUAL, P. and F. JARRIGE - *Current measurements on board the R.V. «CORIOLIS» with self-recording Hydro Products currentmeters* - International Marine Science symposium - University of New South Wales - Sydney - Australia - 16-17 Aug. 1971
111. HISARD, P., B. WAUTHY and J. PAGES - *The organization of the last multidisciplinary cruise of R.V. «CORIOLIS»*. International Marine Science Symposium - University of New South Wales - Sydney - Australia - 16-17 Aug. 1971.

INFORMATIONS SUR L'ACTIVITE DU LABORATOIRE D'OCEANOGRAPHIE DU CENTRE ORSTOM DE NOUMEA EN 1971

1. Travail à la mer

L'année 1971 a été consacrée à deux objectifs :

- étude des répartitions verticales et de la nutrition (contenus stomacaux) des thons subsuperficiels dans le Pacifique Sud-ouest (zone Nouvelle-Calédonie - Nouvelles-Hébrides) : 7 croisières « DIAPHUS », faisant suite à celles de 1970, ont permis de réaliser 28 stations de Longue Ligne dans cette région.
- étude physico-chimique et dynamique des courants équatoriaux au nord de la Nouvelle-Guinée, et de l'influence de la renverse des vents à la mousson de nord-ouest sur la circulation superficielle et subsuperficielle : au cours des croisières « FOC 1 » et « FOC 2 », exécutées, la première pendant la mousson de nord-ouest, la seconde pendant la période d'alizé, ont été effectuées 4 coupes transéquatoriales de 4°N à 4°S sur 154°E, 150°E, 146°E et 142°E.

2. Recherches au laboratoire

En biologie, l'essentiel des recherches a porté, d'une part sur la définition des répartitions verticales des organismes macroplanctoniques et micronectoniques (analyse des croisières « CARIDE »), d'autre part sur l'étude des relations trophiques liant entre eux les éléments de ces faunes et de leur position dans les chaînes alimentaires qui conduisent aux thons. Ce programme a impliqué l'examen de très nombreux contenus stomacaux des principales espèces du macroplancton et du micronecton et de thons.

En physico-chimie, les travaux de laboratoire ont surtout consisté à exploiter les croisières de 1970 : « EPONITE » (cycle de reminéralisation de la matière organique), « CASSIOPEE » (circulation équatoriale dans le Pacifique Central), « DANAIDES » (circulation tropicale dans le Pacifique Central).

3. Prévisions pour 1972

Le N.O. « CORIOLIS », utilisé à des recherches géophysiques et minières (nodules), ne sera pas disponible avant le mois de Septembre. Deux croisières seulement ont par conséquent pu être programmées pour 1972 : la première (« DIAPHUS. 10 ») sera consacrée à l'étude de la répartition verticale du micronecton dans la zone de pêche au thon proche des Nouvelles-Hébrides, et à la mise en œuvre d'un chalut pélagique à alevins destiné à la capture des proies des thons qui échappent aux autres engins en raison de leur agilité ; la seconde (« GRACE ») étudiera les gradients au sein de la circulation équatoriale au Nord de la Nouvelle-Guinée, et sera effectuée conjointement par deux navires (N.O. « CORIOLIS » et « BOUSSOLE »).

4. Personnel ayant participé aux recherches en 1971

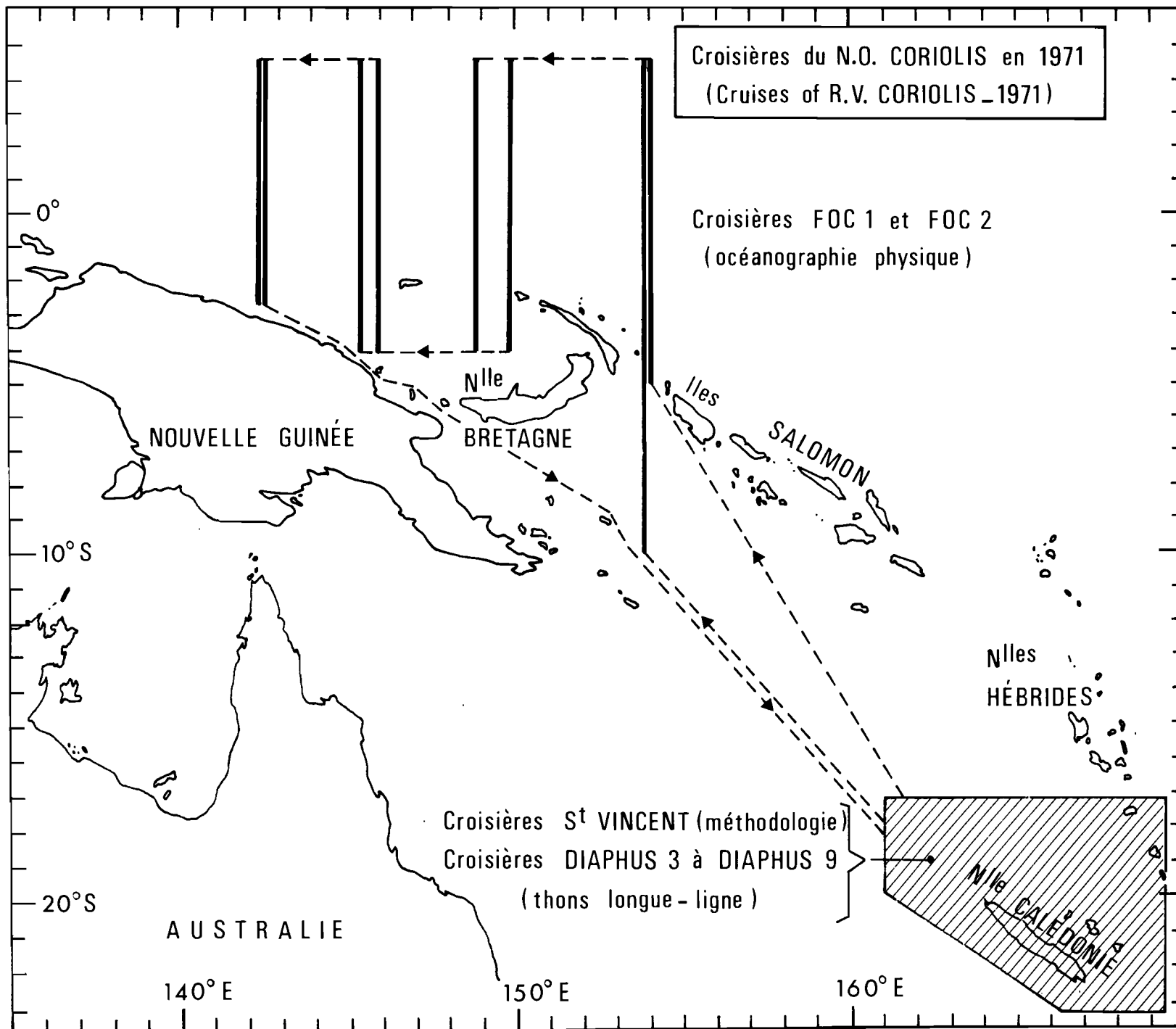
Océanographes Physiciens : H. ROTSCI (Responsabilité du programme), C. COLIN, J.R. DONGUY, C. HENIN, P. HISARD, F. JARRIGE, C. OUDOT, J.F. ROUGERIE, P. RUAL.

Océanographes Biologistes : M. LEGAND (Responsabilité du programme, poissons micronectoniques, thons), P. BOURRET (Larves de poissons), R. DESROSIERES (Phytoplancton), P. FOURMANOIR (Poissons littoraux), R. GRANDPERRIN (Méthodologie, Thons), J.A. GUEREDRAT (Copépodes), A. MICHEL (Méthodologie, Stomatopodes, larves de décapodes), J. PAGES (Bactériologie), P. RANCUREL (Céphalopodes), R. REPELIN (Amphipodes), C. ROGER (Euphausiacés), B. WAUTHY (Production primaire).

Techniciens : R. FRIESS, J. GARBE, C. HOFFSCHIR, P. LABOUTE, A. LE CORVAISIER, J. RIVATON, M. SICARD (Mme.), H. VELAYOUDON (Mme.).

5. Publications

Le présent Recueil rassemble toutes les publications du laboratoire parues depuis la sortie du précédent volume, soit sous forme de tirés à part, soit (notamment dans le cas de communications à des Congrès) sous forme de résumés en langue Anglaise (Abstracts).



CIRCULATION SUPERFICIELLE ET SUBSUPERFICIELLE EN MER DU CORAIL ET A 170°E

par J. R. DONGUY, C. OUDOT, F. ROUGERIE*

RÉSUMÉ

Les conditions de surface et de subsurface en Mer du Corail et à proximité de celle-ci ont été étudiées principalement en hiver austral 1956, en été austral 1960 et en été austral 1958. Ces conditions conduisent à une schématisation en été et en hiver, de la circulation superficielle et subsuperficielle qui est caractérisée par une prédominance du flux portant à l'est en été et du flux portant à l'ouest en hiver. On distingue toute l'année, un courant équatorial et un courant équatorial sud portant à l'ouest, un contre-courant équatorial sud et un contre-courant tropical sud portant à l'est.

SUMMARY

Surface and subsurface conditions in the Coral Sea and in the neighbourhood have been studied mainly in austral winter 1956, in austral summer 1960 and in austral summer 1958. These conditions lead to schematize the surface and subsurface circulation in summer and in winter which is characterized by a predominance of the east flow in summer and of the west flow in winter. All the year, an Equatorial Current and a South Equatorial Current are flowing to the west, a South Equatorial Countercurrent and a South Tropical Countercurrent are flowing to the east.

INTRODUCTION

De nombreuses campagnes océanographiques ont eu lieu en Mer du Corail et ont mis en évidence la complexité de sa circulation. Elles ont été conduites principalement par le C.S.I.R.O. (Division of Fisheries and Oceanography, CRONULLA, Australie) et par le Centre O.R.S.T.O.M. de NOUMÉA, Nouvelle-Calédonie; il s'y ajoute quelques croisières japonaises (TAKAHASHI, 1960). ROCHFORD (1958, 1959, 1968) a défini les masses d'eau présentes en Mer du Corail principalement à partir d'observations de navires marchands. WYRTKI (1960) s'est attaché à proposer un modèle de circulation saisonnière à partir des observations de dérive des navires marchands; puis à partir des résultats des campagnes G1/60 et G2/60 du navire de recherche GASCOYNE, il a précisé l'hydrologie et la circulation en Mer du Corail. De 1956 à 1961, le navire de recherche ORSOM III du Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa a fait régulièrement des campagnes en Mer du Corail et certains navires de la Marine Nationale (TIARE, LA DUNKERQUOISE) ont participé à ces recherches. A la suite de celles-ci, ROTSCHI (1959, 1960, 1961), LEGAND et ROTSCHI (1962), ROTSCHI et LEMASSON (1967) se sont attachés à décrire la circulation et à étudier son influence sur la productivité de la région. Les observations du navire de recherche CORIOLIS du Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa qui, de 1965 à 1968, a travaillé le long du méridien 170°E, ont conduit à identifier des courants zonaux entre 20° S et 4° N et rendent nécessaire une révision des schémas habituels de la circulation en Mer du Corail.

Les travaux du C.S.I.R.O. (Division of Fisheries and Oceanography) et ceux du Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa, constituent la matière principale de cette étude.

Les croisières suivantes ont été utilisées :

* Océanographes physiciens, Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa (Nouvelle-Calédonie), B. P. n° 4.

NAVIRES	INSTITUTIONS	CROISIÈRES	DATES	MESURES	RÉFÉRENCES
SATUMA MARU.	Japanese Hydrog. Office	Equapac	juil.-août 56	t S O ₂	Equapac Data
HORIZON.....	Scripps Oceanogr. Instit.	56-4 Equapac	août 56	t S	Equapac Data
ORSOM III.....	O.R.S.T.O.M.	56-4 Equapac	sept.-oct. 56	t S O ₂	Rap. Sci. IFO n° 3
ORSOM III.....	O.R.S.T.O.M.	56-5	oct. 56	t S O ₂	Rap. Sci. IFO n° 5
VITYAZ.....	Acad. des Sciences U.R.S.S.	V 25	juil. 57	t S O ₂	National Oceanographic Data Center
TAKUYO MARU	Japanese Hydrog. Office	5802-I	janv.-fév. 58	t S O ₂	Japanese Data Center
SATUMA MARU.	Japanese Hydrog. Office	5802-II	fév. 58	t S O ₂	Japanese Data Center
VITYAZ.....	Acad. des Sciences U.R.S.S.	V 26	fév. 58	t S O ₂	National Oceanographic Data Center
VITYAZ.....	Acad. des Sciences U.R.S.S.	V 27	avril 58	t S O ₂	National Oceanographic Data Center
ORSOM III.....	O.R.S.T.O.M.	Astrolabe	mai 58	t S O ₂	Rap. Sci. IFO n° 8 et n° 9
ORSOM III.....	O.R.S.T.O.M.	Boussole	nov. 58	t S O ₂	Rap. Sci. IFO n° 12 et n° 13
GASCOYNE.....	C.S.I.R.O.	G1/60	fév. 60	t S O ₂ PO ₄	Oceanogr. Cruise Report n° 5
GASCOYNE.....	C.S.I.R.O.	G2/60	avril 60	t S O ₂ PO ₄	Oceanogr. Cruise Report n° 5
ORSOM III.....	O.R.S.T.O.M.	Dillon	mai 60	t S O ₂	Rap. Sci. IFO n° 18
TIARE.....	Marine Nationale-O.R.S.T.O.M.	Entre-casteaux	août 60	t S O ₂	Rap. Sci. IFO-CLOEC n° 21
ORSOM III.....	O.R.S.T.O.M.	Epi	sept. 60	t S O ₂	Rap. Sci. IFO n° 22 et n° 23

NAVIRES	INSTITUTIONS	CROISIÈRES	DATES	MESURES	RÉFÉRENCES
LA DUNKERQUOISE.	Marine Nationale O.R.S.T.O.M.	Guadalcanal	déc. 62	t S O ₂	Cahiers O.R.S.T.O.M. Océanogr. 1964 vol. II n° 1 pp. 49-154.
LA DUNKERQUOISE.	Marine Nationale O.R.S.T.O.M.	Iulé	janv. 65	t S	Non publié
SHUNYO MARU....	Nankai Regional Fisheries Research Laboratory		oct.-déc. 65	t S	Results of Fish. Oceanogr. Obs. Fish. Agency Tokyo 1969
DIAMANTINA.....	C.S.I.R.O.	Dm/4/68	mai 68	t S O ₂	Data Report Coral Sea 4/1
KIMBLA.....	C.S.I.R.O.	2/68	juin 68	t S O ₂	Data Report Coral Sea 4/2
Navires marchands.....	C.S.I.R.O.		1956-1958 et 1960	t S	Oceanographical Stat. List vol. 31, vol. 39, vol. 50
CORIOLIS.....	O.R.S.T.O.M.	Bora 1	nov. 65	t S O ₂ PO ₄ NO ₃ NO ₂	Rapp. Sci. ORSTOM Nouméa n° 9
CORIOLIS.....	O.R.S.T.O.M.	Bora 2	mars 66	t S O ₂ PO ₄ NO ₃ NO ₂	Rapp. Sci. ORSTOM Nouméa n° 10
CORIOLIS.....	O.R.S.T.O.M.	Bora 3	juin 66	t S O ₂ PO ₄ NO ₃ NO ₂	Rapp. Sci. ORSTOM Nouméa n° 11
CORIOLIS.....	O.R.S.T.O.M.	Bora 4	sept. 66	t S O ₂ PO ₄ NO ₃ NO ₂	Rapp. Sci. ORSTOM Nouméa n° 12
CORIOLIS.....	O.R.S.T.O.M.	Cyclone 2	mars 67	t S O ₂ PO ₄ NO ₂	Rapp. Sci. ORSTOM Nouméa n° 20
CORIOLIS.....	O.R.S.T.O.M.	Cyclone 3	avril 67	t S O ₂ PO ₄ NO ₃ NO ₂	Rapp. Sci. ORSTOM Nouméa n° 21
CORIOLIS.....	O.R.S.T.O.M.	Cyclone 4	juin 67	t S O ₂ PO ₄ NO ₃ NO ₂	Rapp. Sci. ORSTOM Nouméa n° 25
CORIOLIS.....	O.R.S.T.O.M.	Cyclone 5	juil. 67	t S O ₂ PO ₄ NO ₃ NO ₂	Rapp. Sci. ORSTOM Nouméa n° 26
CORIOLIS.....	O.R.S.T.O.M.	Cyclone 6	août 67	t S O ₂ PO ₄ NO ₃ NO ₂	Rapp. Sci. ORSTOM Nouméa n° 27
CORIOLIS.....	O.R.S.T.O.M.	Cyclone 7	avril 68	t S O ₂ PO ₄ NO ₃ NO ₂	Rapp. Sci. ORSTOM Nouméa n° 31

CONDITIONS SUPERFICIELLES

D'après TAKAHASHI (1960) et LEGAND et ROTSCHI (1962), la circulation en Mer du Corail est caractérisée par une divergence entre 10° S et 12° S, appelée la divergence des Salomon, dont l'intensité semble subir des variations saisonnières. WYRTKI (1960, 1962) a présenté successivement deux types de circulation possibles : l'un (WYRTKI, 1960) montre qu'un flux portant à l'ouest pénètre toute l'année en Mer du Corail entre les Iles Salomon et les Nouvelles-Hébrides et diverge vers le nord et le sud au contact de l'Australie; l'autre (WYRTKI, 1962) montre qu'un mouvement anticyclonique était établi en avril 1960. Ce dernier schéma de circulation, indiquant une prédominance des courants méridiens superficiels en Mer du Corail vers 165° E, semble peu compatible avec l'existence de courants zonaux vers 170° E. En effet, REID (1959) a signalé

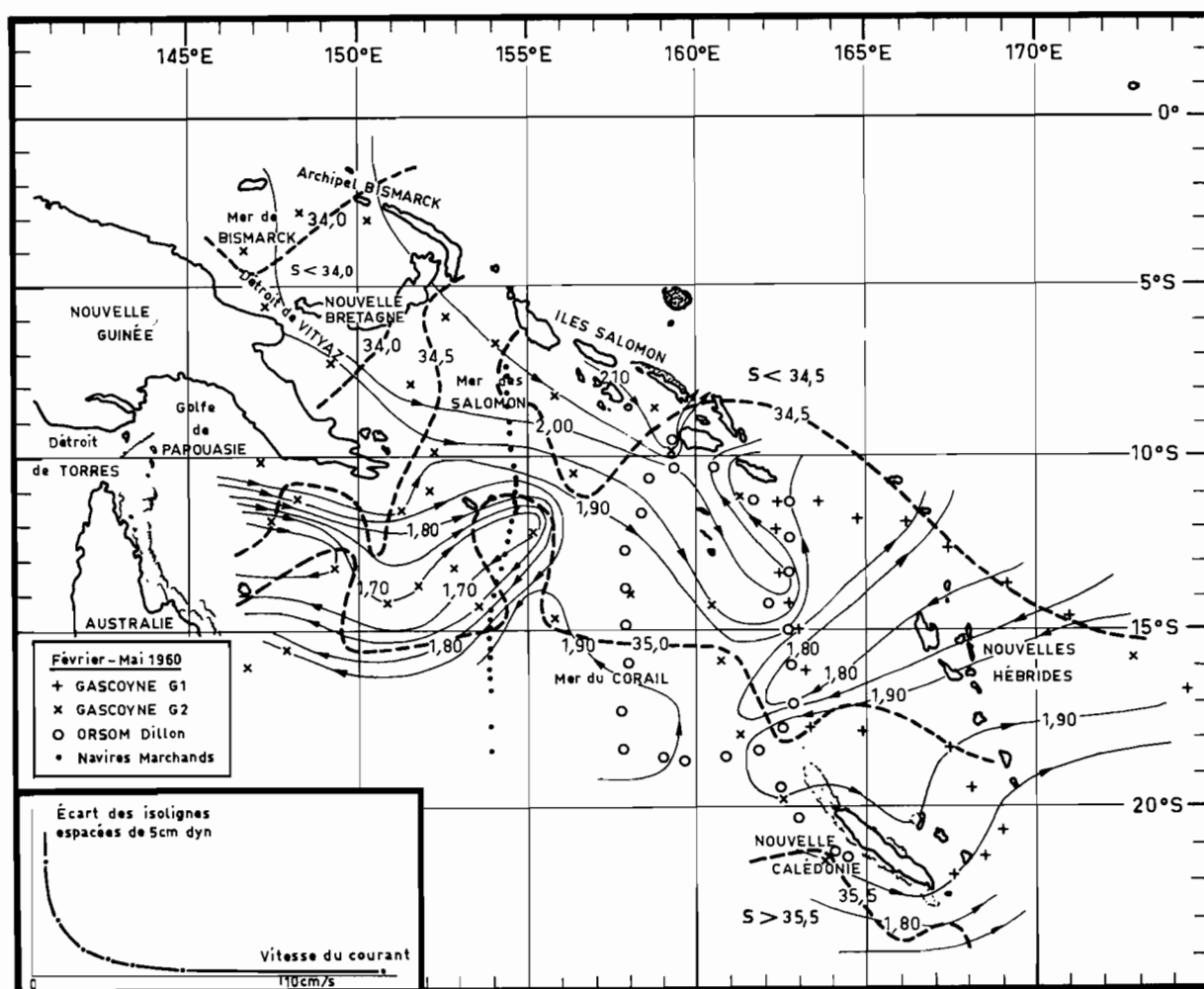


Fig. 1. — Février-mai 1960. Salinité superficielle et topographie dynamique de la surface de la mer relative à 1000 décibars, en mètres dynamiques, en Mer du Corail.

l'existence de novembre à avril, d'un courant de surface portant à l'est et semblant prendre naissance aux Iles Salomon. Il a proposé de l'appeler « contre-courant équatorial sud ». JARRIGE (1968) a mis en évidence, à chaque croisière du CORIOLIS le long de 170° E, un flux géostrophique superficiel portant à l'est vers 10° S et associé à une faible salinité. MERLE, ROTSCHI, VOITURIEZ (1969) ont montré la permanence de deux flux portant à l'est associés l'un et l'autre à une faible salinité de surface, le contre-courant équatorial sud vers 10° S et le contre-courant tropical sud vers 17° S.

Les mesures disponibles autorisent une étude saisonnière de la circulation géostrophique relative à 1.000 décibars ou à 500 décibars; elles sont complétées par des mesures directes de courant faites le long de 170° E par le CORIOLIS et le long de 172° E par le VITYAZ.

Été austral (février-mai 1960).

La topographie dynamique de la surface de la mer relative à 1.000 décibars (fig. 1) met en évidence un système de courants zonaux en Mer du Corail. De 10° S à 20° S, on distingue successivement : le contre-courant équatorial sud portant à l'est, le courant équatorial sud portant à l'ouest et le contre-courant tropical sud portant à l'est. La Mer du Corail a alors une salinité de surface inférieure à 35,0 ‰ au nord de 15° S, supérieure au sud. La salinité est plus faible à l'ouest de 150° E et au nord de la Nouvelle Guinée.

Cette situation et celle de toutes les croisières faites en été austral nous permettent de proposer un schéma plausible de la circulation de surface à cette saison (fig. 2). Celui-ci indique

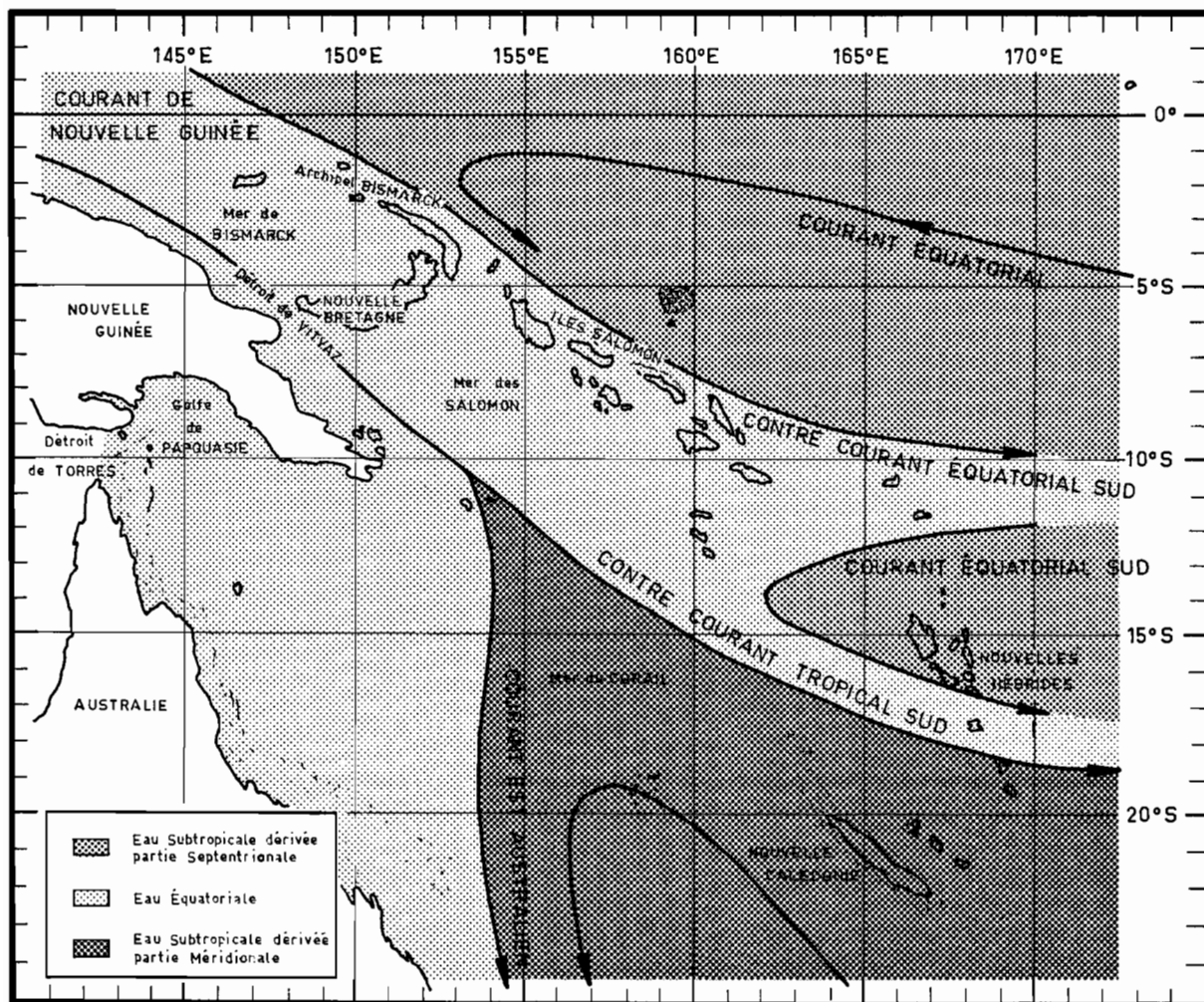


Fig. 2. — Masses d'eau superficielles et courants de surface en Mer du Corail pendant l'été austral.

une prédominance du flux portant à l'est en Mer du Corail (contre-courant équatorial sud et contre-courant tropical sud). L'origine de ce flux est la mousson de NW qui induit au nord de la Nouvelle-Guinée, un fort courant est transportant de l'eau chaude et dessalée (WYRTKI, 1961). Vers 145° E, ce flux se divise en deux parties : l'une atteint la latitude 10° S à 170° E et forme le contre-courant équatorial sud; l'autre pénètre en Mer des Salomon et en Mer du Corail principalement par le Déroit de Vityaz pour former le contre-courant tropical sud qui atteint la latitude 17° S à 170° E. Cet écoulement vers l'est est grandement facilité par l'existence en Mer du Corail, de 10° S à 15° S, de la zone de convergence intertropicale des alizés (RAMAGE, 1961) : la présence dans cette région de vents faibles et variables en direction, contrastant avec les alizés, constitue une zone de moindre résistance pour un courant portant à l'est. ROTSCHI et *al.* (1964) avaient trouvé en décembre 1962 un type de circulation semblable.

D'après ROCHFORD (1959) et ROTSCHI (1959, 1960), la Mer des Salomon et le nord de la Mer du Corail sont occupés en surface par de l'eau chaude et peu salée ($T > 26^{\circ}\text{C}$, $34,0\text{‰} < S < 34,5\text{‰}$) qu'ils appellent « eau équatoriale sud ». Cette eau a été retrouvée, le long de 170° E, aux environs de 10° S et de 17° S, par MERLE, ROTSCHI, VOITURIEZ (1969) sous forme d'un minimum de salinité

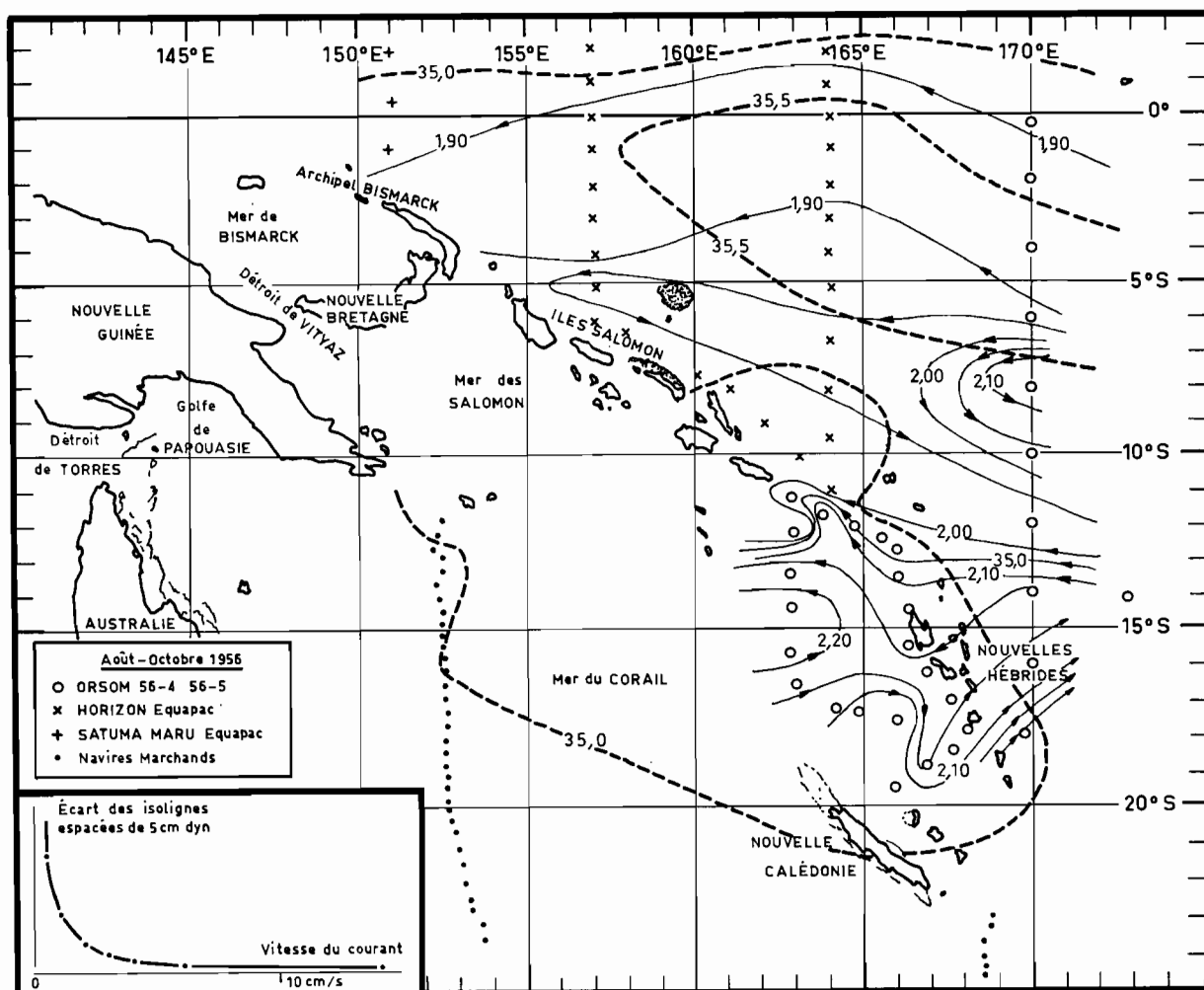


Fig. 3. — Août-octobre 1956. Salinité superficielle et topographie dynamique de la surface de la mer relative à 1000 décibars en mètres dynamiques, en Mer du Corail.

de surface associé à un flux portant à l'est. Elle n'est pas formée sur place mais semble venir de la Mer des Célèbes qui constitue un réservoir d'eau chaude et dessalée et peut être considérée comme la source des contre-courants équatoriaux (WYRTKI, 1961). L'eau de surface du contre-courant équatorial nord a été appelée par MUROMTSEV (1963) « eau équatoriale superficielle » ($26\text{ }^{\circ}\text{C} < T < 29\text{ }^{\circ}\text{C}$, $34,0\text{ }^{\circ}/_{\infty} < S < 34,5\text{ }^{\circ}/_{\infty}$).

Le contre-courant équatorial sud, de même origine, est constitué de la même masse d'eau que l'on appellera selon MUROMTSEV (1963) « eau équatoriale ». Pour WYRTKI (1967), cependant, c'est de l'« eau tropicale de surface ».

A l'est de la Mer du Corail, le flux portant à l'ouest est séparé en deux parties par le contre-courant équatorial sud : au nord le courant équatorial, au sud, le courant équatorial sud. A l'équateur et vers 140° E , le courant équatorial se mêle au courant de Nouvelle-Guinée portant à l'est. Le courant équatorial sud pénètre peu en Mer du Corail, occupée à cette époque par les eaux chaudes et dessalées amenées par les contre-courants; vers 160° E , son eau se mêle à celle du contre-courant tropical sud. Les données des campagnes Bora et Cyclone du CORIOLIS montrent que l'eau du courant équatorial est en général chaude et salée ($T > 27\text{ }^{\circ}\text{C}$, $35,0\text{ }^{\circ}/_{\infty} < S$

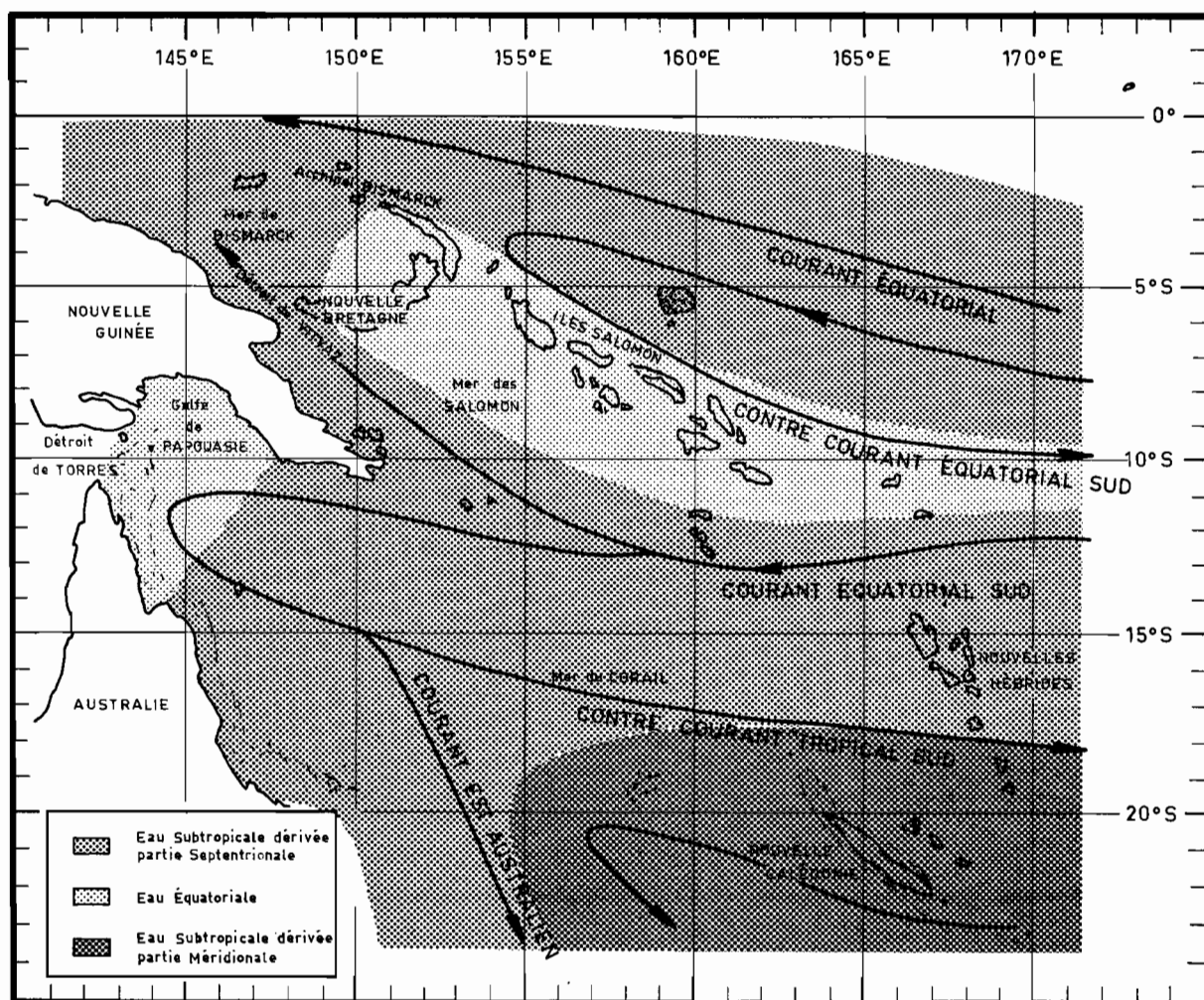


Fig. 4. — Masses d'eau superficielles et courants de surface en Mer du Corail pendant l'hiver austral.

$<35,5\text{‰}$). MUROMTSEV (1963) l'appelle « eau tropicale superficielle du Pacifique sud » et WYRTKI (1967) « eau équatoriale de surface » parce qu'elle constitue la partie méridionale du flux ouest du courant équatorial à l'équateur et au nord de ce dernier. En fait, cette eau, amenée par le courant équatorial, est dérivée de l'eau subtropicale du Pacifique sud, située vers 20°S et 130°W .

Au sud de la Nouvelle-Calédonie, il existe un flux portant à l'ouest. Ce flux a été reconnu par 20°S à 170°E et se prolonge en Mer du Corail par le courant est australien. Il entraîne de l'eau chaude et salée ($22^{\circ}\text{C} < T < 28^{\circ}\text{C}$, $35,5\text{‰} < S < 35,8\text{‰}$) que MUROMTSEV (1963) et LEMASSON (1966) appellent « eau subtropicale superficielle du Pacifique sud central » et WYRTKI (1967) « eau subtropicale de surface ». En fait, cette eau est dérivée de l'eau subtropicale du Pacifique sud.

Hiver austral (août-octobre 1956).

La topographie dynamique de la surface de la mer relative à 1000 décibars (fig. 3) met en évidence le même système de courants zonaux que pendant l'été austral. La salinité semble être inférieure à $35,0\text{‰}$ en Mer du Corail de 165°E à 155°E , supérieure à l'est et au nord.

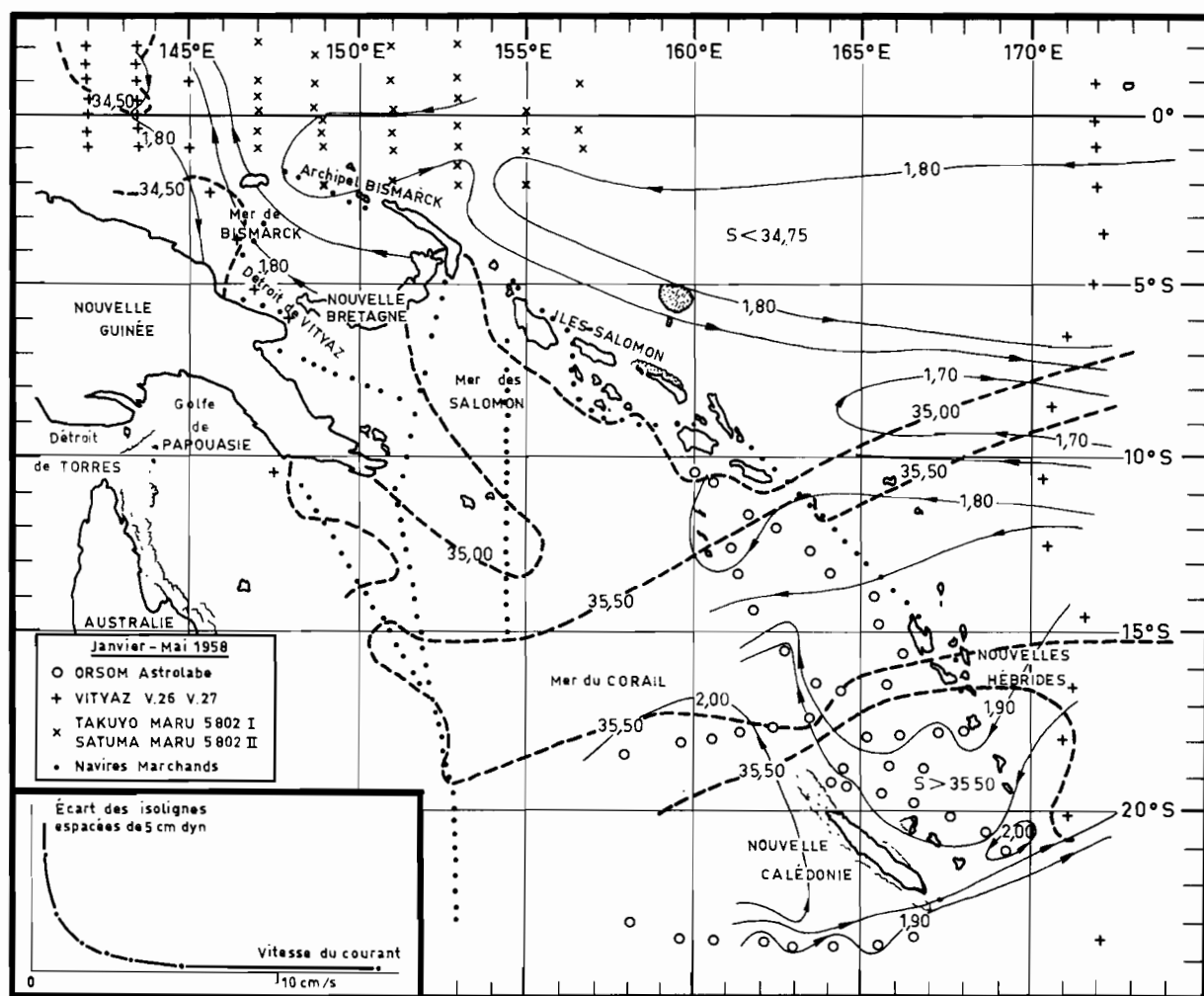


Fig. 5. Janvier-mai 1958. Salinité superficielle et topographie dynamique de la surface de la mer relative à 1000 décibars en mètres dynamiques, en Mer du Corail.

Cette situation et celle de toutes les croisières faites en hiver austral nous permettent de proposer un schéma plausible de la circulation de surface à cette saison. Celui-ci (fig. 4) indique une prédominance du flux portant à l'ouest induit par les alizés du SE qui, de 20° S à l'équateur, soufflent de mars à novembre. Comme en été austral, ce flux est séparé en deux parties par le contre-courant équatorial sud. De 170° E à 150° E, le courant équatorial coule au nord de 8° S. Une partie de son flux porte à l'ouest au nord de la Nouvelle-Guinée; l'autre s'infléchit partiellement vers le SE et alimente le contre-courant équatorial sud. A 170° E, le flux de celui-ci est plus faible qu'en été austral et la salinité de surface est supérieure ($34,5\text{‰} < S < 34,8\text{‰}$) (JARRIGE, 1968). Le courant équatorial sud pénètre en Mer du Corail au sud des Iles Salomon et se subdivise en deux branches; la branche nord rejoint le courant équatorial en passant par le Déroit de Vityaz; la branche sud, après avoir modifié sa direction, alimente d'une part le courant est australien, d'autre part, le contre-courant tropical sud. Les caractéristiques de celui-ci sont différentes de celles observées en été austral : en Mer du Corail, sa position est plus méridionale et sa salinité superficielle supérieure ($34,8\text{‰} < S < 35,0\text{‰}$). La modification des propriétés des contre-courants est la conséquence de leur alimentation directe par les courants équatoriaux;

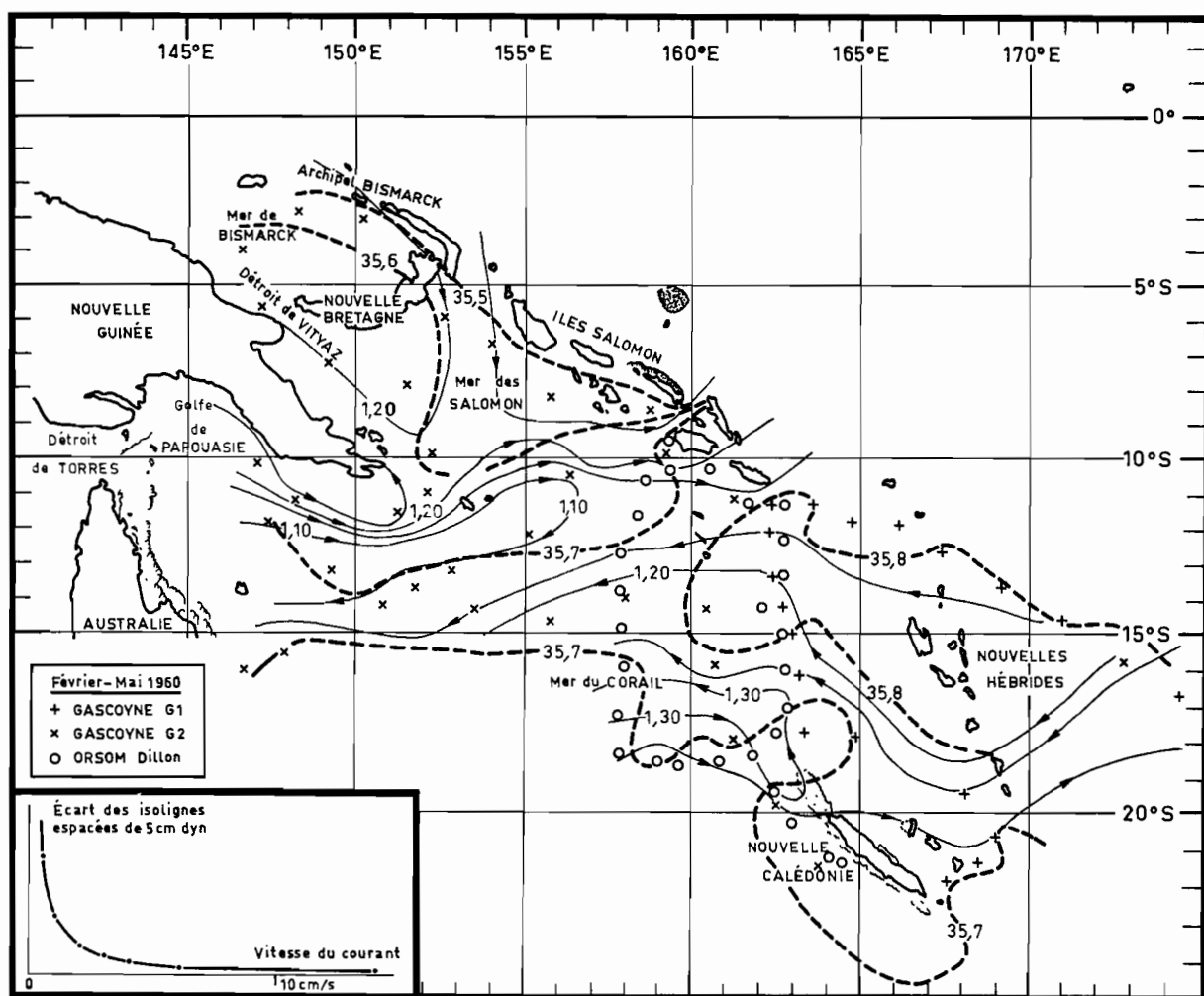


Fig. 6. — Février-mai 1960. Salinité sur la surface isanostérique 340 cl/t et topographie dynamique à 150 mètres de profondeur relative à 1000 décibars, en Mer du Corail.

en effet, la masse d'eau présente en Mer du Corail est dérivée de l'eau subtropicale du Pacifique sud, amenée par le courant équatorial et diluée par une certaine quantité d'eau équatoriale qui semble persister toute l'année en Mer des Salomon. L'eau du contre-courant tropical sud est dérivée de l'eau subtropicale du Pacifique Sud, diluée par de l'eau dessalée présente dans le Golfe de Papouasie à l'est du Détroit de Torres, comme le montrent les conditions de surface de la croisière 2/68 du KIMBLA. Il est à remarquer que les précipitations sont alors maximales dans cette région (BROOKFIELD, HART, 1966).

Au sud de la Nouvelle-Calédonie, le flux portant à l'ouest observé en saison chaude, persiste en saison fraîche et alimente en partie le courant est australien. L'eau qu'il entraîne est dérivée de l'eau subtropicale du Pacifique sud.

De 1956 à 1968, la circulation de surface pendant la plupart des campagnes en Mer du Corail présente les mêmes caractères que celle trouvée à 170° E par MERLE, ROTSCHI, VOITURIEZ (1969); seule l'année 1958 fait exception. Au début de l'année 1958, la salinité de surface du courant équatorial était beaucoup plus faible qu'en 1956 (fig. 5) (34,7 ‰ au lieu de 35,5 ‰) et le contre-courant tropical sud ne semblait pas exister. D'après BJERKNES (1966), l'été austral 1957-1958

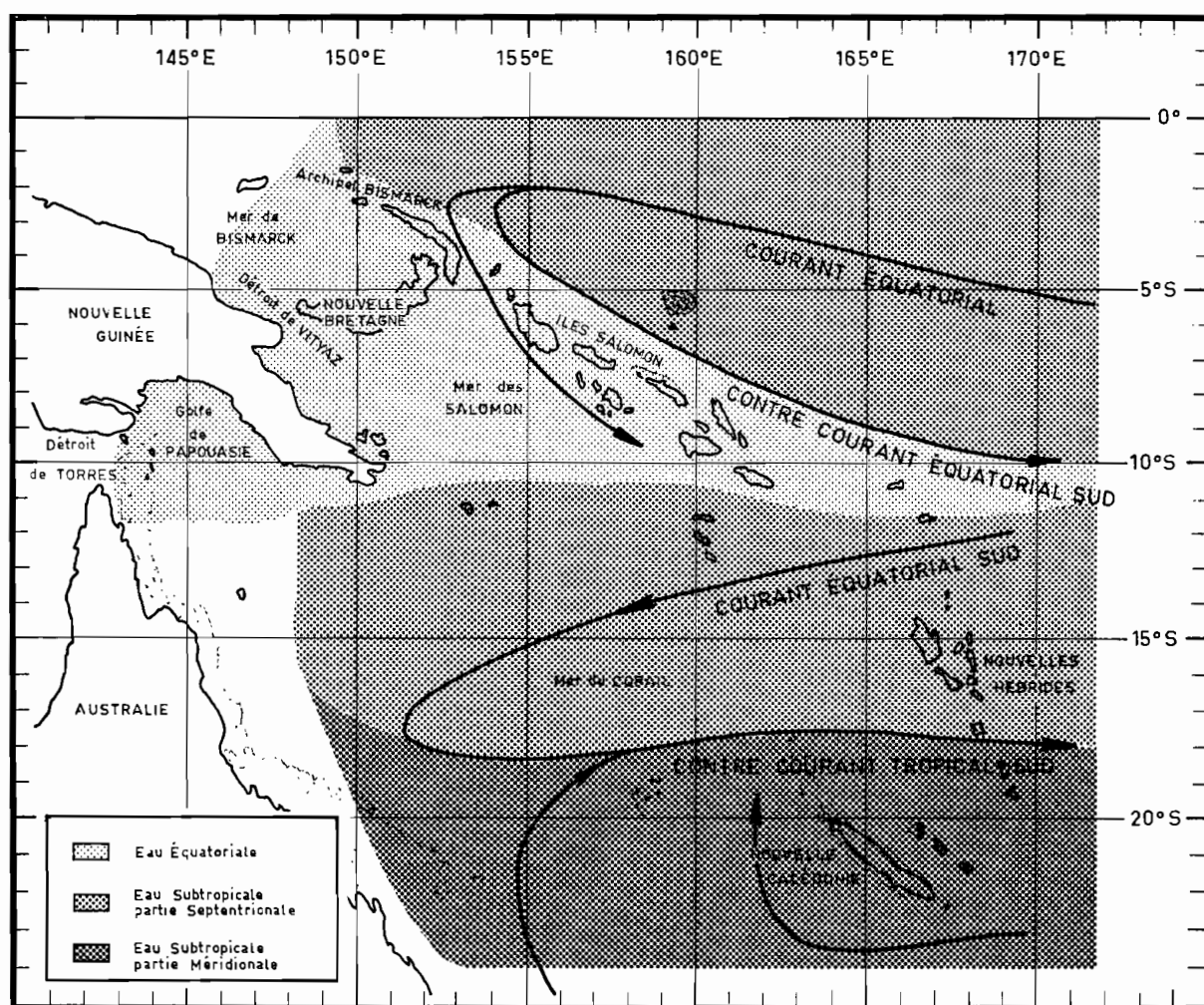


Fig. 7. — Masses d'eau sur la surface isanostérique 340 cl/t et courants à 150 mètres de profondeur en Mer du Corail pendant l'été austral.

a été marqué par un affaiblissement anormal des alizés d'est à l'équateur. Il en est résulté un faible développement du courant équatorial (AUSTIN, 1960) et un renforcement du contre-courant équatorial sud. La forte salinité observée en Mer du Corail ne peut être attribuée qu'à un exceptionnel développement du courant équatorial sud. Le courant équatorial sud ainsi renforcé empêche l'intrusion du contre-courant tropical sud en Mer du Corail.

CONDITIONS SUBSUPERFICIELLES

Le maximum de salinité subtropical constitue un niveau remarquable et coïncide approximativement avec la surface isanostérique 340 cl/t vers 150 à 200 mètres de profondeur.

Été austral (février-mai 1960).

De 10° S à 20° S, la topographie dynamique à 150 mètres de profondeur (fig. 6) relative à 1000 décibars met en évidence un système de courants zonaux semblable à celui de la surface.

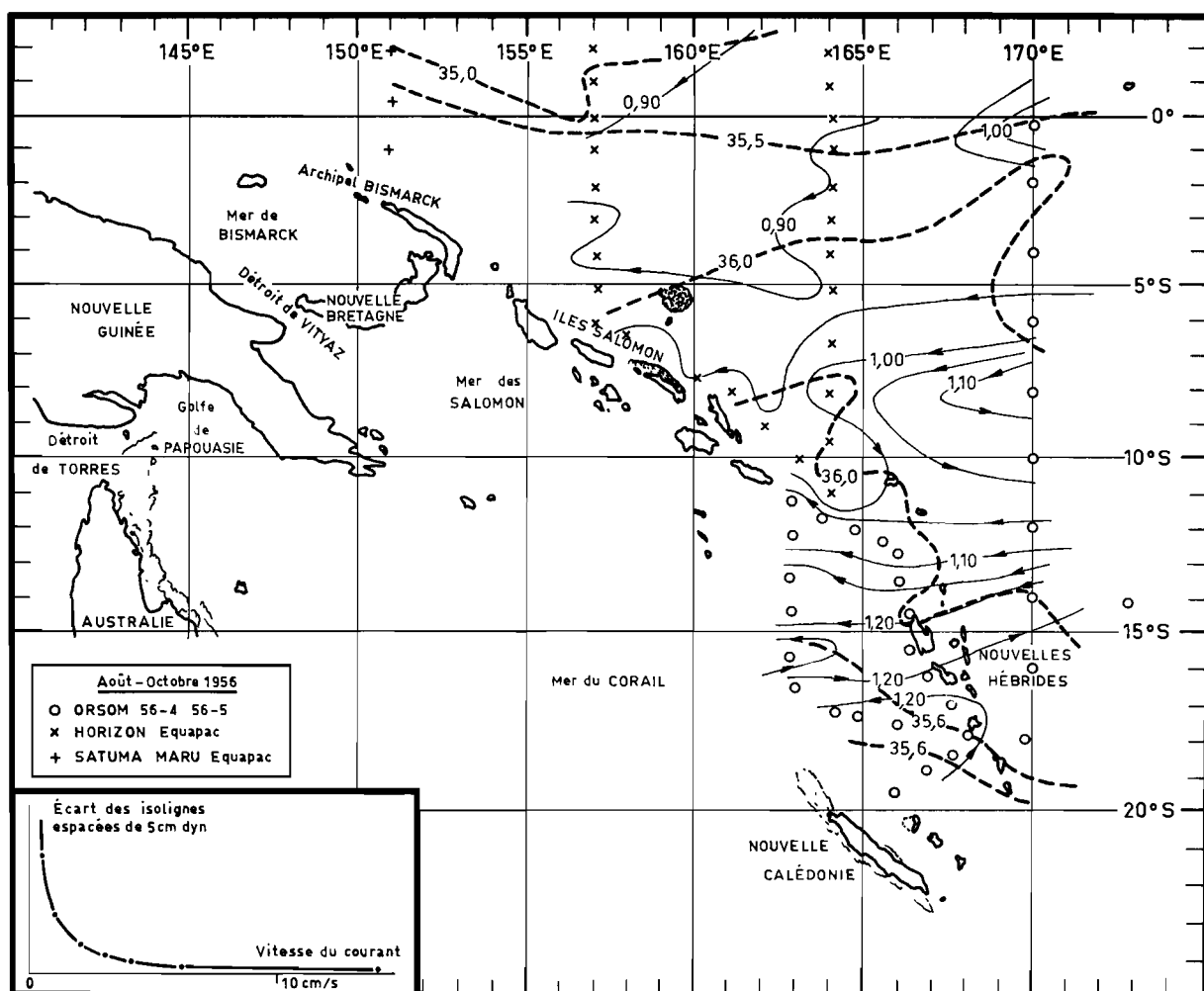


Fig. 8. — Août-octobre 1956. Salinité sur la surface isanostérique 340 cl/t et topographie dynamique à 200 mètres de profondeur relative à 1000 décibars, en Mer du Corail.

On distingue du nord au sud un courant portant à l'est, un courant portant à l'ouest et un courant portant à l'est. Le flux portant à l'ouest est associé à une salinité supérieure à 35,7 ‰. Par contre, les flux portant à l'est sont associés à une salinité inférieure à 35,7 ‰.

Cette situation et celle de toutes les croisières faites en été austral nous permettent de proposer un schéma plausible de la circulation de subsurface à cette saison. Celui-ci (fig. 7) montre la présence de deux flux : l'un portant à l'est, situé de part et d'autre des Iles Salomon, qui constitue la partie profonde du contre-courant équatorial sud, l'autre portant à l'ouest, au sud des Iles Salomon, partie profonde du courant équatorial sud. Le flux portant à l'est entraîne une eau dont la salinité croît d'ouest en est, passant de 35,6 ‰ en Mer du Corail (fig. 6) à 35,8 ‰ le long de 170° E (MERLE, ROTSCHI, VOITURIEZ, 1969). MUROMTSEV (1963) appelle l'eau de subsurface des contre-courants équatoriaux « eau équatoriale subsuperficielle du Pacifique ouest ». En fait, il y a continuité entre la surface et la subsurface, et cette masse d'eau peut simplement être appelée eau équatoriale.

Le flux portant à l'ouest entraîne une eau dont la salinité décroît d'est en ouest, passant de 35,9 ‰ le long de 170° E à 35,7 ‰ en Mer du Corail (fig. 6). Il est constitué d'eau de salinité

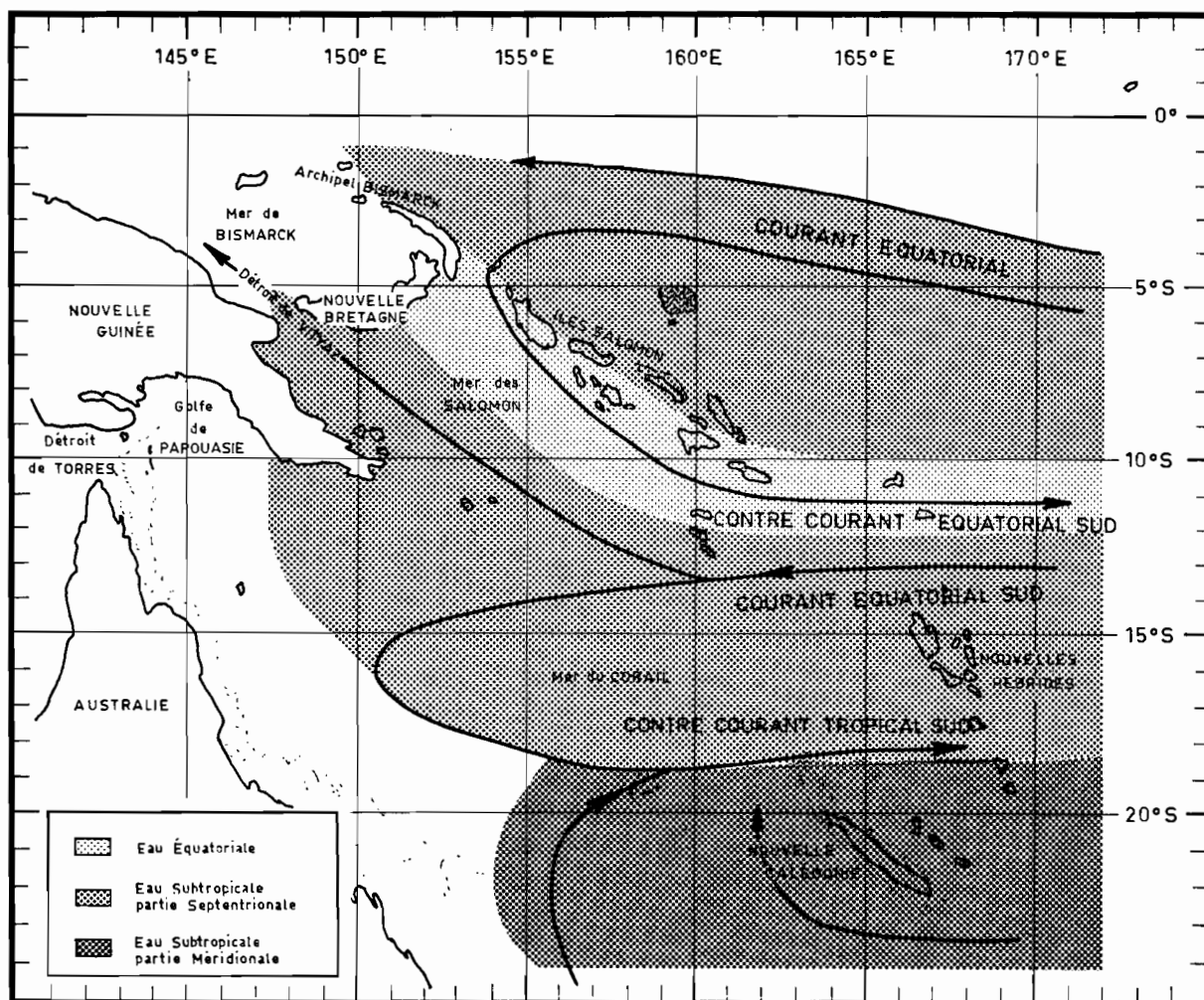


Fig. 9. -- Masses d'eau sur la surface isanostérique 340 cl/t et courants à 200 mètres de profondeur en Mer du Corail pendant l'hiver austral.

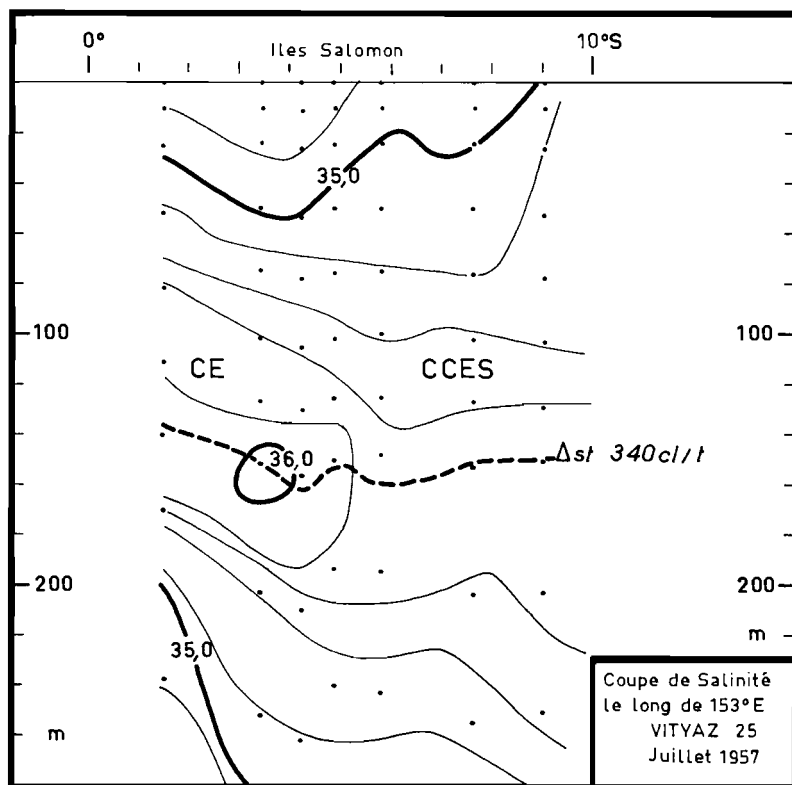


Fig. 10. - Distribution de la salinité le long de 153° E, entre l'équateur et 10° S.

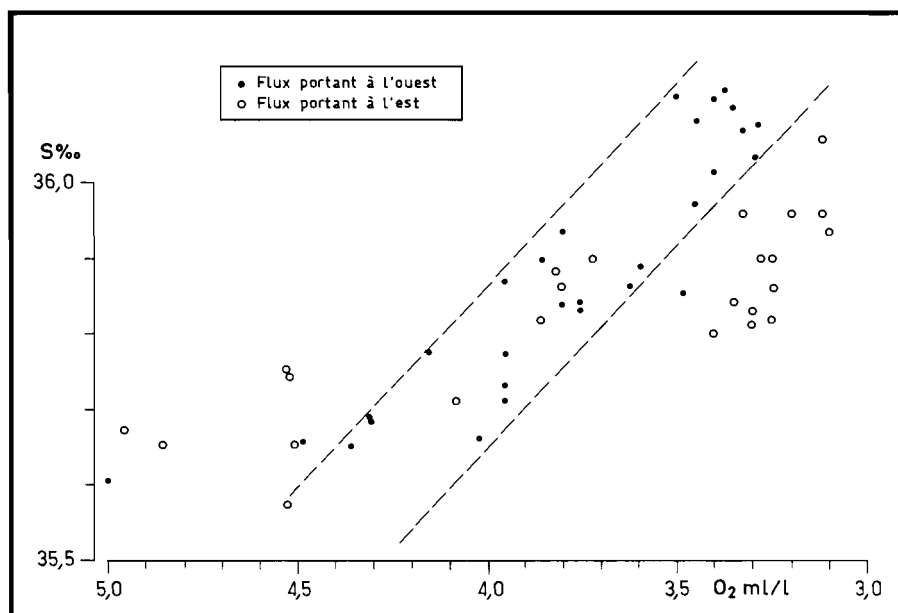


Fig. 11. — Diagramme S-O₂ sur la surface isanostérique 340 cl/t à 170° E.

maximale qui provient de l'Océan Pacifique central (TSUCHIYA, 1968). MUROMTSEV (1963) l'appelle « eau subtropicale de subsurface du Pacifique sud » et WYRTKI (1962) « eau subtropicale inférieure ». En fait, c'est de l'eau subtropicale du Pacifique sud. Le courant équatorial l'entraîne vers l'ouest au nord de 10° S jusqu'à la longitude de la Nouvelle Bretagne, au niveau de laquelle une partie de son flux s'infléchit vers le sud-est et alimente le contre-courant équatorial sud. L'eau présente de part et d'autre des Iles Salomon est donc constituée par un mélange d'eau équatoriale amenée par le contre-courant équatorial sud, et d'eau subtropicale du Pacifique sud amenée par le courant équatorial. Le courant équatorial sud entraîne directement l'eau subtropicale du Pacifique sud en Mer du Corail, où, à l'ouest de 165° E, il provoque la formation d'un mouvement tourbillonnaire anticyclonique qui est à l'origine d'un flux portant à l'est vers 17° S. Celui-ci constitue la partie profonde du contre-courant tropical sud; sa faible salinité et sa forte teneur en oxygène peuvent s'expliquer par le mélange de l'eau subtropicale amenée par le courant équatorial sud et d'une eau provenant du sud de la Mer du Corail. En effet, d'après ROCHFORD (1968), en été austral, l'eau à 20° S a une salinité inférieure à 35,65 ‰ et une teneur en oxygène proche de 4,0 ml/l. Elle provient de la convergence tropicale à 30° S. Au sud de 18° S, WYRTKI (1962) signale la présence d'une eau de salinité maximale qu'il considère comme la partie méridionale de l'« eau subtropicale inférieure ».

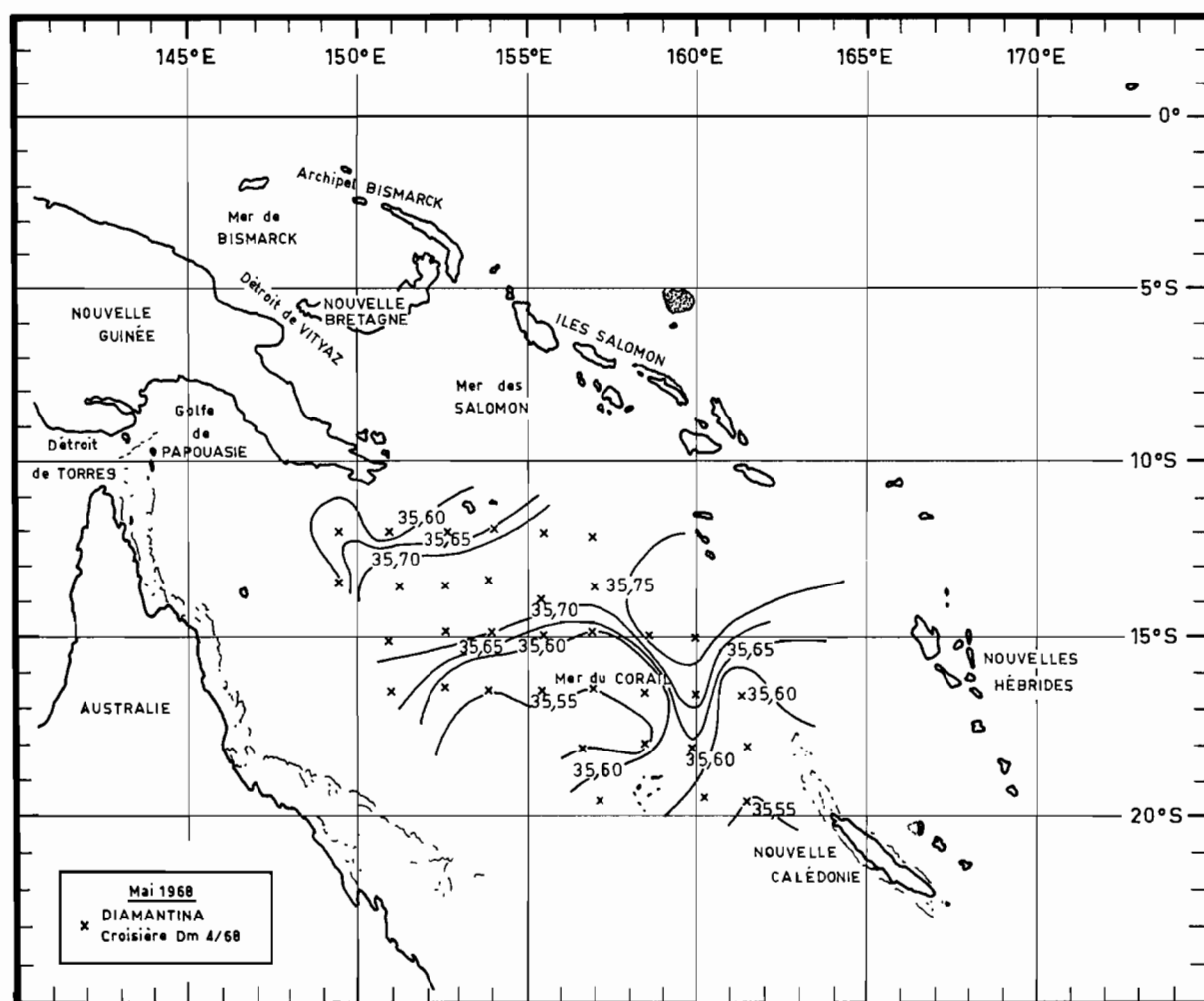


Fig. 12. — Mai 1968. Salinité sur la surface isanostérique 340 cl/t en Mer du Corail.

Hiver austral (août-octobre 1956).

La topographie dynamique à 200 mètres de profondeur (fig. 8) relative à 1000 décibars met en évidence un système de courants zonaux semblable à celui de la surface. De l'équateur à 20° S, on distingue le courant équatorial, le contre-courant équatorial sud, le courant équatorial sud et le contre-courant tropical sud. Ce dernier est moins étendu qu'en surface.

Sur la surface isanostérique 340 cl/t, le flux portant à l'ouest (courant équatorial et courant équatorial sud) a une salinité supérieure à 36,0 ‰ à proximité immédiate de la Mer du Corail et à 170° E. Le contre-courant équatorial sud présente une salinité inférieure à 36,0 ‰, tandis que le contre-courant tropical sud a une salinité inférieure à 35,6 ‰.

Cette situation et celle de toutes les croisières faites en hiver austral nous permettent de proposer un schéma plausible de la circulation de subsurface à cette saison. Celui-ci (fig. 9) a de nombreuses analogies avec celui de l'été mais le flux portant à l'ouest est plus large. L'eau de salinité maximale ($S > 36,0$ ‰) (eau subtropicale du Pacifique sud) apparaît principalement au nord des Iles Salomon (fig. 8). Une coupe faite en juillet 1957 par le VITYAZ le long de 153° E, de l'équateur à 10° S (fig. 10) montre la différence de salinité, sur la surface isanostérique 340 cl/t,

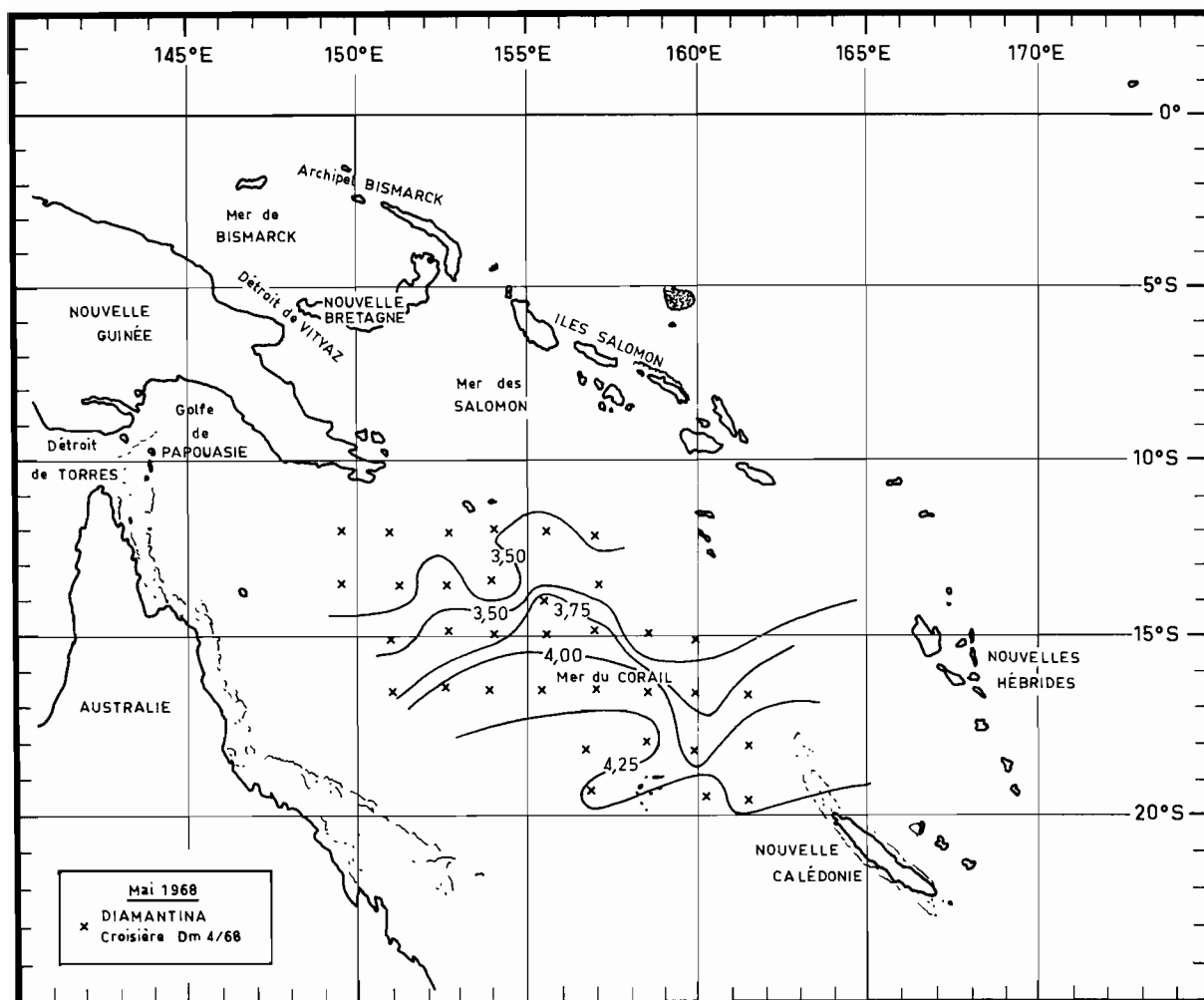


Fig. 13. — Mai 1968. Teneur en oxygène sur la surface isanostérique 340 cl/t en Mer du Corail.

entre le courant équatorial au nord des Iles Salomon et le contre-courant équatorial sud, au sud de celles-ci. Ce dernier est issu du courant équatorial avec réduction de la salinité et de la teneur en oxygène; la salinité est réduite, par dilution avec l'eau équatoriale qui persiste toute l'année près des Iles Salomon, la teneur en oxygène par reminéralisation de la matière organique.

A 170° E, sur la surface isanostérique 340 cl/t, le diagramme S-O₂ (fig. 11) différencie le flux portant à l'ouest de celui portant à l'est. Le flux ouest est représenté, par une droite de régression; par contre, deux groupes de points situés de part et d'autre de cette droite de régression représentent, l'un les observations à 10° S avec de faibles teneurs en oxygène caractéristiques du contre-courant équatorial sud, l'autre les observations faites au sud de 17° S avec des teneurs élevées en oxygène.

Sur la surface isanostérique 340 cl/t, l'évolution du contre-courant tropical sud est mise en évidence par les observations de la DIAMANTINA (croisière DM 4/68) en mai 1968. Les figures 12 et 13 montrent en effet une eau de faible salinité ($S < 35,6 ‰$) et de forte teneur en oxygène ($O_2 > 4,2 \text{ ml/l}$) qui se mélange, vers 17° S, avec la partie septentrionale de l'eau subtropicale du Pacifique sud.

En 1958, les conditions hydrologiques, sur la surface isanostérique 340 cl/t, ne semblent plus

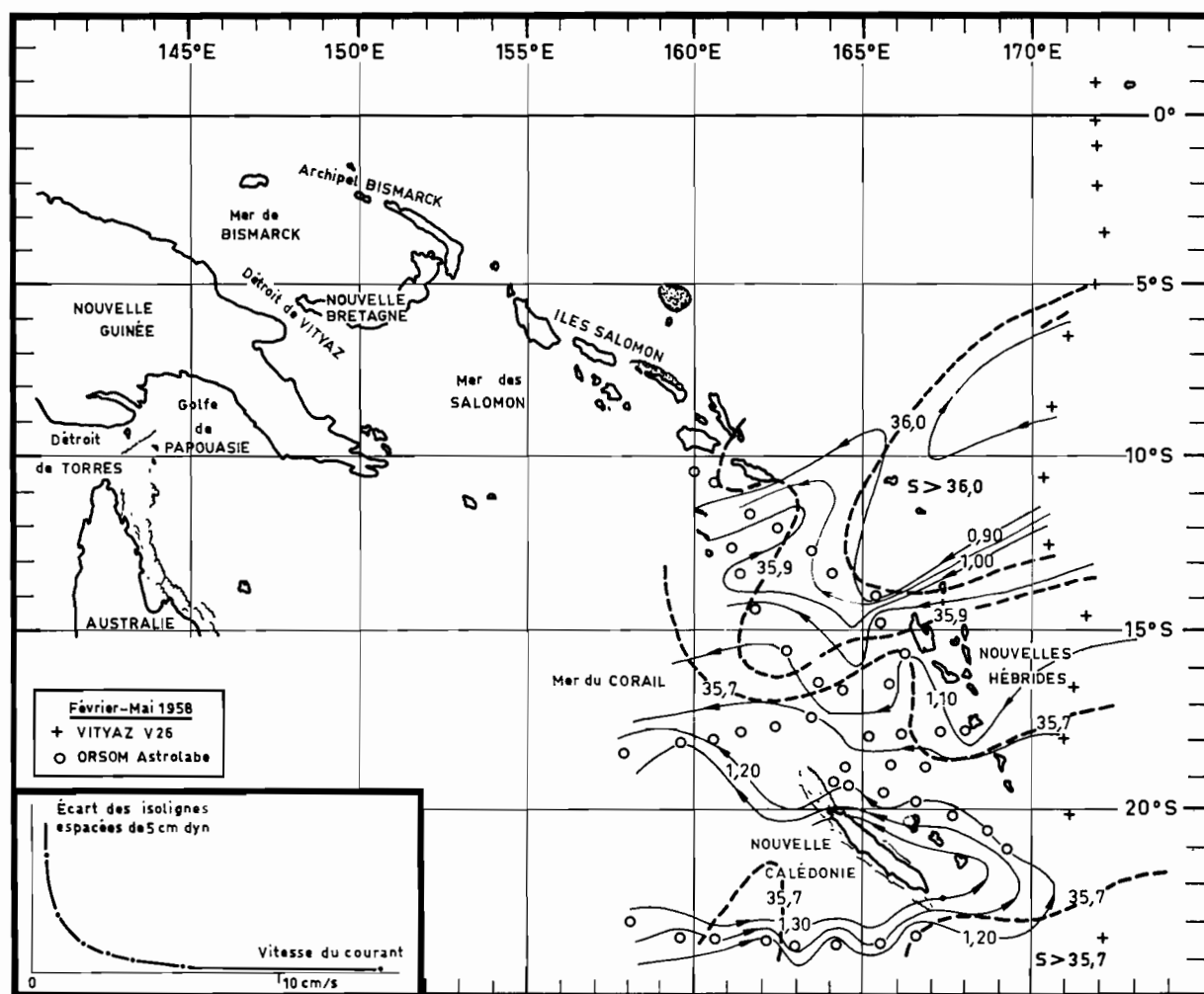


Fig. 14. — Février-mai 1958. Salinité sur la surface isanostérique 340 cl/t et topographie dynamique à 200 mètres de profondeur relative à 1000 décibars.

se différencier de celles des autres années. La topographie dynamique à 200 mètres de profondeur relative à 1000 décibars (fig. 14) est peu différente de celle rencontrée les autres années mais, en 1958, le contre-courant équatorial sud était plus septentrional et le contre-courant tropical sud, difficilement décelable, n'était caractérisé, vers 18° S, que par une zone de faible salinité et sans pente dynamique (fig. 14). Par contre, comme WYRTKI (1962) l'a signalé, on distingue, de part et d'autre de cette zone, deux masses d'eau subtropicale légèrement différentes par leurs propriétés (au nord $S > 35,9 \text{ ‰}$, $O_2 < 4 \text{ ml/l}$; au sud $S > 35,7 \text{ ‰}$, $O_2 > 4 \text{ ml/l}$) (fig. 14 et 15).

A 170° E, un diagramme PO_4-O_2 (fig. 16), sur la surface isanostérique 340 cl/t, fait apparaître deux droites de régression de pentes différentes avec un changement de propriétés vers 16° S. De 20° S à 16° S, la droite de régression a une pente égale au rapport de minéralisation théorique $\frac{\Delta O}{\Delta P} = -276$. Au nord de 16° S, le changement de pente indique une augmentation progressive de

la quantité de phosphate préformé : le rapport de minéralisation $\frac{\Delta O}{\Delta P}$ passe de — 276 à — 410.

On peut donc considérer la latitude 16° S comme la limite sud des courants équatoriaux subsuperficiels.

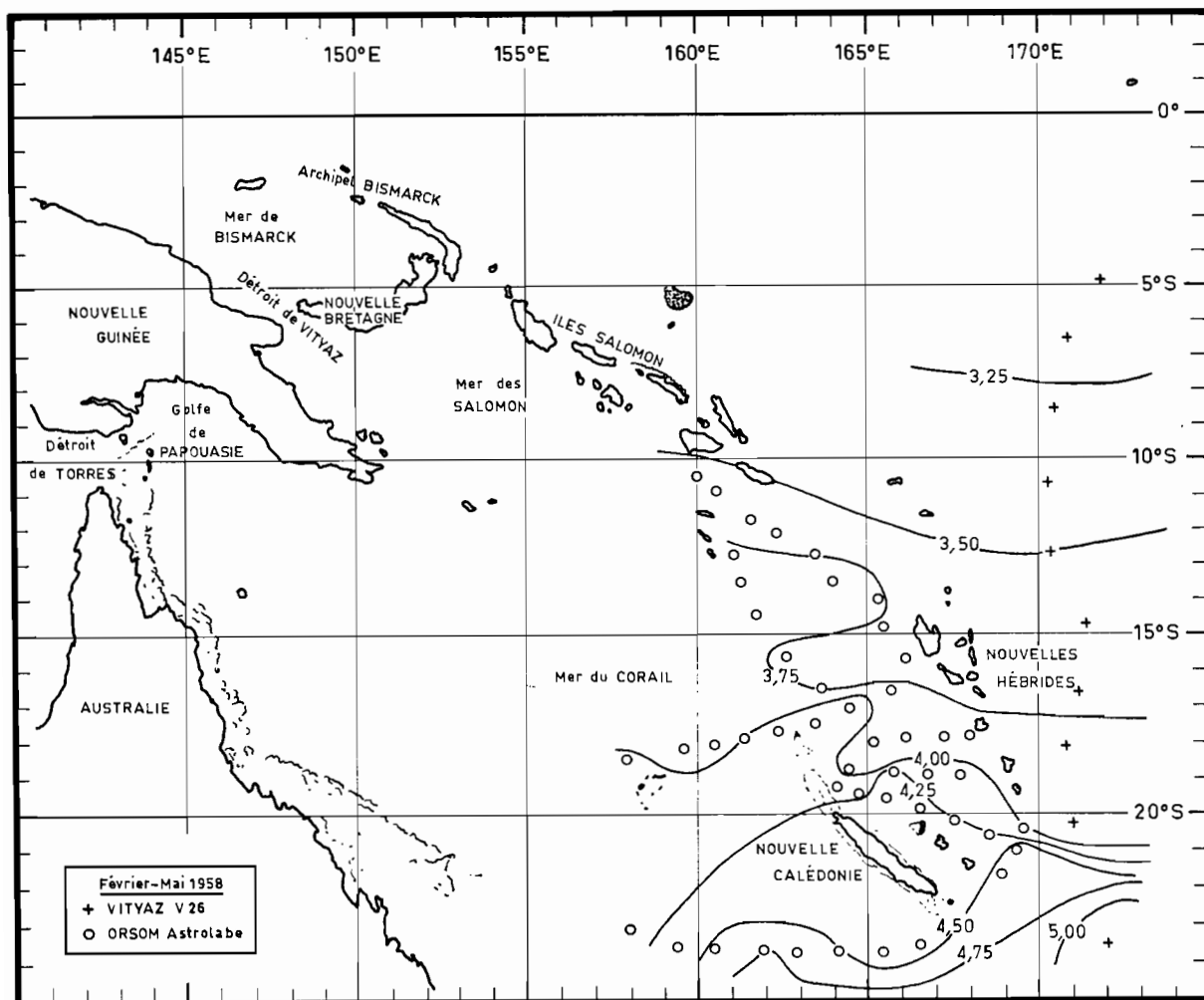


Fig. 15. — Février-mai 1958. Teneur en oxygène sur la surface isanostérique 340 cl/t.

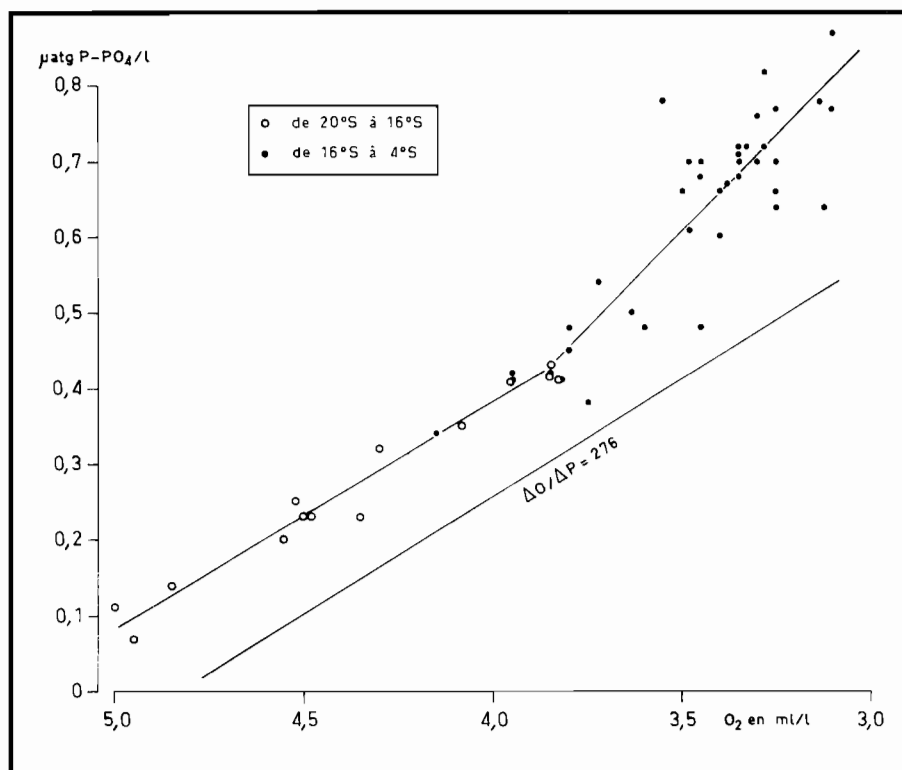


Fig. 16. --- Diagramme $\text{PO}_4\text{-O}_2$ sur la surface isanostérique 340 cl/t, à 170° E.

CONCLUSION

A partir de données espacées dans le temps et couvrant partiellement la Mer du Corail, il a été possible de préciser les grandes lignes de la circulation de surface et de subsurface et son hydrologie. Les flux, généralement zonaux, subissent des variations importantes au cours de l'année : il y a prédominance d'un flux d'eau dessalée portant à l'est en été austral et prédominance d'un flux d'eau salée portant à l'ouest en hiver austral. Le contact du contre-courant équatorial sud et du courant équatorial sud engendre un doming mis en évidence par ROTSCH (1961) sous le nom de divergence des Salomon. Son influence sur la productivité de la région semble importante et il serait intéressant d'en préciser l'extension.

BIBLIOGRAPHIE

- AUSTIN (T. S.), 1960. — Summary 1955-57 ocean temperature, central Equatorial Pacific. Reports, *California Coop. oceanic Fish. Invest.*, vol. VII, pp. 52-55.
- BJERKNES (J.), 1966. — A possible response of the atmosphere Hadley circulation to equatorial anomalies of ocean temperature. *Tellus*, vol. XVIII, n° 2, pp. 820-829.
- BROOKFIELD (H. C.) et HART (D.), 1966. — Rainfall in the Tropical Southwest Pacific. Research School of Pacific Studies. Depart. of Geog. Pub G/3. The Australian National University, Canberra, 25 p., 10 fig.
- JARRIGE (F.), 1968. — On the eastward flow in the Western Pacific South of the equator. *J. Mar. Res.*, vol. 26, n° 3, pp. 286-289.

- LEGAND (M.) et ROTSCHI (H.), 1962. — Bilan des recherches océanographiques françaises en Mer du Corail entre 1956 et 1961. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, vol. XIV, n° 10, pp. 703-718.
- LEMASSON (L.), 1966. — Nature des eaux superficielles entre la Nouvelle-Calédonie et l'Australie. *Cah. O.R.S.T.O.M. sér. Océanogr.*, vol. IV, n° 3, pp. 55-76.
- MERLE (J.), ROTSCHI (H.) et VOITURIEZ (B.), 1969. — Zonal circulation in the Tropical Western South Pacific at 170° E. *Bull. jap. Soc. Fish. Oceanogr.* Special Number (Prof UDA's commemorative Papers).
- MUROMTSEV (A. M.), 1963. — The principal hydrological features of the Pacific Ocean. Oldbourne Press, London, 417 p., 177 fig.
- RAMAGE (C. S.), 1961. — Meteorology of the South Pacific Ocean. *Hawaii Inst. Geoph. Contrib.* n° 224, 23 p., 15 fig.
- REID (J. L.), 1959. — Evidence of a south Equatorial countercurrent in the Pacific Ocean. *Nature*, London, vol. 184, pp. 209-210.
- REID (J. L.), 1961. — On the geostrophic flow at the surface of the Pacific ocean with respect to the 1000 decibars surface. *Tellus*, vol. XIII, n° 4, pp. 489-502.
- ROCHFORD (D. J.), 1958. — The seasonal circulation of the surface water masses of the Tasman and Coral Seas. *Rep. Div. Fish Oceanogr. C.S.I.R.O. Austr.* n° 16, 5 p.
- ROCHFORD (D. J.), 1959. — The primary external water masses of the Tasman and Coral Seas. *C.S.I.R.O. Div. Fish Oceanogr. Technical Paper*, n° 7, 28 p.
- ROCHFORD (D. J.), 1968. — The continuity of water masses along the western boundary of the Tasman and Coral Seas. *Austral. J. Mar. Freshwat. Res.*, vol. 19, n° 1, pp. 77-90.
- ROTSCHI (H.), 1959. — Hydrologie et dynamique du nord-ouest de la Mer du Corail. *Cah. O.R.S.T.O.M. sér. Océanogr.*, vol. XI, n° 10, pp. 727-750.
- ROTSCHI (H.), 1960. — Récents progrès des recherches océanographiques entreprises dans le Pacifique sud-ouest. *Cah. O.R.S.T.O.M. sér. Océanogr.*, vol. XII, n° 4, pp. 248-267.
- ROTSCHI (H.), 1961. — Contribution française en 1960 à la connaissance de la Mer du Corail : océanographie physique. *Cah. O.R.S.T.O.M. sér. Océanogr.*, vol. XIII, n° 7, pp. 435-455.
- ROTSCHI (H.), MAGNIER (Y.), TIRELLI (M.) et GARBE (J.), 1964. — Résultats des observations scientifiques de la Dunkerquoise, croisière Guadalcanal. *Cah. O.R.S.T.O.M. sér. Océanogr.*, vol. II, n° 1, pp. 49-154.
- ROTSCHI (H.) et LEMASSON (L.), 1967. — Oceanography of the Coral and Tasman Seas. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* n° 5, pp. 49-97.
- TAKAHASHI (T.), 1960. — Existence of a contra solem vertical motion in the Coral Sea. *Rec. Oceanogr. Works Jap.*, vol. V, n° 2, pp. 52-53.
- TSUCHIYA (M.), 1968. — Upper waters of the intertropical Pacific Ocean. *The Johns Hopkins Oceanogr. Studies*, n° 4, 50 p.
- WYRTKI (K.), 1960. — The surface circulation in the Coral and Tasman Seas. *C.S.I.R.O. Divis. Fish. Oceanogr. Technical Paper*, n° 8, 44 p., 18 fig.
- WYRTKI (K.), 1961. — Scientific results of Marine investigations of the South China Sea and the Gulf of Thailand 1959-1961. Naga Report *University of California. Scripps Instit. Oceanogr.* La Jolla, Calif., 195 p.
- WYRTKI (K.), 1962. — The subsurface water masses in the western South Pacific Ocean. *Austral. J. Mar. Freshwat. Res.*, vol. 13, n° 1, pp. 18-48.
- WYRTKI (K.), 1962. — Geopotential topographies and associated circulation in the Western South Pacific Ocean. *Austral. J. Mar. Freshwat. Res.*, vol. 13, n° 2, pp. 89-106.
- WYRTKI (K.), 1967. — Circulation and water masses in the Eastern Equatorial Pacific Ocean. *Int. J. Oceanol. Limnol.*, vol. 1, n° 2, pp. 117-147.

COURANT ÉQUATORIAL INTERMÉDIAIRE DE L'OCÉAN PACIFIQUE ET CONTRE-COURANTS ADJACENTS

par Ph. HISARD et P. RUAL*

RÉSUMÉ

En 1967, le N.O. « CORIOLIS » a effectué une étude hydrologique détaillée de la zone équatoriale entre les latitudes 4° N et 4° S, le long du méridien 170° E. Cinq campagnes ont été effectuées comportant à chaque station des observations directes de courant. Cet article discute les structures hydrologiques et dynamiques observées entre 250 m et 500 m de profondeur. L'analyse hydrologique a été faite sur les surfaces isanostères 200-180-160-140 et 120 cl/t.

Il existe sous le Courant de Cromwell en-dessous de la profondeur de l'isanostère 160 cl/t, un courant portant à l'ouest, centré sur l'équateur et limité vers 1°30' N et 1°30' S par deux courants étroits portant à l'est. Il entraîne des eaux intermédiaires de très faible teneur en oxygène formées en profondeur le long des côtes du Pérou et d'Amérique Centrale, ce qui nous conduit à proposer pour ce flux le nom de « Courant Équatorial Intermédiaire ». Les deux flux adjacents portant à l'est transportent au contraire des eaux très oxygénées et pauvres en phosphate qui proviennent vraisemblablement de la Mer du Corail, et qui ont les mêmes caractéristiques que les eaux de la partie inférieure du Courant de Cromwell.

Les isanostères 140 cl/t et 120 cl/t, de même que les isothermes voisines de 10 °C, ont, le long d'un méridien, une forme remarquable en « W », symétrique par rapport à l'équateur, directement liée à l'existence des courants décrits ci-dessus. Le champ de courant est étroitement associé au champ de l'anomalie thermostérique ce qui semblerait indiquer que ces courants sont géostrophiques.

Le Courant Équatorial Intermédiaire est séparé des flux portant à l'est qui l'entourent par une couche de transition. « L'Eau Équatoriale à 13 °C », est la partie supérieure de cette couche entre le Courant Équatorial Intermédiaire et le Courant de Cromwell. Au sein de cette structure isotherme et de faible stabilité verticale, existe un important gradient vertical d'oxygène et de sels nutritifs.

Le long de l'équateur, une structure similaire a été identifiée entre 162° E et 118° W au cours de la croisière 34 du « VITYAZ » et de la croisière « SWAN SONG » de l'« ARGO » qui se sont déroulées en automne 1961. Le Courant Équatorial Intermédiaire constitue un phénomène d'une ampleur voisine de celle du Courant de Cromwell, son extension probable en profondeur jusque vers 1.000 m au moins lui assure un débit comparable bien que sa vitesse maximale reste voisine de 20 à 40 cm/s.

L'importance de cette circulation sur le mécanisme d'enrichissement des eaux du Courant de Cromwell est abordée au travers des données de la campagne « ALIZÉ » du N.O. « CORIOLIS ».

* Océanographes, Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa (Nouvelle-Calédonie), B. P. n° 4.

L'existence du Courant Équatorial Intermédiaire dans l'Océan Atlantique sous le Courant de Lomonossov et dans l'Océan Indien semble prouvée par de nombreuses observations. Ce serait donc un phénomène d'un caractère général lié à la dynamique équatoriale.

SUMMARY

This paper describes the currents which flow under the Pacific Equatorial Undercurrent. It also describes their hydrological permanent features along the 170° E meridian between 4° N and 4° S, through the data of 5 cruises made in 1967 by the R. V. « CORIOLIS » of the Centre O.R.S.T.O.M. of NOUMEA (New Caledonia) during which direct current measurements were carried out.

Three currents are studied here :

—The Intermediate Equatorial Current ; a westward current flowing exactly at the Equator below the 160 cl/t isanosteric surface.

—Two deep extents of the Equatorial Undercurrent, symmetrical about the equator at 2°30' latitude and which surround the westward equatorial flow.

They are also characterized through the distribution of their hydrological and dynamic properties along the 160 cl/t, 140 cl/t and 120 cl/t isanosteric surfaces. The 200 cl/t and 180 cl/t surfaces are used as a reference as they lie in the already known Equatorial Undercurrent.

Some new typical equatorial features are described :

—In the Equatorial Intermediate Current, the waters have a lower oxygen content and a higher phosphate content than the eastward flowing waters which surround them ; on the 120 cl/t isanosteric surface there are two high oxygen bells associated with these two eastward flows : the depth of the 120 cl/t isanosteric surface shows two striking troughs at 1°30', the westward equatorial flow is related to an equatorial ridge. The thickness of the 160 cl/t, 140 cl/t and 120 cl/t isanosteric surfaces is characterized by a bifurcate structure. Such a structure was described on the 160 cl/t isanosteric surface by TSUCHIYA (1968) but only east of 155° W.

The evidence of a westward flow under the Cromwell Current, along the equator, seems to be in good agreement with most of the direct current measurements carried out in the Pacific Ocean. A more detailed investigation, including physical and chemical properties, has been performed with the data of the 34th cruise of « VITYAZ » and the « SWAN SONG » cruise of the R.V. « ARGO » made in autumn 1961. This Equatorial Intermediate Current is an important link for the nutrient salts circulation as this flow is observed at the very level of the minimum oxygen layer in which a strong mineralization has occurred.

The existence of a strong vertical gradient in the nutrient salts distribution between the Cromwell Current and the Intermediate Equatorial Current below it, and the existence of a layer of very low stability (the Equatorial 13 °C water) at the same level can be accounted for to suggest exchanges between these flows and to explain nutrient enrichment eastward (downstream) in the Cromwell Current.

The Equatorial Intermediate Current has been also identified in the Atlantic Ocean below the Lomonossov Current and also some indices evidence it in the Indian Ocean. So, it would be a general phenomenon related to the peculiar dynamic condition of the equator.

INTRODUCTION

Le N.O. « CORIOLIS » du Centre O.R.S.T.O.M. de NOUMÉA a effectué entre 1966 et 1968, onze croisières dans la zone équatoriale le long du méridien 170° E; sept d'entre elles ont comporté des mesures directes de courants. Cet ensemble de données a permis de définir avec précision les structures hydrologiques et dynamiques de la zone équatoriale à cette longitude intermédiaire entre le Pacifique Central et le Pacifique Occidental. Faisant suite à une description générale des courants observés à 170° E (MAGNIER *et al.*, 1970) et à une étude du Courant de Cromwell et de ses liaisons avec le Courant Équatorial (HISARD *et al.*, 1970), cette étude se propose de décrire les structures physico-chimiques associées aux courants situés sous le courant de Cromwell dans cette région, de suivre leur extension à travers l'Océan Pacifique et éventuellement d'essayer de découvrir des indices de la présence de courants analogues dans les autres océans.

Les résultats des campagnes du N.O. « CORIOLIS » ont été publiés dans les « Rapports Scientifiques du Centre O.R.S.T.O.M. de NOUMÉA — Section Océanographie », déposés d'autre part aux centres de données mondiaux A et B ainsi qu'au N.O.D.C. Dans ces rapports figure une étude des méthodes d'analyse utilisées.

Entre 4° S et 4° N, les stations hydrologiques ont été effectuées tous les 30 milles avec un espacement moyen des bouteilles de prélèvement de 20 m, entre 0 et 500 m de profondeur. Chaque station était suivie d'observations directes de courant effectuées avec un ou plusieurs courantographes à enregistrement « in situ », Hydro-Products (modèle 501B modifié). Les courants mesurés sont rapportés à une couche de référence située à 500 m de profondeur. Une étude détaillée de ces mesures a été faite par MAGNIER *et al.* (1970). Seuls ont été utilisés les résultats des cinq croisières qui ont eu lieu en 1967 et dont les stations équatoriales furent occupées respectivement le 22 mars, le 26 avril, le 6 juin, le 12 juillet et le 25 août.

1. STRUCTURES SOUS-JACENTES AU COURANT DE CROMWELL A 170° E

La distribution verticale moyenne des composantes zonales des courants des cinq coupes 4° S-4° N effectuées entre mars et août 1967 met en évidence (fig. 1 a), sous le Courant de Cromwell, un courant portant à l'ouest, encadré par deux courants portant à l'est, assez étroits, reliés au Contre-Courant Équatorial Nord et au Courant de Cromwell. Des mesures profondes faites au cours de plusieurs de ces croisières indiquent que ces courants atteignent une profondeur supérieure à 1.000 m (RUAL, 1969), c'est pourquoi le nom de Courant Équatorial Profond avait précédemment été proposé pour le courant portant à l'ouest. Cependant comme l'extension en profondeur de ce courant ne dépasse sans doute pas 1.500 m, pour des fonds de l'ordre de 4.000 m et comme de plus il transporte des eaux dites « Intermédiaires », le nom de Courant Équatorial Intermédiaire sera utilisé par la suite pour désigner le flux vers l'ouest, axé sur l'équateur, sous-jacent au Courant de Cromwell. Trois coupes supplémentaires faites en avril-mai 1968 confirment les mesures faites en 1967.

Les surfaces isanostères sont mieux adaptées à l'étude de la circulation que les surfaces isobathes car l'écoulement des eaux y est isentropique (MONTGOMERY et WOOSTER, 1954). Cinq surfaces isanostères ont été choisies : 200, 180, 160, 140 et 120 cl/t dont trois (200, 160 et 120-125 cl/t) ont déjà été utilisées par REID (1965) et TSUCHIYA (1968) dans leurs études de la circulation transpacifique. La position de ces dernières dans le système des courants leur donne un caractère privilégié (fig. 1 a) : à 170° E, la surface isanostère 200 cl/t se trouve juste en-dessous

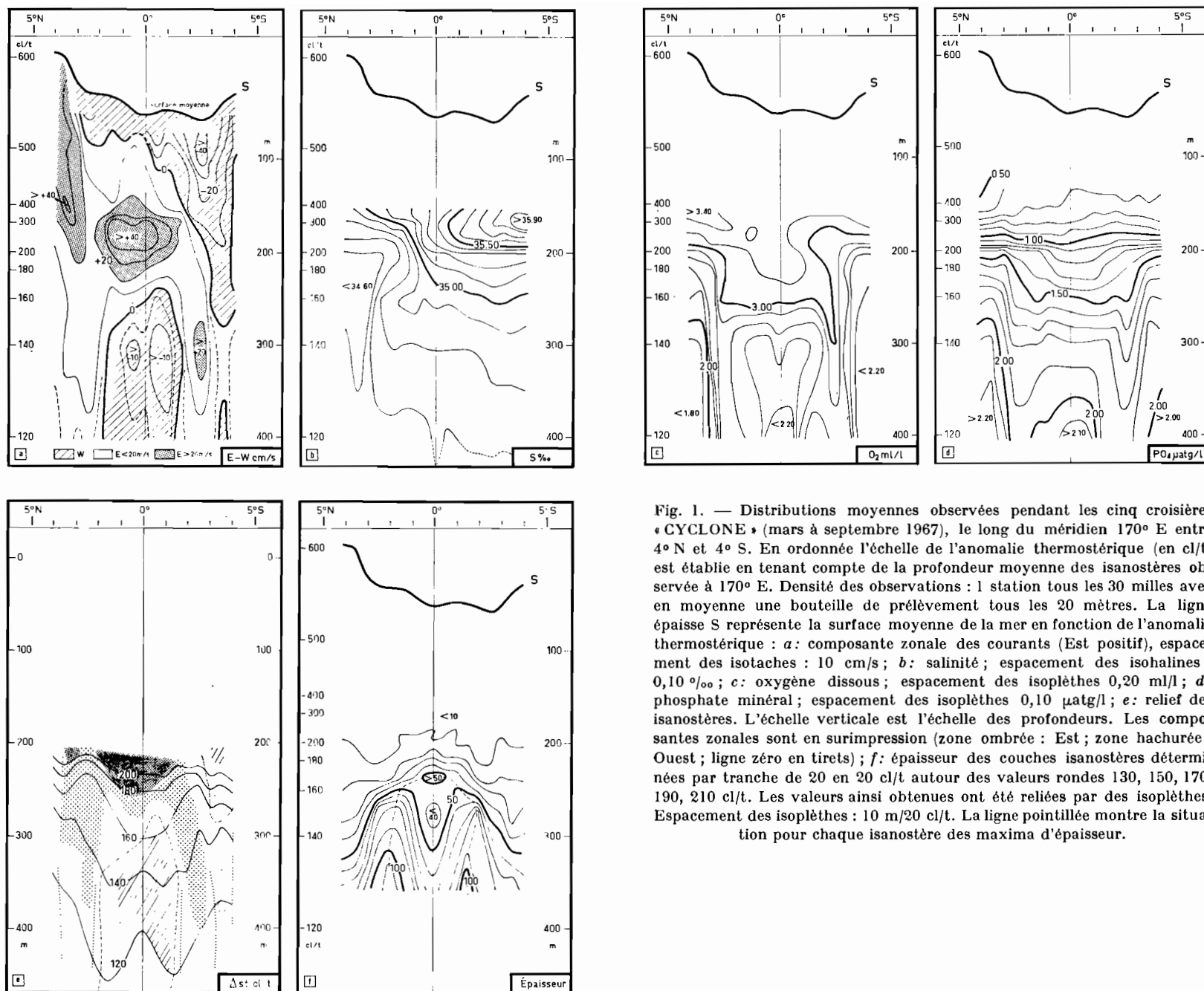


Fig. 1. — Distributions moyennes observées pendant les cinq croisières « CYCLONE » (mars à septembre 1967), le long du méridien 170° E entre 4° N et 4° S. En ordonnée l'échelle de l'anomalie thermostérique (en cl/t) est établie en tenant compte de la profondeur moyenne des isanostères observée à 170° E. Densité des observations : 1 station tous les 30 milles avec en moyenne une bouteille de prélèvement tous les 20 mètres. La ligne épaisse S représente la surface moyenne de la mer en fonction de l'anomalie thermostérique : a : composante zonale des courants (Est positif), espacement des isotaches : 10 cm/s ; b : salinité ; espacement des isohalines : 0,10 ‰ ; c : oxygène dissous ; espacement des isoplèthes 0,20 ml/l ; d : phosphate minéral ; espacement des isoplèthes 0,10 μatg/l ; e : relief des isanostères. L'échelle verticale est l'échelle des profondeurs. Les composantes zonales sont en surimpression (zone ombrée : Est ; zone hachurée : Ouest ; ligne zéro en tirets) ; f : épaisseur des couches isanostères déterminées par tranche de 20 en 20 cl/t autour des valeurs rondes 130, 150, 170, 190, 210 cl/t. Les valeurs ainsi obtenues ont été reliées par des isoplèthes. Espacement des isoplèthes : 10 m/20 cl/t. La ligne pointillée montre la situation pour chaque isanostère des maxima d'épaisseur.

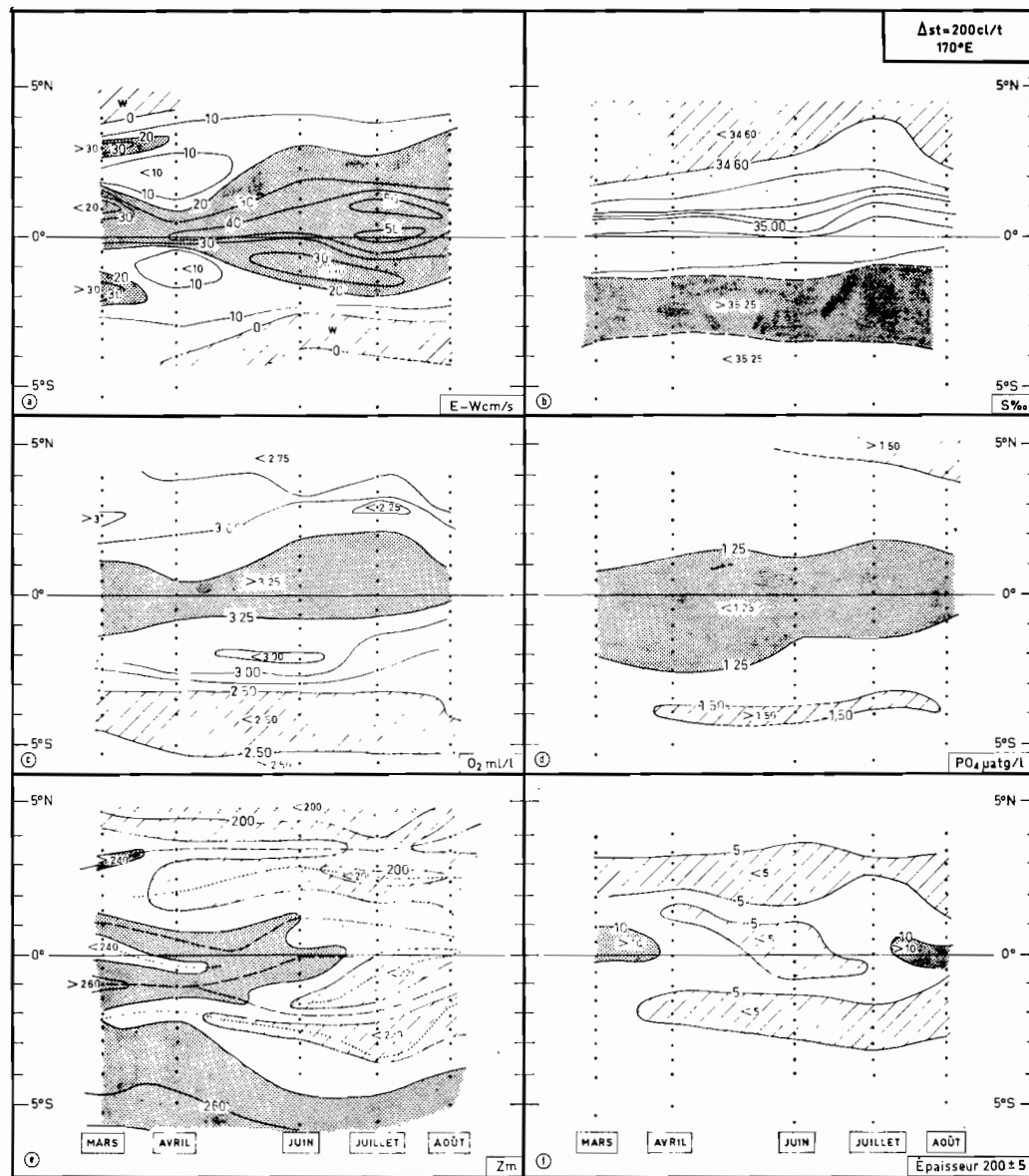


Fig. 2. — Distributions horizontales des paramètres hydrologiques observés de mars à septembre 1967 le long du méridien 170° E sur la surface d'anomalie thermostérique 200 cl/t : a : composantes zonales des courants (mesure directe), zone hachurée : composante ouest, zone ombrée : composante est supérieure à 20 cm/s, espacement des isotaches : 10 cm/s ; b : salinité, espacement des isohalines : 0,10 ‰, zone hachurée : teneur minimale inférieure à 34,6 ‰, zone ombrée : teneur maximale supérieure à 35,25 ‰ ; c : oxygène dissous ; espacement des isoplèthes 0,25 ml/l, zone hachurée : teneur minimale inférieure à 2,50 ml/l, zone ombrée : teneur maximale supérieure à 3,25 ml/l ; d : phosphate minéral : espacement des isoplèthes : 0,25 μatg/l, zone hachurée : teneur maximale supérieure à 1,50 μatg/l, zone ombrée : teneur minimale inférieure à 1,25 μatg/l ; e : relief des isanostères ; espacement des isoplèthes : 20 m, zone hachurée : inférieure à 220 m, zone ombrée : supérieure à 240 m ; f : épaisseur en mètre de la couche d'anomalie thermostérique 200 cl/t $\pm$ 5 cl/t, zone hachurée : inférieure à 5 m, zone ombrée : supérieure à 10 m.

du maximum de vitesse du Courant de Cromwell, alors que l'isanostère 125 cl/t est au sein du Courant Équatorial Intermédiaire, l'isanostère 160 cl/t faisant la transition entre ces deux courants.

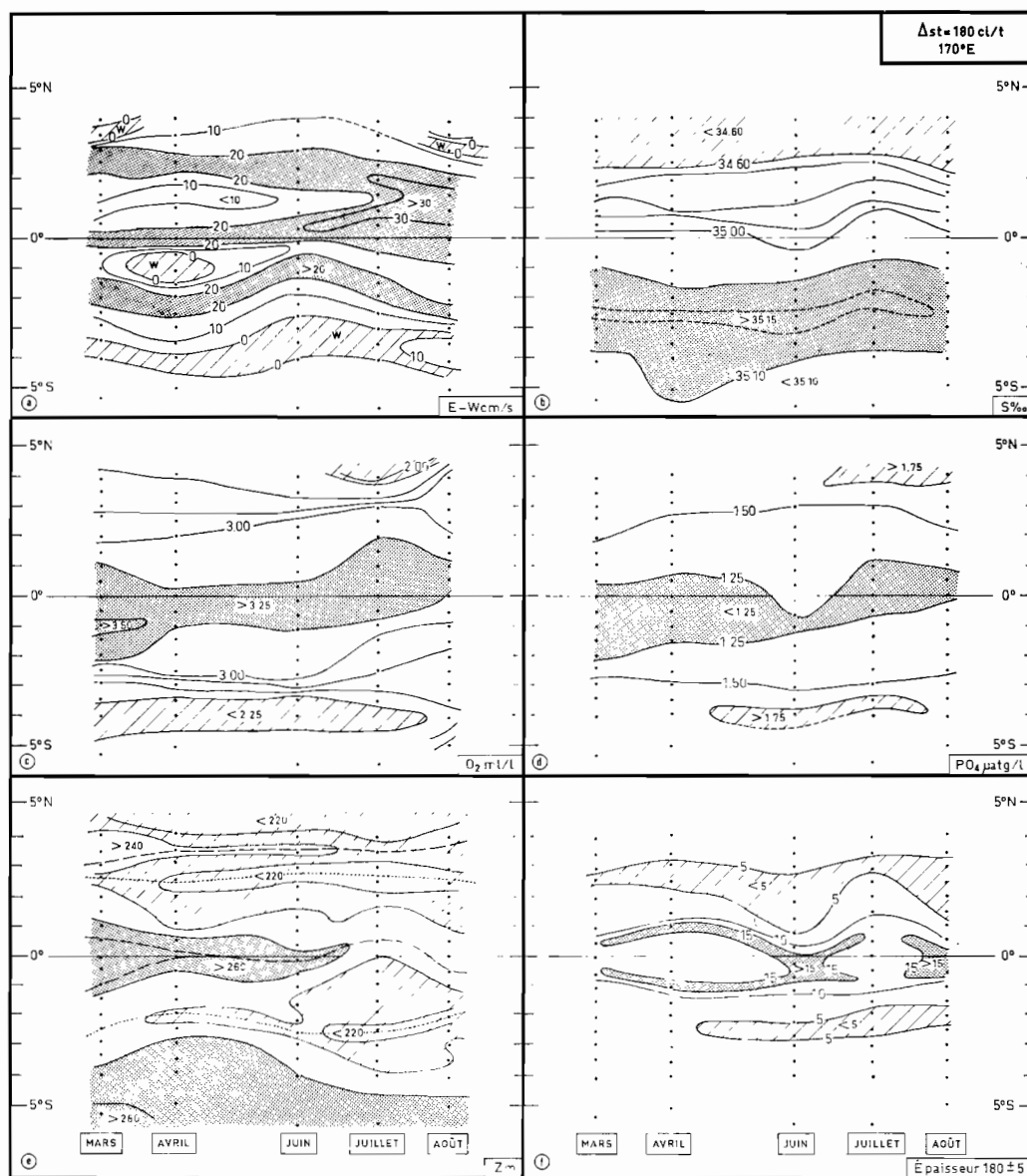


Fig. 3. — Distributions horizontales des paramètres hydrologiques observés de mars à septembre 1967 le long du méridien 170° E sur la surface d'anomalie thermostérique 180 cl/t : a : composantes zonales des courants (mesure directe), zone hachurée : composante ouest, zone ombrée : composante est supérieure à 20 cm/s, espacement des isotaches : 10 cm/s ; b : salinité ; espacement des isohalines : 0,10 ‰, zone hachurée : teneur minimale inférieure à 34,60 ‰, zone ombrée : teneur maximale supérieure à 35,10 ‰ ; c : oxygène dissous ; espacement des isoplèthes : 0,25 ml/l, zone hachurée : teneur minimale inférieure à 2,25 ml/l, zone ombrée : teneur maximale supérieure à 3,25 ml/l ; d : phosphate minéral ; espacement des isoplèthes : 0,25 µatg/l, zone hachurée : teneur maximale supérieure à 1,75 µatg/l, zone ombrée : teneur minimale inférieure à 1,25 µatg/l ; e : relief des isanostères ; espacement des isoplèthes : 20 m, zone hachurée : inférieure à 240 m, zone ombrée : supérieure à 260 m ; f : épaisseur en mètre de la couche isanostère d'anomalie thermostérique 180 cl/t $\pm$ 5 cl/t, zone hachurée : inférieure à 5 m, zone ombrée : supérieure à 15 m.

Le maximum de vitesse du Courant de Comwell est situé au voisinage de l'isanostère 250 cl/t mais sur les surfaces 200 cl/t et 180 cl/t, ses propriétés hydrologiques sont tout aussi nettes. Ses eaux sont caractérisées par un maximum de teneur en oxygène dissous et un minimum de

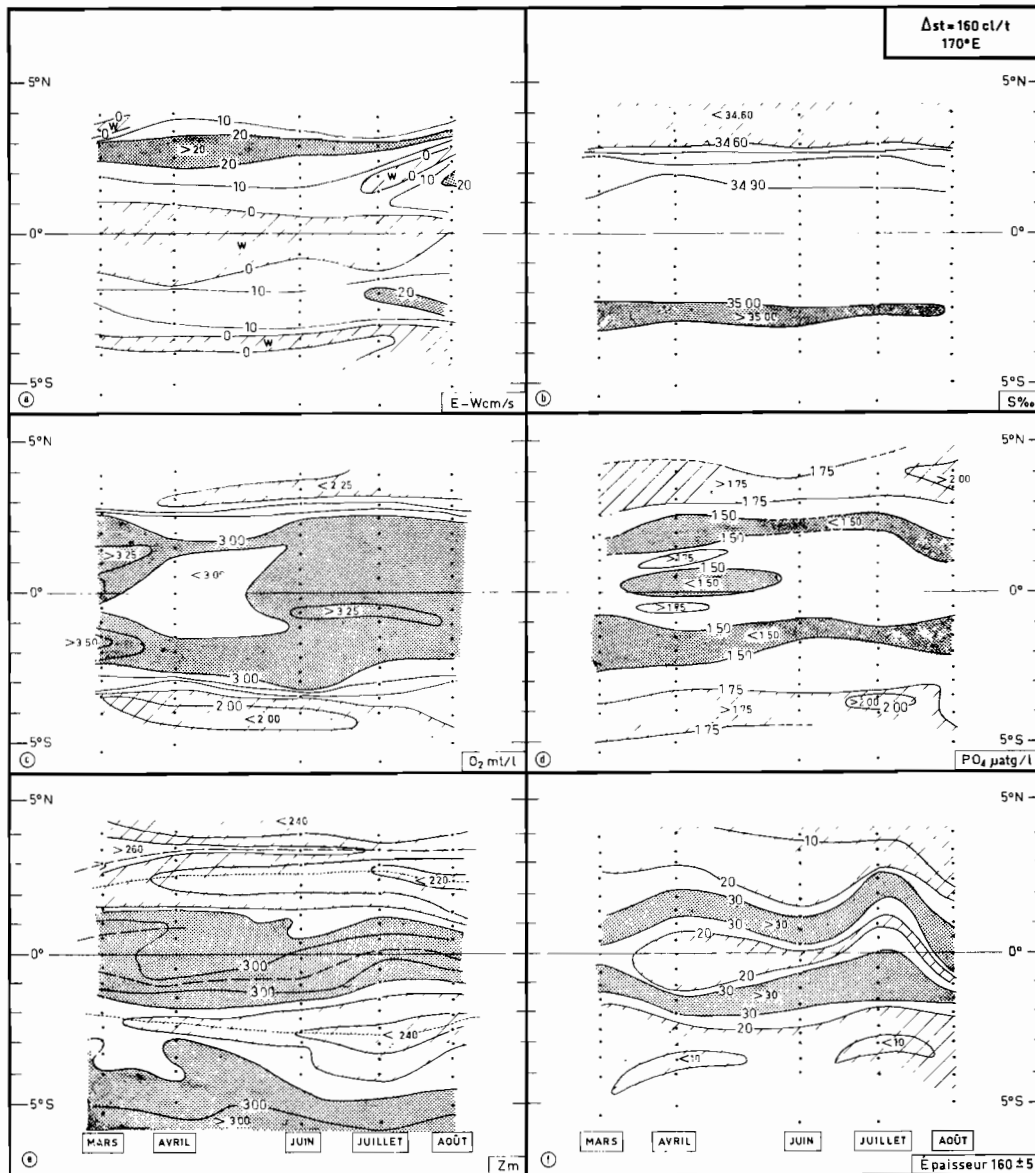


Fig. 4. --- Distributions horizontales des paramètres hydrologiques observés de mars à septembre 1967 le long du méridien 170° E sur la surface d'anomalie thermostérique 160 cl/t : a : composantes zonales des courants (mesure directe), zone hachurée : composante ouest, zone ombrée : composante est supérieure à 20 cm/s , espacement des isotaches : 10 cm/s ; b : salinité ; espacement des isohalines $0,10 \text{ ‰}$, zone hachurée : teneur minimale inférieure à $34,60 \text{ ‰}$, zone ombrée : teneur maximale supérieure à $35,00 \text{ ‰}$; c : oxygène dissous ; espacement des isoplèthes : $0,25 \text{ ml/l}$, zone hachurée : teneur minimale inférieure à $2,25 \text{ ml/l}$, zone ombrée : teneur maximale supérieure à $3,00 \text{ ml/l}$; d : phosphate minéral ; espacement des isoplèthes $0,25 \text{ µatg/l}$, zone hachurée : teneur maximale supérieure à $1,75 \text{ µatg/l}$, zone ombrée : teneur minimale inférieure à $1,50 \text{ µatg/l}$; e : relief des isanostères ; espacement des isoplèthes : 20 m , zone hachurée : inférieure à 260 m , zone ombrée : supérieure à 280 m ; f : épaisseur en mètre de la couche isanostère d'anomalie thermostérique $160 \text{ cl/t} \pm 5 \text{ cl/t}$, zone hachurée : inférieure à 20 m , zone ombrée : supérieure à 30 m .

teneur en phosphate (fig. 2 c, d, et 3 c, d) ; elles forment une zone apparemment homogène qui est en réalité le siège d'un fort gradient méridien de salinité (fig. 2 b et 3 b), frontière entre l'Eau Subtropicale du Pacifique Sud et l'Eau Arctique Intermédiaire.

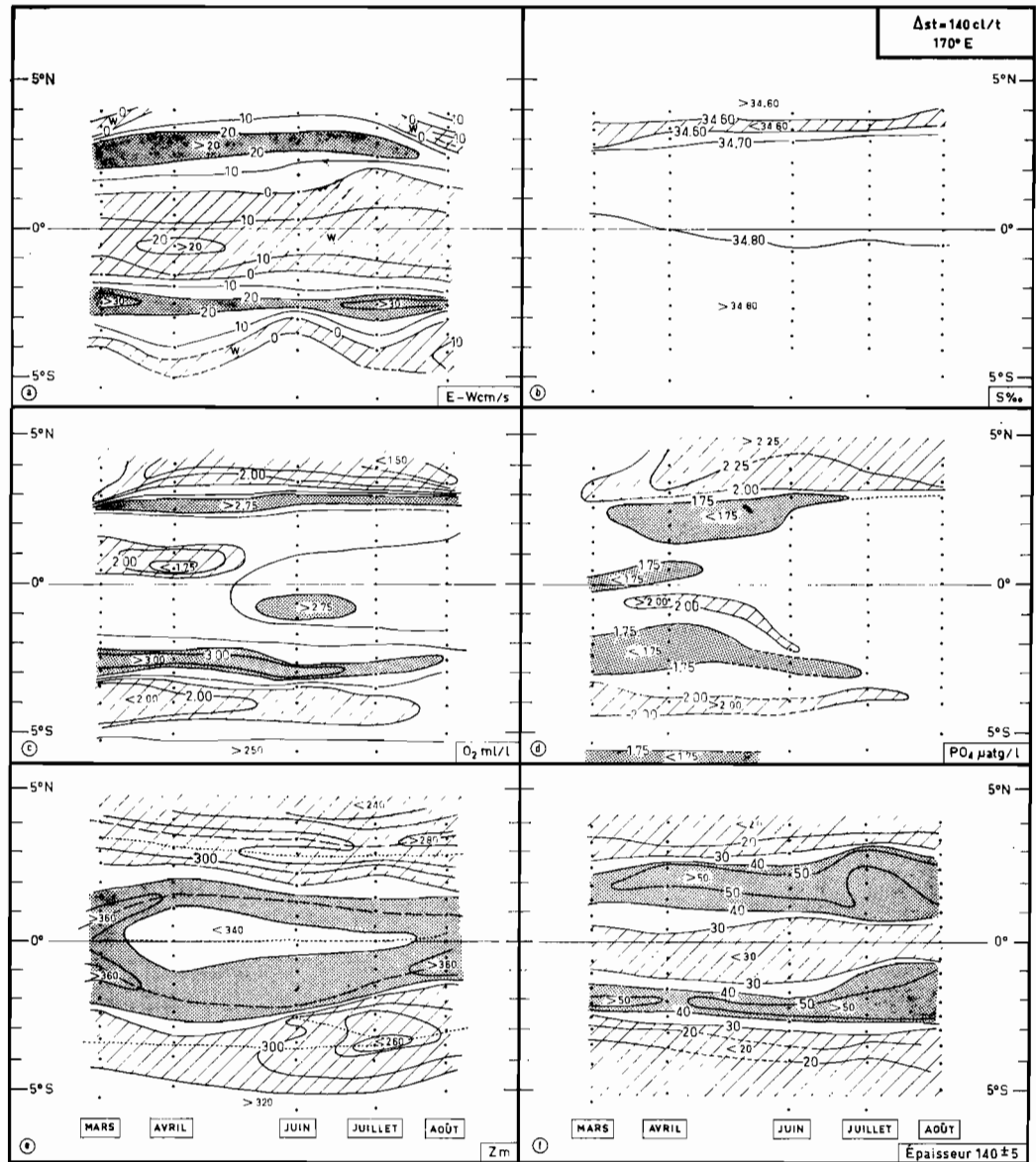


Fig. 5. — Distributions horizontales des paramètres hydrologiques observés de mars à septembre 1967 le long du méridien 170° E sur la surface d'anomalie thermostérique 140 cl/t : a : composantes zonales des courants (mesure directe), zone hachurée : composante ouest, zone ombrée : composante est supérieure à 20 cm/s, espacement des isotaches 10 cm/s ; b : salinité ; espacement des isohalines 0,10 ‰, zone hachurée : teneur minimale inférieure à 34,60 ‰, zone ombrée : supérieure à 34,75 ‰ ; c : oxygène dissous ; espacement des isoplèthes 0,25 ml/l, zone hachurée : teneur minimale inférieure à 2,25 ml/l, zone ombrée : supérieure à 2,75 ml/l ; d : phosphate minéral ; espacement des isoplèthes 0,25 µatg/l, zone hachurée : teneur maximale supérieure à 2,00 µatg/l, zone ombrée : teneur minimale inférieure à 1,75 µatg/l ; e : relief des isanostères, espacement des isoplèthes : 20 m, zone hachurée : inférieure à 320 m, zone ombrée : supérieure à 340 m ; f : épaisseur en mètre de la couche isanostère d'anomalie thermostérique 140 cl/t $\pm$ 5 cl/t, zone hachurée : inférieure à 30 m, zone ombrée : supérieure à 40 m.

Ces trois caractéristiques : épaisseur des couches isanostères, oxygène et phosphate, permettent de limiter l'eau du Courant de Cromwell environ à 2° N et 2° S. Au-delà de cette zone apparaît la base du Contre-Courant Équatorial Nord et le début des courants portant à l'est bordant le Courant Équatorial Intermédiaire (fig. 2 a et 3 a).

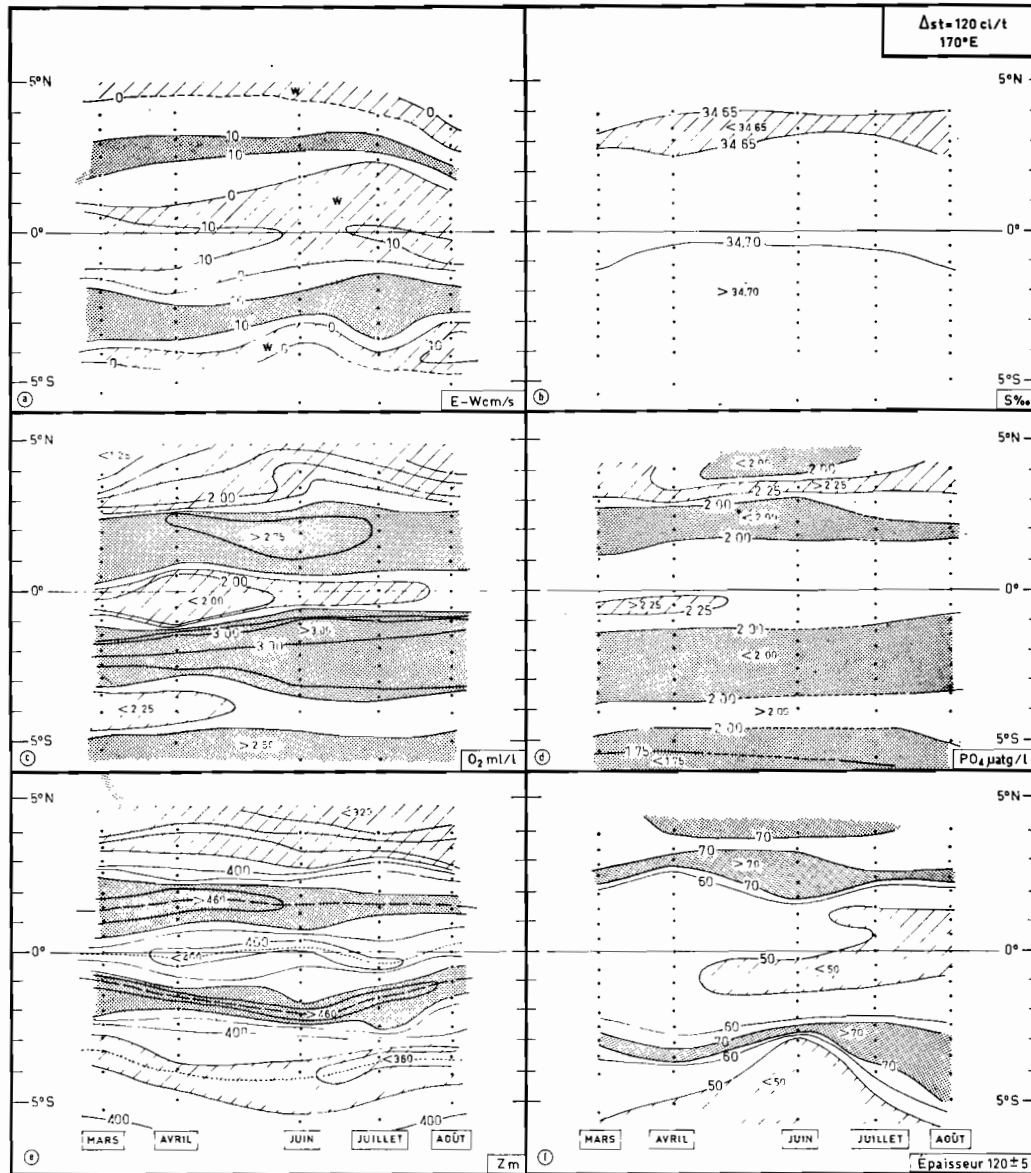


Fig. 6. — Distributions horizontales des paramètres hydrologiques observés de mars à septembre 1967 le long du méridien 170° E sur la surface d'anomalie thermostérique 120 cl/t : a : composantes zonales des courants (mesure directe), zone hachurée : composante ouest, zone ombrée : composante est supérieure à 10 cm/s, espacement des isotaches 10 cm/s ; b : salinité ; espacement des isohalines 0,10 ‰, zone hachurée : teneur minimale inférieure à 34,65 ‰ ; c : oxygène dissous ; espacement des isoplèthes 0,25 ml/l, zone hachurée : teneur minimale inférieure à 2,25 ml/l, zone ombrée : teneur maximale supérieure à 2,50 ml/l ; d : phosphate minéral ; espacement des isoplèthes 0,25 μatg/l, zone hachurée : teneur maximale supérieure à 2,25 μatg/l, zone ombrée : teneur minimale inférieure à 2,00 μatg/l ; e : relief des isanostères : espacement des isoplèthes, zone hachurée : inférieure à 380 m, zone ombrée : supérieure à 440 m ; f : épaisseur en mètre de la couche isanostère d'anomalie thermostérique 120 cl/t $\pm$ 5, zone hachurée : inférieure à 50 m, zone ombrée : supérieure à 70 m.

1.1. Extensions profondes du Courant de Cromwell.

Vers 2°30' S et 3° N, deux courants portant à l'est, bien marqués dès la profondeur de l'isanostère 160 cl/t (fig. 1 a) atteignent une profondeur supérieure à 1.000 m (MAGNIER et al.,

1970); celui situé au sud du Courant Équatorial Intermédiaire est plus rapide et mieux individualisé que son équivalent de l'hémisphère nord, il a été mesuré jusqu'à 1.500 m de profondeur en août 1967 (RUAL, 1969). Ils sont reliés au Courant de Cromwell et pourraient avoir avec lui une origine commune étant donnée la similitude de leurs propriétés hydrologiques. Leurs eaux sont en effet plus riches en oxygène et plus pauvres en phosphate que les eaux adjacentes (fig. 5 c, d et 6 c, d). C'est de l'Eau Centrale du Pacifique Sud-Ouest (SVERDRUP *et al.*, 1942) qui, ayant traversé la Mer du Corail, est reprise par le système des Contre-Courants, au nord de la Nouvelle-Guinée (TSUCHIYA, 1968). Il semble, d'après la distribution de la salinité, que le courant situé vers 3° N soit formé d'un mélange avec des eaux dérivées du Courant de Mindanao (REID, 1965 fig. 19); sa teneur en oxygène est plus faible que celle du courant situé vers 2°30' S, et sa structure haline montre un gradient assez fort (fig. 4 b et 5 b). Ce courant semble donc être plus une extension profonde du Courant de Cromwell que du Contre-Courant Équatorial Nord. Avec son symétrique au sud de l'équateur et le Courant de Cromwell, il forme un ensemble de courants portant à l'est qui entourent le Courant Équatorial Intermédiaire.

Vers 3°-4° sud et nord on trouve une crête du relief des isanostères (fig. 3 e, 4 e, 5 e et 6 e), un minimum d'épaisseur des couches isanostères (fig. 4 f, 5 f et 6 f) et un fort gradient méridien d'oxygène et de phosphate (fig. 4 c et d, 5, c et d, 6, c et d) qui sembleraient marquer la limite des deux courants portant à l'est encadrant le Courant Équatorial Intermédiaire (fig. 1). Vers les pôles les minima d'oxygène dissous (fig. 4 c, 5 c, 6 c) et les mesures de courant (fig. 4 a, 5 a, 6 a) suggèrent l'apparition de deux courants portant à l'ouest. Celui qui apparaît à 4° N est sans doute le courant signalé sous le Contre-Courant Équatorial Nord par BURKOV et OVCHINNIKOV (1960, b), KOSHLIYAKOV et NEYMAN (1965), TSUCHIYA (1961), YOSIDA *et al.* (1958).

1.2. Courant Équatorial Intermédiaire.

Limité vers le haut par une isanostère voisine de 160 cl/t (fig. 1 a), atteignant sans doute une profondeur supérieure à 1.000 m, le Courant Équatorial Intermédiaire a des caractéristiques physico-chimiques très différentes de celles des courants adjacents. Il est pauvre en oxygène dissous, riche en phosphate (fig. 6 c, d) et quasi isohalin (fig. 5 b et 6 b). Ce minimum d'oxygène est une extension vers l'ouest, le long de l'équateur, du minimum qui se forme le long des côtes d'Amérique Centrale et du Pérou (BENNETT, 1963 et REID, 1965).

Le Courant Équatorial Intermédiaire est encore caractérisé par une crête équatoriale du relief des isanostères (fig. 5 e et 6 e) et par un minimum d'épaisseur des couches isanostères (fig. 5 f et 6 f) indiquant un maximum de stabilité des eaux. Les deux creux du « W » équatorial (fig. 1 e) que dessinent les isanostères 120 cl/t et 140 cl/t correspondent à la limite du Courant Équatorial Intermédiaire. Cette limite est aussi associée à des changements prononcés de la pente des isoplèthes des différentes propriétés étudiées (fig. 1). De plus entre le Courant de Cromwell et le Courant Équatorial Intermédiaire, on observe un affaiblissement du gradient vertical de l'anomalie thermostérique (fig. 1 e) qui correspond à la structure identifiée par STROUP (1961) sous le nom « Eau Équatoriale à 13° C ». Il semble donc que cette formation, au moins à 170° E, caractérise plus la limite inférieure du Courant de Cromwell que ce courant lui-même.

2. EXTENSION TRANSPACIFIQUE DE LA CIRCULATION OBSERVÉE A 170° E

Plusieurs des caractéristiques observées à 170° E ont déjà été identifiées à l'est de 150° W par REID (1965) et TSUCHIYA (1968) qui ne les ont cependant pas associées à des mesures directes de courants. De nombreuses mesures de courant sont disponibles (tableau I) qui permettent d'évaluer l'extension à travers le Pacifique de la circulation équatoriale définie à 170° E. En particulier les observations des campagnes du « VITYAZ » (croisière 34), de l'« ARGO » (croisière SWAN SONG) et du « CORIOLIS » (croisières ALIZÉ) permettent de suivre le long de l'équateur, les structures physico-chimiques associées à cette circulation.

TABLEAU I

Mesures de courant utilisées pour la description de la circulation équatoriale aux niveaux des surfaces isanostériques 200 cl/t-160 cl/t et 125 cl/t.

AUTEURS	COORDONNÉES	DATE	RÉFÉ- RENCE	NAVIRE	CROISIÈRE
KORT et <i>al.</i> (1966).....	0° 132° E à 150° E	12/65-4/66	fond	« VITYAZ »	38
HISARD (données person- nelles).....	0° 155° W à 135° W	2/69	1.000 m	« CORIOLIS »	CARIDE 3
KNAUSS (1960).....	0° 140° W à 92° W	5/58	1.000 m et fond	« HORIZON »	DOLPHIN
KORT et <i>al.</i> (1966).....	2° N-2° S 140° E	12/65-4/66	fond	« VITYAZ »	38
YOSIDA et <i>al.</i> (1958).....	5° N-1° S 140° E	8/56	800 m	« SATUMA »	EQUAPAC
BURKOV et OVCHINNIKOV (1960 b).....	5° N-1° S 143° E	4/58	1.000 m	« VITYAZ »	27
YOSIDA et <i>al.</i> (1958).....	5° N-2° S 147° E	1/58-2/58	800 m	« SATUMA »	I.G.Y.
	5° N-2° S 149° E	— —	—	et « TAKUYO »	
	5° N-2° S 151° E	— —	—		
TAKAHASHI et <i>al.</i> (1960)...	5° N-2° S 151° E	3/58-4/58	700 m	« KAGOSHIMA- MARU »	I.G.Y.
	5° N-2° S 153° E	— —	—		
YOSIDA et <i>al.</i> (1958).....	5° N-2° S 153° E	1/58-2/58	800 m	« SATUMA » et	I.G.Y.
	2° N-2° S 153° E	— —	—	« TAKUYO »	
	2° N-2° S 155° E	— —	—		
KOSHLYAKOV et NEYMAN (1965).....	5° N-1° N 162° E	11/61	1.500 m	« VITYAZ »	34
	1° S-3° S 162° E	—	—		
MAGNIER et <i>al.</i> (1970).....	4° N-4° S 170° E	3/67-9/67 et 4/68	500 m	« CORIOLIS »	CYCLONE
BURKOV et OVCHINNIKOV (1960 a).....	5° N-5° S 172° E	11/57-2/58	1.000 m	« VITYAZ »	26
KOSHLYAKOV et NEYMAN (1965).....	5° N-5° S 176° W	11/61	1.500 m	« VITYAZ »	34
BURKOV et OVCHINNIKOV (1960 a).....	2° S-5° S 174° W	11/57-2/58	1.000 m	« VITYAZ »	26
KOSHLYAKOV et NEYMAN (1965).....	5° N-5° S 154° W	10/61	1.500 m	« VITYAZ »	34
	5° N-5° S 140° W	10/61	—		
KNAUSS (1966).....	2° N-2° S 140° W	9/61	fond	« ARGO »	SWAN-SONG
	118° W	10/61	—		
	96° W	10/61	—		
	1° N-1° S 93° W	10/61	—		
	87° W	11/61	—		

2.1. Mesures directes de courants entre 5° S et 5° N.

Les données sont très différentes aussi bien par les méthodes et les instruments de mesures employés, que par leur dispersion dans le temps. Elles portent sur une dizaine d'années, avec une prédominance en automne et en hiver boréaux, alors que les phénomènes équatoriaux sont généralement très variables. A 170° E, des variations de flux du simple au double ont été observées dans le Courant de Cromwell en l'espace de quelques semaines (MAGNIER et *al.*, 1970) et KNAUSS (1966) a observé à 140° W, une semblable variation de flux du Courant de Cromwell entre 1958 et 1961. De plus l'année 1958 pendant laquelle eurent lieu près de la moitié des observations est une année exceptionnelle au point de vue météorologique (BJERKNES, 1966 a et b) car elle fut marquée par un régime d'alizés très faibles.

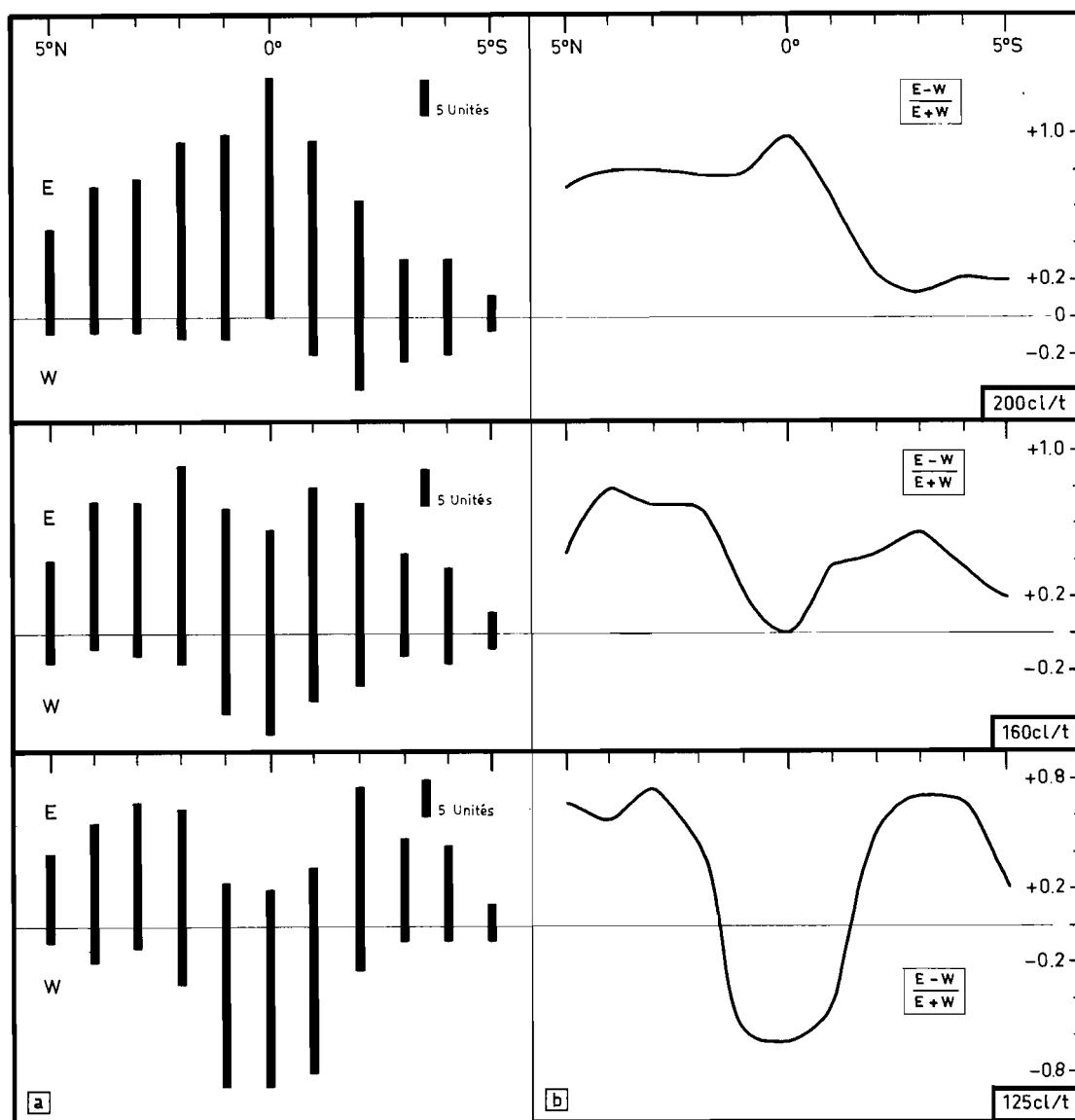


Fig. 7. — a) Nature des composantes zonales du courant entre 5° S et 5° N (estimée de 1° en 1° de latitude) dans la zone équatoriale entre les îles Galapagos et 140° E pour les trois niveaux correspondant à la profondeur des surfaces isanostères 200 cl/t, 160 cl/t et 125 cl/t. Données utilisées : observations directes de courant du tableau I, cartes de REID (1965) et de TSUCHIYA (1968) indiquant la profondeur des trois surfaces isanostères. En ordonnée : nombre de fois où une même composante a été observée. b) Rapport de la différence entre le nombre de composantes est et ouest au nombre total de composantes.

Certains courants ont été mesurés avec un courantomètre soit depuis un bateau en dérive, soit depuis un bateau remontant le courant de surface; leur référence était soit une bouée ancrée soit une « drogue » à parachute profond ou encore la mesure la plus profonde du courantomètre. Des mesures ont été faites avec des « drogues » à parachute ou avec des flotteurs de Swallow ou bien en suspendant directement les courantomètres à des bouées ancrées. Les courants sont donc, soit des courants relatifs à des profondeurs de référence variables entre 500 m et 1.500 m, soit des courants absolus.

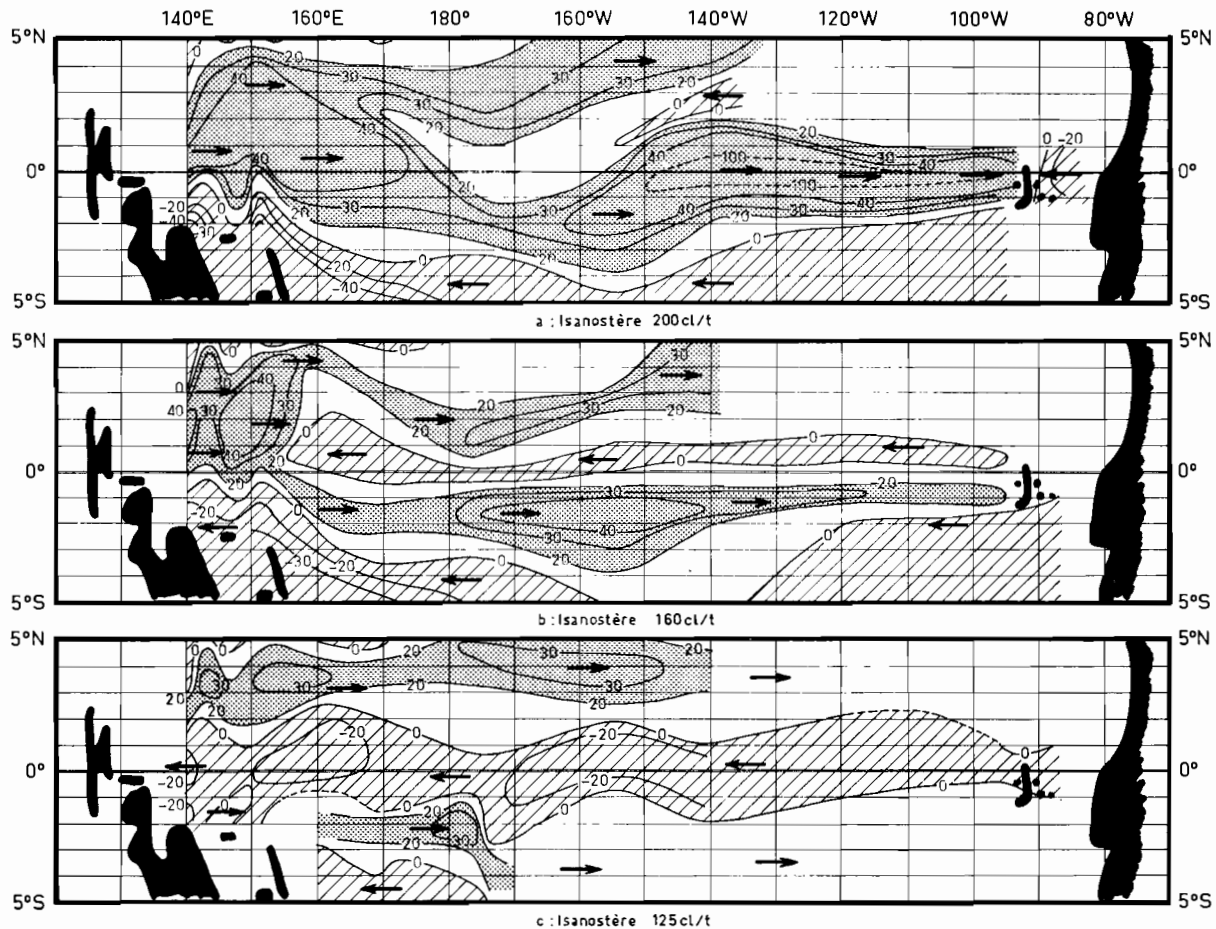


Fig. 8. — Composantes zonales en cm/s des courants observés dans la zone équatoriale (tableau I) à la profondeur des surfaces d'anomalie thermostérique 200 cl/t-160 cl/t et 125 cl/t (la profondeur des surfaces isanostères a été établie d'après les cartes de REID (1965) et TSUCHIYA (1968) ; zone ombrée : composante est supérieure à 20 cm/s, zone hachurée : composante ouest.

La densité des points de mesure, aussi bien géographiquement que verticalement fut extrêmement variable. Certaines coupes ont moins d'une demi-douzaine de points de mesures entre la surface et 500 m de profondeur, alors que d'autres ont une mesure tous les 20 m ; il y a 1 ou 2 stations par degré de latitude et sur 26 coupes utilisées, 12 sont concentrées entre 140° E et 155° E. D'autre part, de 140° W aux Galapagos, les coupes ne décrivent que la zone 2° S-2° N. La disparité des méthodes, dans la mesure où les résultats concordent, renforce la valeur de ces derniers car toute erreur systématique, qui pourrait s'introduire au sein d'une méthode unique, est éliminée. Un premier traitement des données montre un ensemble assez cohérent, d'un bout à l'autre du Pacifique (fig. 7 a).

A une latitude donnée et sur les trois surfaces isanostères 200 cl/t, 160 cl/t et 125 cl/t, la prédominance d'une composante est ou ouest est toujours nette (fig. 7 b) ce qui atteste la constance en latitude, le long de la zone équatoriale, des courants mis en évidence à 170° E. Il y a pourtant deux exceptions : l'équateur sur la surface 160 cl/t et la zone entre 2° S et 5° S sur la surface 200cl/t. La première est due à ce que la surface 160 cl/t est une zone de transition entre le Courant de Cromwell et le Courant Équatorial Intermédiaire. La seconde indique que la limite sud du Courant de Cromwell fluctue en latitude. La structure définie à 170° E, se conserve donc à travers le Paci-

fique. Cette homogénéité des résultats confirme la réalité des courants observés bien que les intensités mesurées soient souvent de l'ordre de la précision des méthodes utilisées.

Pour illustrer ces résultats, des cartes de la composante zonale des courants ont été établies sur les mêmes isanostères (fig. 8 a, b et c). Le Courant de Cromwell est bien marqué sur l'isanostère 200 cl/t (fig. 8 a) jusqu'aux îles Galapagos et cette surface reste située à la base du noyau de vitesse en la suivant dans ses variations de profondeur (230 m à 160° E et 50 m à 110° W). Au nord de la Nouvelle-Guinée, on ne distingue pas le Courant de Cromwell du Contre-Courant Équatorial Nord. Ce n'est qu'à l'est de 170° E que ces deux courants s'individualisent. A 150° W apparaît entre eux la base du Courant Équatorial. Le méandre qui le déplace vers le sud aux environs du méridien 170° W, n'est sans doute pas permanent, il ne repose que sur une seule campagne (KOSHLyakov et NEYMAN, 1965).

Sur la surface 160 cl/t (fig. 8 b) à l'équateur, le Courant de Cromwell a disparu à l'est de 160° E. Dans le Pacifique central, au sud de l'équateur, on observe l'apparition du courant portant à l'est encadrant, au sud, le Courant Équatorial Intermédiaire. Ce dernier déjà apparent sur la surface 160 cl/t, au nord de l'équateur se développe sur la surface 125 cl/t (fig. 8 c) où il est présent d'un bout à l'autre du Pacifique. C'est un courant de faible intensité dont la limite supérieure est voisine de l'isanostère 160 cl/t et il est possible qu'il atteigne une assez grande profondeur de l'ordre de 1.000 m; il aurait donc un débit comparable à celui du Courant de Cromwell (ISTOSHIN et KUKLIN 1962). Large de 2° à 3°, il est entouré par deux courants portant à l'est.

Ces deux courants sont très apparents au moins à l'ouest de 140° W; à l'est les données manquent. Il semble qu'on ne puisse les confondre avec les Contre-Courants Équatoriaux Nord et Sud de surface, car, outre leur individualité physico-chimique bien marquée, ils sont beaucoup plus près de l'équateur. Il est possible que le courant portant à l'est, bordant au sud le Courant Équatorial Intermédiaire à l'est de 170° W soit celui décrit par REID (1959) d'après les calculs géostrophiques sur l'isanostère 125 cl/t; il apparaissait vers 2° S à 150° E, s'éloignait de l'équateur pour atteindre 5° S vers 170° W et 10° S au large des côtes du Pérou. La densité des points d'observation dans la zone du Pacifique intéressée par ce courant est très faible, aussi est-il possible que cette description ne soit pas totalement exacte. En effet, certains indices hydrologiques de la croisière 34 du « VITYAZ » et de la croisière « SWAN SONG » (1961) de l'« ARGO » confirmés par les résultats de la croisière « DIADÈME » du « CORIOLIS » (1967) laissent supposer qu'à 140° W, ce courant est toujours présent à la même latitude qu'à 170° E. Il se pourrait donc qu'il existe deux courants portant à l'est qui seraient reliés entre eux à l'ouest de 170° W.

Plusieurs autres mesures isolées confirment l'existence du Courant Équatorial Intermédiaire. Elles sont particulièrement intéressantes car ce sont souvent des mesures absolues de courant. De 87° W à 140° W, les mesures de KNAUSS (1960 et 1966) avec des flotteurs de Swallow indiquent toutes vers 400-500 m de profondeur un courant portant à l'ouest; ISTOSHIN et KUKLIN (1962) à 1° N et 154° W ont mesuré pendant 12 jours, à partir d'une bouée ancrée, un courant portant à l'ouest entre 250 m et 1.000 m de profondeur avec une vitesse maximum de 33 cm/s à 500 m de profondeur; ISTOSHIN et KALASHNIKOV (1965) indiquent à 180°, entre 300 et 600 m de profondeur, à l'équateur toujours, un courant portant à l'ouest, au cours d'une station de 6 jours sur une bouée ancrée; à 153° E, YOSIDA *et al.* (1958) ont mesuré à l'équateur une dérive de « drogue » à parachute, de 15 cm/s vers l'ouest à 550 m de profondeur; enfin MONTGOMERY (1962) rapporte que des mesures japonaises entre 134° E et 166° E faites entre 1926 et 1958, indiquent le plus souvent à 400 m de profondeur, un courant portant à l'ouest, alors qu'à 300 m le courant est faible et instable.

A 87° W, KNAUSS (1966) a mesuré, à 350 m de profondeur à l'équateur, un courant à l'ouest d'une intensité de 20 cm/s, KORT *et al.* (1966) vers 400 m de profondeur, toujours à l'équateur à 140° E, signalent un courant de 40 cm/s portant à l'ouest. Ce sont là, géographiquement, les mesures extrêmes. L'extension du Courant Équatorial Intermédiaire est donc en tout point comparable à celle du Courant de Cromwell et son épaisseur présumée en fait un flux d'une importance considérable.

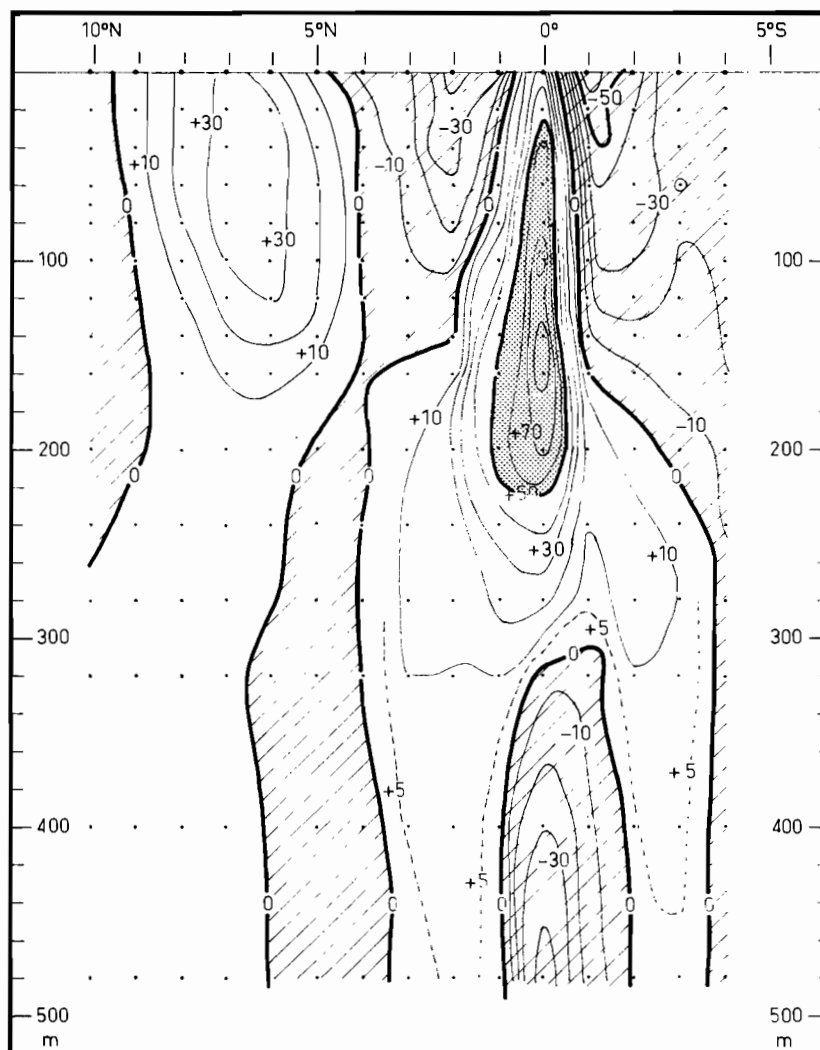


Fig. 9. — Distribution verticale des composantes zonales des courants équatoriaux (en cm/s) calculées à partir du champ de pression moyen par HIDAOKA (1962) d'après les croisières du « H. M. SMITH » entre 155° et 180° W ; espacement des isotaches : 10 cm/s, valeurs positives : composantes Est (zone ombrée supérieure à 50 cm/s), valeurs négatives (zone hachurée) : composantes Ouest.

A ces mesures, il faut ajouter quelques exemples de calculs faits à partir des champs de densité observés, et qui confirment les résultats obtenus. La carte du géopotentiel sur la surface 125 cl/t, établie par REID (1965), montre un courant portant à l'ouest tout le long de l'équateur. ICHIYE (1964) utilisant les données de la croisière « DOLPHIN » du « H. M. SMITH » à 140° W retrouve par le calcul un Courant de Cromwell semblable au courant observé par KNAUSS (1960) et trouve au-dessous un courant portant à l'ouest. A partir du champ de densité moyen fourni par les croisières du « H. M. SMITH » entre 155° W et 180°, HIDAOKA (1962), en tenant compte de certains termes non linéaires des équations hydrodynamiques, a retrouvé un schéma de courant très comparable au champ de courant mesuré à 170° E avec, en particulier, le flux portant à l'ouest du Courant Équatorial Intermédiaire limité vers 2° S et 1° N par deux extensions profondes du Courant de Cromwell (fig. 9).

L'existence du Courant Équatorial Intermédiaire confirme la réalité de la représentation des champs de courant de la figure 8 et donc l'existence des courants portant à l'est vers $2^{\circ}30'$ de latitude, bien que ces derniers aient rarement été mesurés ailleurs qu'à 170° E. Les calculs dynamiques et les cartes d'oxygène dissous de la campagne « EASTROPIC » (BENNETT, 1963) semblent indiquer, sur les isanostères 180 cl/t et 140 cl/t, deux sources éventuelles du Courant Équatorial Intermédiaire, l'une dans le golfe de Panama, l'autre le long des côtes du Pérou.

Quant aux courants latéraux portant à l'est, leur origine semble être la Mer du Corail, soit directement pour celui qui se trouve vers $2^{\circ}30'$ S, soit par l'intermédiaire d'un tourbillon au nord de la Nouvelle Guinée, pour celui qui se trouve au nord de l'équateur. A la faveur de ce tourbillon, il se pourrait que s'y mélange de l'eau moins salée venant de l'hémisphère nord.

En conclusion, le Courant Équatorial Intermédiaire est bien défini et permanent dans tout le Pacifique entre 90° W et 140° E; sa limite supérieure est proche de la profondeur de l'isanostère 160 cl/t et sa limite inférieure, moins bien précisée, pourrait être à une profondeur supérieure à 1.000 m. Les deux courants portant à l'est encadrant le Courant Équatorial Intermédiaire semblent aussi être transpacifiques, mais à l'est de 140° W les mesures directes manquent. Le courant portant à l'est centré sur 3° - 4° N sur l'isanostère 125 cl/t a un tronc commun au Contre-Courant Équatorial Nord. Dans l'hémisphère sud, le courant portant à l'est, formé par des eaux sans doute de même origine que son symétrique de l'hémisphère nord ne paraît pas pouvoir être confondu avec le courant décrit par REID (1959) sur la surface 125 cl/t entre 2° S et 10° S et doit être distingué du Contre-Courant Équatorial Sud.

2.2. Structures physico-chimiques associées aux courants.

La densité des observations le long du méridien 170° E a permis d'associer aux courants certains traits de la distribution des propriétés physico-chimiques et en particulier de la teneur en oxygène dissous, du relief des isanostères et de l'épaisseur des couches isanostères. L'étude de la répartition de ces propriétés à travers l'océan Pacifique peut aider à suivre l'extension des courants là où les mesures directes sont insuffisantes.

L'étroitesse des courants observés, dans un plan méridien, et l'importance des gradients verticaux et horizontaux des propriétés étudiées font que ces structures ne peuvent être étudiées qu'au moyen de campagnes où la densité des stations a été suffisamment importante le long d'un méridien et ce, avec des niveaux de prélèvements assez resserrés entre la surface et 500 m de profondeur. Seule la campagne « SWAN SONG » de l'« ARGO » entre 140° W et les îles Galapagos répond à ces critères. Nous avons aussi utilisé les données de la croisière 34 du « VITYAZ » car elle s'est déroulée en même temps que la campagne « SWAN SONG » (automne 1961) et que de plus elle complète la couverture de la zone équatoriale entre 140° W et 162° E; ces deux campagnes ont comporté des mesures directes de courant (tableau I).

Ces données permettent de préciser pour l'automne 1961 la carte de la distribution de l'oxygène dissous sur l'isanostère 125 cl/t (REID, 1965) et de retrouver l'essentiel des caractéristiques mises en évidence à 170° E (fig. 10 a et 11). On reconnaît, d'une part un minimum d'oxygène équatorial caractéristique du Courant Équatorial Intermédiaire, d'autre part deux bandes de teneur plus élevée, vers 2° N et 2° S, associées aux deux flux portant à l'est qui l'encadrent.

Le Courant Équatorial Intermédiaire entraîne une eau à faible teneur en oxygène provenant de la zone à très forte reminéralisation qui se développe en profondeur au large des côtes d'Amérique. Il y a donc entre ce courant et l'eau très oxygénée du Courant de Cromwell un fort gradient vertical que l'on peut observer tout le long de l'équateur à la profondeur de la couche de transition (fig. 12).

On retrouve aussi la forme en « W » du relief des surfaces isanostères en automne 1961 entre les méridiens 162° E et 118° W (fig. 10 b). L'anomalie thermostérique étant fonction principalement de la température, cette forme découle d'une forme identique des isothermes aux mêmes

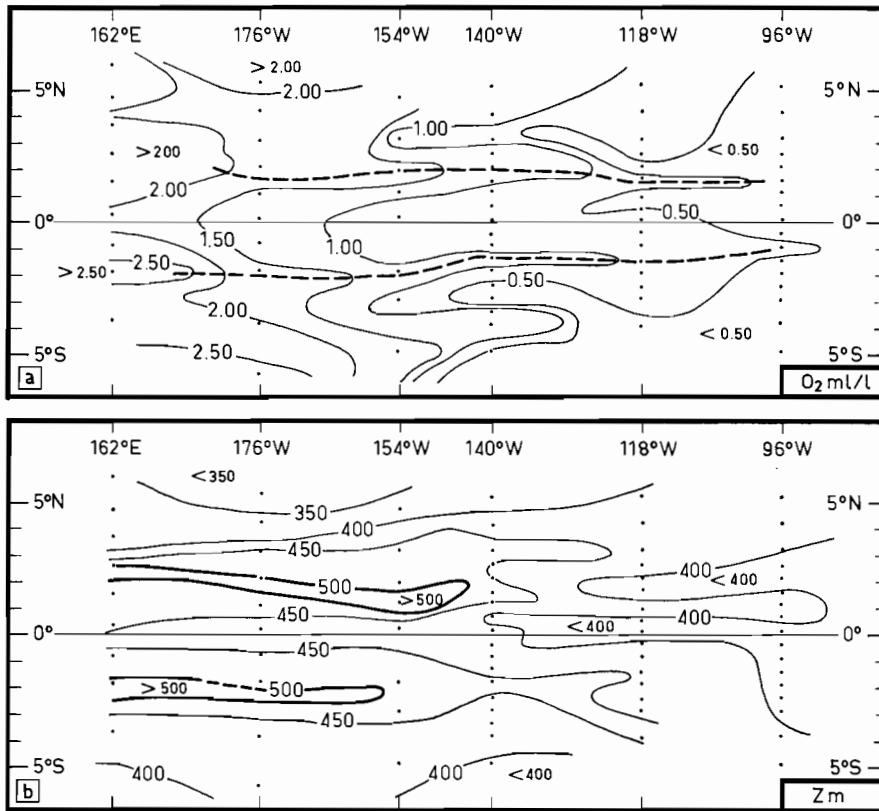


Fig. 10. — a) Distribution de la teneur en oxygène dissous (en ml/l) dans la zone équatoriale sur la surface d'anomalie thermostérique 120 cl/t d'après les données de la campagne 34 du « VITYAZ » et de la campagne « SWAN SONG » de l'« ARGO » (automne 1961) ; espacement des isoplèthes : 0,50 ml/l. Les deux lignes en pointillé soulignent l'existence de deux bandes de teneurs maximales en oxygène de part et d'autre de l'équateur. b) Relief de la surface isanostère 120 cl/t d'après les mêmes données. Espacement des isoplèthes : 50 m.

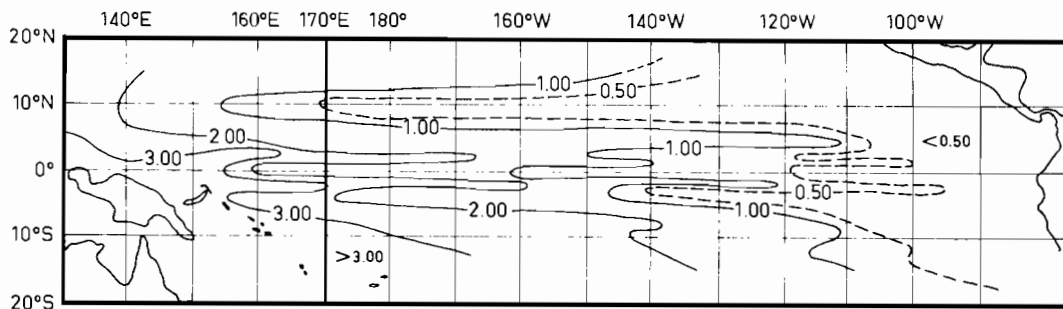


Fig. 11. — Distribution de la teneur en oxygène dissous (en ml/l) dans la zone équatoriale de l'océan Pacifique, sur la surface d'anomalie thermostérique 125 cl/t d'après la carte de REID (1965), complétée d'après les données des campagnes « CYCLONE » du « CORIOLIS », de la campagne 34 du « VITYAZ » et de la campagne « SWAN SONG » de l'« ARGO » (fig. 10 a). Espacement des isoplèthes : 1 ml/l. L'épaississement du méridien $170^\circ E$ souligne la localisation des campagnes « CYCLONE » du « CORIOLIS ».

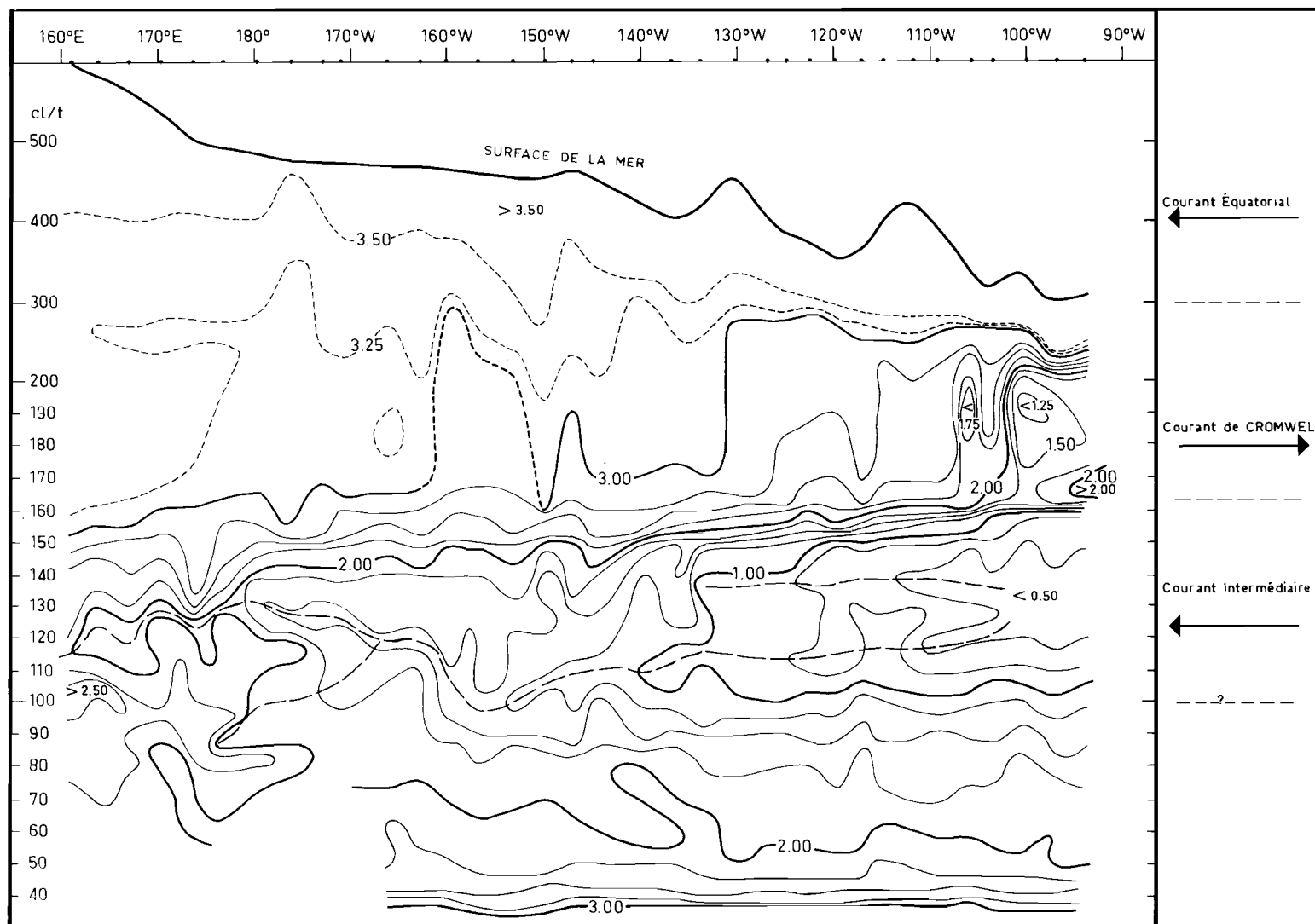


Fig. 12. — Distribution verticale de l'oxygène dans le plan équatorial de l'Océan Pacifique, en fonction de l'anomalie thermostérique. D'après les données de la campagne « ALIZÉ » du « CORIOLIS » (nov. 1964-mars 1965).
La ligne en longs pointillés entre 140 et 100 cl/t souligne l'extension du minimum d'oxygène d'Est en Ouest.

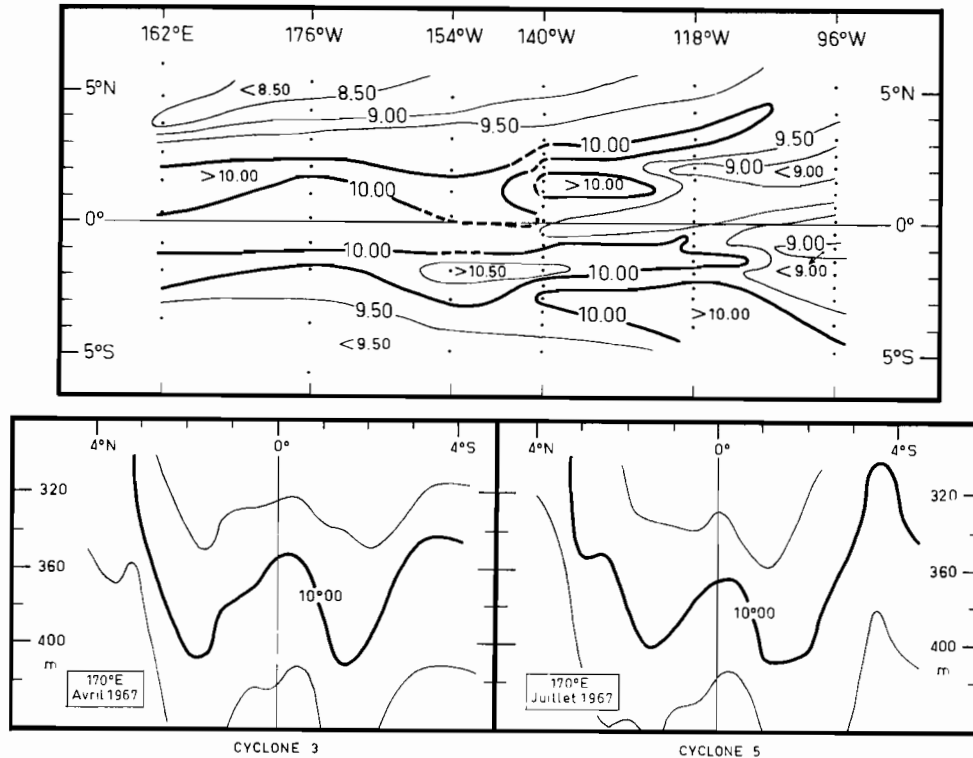


Fig. 13. — En haut : Distribution de la température (en °C) à 400 m de profondeur dans la zone équatoriale. La température a été interpolée par le N.O.D.C. d'après les données de la campagne 34 du « VITYAZ » et de la campagne « SWAN SONG » de l'« ARGO ». En bas : Forme remarquable en « W » des isothermes vers 400 m de profondeur, entre 4° N et 4° S à 170° E en avril 1967 et juillet 1967 (« CORIOLIS » campagne « CYCLONE »).

profondeurs (fig. 13). Le dôme équatorial, partie centrale du « W », atteste encore une circulation vers l'ouest alors que les branches externes témoignent des flux adjacents portant à l'est.

Les données utilisées par REID (1965) ne lui ont pas permis de dessiner la crête équatoriale du relief de l'isanostère 125 cl/t; néanmoins, la carte du potentiel d'accélération qu'il a établie implique un courant équatorial portant à l'ouest et par conséquent requiert, dans l'hypothèse géostrophique, l'existence d'une crête équatoriale du relief de l'isanostère 125 cl/t. On retrouve encore cette circulation sur la carte du potentiel d'accélération au niveau 80 cl/t. La section méridienne de l'anomalie thermostérique à 160° W (cf. fig. 6 in REID, 1965) permet de suivre le « W » équatorial jusque vers 1.200 m de profondeur; ceci confirme l'hypothèse de RUAL (1969) sur l'extension profonde du Courant Équatorial Intermédiaire.

La forme en « W » du relief de l'isanostère 120 cl/t et de la structure correspondante des isothermes qui se reconnaît sur les figures 10 b et 13, peut permettre d'identifier le Courant Équatorial Intermédiaire et ses limites nord et sud jusqu'à 118° W. À l'est de cette longitude, cette forme paraît évoluer bien que la distribution de l'oxygène dissous (fig. 10 a) suggère l'existence de ce courant jusqu'aux îles Galapagos.

La zone de transition entre le Courant de Cromwell et le Courant Équatorial Intermédiaire correspond à la zone de minimum de gradient d'anomalie thermostérique (150-170 cl/t) (fig. 14 a). C'est une couche de forte épaisseur et de faible stabilité, alors que le courant sous-jacent, portant à l'ouest, correspond à une augmentation du gradient d'anomalie thermostérique (120-150 cl/t). Cette zone de transition à stabilité verticale faible que STROUP (1962) avait identifiée seulement à la base du Courant de Cromwell (« Eau Équatoriale à 13° C ») s'observe aussi à 170° E sur les

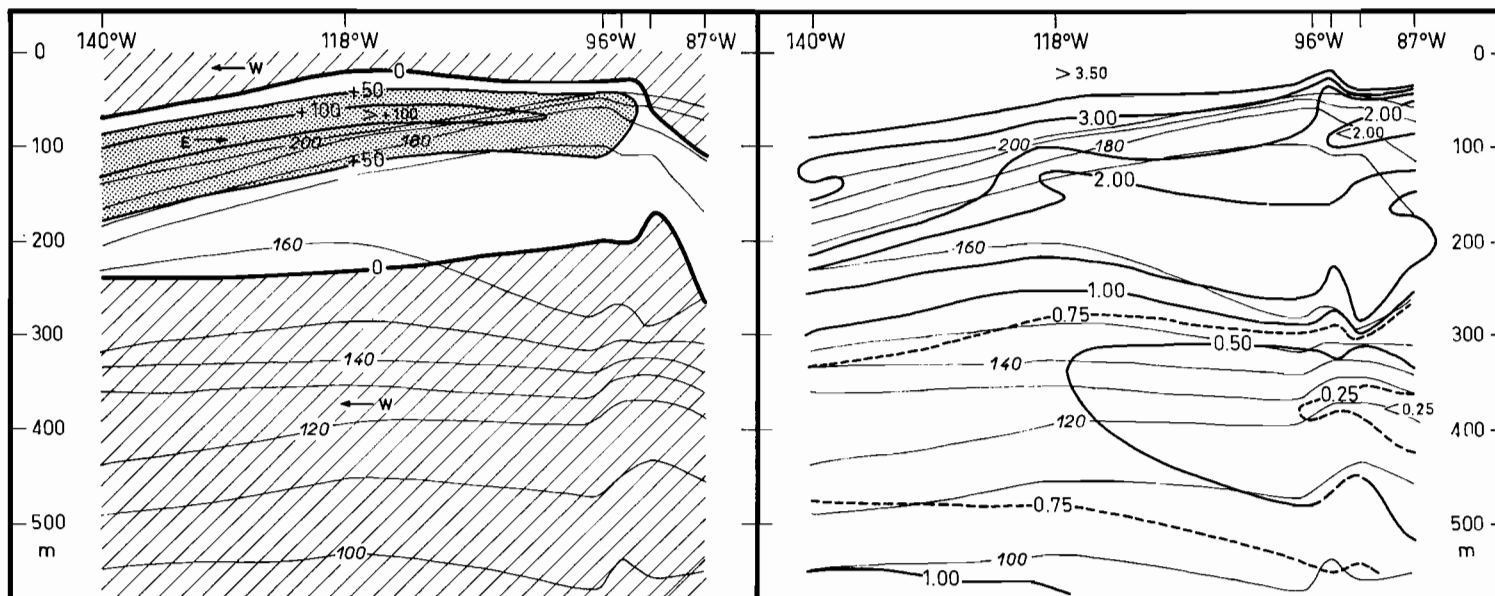


Fig. 14. — a) Composantes zonales en cm/s du courant dans le plan équatorial du Pacifique Oriental d'après les observations de la campagne « SWAN SONG » de l'« ARGO » (automne 1961) ; zone hachurée : flux portant à l'ouest, zone ombrée : flux portant à l'est (supérieure à +50 cm/s). Les lignes épaisses représentent les isotaches 0, +50 et 100 cm/s. Les lignes fines représentent les isanostères de 100 cl/t à 200 cl/t de 10 en 10. b) Distribution verticale de l'oxygène dans le plan équatorial (même source que 14 a). Espacement des isoplèthes : 0,50 ml/l de 1,00 à 3,50 ml/l et 0,25 ml/l pour les teneurs inférieures à 1,00 ml/l.

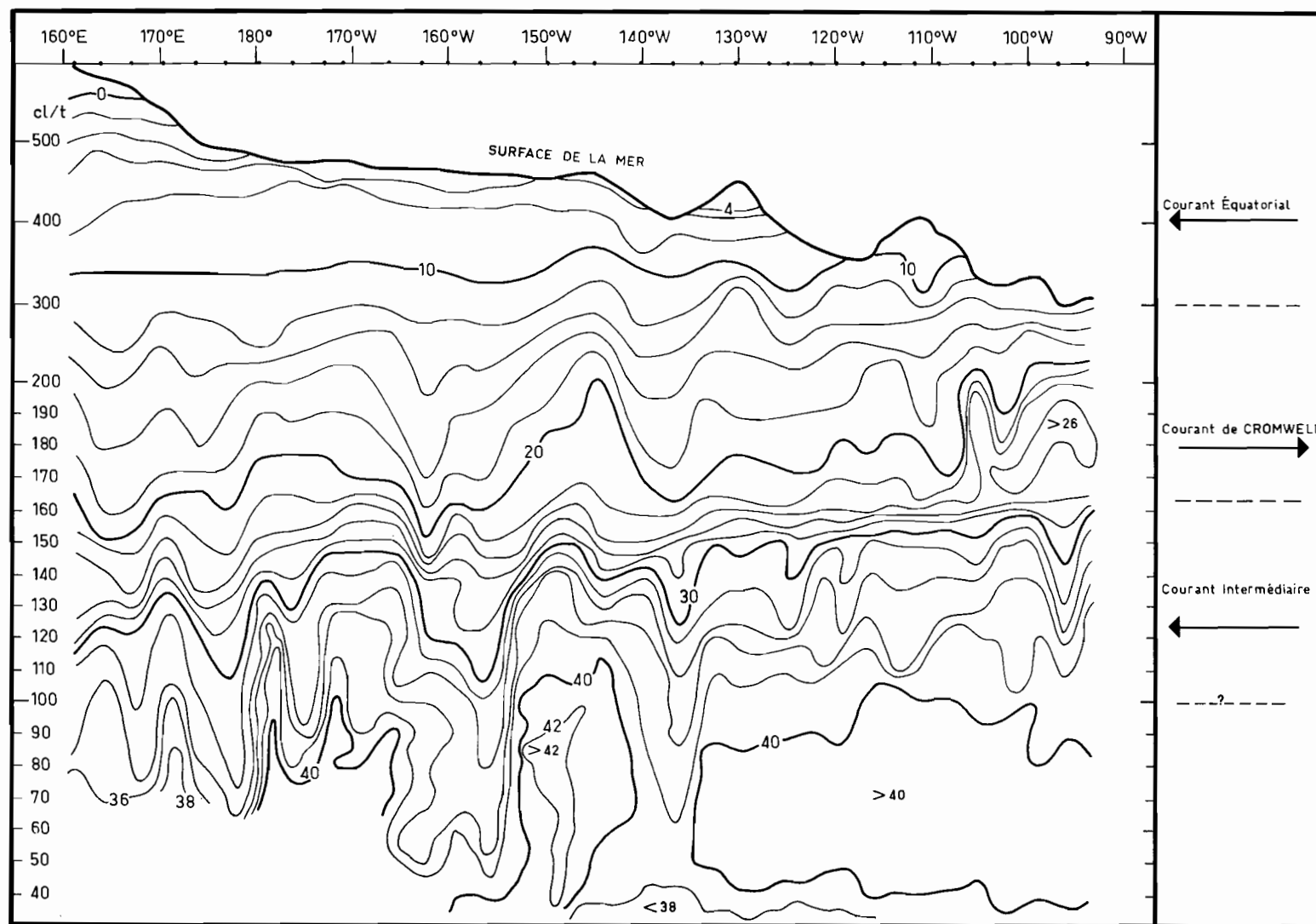


Fig. 15. — Distribution verticale du nitrate (en $\mu\text{atg/l}$) dans le plan équatorial de l'océan Pacifique, en fonction de l'anomalie thermostérique. D'après les données de la campagne « ALIZÉ » du « CORIOLIS » (nov. 1964-mars 1965). Espacement des isoplèthes : 2 $\mu\text{atg/l}$.

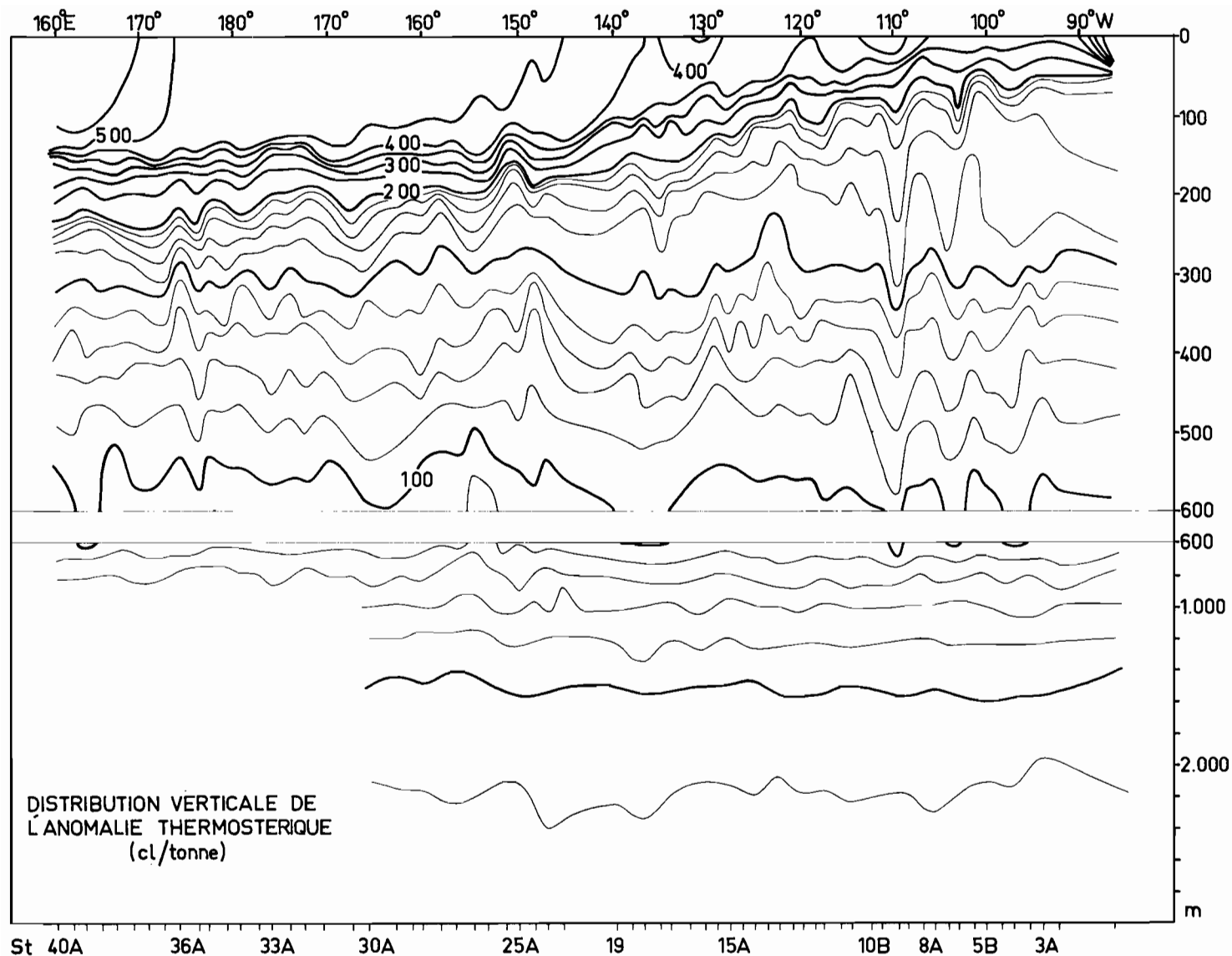


Fig. 16. — Distribution verticale de l'anomalie thermostérique (en cl/t) dans le plan équatorial de l'océan Pacifique, en fonction de la profondeur. D'après les données de la campagne « ALIZÉ » du « CORIOLIS » (nov. 1964-mars 1965). Espacement des isanostères : 10 cl/t de 40 à 200 cl/t et 50 cl/t de 200 à 550 cl/t.

côtés du Courant Équatorial Intermédiaire à la profondeur des isanostères 160 cl/t, 140 cl/t et 120 cl/t (fig. 4 f, 5 f et 6 f). On retrouve cette structure dans le Pacifique central et oriental, sur la carte de distribution de l'épaisseur de la couche isanostère 160 cl/t $\pm$ 5 cl/t établie par TSUCHIYA (1968); il faut y voir un indice de l'apparition sous le Courant de Cromwell du Courant Équatorial Intermédiaire.

3. INFLUENCE DE LA CIRCULATION SUR LA DISTRIBUTION DES SELS NUTRITIFS A L'ÉQUATEUR

L'eau du Courant Équatorial Intermédiaire est caractérisée par un minimum marqué de la teneur en oxygène (fig. 14 et 12). Cette faible teneur étant le résultat d'une forte minéralisation qui s'est produite dans la partie orientale du Pacifique, les eaux de ce courant sont riches en sels nutritifs; cette richesse contraste avec les teneurs plus faibles des eaux des flux portant à l'est qui les entourent. Ainsi, entre le Courant de Cromwell et le Courant Équatorial Intermédiaire, les phénomènes d'échanges par diffusion turbulente verticale sont facilités et d'autre part entre les flux portant à l'est et le Courant Équatorial Intermédiaire les échanges latéraux doivent être importants.

Il semble qu'une conséquence de ces échanges soit l'enrichissement en sels nutritifs des eaux du Courant de Cromwell au fur et à mesure de son écoulement vers l'est. En effet sur 200 cl/t en particulier, les teneurs en nitrate croissent de 15 μ atg/l à 24 μ atg/l entre 140° W et 95° W (fig. 15). Ceci est en accord avec le schéma de circulation « d'estuaire » proposé par REDFIELD et *al.* (1963). On est en effet en présence d'un système de courant et de contre-courant superposés, le plus profond étant le plus riche en sels nutritifs.

Les isanostères dans le Courant de Cromwell remontent de 200 m de profondeur environ dans le Pacifique Occidental à 50 m près des îles Galapagos (fig. 16). Un simple écoulement isentropique ramène donc à une très faible profondeur des eaux riches en sels nutritifs. Il suffit d'une faible divergence induite par les vents pour provoquer l'enrichissement des eaux de surface. Ce dernier est accentué quand les alizés faiblissent, car le Courant de Cromwell atteint alors la surface (WYRTKI, 1965, JONES, 1969).

4. STRUCTURES SIMILAIRES DANS L'Océan ATLANTIQUE ET L'Océan INDIEN

Le Courant Équatorial Intermédiaire dans l'Océan Pacifique ne peut plus être mis en doute, et des mesures directes semblent avoir mis en évidence un courant équatorial portant à l'ouest sous le Courant de Lomonossov dans l'Atlantique et sous le Contre-Courant Équatorial Subsuperficiel de l'Océan Indien. Entre 27° W et 35° W et entre les latitudes 1° 30 S et 1° 30 N, STALCUP et METCALF (1966), au cours de 11 stations sur bouées ancrées, occupées pendant 6 jours chacune et d'une station équatoriale occupée pendant 60 jours ont mesuré dans l'Atlantique un courant portant à l'ouest avec une vitesse de l'ordre de 20 cm/s à 400 m de profondeur. Ce courant était aussi associé au minimum équatorial d'oxygène dissous. VAPNYAR (1967) utilisant les mesures de salinité et de température du « CRAWFORD » à l'équateur à 32° 30 W, a calculé un profil de courant qui indique un courant portant à l'ouest entre 300 m et 600 m de profondeur avec une intensité maximum de 34 cm/s. SARKISYAN (1969) présente une coupe méridienne à 30° W qui indique aussi un tel courant en-dessous de 350 m de profondeur; il présente un profil de courant qui montre entre 300 m et 1.000 m de profondeur un maximum de vitesse de 45 cm/s vers 650 m pour ce courant ouest.

Dans l'Océan Indien, TAFT et KNAUSS (1967), d'après la campagne LUSIAD des N.O. « ARGO » et « HORIZON » en 1962-63, indiquent souvent sur leurs coupes méridiennes entre 53° E et 92° E, un courant absolu coulant vers l'ouest, à l'équateur, entre 100 m et 300 m de profondeur. Il semble associé à un minimum d'oxygène dissous, mais ses caractéristiques varient beaucoup d'une coupe à l'autre et même, sur certaines d'entre elles il ne semble pas exister. Un an plus tard, le N.O. « DISCOVERY » a effectué une croisière dans la zone occidentale qui a permis à SWALLOW (1964) d'identifier à 58° E un courant absolu portant vers l'ouest en-dessous de 100 m, avec une intensité de plus de 25 cm/s. Entre 58° E et 68° E, à 200 m de profondeur entre 2° S et 2° N il indique, par rapport à la profondeur de référence 1.500 m, un courant portant à l'ouest d'une intensité voisine de 50 cm/s.

Il semble donc que, sous le Contre-Courant Équatorial Subsuperficiel (« Equatorial Undercurrent ») de l'Océan mondial, se trouve un Courant Équatorial Intermédiaire coulant vers l'ouest lui aussi centré sur l'équateur. Ce courant ne serait donc pas lié aux structures particulières d'un océan mais serait un phénomène lié aux conditions générales qui règnent à l'équateur dans les trois océans.

BIBLIOGRAPHIE

- BENNETT (E. B.), 1963. — An oceanographic atlas of the eastern tropical Pacific Ocean, based on data from Eastropic Expedition, Oct.-Dec. 1955, *Bull. Inter Amer. trop. Tuna Comm.*, vol. 8, n° 2, pp. 31-165.
- BJERKNES (J.), 1966 (a). — Survey of el Nino 1957-58 and its relation to tropical Pacific meteorology. *Bull. Inter Amer. trop. Tuna Comm.*, vol. 12, n° 2, 62 p.
- BJERKNES (J.), 1966 (b). — A possible response of the atmospheric Hadley circulation to equatorial anomalies of ocean temperature. *Tellus*, vol. 18, n° 4, pp. 820-829.
- BURKOV (V. A.), OVCHINNIKOV (I. M.), 1960 (a). — Structure of zonal streams and meridional circulation in the central Pacific during the northern hemisphere winter. (en russe). *Trud Inst. Okeanol. Akad. Nauk. S.S.S.R.*, vol. XL, pp. 93-107.
- BURKOV (V. A.), OVCHINNIKOV (I. M.), 1960 (b). — Investigations of equatorial currents to the north of New Guinea (en russe). *Trud. Inst. Okeanol. Akad. Nauk. S.S.S.R.*, vol. XL, pp. 121-134.
- CROMWELL (T.), 1953. — Circulation in a meridional plane in the central Equatorial Pacific. *J. mar. Res.*, vol. 12, n° 2, pp. 196-213.
- HIDAKA (K.), 1962. — Non linear theory of an equatorial flow with special application to the Cromwell current. *J. Oceanogr. Soc. Japan*. 20th Ann. vol., pp. 223-241.
- HISARD (P.), MERLE (J.) et VOITURIEZ (B.), 1970. — The Equatorial Undercurrent at 170° E in March and April 1967. *J. mar. Res.*, vol. 28, n° 3, pp. 281-303.
- ICHYE (T.), 1964. — An essay on the equatorial current system *Studies in Oceanogr.*, pp. 38-46. Ed. Yoshida. Univ. Washington Press.
- ISTOSHIN (Yu. V.) et KUKLIN (G. N.), 1962. — Le Courant de Cromwell à 154° W (en russe). *Okeanol.*, vol. 11, n° 2, pp. 262-263.
- ISTOSHIN (Yu. V.), KALASHNIKOV (A. A.), 1965. — The Cromwell current in the western Pacific. *Oceanol.*, vol. 5, n° 6, pp. 14-17 (traduction anglaise).
- JONES (J. H.), 1969. — Surfacing of Pacific Equatorial Undercurrent Direct observation. *Sciences*, 163, pp. 1449-50.
- KNAUSS (J. A.), 1960. — Measurements of the Cromwell current. *Deep-Sea Res.*, vol. 6, n° 3, pp. 265-286.
- KNAUSS (J. A.), 1966. — Further measurements and observations on the Cromwell current. *J. mar. Res.*, vol. 24, n° 2, pp. 205-240.
- KORT (V. G.), BURKOV (V. A.) et TCHEKOTILLO (K. A.), 1966. — Nouvelles données sur les courants équatoriaux dans la partie occidentale de l'Océan Pacifique (en russe). *Dokl. Akad. Nauk. S.S.S.R.*, vol. 171, n° 2, pp. 337-339.
- KOSHYLYAKOV (MN.), NEYMAN (V. G.), 1965. — Some results of measurements and calculations of zonal currents in the Pacific Equatorial region. *Oceanol.*, vol. 5, n° 2, pp. 37-49. (Traduction anglaise).

- MAGNIER (Y.), ROTSCHI (H.), RUAL (P.) et COLIN (C.), 1970. — Circulation équatoriale dans le Pacifique Occidental (170° E). A paraître dans *Progr. in Oceanogr.*, vol. 6, Pergamon Press.
- MONTGOMERY (R. B.), WOOSTER (W. S.), 1954. — Thermosteric anomaly and the analysis of serial oceanographic data. *Deep-Sea Res.*, vol. 2, n° 1, pp. 68-70.
- MONTGOMERY (R. B.), 1962. — Equatorial Undercurrent in review. *J. Oceanogr. Soc. Jap.* 20th Anniv. vol., pp. 487-498.
- MONTGOMERY (R. B.), STROUP (E. D.), 1962. — Equatorial waters and currents at 150° W in July-August 1952. *Johns Hopkins Oceanogr. Stud.*, n° 1, 68 p.
- REDFIELD (A. C.), KETCHUM (B. H.), RICHARDS (F. A.), 1962. — The influence of organisms on the composition of sea water. *The Sea*, vol. 2, M. N. Hill, Ed., pp. 26-77.
- REID (J. L.), 1965. — Intermediate waters of the Pacific Ocean. *Johns Hopkins Oceanogr. Stud.*, n° 2, 85 p.
- RUAL (P.), 1969. — Courants équatoriaux profonds. *Deep-Sea Res.*, vol. 16, pp. 387-391.
- SARKISYAN (A. S.), 1966. — On dynamics of currents in the Equatorial Atlantic. *Proc. Symp. Oceanogr. fish res. Tropical Atlantic*. Abidjan. U.N.E.S.C.O. Edit., pp. 23-32.
- STALCUP (M. C.), METCALF (W. G.), 1966. — Direct measurements of the Atlantic Equatorial Undercurrent. *J. mar. Res.*, vol. 24, n° 1, pp. 44-45.
- STROUP (E. D.), 1961. — The distribution of Equatorial 13° C Water in the eastern Pacific. Communication au 10^e Congrès des Sciences du Pacifique, Honolulu.
- SVERDRUP (H. U.), JOHNSON (M. W.), FLEMING (R. H.), 1942. — The oceans, their physics, chemistry and general biology. New York, Prentice Hall, 1087 p.
- SWALLOW (J. C.), 1964. — Equatorial Undercurrent in the Western Indian Ocean. *Nature*, vol. 204, n° 4957, pp. 436-437.
- « SWAN-SONG », 1965. — *Data Report S.I.O.*: 66-1, 125 p.
- TAFT (B. A.), KNAUSS (J. A.), 1967. — The Equatorial Undercurrent of the Indian Ocean as observed by the Lusiad expedition. *Bull. S.I.O.*, n° 9, 163 p.
- TAKAHASHI (T.), CHAEN (M.), UEDA (S.), 1960. — Report of the Kagoshima Maru I.G.Y. cruise, 1958. *Mem. Fac. Fish., Kagoshima Univ.*, vol. 8, pp. 82-86.
- TSUCHIYA (M.), 1961. — An oceanographical description of the Equatorial current system of the Western Pacific. *Oceanogr. Mag.*, vol. 13, n° 1, pp. 1-30.
- TSUCHIYA (M.), 1968. — Upper waters of the intertropical Pacific Ocean. *Johns Hopkins Oceanogr. Stud.*, n° 4, 50 p. + 4 sch.
- VAPNYAR (D. Yu.), 1967. — Some results of computing the gradient currents in the western part of the equatorial Atlantic. *Oceanol.*, vol. 7, n° 3, pp. 338-343. (Traduction anglaise).
- YOSIDA (S.), NITANI (H.), SUZUKI (N.), 1959. — Report of multiple ship survey in the equatorial region I.G.Y. Jan-Feb., 1958 (in Japanese). *Hydrogr. Bull.* Tokyo, n° 59, pp. 1-30.

CYCLES BIOLOGIQUES DES POISSONS MÉSOPÉLAGIQUES DANS L'EST DE L'OcéAN INDIEN

Quatrième note :

VARIATIONS DE RÉPARTITION DE 7 ESPÈCES SYNTHÈSE DES DIVERS CYCLES DÉCRITS*

par M. LEGAND et J. RIVATON**

RÉSUMÉ

L'auteur étudie dans cette note 7 espèces de poissons mésopélagiques capturés au Midwater Trawl Isaacs-Kidd, le long du 110° E de 32° à 9° Sud durant les croisières biologiques saisonnières du CSIRO d'août 1962 à août 1963.

Sont examinés successivement : la répartition en taille en fonction de la latitude et de la saison et pour 3 des espèces citées le développement des gonades.

Les résultats sont synthétisés avec ceux de la première note de la présente série (LEGAND 1967).

1. *Dans tous les cas où la répartition des sexes a été examinée, les femelles sont plus nombreuses que les mâles pour les plus grandes tailles rencontrées. Le taux Mâles/Femelles varie avec la saison et la latitude.*

2. *Les pontes semblent largement étalées sur l'année avec toutefois des maxima relatifs de juillet à septembre et en mars-avril et peut être aussi en fin d'année. S. multipunctatus seul a un cycle bien défini avec une ponte limitée à juillet-août.*

3. *La maturation des gonades commence dans presque tous les cas à une taille très précise et est plus ou moins rapide, par rapport à la croissance somatique, suivant les espèces.*

4. *La position approximative des lieux de ponte diffère plus ou moins d'une espèce à l'autre. En général, ils paraissent limités à une partie de la radiale explorée seulement.*

5. *Si chez certaines espèces S. multipunctatus, B. simile, on peut présumer que le cycle biologique dépasse rarement un an et qu'une seule ponte principale intervient au cours de ce cycle, la situation est plus confuse pour des espèces comme L. alatus et N. valdiviae.*

6. *Les espèces étudiées paraissent subir au cours de leur cycle une dérive vers le Nord suivie d'une dérive plus courte et plus rapide vers le Sud. Ces dérives hypothétiques sont explicables par la seule action des courants tels que décrit par ROCHFORD (1969), pendant les heures de présence de ces espèces dans les eaux superficielles.*

* La première et la deuxième notes sont parues dans les Cahiers O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., vol. V, n° 4, 1967, pp. 47-71 et pp. 73-98.

La troisième note dans les Cahiers O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., vol. VII, n° 3, 1969, pp. 29-45.

** Océanographes, Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa (Nouvelle-Calédonie), B. P. n° 4.

ABSTRACT

The present paper deals with 7 species of mesopelagic fishes caught with an Isaacs-Kidd Midwater trawl along the 110° E from 32° to 9° S during the seasonal biological cruises of CSIRO (August 1962 to August 1963). The size distribution as a function of the latitude and of the season and, for 3 species, gonad index are successively examined. Finally, the results are pooled with those of the first paper of the present serie (LEGAND 1967).

1. Females are usually more numerous than males among the largest individuals collected. The Males/Femelles ratio changes with season and latitude.

2. Spawning occurs during the whole year with two peaks in July-September and March-April, and perhaps also December. Only *Scopelopsis multipunctatus* has a well limited spawning season, in July-August.

3. Ripening of the gonads starts in many cases at a well defined size and is more or less fast relatively to the somatic growth according the species.

4. Approximate spawning areas are different according to the species; generally they are confined to a part of the total studied area and very scarcely evidences of spawning are found in the upper 200 m all along the leg.

5. If it is possible to assume that for *S. multipunctatus*, *B. simile* the biological cycle is a one year cycle with only one main spawn, for other species, as *L. alatus* and *N. valdiviae*, the situation is not so clear.

6. The concerned species seem to drift first to the North and then more rapidly to the South. These hypothetic drifts agree well with passive use by these fishes of the currents as described by ROCHFORD (1969), during the night time.

1. ÉTUDE DES MATÉRIAUX CONCERNANT 7 ESPÈCES

1.1. Conditions de collecte et description sommaire du matériel.

La présente étude vise à compléter l'examen des variations de répartition des poissons micronectoniques, objet de la 1^{re} note de la présente série (LEGAND 1967).

Rappelons que le matériel a été collecté durant les croisières biologiques saisonnières du C.S.I.R.O. d'août 1962 à août 1963 de 32° à 9° Sud le long du 110° E au moyen d'un chalut Isaacs Kidd de 5 pieds utilisé en trait oblique de 0 à 200 m chaque soir vers 22 h 30 locale (fig. 1).

On étudiera les espèces suivantes, dont l'importance a été chiffrée en % de l'effectif moyen de poissons par station, d'après les données de la 2^e note de cette série (LEGAND, RIVATON 1967) :

— <i>Lampanyctus alatus</i>	(GOODE & BEAN 1895)	8,2 %
— <i>Ceratoscopelus towsendi</i>	(EIGENMAN 1889)	5,3 %
— <i>Benthosema simile</i>	(TÂNING 1928)	4,6 %
— <i>Diaphus lutkeni</i>	(BRAUER 1904)	3,6 %
— <i>Lampanyctus macropterus</i>	(BRAUER 1904)	3,6 %
— <i>Lampanyctus pyrsobolus</i>	(ALCOOK 1890)	2,3 %
— <i>Chauliodus sloanei</i>	(SCHNEIDER 1801)	1,4 %

Toujours à partir des données de la même note, la figure 2 montre la répartition géographique moyenne de ces espèces. *D. lutkeni* et *L. macropterus* d'une part, *L. alatus* et *B. simile* d'autre part, montrent un maximum de fréquence bien caractérisé, les premiers au nord, les seconds au sud de la radiale. *L. pyrsobolus* a été principalement capturé dans la région intermédiaire. *C. towsendi* et *Ch. sloanei* montrent un développement maximum de leurs effectifs au Nord, mais aussi, plus ou moins nettement, un mode secondaire au Sud.

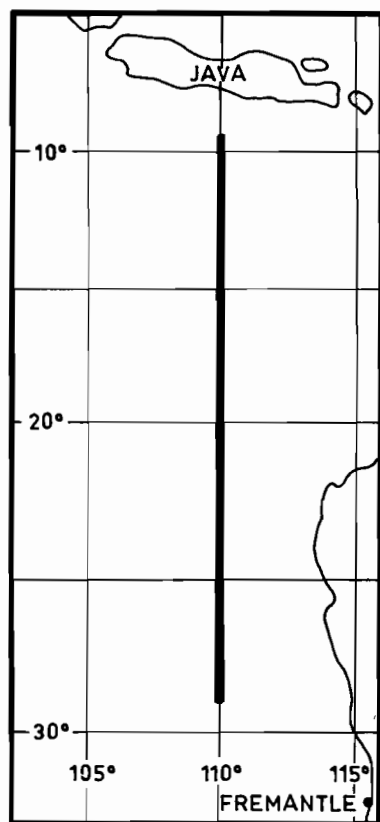


Fig. 1. — Itinéraire des croisières biologiques saisonnières du C.S.I.R.O. 1962-1963.

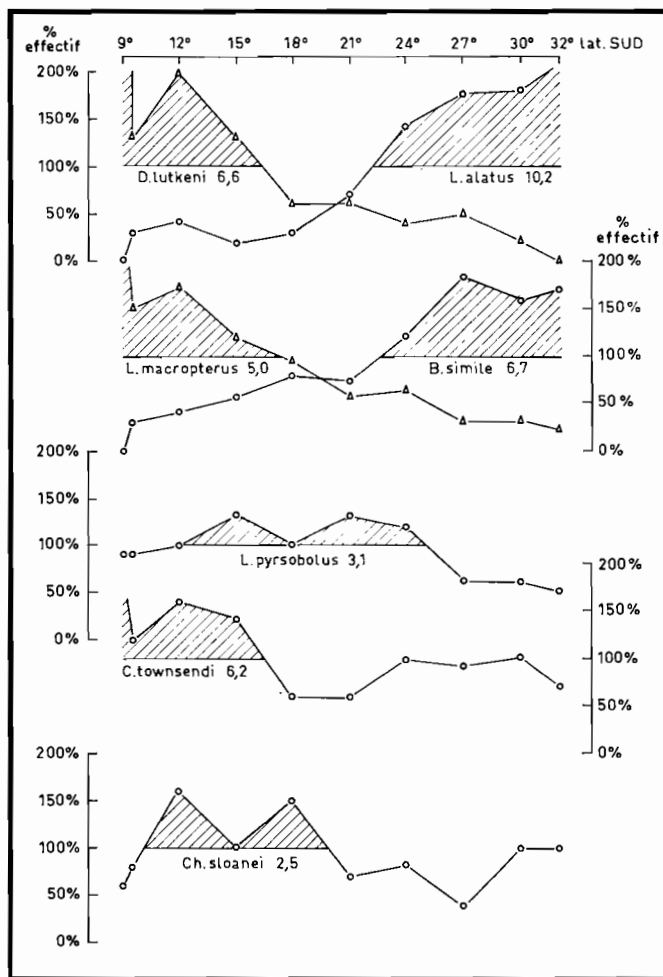


Fig. 2. — Distribution géographique moyenne annuelle des 7 espèces étudiées (effectifs exprimés en pourcentage de l'effectif moyen par station).

Rappelons, d'après le même article, les effectifs moyens de ces poissons observés par station en fonction de la profondeur réellement atteinte par le filet :

	$P < 210 \text{ m} - 10 \%$	$P = 210 \text{ m} \pm 10 \%$	$P > 210 \text{ m} + 10 \%$	Rapport max./min.
<i>B. simile</i>	13,2	5,5	7,1	2,4
<i>L. alatus</i>	13,6	9,7	7,7	1,8
<i>D. lutkeni</i>	6,2	5,8	5,7	1,1
<i>C. townsendi</i>	6,5	6,3	5,4	1,2
<i>Ch. sloanei</i>	1,6	2,0	1,8	1,4
<i>L. pyrsobolus</i>	1,9	3,5	2,1	1,8
<i>L. macropterus</i>	2,9	5,6	4,4	1,9

Ces chiffres qui n'ont pas de valeur statistique tendent à suggérer que les deux premières espèces auraient à l'heure de station leur niveau optimum de concentration situé au-dessus de 190 m; pour les deux dernières il serait au contraire atteint entre 190 et 230; les trois autres espèces paraissent avoir une répartition assez homogène le long de la colonne prospectée et seraient écologiquement moins bien différenciées, tout ceci étant essentiellement hypothétique.

TABLEAU I

Répartition en taille (longueur à la fourche) en fonction de la position des stations (en % de l'effectif de chaque groupe de taille observé, pour la radiale).

Position moyenne	<i>B. simile</i>						<i>L. alatus</i>					<i>C. lousendi</i>			
	10mm	12	16	20	26	≥30	13	17	25	40	≥50	11	19	30	≥40
9°	0	2	0	0	3	5	7	3	2	4	0	11	10	10	14
12°	0	7	4	5	9	5	5	3	5	4	0	24	21	10	11
15°	19	2	3	1	11	10	0	0	4	4	0	16	17	12	12
18°	19	9	7	5	6	12	2	5	4	2	0	9	9	7	5
21°	12	9	6	8	20	29	2	16	6	15	0	6	9	5	10
24°	32	14	6	17	22	20	41	20	16	12	14	23	9	9	9
27°	6	49	25	31	9	6	29	27	16	12	14	9	10	8	21
30°	0	9	43	23	13	8	14	21	34	25	59	2	13	29	14
32°	12	0	5	10	7	5	0	6	13	17	23	0	2	10	5
N =	16	104	94	100	71	41	42	220	281	120	36	66	306	77	65

Position moyenne	<i>L. macropterus</i>				<i>D. lutkeni</i>				<i>L. pyrsoholus</i>				<i>Ch. sloanei</i>			
	14mm	20	30	≥45	10	20	30	≥40	11	15	25	≥40	20	29	30	≥80
9°	30	18	5	29	19	12	21	32	2	9	11	0	8	11	5	14
12°	21	39	26	31	36	43	40	18	19	16	11	13	32	21	27	34
15°	13	16	30	11	21	12	22	18	30	13	8	25	12	16	7	21
18°	5	11	32	7	6	6	8	23	26	10	21	0	33	11	17	7
21°	11	9	4	18	11	19	8	6	14	18	11	37	4	21	15	3
24°	11	3	0	4	2	3	2	0	9	12	7	13	8	0	10	10
27°	3	1	2	0	4	3	0	0	0	8	19	0	4	11	5	0
30°	6	2	1	0	1	2	0	3	0	9	5	13	0	11	7	3
32°	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6	0	0	0	7	7
N =	74	110	111	28	168	99	63	34	43	123	37	8	25	19	41	29

TABLEAU I (suite)

Nombre de *L. alatus* observé pendant la croisière Dm3 62.

Position moyenne	Dm3 62 (octobre 1962)				
	13	17	25	40	≥50
32°	3	1	2	0	1
33°	0	1	9	2	0
36°	0	0	1	0	0
39°	0	0	7	1	1
41°	0	0	0	1	1
44°	0	0	0	1	0

1.2. Relations entre la taille et les distributions géographiques et chronologiques.

Les tableaux I à V représentent ces relations. Pour *B. simile* et *L. macropterus* (tableau I) les individus de taille moyenne paraissent avoir leur maximum d'abondance plus au Sud que celui des juvéniles et d'adultes. Il en est plus ou moins de même pour *L. pyrsobolus*, *Ch. sloanei*; pour *L. alatus* la dérive apparente vers le Sud continue pour les adultes et a été clairement observée jusqu'à 44° S lors de la croisière complémentaire Dm 362.

Rien de très clair n'apparaît quant aux variations d'effectifs des juvéniles et des adultes en fonction du temps (tableau II) suggérant que les pontes sont plus ou moins continues. Cependant de légères variations sont observées; elles sont plus nettes dans le tableau de synthèse III qui regroupe les résultats pour 7 espèces étudiées. Ce tableau repose sur la supposition, qui peut être assez aléatoire, que les plus petits et les plus grands groupes de taille considérés correspondent bien aux plus petits juvéniles et aux adultes de chaque espèce. L'expression des effectifs de ces groupes en pourcentage de l'effectif total des 7 espèces fournit une moyenne de caractère purement quantitatif qui reflètera l'influence des espèces les mieux échantillonnées et caractérisera ainsi l'ensemble de la biocénose, dans la mesure où l'échantillonnage en donne une image assez fidèle. Par contre, l'« index de variation saisonnière » vise à obtenir une caractérisation plus qualitative, à fournir une indication biologique moyenne tenant compte du cycle de chacune des espèces qui constituent la faune échantillonnée sans faire intervenir son abondance relative. L'accord entre ces deux données est excellent et on remarque que :

– la variation annuelle des effectifs de juvéniles et d'adultes est effectivement faible et laisse bien penser à un large étalement des pontes.

TABLEAU II

Répartition en taille des espèces en fonction de la saison de capture (plus petits et plus grands groupes de tailles en % de l'effectif N des croisières).

Mois	Croisière	<i>B. simile</i>			<i>L. alatus</i>			<i>C. lousendi</i>		
		10 (11)*	≥30	N	13 (16)*	≥40	N	11 (18)*	≥40	N
8-9	G4 62	6	14	77	0	30	83	8	7	63
10-11	Dm4 62	3	8	159	4	18	189	17	12	124
1-2	G1 63	7	5	42	17	24	84	16	10	64
3-4	Dm1 63	10	11	70	8	28	157	9	14	77
5-6	Dm2 63	0	4	23	10	18	57	2	22	76
7-8	Dm3 63	2	13	55	3	19	138	20	18	110
	% moyen annuel	4	10	426	6	22	702	13	12	514

Mois	Croisière	<i>L. macropterus</i>			<i>D. tulkeni</i>			<i>L. pyrsobolus</i>			<i>Ch. sloanei</i>		
		14 (19)*	≥45	N	10 (19)*	≥40	N	11 (14)*	≥40	N	20 (24)*	≥80	N
8-9	G4 62	30	4	87	47	17	68	24	6	21	13	56	15
10-11	Dm4 62	27	17	100	57	8	95	11	5	37	40	10	51
1-2	G1 63	18	4	28	40	2	50	24	5	45	7	31	16
3-4	Dm1 63	7	10	41	46	5	85	21	8	33	6	42	17
5-6	Dm2 63	25	2	43	53	0	28	38	0	18	0	40	10
7-8	Dm3 63	12	12	17	21	13	38	21	0	56	14	0	7
	% moyen annuel	23	9	316	47	10	364	21	4	216	22	25	116

* Limite supérieure du groupe de taille.

TABLEAU III
Moyenne des données du tableau II.

Croisières Mois	G4 62 août-sept. 62	Dm4 62 oct.-nov. 62	G1 63 janv.-fév. 63	Dm1 63 mars-avr. 63	Dm2 63 mai-juin 63	Dm3 63 juil.-août 63	Moyenne annuelle
<i>Juveniles</i>							
a) effectif en % de l'effectif total des 7 espèces....	13 %	18 %	19 %	16 %	16 %	12 %	16 %
b) Index de varia- tion saison- nière (1).....	0,87	1,07	1,27	1,02	0,84	0,71	1,00
<i>Adultes</i>							
a) effectif en %...	15 %	12 %	12 %	16 %	13 %	14 %	14 %
b) Index de varia- tion saison- nière (1).....	1,33	1,00	0,79	1,27	0,69	0,89	1,00

(1) L'index de variation saisonnière est obtenu en faisant la moyenne arithmétique pour chaque croisière des résultats obtenus pour les 7 espèces ; pour chacune d'elles le chiffre correspondant du tableau II a été préalablement remplacé par le quotient de sa valeur par celle du pourcentage annuel moyen pour l'espèce et le groupe de taille considéré.

Ex. : *B. simile*, croisière G4, groupe de taille 10 (juvéniles) ; au tableau II : 6 % pour une moyenne de 4 %, d'où $\frac{6}{4} = 1,5$; après un même calcul pour les juvéniles des 6 autres espèces on obtient la valeur du tableau III

pour l'ensemble des 7 espèces lors de G4 $(1,5+0,0+0,6+1,3+1,0+1,1+0,6) : 7 = 0,87$.

— cependant deux maxima d'adultes sont observés en août-septembre et mars-avril (fin d'hiver, début d'automne).

— une longue période de plus grande abondance de juvéniles d'octobre à avril succède au premier de ces deux maxima et recouvre plus ou moins le second plutôt que de lui succéder.

Le tableau IV résume les variations d'abondance saisonnières des espèces en fonction de la latitude et montre un net déplacement vers le Nord des maxima de *B. simile* et *L. alatus* surtout de janvier à avril. Les interrelations entre taille, position et saison sont peu nettes étant donné les faibles effectifs de la plupart des espèces. Les tableaux V-1 et V-2 les résument de la manière la plus appropriée. Pour *B. simile* et *L. alatus*, il n'y a pas d'indication que la dispersion vers le nord, traduite par une diminution des pourcentages dans le sud, soit fonction de la taille. En regroupant les croisières consécutives qui montrent des distributions comparables, on observe pour *C. lousendi* que l'aire de plus grande rareté de l'espèce, couvrant en moyenne le centre de la radiale est plus étendue vers le sud de mai à septembre que d'octobre à avril. Pour *L. macrop-terus*, en moyenne confinée au nord de la radiale, on observe que ce confinement est de plus en plus marqué en allant des deux premières croisières aux deux dernières.

1.3. Étude des gonades de *B. simile*, *L. alatus* et *C. sloanei*.

Les résultats obtenus par l'examen des gonades pour les trois espèces citées sont exposés dans les tableaux VI à X. Nous ne ferons en réalité que peu de références à *Ch. sloanei*, des immatures seuls ayant été échantillonnés aux profondeurs explorées.

La répartition des sexes étudiés pour les 2 premières espèces montre une prédominance de l'effectif des femelles sur celui des mâles pour les plus grandes tailles, surtout marquée pour

TABLEAU IV

Distribution des effectifs capturés en fonction de la saison (en % de l'effectif par croisière).

	<i>B. simile</i>						<i>L. alatus</i>						<i>C. lowsendi</i>											
	G4	62	Dm4	G1	63	Dm1	Dm2	Dm3	G4	62	Dm4	G1	63	Dm1	Dm2	Dm3	G4	62	Dm4	G1	63	Dm1	Dm2	Dm3
9°	3	1	5	17	0	0			0	5	8	1	6	1			30	10	5	0	6	18		
12°	0	1	7	17	9	6			2	8	0	4	6	2			8	15	16	18	34	26		
15°	4	3	0	8	13	6			9	3	1	1	4	0			20	15	3	19	27	6		
18°	2	10	19	2	0	2			2	9	1	3	0	0			7	6	22	6	6	4		
21°	4	11	17	16	9	18			6	13	14	16	10	0			4	16	5	10	3	8		
24°	20	6	31	22	22	9			22	10	31	24	20	9			1	13	25	9	5	15		
27°	17	44	3	12	48	16			21	14	13	21	28	29			11	13	3	11	15	12		
30°	47	11	14	6	0	44			34	18	18	16	28	59			19	4	16	22	3	12		
32°	0	14	5	0	0	0			5	20	14	14	0	0			0	8	5	5				

	<i>L. macropterus</i>						<i>D. lutkeni</i>						<i>L. pyrsobolus</i>						<i>Ch. sloanei</i>					
	G4	62	Dm4	G1	63	Dm1	Dm2	Dm3	G4	62	Dm4	G1	63	Dm1	Dm2	Dm3	G4	62	Dm4	G1	63	Dm1	Dm2	Dm3
9°	16	27	25	0	2	41			37	8	6	0	4	63			22	16	0	3	4	3		
12°	21	31	11	53	41	18			5	27	37	50	46	10			17	16	27	22	13	15		
15°	25	2	7	39	41	24			22	6	18	29	18	8			11	12	9	27	20	12		
18°	25	18	21	2	7	0			19	3	12	5	0	3			0	12	52	8	18	18		
21°	11	8	18	2	5	12			9	57	17	8	28	10			11	16	14	19	9	30		
24°	2	10	4	0	0	0			0	0	2	6	0	3			6	3	9	3	31	6		
27°	0	3	0	2	2	6			9	0	6	0	4	0			11	12	0	3	4	12		
30°	0	1	14	2	2	0			0	0	2	2	0	3			21	3	5	16	0	3		
32°	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0			0	7	5	0	0	0		

L. alatus (tableau VI). L'index gonadosomatique $G = \frac{\text{poids des gonades}}{\text{poids du corps}} \times 100$ varie

nettement en fonction de la taille (tableau VII) et nous y reviendrons à propos de la figure 3. On observe que la totalité des valeurs élevées de G chez *B. simile* et la plupart d'entre elles pour *L. alatus* sont rencontrées au sud de 20° (tableau VIII). Pour *Ch. sloanei*, on remarque seulement que les 5 valeurs de G supérieures à 2 et 3 sur 4 de celles qui étaient comprises entre 1,5 et 2 ont été trouvées de 18° à 24° Sud, alors que l'espèce, et spécialement ses plus gros représentants, était concentrée nettement plus au nord. Le tableau IX montre que des G importants sont rencontrés toute l'année pour *B. simile* et *L. alatus*, mais on peut y discerner deux périodes de plus grand développement en octobre-novembre 1962 et juillet-août 1963, avec en outre un troisième pic en mars-avril pour *L. alatus*. Les valeurs de G supérieures à 3 sont répertoriées à la fois en fonction de la saison et de la latitude dans le tableau X. La distribution saisonnière des valeurs de G les plus élevées correspond bien en général à celle des effectifs eux-mêmes (tableau IV) à l'exception de quelques G élevés trouvés pour *L. alatus* au nord de la radiale en août-septembre 1962.

TABLEAU V

(1) Répartition géographique et saisonnière en % de l'effectif corrigé par croisière pour chaque groupe de taille (effectif par zone évalué à partir de la moyenne par station pour corriger l'influence des différences de nombre de stations entre les trois zones).

Croisières Mois	<i>B. simile</i>						Moyenne annuelle
	G4 62 août-sept.	Dm4 62 oct.-nov.	G1 63 janv.-fév.	Dm1 63 mars-avril	Dm2 63 mai-juin	Dm3 63 juillet-août	
Régions							
<i>L</i> 10 à 13 mm							
9°-16°	0	0	23	20	17	0	11
17°-22°	0	21	71	41	0	23	30
23°-32°	0	79	0	39	83	77	59
<i>L</i> 14 à 25 mm							
9°-16°	2	1	29	34	15	8	9
17°-22°	5	27	23	21	18	6	19
23°-32°	93	72	48	45	67	86	72
<i>L</i> ≥ 26 mm							
9°-16°	5	28	0	34	50	19	15
17°-22°	12	41	50	29	0	53	29
23°-32°	83	31	50	37	50	28	56
			<i>L. alatus</i>				
<i>L</i> 13 à 20 mm							
9°-16°	0	13	0	0	17	6	7
17°-25°	28	54	44	26	24	4	31
26°-32°	72	33	56	74	59	90	62
<i>L</i> 21 à 39 mm							
9°-16°	7	16	7	9	10	2	9
17°-25°	26	33	36	48	19	6	23
26°-32°	67	51	57	43	71	92	68
<i>L</i> ≥ 40 mm							
9°-16°	15	18	29	4	8	4	12
17°-25°	19	19	26	35	12	9	19
26°-32°	66	63	45	61	80	82	69

2. ESSAI DE SYNTHÈSE DE CES RÉSULTATS AVEC CEUX DE LA PREMIÈRE NOTE DE LA SÉRIE

Nous considérons ici les espèces qui furent l'objet de la première note (LEGAND 1967) aussi bien que celles étudiées dans la présente note en vue d'essayer de dégager des lois générales de distributions ou de faire ressortir des dissemblances.

2.1. Effets de l'échantillonnage sur les diverses espèces.

Rappelons que la répartition en taille des captures d'après le tableau I de ce texte et le tableau XI de la première note de la présente série (LEGAND 1967) montre en général des effectifs capturés plus faibles pour les longueurs inférieures à 20 mm, et semble-t-il à une longueur un peu plus grande pour les espèces allongées. Il y a donc une sous-estimation systématique très importante des juvéniles et des petites espèces due à l'échappement à travers les mailles du filet. L'évitement au contraire entraîne une sous-estimation des grandes tailles et des grandes espèces.

TABLEAU V

(2) Distribution en taille et en latitude lors des 6 croisières saisonnières (en % de l'effectif du groupe de taille).

<i>C. lousendi</i>								
	G4 62 Dm2 Dm3 63 (mai-septembre)							
	11	15	19	25	30	35	40	≥50
9°	0	25	19	11	33	8	15	20
12°	0	34	23	39	10	8	8	7
15°	0	8	24	6	10	25	23	26
18°	0	12	6	6	5	0	0	7
21°	0	0	7	6	0	0	8	13
24°	0	12	6	15	5	8	0	0
27°	100	8	12	0	10	25	31	0
30°	0	0	4	15	29	25	15	26
32°	0	0	0	0	0	0	0	0
N	1	24	91	36	21	12	13	15
	Dm4 62 G1 Dm1 63 (octobre-avril)							
	11	15	19	25	30	35	40	≥50
9°	0	2	4	5	4	0	9	14
12°	0	22	16	21	15	7	14	14
15°	25	22	18	5	15	0	9	0
18°	0	8	8	21	12	7	9	7
21°	25	8	13	5	4	22	14	14
24°	50	27	9	10	15	14	9	29
27°	0	8	10	15	4	0	14	14
30°	0	3	19	10	12	29	14	0
32°	0	0	3	8	19	21	9	7
N	4	37	140	39	26	14	22	14

<i>L. macropterus</i>								
	G4 Dm4 (août-novembre 1962)							
	11	20	25	30	35	40	≥50	
9°	34	26	13	0	10	5	63	
12°	23	39	35	23	14	32	0	
15°	4	14	17	27	19	10	9	
18°	8	8	13	50	52	42	0	
21°	11	6	17	0	0	10	27	
24°	15	8	4	0	0	0	0	
27°	4	0	0	0	5	0	0	
30°	2	0	0	0	0	0	0	
32°	0	0	0	0	0	0	0	
N	53	38	23	22	21	19	11	
	G1 Dm1 (janvier-avril 1963)							
	11	20	25	30	35	40	≥50	
9°	25	23	9	7	0	0	0	
12°	13	31	16	26	31	60	80	
15°	25	23	18	40	23	40	0	
18°	0	0	9	20	23	0	0	
21°	0	8	18	7	15	0	0	
24°	0	0	0	0	0	0	20	
27°	0	8	0	0	0	0	0	
30°	37	8	0	0	8	0	0	
32°	0	0	0	0	0	6	0	
N	8	13	11	15	13	5	5	
	Dm2 Dm3 (mai-août 1963)							
	11	20	25	30	35	40	≥50	
9°	15	9	20	0	18	33	0	
12°	23	36	70	30	27	33	0	
15°	46	27	10	60	36	33	50	
18°	0	9	0	0	18	0	0	
21°	15	9	0	0	0	0	50	
24°	0	0	0	0	0	0	0	
27°	0	0	0	10	0	0	0	
30°	0	9	0	0	0	0	0	
32°	0	0	0	0	0	0	0	
N	13	11	10	10	11	3	2	

Les autres défauts marquants de l'échantillonnage sont la limitation de la profondeur prospectée à 200 m, les fortes variations de celle-ci dans de nombreux traits, et l'absence de prélèvement à la fin de l'année 1962.

TABLEAU VI
Répartition des sexes pour les adultes de *B. simile* et *L. alatus*

<i>B. simile</i>			<i>L. alatus</i>		
<i>Lmm</i>	<i>Femelles</i>	<i>Mâles</i>	<i>Lmm</i>	<i>Femelles</i>	<i>Mâles</i>
23	5	9	40	1	6
24	6	5	41	1	4
25	12	12	42	4	12
26	10	6	43	5	7
27	10	15	44	4	8
28	10	7	45	2	8
29	10	7	46	11	10
30	11	8	47	9	6
31	5	7	48	4	7
32	4	3	49	2	7
33	2	2	50	1	2
			51	8	1
			52	3	0
			53	3	1
			54	4	0
			55	8	0
			56	5	0
			57	1	0
			58	1	0
	85	81		77	79

2.2. Répartition des sexes.

Les études de gonades n'ont été faites systématiquement que sur 6 espèces; dans deux cas, là où l'examen de chaque gonade se révélait plus délicat, le sexe n'a pas été déterminé, l'objectif étant de définir seulement la saison et le lieu du maximum de maturation génitale. Rappelons que jusqu'à confirmation par des examens histologiques plus nombreux, *G. rhododonia* (1) semble être hermaphrodite. Une note récente de KAWAGUCHI et MARUMO (1967) indique pour une autre espèce de *Gonosoma* qu'elle est successivement, mâle, hermaphrodite, puis femelle. Une telle hypothèse doit être gardée en vue non seulement pour nos *Gonosoma*, mais aussi pour les espèces où une raréfaction marquée des mâles est observée à partir d'une certaine taille. Or, dans les 3 espèces où les sexes ont été étudiés séparément, les plus grands individus capturés sont en majorité des femelles, le changement de pourcentage se produisant nettement à partir d'une taille déterminée.

<i>N. valdiviae</i>	L 20 mm F = 40 %	L 20 mm F = 60 %
<i>B. simile</i>	L 28 mm F = 48 %	L 28 mm F = 55 %
<i>L. alatus</i>	L 51 mm F = 36 %	L 51 mm F = 94 %

(F = Nombre des femelles en pourcentage de l'effectif étudié).

Le rapport Mâles/Femelles (M/F) global est très voisin de 1 pour les deux dernières espèces, mais atteint 1,28 pour la première. Mais dans les deux cas où la répartition des mâles et des femelles

(1) Synonyme probable de *G. elongatum*, Günther 1878.

TABLEAU VII

Distribution des valeurs observées de l'index gonado-somatique G pour 3 espèces en fonction de la longueur à la fourche.

G Lmm	<i>Benthoema simile</i> (Femelles)							
	0	1	2	3	4	5	6	8
23	1	4						
24	3	1	1	1				
25	2	1	2	3	2	2		
26	1	1	4	1	1	2		
27		2	2	5	1	1		
28			3	3	2	1	1	
29				3	3	2	2	
30				0	4	4	2	
31				1	0	2	1	1
32				2	0	0	2	
33				1	0	0	1	

G Lmm	<i>L. alatus</i> (Mâles et Femelles)							
	0	1	2	3	4	5	6	8
36	4							
38	23							
40	20							
42	17	4	1	0	0	1	0	1
44	21	0	0	0	0	1	1	0
46	18	6	3	1	2	0	0	0
48	14	3	1	5	0	1	0	1
50	4	2	2	0	2	1	1	0
52	2	0	0	2	0	0	0	0
54	1	4	3	0	1	2	1	0
56	1	2	1	1	2	0	0	0
58	0	0	1	0	0	1	0	0

G Lmm	<i>Ch. sloanei</i> (Mâles et Femelles)		
	0	1	2
20	66		
40	6		
50	1	1	
60	5	2	
70	5	0	
80	2	2	1
90	1		
100	6	5	1
≥120	2	1	3

a été étudiée, le nombre de mâles capturés dans les 200 premiers mètres croît vers le nord de la radiale.

M/F Régions :	Sud	Centre	Nord
<i>N. valdiviae</i>	1,22	1,25	1,63
<i>B. simile</i>	0,73	0,85	1,04

Ce rapport montre des variations saisonnières encore plus accentuées, et peut-être cycliques, avec deux pics de distribution, comme c'est le cas pour les pontes.

M/F Croisières :	G4 62	Dm4 62	G1 63	Dm1 63	Dm2 63	Dm3 63
<i>N. valdiviae</i>	1,37	1,05	1,60	1,78	1,28	1,00
<i>B. simile</i>	0,47	1,15	0,53	0,93	1,17	1,07

Reportés sur la figure 5 ces modes paraissent suivre (ou précéder ?) les pics de ponte supposés, en tous cas sont décalés par rapport à eux. Ces variations des pourcentages relatifs des deux sexes, y compris ceux constatés en rapport avec la longueur peuvent refléter aussi bien l'effet d'une différence de répartition verticale sur l'échantillonnage qu'une différence réelle, voire comme nous l'avons noté plus haut, une évolution du sexe dans tout ou partie de l'effectif des espèces concernées.

TABLEAU VIII
Distribution géographique des valeurs observées de l'index gonado-somatique G.

G	<i>B. simile</i> (Femelles)								
	0	1	2	3	4	5	6	7	≥8
9°	0	0	0	1	0	0	0	0	0
12°	1	0	2	1	2	1	0	0	0
15°	0	1	1	0	0	0	0	0	0
18°	1	1	0	3	4	2	0	0	0
21°	0	2	2	4	0	3	2	1	0
24°	0	3	3	4	3	2	1	0	1
27°	1	0	2	2	2	2	1	1	0
30°	2	1	2	3	2	2	2	0	0
32°	2	1	0	2	0	2	1	0	0

G	<i>L. alatus</i> (sexes confondus)								
	0	1	2	3	4	5	6	7	≥8
9°	3	1	1	1	0	0	0	0	0
12°	9	0	1	0	1	0	0	0	0
15°	6	3	0	0	0	0	0	0	1
18°	2	1	0	0	0	0	0	0	0
21°	8	2	2	2	1	1	0	0	0
24°	15	3	1	1	1	2	0	0	1
27°	18	2	1	0	1	1	0	0	0
30°	44	8	5	2	2	0	2	1	0
32°	30	1	1	3	1	3	0	0	0

TABLEAU IX
Distribution dans le temps des valeurs observées de l'index gonado-somatique G.

Croisières	G	Mois	<i>B. simile</i>							
			0	1	2	3	4	5	6	7 ≥8
G4 62		8-9	0	0	1	4	2	5	1	0 1
Dm4		62								
		10-11	3	3	1	5	1	3	4	1 0
G1 63		62								
		1-2	3	4	4	4	2	2	0	0 0
		63								
Dm1		3-4	1	0	3	4	2	1	0	0 0
Dm2		5-6	0	1	1	1	3	0	0	0 0
Dm3		7-8	0	1	2	2	3	3	2	1 0
		N	7	9	12	20	13	14	7	2 1

			<i>L. alatus</i>							
			0	1	2	3	4	5	6	7 ≥8
G4 62		8-9	27	3	1	1	1	1	0	1 1
		62								
Dm4		10-11	38	5	1	2	2	1	0	1 0
		62								
G1 63		1-2	16	1	1	1	1	0	0	0 1
		63								
Dm1		3-4	25	3	7	4	1	4	1	0 0
Dm2		5-6	7	2	0	0	0	1	0	0 0
Dm3		7-8	22	1	2	1	2	0	1	0 0
		N	135	21	12	9	7	7	2	1 2

TABLEAU X

Index gonado-somatique G en fonction de la latitude et de la saison (valeurs supérieures à 5 en italique).

<i>B. simile</i>						
	1962		1963			
	G4	Dm4	G1	Dm1	Dm2	Dm3
32°		6,3 5,3 3,0 3,3 5,6 3,3 5,6				
30°	5,1 6,8	3,9	3,9 4,3	3,4		4,5 5,2 6,8
27°	4,3 5,7	7,4 3,3 3,0				4,5 5,0 6,9
24°	5,0 4,2 8,0 3,4	6,8 4,3	3,4 4,7 3,4	3,3		5,3
21°	5,6	6,4 6,4 5,8	3,5 5,5	3,1		3,2 3,4 7,0
18°	3,9 5,7 3,7		5,0		4,5 4,9	4,2
15°						
12°				5,9 3,5 4,2 4,2		
9°	3,9					

<i>L. alalus</i>						
32°	3,3	4,2 5,6	3,6	5,2 5,2 3,9		
30°		7,6		3,5 6,1		4,5 6,0 4,9 3,9
27°				5,2 4,5		
24°	5,5		4,0 9,0	3,6	5,1	
21°		3,0 4,8		3,5 5,2		
18°						
15°	9,1					
20°	4,9					
9°		3,1				

2.3. Maturation génitale en rapport avec la croissance somatique.

La figure 3 fait la synthèse des divers éléments obtenus au cours de cette étude. On se reportera aussi au tableau VIII de la 1^{re} note (LEGAND 1967) et au tableau VII de la présente note.

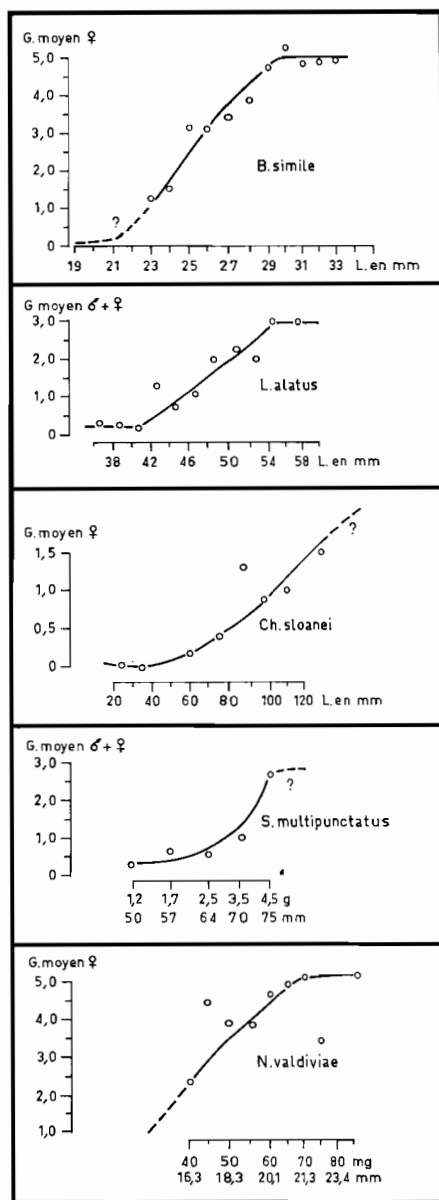


Fig. 3 — Variations moyennes de l'index gonado-somatique G en fonction de la taille (moyenne des G observées pour chaque groupe de taille).

Dans les deux grandes espèces, *G. rhododendria* et *Ch. sloanei* les poissons collectés sont des immatures sauf deux *Gonosloma* de 19 et 21 cm qui ont des indices de 8,2 et 9,7, laissant penser qu'à cette taille la maturation est atteinte pour cette espèce. Mais alors que chez les *Gonosloma* toutes les valeurs de G sauf 3, étaient inférieures à 0,7, chez les *Chauliodus*, deux fois moins abondants cependant, 16 valeurs comprises entre 1,0 et 2,9 étaient observées : la maturation génitale *Ch. sloanei* paraît donc démarrer très progressivement à partir d'une longueur de 5 cm, certainement fort éloignée de la taille de maturation et c'est ce que suggère la figure 3. Ceci différencie bien le *Chauliodus*, non seulement par rapport aux *Gonosloma*, où nous l'avons vu le cycle sexuel est peut-être très particulier, mais aussi par rapport aux autres espèces plus petites étudiées ici.

Pour celles-ci, la corrélation observée dans la figure 3 entre la taille et la valeur moyenne de G pour chaque groupe de taille ou de poids est généralement très bonne et la maturation des gonades commence à une taille bien déterminée; les index moyens plafonnent à $G = 5$ pour les espèces où les ovaires seuls ont été pris en compte et à $G = 3$ pour celles où gonades mâles et femelles n'étaient pas discernées, ce qui correspond bien au fait que les valeurs de G obtenues pour les mâles là où elles ont été calculées sont généralement très faibles.

Cependant, en examinant les résultats chiffrés, on observera que les quelques valeurs exceptionnellement fortes de G pourraient correspondre non pas aux tailles les plus élevées mais à des tailles un peu plus faibles (*B. simile*, *L. alatus*, *N. valdiviae*). Ceci pourrait être expliqué par le fait que la valeur absolue du poids des gonades ne dépasserait pas un certain maximum : sa valeur relative s'abaisserait donc pour les individus dont la croissance somatique aurait été exceptionnellement rapide par rapport au reste de l'effectif de la même classe de recrutement.

De même si chez *B. simile*, les valeurs faibles de G (0-1-2) disparaissent progressivement en fonction de la taille et si l'allure générale de la distribution des G en fonction de la taille évoque nettement une corrélation aussi bien sur le tableau des résultats que sur le graphique reproduisant

l'évolution des G moyens, la situation est bien moins claire dans la répartition des données brutes obtenues pour *L. alatus* et *N. valdiviae* : pour ces espèces, des valeurs très fortes de G sont trouvées dès qu'apparaît un début de développement des gonades et la disparition des valeurs faibles de G y est moins progressive. Au total, on peut penser d'une part que les disharmonies

entre croissance somatique et maturation des gonades pourraient être plus nombreuses chez *L. alatus* et *N. valdiviae* — les différenciations de la croissance somatique étant par exemple plus marquées pour une même classe de recrutement —, que d'autre part, *B. simile*, et en raison de la convergence de toutes les observations faites sur cette espèce, *S. multipunctatus* ne connaîtraient généralement qu'un cycle de ponte dans leur vie tandis que *L. alatus* et *N. valdiviae* pourraient peut être en connaître plusieurs, du moins pour un pourcentage assez élevé de leur effectif.

En résumé, on peut dire que la maturation génitale débute activement au-delà de 22 mm pour *B. simile*, 18 mm pour *N. valdiviae*, de 42 mm pour *L. alatus*, de 65 mm pour *S. multipunctatus*, les tailles maximales observées pour ces espèces étant successivement 28, 33, 58 et 75 mm; elle paraît proportionnellement plus rapide par rapport à la croissance somatique pour *S. multipunctatus* et comme nous l'avons vu serait beaucoup plus lente pour *Ch. slonei*, chez qui elle commencerait très tôt.

2.4. Cycle de reproduction et position géographique des captures.

La figure 4 fait la synthèse des distributions moyennes observées pour les 4 espèces pour lesquelles on a simultanément des données sur la distribution des adultes, sur celle des juvéniles

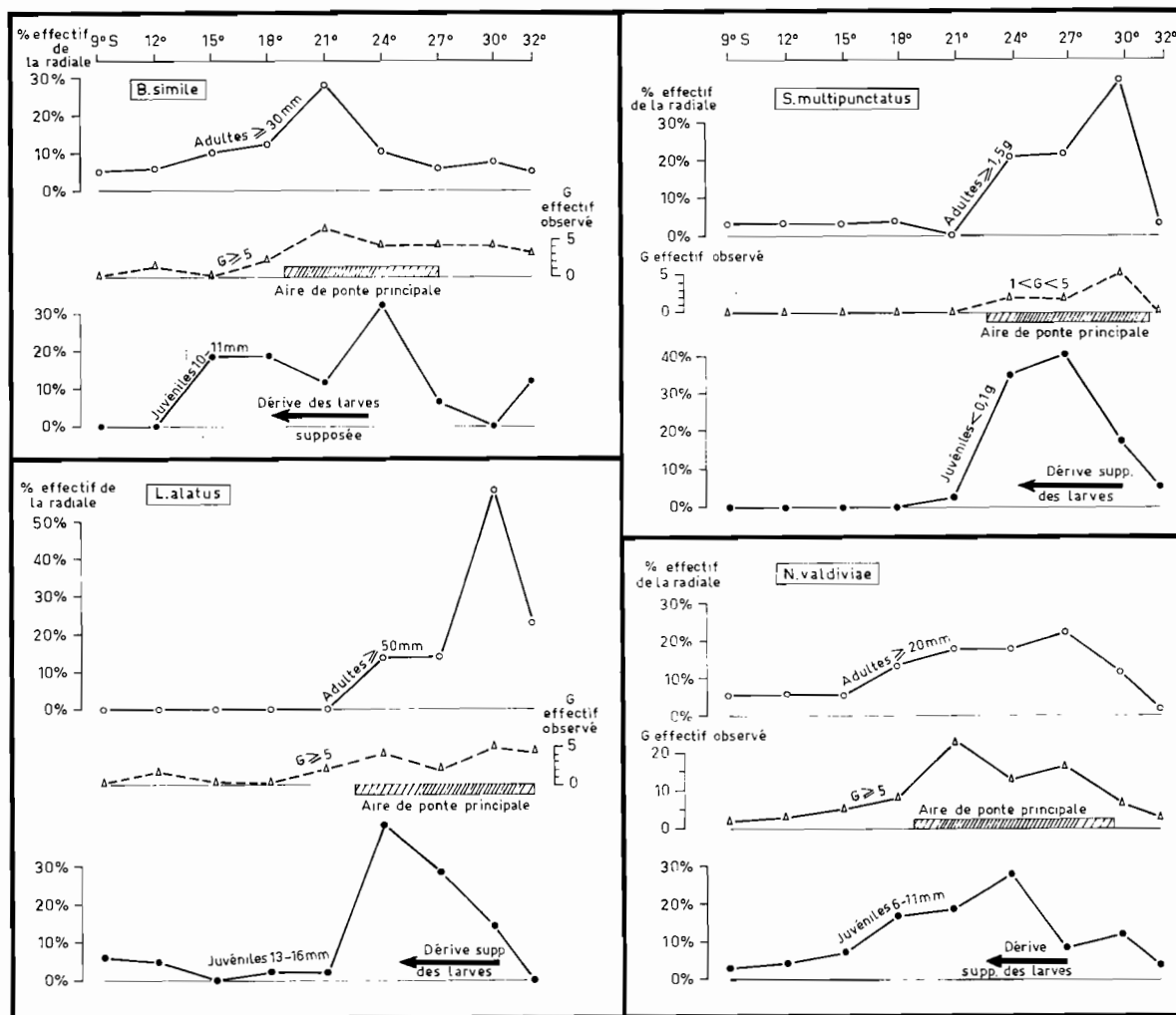


Fig. 4. — Éléments d'appréciation du cycle de reproduction : aire de ponte supposée de 4 espèces.

et sur celle des index gonado-somatiques. Toutes appartiennent à la faune caractérisant la moitié sud de la radiale.

Une aire de ponte principale présumée a été déterminée pour chaque espèce de manière purement subjective par comparaison de diverses distributions.

On remarquera un accord généralement très bon entre la distribution de G et celles des adultes, malgré le faible effectif des gonades mûres examinées.

Les aires de ponte principales pourraient donc être définies très subjectivement ainsi :

<i>L. alatus</i>	32° S à 23° S
<i>S. multipunctatus</i>	30° S à 23° S
<i>N. valdiviae</i>	29° S à 19° S
<i>B. simile</i>	27° S à 19° S

Dans tous les cas, on notera que la distribution des plus jeunes groupes de taille capturés montre des modes décalés, ou du moins décentrés vers le nord, par rapport à ceux observés pour les adultes. On peut en déduire l'hypothèse d'une dispersion vers le nord des œufs et des larves, ou peut être aussi des adultes dans les jours précédant immédiatement la ponte. D'un centre de mode à un autre, appréciée de manière à nouveau totalement subjective, cette dérive pourrait être de l'ordre de 100 à 300 milles.

Parmi les données non figurées ici, notons que pour *G. rhodadenia*, *L. macropterus*, *D. lulkeni*, l'essentiel de la population, et en particulier les plus grands et les plus petits individus, était, concentré de 9° à 15°. C'est aussi là qu'il faut s'attendre à observer les pontes principales de ces espèces, dans la mesure où la répartition géographique observée pour la couche 0-200 m reproduit la répartition réelle. *L. pyrsobolus* montre sa concentration maximale d'adultes et de juvéniles de 15 à 21° Sud.

2.5. Cycle de reproduction en fonction de la saison.

La figure 5 représente les variations saisonnières moyennes des adultes des juvéniles et des valeurs élevées de G (dans un cas du G moyen), et pour *B. simile* et *N. valdiviae* du rapport Mâles/Femelles.

Dans presque tous les cas, plusieurs maxima d'adultes sont notés. Seul le cas de *S. multipunctatus* paraît correspondre à une période de ponte assez courte et bien délimitée probablement en juillet-août, précédant un maximum de juvéniles en août-septembre-octobre. Ceci est bien confirmé par l'ensemble du cycle de l'espèce tel qu'il apparaît notamment dans la figure 3 de la première note (LEGAND 1967, p. 51). Dans tous les autres cas, plusieurs maxima d'adultes, de gonades très développées et de juvéniles sont notés -- suggérant des pontes très étalées dans le temps -- mais la correspondance entre eux est loin d'être aussi parfaite que pour *S. multipunctatus*.

Pour *L. alatus* : deux pics d'adultes, août-septembre et mars-avril ; des gonades développées en mars-avril ; des juvéniles abondants de janvier à juin.

On attendrait dans ce cas, des gonades développées en août-septembre et peut-être d'après le développement des juvéniles au début de l'année jusqu'en novembre-décembre, et aussi des juvéniles plus abondants dès novembre. Mais cela n'a pas été observé.

Pour *B. simile* : un pic d'adultes et de gonades développées de juillet à septembre et même jusqu'en novembre, un pic d'adultes, sans développement observé des gonades, en mars-avril ; un pic de juvéniles en août-septembre, un autre de janvier à avril.

Pour *N. valdiviae* : un pic d'adultes de juillet à novembre avec un pic de développement de gonades en juillet-août et un autre en octobre-novembre ; un second pic d'adultes en mars-avril accompagné d'un pic de développement des gonades ; un pic de juvéniles succède bien en août-septembre aux gonades développées de juillet-août et un autre de janvier à avril succède

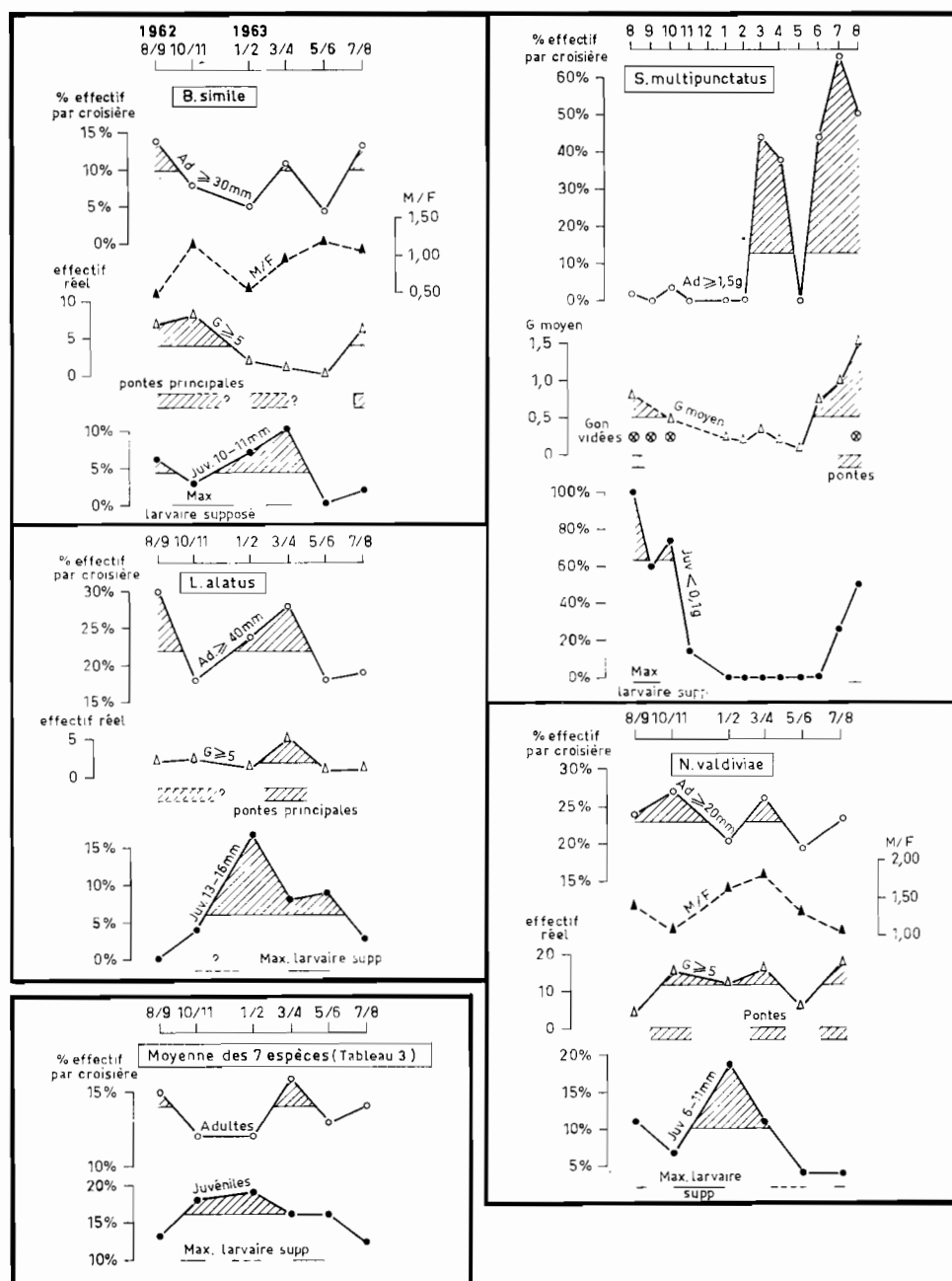


Fig. 5. - Éléments d'appréciation du cycle de reproduction : saisons de ponte de 1 espèce et moyenne pour les 7 espèces étudiées dans la quatrième note.

au pic de développement des gonades d'octobre-novembre et en même temps recouvre celui de mars-avril.

Au total ces données sont bien schématisées par le résumé tiré du tableau III qui complète la figure 5 et suggère deux périodes plus actives de reproduction en juillet-septembre et en mars-avril. Mais la distribution des juvéniles — légèrement discordante avec l'hypothèse d'un maximum de ponte en mars-avril — peut faire penser que la ponte active de juillet-septembre se prolonge ou reprend à la fin de l'année — dans la période où il n'y a pas eu de croisières — justifiant ainsi

mieux que les résultats disponibles ne le font, ce maximum d'abondance des juvéniles observés quasi généralement dès le début de l'année 1963.

La position hypothétique dans le temps des maxima d'abondance des larves des espèces étudiées a été indiquée sur la figure 5 de manière à nouveau totalement subjective. Rappelons que les seules valeurs élevées de *G* pour *Gonostoma* avaient été observées en mai-juin et que les positions des pics d'adultes pour les espèces décrites dans le tableau II mais non représentées dans la figure 3 sont en accord global avec le résumé que nous venons de faire, dans les cas suivants :

<i>L. macropterus</i>	juillet-novembre et mars-avril
<i>D. tulkeni</i>	juillet-septembre
<i>L. pyrsobolus</i>	août-septembre et mars-avril

2.6. Relations avec le milieu.

Il n'est guère possible de rattacher les descriptions des cycles qui précèdent à l'écologie des espèces; faute de connaissances précises sur leur distribution verticale, on en est réduit aux hypothèses; elles ont été formulées autant qu'elles pouvaient l'être dans la deuxième note de la première série (LEGAND 1967) en classant les espèces en « pseudo-associations » d'après la position du mode de leur distribution géographique moyenne. Observons simplement, que l'examen qui vient d'être fait des espèces au niveau des groupes de taille, amènerait à considérer qu'on doit relier *B. simile* plutôt à *N. valdiviae* et *V. nimbaria* qu'à *L. alatus* et *S. multipunctatus*, — comme il avait été indiqué alors, — en raison de la position de son lieu de ponte présumé, qui correspond à peu près à celui de la plus grande abondance réelle des juvéniles; ceux-ci ont été très sous-échantillonnés par le filet par rapport aux formes plus âgées, en raison de leur échappement actif puisqu'il s'agit d'une des espèces les plus petites; donc la position du maximum de distribution de l'espèce reflétait essentiellement la position des groupes de taille moyens déportés vers le sud par rapport aux autres tailles, comme nous l'avons vu (tableau I).

La distribution des groupes de taille dans l'espace et dans le temps suggère la possibilité d'une dérive des espèces au cours de leur cycle, possibilité qui était déjà signalée dans la 1^{re} note. La figure 6 résume ces hypothèses. On y a représenté la position des stations où étaient observés les effectifs les plus élevés pour chaque croisière en y incluant les stations voisines à effectif également élevé de manière à ce que l'effectif total des stations retenues représente au moins les 2/3 de l'effectif total de la radiale pour la croisière considérée. Pour *G. rhodadenia*, le maximum de la population restant concentré sans déplacement majeur, de 9 à 15° S, on a étudié par le même processus la distribution du 1/3 le plus méridional de la population, qui inclut cette fois non le maximum de fréquence de la radiale mais un maximum secondaire nettement détaché au sud de la radiale. On observe en résumé pour les 5 espèces figurées :

— une dérive apparente des poissons échantillonnés vers le nord après août et principalement d'octobre-novembre à mars;

— une dérive apparente vers le sud d'avril à juin, la différence de durée de dérive par rapport à la précédente impliquant un retour à la position d'origine environ 2 fois plus rapide que le déplacement vers le nord ;

— l'amplitude du déplacement apparent est maximale pour *S. multipunctatus*, avec un ordre de grandeur évaluable à 900 milles; elle est de 300 à 600 milles dans les autres cas.

Ce déplacement apparent a été décrit longuement dans la 1^{re} note (LEGAND 1967) notamment dans la figure 4 pour *S. multipunctatus* où le déplacement vers le nord coïncide avec la maturation somatique, la maturation génitale n'étant sensible qu'après le retour de l'espèce au sud. (Aucun spécimen n'a d'ailleurs été capturé sur l'hypothétique trajet de retour entre le nord et le sud). Pour *N. valdiviae* et *G. rhodadenia*, on a noté de même que le déplacement au nord concernait davantage les spécimens de taille moyenne, en pleine maturation somatique, que les juvéniles et les adultes; rien de tel n'a été mis en évidence pour *B. simile* et *L. alatus*. Dans le détail, il est

possible que d'août à novembre certains des maximums d'effectifs glissent ou s'étalent encore vers le sud; il peut en être de même avant Dm1 63 en mars-avril où un étalement des captures le long de la radiale est noté pour *B. simile*, *L. alatus*, *S. multipunctatus* et *N. valdiviae*: ceci est traduit par le fait que la valeur du maximum observé est chaque fois plus faible durant cette croisière que dans la croisière précédente et la croisière suivante.

En accord plus ou moins bon avec ce qui précède, nous venons d'indiquer au paragraphe 1-2 que d'octobre à avril pour *C. towsendi* et de janvier à août pour *L. macropterus*, le stock échantillonné dans la partie méridionale de la radiale pour la première espèce paraissait s'étaler plus vers le nord et la dispersion vers le sud de la seconde, se limiter bien plus au nord qu'en août-novembre.

Rappelons aussi qu'à propos de la figure 4 nous avons noté un déplacement apparent des œufs, larves et post-larves vers le nord résultant d'un décalage systématique entre la position des adultes et des gonades développées d'une part et la position des juvéniles d'autre part. Nous l'avons évalué à un ordre de grandeur de 100 à 300 milles.

Il faut d'abord rappeler les hypothèses explicatives de ces déplacements apparents qui furent déjà formulées dans la 1^{re} note :

— artifice dû à l'échantillonnage traduisant des différences de distribution verticale, soit au cours du cycle de l'espèce, soit du sud au nord ;

— explication advective : la radiale aurait été traversée par des situations successives différentes liées à des masses d'eau différentes, donc par des populations différentes ;

— déplacement réel : dans ce cas il peut s'agir de déplacements utilisant les mouvements inverses de couches superposées, de déplacements complexes plus ou moins giratoires, ou au contraire de mouvements simples des populations utilisant des dérives de l'eau de sens successivement opposés dans le temps; il peut aussi s'agir soit de mouvements partiellement actifs, soit de mouvements entièrement passifs employant les voies qui viennent d'être suggérées et ces deux hypothèses peuvent être vraies successivement au cours du cycle des espèces, leur aptitude à la nage croissant avec leur taille.

Il n'est évidemment pas possible de trancher entre toutes ces suppositions. Cependant, nous citerons la description sommaire que fait ROCHFORD (1969) des courants observés au cours du même cycle de croisières : « South of this Equatorial current, from November to March, north setting currents are generally found in the region from 110° E to West Australia. In early summer (January) these north setting currents coalesce into the West Austra-

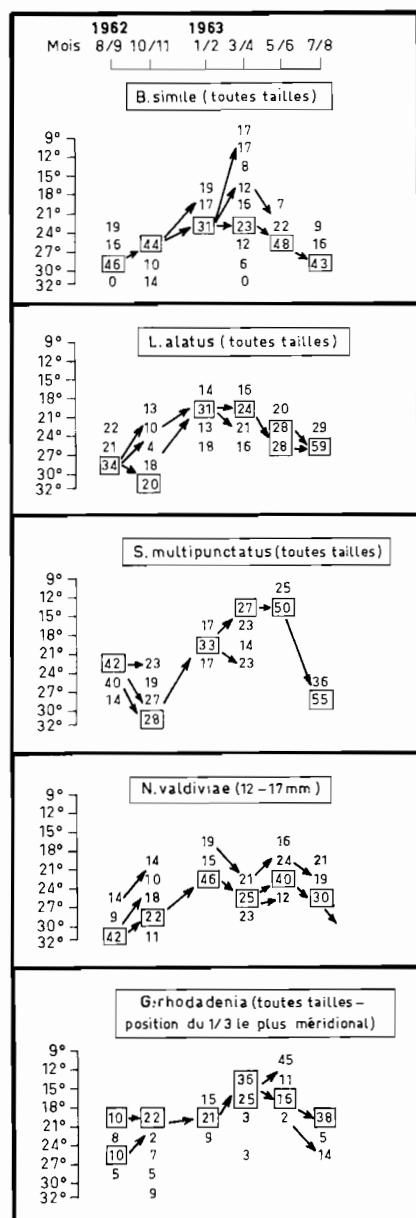


Fig. 6. - Variations dans le temps de la position de l'effectif maximum collecté et des stations avoisinantes, constituant avec lui les 2/3 de l'effectif total de la croisière. Pour *G. rhododendria* surtout confiné au nord de la radiale, la figure concerne le 1/3 le plus méridional de l'effectif total de chaque croisière. Les effectifs par station sont indiqués en pourcentage de l'effectif total de la croisière.

lian Current where zonal geostrophic component (HAMON 1965) has a velocity of less than 15 cm/sc. After March these north setting currents veer to east and by May have developed into a strong (15/40 cm/sec) south flowing current between 110° E and the Australian mainland. Between June and September the east flowing currents across 110° E continue but veer more and more the north, so that by October, the general drift to the north (which by January coalesces into the West Australian current) begins » (fig. 7).

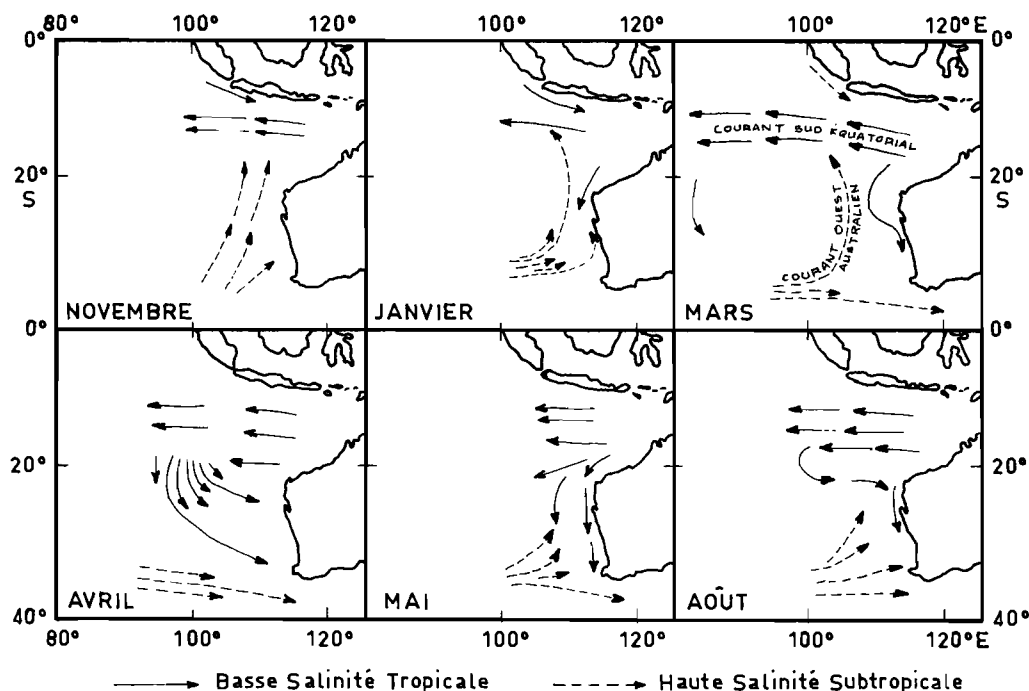


Fig. 7. — Variations saisonnières des dérives des eaux tropicales de basse salinité et des eaux subtropicales de haute salinité dans la région du 110° E (d'après ROCHFORD, 1969).

Nous devons remarquer le bon accord de cette description avec le calendrier des dérives apparentes établi plus haut d'après la figure 6. De plus, si nous transformons en vitesses les évaluations de déplacements, données plus haut, en partant de l'hypothèse d'une dérive continue au cours de 24 heures des espèces étudiées, nous obtenons pour la dérive apparente vers le Nord une vitesse moyenne minimale de 4 cm/sec. pouvant s'élever à 12 cm/sec. pour *S. multipunctatus*. Elle serait double ou triple pour le retour vers le Sud, donc varierait de 8 à 36 cm/sec. En admettant un délai d'un mois entre la ponte et la taille atteinte par les plus petits juvéniles capturés, on obtiendrait pour le déplacement supposé des larves vers le nord tel que nous l'avons évalué des vitesses de dérive de l'ordre de 8 à 24 cm/sec., et nous avons vu que les périodes de pontes actives supposées s'inscrivent d'après ROCHFORD dans la période où les courants nord dominant ou du moins commencent à dominer.

Il est bien évident qu'entre l'hypothèse de l'utilisation de ces courants et la dérive réelle des poissons s'inscrit l'objection que ces courants sont décrits comme essentiellement superficiels, alors que, à supposer qu'ils arrivent jusqu'à la surface, les poissons concernés n'y passent que quelques heures. A cela, on peut répondre que même s'ils n'y passent que huit heures et si dans les couches inférieures ils ne sont l'objet d'aucun déplacement passif, les vitesses de dérives résultantes (trois fois plus grandes donc que celles que nous venons de citer) resteraient encore

au moins en partie à l'intérieur des possibilités suggérées par les vitesses de courant calculées par ROCHFORD, ou assez proches de celles-ci. Les déplacements constatés des maximums de captures des espèces étudiées, ne sont donc pas incompatibles avec l'hypothèse d'une dérive de celles-ci le long de la radiale, effectuée par elles en utilisant pendant une partie de leur cycle diurne les déplacements des masses d'eau de surface : ceci n'en reste pas moins une hypothèse. La situation réelle même si elle lui correspond en partie, est sans doute plus complexe.

BIBLIOGRAPHIE

- BOLIN (R. L.), 1934. — A review of the Myctophid fishes of the Pacific Coast of the United States and of Lower California *Stan. Ichthyological Bull.* Vol. 1, n° 4, 1939, pp. 89-156.
- BRAUER (A.), 1906. — Die Tiefsee Fische. I. Systematischer Teil *Wiss. Erg. Deut. Tiefsee Exped. Valdivia*, 1898-1899 Bd XV.
- FRASER BRUNNER (A.), 1948. — A classification of the fishes of the family Myctophidae. *Proc. Zool. Soc. London*, 118 (Part 4), pp. 1.019-1.106.
- GIUBERT (Ch.), 1905. — The Deep Sea Fishes-In Jordan Evermann. The Aquatic Resources of the Hawaiian Islands. Part II, Washington.
- GRANDPERRIN (R.) et LEGAND (M.), 1967. — Influence possible du système des courants équatoriaux du Pacifique sur la répartition et la biologie de deux poissons bathypélagiques. *Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Océanogr.*, vol. V, n° 2, pp. 67-77.
- GRANDPERRIN (R.) et RIVATON (J.), 1966. — « CORIOLIS » croisière « ALIZÉ » Individualisation de plusieurs ichthyofaunes le long de l'équateur. *Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Océanogr.*, vol. IV, n° 4, pp. 35-49.
- KAWAGUCHI (K.) et MARUMO (R.), 1967. — Biology of *Gonostoma gracile* (Gonostomatidae). I. Morphology Life history and sex reversal. *Inf. Bull. on Planktology in Japan Comm. Nb. Dr. Y. Matsue*, pp. 53-67.
- LEGAND (M.), 1967. — Cycles biologiques des poissons mésopélagiques dans l'est de l'océan Indien. 1^{re} note : *Scopelopsis multipunctatus* Brauer *Gonostoma* sp. *Nololychnus valdiviae* Brauer. *Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Océanogr.*, vol. V, n° 4, pp. 47-71.
- LEGAND (M.), 1969. — Seasonal variations in the Indian Ocean along 110° E VI Macroplankton and Micronecton biomass. *Austral. J. Mar. Freshwat. Res.*, 20 pp. 85-103.
- LEGAND (M.) et RIVATON (J.), 1967. — Cycles biologiques des poissons mésopélagiques dans l'est de l'océan Indien. 2^e note : Distribution moyenne des principales espèces de l'ichthyofaune. *Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Océanogr.*, vol. V, n° 4, pp. 73-98.
- LEGAND (M.) et RIVATON (J.), 1969. — Cycles biologiques des poissons mésopélagiques dans l'est de l'océan Indien. 3^e note : Action prédatrice des poissons micronectoniques. *Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Océanogr.*, vol. VII, n° 3, pp. 29-45.
- LEGAND (M.), BOURRET (Ph.), GRANDPERRIN (R.) et RIVATON (J.) (sous presse). — A preliminary study of some micronectonic fishes in the equatorial and tropical western Pacific.
- REGAN (T.) et TREWAVAS (S.), 1929. — The fishes of the family Asthronestidae and Chauliodontidae. *Rep Danish «Dana» Exped (1920-22)* n° 5.
- ROCHFORD (D. J.), 1969. — Seasonal variations in the Indian Ocean along 110° E I Hydrological structure of the upper 500 m. *Austral. J. Mar. Freshwat. Res.*, vol. 20, n° 1, pp. 1-50.
- TÅNING (A. V.), 1928. — Synopsis of the Scopelids in the North Atlantic. *Vidensk. Medd. dansk. naturhist. Foren.* Bd. 86, pp. 49-69.
- TÅNING (A. V.), 1932. — Notes on the Scopelids from the Dana expedition. I. *Vidensk. Medd. dansk naturhist. Foren.* Bd. 94, pp. 125-146.

IMPRIMERIE A. BONTEMPS

LIMOGES (FRANCE)

Dépôt légal : 4^e trimestre 1970

NOTE SUR LES MIGRATIONS
NYCTHEMERALES DE *LABIDOCERA*
ACUTIFRONS (CRUSTACÉ – COPÉPODE)

EXTRAIT DU JOURNAL DU CONSEIL INTERNATIONAL
POUR L'EXPLORATION DE LA MER
Vol. 33, No. 2, 1970

NOTE SUR LES MIGRATIONS NYCTHEMERALES
DE *LABIDOCERA ACUTIFRONS* (CRUSTACÉ – COPÉPODE)

Dans la famille des Pontellidae, beaucoup d'espèces dont *Labidocera acutifrons* Dana sont considérées, généralement, comme des organismes vivant dans la couche de surface. Certaines d'entre elles servent de matériel à l'étude des rapports qui peuvent exister entre la pigmentation bleue, caractéristique de la faune de surface et leur habitat qui est soumis le jour, à une très intense illumination, surtout en zone tropicale et subtropicale. L'analyse de collectes effectuées en surface nous permet d'aborder l'étude descriptive du comportement nycthéméral de la forme adulte de *Labidocera acutifrons* dans cette couche particulière.

J. Cons. int. Explor. Mer	33	No. 2	293-96	Copenhague, Août 1970

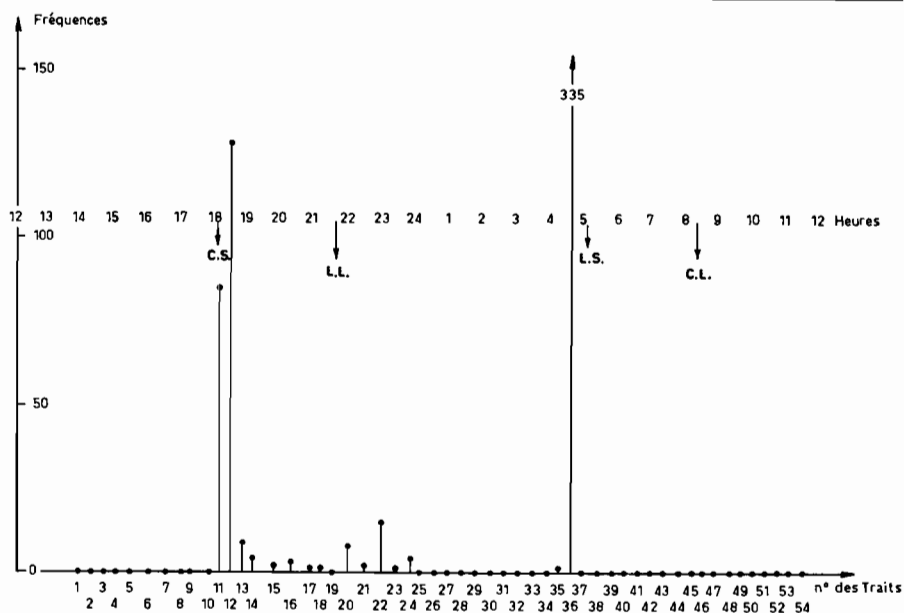


Figure 1. Effectifs des 54 prises de la série S. CS: coucher du soleil (18 h 06); LS: lever du soleil (05 h 09); LL: lever de la lune (21 h 41); CL: coucher de la lune (08 h 25), la pleine lune se situait 4 jours avant l'échantillonnage.

Les 73 échantillons analysés ont été prélevés en zone tropicale à l'aide d'un filet à neuston. Dans l'engin utilisé, seules les dimensions du cadre rectangulaire qui délimite l'ouverture du filet proprement dit, étaient supérieures à celles du "neuston-net" décrit par DAVID (1965). Ainsi la partie filtrante avait une ouverture de 60×16 cm pour 2 m de long et était constituée de nylon N° 54, soit un vide de maille de 0,32 mm. La flotabilité de l'ensemble permettait l'échantillonnage des 12 premiers centimètres de la couche superficielle. Les traits effectués à 4 nœuds duraient 20 minutes, environ 150 m^3 d'eau étaient alors filtrés. Quoique les Pontellidae soient des organismes relativement rapides, la conception et la vitesse d'opération du filet à neuston permet de supposer que l'évitement est nul ou négligeable.

Tout au long d'un cycle de 24 heures, un ensemble de 54 traits consécutifs (série S) a été réalisé et au cours de trois autres nycthémères trois séries: A, B et C, de 6, 5, et 8 prélèvements ont été effectués.

La station occupée se situe à $165^\circ 50' \text{E}$ et $22^\circ 06' \text{S}$ soit à environ 8 milles à l'extérieur du lagon de Nouvelle-Calédonie sur des fonds d'à peu près 2 000 m.

Pour la série (S) continue de 24 heures, la Figure 1 met en évidence la capture de l'espèce de nuit alors que celle-ci est totalement absente des collectes faites durant le jour. Les résultats des 19 traits (Fig. 2) effectués au cours des trois autres séries concordent avec les pêches précédentes. Les différences entre les captures nocturnes et diurnes peuvent, dans certains cas, provenir de modifications dans la distribution horizontale entre le jour et la nuit. Il semble qu'ici l'absence régulière d'individus dans les prises de jour nous autorise à considérer que les variations quantitatives traduisent principalement les mi-

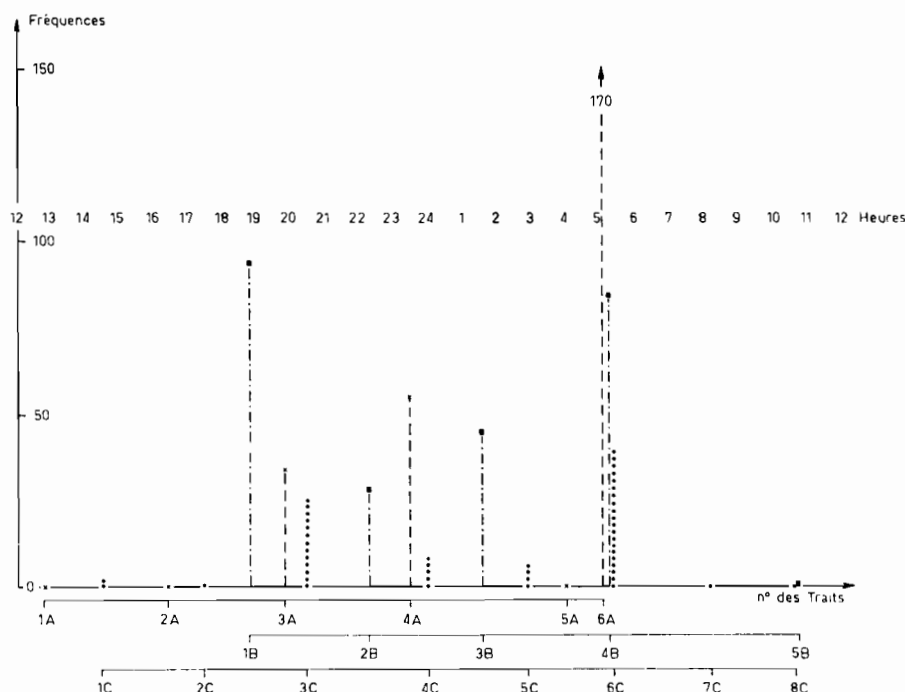


Figure 2. Effectifs des 19 prises des séries A, B et C.

grations verticales nycthémérales de l'espèce étudiée. Cela apparaît encore mieux si l'on examine l'histogramme de fréquences moyennes (Fig. 3) où les 73 échantillons sont groupés dans des classes de 2 heures d'intervalle, pour atténuer les éventuelles différences dans la dispersion. Ces migrations verticales nous permettent donc de placer *L. acutifrons* dans le "planktohyponeuston" qui, dans la classification de ZAITZEV groupe les organismes qui se trouvent le nuit (et la nuit seulement) juste sous l'interface air-eau (DAVID, 1967).

Cette concentration nocturne en surface présente quelques caractéristiques particulières: a) elle apparaît assez brusquement au coucher du soleil (Fig. 1) et précède de peu le premier maximum de densité d'individus, b) durant la nuit cette densité est très nettement inférieure à celle qui traduit la migration crépusculaire, c) enfin à l'aube une brève mais très importante concentration en surface, précède l'absence totale que l'on note tout au long du jour; à un moindre degré d'autres organismes esquissent une semblable remontée en surface à la fin de la nuit (CASSIE, 1963). Cette variation nycthémérale est d'un type particulier et se différencie très nettement des migrations planctoniques qui en général peuvent être, approximativement, traduites par une fonction sinusoïdale ayant son maximum à 24h et son minimum à 12h (KING et HIDA, 1954; LEGAND, 1958), mais s'accorde avec le schéma donné par CUSHING (1951).

Outre l'allure particulière qu'affecte cette migration, son existence même mérite d'être soulignée car elle entraîne une importante variabilité dans les

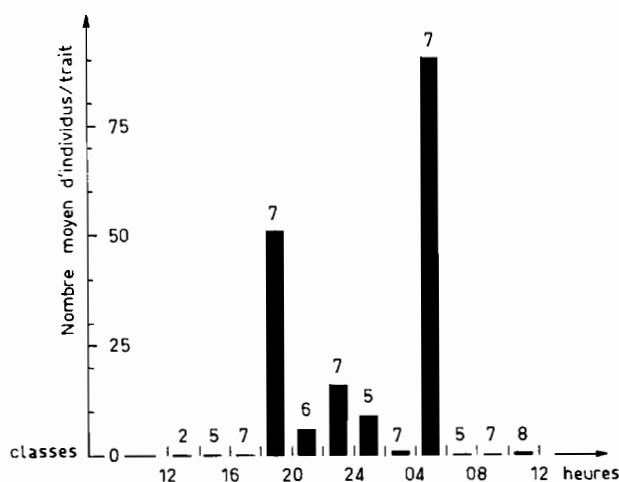


Figure 3. Histogramme de fréquences moyennes d'individus par trait pour les quatre cycles nycthémeraux, les nombres d'échantillons par classe sont indiqués.

collectes du filet à neuston; si cette migration est négligée, elle risque de fausser les analyses quantitatives d'une espèce souvent considérée, à tort, comme appartenant à l'euhyponeuston.

J.-A. Gueredrat

Centre ORSTOM de NOUMEA
Nouvelle Calédonie

REFERENCES

- CASSIE, R. M., 1963. "Microdistribution of plankton". *Oceanogr. mar. Biol.*, 1: 223-52.
- CUSHING, D. H., 1951. "The vertical migration of planktonic Crustacea". *Biol. Rev.*, 26: 158-92.
- DAVID, P. M., 1965. "The neuston net. A device for sampling the surface fauna of the ocean". *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 45: 313-20.
- DAVID, P. M., 1967. "Illustration of oceanic neuston". *Symp. zool. Soc. London*, (19) 211-3.
- ENRIGHT, J. J. & HAMMER, W. M., 1967. "Vertical diurnal migration and endogenous rhythmicity". *Science, N.Y.*, 157: 937-41.
- HEINRICH, A. K., 1960. "The surface plankton of the central Pacific". *Trudy Inst. Okeanol.*, 41: 42-7. (Transl. Bur. Comm. Fish, Hawaii 1961 by D. A. Thomson. 7 pp. mimeo).
- HERRING, P. J., 1965. "Blue pigment of a surface living oceanic Copepod". *Nature, Lond.*, 205: 103-4.
- HERRING, P. J., 1967. "The pigments of plankton at the sea surface". *Symp. zool. Soc. Lond.*, (19) 215-35.
- KING, J. E. & HIDA, T. S., 1954. "Variation in zooplankton abundance in Hawaiian waters, 1950-1952". *Spec. scient. Rep. U.S. Fish Wildl. Serv. Fisheries*, (118) 66 pp.
- LEGAND, M., 1958. "Variations diurnes du zooplancton autour de la Nouvelle-Calédonie". *Rapp. scient. Inst. fr. Océanie, Sect. Océanographie*, (6) 42 pp.
- PARIN, N. V., 1967. "Diurnal variation in the larval occurrence of some oceanic fishes near the ocean surface". *Oceanology*, 7: 115-21.

Océanographie Physique. — *Sur un courant Est dans le Pacifique central tropical Sud.* Note (*) de MM. JEAN-RENÉ DONGUY et HENRI ROTSCHI, présentée par M. André Gougenheim.

Au Nord de la Polynésie française, la répartition verticale de la température a des caractéristiques identiques à celles qui, dans le Pacifique occidental par 170° de longitude Est, sont liées au contre-courant équatorial Sud. Elle suggère la présence permanente, vers 10° de latitude Sud, d'un courant variable, portant à l'Est, transportant un flux de l'ordre de 10 millions de mètres cubes par seconde.

L'existence d'un contre-courant équatorial Sud localisé vers 10° S, en surface, dans le Pacifique occidental ne fait plus de doute ⁽¹⁾. En effet, les récentes croisières du navire océanographique *Coriolis*, du Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa, ont mis en évidence sa permanence dans le temps et son association à certaines structures hydrologiques [⁽²⁾, ⁽³⁾]. Notamment, la relation géostrophique entre les courants et le champ de masse est respectée car les isothermes supérieures de la thermocline ont une pente montante vers le Sud. Cependant, une incertitude subsiste quant à l'extension en longitude de ce courant ⁽⁴⁾ et aux variations, dans le sens du flux, de la profondeur et de la latitude de son noyau : certaines observations laissent en effet penser qu'il se rapproche de l'équateur vers l'Est, mais aussi qu'il a un noyau de vitesse profond, voisin des isopycnes 26,4-26,8 g/l [⁽⁵⁾, ⁽⁶⁾].

Les campagnes océanographiques du *Coriolis* dans le Pacifique central, au Nord de la Polynésie française, apportent quelques précisions sur ces problèmes. Au cours de la croisière « Diadème » d'octobre 1967, une coupe hydrologique a été exécutée entre 15° S et l'équateur, le long du méridien 140° W. Elle a montré l'existence, entre les latitudes 10 et 12° S, d'un courant géostrophique portant à l'Est et, comme le montre la distribution des vitesses supérieures à 10 cm/s, quasiment limité à la couche superficielle isotherme (fig. 1). Ce courant est associé à une pente montante vers le Sud des isanostères supérieures de la pycnocline. La distribution verticale de la température (fig. 2) indique, entre 10 et 12° S, un renversement de la pente descendante vers le Sud des isothermes supérieures de la thermocline.

En 1968-1970, les campagnes « Caride » n'ont permis d'entreprendre que des coupes bathythermiques approximativement Nord-Sud, exécutées respectivement en septembre, novembre et décembre 1968, juillet et septembre 1969 et février 1970, sur lesquelles l'on observe, au voisinage de 10° S, un renversement de la pente descendante vers le Sud des isothermes supérieures de la thermocline. La pente montante vers le Sud est plus ou moins forte et, comme il l'a été montré dans le Pacifique Nord

avec le contre-courant subtropical (⁷), ses variations sont probablement liées à celles de l'intensité du flux.

Le courant étant pratiquement limité à la couche superficielle isotherme, on peut se placer dans l'hypothèse d'un océan à deux couches dont la plus profonde est immobile. Dans ce cas, la composante zonale u de la vitesse dans la couche supérieure (x positif vers l'Est) peut être calculée

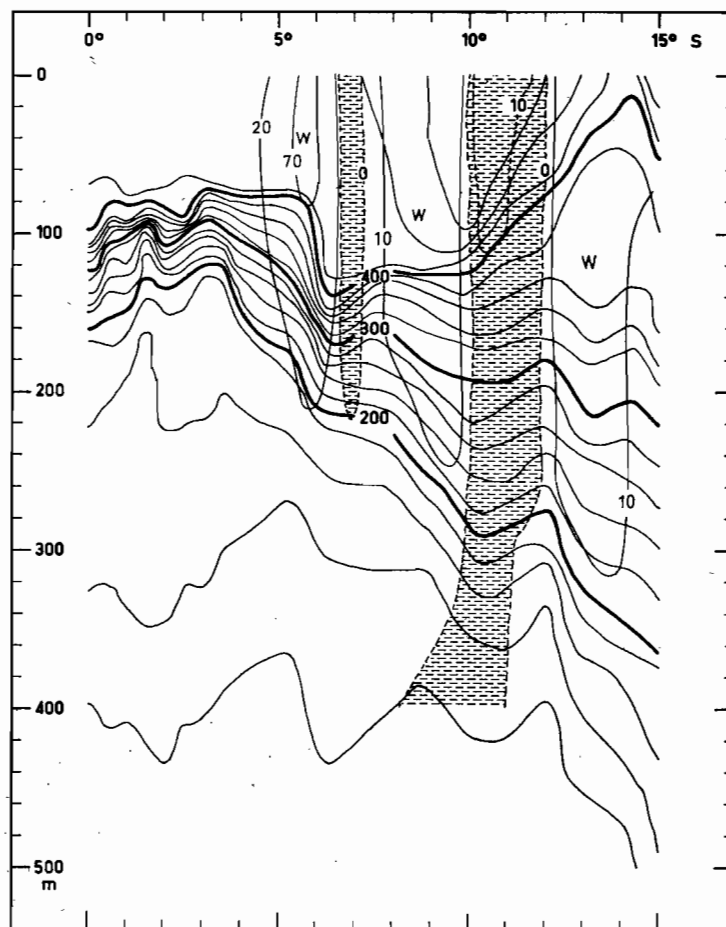


Fig. 1. — Distribution verticale de l'anomalie thermostérique en $^{\circ}\text{C}$ /t le long du méridien 140°W , en octobre 1967. Zones ombrées : courant géostrophique Est. Surface de référence : 500 db.

par l'équation de Margules $fu = g \operatorname{tg} \gamma \Delta \rho / \rho$, où $\operatorname{tg} \gamma$ est la pente de la surface de discontinuité et f le facteur de Coriolis (⁸). Cette équation indique, en outre, que pour un tel courant zonal, dans lequel les densités des couches supérieure et inférieure varient peu, de sorte que le rapport $\Delta \rho / \rho$ est quasi constant, la vitesse est directement proportionnelle à la pente de la surface de discontinuité. Si Z_n et Z_s sont les profondeurs respectives de la thermocline aux limites septentrionale et méridionale du flux Est,

un rapide calcul montre que le flux transporté est égal à

$$\frac{g}{2f} \frac{\Delta\rho}{\rho} (Z_n - Z_s) (Z_n + Z_s).$$

Dans le cas présent, on peut considérer que le facteur $g\Delta\rho/2f\rho$ est constant; il a la même valeur si on le calcule directement à partir des

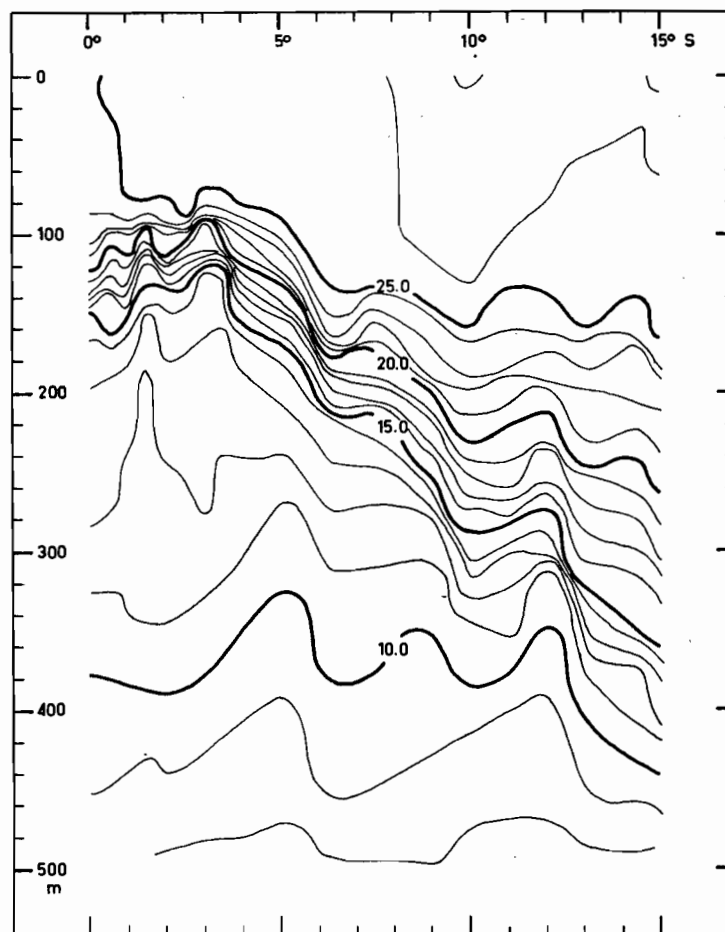


Fig. 2. — Distribution verticale
de la température le long du méridien 140°W en octobre 1967.

variations de profondeur de l'isotherme 25°C ou indirectement à partir du flux géostrophique ($5.10^6 \text{ m}^3/\text{s}$) observé à la croisière « Diadème ». En première approximation, il est donc possible d'évaluer le flux du contre-courant équatorial Sud en faisant coïncider la surface de discontinuité de l'océan à deux couches avec l'isotherme 25°C qui est située dans la partie supérieure de la thermocline. Une méthode similaire a été utilisée avec succès pour évaluer les variations spatiales et dans le temps des flux zonaux dans le Pacifique Nord (⁹). Les calculs indiquent, pour toutes les

croisières, qu'au voisinage de 10° S (tableau), on rencontre un flux de l'ordre de $10 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$.

TABLEAU.

Mois.	Flux ($10^6 \text{ m}^3/\text{s}$).	Limites du flux.	Mois.	Flux ($10^6 \text{ m}^3/\text{s}$).	Limites du flux.
Sept. 1968.....	8	$8^{\circ}\text{S} - 10^{\circ}30'\text{S}$	Juil. 1969.....	6	$7^{\circ}\text{S} - 11^{\circ}\text{S}$
Nov. ".....	7	$7^{\circ}\text{S} - 10^{\circ}30'\text{S}$	Sept. ".....	3	$9^{\circ}\text{S} - 14^{\circ}\text{S}$
Déc. ".....	15	$6^{\circ}\text{S} - 14^{\circ}\text{S}$	Fév. 1970.....	7,5	$7^{\circ}\text{S} - 11^{\circ}\text{S}$

Ce flux quantitativement proche de celui observé à 170°E ⁽²⁾ à la même latitude est très inférieur à celui du contre-courant équatorial Nord ⁽³⁾. Les données météorologiques actuellement disponibles ⁽¹⁰⁾ ne permettent pas de le relier au champ ou au tourbillon de la force d'entraînement des vents comme c'est le cas du contre-courant équatorial Nord et du contre-courant subtropical Nord ⁽¹¹⁾.

(*) Séance du 21 septembre 1970.

(1) J. L. REID Jr, *Nature*, 184, 1959.

(2) F. JARRIGE, *J. Mar. Res.*, 26, 1968.

(3) J. MERLE, H. ROTSCHI et B. VOITURIEZ, *Perspectives in Fisheries Oceanography*, The Japanese Society of Fisheries Oceanography, 1969.

(4) M. TSUCHIYA, *Proc. 9th General Assembly Scor*, 1968.

(5) J. L. REID Jr, *Tellus*, 13, 1961.

(6) W. WOOSTER, *Deep Sea Res.*, 8, 1961.

(7) M. K. ROBINSON, *Perspectives in Fisheries Oceanography*, The Japanese Society of Fisheries Oceanography, 1969.

(8) H. LACOMBE, *Cours d'Océanographie physique*, 1965.

(9) T. R. KENDALL, *J. Geophys. Res.*, 74, 1969.

(10) K. HIDAKA, *Rec. Oceanogr. Works Japan*, 4, 1958.

(11) K. YOSHIDA et T. KIDOKORO, *J. Oceanogr. Soc. Japan*, 23, 1967.

(Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa,
B. P. n° 4, Nouméa,
Nouvelle-Calédonie.)

OBSERVATIONS DE SURFACE LE LONG DES LIGNES DE NAVIGATION
DANS LA PARTIE OUEST DE L'OCEAN INDIEN *

par

Jean-René DONGUY

Océanographe physicien, Centre ORSTOM de NOUMEA

R é s u m é

Une année d'observations de surface (température et salinité), le long de certaines lignes de navigation, a permis de schématiser le climat marin de la partie Ouest de l'Océan Indien. Le parallèle 4°00'S semble séparer le régime de mousson du régime austral. Les caractéristiques de chaque saison marine et leurs causes probables ont été examinées. Enfin, différentes masses d'eau ont été identifiées.

A b s t r a c t

One year of surface observations (temperature and salinity) along some sailing lines, has allowed to build a scheme of the marine climate of the Western Indian Ocean. The latitude 4°00'S seems to be the limit between the monsoon climate and the austral climate. The features of each season and their probable causes have been examined. Several water masses have been identified.

I - INTRODUCTION

Quatre paquebots mixtes de la "Compagnie des Messageries Maritimes" desservent la côte de l'Afrique Orientale jusqu'à Mombasa, Madagascar, ainsi que les îles de la Réunion et Maurice (Mascareignes).

Ces quatre navires ont effectué régulièrement des mesures de température, de mars 1966 à juin 1967, et des prélèvements d'eau de mer de surface, de mai 1966 à juin 1967, sur l'itinéraire Djibouti - Madagascar - Mascareignes - Madagascar - Djibouti (Fig.1). La période de rotation étant de deux mois pour chacun d'eux, on voit que l'itinéraire a été parcouru quatre fois par mois avec, en moyenne, une observation tous les 60 milles.

* Manuscrit reçu le 14 mai 1969.

De plus, les cargos rapides de la "Nouvelle Compagnie Havraise Pé-ninsulaire" relie directement Djibouti à Madagascar ou à la Réunion (Fig.1). Cette route, assez variable suivant le port de destination peut être assimilée grossièrement au méridien 50°E. Cet itinéraire a été parcouru, de manière beaucoup moins régulière, en moyenne une fois par mois ; les observations y sont également distantes de 60 milles environ.

Les mesures de température ont été effectuées par la lecture au demi-degré près d'un thermomètre placé à l'entrée de la conduite de refroidissement des moteurs, à une profondeur de 5 mètres en moyenne. Un échantillon d'eau prélevé au même moment sur le même circuit, était conservé en bouteille étanche ; sa salinité a été mesurée au salinomètre à induction avec une précision de $\pm 0,01$ ‰. Environ 2 000 échantillons ont été analysés et 2 800 mesures de température ont été faites.

Représentation

Les itinéraires des navires peuvent varier au maximum de quelques dizaines de milles. Malgré cette dispersion, nous pouvons envisager un diagramme espace-temps : en abscisse est portée la valeur temps (les jours de l'année) et en ordonnée une valeur espace. On choisit pour celle-ci une latitude ou une longitude selon que le trajet du navire se rapproche davantage d'un méridien ou d'un parallèle.

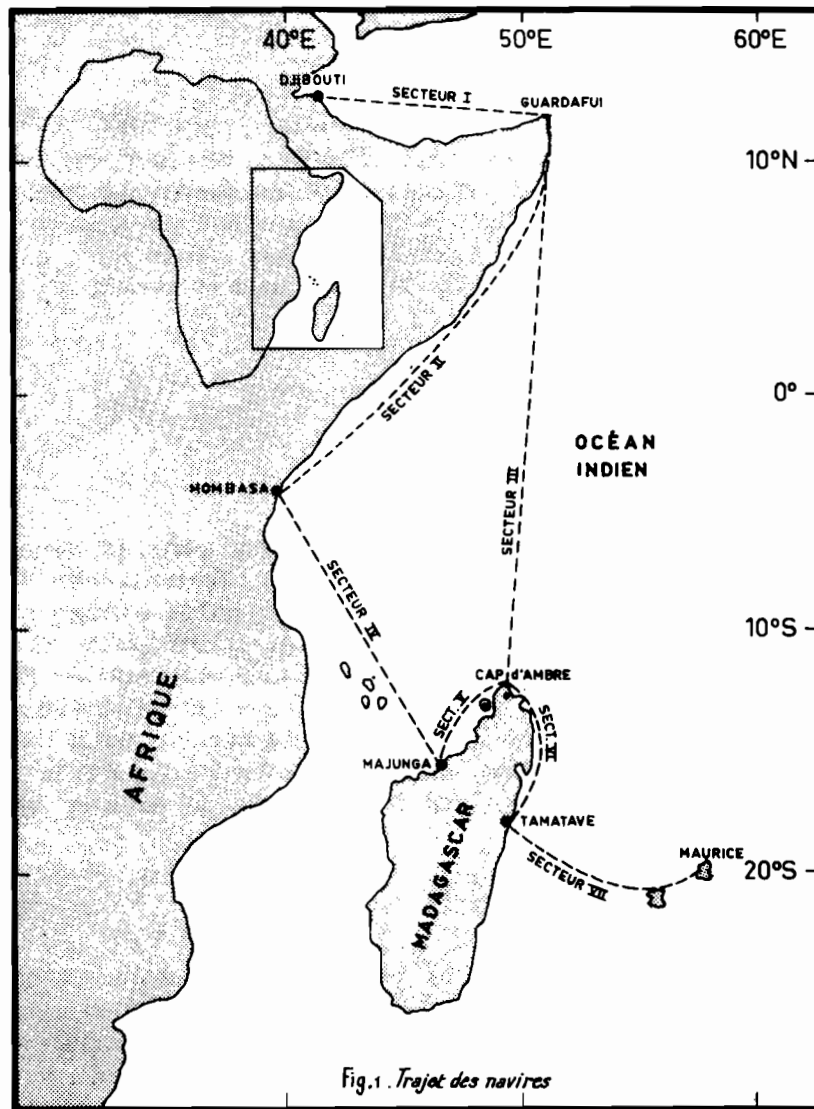
Chaque observation est définie par sa date et sa position et est représentée par une valeur de température ou de salinité. Il suffit ensuite de tracer les isothermes et les isohalines pour obtenir la figure des variations hydrologiques pendant l'année, le long de la route suivie par les navires (BERRIT, 1961)*.

Pour éviter de surcharger les figures, les indications numériques correspondant aux mesures ont été supprimées, chaque observation restant rappelée par un point.

Un déplacement suivant une parallèle à l'axe des temps donne la variation en un lieu donné au cours de l'année. Le cheminement parallèle aux ordonnées indique, pour un certain jour, les différentes valeurs des températures ou des salinités le long de la route du navire.

Ces diagrammes ne prétendent que schématiser l'évolution annuelle : si la mesure des salinités est satisfaisante, celle des températures est grossière ; il s'est avéré impossible d'étalonner les thermomètres utilisés par les navires ; de plus, l'immersion de la prise d'eau varie quelque peu. Enfin d'importantes variations peuvent se produire d'une année à l'autre,

* Voir la bibliographie in fine.



surtout dans la zone soumise à l'influence de la mousson. Ces variations n'ont pu être mises en évidence, car une deuxième année de mesures n'a pas été possible par suite du changement de route des navires.

Les observations ont été groupées en 7 secteurs (Fig.1) :

- Secteur I - De Djibouti au cap Guardafui
- II - Du cap Guardafui à Mombasa
- III - Du cap Guardafui à Madagascar
- IV - de Mombasa à Majunga

- V - de Majunga au cap d'Ambre
- VI - Du cap d'Ambre à Tamatave
- VII - De Tamatave à l'île Maurice.

Les secteurs I, II, V, VI sont côtiers, les navires ne s'écartant pas à plus de quelques dizaines de milles vers le large. Le secteur IV est constitué par la traversée de la partie Nord du canal de Mozambique. Les secteurs III et VII sont nettement océaniques. Les secteurs I et VII présentent un axe sensiblement Est-Ouest, les autres un axe sensiblement Nord-Sud.

II - CARACTERES GENERAUX

Température

La zone étudiée peut être divisée en deux parties séparées par le parallèle $4^{\circ}00'S$ à la latitude de Mombasa (Fig.2). Dans la partie Nord, l'influence de la mousson est dominante. Le régime du golfe d'Aden suit le rythme boréal mais celui-ci est renforcé par la mousson. L'influence de la mousson est maximale entre le cap Guardafui et Mombasa ; la mousson de SW provoque un refroidissement très important en été boréal, celle de NE un refroidissement plus modéré en hiver boréal. Entre les deux moussons les eaux de surface se réchauffent. Dans la partie Sud, les saisons marines suivent le rythme austral ; la saison froide s'étend de juin à novembre, la saison chaude de novembre à juin.

Salinité

Comme pour la température, la latitude de Mombasa ($4^{\circ}00'S$) coïncide avec la limite Sud de l'influence de la mousson (Fig.3). Pendant la mousson de NE, de novembre à avril, une eau de salinité comprise entre 35,50 ‰ et 36,00 ‰ envahit une partie du golfe d'Aden et s'avance jusqu'à $4^{\circ}00'S$. Pendant la mousson de SW, d'avril à novembre, le golfe d'Aden est envahi par de l'eau très salée (supérieure à 36,00 ‰), tandis qu'une eau de salinité comprise entre 35,00 ‰ et 35,50 ‰, venant du Sud, atteint le cap Guardafui. Au Sud de $4^{\circ}00'S$, le cap d'Ambre marque la frontière entre deux régimes de salinité : à l'Ouest, de Mombasa au cap d'Ambre, la salinité est faible (inférieure à 35,00 ‰) de janvier à juillet, plus forte (supérieure à 35,00 ‰) de juillet à janvier. A l'Est, du cap d'Ambre à l'île Maurice, la salinité est toujours très voisine de 35,00 ‰, le maximum de dessalure étant observé de février à juin.

Nous étudierons successivement :

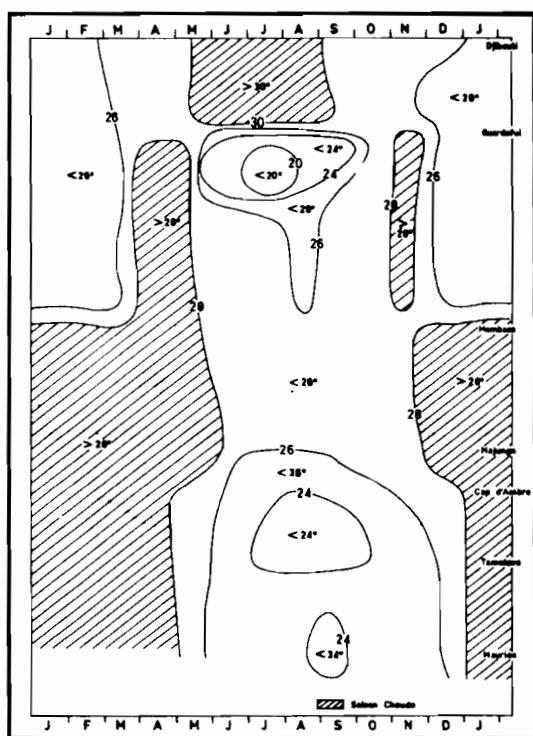


Fig. 2. Schématisation du régime des températures de Djibouti à l'île Maurice

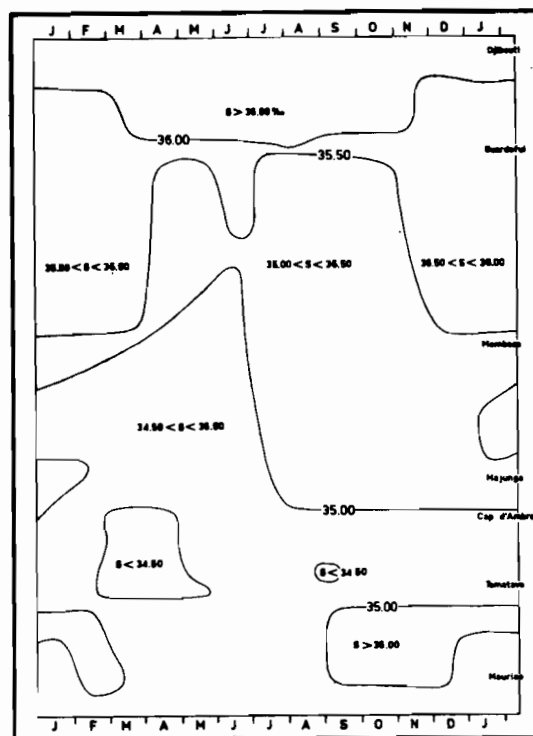


Fig. 3. Schématisation du régime des salinités de Djibouti à l'île Maurice

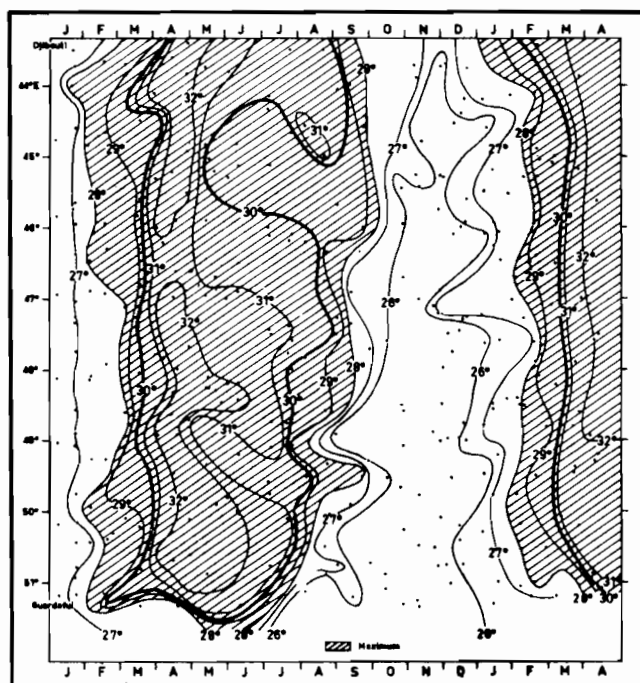


Fig. 4. Diagramme thermique de Djibouti au cap Guardafui

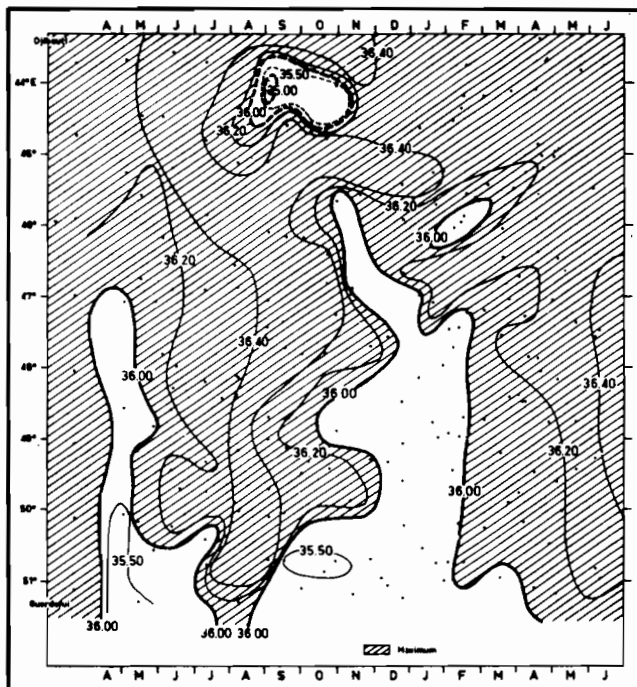


Fig. 5. Diagramme halin de Djibouti au cap Guardafui

1°) - La zone de mousson, de Djibouti à 4°00'S, elle-même divisée en deux parties séparées par le cap Guardafui :

- a) le golfe d'Aden (secteur I)
- b) la côte Est d'Afrique (secteurs II et III)

2°) - La zone de régime austral, de 4°00'S aux îles Mascareignes, elle-même divisée en deux parties séparées par le cap d'Ambre :

- a) la partie Nord du canal de Mozambique (secteurs IV et V)
- b) la côte Est de Madagascar jusqu'aux îles Mascareignes (secteurs VI et VII)

III - LA ZONE DE MOUSSON

Golfe d'Aden

L'itinéraire des navires de Djibouti au cap Guardafui passe par le milieu du golfe d'Aden (Fig.1).

Le régime climatique du golfe d'Aden suit le rythme boréal, mais celui-ci est renforcé par la mousson.

De Djibouti au cap Guardafui (Fig.4) la température superficielle dépasse 28°C, ce qui définit une saison marine chaude, de février à octobre ; un maximum supérieur à 32°C existe en avril-mai au large de Djibouti et en mai au cap Guardafui. On rencontre une température inférieure à 28°C, ce qui définit une saison fraîche, entre octobre et février ; la température est inférieure à 26°C pendant un mois près de Djibouti et pendant trois mois près du cap Guardafui.

De mars à novembre (été boréal et mousson de SW) (Fig.5), la salinité de surface est très forte (supérieure à 36,00 ‰) dans tout le golfe d'Aden, avec un maximum de 36,40 ‰. Ce maximum est observé de mai à novembre à Djibouti, et en août seulement à l'Est de 48°00'E. Pendant l'hiver austral et la mousson de NE, la salinité est plus faible ($35,50 \text{ ‰} < S < 36,00 \text{ ‰}$) dans une zone comprise entre le méridien 46°E et le cap Guardafui. Cependant, si, par 46°E, cette dessalure n'est observée qu'en novembre, elle est observée d'octobre à mars près du cap Guardafui.

Le régime de la mousson semble suffisant pour expliquer ce type de climat marin (THOMPSON, 1939). Pendant la mousson de SW (été boréal), un vent de NW assez fort entraîne l'eau de la mer Rouge vers le golfe d'Aden par le

détroit de Bab-el-Mandeb. A partir d'Aden, le vent devient parallèle à la côte d'Arabie et souffle du SW (ANON, 1966). L'eau de la mer Rouge, très chaude et très salée, envahit alors le golfe d'Aden jusqu'au cap Guardafui. Pendant la mousson de NE (hiver boréal), le vent de NE repousse l'eau de la mer Rouge, remplacée jusqu'à 46°E par de l'eau qui vient de la mer d'Arabie. La température de celle-ci descend jusqu'à 26°C. Par 46°00'E, on remarque de juillet à septembre, une dessalure qui peut être due à la saison des pluies en Somalie (ANON, 1954).

Côte Est d'Afrique

Dans cette zone (Fig.1), il faut distinguer deux sortes d'itinéraires suivis par les navires : l'un côtier, du cap Guardafui à Mombasa (4°00'S) (secteur II), l'autre océanique, du cap Guardafui à Madagascar (13°00'S) (secteur III). Ces deux itinéraires ont une partie commune, du cap Guardafui à 9°00'N.

Du cap Guardafui à Mombasa (Fig.6), l'influence de la mousson est dominante. La mousson de SW et la mousson de NE provoquent l'abaissement de température des eaux de surface et l'établissement de deux saisons fraîches. Entre les périodes de mousson, on observe deux saisons chaudes. La mousson de SW provoque le refroidissement le plus intense et le plus durable. Le vent de SW, particulièrement fort au Nord de 8°00'N (force 6), crée un upwelling qui atteint son maximum d'intensité vers 10°00'N (STOMMEL, WOOSTER, 1965). A cette latitude, la température reste inférieure à 26°C de mai à octobre : le minimum de température observé a atteint 18°5 C en 1966. Par contre, au Sud de 4°00'N, la température ne reste inférieure à 26°C qu'en août et septembre. Le refroidissement provoqué par la mousson de NE est partout le même et plus modéré : du cap Guardafui à 3°00'S, la température est inférieure à 26°C de décembre à mars. Pendant l'expédition du "Meteor", en janvier 1965, DURING et KOSKE (1967) ont rencontré, le long de la côte Est d'Afrique, une température de surface similaire. Le vent de NE, bien que parallèle à la côte, ne permet pas l'établissement d'un upwelling et le refroidissement est dû à l'arrivée d'eau de surface venant du Nord.

Une courte saison chaude s'établit en novembre : la température, du cap Guardafui à 4°00'S, est alors supérieure à 28°C. Une saison plus longue et plus marquée (température supérieure à 28°C) a lieu de mars à juin, avec un maximum d'intensité en avril et mai : la température dépasse alors 30°C au Nord de l'équateur.

Les salinités de surface suivent aussi le rythme de la mousson (Fig.7). Pendant la mousson de SW (juin à novembre), la salinité est inférieure à 35,50 ‰. Au Nord de 8°00'N, l'upwelling entraîne l'arrivée en

surface d'eau de salinité comprise entre 35,25 ‰ et 35,50 ‰. Au Sud de 8°00'N, de juin à octobre, la salinité est partout inférieure à 35,25 ‰ : c'est la caractéristique de l'eau originaire du Courant Sud Equatorial amenée par le Courant de Somalie (BRUCE, 1965) (STOMMEL, WOOSTER, 1965)*. En octobre et novembre, la salinité est comprise entre 35,25 ‰ et 35,50 ‰.

Pendant la mousson de NE (novembre à mars), la salinité est partout supérieure à 35,50 ‰ ; l'eau venant de la mer d'Arabie, refroidie par l'hiver boréal, est entraînée le long de la côte par le vent de NE. La salinité peut même s'élever légèrement au-dessus de 36,00 ‰, au Nord de 4°00'N, en janvier et février.

Pendant la saison chaude (avril à juin), la salinité est inférieure à 35,00 ‰ de 4°00'S à 5°00'N. A cette époque, le Courant Sud Equatorial charrie de l'eau particulièrement dessalée (34,50 ‰ < S < 35,00 ‰) tandis que la côte d'Afrique est soumise à de fortes pluies (NEWELL, 1957).

Sur l'itinéraire du large, du cap Guardafui à Madagascar (Fig.8), l'influence de la mousson est plus atténuée. On distingue cependant les deux saisons fraîches et les deux saisons chaudes, mais le refroidissement dû à la mousson de NE ne dépasse pas 2°00'S. De même (Fig.9), l'eau venant de la mer d'Arabie ne s'étend pas au Sud de l'équateur. De 4°00'S à Madagascar, l'eau du Courant Sud Equatorial a une salinité supérieure à 35,00 ‰ de juillet à novembre mais inférieure à 35,00 ‰ le reste de l'année avec un minimum, de mars à mai, au Sud de 8°00'S.

Nous pouvons tracer une carte des salinités de surface de Djibouti à Madagascar, d'une part pendant la mousson de SW (août) (Fig.10 et 11), d'autre part pendant la mousson de NE (février) (Fig.12 et 13). Il est net que l'influence de la mousson est maximale près de la côte : en mousson de SW, l'eau du Courant Sud Equatorial de densité faible, s'avance vers le Nord le long de la côte. En mousson de NE, l'eau venant de la mer d'Arabie, de densité forte, s'avance vers le Sud, en longeant la côte.

IV - LA ZONE DE REGIME AUSTRAL

Le parallèle 4°00'S peut être considéré, dans la zone étudiée, comme l'équateur climatique. C'est la limite de l'influence de l'hémisphère boréal, maximale pendant la mousson de NE. L'espace marin, au Sud de 4°00'S, est caractérisé thermiquement par une saison chaude, en été austral, et une saison fraîche, en hiver austral, cette dernière étant plus marquée vers le Sud.

* et (SWALLOW, 1965).

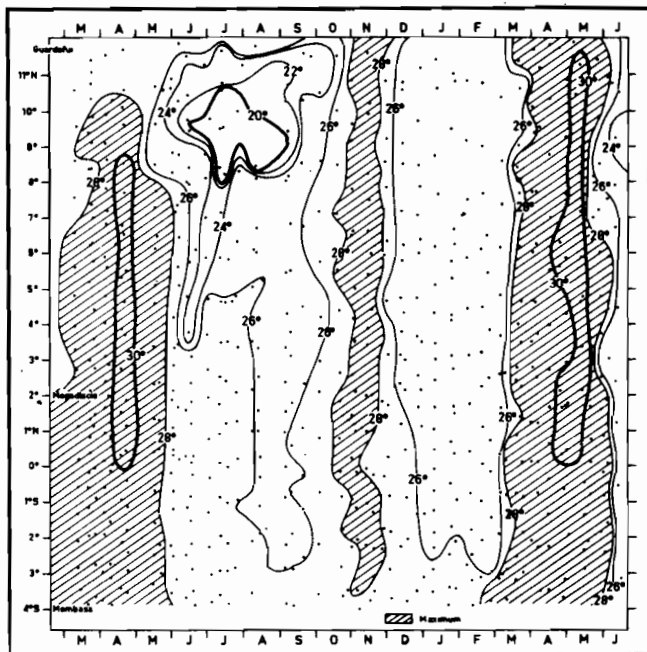


Fig.6. Diagramme thermique du cap Guardafui à Mombasa

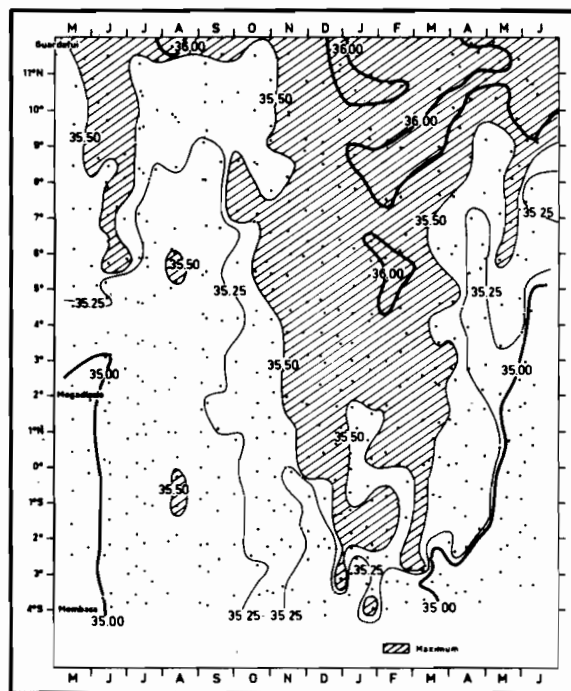


Fig.7. Diagramme halin du cap Guardafui à Mombasa

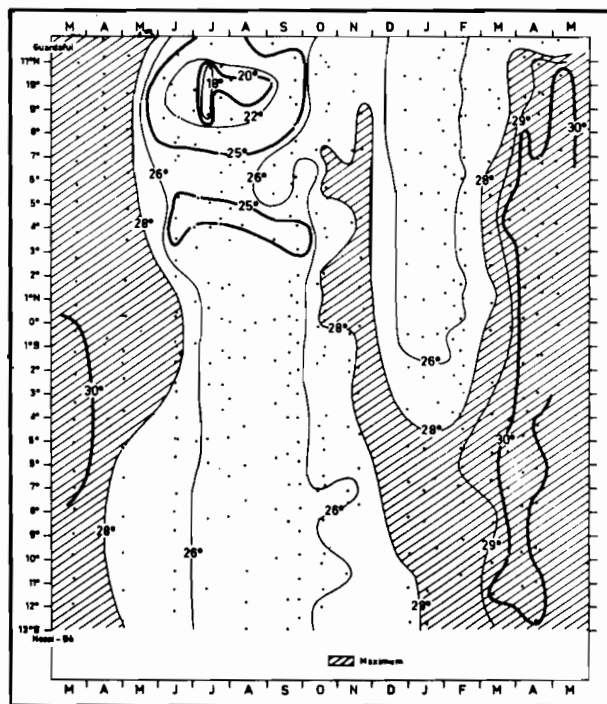


Fig.8. Diagramme thermique du cap Guardafui à Moasi-Bé

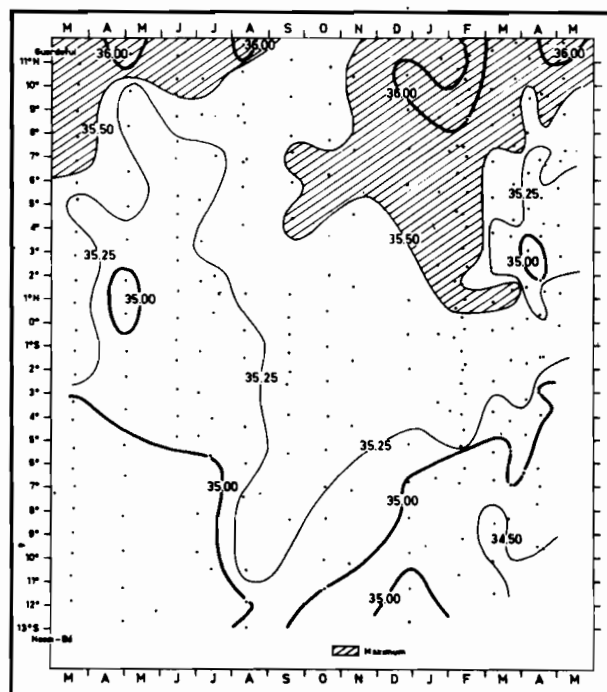


Fig.9. Diagramme halin du cap Guardafui à Moasi-Bé

Figures 6 à 9

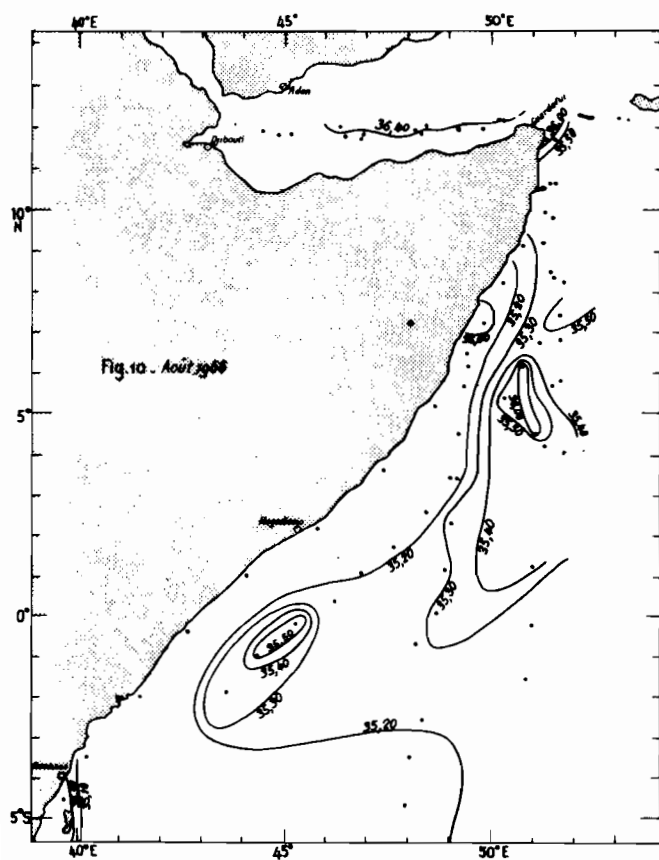


Fig. 10 - Août 1966

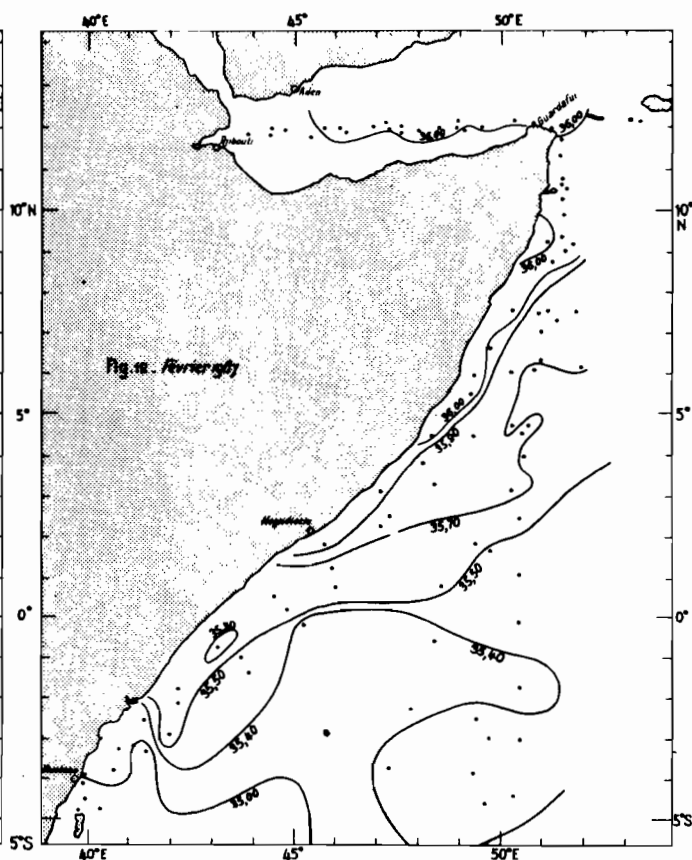


Fig. 12 - Février 1967

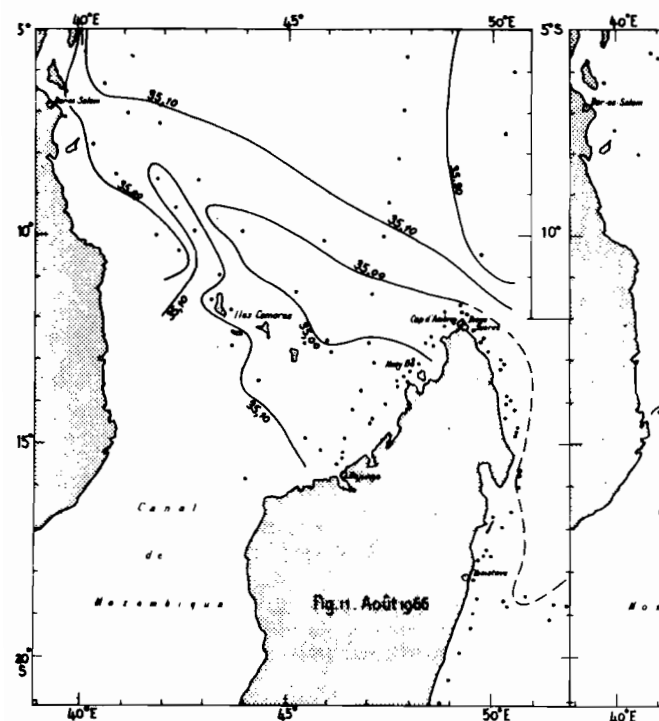


Fig. 11 - Août 1966

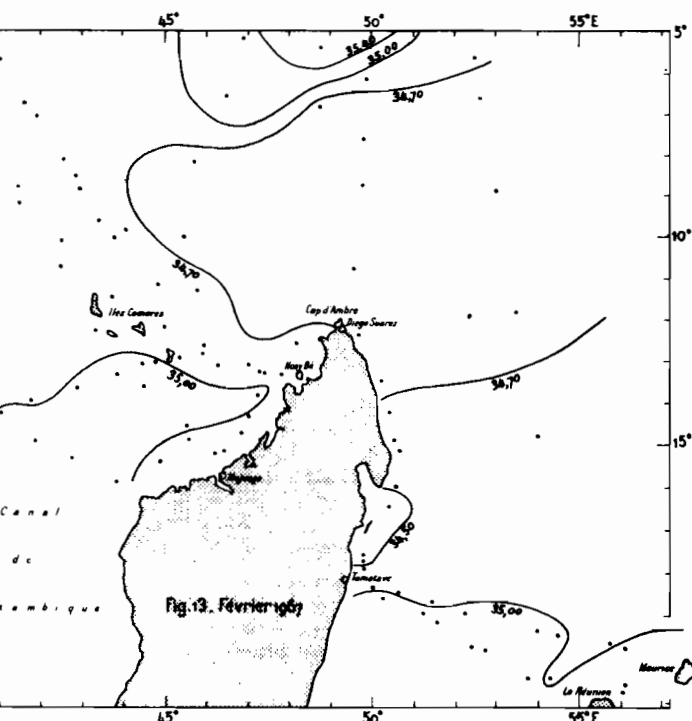


Fig. 13 - Février 1967

Partie Nord du canal de Mozambique

En général (Fig.1), les navires vont de Mombasa à Majunga en passant au large des îles Comores (Secteur IV). Ensuite, ils longent la côte Nord-Ouest de Madagascar jusqu'au cap d'Ambre (secteur V). Le long de cet itinéraire les saisons sont peu accusées, l'écart maximal de température des eaux de surface atteignant seulement 5°C (GERARD, 1964). De plus, le climat marin est à peu près le même dans toute cette région.

La saison fraîche (Fig.14 et 15) (température inférieure à 28°C) commence en juin et se termine en novembre ; la saison chaude (température supérieure à 28°C) dure de décembre à mai. Le maximum de température est observé de février à avril : il atteint 30°C.

La salinité de surface (Fig.16 et 17) est comprise entre 35,00 ‰ et 35,50 ‰, d'août à janvier ; elle est inférieure à 35,00 ‰ le reste de l'année. Les faibles valeurs de salinité observées au large de Majunga sont probablement dues au fleuve Betsiboka (BERTHOIS, CROSNIER, 1956).

Il semble y avoir une grande similitude entre l'évolution des conditions de surface observées au Nord de Madagascar (Fig.8 et 9) et celles du Nord du canal de Mozambique. L'influence du Courant Sud Equatorial semble donc dominante dans la partie Nord du canal de Mozambique.

La côte Est de Madagascar jusqu'aux îles Mascareignes

Les navires, ayant passé le cap d'Ambre (Fig.1), se dirigent vers le Sud le long de la côte Est de Madagascar jusqu'à Tamatave (secteur VI). De Tamatave aux îles Mascareignes, la route est approximativement Est-Ouest (secteur VII).

Dès le passage du cap d'Ambre (Fig.18 et 19), on remarque que la saison fraîche (température inférieure à 28°C) est plus accusée que dans le canal de Mozambique et que cette tendance se renforce en direction du Sud et du large. Elle commence en juin et se termine en décembre, avec un maximum d'intensité d'août à septembre (température inférieure à 25°C). La saison chaude (température supérieure à 28°C), a son point culminant de février à mars (température supérieure à 30°C).

Le régime de la salinité est difficile à définir : la salinité de surface a toujours une valeur proche de 35,00 ‰. La valeur de cette salinité semble dépendre des précipitations qui ont lieu toute l'année ; la dessalure semble cependant maximale de février à juin, en coïncidence avec le maximum de précipitations de la saison des pluies (ANON, 1964).

V - MASSES D'EAU

Une saison a des caractéristiques thermiques et halines qui lui sont propres. Nous sommes donc amenés à reconnaître des masses d'eau qui se succèdent en un endroit donné. La masse d'eau est représentée sur un diagramme T-S par une aire définie par 4 valeurs (deux pour la température et deux pour la salinité). Nous faisons l'hypothèse que, dans la partie de l'océan Indien étudiée, les isohalines 34,50 ‰, 35,00 ‰, 35,50 ‰ et 36,00 ‰ peuvent être considérées comme les limites des différentes masses d'eau (Fig.20 et 21). Les eaux se trouvent ainsi classées en 5 masses :

1°) - Eaux côtières et dessalées	$t^{\circ} > 23^{\circ}\text{C}$	$S < 34,50 \text{ ‰}$
2°) - Eaux du Courant Sud Equatorial	$t^{\circ} > 23^{\circ}\text{C}$	$34,50 \text{ ‰} < S < 35,50 \text{ ‰}$
3°) - Eaux de la mer d'Arabie	$t^{\circ} > 23^{\circ}\text{C}$	$35,50 \text{ ‰} < S < 36,00 \text{ ‰}$
4°) - Eaux de la mer Rouge	$t^{\circ} > 23^{\circ}\text{C}$	$S > 36,00 \text{ ‰}$
5°) - Eaux d'upwelling	$t^{\circ} < 23^{\circ}\text{C}$	$35,00 \text{ ‰} < S < 35,50 \text{ ‰}$

Les eaux côtières et dessalées semblent avoir été formées près du rivage par des arrivées d'eaux fluviales ou occasionnellement au large par des précipitations. Elles ne sont présentes en quantité importante qu'au Sud de $4^{\circ}00'S$. Ce sont ces eaux que l'on rencontre au large de l'embouchure des fleuves côtiers de Madagascar, tels que la Betsiboka (Fig.17) ou au large du cap d'Ambre pendant la saison des pluies (mars à mai) (Fig.9). L'épaisseur de cette masse d'eau est généralement assez faible, de l'ordre de quelques dizaines de mètres (station 94, 25/4/67 du "Vauban" $13^{\circ}15'S$, $47^{\circ}23'E$) (Fig.22).

Les eaux du Courant Sud Equatorial viennent de la partie orientale de l'océan Indien. Elles sont présentes partout au Sud de $4^{\circ}00'S$, de juin à janvier. Entraînées par le Courant de Somalie, pendant la mousson de SW, elles atteignent au Nord, le long de la côte d'Afrique, la latitude $10^{\circ}00'N$, de juin à septembre. La carte de salinité, dressée par SCHOTT (1935) pour l'été boréal montre une disposition semblable des isohalines. GALLAGHER (1966), après compilation des résultats de l'Expédition Internationale de l'océan Indien, appelle cette masse d'eau "Eau de Surface Tropicale Sud". L'épaisseur de cette masse d'eau est très variable mais peut atteindre 200 mètres (station 138, 14/9/67 du "Vauban", $12^{\circ}00'S$, $42^{\circ}00'E$) (Fig.22).

Les eaux de la mer d'Arabie ne sont présentes qu'au Nord de $4^{\circ}00'S$. Leur maximum d'extension a lieu pendant la mousson de NE, jusqu'à $4^{\circ}00'S$ le long de la côte d'Afrique et jusqu'à $46^{\circ}00'E$ dans le golfe d'Aden. DUING et KOSKE (1967) pour la côte d'Afrique et THOMPSON (1939) pour le golfe d'Aden, présentent des résultats comparables. TCHERNIA, LACOMBE, GUIBOUT (1958) signa-

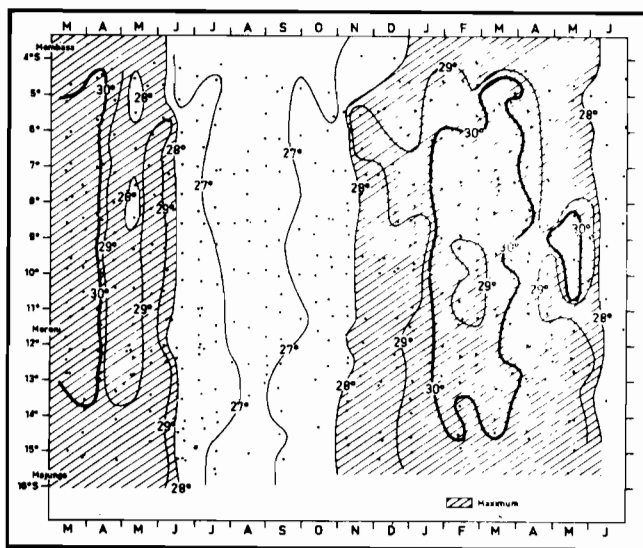


Fig.14. Diagramme thermique de Mombasa à Majunga

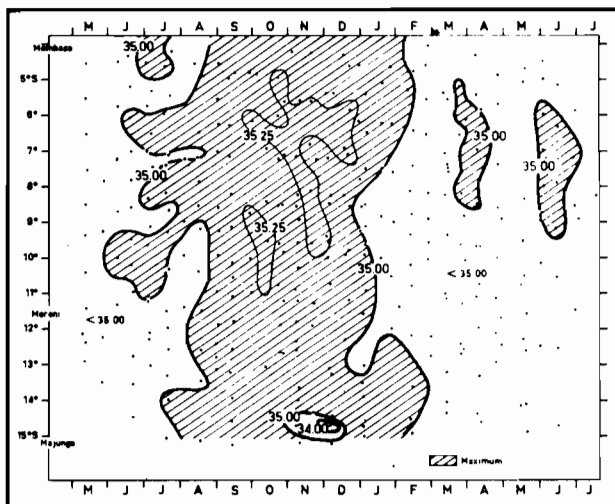


Fig.16. Diagramme halin de Mombasa à Majunga

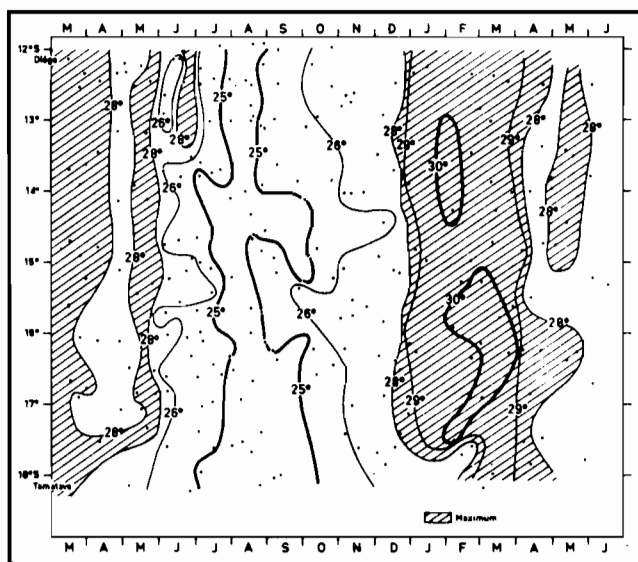


Fig.18. Diagramme thermique de Diego Suarez à Tamatave

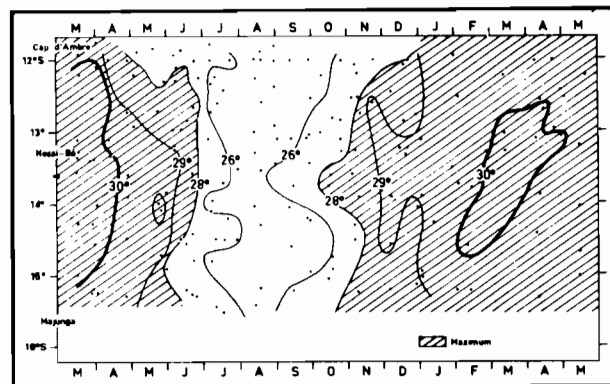


Fig.15. Diagramme thermique du cap d'Ambré à Majunga

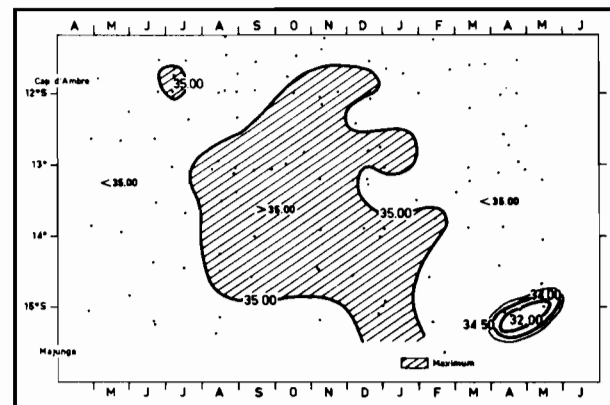


Fig.17. Diagramme halin du cap d'Ambré à Majunga

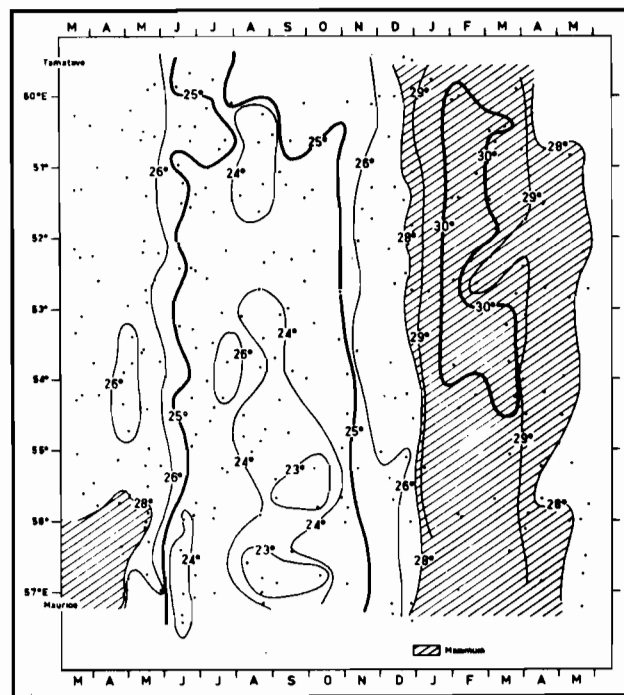
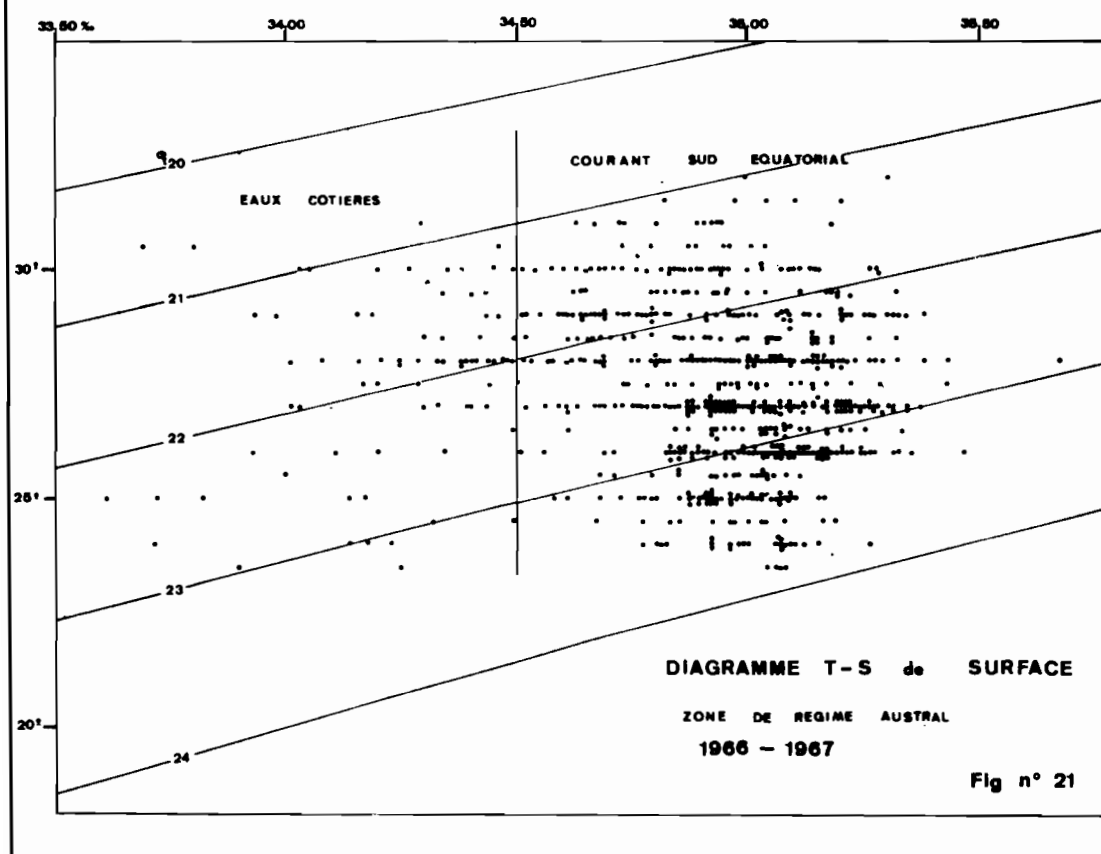
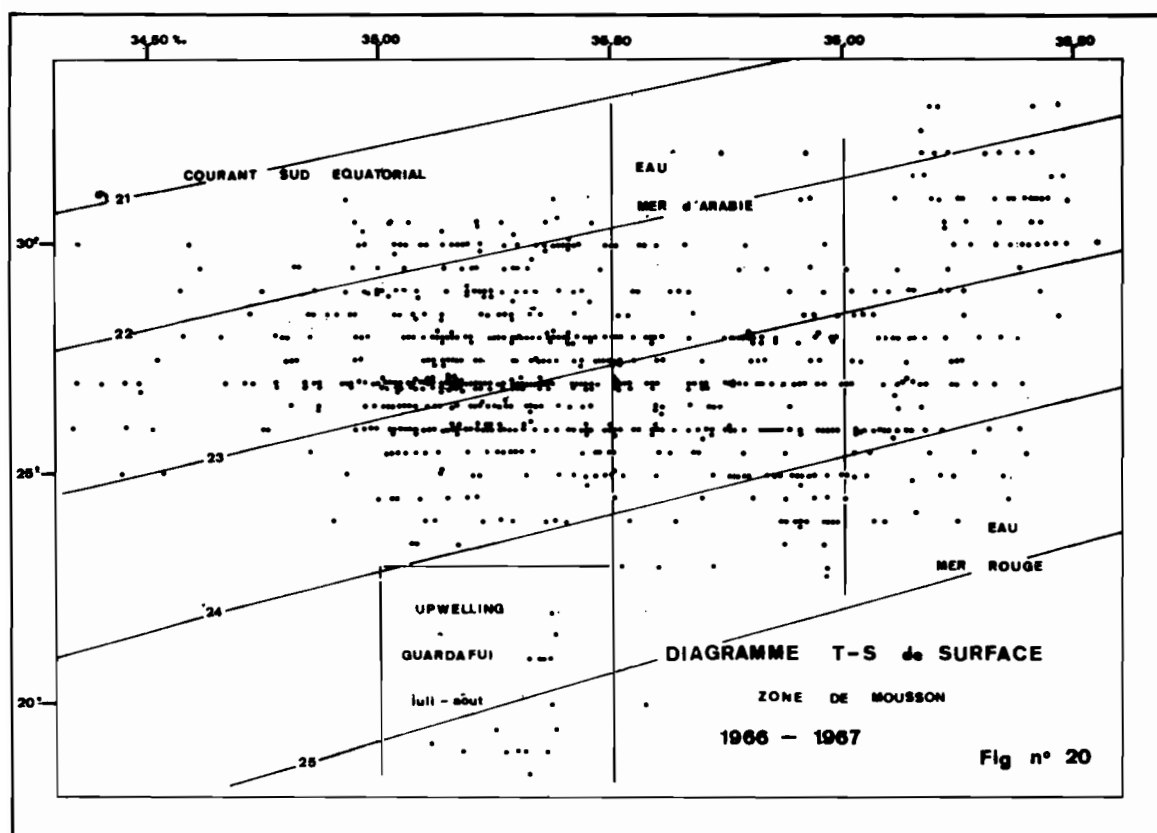


Fig.19. Diagramme thermique de Tamatave à Ile Maurice



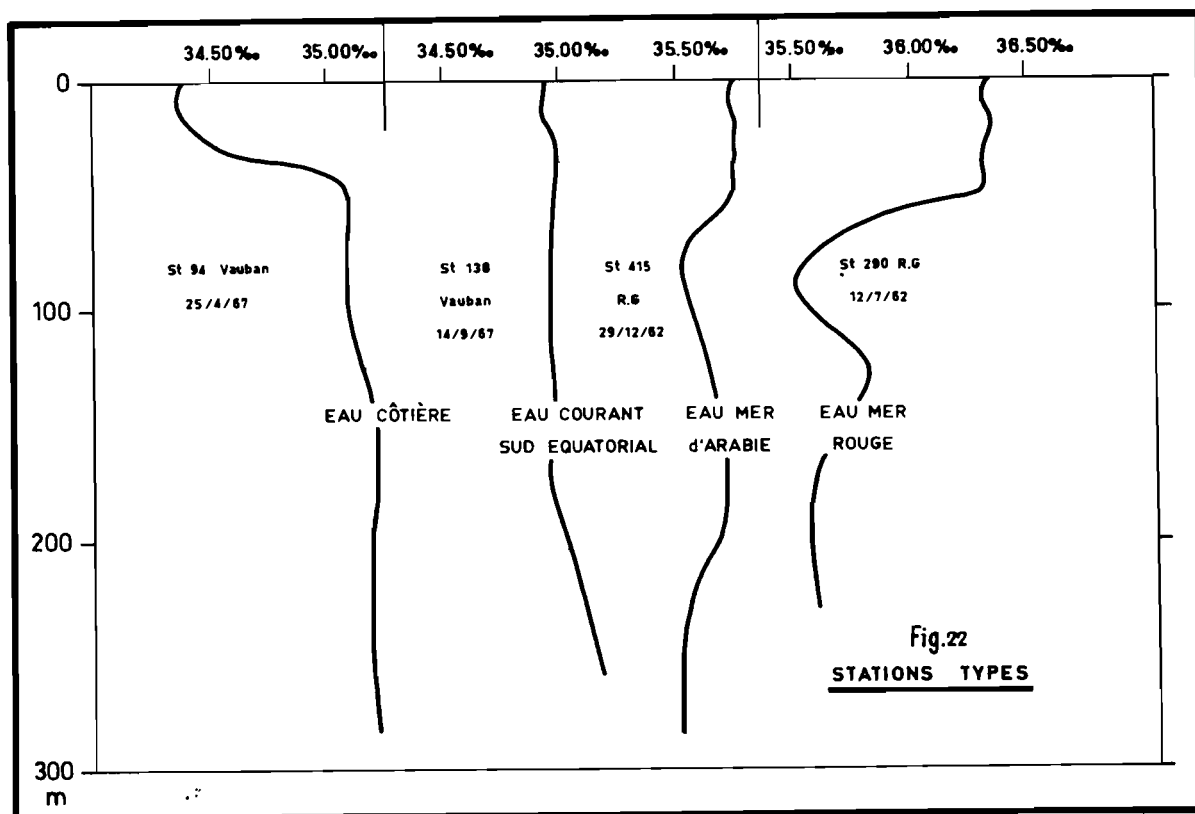


Fig.22
STATIONS TYPES

lent la présence de la même masse d'eau, au Nord de l'équateur, dans la partie Ouest de l'océan Indien et lui donnent la même dénomination. Cependant, suivant les cartes de MATTHEWS (1926) et celles de SCHOTT (1935), il semblerait que la majeure partie de la mer d'Arabie est occupée toute l'année par de l'eau de salinité supérieure à 36,00 ‰. De même, pour GALLAGHER (1966), la salinité de surface de l'eau de la mer d'Arabie varie de 35,8 ‰ à 36,5 ‰. Il faut admettre que l'eau que nous observons provient de la mer d'Arabie mais a été diluée par mélange avec de l'eau moins salée. Cette catégorie d'eau semble avoir une épaisseur de l'ordre de 100 mètres (station 415 RG, 29/12/62 du "Cdt Robert GIRAUD", 12°48'N, 50°21'E) (Fig.22).

Les eaux de la mer Rouge occupent tout le golfe d'Aden pendant la mousson de SW (été boréal). Elles se retirent jusqu'à 46°00'E pendant la mousson de NE (hiver boréal), laissant la place de l'eau de salinité inférieure. A cette époque, on trouve des eaux de salinité un peu supérieure à 36,00 ‰ au Sud du cap Guardafui (Fig.12). Il est probable que ces eaux ne sont pas originaires de la mer Rouge mais de la mer d'Arabie. Elles peuvent atteindre 5°00'N mais restent très localisées dans le temps et dans l'espace. L'épaisseur des eaux de la mer Rouge dans le golfe d'Aden est de 50 à 100 mètres

(station 290 RG, 12/7/62 du "Cdt Robert GIRAUD", 12°06'N, 46°29'E) (Fig.22). MATTHEWS (1927) présente des résultats comparables.

Les eaux d'upwelling sont localisées au Sud du cap Guardafui jusqu'à 8°00'N et n'apparaissent que pendant la mousson de SW (juin à septembre). A cette époque, le cap Guardafui constitue un front extrêmement net entre les eaux de la mer Rouge et les eaux d'upwelling : en quelques milles, le changement de température atteint 14°C et celui de la salinité 1 ‰.

VI - CONCLUSION

Cette étude ne prétend que schématiser l'évolution annuelle du climat marin le long de quelques lignes de navigation de l'Ouest de l'océan Indien. Une étude sur plusieurs années aurait été nécessaire pour distinguer les caractères accidentels de ceux qui se produisent normalement chaque année. Deux années d'observations étaient prévues. Malheureusement, la fermeture du canal de Suez en juin 1967, qui a eu pour conséquence de changer les lignes de navigation, ne l'a pas permis.

REMERCIEMENTS

L'auteur adresse ses remerciements au commandant et à l'équipage des navires "La Bourdonnais", "Jean Laborde", "Ferdinand de Lesseps", "Pierre Loti" de la Compagnie des Messageries Maritimes, "Ile Maurice", "Ile de la Réunion", "Nossi-Bé", "Ville de Bordeaux", "Ville de Dunkerque", "Ville du Havre", "Ville de Majunga", "Ville de Nantes", "Ville de Tamatave", "Ville de Tananarive", "Ville de Rouen", de la Nouvelle Compagnie Havraise Péninsulaire, "Gasikara" et "Ile Sainte-Marie" de la Compagnie Auxiliaire de Navigation de Madagascar. Leur collaboration efficace et sympathique a permis de mener à bien cette étude.

BIBLIOGRAPHIE

- ANONYME - 1964 - Annales des Services Météorologiques de la France d'Outre-Mer. Territoires Français de l'océan Indien. Ministère des Travaux Publics. Paris, 196 p.
- ANONYME - 1966 - Atlas of Pilot Charts. South Pacific and Indian Ocean. H.O. Pub. N° 107.

- BERRIT (G.R.) - 1961 - Contribution à la connaissance des variations saisonnières dans le golfe de Guinée. Observations de surface le long des lignes de navigation. 1ère partie. Cah. Océanogr. XIII (10) pp.715-727.
- BERTHOIS (L.), CROSNIER (A.) - 1966 - Etude dynamique de la sédimentation au large de l'estuaire de la Betsiboka. Cah. ORSTOM Oceanogr. Vol.IV, N°2, pp.49-130.
- BRUCE (J.G.) - 1965 - Near surface currents off the Somali Coast in the summer monsoon, August 1964. Unpublished manuscript 65-66. Woods Hole Oceanogr. Instit. 12 p.
- DUING (W.), KOSKE (P.H.) - 1967 - Hydrographische Beobachtungen im Arabischen Meer während der Zeit des Nordostmonsuns 1964/65. "Meteor" Forsch. Erg., Reihe A, 3, pp.1-43.
- GALLAGHER (J.F.) - 1966 - The variability of water masses in the Indian Ocean. Pub. Gll. National Oceanographic Data Center Washington, 74 p.
- GERARD (R.) - 1964 - Etude de l'eau de surface dans une baie de Nossi-Bé. Cah. ORSTOM Oceanogr. Vol.II, N°2, pp.5-26.
- MATTHEWS (D.J.) - 1926 - Reports of the Percy Sladen Trust Expedition to the Indian Ocean in 1905. Physical Oceanography. Trans. of the Linnean Society of London, Vol. XIX, contrib. VII, pp.169-205.
- MATTHEWS (D.J.) - 1927 - Temperature and salinity observations in the Gulf of Aden. Nature N° 3023, Vol.210, 512 p.
- NEWELL (B.S.) - 1957 - A preliminary survey of the hydrography of the British East African Coastal waters. Colonial Office. Fish. Pub., N°9, 21 p.
- SCHOTT (G.) - 1935 - Geographie des Indischen und Stillen Ozeans, Hambourg Verlag von C. Boysen, 413 p.
- STOMMEL (H.), WOOSTER (W.S.) - 1965 - Reconnaissance of the Somali Current during the south-west monsoon. Proc. Nat. Acad. of Sci., Vol.54, N°1, pp.8-13.
- SWALLOW (J.C.) - 1965 - The Somali Current. Some observations made aboard "RRS Discovery" during August 1964. Mar. Obs. London, juil. 1965, pp.125-130.
- TCHERNIA (P.), LACOMBE (H.), GUIBOUT (P.) - 1958 - Sur quelques nouvelles observations hydrologiques relatives à la région équatoriale de l'océan Indien. Bull. Inf. COEC, X, (3), pp.116-143.

THOMPSON (E.F.) - 1939 - Chemical and physical investigations. The exchange of water between the Red Sea and the Gulf of Aden over the sill. John Murray Exped. 1933-34, Sci. Rep. (2), pp.105-119.

551.46.062.5

551.465.432

APERÇU DES CONDITIONS HYDROLOGIQUES DE LA PARTIE NORD DU CANAL DE MOZAMBIQUE

par J. R. DONGUY* et B. PITON**

RÉSUMÉ

En 1966 et 1967, le navire de recherche « VAUBAN » du Centre O.R.S.T.O.M. de Nossi-Bé (Madagascar) a occupé 25 fois la même station au large de la côte nord-ouest de Madagascar et a effectué plusieurs croisières dans la partie nord du Canal de Mozambique, de 16° S à 7° S ; ce travail permet de décrire les caractéristiques hydrologiques et physico-chimiques des eaux superficielles, intermédiaires et profondes, et d'étudier la circulation dans la région : en saison chaude, un mouvement tourbillonnaire anticyclonique s'installe autour des Comores ; en saison fraîche, un flux d'eau de surface semble provenir de la partie sud du Canal de Mozambique.

SUMMARY

During 1966 and 1967, the R/V « VAUBAN » of the Centre O.R.S.T.O.M. of Nossi-Bé (Madagascar), has occupied the same station off the north western coast of Madagascar 25 times, and has carried out several cruises in the northern part of the Mozambique Channel, from 16° S to 7° S. This work leads to a description of the hydrographic and chemical properties of the superficial, intermediate and deep waters and of the circulation in the area : during the warm season, an anticyclonic vortex is setting around the Comorian Islands ; during the cold season, a superficial water flow is coming from the southern part of the Mozambique Channel.

I. INTRODUCTION

Avant 1960, l'Océan Indien était très mal connu. Quelques grandes expéditions y avaient lieu, à des intervalles parfois très grands. Dans l'ouest de l'Océan Indien, nous pouvons citer celles du « DANA » (1929-1930), du « MABAHISS » (JOHN MURRAY EXPEDITION, 1933-34), du « DISCOVERY II » (1935), du « COMMANDANT-CHARCOT » (1948 et 1950). Pendant l'Année Géophysique Internationale, le « COMMANDANT-ROBERT-GIRAUD » (MENACHE, 1963) a effectué, en octobre-novembre 1957, une première campagne dans le Canal de Mozambique, tandis que l'« ORSOM I » (ANON. 1958, ANON. 1959) occupait plusieurs fois une station de coordonnées 13°30 S et 47°43 E.

Après 1960, pendant l'Expédition Internationale de l'Océan Indien, de nombreux navires ont travaillé dans la partie occidentale de l'Océan Indien : le « VITYAZ » (1960), le « COMMAN-

* Océanographe physicien, Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa.

** Océanographe physicien, Centre O.R.S.T.O.M. de Nossi-Bé.

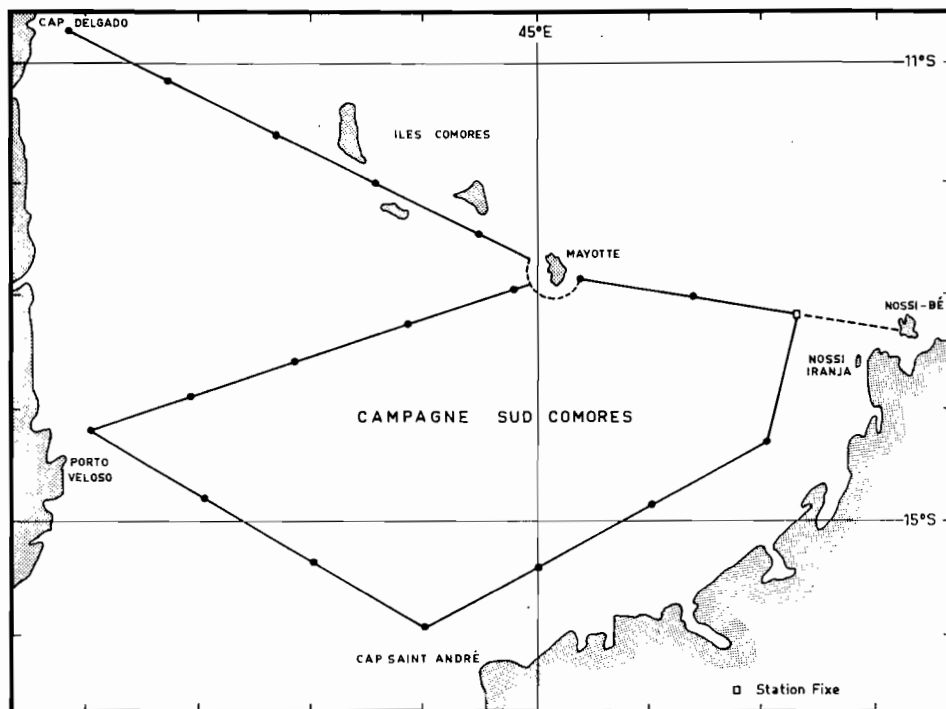


Fig. 1. — Campagne Sud-Comores et radiale Nossi-Bé-Cap Delgado.

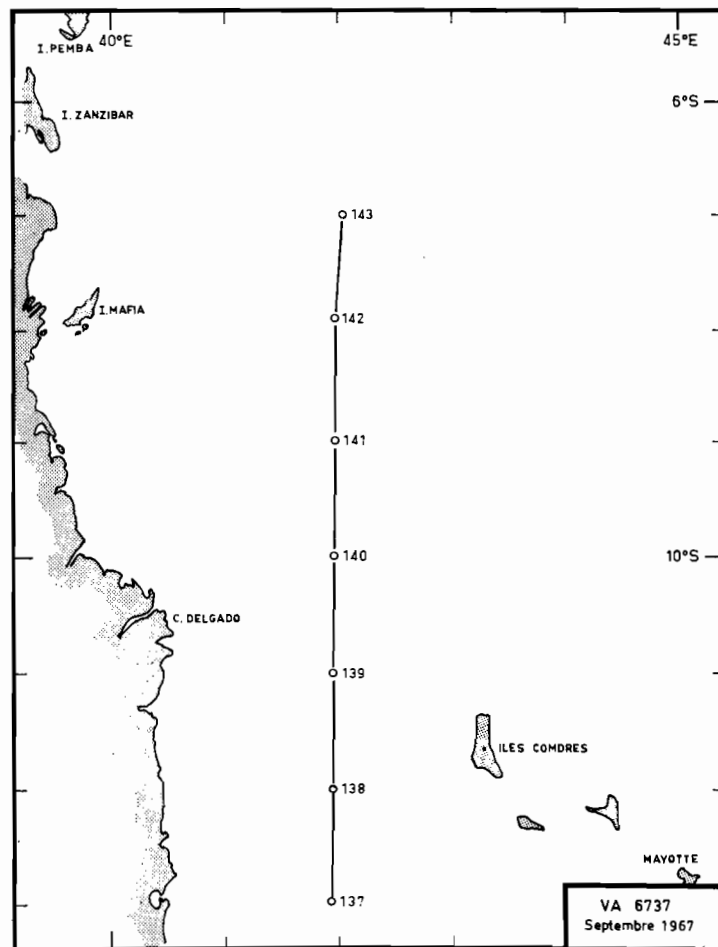


Fig. 2. — Radiale 13°S-7°S.

DANT-ROBERT-GIRAUD » (1960-1962), l'« ARGO » (1962-1963), l'« ANTON-BRUUN » (1964), l'« ALMIRANTE-LACERDA » (1964), l'« ATLANTIS II » (1965), le « METEOR » (1964-1965). Le « COMMANDANT-ROBERT-GIRAUD » et l'« ALMIRANTE-LACERDA » ont porté une grande partie de leurs efforts sur le Canal de Mozambique.

En 1966, le Centre O.R.S.T.O.M. de Nossi-Bé a été doté du navire de recherche « VAUBAN ». Le programme de ce navire comportait l'étude dynamique et physico-chimique de la partie nord du Canal de Mozambique, de 16° S à 7° S. De juin 1966 à octobre 1967, le « VAUBAN » a occupé une station fixe le plus fréquemment possible et effectué plusieurs croisières dans cette région.

II. MÉTHODES D'ANALYSE

L'eau de mer a été prélevée à 21 immersions en 3 palanquées de la surface à 2500 mètres de profondeur, à l'aide de bouteilles NISKIN entièrement en matière plastique (NISKIN, 1964) d'une contenance de 1,7 litre.

Des thermomètres RICHTER et WIESE et YOSHINO ont été utilisés. Chaque bouteille était équipée de deux thermomètres protégés avec un thermomètre non protégé au-dessous de 100 mètres de profondeur. La température in situ était obtenue avec une précision de $\pm 0^{\circ} 02$ C, au niveau de probabilité 95 %.

La salinité a été mesurée à l'aide d'un salinomètre à induction I.M.E. (BROWN et HAMON, 1961) avec une précision de $\pm 0,01\text{‰}$ (une seule analyse par prélèvement).

La concentration de l'oxygène dissous a été déterminée par la méthode de WINKLER. Le point d'équivalence était obtenu par la méthode « dead stop » à l'aide d'un titriscope METROHM (FOULK et BAWDEN, 1926 ; ANGOT et GERARD, 1966). La précision relative du dosage titrimétrique était de $\pm 0,05$ ml/l au niveau de probabilité 95 % (une seule analyse par prélèvement).

La concentration en phosphate minéral a été mesurée par la méthode MURPHY et RILEY (1962), modifiée par TRAGANZA (1964) en vue d'obtenir une très grande stabilité de la couleur. L'extinction a été déterminée à l'aide d'un spectrophotocolorimètre BECKMAN DU. La précision relative de l'ensemble de la mesure était de 5 à 10 % (une seule analyse par prélèvement).

Les calculs de σ_t , Δst , hauteurs dynamiques et les interpolations ont été faits par le National Oceanographic Data Center de Washington où les données sont disponibles. L'utilisation apparente de l'oxygène (UAO) a été calculée d'après la table de GREEN et GARRITT (1967).

III. TRAVAUX EFFECTUÉS

Les principales croisières se sont déroulées le long de deux itinéraires (fig. 1). L'un constituait la croisière Sud-Comores, l'autre la radiale Nossi-Bé-Comores-Cap Delgado.

En vue de suivre l'évolution saisonnière des propriétés physico-chimiques des eaux superficielles et de contrôler la permanence des caractéristiques des eaux intermédiaires, la station fixe a été occupée le plus fréquemment possible. De coordonnées 13°15' S et 47°23' E (fig. 1), elle est située à 56 milles dans l'ouest de Nossi-Bé et à 33 milles dans le nord-ouest de Nossi-Iranja. De juin 1966 à septembre 1967, 25 stations ont été occupées, soit en moyenne une station tous les 18 jours.

La croisière Sud-Comores (fig. 1) comportait 14 à 16 stations, espacées de 60 milles. La surface étudiée s'étend de Madagascar à la côte d'Afrique, de 13° S à 16° S. Cette croisière a été faite trois fois : VA6630, du 3 au 12 octobre 1966, comportant 14 stations ; VA6704, du 31 janvier au 9 février 1967, comportant 14 stations ; VA6729, du 25 juillet au 4 août 1967, comportant 16 stations.

La radiale Nossi-Bé-Comores-Cap Delgado comporte 10 à 11 stations espacées de 60 milles (fig. 1), de Madagascar à la côte d'Afrique, de 13° S à 11° S. Cette radiale a été faite deux fois :

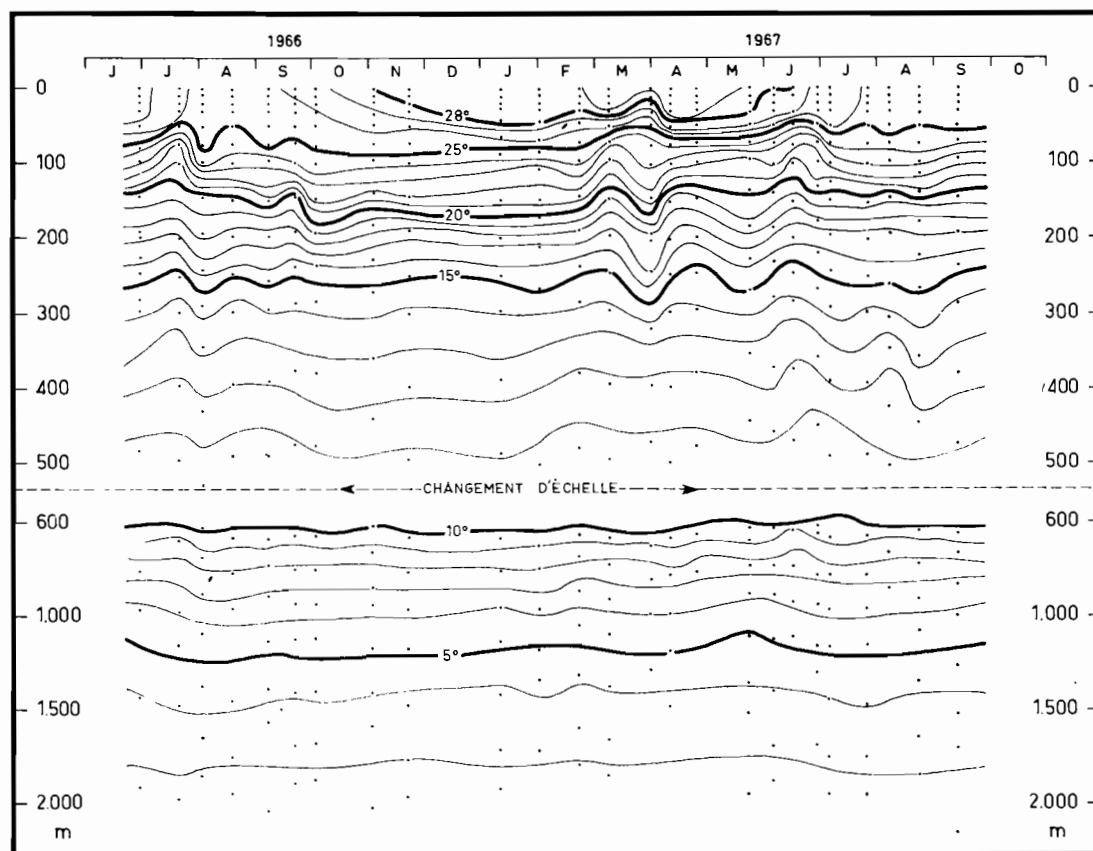


Fig. 3. — Répartition verticale de la température, à la station fixe.

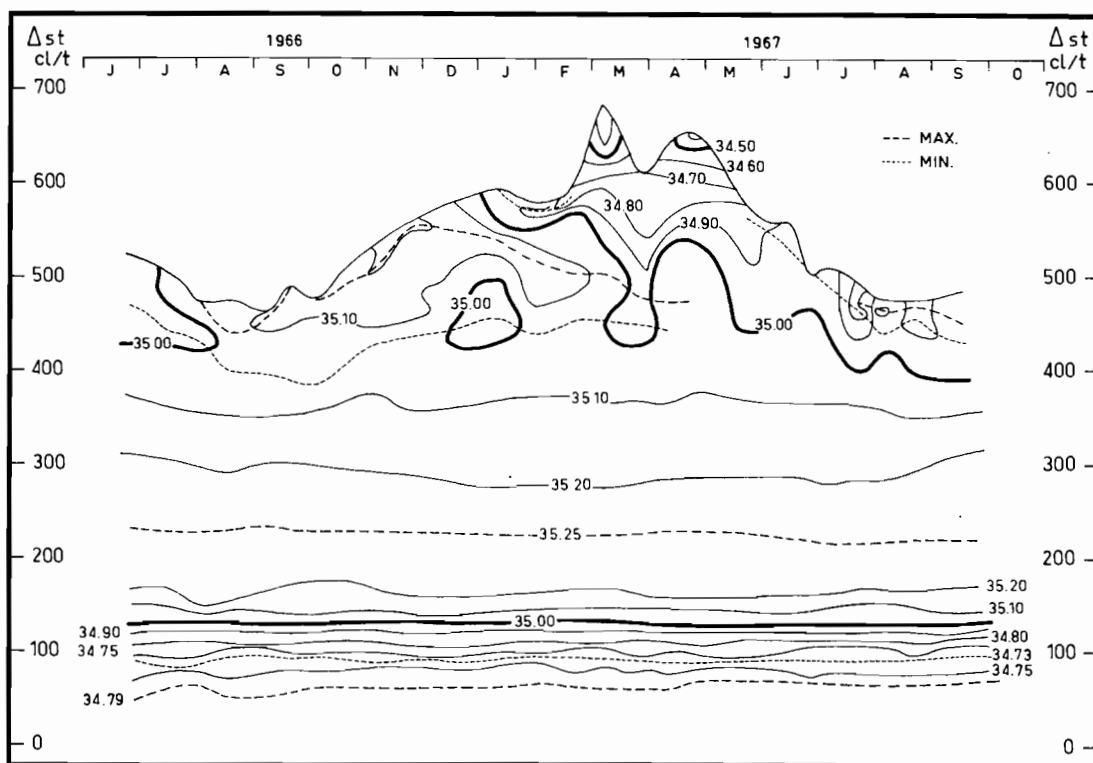


Fig. 4. — Distribution de la salinité en fonction de l'anomalie thermostérique à la station fixe.

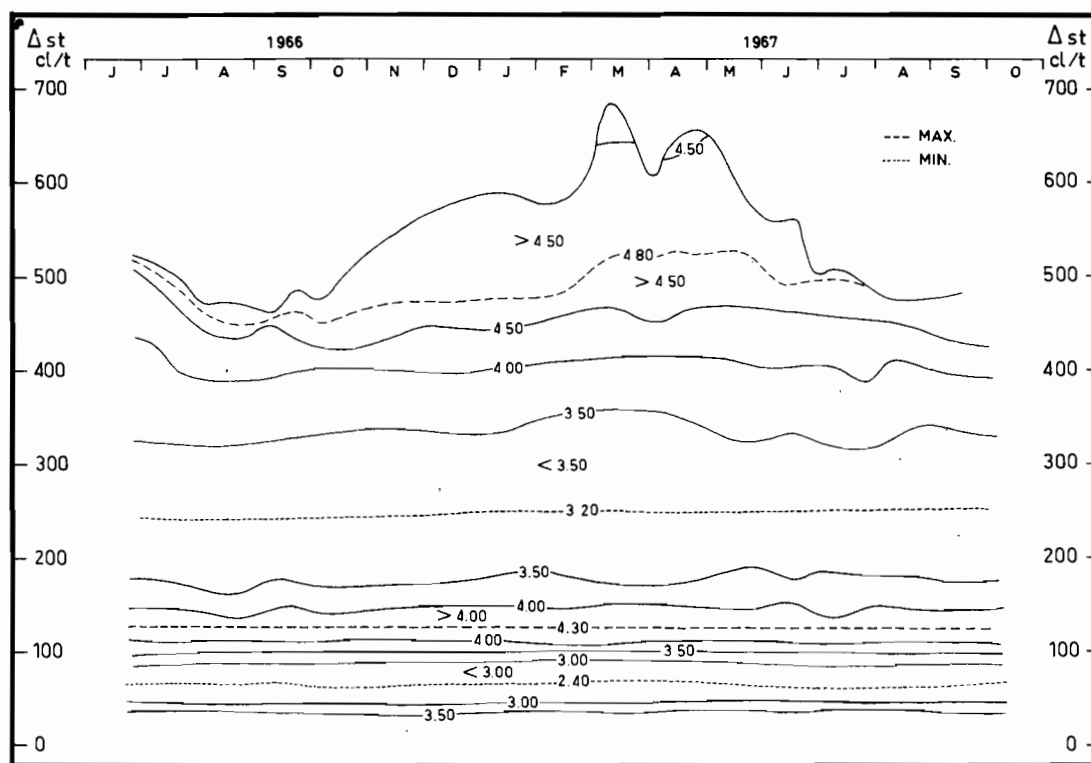


Fig. 5. — Distribution de la concentration en oxygène en fonction de l'anomalie thermostérique, à la station fixe.

VA6635, du 23 novembre au 1^{er} décembre 1966, comportant 11 stations ; VA6726, du 27 juin au 6 juillet 1967, comportant 10 stations.

La campagne VA6737 (fig. 2) a été faite pour étudier la divergence sud-équatoriale, située vers 11° S. Elle s'est déroulée en septembre 1967, c'est-à-dire à la fin de la saison fraîche et de la mousson de SW. Elle a comporté 7 stations, espacées de 60 milles, qui ont toutes, sauf une, atteint 800 mètres de profondeur. Ces stations étaient alignées suivant 42° E, de 13° S à 7° S.

IV. LA STATION FIXE

Distribution verticale des principales propriétés.

D'après ANGOT (1965), dans la région proche de Nossi-Bé, en 1963, la saison fraîche, définie par une température de surface inférieure à 28 °C a commencé en mai et s'est terminée en novembre*. Au large (fig. 3), en 1966, la saison fraîche s'est terminée en novembre et, en 1967, elle a commencé en juin. Les changements de saison sont marqués par l'apparition d'un gradient vertical de température dans les eaux superficielles ; une saison bien établie est caractérisée par une couche homogène isotherme : en saison fraîche, l'épaisseur de cette couche atteint 50 mètres environ. A une profondeur plus grande, la température décroît régulièrement avec la profondeur, sans que l'on puisse noter de variations saisonnières.

La représentation de la salinité en fonction de l'anomalie thermostérique Δst (fig. 4) montre, de mai à novembre, une augmentation de la salinité des eaux superficielles et, de décembre à

* Le climat de la côte nord-ouest de Madagascar est caractérisé par l'existence d'une saison fraîche et sèche de juin à novembre et d'une saison chaude et humide de décembre à mai.

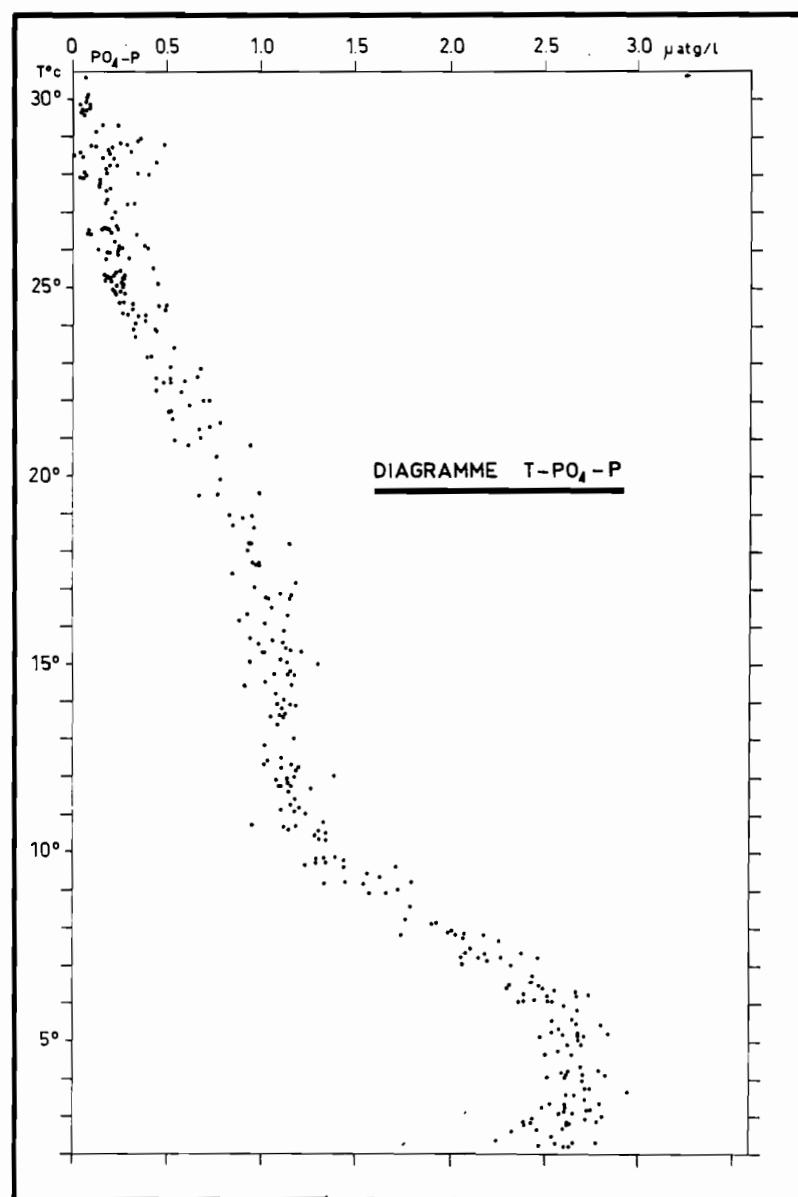


Fig. 6. — Diagramme T-PO₄-P à la station fixe.

avril, une diminution de cette salinité. Il semble se former sur place un minimum et un maximum subsuperficiels : le minimum se forme en juin-juillet, le maximum en novembre. Ces deux extrema semblent disparaître en avril-mai. Le maximum a un Δst de 500 cl/t environ et le minimum un Δst de 420 cl/t. A une profondeur plus grande, un maximum de salinité de 35,25‰ environ a un Δst de 220 cl/t vers 220 mètres de profondeur, un minimum de 34,73‰ a un Δst de 90 cl/t vers 800 mètres de profondeur et un maximum de 34,79‰ un Δst de 65 cl/t vers 1100 mètres de profondeur.

La représentation de la concentration de l'oxygène dissous en fonction de l'anomalie thermos-térique Δst (fig. 5) montre un premier maximum subsuperficiel de 4,80 ml/l environ dont le Δst est 470 cl/t : en saison fraîche il est proche de la surface ; sa profondeur augmente en saison

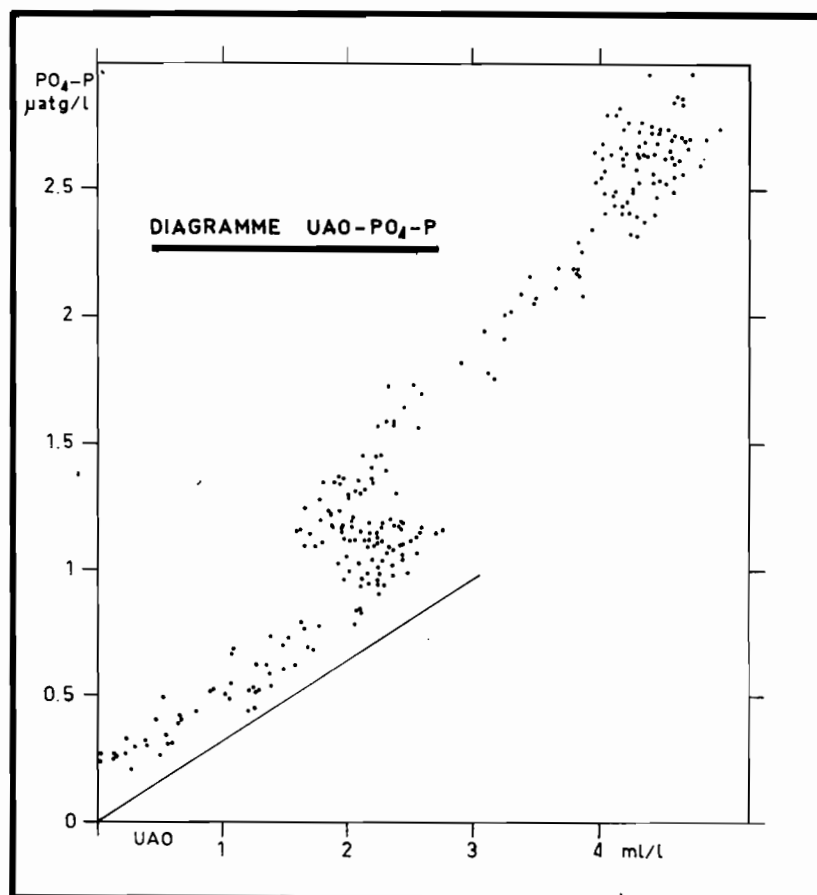


Fig. 7. — Diagramme UAO- $\text{PO}_4\text{-P}$ à la station fixe.

chaude. A une profondeur plus grande, un minimum d'oxygène de 3,20 ml/l environ a un Δst de 250 cl/t vers 200 mètres de profondeur, un maximum de 4,30 ml/l a un Δst de 124 cl/t vers 500 mètres de profondeur et un minimum de 2,40 ml/l un Δst de 68 cl/t vers 1100 mètres de profondeur.

Le diagramme T- PO_4 (fig. 6) montre que les eaux superficielles, de la surface à la température 25 °C, sont très pauvres en phosphate (0,20 $\mu\text{atg/l}$ environ). De 25 °C à 17 °C, la concentration en phosphate augmente jusqu'à 1,10 $\mu\text{atg/l}$. De 17 °C à 11 °C, elle reste constante et approximativement égale à 1,10 $\mu\text{atg/l}$. De 11 °C à 5 °C, elle augmente jusqu'à un maximum de 2,6 $\mu\text{atg/l}$ environ.

Le diagramme utilisation apparente de l'oxygène (UAO) — phosphate minéral dissous (fig. 7), de la surface au premier minimum d'oxygène, est en accord avec la valeur trouvée par REDFIELD, KETCHUM, RICHARDS (1963) (276 atg d'oxygène pour 1 atg de phosphate).

Masses d'eau.

L'examen des diagrammes T-S (fig. 8) et T- O_2 (fig. 9) de l'ensemble des données de la station fixe a permis, avec l'aide de travaux antérieurs, de définir et de caractériser les différentes masses d'eau mises en évidence. Le diagramme T-S montre une grande variabilité de la salinité des eaux superficielles ($T > 22$ °C) et une grande stabilité de la salinité des eaux intermédiaires et profondes.

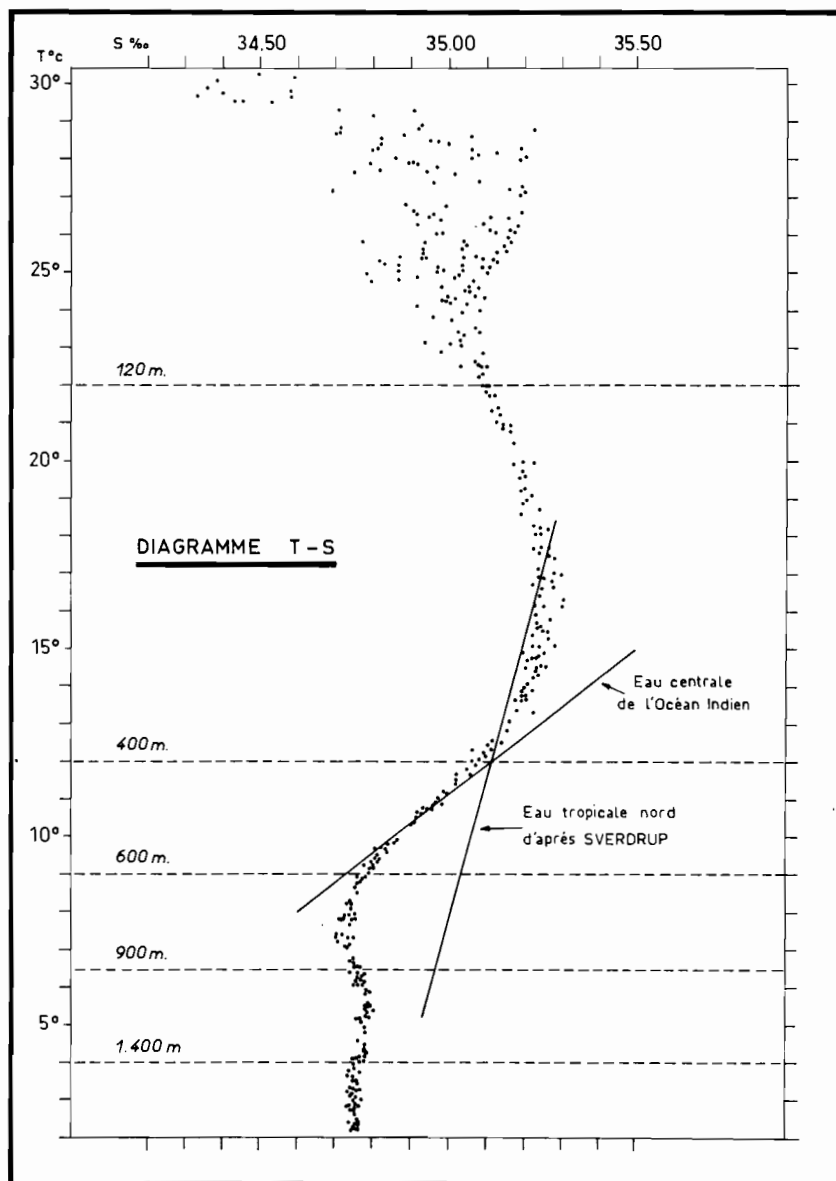


Fig. 8. — Diagramme T-S à la station fixe.

Les eaux superficielles ont une température supérieure à 22°C , une salinité inférieure à $35,20\text{ ‰}$ et une concentration en oxygène dissous supérieure à $3,60\text{ ml/l}$. Dans l'année, on peut distinguer (fig. 10) deux types de distribution verticale de salinité : de juillet à janvier, il y a une grande homogénéité verticale jusqu'à 80 mètres de profondeur environ et la salinité de surface est supérieure à $35,00\text{ ‰}$ atteignant $35,20\text{ ‰}$ en novembre. Cette période correspond à peu près à la saison sèche. De janvier à juillet, le gradient vertical de salinité est important de la surface à l'isohaline $35,00\text{ ‰}$ et la salinité de surface, minimum en février, est inférieure à $35,00\text{ ‰}$. Il y a un décalage d'un mois environ entre l'établissement de la saison fraîche (fig. 3) et celle de la salinité de surface supérieure à 35 ‰ , ainsi qu'entre l'établissement de la saison chaude et celle de la salinité de surface inférieure à 35 ‰ .

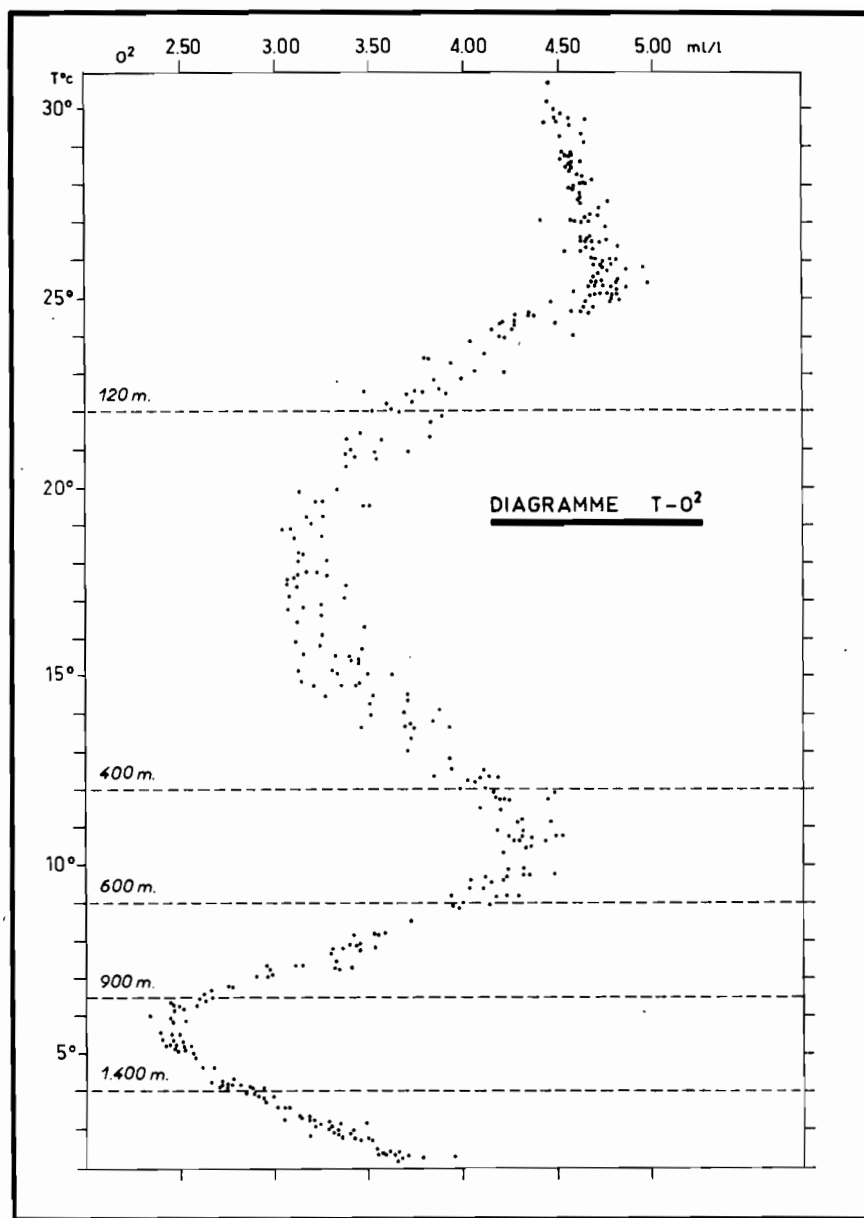


Fig. 9. — Diagramme T-O₂ à la station fixe. (Dans la figure lire T-O₂ et non T-O²).

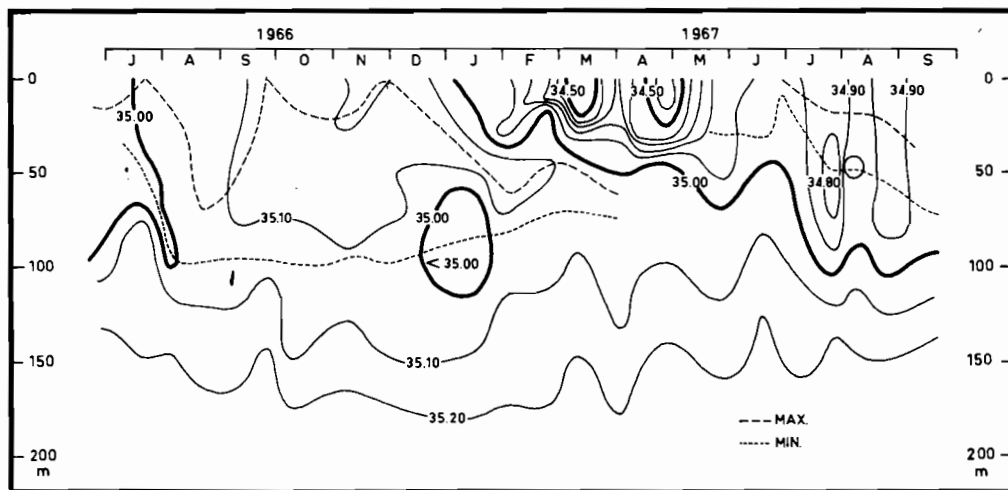


Fig. 10. — Distribution verticale de la salinité dans les eaux superficielles.

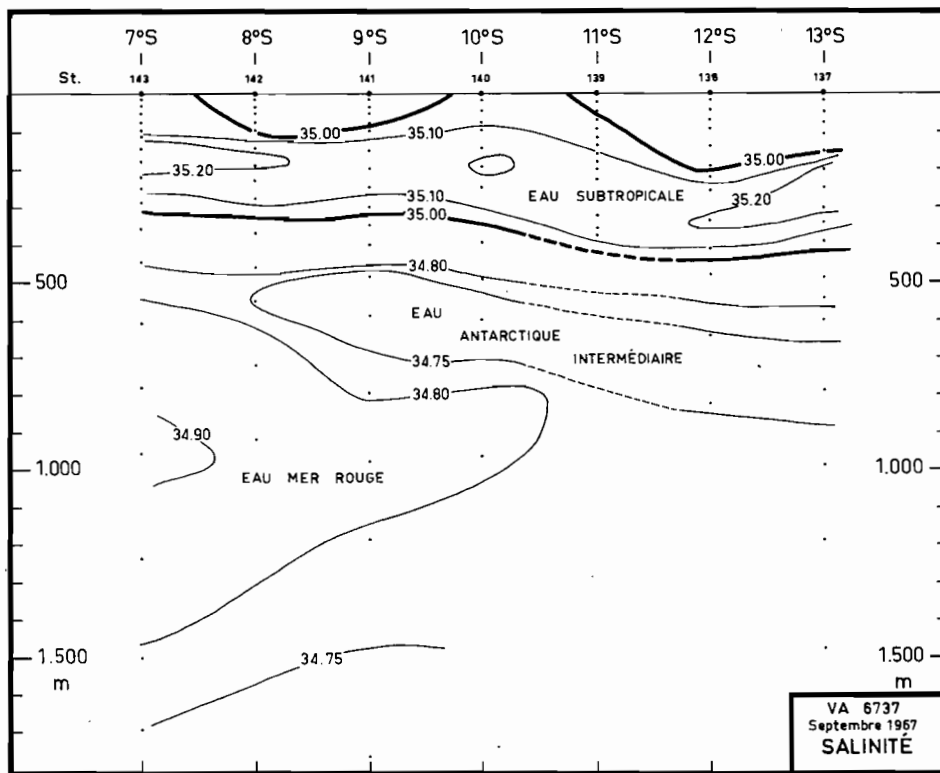


Fig. 11. — Coupe verticale de salinité.

L'épaisseur maximum des eaux superficielles est de 140 mètres en novembre et leur épaisseur minimum de 90 mètres en juin. Leur température moyenne est minimum ($24^{\circ}5$ C) en août et maximum ($26^{\circ}9$ C) en avril-mai. Le réchauffement est donc lent (8 mois) et le refroidissement rapide (4 mois). La salinité moyenne est maximum ($35,14$ ‰) en septembre-octobre, et minimum ($34,88$ ‰) en avril-mai. La salinité moyenne est cependant influencée par les précipitations qui peuvent être anormales (juillet 1967). Les variations de la concentration moyenne en oxygène dissous sont semblables à celles de la salinité : maximum $4,53$ ml/l en septembre-octobre, minimum $4,40$ ml/l en avril-mai.

L'eau du maximum subtropical de salinité, entre 120 et 400 mètres de profondeur, a une température comprise entre 22°C et 12°C , une salinité supérieure à $35,10$ ‰ formant un maximum de $35,25$ ‰ environ et une concentration en oxygène dissous inférieure à $3,60$ ml/l formant un minimum de $3,20$ ml/l. Le maximum de salinité ne peut provenir que d'une convergence subtropicale située, soit dans l'hémisphère boréal, soit dans l'hémisphère austral.

Le principal argument en faveur de l'origine boréale est la présence, au nord de l'équateur, sous la thermocline, d'un minimum de concentration en oxygène (RYTHER, MENZEL, 1964), associé avec le maximum de salinité (VINOGRADOV, VORONIMA, 1962). ROCHFORD (1964), à partir de données du « VITYAZ » (1960), dont certaines ont été obtenues à proximité de la station fixe, démontre que ce maximum de salinité provient du nord de la Mer d'Arabie ou du Golfe Persique. Pour MENACHE (1961), l'eau qui remplit le Canal de Mozambique jusqu'à 24°S proviendrait exclusivement du nord. En revanche, TCHERNIA, LACOMBE, LE FLOCH (1951), travaillant sur une coupe faite par le « CHARCOT » le long de 50°E et TCHERNIA, LACOMBE, GUIBOUT (1958), travaillant sur une coupe faite par le « NORSEL » le long de 55°E , notent vers 6°S une divergence empêchant l'arrivée des eaux salées superficielles venant du nord ; cependant, ces

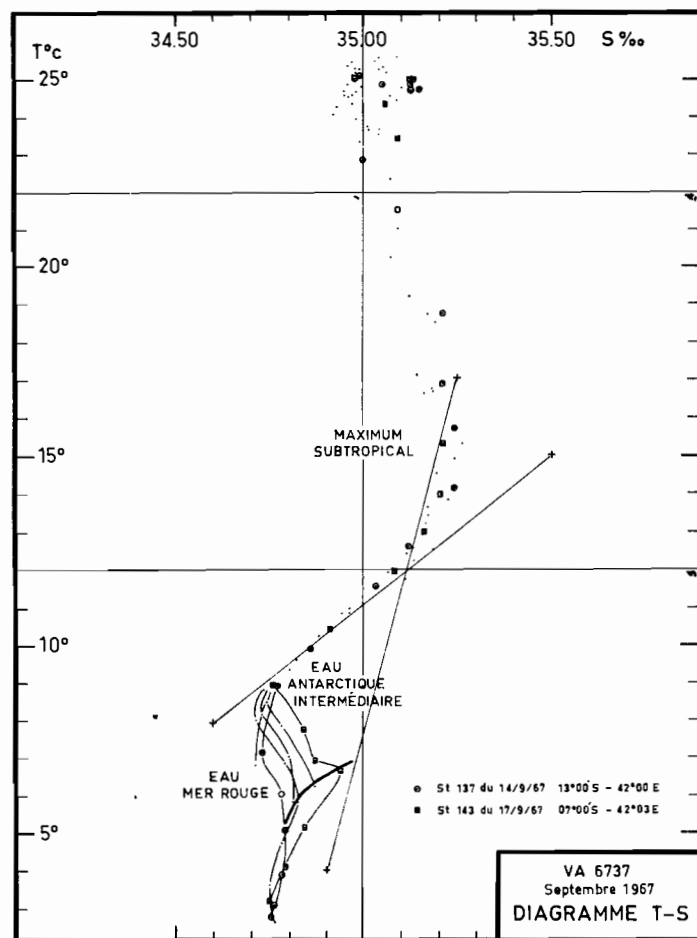


Fig. 12. — Diagramme T-S.

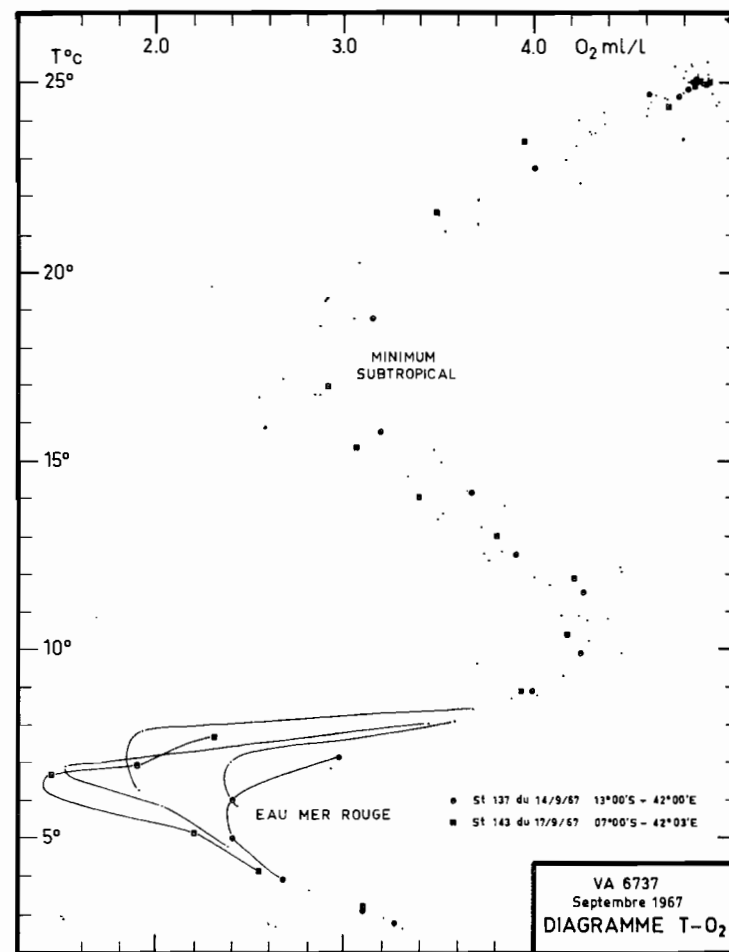


Fig. 13. — Diagramme T-O₂.

coupes sont à l'est de la zone étudiée et la barrière semble s'amenuiser d'est en ouest (TCHERNIA, LACOMBE, LE FLOCH, 1951). La coupe faite pendant VA6737 (fig. 11) le long de 42° E, de 13° S à 7° S, montre en effet vers 11° S une remontée des isolignes de 100 mètres environ et suggère vers 10° S une divergence amenant vers la surface l'eau venant du nord et celle venant du sud. Cependant il n'y a pas de différences majeures entre les diagrammes T-S (fig. 12) et T-O₂ (fig. 13) des stations situées de part et d'autres de cette remontée et l'espacement des mesures empêche toute conclusion à ce sujet.

Mais il est possible aussi que l'eau du maximum subtropical de salinité provienne de la convergence sud-tropicale située vers 20° S. D'après ORREN (1963), cette eau s'enfonce avec les caractéristiques suivantes : $S = 35,7 \text{ ‰}$, $T = 20^{\circ}\text{C}$ et $O_2 = 5,3 \text{ ml/l}$ et se dirige ensuite vers le nord, tandis que sa salinité et sa concentration en oxygène diminuent. Les valeurs qui caractérisent, à la station fixe, le maximum de salinité ne sont pas incompatibles avec celles-là. DUING et KOSKE (1967), travaillant sur les résultats du « METEOR » (1964-1965), montrent que l'eau venant du sud peut parvenir jusqu'à $4^{\circ}00'$ N le long de la côte d'Afrique. DUING et SCHWILL (1967), à l'aide de résultats obtenus pendant l'Expédition Internationale de l'Océan Indien limitent l'extension des eaux de la Mer Rouge et de la Mer d'Arabie à 5° N, ce qui contredit CLOWES et DEACON (1935) et les observations du « VAUBAN », particulièrement en ce qui concerne les eaux de la Mer Rouge.

Sur les diagrammes T-S (fig. 8) de l'ensemble des données à la station fixe, on peut tracer d'une part la droite caractéristique des eaux originaires du nord de l'équateur définie par $T = 4^{\circ}\text{C}$, $S = 34,90 \text{ ‰}$ et $T = 17^{\circ}\text{C}$, $S = 35,25 \text{ ‰}$, d'autre part la droite caractéristique de l'eau centrale $T = 8^{\circ}\text{C}$, $S = 34,60 \text{ ‰}$ et $T = 15^{\circ}\text{C}$, $S = 35,50 \text{ ‰}$ (SVERDRUP et al., 1942). Les points déduits des observations du « VAUBAN » pour une température supérieure à 12°C sont plus proches de la droite caractéristique des eaux originaires du nord de l'équateur que de l'autre. En revanche, les points déduits des observations des navires ayant travaillé dans la région : « VITYAZ » (croisière 31, 1960), « COMMANDANT-ROBERT-GIRAUD » (croisière 2, 1960), « ALMIRANTE-LACERDA » (croisière 2, 1964), « ANTON-BRUUN » (croisière 8, 1964), « ATLANTIS II » (croisière 15, 1965), sont à égale distance des deux droites. Les diagrammes T-O₂ de la plupart de ces navires présentent des minima de concentration en oxygène moins marqués que ceux de nos observations. Il est possible que la masse d'eau reconnue par ces navires soit le mélange d'eau originaire du nord de l'équateur et d'eau centrale et soit différente de celle reconnue par le « VAUBAN ». Cette dernière serait constituée d'une plus grande quantité d'eau originaire du nord de l'équateur que d'eau centrale.

L'eau centrale, entre 400 et 600 mètres de profondeur, a une température comprise entre 12°C et 9°C , une salinité comprise entre $35,10 \text{ ‰}$ et $34,80 \text{ ‰}$ et une concentration en oxygène dissous supérieure à 4 ml/l , formant un maximum de $4,30 \text{ ml/l}$ environ. SVERDRUP et al. (1942) appellent cette eau « eau centrale » et admettent que les points caractéristiques de cette eau s'alignent sur le diagramme T-S selon une droite définie par $T = 8^{\circ}\text{C}$, $S = 34,60 \text{ ‰}$ et $T = 15^{\circ}\text{C}$, $S = 35,50 \text{ ‰}$. Une telle droite indique un mélange entre l'eau du maximum subtropical de salinité et l'eau antarctique intermédiaire (minimum de salinité). Le diagramme T-S de la station fixe ne coupe cette droite qu'au point $T = 11^{\circ}\text{C}$, $S = 35 \text{ ‰}$ et s'en écarte légèrement ailleurs, formant un point d'inflexion. Le maximum d'oxygène coïncide avec ce point d'inflexion. ROCHFORD (1966) pense qu'il est formé par le mélange de l'eau antarctique intermédiaire, riche en oxygène se dirigeant vers le nord et de l'eau de la Mer d'Arabie, pauvre en oxygène, se dirigeant vers le sud. WYRTKI (1961) signale la présence, dans l'est de l'Océan Indien, vers 500 mètres de profondeur, d'un maximum d'oxygène venant du sud et moins profond que l'eau antarctique intermédiaire.

L'eau antarctique intermédiaire, entre 600 et 900 mètres de profondeur, a une température comprise entre 9°C et $6,5^{\circ}\text{C}$, une salinité inférieure à $34,80 \text{ ‰}$ formant un minimum de $34,73 \text{ ‰}$ environ et une concentration en oxygène dissous comprise entre $3,0 \text{ ml/l}$ et $4,0 \text{ ml/l}$. CLOWES et DEACON (1935), avec les données du « DISCOVERY II », ont montré clairement la progression

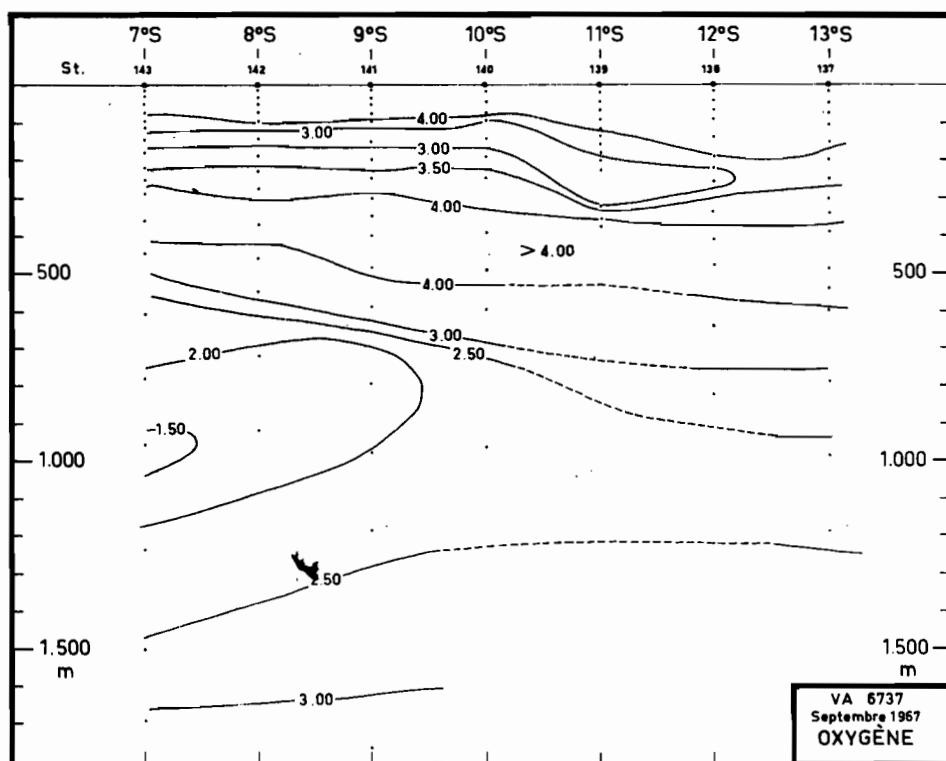


Fig. 14. — Coupe verticale de concentration en oxygène.

de l'eau antarctique intermédiaire, passant de 1000 mètres à 800 mètres de profondeur, du sud au nord du Canal de Mozambique. D'après la coupe faite pendant VA6737 (fig. 11) le long de 42° E, de 13° S à 7° S, l'eau antarctique intermédiaire a une salinité inférieure à 34,75 ‰. La profondeur de cette eau passe de 800 mètres par 13° S à 500 mètres par 8° S. Son épaisseur semble aussi diminuer, de 200 mètres par 13° S à 100 mètres par 8° S. L'eau antarctique intermédiaire est formée à la convergence antarctique vers 50° S. Elle est alors saturée en oxygène ; au nord du Canal de Mozambique, ce maximum d'oxygène ne coïncide plus avec le minimum de salinité mais il est situé à une profondeur inférieure, vers 500 mètres.

L'eau de la Mer Rouge, entre 900 et 1400 mètres de profondeur a une température comprise entre 6,5 °C et 4 °C, une salinité supérieure à 34,75 ‰ formant un maximum de 34,79 ‰ environ et une concentration en oxygène dissous inférieure à 3,0 ml/l formant un minimum de 2,40 ml/l environ. Pendant VA6737, l'eau de la Mer Rouge a une salinité supérieure à 34,80 ‰, le maximum de salinité atteint 34,94 ‰ (fig. 12) et le minimum d'oxygène 1,45 ml/l (fig. 13). Sur les coupes de salinité (fig. 11) et de concentration en oxygène (fig. 14), la progression de l'eau de la Mer Rouge vers le sud est claire : sa salinité diminue et sa concentration en oxygène augmente. Son épaisseur passe de 1000 mètres par 7° S à 500 mètres par 13° S.

CLOWES et DEACON (1935) ont déjà montré la progression de cette eau vers le sud du Canal de Mozambique et l'appellent « eau profonde du nord de l'Océan Indien » (North Indian Deep Water). SVERDRUP et al. (1942) l'appellent « eau de la Mer Rouge ». ROCHFORD (1964) à l'aide des observations du « VITYAZ » (1960), conclut que cette eau provient bien de la Mer Rouge. Par contre SCHOTT (1935) lui donne le nom d'« eau de la Mer d'Arabie ». De même TCHERNIA (1957), à l'aide des données du « NORSEL » (1955-1956) et de celles du « MABAHISS » (1933-1934), propose d'utiliser l'expression « eaux de la Mer d'Arabie » pour toutes les eaux salées en provenance du nord-ouest de l'Océan Indien.

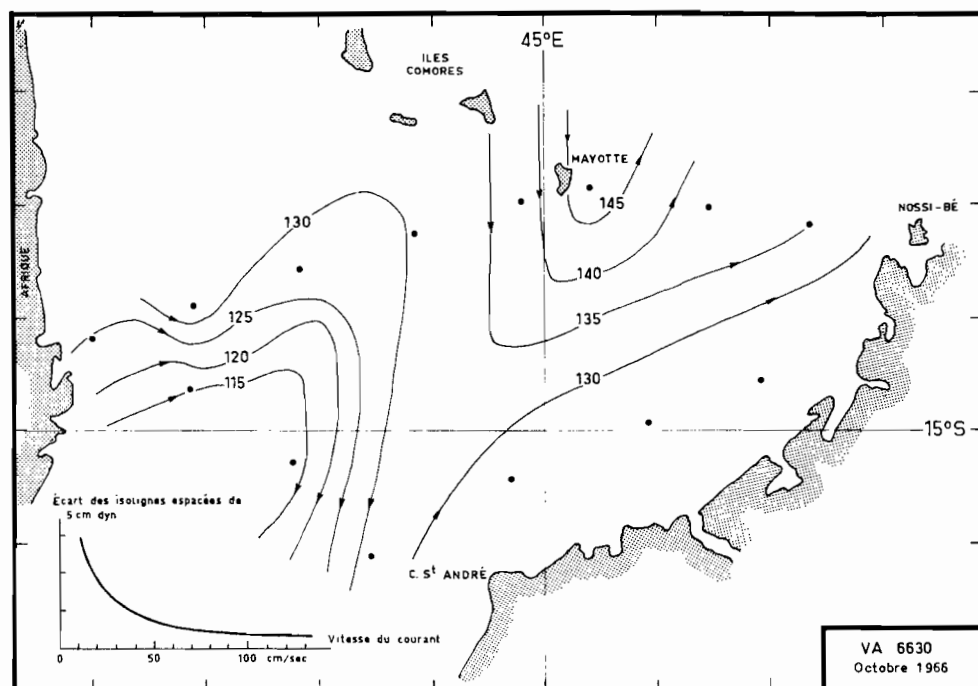


Fig. 15. — Topographie dynamique de la surface de la mer relative à 500 db en centimètres dynamiques.

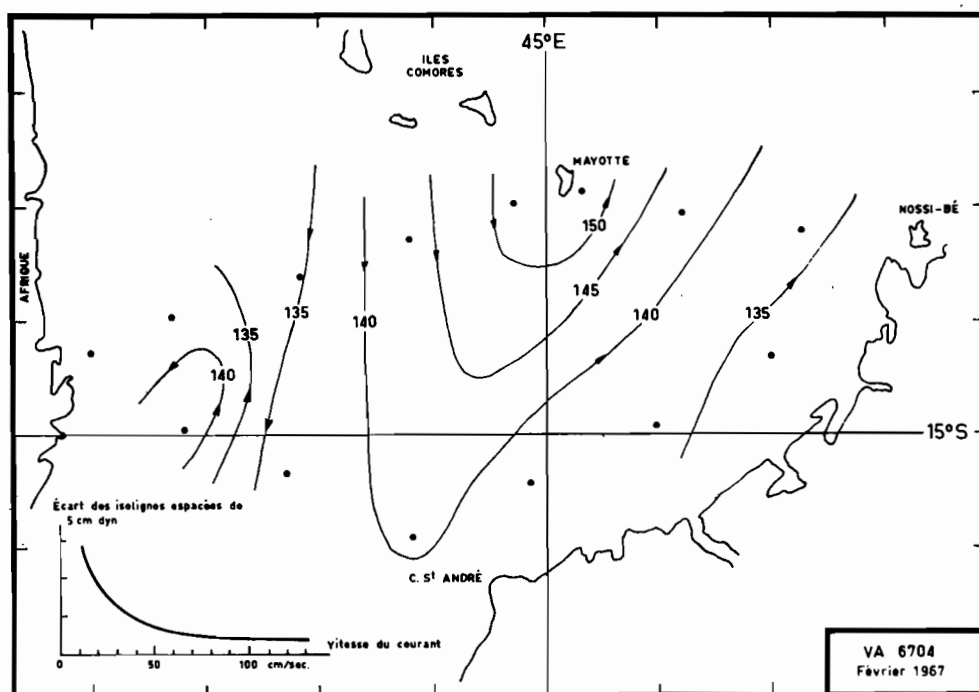
L'eau profonde, à une profondeur supérieure à 1400 mètres, a une température inférieure à 4 °C, une salinité comprise entre 34,73 ‰ et 34,76 ‰ et une concentration en oxygène dissous supérieure à 3,0 ml/l. Cette eau ne semble pas provenir de la partie sud du Canal de Mozambique : d'après CLOWES et DEACON (1935), l'eau atlantique profonde est arrêtée par un seuil vers 20° S. THOMSEN (1933) pense que l'eau présente vers 2500 mètres de profondeur est un mélange entre l'eau de la Mer Rouge et l'eau de fond. SVERDRUP et al. (1942) donnent une valeur constante de 34,76 ‰ à la salinité de l'eau profonde : c'est aussi la valeur de la salinité de l'eau présente à la station fixe à une profondeur supérieure à 2000 mètres.

ROCHFORD (1965) a proposé un classement des eaux profondes de l'Océan Indien. D'après ses critères (salinité, oxygène, phosphate minéral dissous) il semble que l'eau profonde observée à la station fixe soit un mélange de l'eau de la Mer Rouge et de l'eau de fond antarctique. Cette théorie explique mal la présence d'un minimum secondaire de salinité observé à de nombreuses stations entre 1400 mètres et 1900 mètres de profondeur. Ce minimum est compris entre 34,75 ‰ et 34,73 ‰. D'après ROCHFORD (1966), il serait dû à l'eau intermédiaire de la Mer de Banda.

V. DYNAMIQUE DE LA PARTIE NORD DU CANAL DE MOZAMBIQUE

Les figures 15, 16 et 17 représentent la topographie dynamique de la surface de la mer des croisières Sud Comores VA6630, VA6704, VA6729, relative à 500 db qui est le niveau de référence choisi par ZAKLINSKII (1964). L'espace marin étudié semble pouvoir être divisé en deux parties séparées par le méridien 43° E. A l'est, il y a une zone de hauteurs dynamiques élevées, près de l'île Mayotte, observée pendant VA6630 et VA6704 ; à l'ouest, une zone de hauteurs dynamiques élevées, près de la côte d'Afrique, a été observée pendant VA6704 et VA6729.

Dans la partie orientale, la circulation superficielle est caractérisée par un mouvement tourbillonnaire autour de l'île Mayotte, anticyclonique pendant VA6630 et VA6704 et



16

Fig. 16. — Topographie dynamique de la surface de la mer relative à 500 db en centimètres dynamiques.

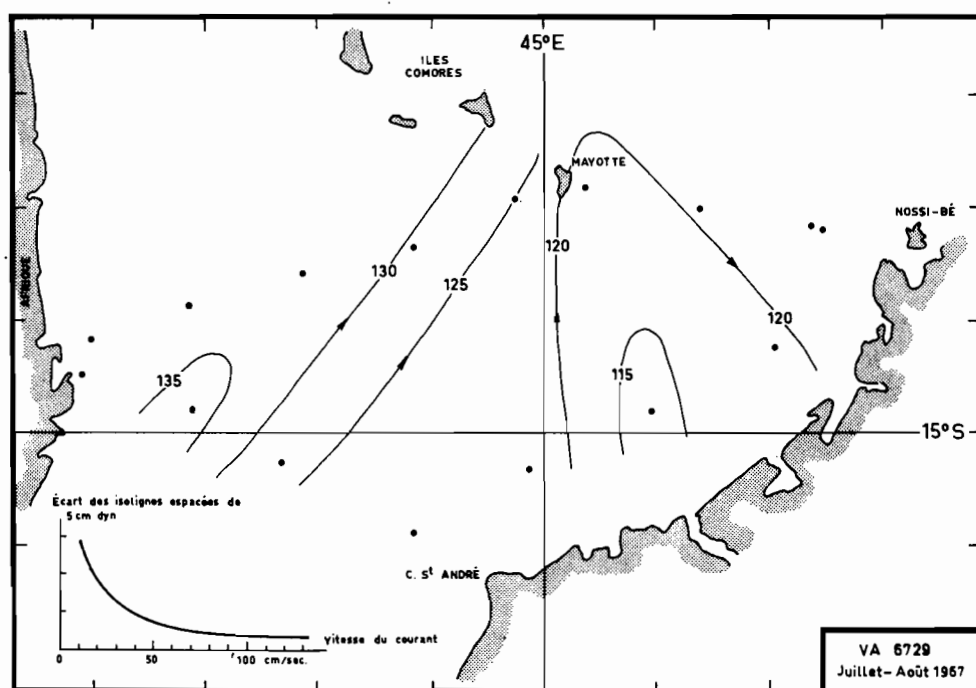


Fig. 17. — Topographie dynamique de la surface de la mer relative à 500 db en centimètres dynamiques.

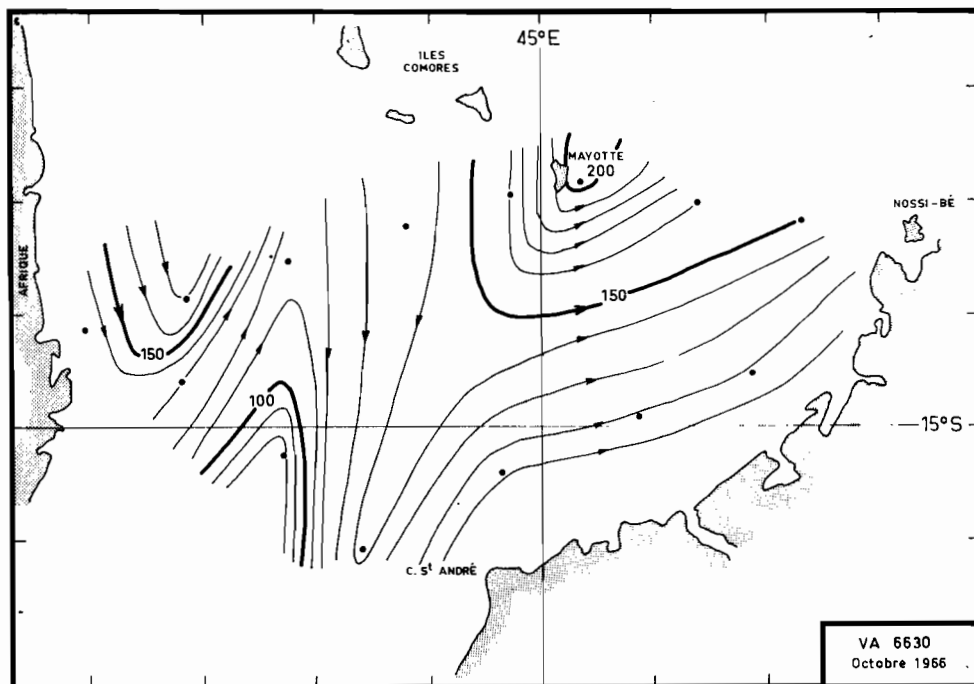


Fig. 18. — Profondeur de l'isotherme 22 °C en mètres.

cyclonique pendant VA6729. Dans la partie occidentale, elle est caractérisée par un mouvement tourbillonnaire, anticyclonique pendant VA6704 et VA6729, cyclonique pendant VA6630. L'interprétation, dans la partie occidentale, est cependant plus dicutable puisque plusieurs stations n'ont pas atteint 500 mètres de profondeur. Il faut cependant souligner que la topographie dynamique de surface relative à 200 db est en bon accord avec celle relative à 500 db.

La thermocline n'est pas toujours très nette et il semble difficile d'utiliser la profondeur de son point supérieur pour la détermination de l'épaisseur de la couche superficielle. En revanche, nous avons vu que la température 22 °C à la station fixe marque la limite entre des eaux superficielles aux propriétés variables avec la saison et des eaux subsuperficielles mieux définies dans le temps. Il peut être intéressant d'étudier la topographie de l'isotherme 22 °C (fig. 18, 19, 20) pour les campagnes VA6630, VA6704 et VA6729. L'espace marin paraît être divisé en deux parties séparées par le méridien 43° E. A l'est, la profondeur de l'isotherme 22 °C est maximale près de l'Ile Mayotte pendant les trois campagnes ; à l'ouest, elle l'est par 14° S et 42° E. Entre ces deux points, vers 43° E, elle diminue.

La forte ressemblance des topographies de l'isotherme 22 °C, pendant les trois campagnes Sud-Comores, conduit à tracer une topographie moyenne de cette isotherme (fig. 21). Si l'on y ajoute les renseignements donnés par VA6635, VA6726 et VA6737 (en pointillé), l'on peut en déduire l'allure possible de la circulation moyenne dans l'espace marin étudié. D'ouest en est, de la côte d'Afrique à la côte nord-ouest de Madagascar, l'on distingue : une zone située vers 14° S et 42° E, où la profondeur de l'isotherme 22 °C est grande (160 m) et où la circulation est anticyclonique ; une zone, située vers 15° S et 43° E, où la profondeur de l'isotherme 22 °C est plus faible (100 m) et où la circulation est cyclonique ; une zone, située vers 13° S et 45°30' E à l'est de l'Ile Mayotte, où la profondeur de l'isotherme 22 °C est grande (170 m) et où la circulation est anticyclonique.

Les coupes dynamiques, relatives à 500 db, de Nossi-Bé au Cap Delgado (fig. 22 et 23) et de Nossi-Bé à Porto Veloso (fig. 24 et 25) ont certaines analogies avec la coupe de l'« ATLANTIS II »

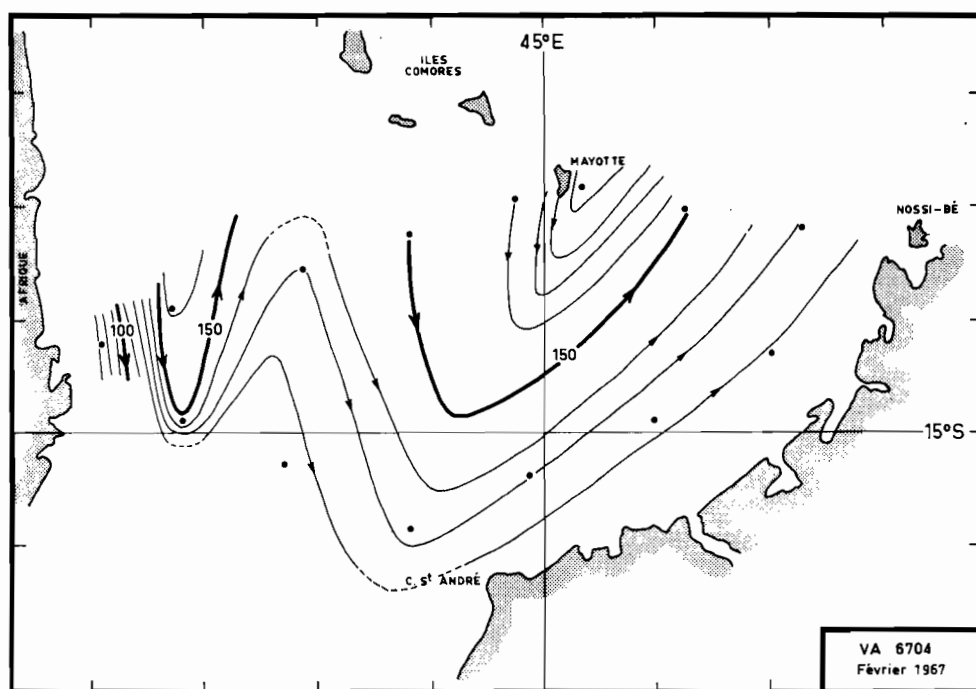


Fig. 19. — Profondeur de l'isotherme 22 °C en mètres.

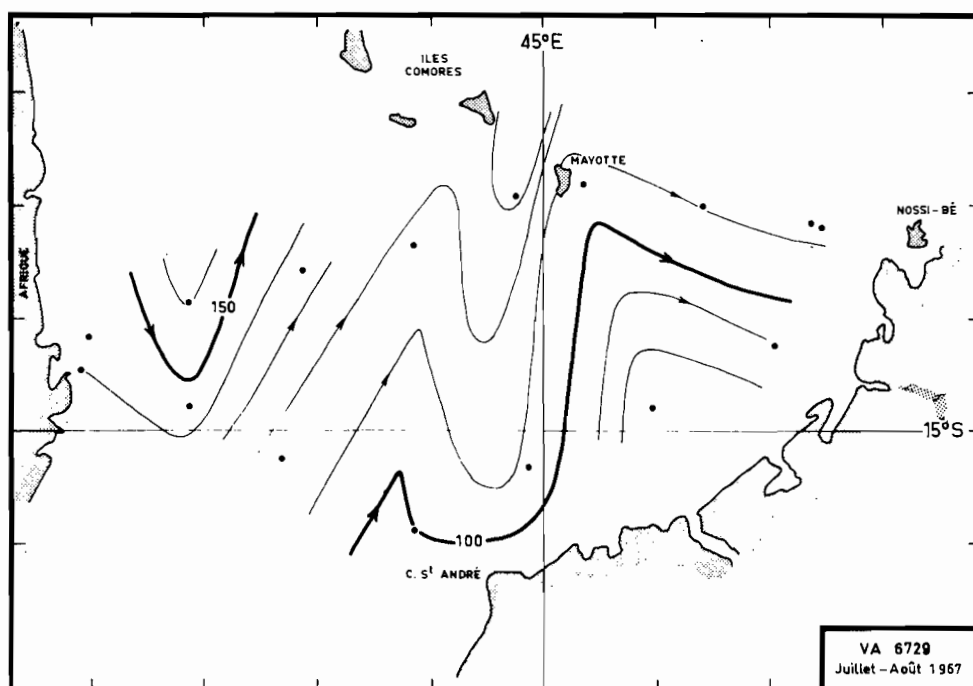


Fig. 20. — Profondeur de l'isotherme 22 °C en mètres.

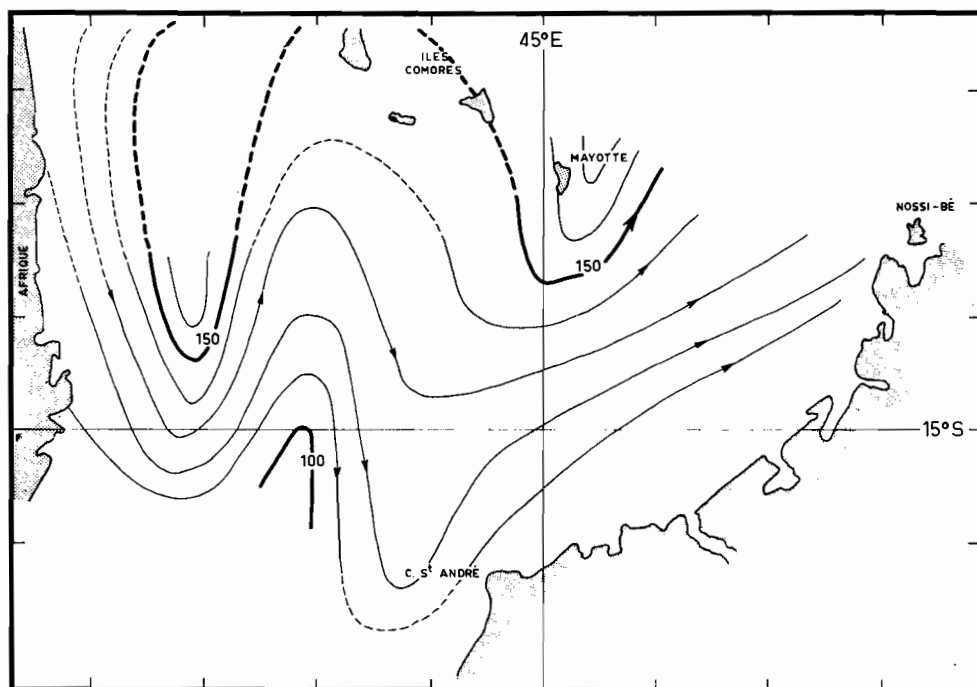


Fig. 21. — Profondeur moyenne de l'isotherme 22 °C en mètres.

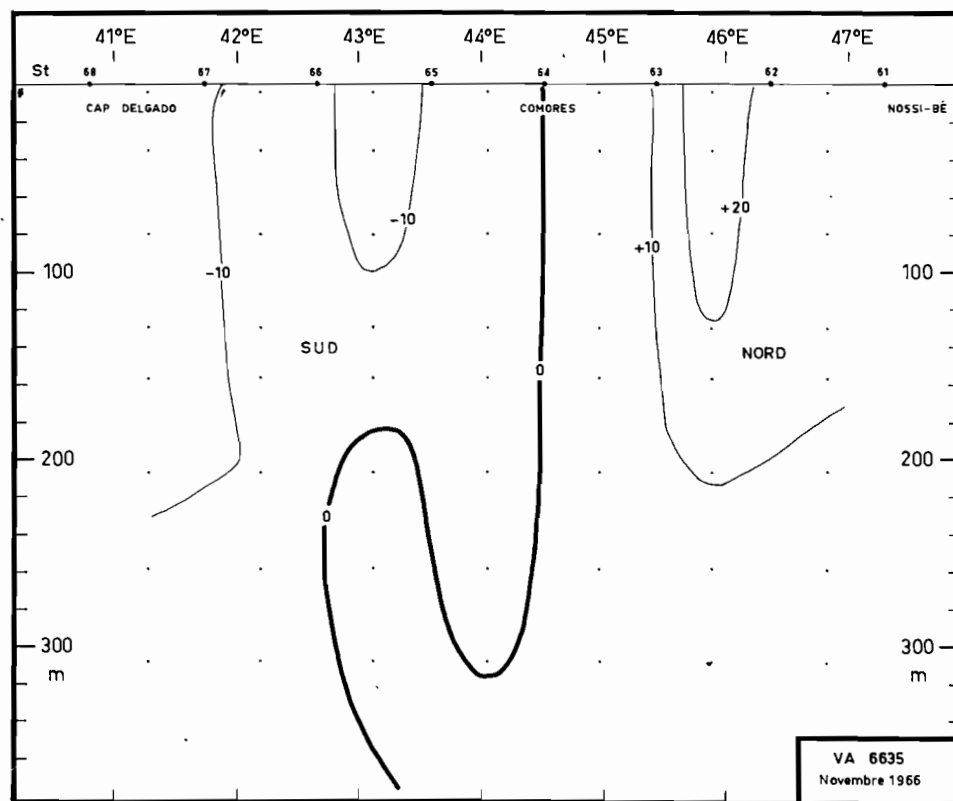


Fig. 22. — Coupe dynamique relative à 500 db. — Vitesse du courant en centimètres par seconde.

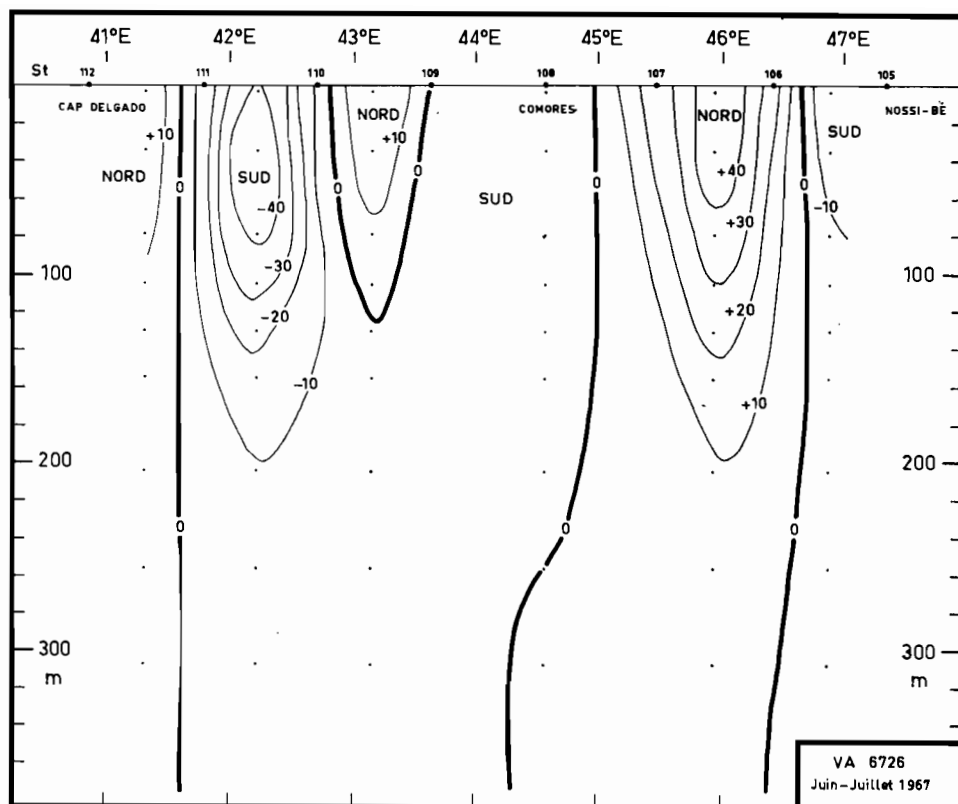


Fig. 23. — Coupe dynamique relative à 500 db. — Vitesse du courant en centimètres par seconde.

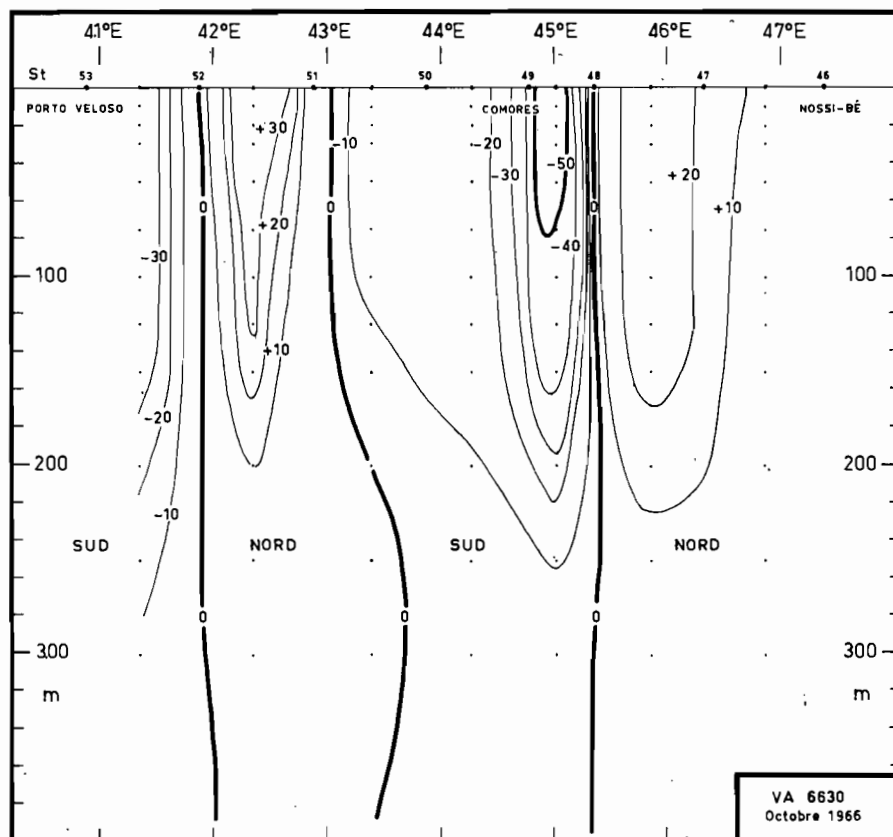


Fig. 24. — Coupe dynamique relative à 500 db. — Vitesse du courant en centimètres par seconde.

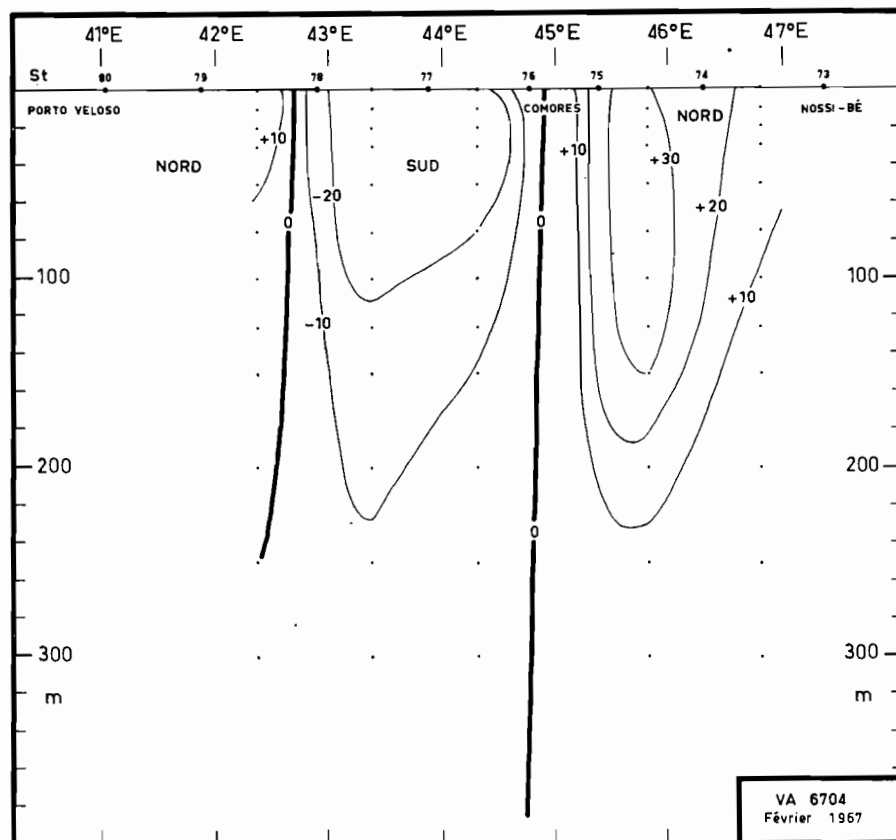


Fig. 25. — Coupe dynamique relative à 500 db. — Vitesse du courant en centimètres par seconde.

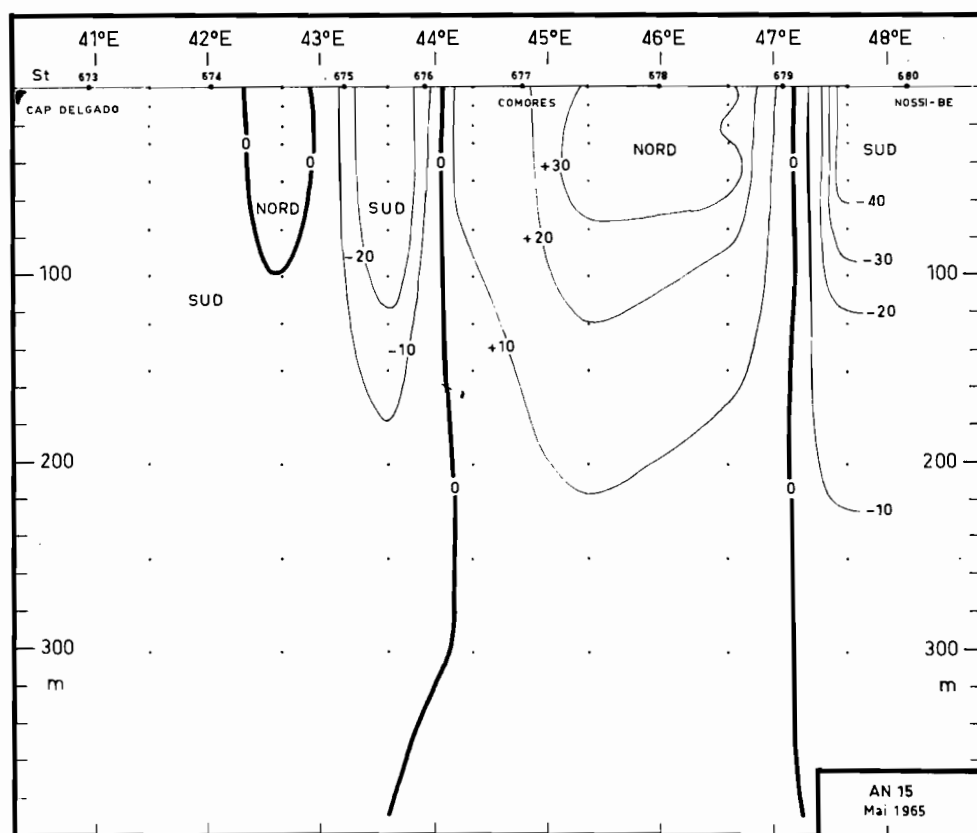


Fig. 26. — Coupe dynamique relative à 500 db. — Vitesse du courant en centimètres par seconde.

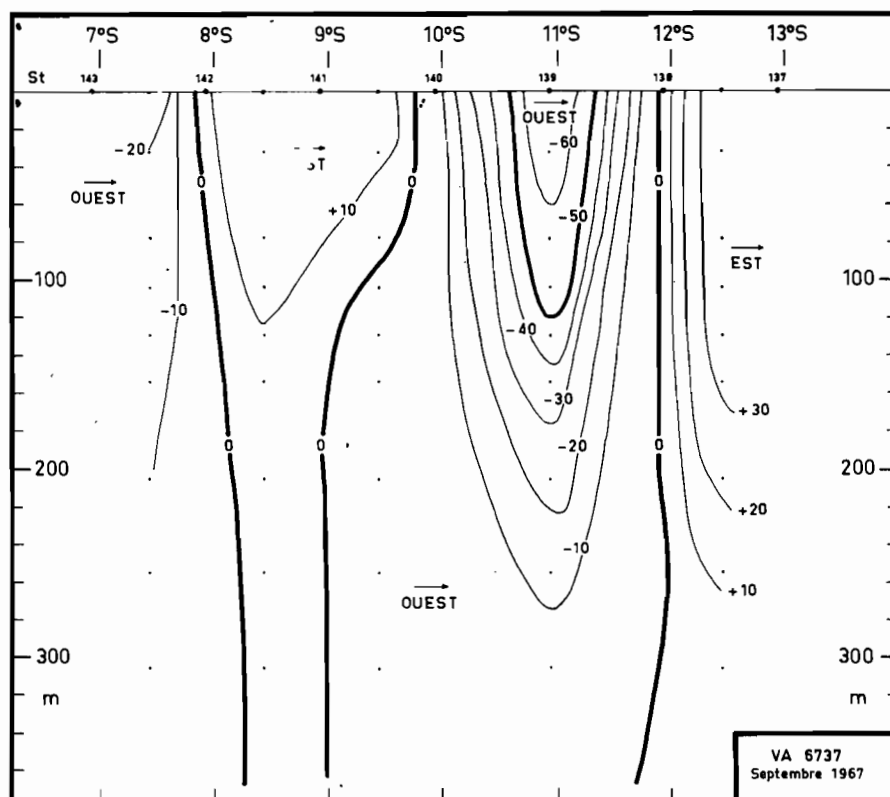


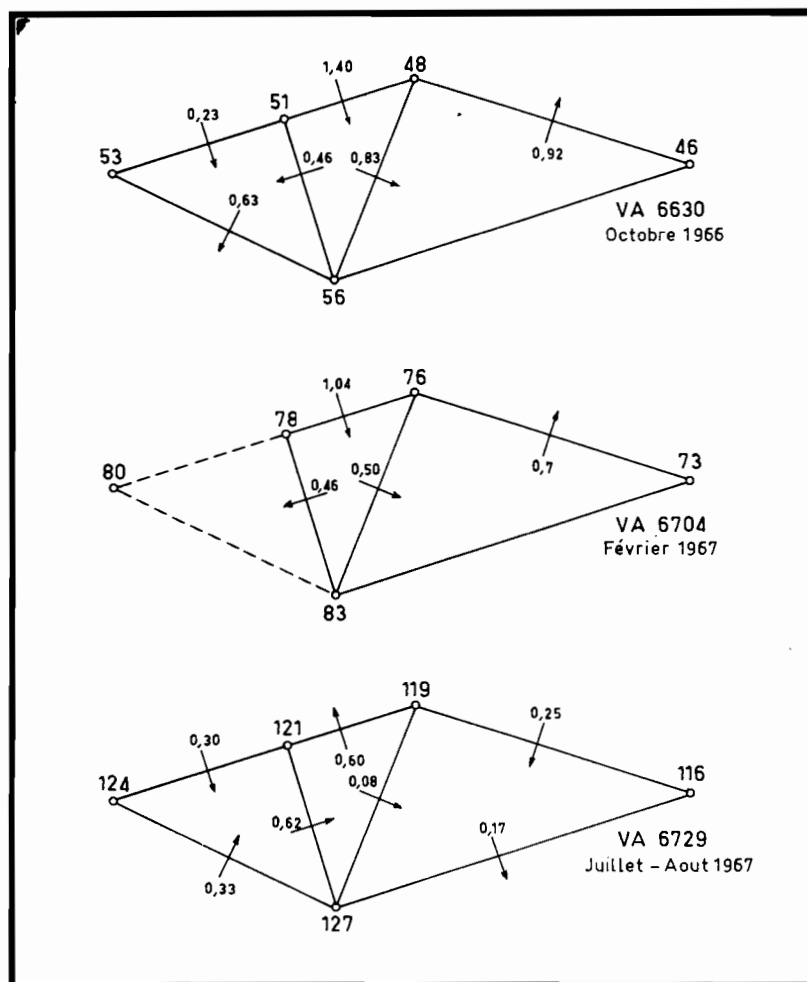
Fig. 27. — Coupe dynamique relative à 500 db. — Vitesse du courant en centimètres par seconde.

(croisière AN 15) (fig. 26). Elles montrent toutes, d'une part, entre les Comores et Madagascar, un courant dominant portant au nord, d'autre part, entre les Comores et l'Afrique, un courant dominant portant au sud. Pour ce qui est des croisières VA6630 (fig. 24) VA6635 (fig. 22) et VA6704 (fig. 25), la séparation entre le courant portant au sud et celui portant au nord est située près de Mayotte. De plus, pendant VA6630 et VA6704, on distingue successivement de Madagascar à la Côte d'Afrique : une veine de courant portant au nord, une veine portant au sud, une veine portant au nord et, près de la côte d'Afrique, pendant VA6630, une veine portant au sud. Ces trois croisières ont été faites en saison chaude. De même, les croisières VA6726 (fig. 23) et AN 15 (fig. 26) ont aussi de grandes analogies : la veine principale portant au nord est décalée vers le milieu du Canal de Mozambique. De chaque côté, on distingue une veine portant au sud. Ces croisières ont été faites en saison fraîche.

La mousson* est probablement la cause de la différence entre le régime du courant en saison fraîche et le régime du courant en saison chaude. En effet, la mousson de NE (saison chaude), refoulant le courant sud-équatorial vers le sud, provoque probablement l'établissement d'un mouvement tourbillonnaire autour des Comores. La mousson de SW (saison fraîche), aspirant l'eau du courant sud-équatorial vers le nord, non seulement ne permet plus l'établissement de ce mouvement tourbillonnaire, mais entraîne vers le nord l'eau du Canal de Mozambique.

Une coupe dynamique relative à 500 db (fig. 27) a été dressée pour la campagne VA6737. Elle montre un fort courant (62 cm/s en surface) portant à l'ouest entre 12° S et 10° S. De part

* Le climat de la partie occidentale de l'Océan Indien est caractérisé par la mousson : le vent souffle de SW de juin à octobre et de NE de novembre à mai. Le vent de SW est en général plus fort que le vent de NE. La partie nord du Canal de Mozambique n'est pas directement intéressée par ce régime dont l'influence s'arrête à 4°00' N. Aux Iles Comores, le vent est en général faible et mal orienté d'octobre à mars. Il souffle du quartier SE le reste de l'année.

Fig. 28. — Flux relatif à 500 db en $10^6 \text{ m}^3/\text{sec}$.

et d'autre, entre 12° S et 13° S , puis entre 10° S et 8° S , le courant porte à l'est. Il porte à l'ouest entre 8° S et 7° S . Il est possible que la veine principale du courant sud-équatorial passe entre 12° S et 10° S .

Le flux entre Madagascar et Mayotte a été calculé, relativement à 500 db, entre la station fixe ($13^\circ 15' \text{ S}$ - $47^\circ 23' \text{ E}$), située au large de la côte nord-ouest de Madagascar, et Mayotte. Les résultats sont les suivants :

VA6613	28 juin-1 ^{er} juillet 1966	0,04- $10^6 \text{ m}^3/\text{s}$ vers le nord.
VA6618	2-5 août 1966	0,48- $10^6 \text{ m}^3/\text{s}$ vers le nord.
VA6624	6-10 septembre 1966	0,05- $10^6 \text{ m}^3/\text{s}$ vers le sud.
VA6630	3-12 octobre 1966	0,92- $10^6 \text{ m}^3/\text{s}$ vers le nord.
VA6635	23 novembre-1 ^{er} décembre 1966	1,03- $10^6 \text{ m}^3/\text{s}$ vers le nord.
VA6704	31 janvier-9 février 1967	0,70- $10^6 \text{ m}^3/\text{s}$ vers le nord.
VA6726	27 juin-6 juillet 1967	0,50- $10^6 \text{ m}^3/\text{s}$ vers le nord.
VA6729	25 juillet-4 août 1967	0,25- $10^6 \text{ m}^3/\text{s}$ vers le sud.

En première approximation, le flux vers le nord est important en saison chaude, plus faible, et dirigé vers le nord ou le sud, en saison fraîche.

Le flux entre Mayotte et la côte d'Afrique a été calculé, relativement à 500 db, pour VA6635 et VA6726 entre Mayotte et le Cap Delgado, pour VA6630 et VA6729 entre Mayotte et Porto

Veloso. Les résultats comparés aux flux déjà calculés entre Madagascar et Mayotte sont les suivants :

Croisière	Date	Flux	
		Madagascar-Mayotte	Mayotte-Afrique
VA6635	nov.-déc. 66	1,03-10 ⁶ m ³ /s nord	1,10-10 ⁶ m ³ /s sud
VA6726	juin-juil. 67	0,50-10 ⁶ m ³ /s nord	0,58-10 ⁶ m ³ /s sud
VA6630	oct. 66	0,92-10 ⁶ m ³ /s nord	1,63-10 ⁶ m ³ /s sud
VA6729	juil.-août 67	0,25-10 ⁶ m ³ /s sud	0,30-10 ⁶ m ³ /s nord

Excepté pour VA6630, il semble que les flux Mayotte-Afrique soient comparables aux flux Madagascar-Mayotte.

Les croisières Sud-Comores (fig. 1) ont été divisées en un certain nombre de mailles (fig. 28) et le flux entrant et sortant a été calculé relativement à 500 db. L'on ne peut pas s'attendre à un bilan rigoureux, chaque campagne durant environ 10 jours. Cependant les résultats sont homogènes. En ce qui concerne les croisières VA6630, VA6729 et partiellement VA6704, à travers le Canal de Mozambique, il semble qu'il y ait, entre le Cap Saint André et la côte d'Afrique, un flux dirigé vers le sud pendant VA6630 (saison chaude) et vers le nord pendant VA6729 (saison fraîche). Pendant VA6704 (saison chaude), le calcul relatif à 200 db montre aussi un flux dirigé vers le sud.

Les calculs de flux entre 7° S et 13° S ont été faits relativement à 500 db et relativement à 800 db. Relativement à 500 db, les résultats sont les suivants :

de 13° S à 12° S 0,91-10⁶m³/s vers l'est.
 12° S à 10° S 2,20-10⁶m³/s vers l'ouest.
 10° S à 7° S 0,23-10⁶m³/s vers l'ouest.

Relativement à 800 db, les résultats sont les suivants :

de 13° S à 12° S 2,20-10⁶m³/s vers l'est.
 12° S à 10° S 4,00-10⁶m³/s vers l'ouest.
 10° S à 8° S 2,10-10⁶m³/s vers l'ouest.

Dans les deux cas, il est possible que le flux principal du courant sud-équatorial passe entre 10° S et 12° S. Il faut aussi admettre que, dans cette région, le niveau de référence, a une importance considérable.

VI. CONCLUSION

Cette étude est le bilan du travail au large effectué en 1966 et 1967 par le Centre O.R.S.T.O.M. de Nossi-Bé qui a permis d'esquisser l'évolution saisonnière des propriétés physico-chimiques des eaux superficielles, de définir les caractéristiques des masses d'eau profonde au large de la côte nord-ouest de Madagascar et de reconnaître les grandes lignes de la circulation au nord du canal de Mozambique de 16° S à 7° S : en saison chaude, un mouvement tourbillonnaire anticyclonique s'installe autour des Comores ; en saison fraîche, un flux d'eau de surface semble provenir de la partie sud du Canal de Mozambique. Cependant tous les problèmes de cette région sont loin d'être résolus : l'origine de certaines masses d'eau n'a pas été établie et les causes de certains phénomènes superficiels sont encore ignorées. Dans les années à venir, il conviendrait donc d'agrandir la zone prospectée vers le nord et vers le sud.

REMERCIEMENTS.

Les auteurs adressent leurs remerciements à Michel PRIVE et Azizaly TERAY, assistants au Centre O.R.S.T.O.M. de Nossi-Bé, qui ont rendu possible cette publication.

BIBLIOGRAPHIE

- ANGOT (M.), 1965. — Cycle annuel de l'hydrologie dans la région proche de Nossi-Bé. *Cah. O.R.S.T.O.M., ser. Océanogr.*, III (1) : 55-56.
- ANGOT (M.), GERARD (R.), 1966. — Hydrologie et phytoplancton de l'eau de surface en avril 1965 à Nossi-Bé. *Cah. O.R.S.T.O.M., ser. Océanogr.* IV (1) : 95-136.
- ANONYME, 1958. — Observations hydrologiques de la station AGI de Madagascar. *Bull. Inf. COEC X* (8) : 511-514.
- ANONYME, 1959. — Observations hydrologiques de la station AGI de Madagascar. *Cah. Océanogr.* XI (5) : 323-331.
- BROWN (N. L.), HAMON (B. V.), 1961. — An inductive salinometer. *Deep Sea Res.*, Vol. 8 (1) : 65-75.
- CLOWES (A. J.), DEACON (G. E. R.), 1935. — The deep water circulation of the Indian Ocean. *Nature*, Vol. 136 déc. 1935 : 936-938.
- DUING (W.), KOSKE (P. H.), 1967. — Hydrographische Beobachtungen um Arabischen Meer während der Zeit des Nordostmonsuns 1964-1965. « *Meteor » Forsch. Erg.*, Reihe A, 3 : 1-43.
- DUING (W.), SCHWILL (W. D.), 1967. — Ausbreitung und Vermischung des salzreichen Wassers aus dem roten Meer und aus dem Persischen Golf. « *Meteor » Forsch. Erg.*, Reihe A, 3 : 44-46.
- FOULK (C. W.), BAWDEN (A. T.), 1926. — A new type of end point in electrometric titration and its application to iodometry. *J. Americ. Chem. Soc.* 48 : 2045-2051.
- GREEN (E. J.), CARRITT (D. E.), 1967. — New tables for oxygen saturation of sea water. *J. mar. Res.*, 25 (1) : 140-147.
- MENACHE (M.), 1961. — Découverte d'un phénomène de remontée d'eaux profondes au sud du Canal de Mozambique. *Mem. Inst. Sci. de Madagascar, Série F IV* : 167-173.
- MENACHE (M.), 1963. — Première campagne océanographique du « COMMANDANT-ROBERT-GIRAUD » dans le Canal de Mozambique. *Cah. Océanogr.* XV (4) : 244-285.
- MURPHY (J.), RILEY (J. P.), 1962. — A modified single solution for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chim. Acta.* 26 : 31-36.
- NISKIN (S. J.), 1964. — A reversing-thermometer mechanism for attachment to oceanographic devices. *Limnol. and Oceanogr.*, Vol 9 (4) : 591-594.
- ORREN (M. J.), 1963. — Hydrological observations in the south-west Indian Ocean. Division of Sea Fisheries. *Invest. Rep. n° 45*. Cape Town. 61 p.
- REDFIELD (A. C.), KETCHUM (B. H.), RICHARDS (F. A.), 1963. — The influence of organisms on the composition of sea water. The Sea. MN Hill Interscience. New-York and London : 26-27.
- ROCHFORD (D. J.), 1964. — Salinity maxima in the upper 1000 meters of the North Indian Ocean. *Austral. J. Mar. Freshwat. Res.* Vol. 15 (1) : 1-24.
- ROCHFORD (D. J.), 1965. — Rapid changes in the characteristics of the deep salinity maximum of the south east Indian Ocean. *Austral. J. Mar. Freshwat. Res.* Vol. 16 (2) : 129-149.
- ROCHFORD (D. J.), 1966. — Sources regions of oxygen maxima in intermediate depths of the Arabian Sea. *Austral. J. Mar. Freshwat. Res.* Vol. 17 (1) : 1-30.
- ROCHFORD (D. J.), 1966. — Distribution of Banda Intermediate water in the Indian Ocean. *Austral. J. Mar. Freshwat. Res.* Vol. 17 (1) : 61-76.
- RYTHER (J. H.), MENZEL (D. W.), 1964. — On the production, composition and distribution of organic matter in the western Arabian Sea. *Deep Sea Res.* Vol. 11 : 757-765.
- SCHOTT (G.), 1935. — Geographie des Indischen und Stillen Ozeans. Hambourg. Verlag von C. Boysen, 413 p.
- SVERDRUP (H. V.), JOHNSON (M. W.), FLEMING (R. H.), 1942. — The Oceans. Prentice Hall. Englewood Cliffs, N. J., 1087 p.
- TCHERNIA (P.), LACOMBE (H.), LE FLOCH (J.), 1951. — Contribution à l'étude de l'Océan Indien et du secteur adjacent de l'Océan Antarctique. *Bull. Inf. COEC III* (10) : 414-479.
- TCHERNIA (P.), 1957. — Sur l'origine des eaux salées profondes du nord ouest de l'Océan Indien. *Bull. Inf. COEC IX* (10) : 545-550.
- TCHERNIA (P.), LACOMBE (H.), GUIBOUT (P.), 1958. — Sur quelques nouvelles observations hydrologiques relatives à la région équatoriale de l'Océan Indien. *Bull. Inf. COEC X* (3) : 115-143.
- THOMSEN (H.), 1933. — The circulation in the depths of the Indian Ocean. *Cons. perm. Internation. Explor. Mer. J. Cons.* VIII : 73-79.
- TRAGANZA (E. D.), 1964. — The photometric determination of inorganic phosphate-phosphorus in sea water. *Inst. mar. Sci.*, Miami, 6 p. multigr.
- VINOGRADOV (M.), VORONIMA (N. M.), 1962. — Influence of the oxygen deficit on the distribution of plankton in the Arabian Sea. *Deep Sea Res.* Vol. 9 : 523-530.
- WYRTKI (K.), 1961. — Scientific results of marine investigations of the South China Sea and the Gulf of Thailand. 1959-1961. Physical Oceanography of the south-east asian waters. *Naga Report.* Vol. 2, Scripps Instn Oceanogr., 195 p.
- ZAKLINSKII (G. R.), 1964. — Deep circulation of water in the Indian Ocean. *Deep Sea Res.* Vol. 11 (2) : 286-292.

Emploi du chalut pélagique Isaacs-Kidd 10 pieds dans les eaux équatoriales du Pacifique

R. GRANDPERRIN et A. MICHEL

Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa; Nouméa, New Caledonia

Abstract

Use of the 10-foot Isaacs-Kidd midwater trawl in the equatorial waters of the Pacific

This paper describes the use of the 10 foot Isaacs-Kidd midwater trawl as a quantitative sampler of the micronektonic standing crop. The use of this gear without an opening-closing mechanism made it necessary to sample by means of oblique hauls. This study, which includes not less than 1500 hauls, is directed towards introducing some degree of uniformity in operating this device so that valid comparisons can be made between catches from oblique hauls made at similar depths, as well as oblique hauls made at different depths. It is emphasized that information must be obtained on the tow path using depth-time and depth-distance recorders simultaneously. As the maximum depth depends largely upon variations in towing speed, it is important to be able to control ship speed carefully. As net speed is a significant factor in avoidance and escapement, care should be taken to sample each layer in an identical manner. The procedure defined here mainly involves (a) modifications of the depressor; (b) application of the winch brake after all the cable has been paid out, during the time required for the trawl to attain maximum depth; (c) paying out and hauling in at high speed by the winch. Resulting hauls show a nearly oblique tow path. Sampling velocities of the net are the same for all water layers: slow during descent, fast during ascent. This allows valid comparisons to be made between a series of hauls. Nevertheless, future progress in quantitative sampling depends largely upon technical improvements, and the evolution of new devices and approaches.

Introduction

Les possibilités des moyens modernes de calcul et leur utilisation croissante ont entraîné des progrès considérables dans le traitement des données relatives aux récoltes d'organismes micronektoniques, mais on a souvent tendance à oublier que les techniques d'échantillonnage sont très imparfaites et à accorder une trop grande confiance aux chiffres obtenus. En effet, depuis le début du siècle, les collectes sont toujours effectuées en utilisant des treuils, des câbles et des filets. Certes, des améliorations sensibles ont été apportées au matériel, mais elles n'ont porté que sur une technologie plus poussée d'appareils primitifs et aucune évolution majeure ne s'est dessinée dans la conception même de l'échantillonnage du micronekton. L'idéal serait de localiser dans l'espace et de situer dans le temps la capture de chaque organisme: or, on s'interroge encore sur le trajet exact du filet. L'utilisa-

tion récente d'appareils du type «pinger» (BACKUS, 1966) permet de connaître instantanément la position de l'engin par rapport au bateau, mais leur emploi en routine reste limité aux couches relativement superficielles. En espérant que des changements interviendront prochainement dans le domaine du prélèvement, on se trouve pour l'instant contraint d'utiliser au mieux le matériel existant.

Le chalut pélagique Isaacs-Kidd 10 pieds (ISAACS et KIDD, 1953) a été recommandé pour l'échantillonnage du micronekton par la Working Party 4 du SCOR (FOXTON et al., 1968). Cet engin est caractérisé par une grande ouverture, de surface 7,870 m², et par un dépresseur de forme telle que la stabilité bathymétrique de l'engin soit la moins sensible possible aux variations de vitesse de traction. Conçu à l'origine pour effectuer des récoltes qualitatives par traits horizontaux, sa facilité d'emploi et l'intérêt de ses collectes ont très rapidement conduit à étendre son utilisation à d'autres types de traits et à d'autres études.

La présente note se propose de définir les modalités d'emploi du chalut pélagique Isaacs-Kidd 10 pieds en vue d'un échantillonnage quantitatif des populations en place dans les différentes couches d'eau du Pacifique tropical sud et de la zone perturbée des courants équatoriaux. Le protocole finalement adopté a été progressivement mis au point lors des croisières du N.O. «Coriolis» programmées par le laboratoire d'Océanographie du Centre O.R.S.T.O.M. (Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer) de Nouméa, de 1965 à 1969 (Croisières «Alizé», «Bora» I à IV, «Cyclone» I à VI et «Caride» I à V). 1500 traits obliques à diverses profondeurs ont ainsi été exécutés. La sélection du chalut ayant été discutée par MICHEL et GRANDPERRIN (1970), le présent texte porte uniquement sur l'étude des profils des traits et sur la mesure des différents paramètres méthodologiques.

Choix du type de trait

Le choix du type de trait à mettre en oeuvre pour la collecte des organismes micronektoniques dépend essentiellement des problèmes que l'on se propose de

résoudre et qui se rattachent à 2 orientations distinctes de recherche: (1) couverture saisonnière ou géographique à plus ou moins grande échelle devant fournir une estimation des distributions horizontales, permettant de comparer l'abondance des espèces et leurs biomasses à différentes époques ou en différents lieux; (2) étude d'une couche, à l'exclusion de toutes les autres, conduisant, par étapes successives, à une connaissance de la distribution verticale des organismes et de ses variations. A ce deuxième type se rattachent par exemple des études précises sur la «Deep Scattering Layer» (DSL) (DAVIES et BARHAM, 1969), sur la couche isotherme, sur la thermocline, sur la couche à minimum de concentration en oxygène (HOLTON, 1969) etc. L'ouverture déformable du filet et son dépresseur rendant impossibles les traits verticaux, seuls les traits horizontaux et obliques sont réalisables.

Couverture saisonnière ou géographique

Pour les croisières saisonnières ou géographiques, les variations de distribution verticale du micronecton et du plancton ne permettent théoriquement que les comparaisons de traits effectués aux mêmes heures. La réalisation d'un quadrillage serré occasionnant alors une perte de temps incompatible avec le coût de la journée en mer d'un navire océanographique, il convenait de déterminer un type de trait permettant d'obtenir des échantillons comparables bien qu'ils aient été prélevés à n'importe quelle heure. Il fallait donc connaître l'épaisseur de la couche incluant toute l'étendue des variations nyctémérales des organismes à collecter et échantillonner de telle sorte que le filet pêche durant le même temps et avec la même efficacité dans chaque zone de cette couche. Seul le trait oblique répondait à ces exigences.

Le but à long terme des études entreprises au laboratoire d'océanographie du Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa étant la connaissance de la biologie des Thunnidés, il paraissait logique de déterminer les profondeurs des couches où vivent les organismes susceptibles d'être consommés directement par les thons ou surtout de servir de proie à des organismes intermédiaires tels que les céphalopodes qui forment une part essentielle du contenu stomacal des thons. Dans les eaux oligotrophes du Pacifique tropical ouest et du Pacifique équatorial, il semble que les thons, et en particulier les germons, soient répartis jusqu'aux environs de 400 m. Il importait donc d'inclure, dans une étude géographique, tous les organismes capables, à un moment quelconque de la journée, de se trouver présents dans cette couche. La croisière «Bora» I a montré que la couche 0 à 300 m, très riche en organismes micronectoniques de nuit, était pratiquement désertée du lever au coucher du soleil et qu'il fallait effectuer des traits plus profonds, aux environs de 600 m, pour commencer, de jour, à ramener des organismes identiques à ceux capturés de nuit. Les

croisières «Bora» II, «Bora» III et «Bora» IV ont donc été consacrées en partie à déterminer la profondeur du trait qui permettrait, en un point, d'obtenir toujours les mêmes récoltes quelle que soit l'heure de prélèvement. Qualitativement, 1200 m a paru être la limite inférieure à explorer pour inclure les domaines de variations de presque tous les organismes situés de nuit dans les couches superficielles. Par contre, quantitativement, il n'a jamais été possible d'obtenir de jour des récoltes aussi abondantes que de nuit, quelle que soit la profondeur atteinte, l'amplitude des écarts étant toutefois minimale pour les traits à 1200 m. Deux phénomènes distincts peuvent expliquer cette différence. Le premier, lié à la maille, est dû à une variation d'échappement des organismes avec leur durée de séjour dans le filet, durée qui dépend de leur distribution verticale et se traduit par le fait qu'un individu capturé en profondeur a plus de chance de s'échapper que s'il est capturé plus superficiellement (MICHEL et GRANDPERRIN, 1970). Le deuxième est lié au comportement propre des organismes vis-à-vis du filet et à leur dispersion dans l'espace qui, en se modifiant de jour, peut induire une diminution d'efficacité de l'engin. En définitive, les traits 0 à 1200 m ont été retenus car ils permettent un échantillonnage proche du modèle recherché. Ce type de trait oblique a été effectué toutes les 4 h durant les croisières «Cyclone» de couverture géographique serrée.

Etude d'une couche particulière: distribution verticale

Le trait horizontal dans la couche à étudier semble à première vue être le mieux adapté. En fait, il est pratiquement impossible de s'affranchir de la contamination provoquée par la capture d'organismes durant la descente à la profondeur de pêche et durant la remontée. Même en augmentant beaucoup la durée du trait horizontal, cette contamination n'est pas à négliger, surtout pour des traits de nuit à des profondeurs plus grandes que celles des couches superficielles très riches en organismes. Le trait horizontal n'est donc envisageable, pour ce type d'étude, qu'avec un chalut pélagique à système d'ouverture et de fermeture (DAVIES et BARHAM, 1969).

La grande surface de l'ouverture et sa non rigidité rendent difficile l'adaptation d'un système ouvrant-fermant à la gueule du chalut pélagique, bien que des essais de fractionnement de la récolte aient été conduits dans ce sens (ISAACS et BROWN, 1966; CLARKE, 1969; DAVIES et BARHAM, 1969). Il paraît plus facile de diviser la récolte au niveau de la partie arrière du filet, soit par des collecteurs multiples (FOXTON, 1963; LONGHURST et al., 1966; FOXTON, 1969), soit par des culs multiples type filets Bé (BÉ, 1962; PEARCY et HUBBARD, 1964; PEARCY et LAURS, 1966). C'est cette deuxième solution, plus compatible avec les dimensions du filet, qui a d'abord été retenue. Un cadre Bé

de 30 cm de côté équipé de 4 filets à profondeurs d'ouverture et de fermeture réglées à l'avance a été monté à la place du filet conique ordinaire de 50 cm de diamètre d'ouverture et de maille 000 (vide de maille compris entre 900 et 1000 μ) utilisé habituellement comme cul du chalut. Deux filets ne pouvant s'ouvrir à la même profondeur, ce système imposait l'adoption du trait oblique. On obtenait ainsi théoriquement 4 récoltes, correspondant à 4 couches distinctes, en un seul trait. Malheureusement, si le fonctionnement du système Bé s'avéra parfaitement satisfaisant lorsqu'il était utilisé seul, il n'en fut plus de même une fois monté comme cul de chalut. On constata alors une très forte contamination, la majorité de la récolte se retrouvant dans le dernier des 4 filets qui explore la couche superficielle, montrant ainsi qu'une partie des organismes reste au cours du trait dans la partie avant du filet pour n'être entraînée dans le cul qu'au moment de la sortie de l'eau de l'engin. Comme il était, par ailleurs, difficile d'obtenir une adhérence parfaite des filets au niveau du cadre, s'ensuivait un échappement important à cet endroit. Des essais d'adaptation de manchons cylindriques de maille 000 n'ont amené aucune diminution sensible de la contamination. Devant cet échec et étant donné l'urgence des études de distributions verticales, il était nécessaire de trouver le moyen d'utiliser le chalut pélagique seul, sans collecteur pour fractionner la récolte.

Avant cette tentative d'utilisation des filets Bé, une étude avait été faite sur les résultats de traits obliques ordinaires effectués à différentes profondeurs durant les croisières «Bora» et «Cyclone» en zone équatoriale, afin de déterminer quelles seraient les profondeurs d'ouverture et de fermeture à adopter (MICHEL et GRANDPERRIN, 1969). La densité des organismes pour une couche était déduite par soustraction de la comparaison de 2 traits obliques pour lesquels les profondeurs maximales atteintes constituent respectivement les limites supérieure et inférieure de la couche. Les résultats obtenus sur les taxa ont permis de mettre en évidence une stratification nette des organismes en relation avec les zones de discontinuité observées sur la DSL, avec la distribution du phytoplancton et avec les limites des différents courants équatoriaux. La consistance des résultats a donc conduit, en l'absence de moyens plus sophistiqués, à utiliser la méthode des différences lors des croisières «Caride» en l'améliorant toutefois par rapport à ce qui avait été fait précédemment par une connaissance meilleure du trajet réel du filet dans les différentes couches d'eau. Par cette méthode soustractive utilisant les récoltes de traits obliques, on ne peut s'attendre à avoir une grande précision dans le calcul des densités. En découle, en particulier, l'impossibilité d'étudier des couches trop minces du type de celles qui peuvent correspondre à des stratifications très marquées au niveau de discontinuités physiques.

En conclusion, que ce soit pour une couverture

géographique ou saisonnière ou pour des études de distributions verticales par couches, on se trouve contraint, en l'absence d'engins plus perfectionnés ouvrant-fermant utilisables en routine, de procéder par traits obliques. Cela implique de connaître les caractéristiques principales de chaque trait, à savoir la profondeur maximale atteinte et le trajet parcouru par le filet dans chaque couche. Les résultats reposant sur la comparaison de deux ou plusieurs traits, il faudra impérativement que la vitesse du filet, fonction de celle du navire et de celle du treuil, reste la même dans une couche donnée d'un trait à l'autre, même si au cours du trait elle est sujette à des variations qui, nous le verrons, sont difficilement évitables.

Mesure des paramètres méthodologiques: matériel utilisé

Les appareils nécessaires à l'exécution d'un trait peuvent être divisés en deux catégories, chacune correspondant à la mesure de 2 types de caractéristiques méthodologiques: (1) les appareils de bord qui permettent de contrôler à tout instant la longueur de câble filée, la vitesse du navire, les vitesses de filage et de virage et la tension du câble; (2) les appareils fixés à l'engin qui permettent de connaître avec précision le trajet et la vitesse du filet dans l'eau.

Dispositifs de bord

La profondeur d'un trait dépend de la longueur de câble filée, de la vitesse de filage et de la vitesse du bateau. La mesure de la longueur de câble filé ne pose pas de problème majeur, des appareils précis et robustes existant dans le commerce. La vitesse de filage est obtenue facilement par chronométrage de la longueur filée. Par contre, la mesure de la vitesse du bateau est souvent beaucoup plus imprécise, les lochs des bateaux étant généralement inefficaces aux faibles vitesses et les appréciations des officiers de quart variables avec l'état de la mer et selon les individus. L'importance de ce facteur dans la prévision de la profondeur à atteindre pour une longueur de câble donnée étant primordiale, un loch auxiliaire a été monté à l'extrémité d'une tige rigide sur le côté du bateau. Ce loch, du type de ceux utilisés à bord des voiliers (hélice à aimant noyé tournant dans le champ d'un solénoïde) permet une mesure assez précise de la vitesse bien qu'il faille, par forte mer, prendre la moyenne des indications extrêmes, le roulis du bateau provoquant un déplacement vertical de l'hélice. La mesure de la tension du câble constitue non seulement un facteur de sécurité, mais permet, toutes choses égales par ailleurs, de contrôler le trait en cas d'avarie du loch, la tension étant fonction de la vitesse du bateau. Il existe actuellement des poulies qui indiquent en continu la longueur de câble filée, la vitesse de filage et la tension du câble, mais leurs circuits sont assez fragiles et leur

emploi nécessite la présence permanente à bord d'un électronicien.

Dispositifs fixés sur le chalut

Deux catégories de mesures doivent être effectuées pour définir parfaitement un trait oblique. La première concerne le profil exact du trait dans le temps et dans l'espace et vise à obtenir la profondeur maximale atteinte, la distance parcourue et le temps passé par l'engin dans chaque couche. La deuxième concerne l'efficacité du filet et devrait aboutir à la connaissance du volume d'eau filtrée par les différentes mailles. La vitesse du filet dans chaque couche, déduite des premières mesures, intervient sur l'efficacité du filet en faisant varier l'évitement des organismes.

Profil du trait

Deux appareils ont été utilisés au cours des différentes croisières. Durant les croisières «Bora», «Cyclone», «Caride» I et «Caride» II, un bathykymographe (BK) a fourni un enregistrement continu de la profondeur du filet en fonction du temps, permettant ainsi de connaître la profondeur maximale atteinte et le temps passé par le filet dans chaque couche. Durant les croisières «Caride» III, «Caride» IV et «Caride» V, un «distance depth recorder» (DDR) a été utilisé conjointement avec le BK. Cet appareil fournit un enregistrement continu de la profondeur du filet en fonction de la distance parcourue par ce dernier, permettant ainsi de connaître la profondeur maximale atteinte et la distance parcourue dans chaque couche traversée. Des enregistrements de ces 2 appareils, on peut théoriquement déduire la vitesse du filet dans chaque couche; en pratique, l'intercalibration en profondeur du DDR et du BK fait ressortir quelques différences et les échelles des enregistrements ne permettent pas toujours un découpage aussi précis qu'il le faudrait. Néanmoins, en l'absence d'appareils indiquant directement la vitesse du filet, l'emploi simultané du BK et du DDR permet d'avoir une bonne idée de cette vitesse et surtout de ses variations.

Efficacité du filet

L'ouverture du chalut pélagique est déformable. Le modèle utilisé étant, de plus, formé de 2 mailles qui réagissent l'une sur l'autre, la maille 000 du cul modifiant profondément la sélection de la maille 4 mm (MICHEL et GRANDPERRIN, 1970), il n'est pas possible de mesurer directement le volume d'eau filtrée par les différentes sections et de rapporter les résultats au m³ d'eau. On est donc amené à exprimer les résultats en fonction de la distance parcourue par le filet. Cette distance est déduite des indications d'un débit-mètre par multiplication du nombre de révolutions de l'hélice par un coefficient de calibration. La position

de cet appareil sur l'engin est importante. Lors des premières croisières, il était monté au centre du cul de maille 000 et fournissait une estimation du flux d'eau à son entrée. Cette position, d'ailleurs peu pratique pour les lectures sur le pont, exposait l'hélice à être fréquemment bloquée par des débris de Méduses ou de Siphonophores durant une partie inconnue du trajet, fournissant ainsi des indications aberrantes sans qu'aucune correction soit possible. Aussi, durant les croisières «Cyclone» III et «Cyclone» IV, s'est-on attaché à déterminer quelle était la meilleure position pour cet appareil. Cinq débit-mètres ont été utilisés: l'un placé dans le filet comme précédemment, 2 situés

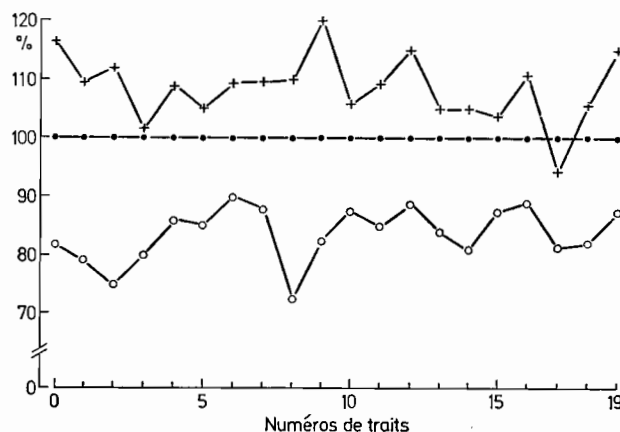


Fig. 1. Vitesses d'avancement déduites des indications des différents débit-mètres lors des croisières «Cyclone» III et «Cyclone» IV. Ces vitesses sont exprimées en % de la moyenne des vitesses données par les 2 débit-mètres situés sur le cercle indépendant. ● moyenne des vitesses des 2 débit-mètres indépendants constituant la référence 100 pour chaque station; + moyenne des vitesses des 2 débit-mètres situés sous le dépresseur; ○ vitesse donnée par le débit-mètre monté à l'intérieur du filet

sous le dépresseur au milieu de chacune des ailes, 2 montés dans un cercle indépendant de 50 cm de diamètre maintenu perpendiculaire aux filets d'eau par une ancre flottante située à 3 m derrière lui. Sur la Fig. 1 sont reportées les vitesses d'avancement du filet correspondant à chacune des 3 positions des débit-mètres en affectant arbitrairement l'indice 100 à la moyenne des vitesses déduites des indications des deux débit-mètres indépendants situés sur le cercle. On constate que les indications les plus faibles correspondent au débit-mètre situé à l'intérieur du filet et que les plus fortes correspondent à ceux du dépresseur. Il semble donc que le débit-mètre situé dans le filet sous-estime le trajet parcouru du fait du ralentissement de l'eau à son niveau, alors que ceux du dépresseur le surestiment, sans doute du fait d'une accélération des filets d'eau le long de la plaque. Il paraît donc souhaitable de fixer les débit-mètres dans un cercle indépendant situé en dessus du chalut.

A moins de faire l'objet d'un montage spécial, (LONGHURST et al., 1966), un débit-mètre ne permet d'obtenir que la longueur totale du trait et ne fournit aucune indication sur les trajets parcourus dans chaque couche. Lorsque l'on ne dispose que de cet appareil, la comparaison entre traits repose sur l'hypothèse fautive que toutes les couches ont été échantillonnées de la même façon. Par contre, le DDR, qui est un débit-mètre doublé d'un bathymètre, permet de connaître exactement le trajet dans chaque couche. Il a été fixé à l'extérieur du chalut, dans un cercle de 50 cm, avec un débit-mètre ordinaire de contrôle.

Tous ces appareils fixés aux engins de prélèvement ne fournissent d'indications qu'à posteriori, lorsque le filet est hissé à bord et que les dépouillements ont été faits. Ils ne permettent donc pas d'agir instantanément, en toute connaissance de cause, sur le profil du trait en cours. De nombreux systèmes électroniques ont été mis au point pour obtenir, sur le pont, durant le trait, certaines données méthodologiques. L'appareil de LONGHURST et al. (1966) transmet les indications du débit-mètre; celui de BODEN et al. (1955) basé sur la déformation d'un tube de Bourdon renseigne en continu sur la profondeur; la Netzsonde, très bien adaptée aux pêcheries pélagiques en eaux peu profondes, utilise la réflexion des ultra-sons sur le fond ou sur la surface pour déterminer l'immersion du filet. Tous ces appareils impliquent la mise en oeuvre d'un deuxième câble conducteur ou d'un câble tracteur avec coaxial. La manutention de 2 câbles nécessite un personnel plus nombreux et plus spécialisé, provoque des pertes de temps supplémentaires incompatibles avec un travail intensif en routine et surtout, limite les traits aux couches superficielles. Le prix élevé du câble à coaxial par rapport au prix d'un câble ordinaire grèverait lourdement le budget de fonctionnement d'un programme intensif analogue au programme «Caride», qui impliquait le remplacement de la totalité du câble à l'issue de chaque croisière. Il semble que tous les espoirs doivent être actuellement fondés sur des appareils du type «pinger» (BACKUS, 1966; CLARKE, 1969) qui, associés à des enregistreurs de précision à bord, permettront, sans câble, d'utiliser les signaux ultra-sonores pour transmettre les indications méthodologiques dont la connaissance en continu est indispensable au bon déroulement des traits dont on pourra alors modifier instantanément le profil s'il n'est pas conforme au modèle fixé.

Mise au point chronologique du protocole

Au cours de la discussion du Symposium ICES-SCOR-UNESCO en février 1966 à Cronulla, Australia, ARON (en TRANTER, 1966) affirmait «qu'après avoir analysé 2000 traits de chalut pélagique Isaacs-Kidd 10 pieds, il ne pouvait malgré tout prédire avec précision quelles seraient les performances du prochain trait qu'il aurait à effectuer».

Cette déclaration situe parfaitement la complexité des problèmes de méthodologie liés à cet engin de prélèvement. Pour notre part, disposant d'environ 1500 traits obliques nous avons tenté ici d'exposer chronologiquement les modifications successives apportées aux différents protocoles de mise en oeuvre du filet pour aboutir au type de trait oblique actuellement reproduit en routine. Ces différentes modifications ont toutes été réalisées dans le but d'améliorer la reproductibilité des traits et l'homogénéité d'échantillonnage des différentes couches d'eau traversées, compte tenu des appareils de mesure dont nous disposions, qui, s'ils ne sont pas les plus perfectionnés, sont néanmoins les plus utilisés en routine sur de nombreux bateaux de recherche.

Premier protocole (Croisières «Alize», «Atoll», «Brisants» et «Bora» I)

Durant ces premières croisières de couverture géographique, peu de temps a été consacré à la méthodologie. Les traits ont été effectués comme s'il s'agissait

Tableau 1. Caractéristiques méthodologiques du premier protocole

Durée	Filage	Virage
	Egales	
Vitesse bateau (nœuds)	4	1 à 2
Vitesse treuil (m/mn)	45	45

d'un filet à plancton classique: durée et vitesses de filage et de virage égales, vitesse du bateau réduite au virage de façon à ce que les vitesses théoriques calculées d'avancement du filet soient les mêmes à la descente et à la remontée (Tableau 1). La longueur totale de la colonne d'eau filtrée par le filet était mesurée à l'aide d'un seul débit-mètre placé dans l'ouverture du cul. Les profils de profondeur en fonction du temps obtenus sur le BK étaient du type de celui représenté Fig. 2a.

On constate l'existence d'un important palier. Il traduit le fait que le dépresseur s'oppose à la remontée, se comportant, avec le filet, comme un cerf-volant qui se rapproche de la verticale de son point fixe, sans perdre d'altitude, lorsqu'on commence à raccourcir la ficelle qui le lie au sol. Ce palier a pour conséquence un séjour relativement long du filet à la profondeur maximale, les couches correspondant à cette profondeur étant ainsi suréchantillonnées par rapport aux autres. Le trait est dissymétrique dans le temps puisque les durées t_1 de filage et de virage sont égales. Il s'ensuit

que le filet traverse les différentes couches d'eau plus rapidement à la remontée qu'à la descente. La vitesse d'avancement, varie donc en cours de trait, ce qui modifie son efficacité vis-à-vis des organismes dont l'évitement ne sera pas constant tout le long du parcours.

Deuxième protocole (Croisière «Bora» II)

Pour améliorer la symétrie du trait dans le temps, on a réduit la vitesse de virage du treuil (Tableau 2). Les profils de profondeur en fonction du temps obtenus sur le BK sont représentés Fig. 2b.

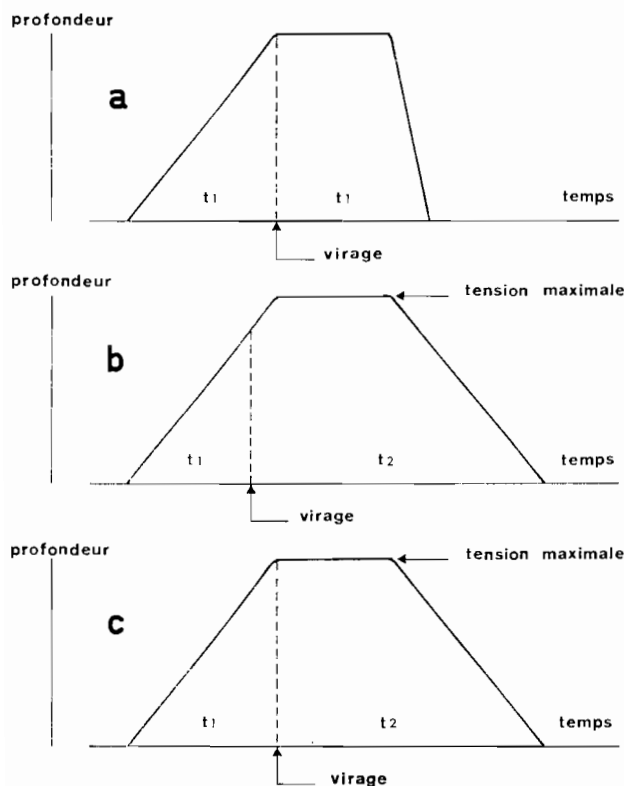


Fig. 2. Profils de profondeur en fonction du temps (BK). (a) premier protocole; (b) deuxième protocole; (c) troisième protocole

Tableau 2. Caractéristiques méthodologiques du deuxième protocole

Durée	Filage	Virage
	Virage plus long que filage	
Vitesse bateau (nœuds)	4	1 à 2
Vitesse treuil (m/mn)	45	30

Le trait est cette fois symétrique dans le temps mais l'importance du palier est toujours aussi grande et l'on constate, fait nouveau, que le filet continue à plonger durant un certain temps alors que l'on vire au treuil. Ce phénomène a été mis en évidence pour des traits horizontaux au moment du virage par ARON et al. (1964), ARON et al. (1965), IMANISHI et al. (1965), TANIGUCHI et al. (1965), GEHRINGER et ARON (1968). Il correspond à une réduction de la vitesse d'avancement de l'engin, conséquence de la réduction de la vitesse du bateau, qui n'est compensée que partiellement par la faible vitesse de virage du treuil. L'effet de cette réduction de vitesse est encore renforcé par l'action du dépresseur qui agit comme une barre de plongée. Alors que la reprise du câble freine progressivement la descente et tend à provoquer la remontée du système, le dépresseur, de par sa forme, s'incline de plus en plus pour s'y opposer, d'où le palier. A un certain moment, il se trouve perpendiculaire aux filets d'eau et ne peut plus augmenter son action dépressive. Le virage se poursuivant, l'ensemble amorce la remontée: la tension, en fin de palier, est alors maximale.

Troisième protocole (Croisières «Bora» III, «Bora» IV, «Cyclone» I à VI, «Caride» I et «Caride» II)

Pour éviter cette plongée additionnelle au début du virage, il semblait qu'il faille reprendre le câble le plus rapidement possible. On a donc décidé d'accélérer la première phase du virage, se conformant d'ailleurs à la remarque d'ARON et al. (1964) qui observaient que les variations bathymétriques sont plus importantes à basses qu'à grandes vitesses. Avec le protocole défini dans le Tableau 3, on obtient des profils de profondeur en fonction du temps (BK) du type de celui de la Fig. 2c. On constate toujours l'existence d'un important palier mais le filet, cette fois, ne continue plus à plonger au moment du virage, et les traits sont toujours symétriques dans le temps.

Tableau 3. Caractéristiques méthodologiques du troisième protocole pour des traits obliques à 1200 m

	Filage	Virage	
Durée (mn)	55	20	55
Vitesse bateau (nœuds)	4	0 à 2	0 à 2
Câble (m)	0 → 3400	3400 → 1900	1900 → 0
Vitesse treuil (m/mn)	60 à 65	70	35
Tension (tonnes)	0,5	1,5 à 3,0	2,5 à 1

Il faut noter que ce protocole ne fut pas rigoureusement respecté durant les 2 premières croisières «Caride». En effet, mis au point en zone tropicale et en zone équatoriale du Pacifique ouest assez peu perturbée, il eut à subir des modifications en zone équatoriale du Pacifique central où les courants stratifiés atteignent des intensités importantes dont les effets relatifs s'ajoutent quand le filet passe d'un courant à l'autre. Aussi fut-on souvent contraint de réduire la vitesse de début de virage, la tension augmentant au-delà des limites de sécurité et le bateau culant parfois, vent arrière.

Quatrième protocole (Croisière «Caride» III)

C'est au cours de cette croisière que fut utilisé pour la première fois le DDR, enregistreur de profondeur en fonction de la distance parcourue par le filet. La lecture rapide des plaques après chaque trait permit une

les limites de sécurité. Cette solution, adoptée durant «Caride» I et II augmentait la durée de traits d'une façon incompatible avec l'ampleur du programme à respecter, étalant, de plus, sur plusieurs heures, des traits destinés à des études de migrations verticales. Restait donc à agir sur le comportement de l'engin. On décida alors de réduire la surface du dépresseur en le modifiant suivant la schéma de la Fig. 3, espérant gagner en vitesse et en souplesse ce qu'on perdait en effet dépressif. Les résultats furent remarquables. S'il fallut filer un peu plus de câble que lors du protocole précédent, la diminution spectaculaire de tension permit, par contre, un virage deux fois plus rapide, d'où finalement un gain de temps considérable pour les traits profonds (600, 900 et 1200 m) ajouté à un gain inappréciable de sécurité aussi bien en pêche que durant les manipulations sur le pont.

Le protocole (Tableau 4) était caractérisé cette fois, non plus par une augmentation de la vitesse du

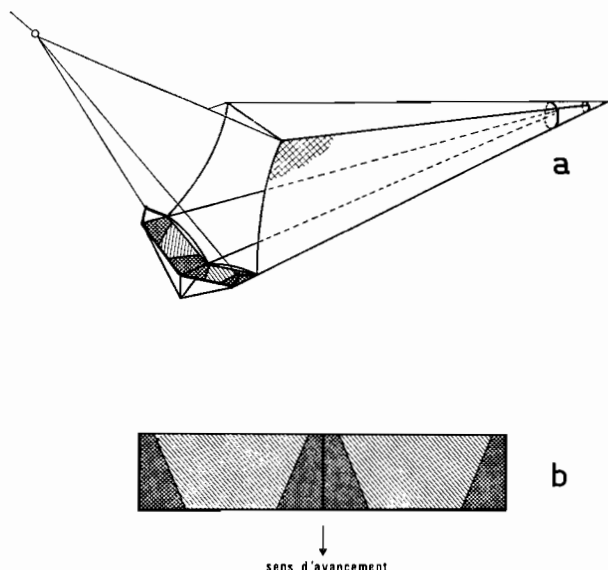


Fig. 3. Modification apportée au dépresseur du chalut pélagique Isaacs-Kidd 10 pieds. La zone hachurée correspond à la partie évidée. (a) vue d'ensemble du chalut (d'après ISAACS et KIDD, 1953); (b) vue de dessus du dépresseur modifié

perte minimum de temps en tâtonnements pour définir le nouveau protocole. Ce protocole avait à tenir compte d'une profonde modification réalisée sur le dépresseur. En effet, compte tenu des dures conditions auxquelles était soumis le matériel dans cette zone très perturbée du Pacifique central équatorial et des risques d'accidents que pouvaient occasionner de trop gros à-coups sur le câble, on a cherché un moyen de diminuer la tension. Ne pouvant agir sur la vitesse du bateau, souvent nulle au virage, restait la solution de réduire celle du treuil afin d'effectuer la remontée dans

Tableau 4. Caractéristiques méthodologiques du quatrième protocole pour des traits obliques à 1200 m

	Filage	Virage	
Durée (mn)	49	12	52
Vitesse bateau (nœuds)	4	0 à 1	0 à 2
Câble (m)	3700	3700 → 3330	3330 → 0
Vitesse treuil (m/mn)	75	30	64
Tension (tonnes)	0,3 à 0,5	1,5 à 2,5	2,0 à 1,0

treuil au début du virage, mais par une diminution permettant au filet d'aller jusqu'à la profondeur maximale à atteindre. Ce début de virage lent s'appliquait à une longueur de câble estimée à 10 % de la longueur totale filée, par exemple 360 pour 3600 m. Ensuite, la vitesse du treuil était doublée, celle du bateau étant maintenue toujours supérieure à zéro. La profondeur atteinte en un lieu donné est fonction de la vitesse de filage du câble et de celle du bateau. Si l'on peut contrôler avec une assez grande précision, la première, il est beaucoup plus difficile de le faire pour la seconde, surtout en zone perturbée. Des différences d'un demi nœud pouvant notablement influencer cette profondeur, on a tenté d'amortir ces variations en effectuant le filage de telle sorte que la tension n'excède jamais 0,5 tonnes. Dans certains cas, la vitesse de filage ayant dépassé 100 m/mn, cette méthode permit donc, à ce niveau, d'accélérer encore le processus des traits.

Avec le protocole ainsi défini, on obtint les profils de profondeur en fonction du temps et de profondeur en fonction de la distance parcourue du type de ceux

représentés sur la Fig. 5. On constate que le profil BK n'est pas trop dissymétrique, le palier demeurant toujours très visible. Le profil DDR est extrêmement intéressant. On remarque, en *a*, à 175 m, la fin de l'influence du noyau à vitesse maximale du Contre Courant de Cromwell qui s'écoule d'ouest en est, soit en sens contraire de celui de marche du bateau durant toute cette croisière. En *b* se situe le début du virage. Le chalut continue alors à descendre, puis sa vitesse verticale s'inverse en *c* malgré une forte opposition du dépresseur. En *d*, le palier est terminé. Si l'on se reporte aux échelles des axes, on constate qu'entre *b* et *d*, le filet a filtré le tiers de la longueur de toute la colonne d'eau filtrée durant tout le trait, alors que l'épaisseur de la couche correspondante ne représente que le sixième de celle de toute la couche prospectée. On a donc suréchantillonné les couches profondes par rapport aux autres. Pour préciser le profil du trait on a effectué sur la Fig. 5 la transformation schématisée sur la Fig. 4 qui permet de reconstituer le cheminement

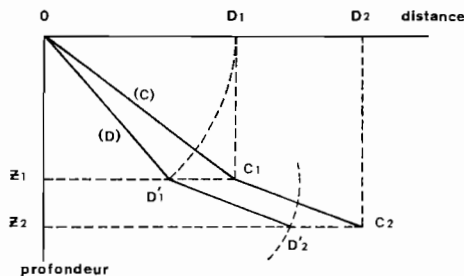


Fig. 4. Transformation permettant d'obtenir le profil exact (D) du trajet du filet dans l'espace à partir de l'enregistrement (C) du DDR. $OD_1 = OD'_1$, $D_1D_2 = D'_1D'_2$ (d'après AIZAWA et al., 1965)

exact du filet dans l'espace (AIZAWA et al., 1965). On constate que le profil est dissymétrique dans l'espace. On note l'influence du Contre Courant de Cromwell et surtout la grande importance du palier. Compte tenu de la relative symétrie des enregistrements de la profondeur en fonction du temps, la dissymétrie dans l'espace implique obligatoirement des variations dans la vitesse d'avancement du filet en cours de trait. En mesurant, sur les enregistrements BK, le temps passé par le filet dans chacune des couches à la descente et à la montée, on a pu en déduire sa vitesse d'avancement dans chaque couche. La précision sur cette vitesse est fonction des précisions de lecture des enregistrements du DDR et du BK mais plus encore de la concordance, entre les 2 appareils, dans l'enregistrement des profondeurs. Le BK s'étant révélé moins fidèle, aux étalonnages, que le DDR, les vitesses calculées et reportées sur la Fig. 4 sont à considérer comme des estimations. Il n'en demeure pas moins qu'elles sont essentiellement variables, dans un rapport allant de 1 à 5. Cet ordre de grandeur est d'ailleurs le même que celui donné par AIZAWA et al. (1965) lors de traits obliques effectués avec un filet à larves de poissons dont la vitesse d'avancement variait de 0,7 à 3,0 noeuds. Ces variations ont une répercussion directe sur l'efficacité de l'engin vis-à-vis des organismes; en découle une hétérogénéité d'échantillonnage tout le long du parcours qui rend difficile une étude des récoltes du point de vue quantitatif. Cependant, si l'on exclut la couche 0 à 175 m, dont la turbulence est liée à un facteur géographique, on constate que, durant toute la descente, soit entre *a* et *c*, la vitesse du filet varie entre 1 et 1,8 noeud et que durant toute la remontée, soit entre *c* et *e*, elle varie entre 4 et 5 noeuds. Si l'on parvient à réduire chacun des 2 écarts, surtout le

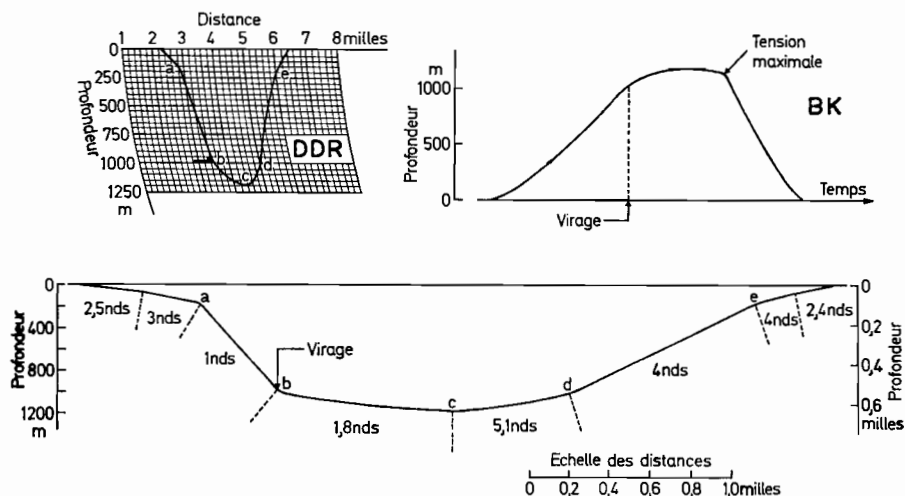


Fig. 5. Profils caractéristiques du quatrième protocole. Trait n° 69 à 1180 m effectué vent arrière, sur l'équateur durant la croisière «Caride» III. DDR Profondeur en fonction de la distance parcourue par le filet; BK profondeur en fonction du temps. Courbe du bas: profil exact du trajet du filet dans l'espace

premier qui en valeur relative est le plus important, on obtiendra une descente et une remontée à vitesses constantes, mais différentes. Toutes les couches seront alors échantillonnées de la même façon, lentement à la descente, plus rapidement à la remontée. Bien que la symétrie ne soit pas respectée, on pourra alors entreprendre des études quantitatives. Réduire l'écart

(ISAACS et KIDD, 1953; BACKUS et HERSEY, 1956). Cette position c' devait se traduire par une modification d'angle du câble telle que le dépresseur atteindrait un angle d'attaque maximum et ne pourrait plus s'opposer à la remontée au moment du virage. Les traits ont été effectués suivant le protocole du Tableau 5. Le remplacement du câble de 12 mm par un câble de 15 mm de

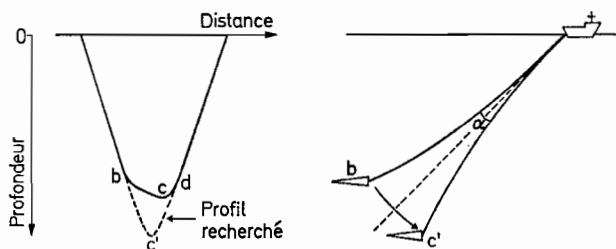


Fig. 6. Profil et position c' recherchés

revient à rendre rectiligne chacun des 2 trajets ascendant et descendant, c'est-à-dire à supprimer le palier qui tronque le profil recherché schématisé sur la Fig. 6.

Cinquième protocole (Croisières «Caride» IV et «Caride» V)

Au point b , en fin de filage, on a laissé plonger le filet de lui-même, treuil stoppé et bateau ralenti durant un certain temps, fonction de la vitesse du bateau, des conditions météorologiques et de la longueur de câble filée (GEHRINGER et ARON, 1968), pour tenter de lui faire atteindre la position théorique c' de la Fig. 6

Tableau 5. Caractéristiques méthodologiques du cinquième protocole pour des traits obliques à 1200 m

	Filage	Equilibrage	Virage
Durée (mn)	30	3 (10% de la durée de filage)	43
Vitesse bateau (nœuds)	4	1	0 à 2
Câble	3000	3000	3000
Vitesse treuil (m/mn)	100	stoppé	70
Tension (tonnes)	0,3 à 0,5	1	2,5 à 1,5

diamètre a permis de supporter des écarts de tension plus importants. Les vitesses de filage et surtout de virage ont pu ainsi être supérieures à celles prévues au quatrième protocole, d'où un gain considérable de temps.

On obtient des profils du type de ceux de la Fig. 7. On constate, sur la plaque du DDR et sur l'enregistrement du BK, une très nette réduction du palier. Chacune des phases de descente et de remontée est

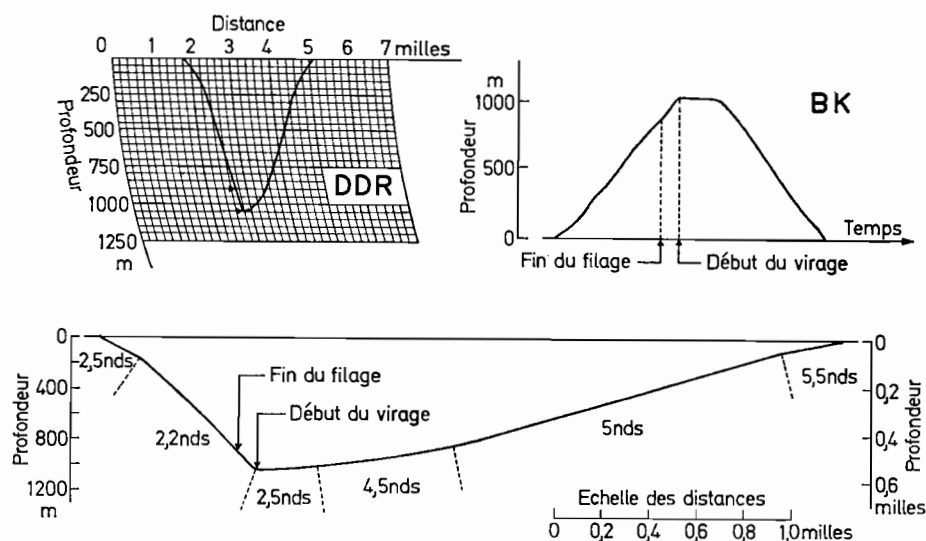


Fig. 7. Profils caractéristiques du cinquième protocole. Trait n° 144 à 1050 m effectué vent arrière cap à l'ouest sur l'équateur, durant la croisière «Caride» V. DDR Profondeur en fonction de la distance parcourue par le filet; BK profondeur en fonction du temps. Courbe du bas: profil exact du trajet du filet dans l'espace

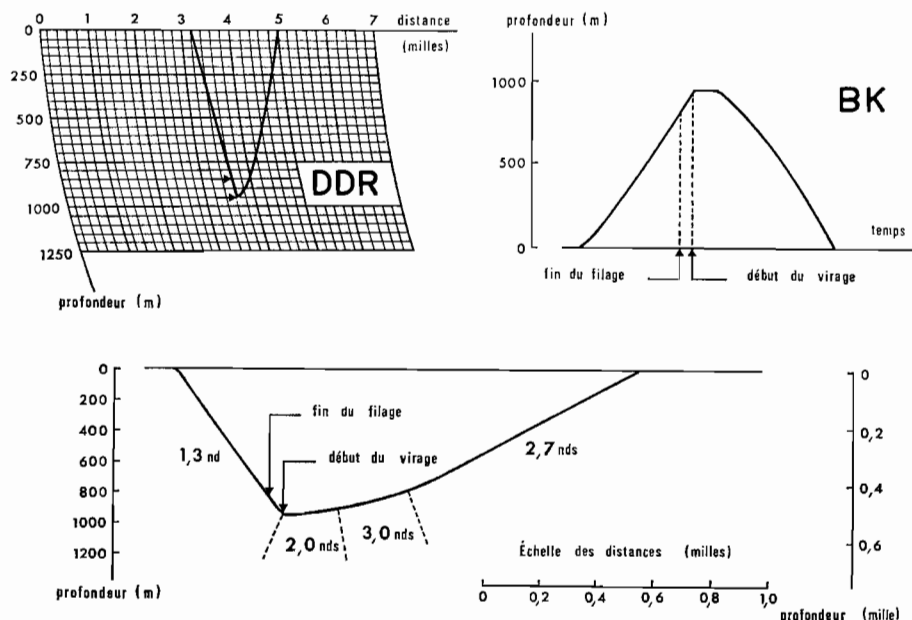


Fig. 8. Profils caractéristiques du cinquième protocole Trait n° 161 à 950 m effectué vent de bout, cap à l'est, sur l'équateur, durant la croisière «Caride» V. *DDR* Profondeur en fonction de la distance parcourue par le filet; *BK* profondeur en fonction du temps. Courbe du bas: profil exact du trajet du filet dans l'espace

pratiquement rectiligne, ce qui élimine tout risque de suréchantillonnage de la couche profonde. Le temps d'équilibrage, treuil stoppé, provoque une plongée supplémentaire du filet de 150 m, sans qu'aucun point anguleux soit noté sur les profils jusqu'à la profondeur maximale atteinte. Les vitesses estimées à partir des enregistrements du BK et du DDR varient, pour la totalité de la descente, de 2,2 à 2,5 noeuds, et pour la remontée, de 4,5 à 5,5 noeuds, exception faite d'un très court parcours de transition à la profondeur maximale. On peut donc estimer avoir sensiblement échantillonné toutes les couches de la même façon, ce qui était le but recherché.

Les traits types décrits dans les quatrième et cinquième protocoles avaient été effectués approximativement à la même longitude, sur l'équateur, cap à l'ouest, c'est-à-dire vent arrière, dans le sens du courant superficiel et en sens opposé à celui du Contre Courant de Cromwell. Il paraissait intéressant d'étudier un trait effectué au même endroit, dans les mêmes conditions méthodologiques, mais cette fois cap à l'est. Les différents profils en sont reportés sur la Fig. 8. On constate une réduction encore plus nette du palier mais par ailleurs, les vitesses estimées subissent une diminution sensible. Quantitativement, ces 2 types de traits ne sont donc théoriquement pas comparables, l'évitement de certains organismes ayant varié. Le protocole ayant été maintenu le même, les différences observées font ressortir catégoriquement la nécessité de travailler toujours dans les mêmes conditions et

d'attacher une très grande importance au contrôle permanent de la vitesse du bateau qui, dans le cas étudié, a été sans doute sous-évaluée (navire face à la lame).

Conclusions

Toute étude quantitative nécessite de toujours suivre la même méthodologie. S'il est évident que les caractéristiques de la maille et de la forme de l'engin doivent demeurer identiques et que les volumes d'eau filtrée doivent être comparables, on a néanmoins souvent tendance à ignorer le trajet réel de l'engin et les variations de sa vitesse d'avancement. Or, dans le cas du chalut pélagique Isaacs-Kidd 10 pieds, les caractéristiques du dépresseur font que le trajet d'un trait oblique n'est pas constitué de deux parties rectilignes et symétriques. Pour échantillonner de la même façon les différentes couches d'eau, il est nécessaire d'agir à certains moments sur les vitesses du treuil et du bateau. Les variations de cette dernière sont à elles seules la cause de la plupart des fluctuations observées dans le profil des traits; dues à l'état de la mer et au manque général de précision des lochs aux faibles vitesses, elles sont le plus souvent indiscernables à l'observation humaine.

Au cours des 1500 traits réalisés, l'utilisation d'un loch secondaire précis et la mise en service d'appareils annexes ont permis de définir un protocole aboutissant à un type de trait dont on connaît les profils exacts dans le temps et l'espace et pour lequel les vitesses

d'avancement du filet à la descente et à la remontée sont différentes mais constantes, ce qui permet ainsi d'échantillonner chaque couche de la même façon, d'où une interprétation correcte des données. Il est sans doute difficile, même en zone à faibles courants, d'aller plus avant dans cette amélioration tant qu'on utilisera le seul matériel décrit dans cette étude. Des progrès notables seront certainement réalisés si l'on met en oeuvre des appareils de mesures annexes permettant de contrôler en continu la profondeur et la vitesse d'avancement du filet, mais on peut affirmer que la dernière étape à franchir, celle qui conduira à effectuer en un lieu donné quelconque un prélèvement quantitatif à une profondeur fixée à l'avance, ne pourra l'être qu'à l'avènement de matériel nouveau dans ses principes et ses performances.

Résumé

1. Cette étude tente de définir les modalités d'emploi du chalut pélagique Isaacs-Kidd 10 pieds en vue d'un échantillonnage quantitatif des populations en place.

2. Que ce soit pour des croisières saisonnières, géographiques, ou pour des études en stations fixes, l'absence de système ouvrant-fermant fonctionnant de façon satisfaisante et la conception même du filet ne permettent de réaliser que des traits obliques. Théoriquement, ce type de trait échantillonne de la même façon les différentes couches d'eau, permettant ainsi soit la comparaison directe de traits réalisés à la même profondeur, soit la comparaison par la méthode des différences, de traits effectués à diverses profondeurs.

3. La mise au point progressive du protocole a porté sur 1500 traits réalisés au cours de 16 croisières.

4. Seule l'utilisation conjointe de 2 enregistreurs fournissant, le premier la profondeur en fonction du temps, le second la profondeur en fonction de la distance parcourue par le filet, a permis de définir parfaitement le profil des traits.

5. Il est apparu rapidement qu'il était impossible de réaliser un trait symétrique dans le temps et l'espace, l'action du dépresseur en début de virage provoquant un palier dans la partie inférieure du profil, d'où un suréchantillonnage d'une couche par rapport aux autres. Afin de minimiser cet effet et de réduire les fortes tensions auxquelles était soumis le câble en zone équatoriale à cause de la stratification de courants de l'ordre de 1 à 2 noeuds, on a réduit la surface active du dépresseur par suppression d'une partie de la tôle. Cette modification s'étant avérée insuffisante, il a fallu, dans un dernier stade, laisser le filet plonger de lui-même pendant un certain temps en fin de filage, treuil stoppé et bateau ralenti.

6. On obtient ainsi un échantillonnage à vitesses différentes à la descente et à la remontée, ce qui fait

varier l'évitement des organismes, mais comme ces vitesses sont constantes, chaque couche est, au total, traversée de la même manière par le filet. Sur le plan méthodologique, il semble que peu de progrès puissent être réalisés avec le seul matériel utilisé dans cette étude. Une nette amélioration interviendra sans doute quand on disposera en routine d'appareils permettant de connaître en continu, sur le pont, la position et la vitesse de l'engin, mais la localisation exacte de la capture de chaque organisme dans le temps et l'espace ne pourra être connue qu'à l'issue de la mise en oeuvre de matériel nouveau dans ses principes et ses performances.

Littérature citée

- AIZAWA, Y., R. MARUMO and M. OMORI: Movement of plankton net in oblique haul. *Inf. Bull. Planktol. Japan* 12, 60—66 (1965).
- ARON, W., E. H. AHLSTROM, B. MCBARY, A. W. H. BE and W. D. CLARKE: Towing characteristics of plankton sampling gear. *Limnol. Oceanogr.* 10 (3), 333—340 (1965).
- , N. RAXTER, R. NOEL and W. ANDREWS: A description of a discrete depth plankton sampler with some notes on the towing behavior of a 6 foot Isaacs-Kidd mid-water trawl and a one-meter ring net. *Limnol. Oceanogr.* 9 (3), 324—333 (1964).
- BACKUS, R. H.: The "Pinger" as an aid in deep trawling. *J. Cons. perm. int. Explor. Mer* 30 (2), 270 (1966).
- and J. B. HERSEY: Echo-sounder observations of mid-water nets and their towing cables. *Deep. Sea Res.* 3 (4), 237—241 (1956).
- BÉ, A.: Quantitative multiple opening and closing plankton samplers. *Deep. Sea Res.* 9, 144—151 (1962).
- BODEN, B. P., E. M. KAMPA, J. M. SNODGRASS and R. F. DEVEREUX: A depth telerecording unit for marine biology. *J. mar. Res.* 14 (2), 205—209 (1955).
- CLARKE, M. R.: A new mid-water trawl for sampling discrete depth horizons. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 49 (4), 945—960 (1969).
- DAVIES, I. E. and E. G. BARHAM: The Tucker opening-closing micronekton net and its performance in a study of the deep scattering layer. *Mar. Biol.* 2, 127—131 (1969).
- FOXTON, P.: An automatic opening-closing device for large plankton nets and mid-water trawls. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 43 (2), 295—308 (1963).
- SOND Cruise 1965. Biological sampling methods and procedures. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 49 (3), 603—620 (1969).
- , W. ARON, M. LEGAND and T. NEMOTO: Micronekton. Report of Working Party No. 4. In: *Zooplankton sampling*. Monogr. oceanogr. Meth. 164—167 (1968).
- GEHRINGER, J. W. and W. ARON: Field techniques. In: *Zooplankton sampling*. Monogr. oceanogr. Meth. 87—104 (1968).
- HOLTON, A. A.: Feeding behavior of a vertically migrating lanternfish. *Pacif. Sci.* 23 (3), 325—331 (1969).
- IMANISHI, H., T. TANIGUCHI and A. KATAOKA: Hydrodynamic studies on the Isaacs-Kidd mid-water trawl. II: Field experiments of the 10 feet S-II type larva net. *Bull. Jap. Soc. scient. Fish.* 31, 663—668 (1965).
- ISAACS, J. D. and D. H. BROWN: Isaacs-Brown opening-closing trawl. *Univ. Calif. Scripps Inst. Oceanogr. Unpubl. Rep. Ref.* 66-18, 1—36 (1966).

- and L. W. KIDD: Isaacs-Kidd midwater trawl. *In*: Final Rep. Scripps Inst. Oceanogr. Ref. 53-3, 1—18 (1953).
- LONGHURST, A. R., A. D. REITH, R. E. BOWER and D. L. R. SEIBERT: A new system for the collection of multiple serial plankton samples. *Deep Sea Res.* 13 (2), 213—222 (1966).
- MICHEL, A. et R. GRANDPERRIN: Aperçu sur la distribution verticale du micronecton dans le Pacifique ouest équatorial (170°00 E). *Cahiers O.R.S.T.O.M. (Sér. Océanogr.)* 7 (2), 45—52 (1969).
- — Sélection du chalut pélagique Isaacs-Kidd 10 pieds. *Mar. Biol.* 6, 200—212 (1970).
- PEARCY, W. G. and L. HUBBARD: A modification of the Isaacs-Kidd midwater trawl for sampling at different depth intervals. *Deep. Sea Res.* 11 (2), 263—265 (1964).
- and R. M. LAURS: Vertical migration and distribution of mesopelagic fishes off Oregon. *Deep. Sea Res.* 13 (2), 153—165 (1966).
- TANIGUCHI, T., A. KATAOKA and H. IMANISHI: Hydrodynamic studies on the Isaacs-Kidd mid-water trawl I: Field experiments of the 10 feet S-I type larva net. *Bull. Jap. Soc. scient. Fish.* 31, 327—332 (1965).
- TRANter, D. J.: Discussion following the presentation of papers. p. 25. *In*: Symposium on hydrodynamics of plankton samplers, Sydney, February 1966.
- First author's address: Monsieur R. GRANDPERRIN
Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa
B.P. 4
Nouméa, New Caledonia

Date of final manuscript acceptance: July 14, 1970. Communicated by J. M. PERES, Marseilles

NOTES ICHTYOLOGIQUES (I)*

par P. FOURMANOIR**

RÉSUMÉ

La première partie des Notes Ichtyologiques concerne quatorze espèces prises au chalut Isaacs-Kidd dans le S.W. Pacifique. *Benthalbella alatus* est décrite comme nouvelle, une espèce de *Dolichopteryx* voisine de *longipes* pourrait aussi être nouvelle.

Winteria telescopa, *Cetominus gilli* sont signalés pour la première fois dans le Pacifique. *Dysalotus alcocki*, *Kali kerberti*, *Barbourisia rufa*, *Rondeletia loricata*, *Pellisulus facilis* paraissent maintenant avoir une large distribution.

La deuxième partie décrit trois poissons obtenus à la ligne dérivante japonaise. Les *Scombrolabrax heterolepis* adultes ont été pris directement à l'hameçon ; les jeunes *Scombrolabrax*, *Scombrosphyraena oceanica* nov. sp. et *Etelis filamentosus* nov. sp. ont été récoltés dans les estomacs de Thons et d'un Poisson-Lancette pris sur la ligne.

Scombrolabrax heterolepis apparaît relativement commun dans le S.W. Pacifique, parfois associé à *Lepidocybium flavobrunneum*.

Les Notes se terminent par une étude des formes jeunes de Latilidae trouvées dans les contenus stomacaux de Thons et Poisson-Lancette. La vie pélagique des post-larves de *Caulolatilus princeps* avait déjà été signalée en 1964 par LAVENBERG et FITCH au large de la Californie. Les récoltes de jeunes *Hoplolatilus* et *Caulolatilus*, des Nouvelles-Hébrides à la Nouvelle-Calédonie, surprennent toutefois car aucun adulte de Latilidae n'est connu dans le S.W. Pacifique.

Six *Malacanthus hoedti*, sous leur forme jeune *Dikellorhynchus incredibilis*, ont été trouvés dans les contenus stomacaux de Thons jaunes pris à la traîne, c'est la première fois que cette forme est signalée depuis sa découverte par J. L. B. SMITH en 1955.

SUMMARY

The first part of Ichthyological Notes is a list of fourteen species caught by Isaacs-Kidd midwater trawl in the south-west Pacific. *Benthalbella alatus* nov. sp. is described from one specimen, *Dolichopteryx* sp. has some features which distinguished it from *longipes*.

* Suite à paraître in Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., vol. VIII, n° 3, 1970 et sq.

** Océanographe biologiste, Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa (Nouvelle-Calédonie).

Winteria telescopa, *Cetominus gilli* are known for the first time in the Pacific Ocean. *Dysalotus alcocki*, *Kali kerberti*, *Barbourisia rufa*, *Rondeletia loricata*, *Pellisulus facilis* are now expected to be found in most part of the Pacific.

In the second part, are described three interesting fishes caught by Japanese long line :

- 1) *Scombrolabrax heterolepis* ;
- 2) *Scombrophyraena oceanica* nov. sp. ;
- 3) *Etelis filamentosus* nov. sp.

The new species were found in Tunas and Lancel Fishes stomachs.

In the young stages *Scombrolabrax heterolepis* appear to be associated with *Lepidocybium flavobrunneum*.

The last study (III) is concerning juveniles Latilidae found in Tunas and Lancel Fishes stomachs (*Dikellorhynchus* stage). Postlarval and pelagic stages of *Caulolatilus princeps* were recorded for the first time by LAVENBERG and FITCH in 1964 at a distance of 100 miles off the California coast. Abundance of juveniles *Hoplolatilus* and *Caulolatilus* from New Hebrides to New-Caledonia is surprising as adults of Latilidae have not yet been found in the Southwest Pacific.

Six young *Malacanthus hoedti* (*Dikellorhynchus incredibilis* Smith 1965) were collected in Yellowfin stomachs.

Ces notes concernent principalement des espèces méso ou bathypélagiques d'origine diverses provenant des récoltes du Centre O.R.S.T.O.M. à Nouméa.

1. POISSONS CAPTURÉS AU CHALUT ISAACS-KIDD

En examinant une partie des collections récentes de poissons bathypélagiques du Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa, nous avons remarqué sept espèces dont la présence dans le Pacifique n'avait pas été signalée et sept autres dont la distribution était encore peu connue. Toutes ont été capturées au chalut Isaacs-Kidd de 3 m lors des stations micronecton.

Nous présentons la liste de ces espèces avec la description de l'espèce nouvelle : *Benthalbella alata*.

FAMILLE DES CHIASMODONTIDAE

1. *Dysalotus alcocki* Mc Gilchrist 1905.

SMITH (J. L. B.). Ann. Mag. Nat. Hist. (13), VII, 1964 : 567.

PROVENANCE.

Croisière Cyclone IV station 4 ; 00°00'S-170°01'E, le 13.6.1967 à 13 h 04. Trait oblique 0-1200 m. Un exemplaire.

D. X-I 26. A. 26, P. 10. V. 6, L. I. 44

L.T. 7,7 cm, L.S. 6,5 cm, T. 1,6 cm, H. 0,95 cm.

P. 1,4 cm, V. 0,7 cm.

Les derniers rayons de la dorsale et de l'anale relativement élevés sont égaux à la moitié des rayons antérieurs. La caudale est fourchue. Les longues dents de la série extérieure sont dans un plan vertical, cependant leurs pointes lancéolées sont tournées vers l'intérieur. Les dents coniques, au nombre d'une douzaine à la mâchoire inférieure, sont très mobiles sur leur base hémisphérique.

2. *Kali kerberti* Weber 1913.

DE BEAUFORT. Fishes Ind. Austr. Archip., IX 1951 : 10.

SMITH (J. L. B.). Ann. Mag. Nat. Hist. (13), VII : 572-574.

PROVENANCE.

Croisière Caride III, station 17 ; 08°27'S-139°41'W, le 11.2.69 à 23 h. Un exemplaire.

L'exemplaire type (L.S.6.9 cm) pris en mer de Banda à 1886 m était le seul *Kali kerberti* connu jusqu'à présent.

DESCRIPTION.

L.S. 12,7 cm, L.T. 14,1 cm.

Nous avons compté, à la dorsale X épines flexibles et 25 rayons, à l'anale 25 rayons.

Établie d'après le type, la formule de Weber était D XI,24, A.25 celle de Smith : D. XI 25 A. 26 ou 27.

FAMILLE DES MELANOSTOMIATIDAE

REGAN (C. T.) et TREWAVAS (E.). Dana Rep., 6 : 1930, pp. 60-61.

MORROW (J. E.) et GIBBS (R. H.). In Fishes of the Western Atlantic, n° 1, part IV, 1964 : pp. 446-448.

3. *Thysanacリス dentex* Regan et Trewavas 1930.

PROVENANCE.

Croisière Cyclone IV station 4 ; 00°50'S-170°01'E, le 13.6.67 à 13 h 04. Trait oblique 0-1200 m. Un exemplaire.

L.S. 8 cm ; Photophores : I.P. 24 (14 à la base de la membrane entre chaque rayon branchiostège).

PV. 33 VAV 16 AC 11 DV 31 VAL 15.

Croisière Cyclone IV station 6 ; 01°25'S-170°00'E, le 13.6.67 à 21 h 15. Un exemplaire. L.S. 12 cm.

Croisière Caride IV st. 4 ; 0°18'S-130°27'N, le 13.6.67 à 13 h 04. Un exemplaire. L.S. 5 cm.

L'espèce est commune dans les collections de l'O.R.S.T.O.M. Il y a une apparence de continuité entre la ligne latérale de photophores et la série du 11-12 photophores postérieure (AC) de l'anale à la caudale, disposition qui paraît inversée dans le dessin de REGAN. GRANDPERRIN et RIVATON (1966) semblent avoir signalé pour la première fois la large distribution de *Thysanacリス* dans le Pacifique.

4. *Eustomias bulbornatus* Gibbs 1960.

COPEIA, 1960, n° 3, pp. : 200-203.

PROVENANCE.

Croisière Caride IV st. 4-le 14.6.67 à 17 h 07. Trait oblique 0-1200 m. Un exemplaire. L.S. 8 cm (D. 22, A. 31, P. 3).

Croisière Cyclone IV st. 11 ; 03°05'S-169°38'E le 14.6.67 à 17 h 07. Un exemplaire. L.S. 7 cm.

Le seul specimen connu de L.S. 9,6 cm, pris par l'Albatross au large des côtes du Japon en 1906, a été décrit en 1960.

FAMILLE DES BARBOURISIIDAE (Whale Fishes)

5. *Barbourisia rufa* Parr.

ROFEN (R. R.) 1957-1959. The whale Fishes : Families Cetomimidae, Barbourisiidae and Rondeletiidae (Order Cetunculi). *Galathea. Report*, vol. I, Copenhagen.

TATSUJI UENO and KOGI ABE. Studies on deep-water Fishes from off Okkaido and adjacent Regions. VIII-IX. Jap. J. Ichthyol., XIV, n° 1/3, August 21, 1966, 35-39, pl. 5 (coul.) *Barbourisia rufa* 35-37, pl. 5/1.

PROVENANCE.

Croisière Cyclone IV st. 11, 3°05'S-169°30'E. Trait oblique 0-1200 m. Un exemplaire.
D. 22, A. 18, P. 14, V. 6, Br. 5+1+15 ; L.S. 10,5 cm coloration blanche en formol.

PROVENANCE.

Croisière Saint Vincent le 7.11. 1966, nuit. Un exemplaire.
D. 21, A. 17, P. 13, V. 6, Pores de la ligne latérale 21.
Br. 5+1+14 ; L.S. 32 cm, coloration rouge vif en formol.

PROVENANCE.

Croisière Caride III st. 200 ; 0°08'N-154°02' W, le 2.3.69 à 19 h. Un exemplaire. L.S. 13,4 cm.
Croisière Caride IV st. 283 ; 0°-130°44' W, le 28.9.69 à 3 h. Trait oblique 0-1200 m. Un exemplaire. L.S. 22,5 cm, décoloré.

Références précédentes : PARR (1945) Golfe du Mexique- ROFEN (1957-1959) Cap d'Ambre, Madagascar- TALBOT (1960) Cape Town- ABE et MARUYAMA (1968), Kouriles- STRUHSACKER (1965), Floride- TATSUJI (1966) Okkaido.

Les trois *Barbourisia* de la collection de l'O.R.S.T.O.M. à Nouméa sont les 7^e, 8^e et 9^e exemplaires signalés. L'espèce est mentionnée pour la première fois dans le Pacifique Sud.

FAMILLE DES RONDELETIDAE

6. *Rondeletia loricata* Abe et Hotta 1963.

PROVENANCE.

Croisière Santo ; 20°46'S-166°56'E, le 26.7.68 à 8 heures.
D. 14, A. 13, P. 10, V. 5, 15 séries transverses d'une dizaine de tubercules ; L.S. 9,5 cm. Coloration brun noir.
Croisière Caride I st. 61 A ; 00°01'S-143°09'W, le 27.9.68 à 2 heures. Deux exemplaires. L.S. 6 cm et 5,4 cm.

FAMILLE DES CETOMINIDAE (Whale Fishes)

7. *Cetomimus gilli* Goode and Bean 1894.

PROVENANCE.

Croisière Cyclone IV st. 6 ; 03°56'S-170°00'E, le 13.6.67 à 21 h 15. Trait oblique 0-1200 m. Un exemplaire.
D. 16, A. 17, L.S. 5,3 cm.

PROVENANCE.

Croisière Bora II st. 9A ; 02°42'S-169°52'E, le 12.3.66 à 21 h 15. Trait oblique 0-1200 m. Un exemplaire.
D. 22, A. 17, L.S. 7,3 cm.
Signalé pour la première fois dans le Pacifique.

FAMILLE DES EVERMANELLIDAE

8. *Coccoerelle atrata* (Alcock) 1893.

PARR (A. E.). Bull. Bingham Oceanogr., coll., 3 (3), 1928 : 166-170.
ROFEN (R. R.). In Fishes of the Western Atlantic. Family Evermanellidae. 1966 : 528-536.

PROVENANCE.

Coride I st. 73 A ; 00°00'-145°30'W, le 29.9.68 à 20 h 13. Trait oblique 0-1070 m. Un exemplaire. L.S. 10,5 cm.

Contenus stomacaux d'*Alepisaurus* pris à la longue ligne : 1 exemplaire. L.S. 4,5 cm.

9. *Odontostomops normalops* (Parr) 1928.

PARR, pp. 164-166, ROFEN, pp. 519-527.

PROVENANCE.

Croisière Caride IV st. 4 ; 0°18'S-130°27'W. Un exemplaire. D.13, A. 33, P. 13, L.S. 3 cm.

Croisière Cyclone IV st. 9 ; 2°27'S-169°57'E, le 14.6.69 à 8 h 57. Un exemplaire. D. 12, A. 33, P. 12, LL. 38, L.S. 6,8 cm.

Croisière Cyclone IV st. 6 ; 1°25'S-170°00'E. Un exemplaire. D. 12, A. 33, P. 12, LL. 39, L.S. 7,4 cm.

GRANDPERRIN et RIVATON semblent l'avoir signalé pour la première fois dans le Pacifique en 1966.

FAMILLE DES SCOPELARCHIDAE

10. *Benthalbella alatus* n. sp. (fig. 1).

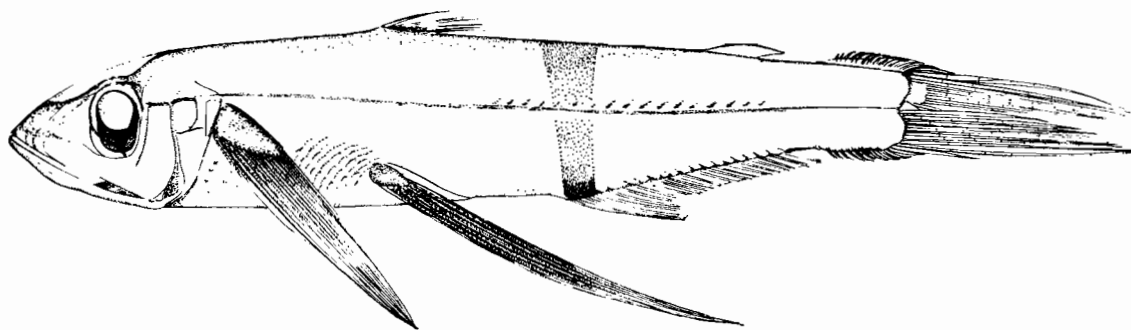


Fig. 1. — *Benthalbella alatus* n. sp. L.S. 4,8 cm.

Genres *Benthalbella* et *Neoscopelarchoides* in MARSHALL (N. B.), Discovery Rep. 27, 1955 : 303-336.

PROVENANCE.

1 Spéc. Croisière Cyclone VI st. 2 ; 00°18'S-169°57'E-le 2.9.67 à 5 h 41.

DESCRIPTION.

D. 9, A. 21, P. 25, V. 9, L.S. 4,8 cm, H. 1 cm, T. 1,15 cm.

Longueur des nageoires : ventrales 2,2 cm, pectorales 1,7 cm, caudale 1,5 cm.

L'holotype est déposé au Museum d'Histoire Naturelle de Paris sous le n° 1970-36

L'espèce est caractérisée par de très longues nageoires pectorales et ventrales. Elle diffère de *B. dubius* (Marshall) par les longues pectorales, la position un peu plus avancée de la dorsale par rapport aux ventrales, et la forme moins élevée. Des cinq espèces du genre, *dubius* est cependant le plus voisin par les formules des nageoires et les longues ventrales, cette disposition ne se rencontre pas chez les autres Scopelarchidae.

Le corps est blanc à l'exception d'une dizaine de séries d'écailles devant la base des ventrales, dont le bord est pigmenté et d'un anneau transversal qui apparaît gris par transparence et noir

près de l'origine de l'anale où la pigmentation est extérieure. Ce dernier caractère apparaît aussi dans la figure de *Benthalbella dubius* in MARSHALL, pl. XIX, fig. 4. Les deux tiers des ventrales sont noirs, la pectorale est également noire quoique moins foncée.

FAMILLE DES SCOPELOSAURIDAE

11. *Scopelosaurus hoedli* Blkr.

WEBER (M.) et DE BEAUFORT (L. F.). The Fishes of the Indo Australian Archipelago, II, 1913 : 176.

MARSHALL (N. B.) in Fishes of the Western North Atlantic. N° 1, part V, 1966 : 194-201.

PROVENANCE.

Croisière Cyclone II st. 5 ; 01°05'S-169°54'E, le 29.3.67 à 17 h 56. Un exemplaire.

D. 11, A. 18, P. 13, L.I. 57, Br. 1+1+15. L.S. 4,5 cm.

Croisière Bora III st. 118 ; 0°00-169°58'E le 22.6.66 à 21 h. Un exemplaire. L.S. 7,5 cm.

Croisière Alizé 3 (4) ; 0°49'S-98°18'W-le 25.11.64. Un exemplaire. L.S. 16 cm.

Décrit en 1860 d'après un exemplaire unique de 15,1 cm trouvé à Amboine, non signalé depuis cette date.

Scopelosaurus smithii Bean 1925 pris des deux côtés de l'Atlantique par le Dana, pourrait être cette espèce d'après MARSHALL.

FAMILLE DES SEARSIDAE

PARR (A. E.). The fishes of the family Searsidae. Dana report n° 51, 1960 : 94-97, fig. 68.

12. *Pellisulus facilis* Parr 1951.

PROVENANCE.

Croisière Cyclone II St. 1 : 00°00'-169°55'E, le 29.3.67 à 01 h 29. Un exemplaire.

D. 18, A. 16, L.I. 42, Br. 6+15, L.S. 7,9 cm, H. 1,7 cm, T. 2,5 cm, O. 1,17 cm.

Caractérisée par son œil large, l'absence de photophores, la situation presque opposée de la dorsale et de l'anale à bases presque égales.

Ce poisson n'était connu que de deux exemplaires du Pacifique.

FAMILLE OPISTHOPROCTIDAE

BRAUER (A.), WISS. ERGEBN. « Valdivia », 15 (1), 1906 : 14-16, pl. 1, fig. 4-10.

COHEN (D. M.) in Fishes of the Western North Atlantic, n° 1, Part IV, 1954 : 48-58, fig. 16-19.

PARR (A. E.). Bull. Bingham oceanogr. Coll., 3 (7) 1937 : 35, fig. 14.

BLACHE (J.). Poissons bathypélagiques rares ou peu connus provenant des eaux de l'Atlantique oriental tropical. In Cahiers de l' O.R.S.T.O.M., n° 5, 1963 : 89-90.

FITCH (J. E.) et LAVENBERG (R. J.). Deep water fishes of California. Cambridge Univ. Press, London England 1968 : 24-26, fig. 5.

13. *Dolichopteryx* sp. (fig. 2).

Croisière Caride III st. 4 A 170 ; 00°07'N-152°40'W, le 1.3.69 à 9 h 36. Trait oblique 0-510 m.

D. 10, A. 9, Pect. 15. L.S. 10,1 cm, H. 1,2 cm, T. 3,1 cm. Museau 1,4 cm.

Cette espèce est très voisine de *Dolichopteryx longipes* (Vaillant). Elle en diffère par l'absence de la bande brune qui parcourt le museau de *longipes*.

Les différences anatomiques semblent se limiter à un nombre plus élevé de rayons à la pectorale à un pédoncule caudal un peu plus long.

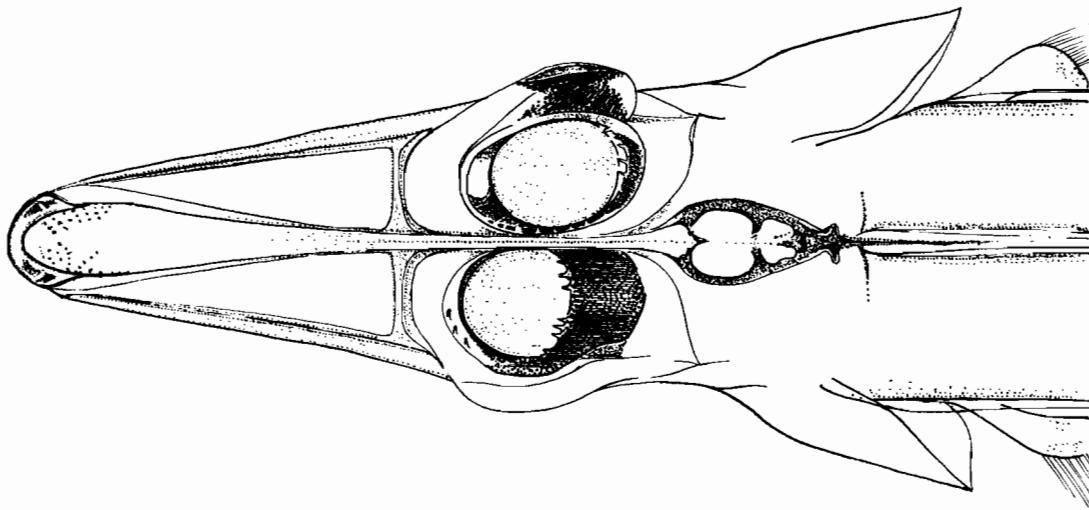


Fig. 2. — *Dolichopteryx* sp. (Tête, vue dorsale). L.S. 10,1 cm.

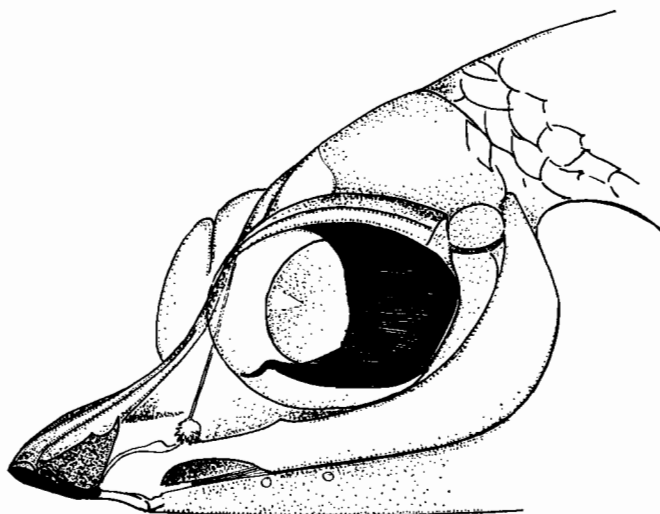


Fig. 3. — *Winteria telescopa* Brauer (Tête vue de côté). Exemple de 7,1 cm.

14. *Winteria telescopa* Brauer. 1901 (fig. 3).*

PROVENANCE.

Croisière Caride III, st. 111 ; 0°00-144°52'W, le 22.2.69 à 23 h 40. Trait oblique 0-600 m. Un exemplaire. L.S. 7,1 cm.

Croisière Bora III, 11 B ; 0°00-169°58'E, le 22.6.66 à 21 h. Un exemplaire. L.S. 8,7 cm.

Les trois exemplaires signalés jusqu'à présent, par BRAUER 1901 et BLACHE 1964, provenaient du golfe de Guinée.

* En cours d'impression, nous avons appris la distribution circum mondiale de *Winteria telescopa* (Haedrich L. et Craddock E., Breviora n° 294, 1958) avec 25 exemplaires connus.

II. DESCRIPTION DE TROIS POISSONS PRIS AU COURS DE PÊCHES A LA LONGUE LIGNE

1. *Scombrolabrax heterolepis* Roule.

Pris sur une ligne profonde pendant la nuit et trouvé également dans les contenus stomacaux de *Thunnus alalunga* et *Thunnus albacares*.

2. *Scombrophyraena oceanica* nov. gen. nov. sp.

Contenu stomacal d'un *Thunnus alalunga* de longue ligne.

3. *Etelis filamentosus* nov. sp.

Contenu stomacal d'un *Alepisaurus ferox* pris à la longue ligne.

FAMILLE DES SCOMBROLABRACIDAE

1. *Scombrolabrax heterolepis* Roule 1922 (fig. 4).

ROULE (L.). Bull. Inst. Oceanogr. n° 408 : 1-8, fig. 1-4.

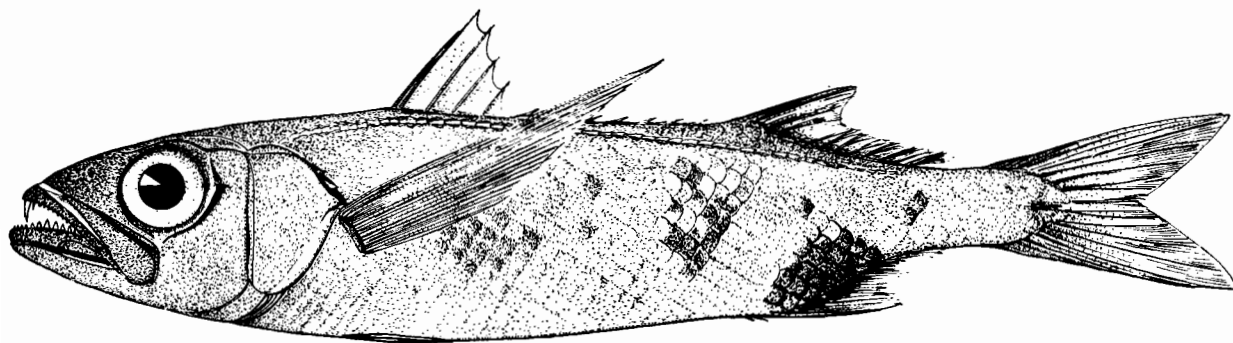


Fig. 4. — *Scombrolabrax heterolepis* Roule. L.S. 25,3 cm.

GREY (M.). Description of a western Atlantic specimen of *Scombrolabrax heterolepis* Roule and notes on fishes of the family Gempylidae, Copeia, 1960, n° 2 : 210-215, fig. 1-3.

GOSLINE (W. A.). The Suborders of Perciform fishes, Proc. U. S. Nat. Mus. vol. 124, n° 3647, 1968 : 31-38, fig. 6.

a. *Au large des Tuamotu (Rangiroa)*, 13°54'S-149°11'W : Huit exemplaires adultes pris le 15.1.69 sur une ligne à thons profonde (230 à 300 m) pendant la nuit. Quatre exemplaires coupés ou mordus, deux exemplaires perdus, deux exemplaires réservés à la collection en très bon état. Les huit exemplaires capturés étaient sensiblement de même taille et répartis sur toute la ligne de vingt baskets.

MESURES ET DESCRIPTIONS.

D1. VI+VII (2^e ex. VII+V), D2. I+14 ; A II+I+15, P. 19, L.I. 49, ec. transv. sous D2 : 16, Br. 6 (dont 1 rud.) ; L.S. 25,3 cm, L.T. 30,5, T. 8,3, H. 6,2 ; O. 2,3.

Péd. caudal (hauteur) 2,2 ; museau 2,4 ; longueur postorbitaire de la tête 3,7.

Longueur des nageoires (en cm) : pectorale 8,8, caudale (lobe inférieur) 5,7.

Longueur des épines de la dorsale I : 2,4 ; II : 3,2 ; III : 3,1 ; VI : 1,3 ; épines I et II très

rapprochées, les épines basses VII à XII croissent légèrement de 0,7 à 0,8. Chez le 2^e exemplaire en collection, les épines I et II sont un peu plus écartées que ne l'indique la figure de l'exemplaire mesuré.

Rayons antérieurs de D2 : 3,6 ; de A : 3,5 ; bases de D2 et A : 3,5.

b. *Contenus stomacaux de Thunnus alalunga et Thunnus albacares*. Santo (Nouvelles-Hébrides) le 23.7.68, ligne dérivante ; 16°30'S-166°58'E. Deux exemplaires. L.S. 4,6 et 5,3 cm.

Croisière Calmar I. LL7 ; 13°54'S-143°11'W le 14.1.69. Trois exemplaires. L.S. 5,6 et 7 cm.

Croisière Calmar V. LL2 ; 14°40'S-154°55'W, le 18.10.69. Deux exemplaires. L.S. 6,2 et 4,8 cm.

Croisière Calmar V. LL3 ; 18°16'S-151°40'W, le 22.10.69. Un exemplaire. L.S. 4,3 cm.

Les deux épines antérieures de l'anale sont relativement grandes comme chez les jeunes Gempylidae. Les épines basses à la dorsale sont faiblement décroissantes d'avant en arrière. Les épines II à V diminuent dans une proportion bien inférieure à celle de l'exemplaire adulte que nous avons figuré. Les six branchiospines qui sont disposées sur l'arc inférieur sont formées, la sixième est déjà rudimentaire. La ligne latérale continue un peu en arrière de la base de la dorsale alors que nous l'avons plus distinguée après celle-ci chez les deux adultes. Le bout du museau est fortement pigmenté de noir.

Ces formes jeunes de *Scombrolabrax* ont été parfois trouvés en même temps que celles de *Lepidocybium*. Signalons aussi que l'exemplaire de 4,8 cm, proie d'un Thon blanc, avait dans son estomac une post-larve de *Scombrolabrax* de 3 cm.

La découverte de *Scombrolabrax heterolepis* dans le Pacifique est intéressante, les trois autres exemplaires décrits provenant de l'Atlantique : 1915, Madère-1952, Espagne-1958, Golfe du Mexique.

A Madère, quelques autres exemplaires ont été observés par MAUL.

La capture sur la longue ligne à thons de 8 exemplaires adultes en même temps et la présence de formes juvéniles dans plusieurs contenus stomacaux de Thons, indiquent que l'espèce serait par place abondante dans le Pacifique Sud-Ouest.

FAMILLE DES SCOMBROPSIDAE

2. *Scombrophyraena oceanica* nov. gen., nov. sp. fig. 5.

PROVENANCE.

Contenu stomacal de 3 *Thunnus alalunga* pris à la ligne japonaise, Santo, 16°30'S-166°58'E, le 23.7.68 : 5 ex. L.S. 3,5 cm à 6 cm.

Croisière Calmar IV, 24.7.68. 1 ex. L.S. 5,2 cm.

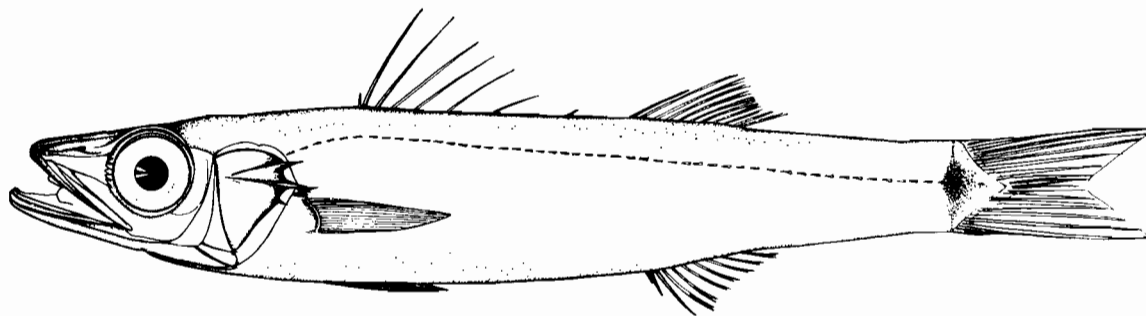


Fig. 5.— *Scombrophyraena oceanica* n. sp. L.S. 4,8 cm.

L'exemplaire de 4,8 cm le mieux conservé a été pris comme Lectotype. Il est déposé au County Museum Nat. Hist. de Los Angeles. Les Syntypes sont déposés au Museum National d'Histoire Naturelle de Paris ; ils consistent en un exemplaire de 6 cm en assez bon état et en quatre exemplaires de 3,5 à 4,2 cm partiellement digérés.

Scombrophyraena nov. gen.

Forme allongée, L/H 4,7-5,5. Bouche large. Trois épines operculaires, les deux supérieures fortes. Oeil très large, museau relativement allongé égal au diamètre oculaire.

Première dorsale élevée, avec huit épines. La longueur des épines antérieures peut atteindre les trois quarts de la hauteur du corps. La huitième épine très petite et aplatie est très éloignée de la septième.

Deuxième dorsale avec 10 rayons, anale avec 7 rayons. L'origine des ventrales est sous l'origine inférieure de la nageoire pectorale. Le pédoncule caudal est très allongé. La ressemblance superficielle avec un petit *Sphyraena* explique le nom donné au genre.

DESCRIPTION.

D. VIII-I. 10, A III 7, P. 14, V. 15, L.1. 50, Br. 8+1+22, L/H 4,7-5,5.

Forme allongée, profil dorsal presque rectiligne.

La tête est égale à environ une fois et demie la hauteur du corps qui est maximum à l'origine de la nageoire dorsale. La longueur du museau est sensiblement égale au diamètre de l'œil. L'œil très large est égal à 1,6 fois la longueur interorbitaire. La mâchoire inférieure a quatre canines groupées courtes et robustes de part et d'autre de la symphyse, suivies sur les côtés d'une dizaine de dents régulièrement espacées, plus faibles. Le dentaire présente une élévation osseuse de forme carrée, très élevée, caractère qui avec l'encoche de la symphyse prémaxillaire rappelle *Symphysanodon*.

Le vomer très en relief à bord antérieur en V très ouvert a une vingtaine de dents. Il y a de très petites dents sur les palatins en une rangée. Le lacrymal au contact du bord antérieur de l'œil porte 8 ou 9 épines. Le bord préoperculaire postérieur est finement denticulé. L'opercule est armé de deux très fortes épines et d'une troisième inférieure plus faible.

La nageoire dorsale a sept épines suivies d'une huitième très écartée, disposition qui rappelle *Acropoma annectens*. L'écartement des épines s'accroît de la 4^e à la 8^e. La 8^e épine n'est pas visible chez l'un des petits exemplaires.

L'origine de l'anale est postérieure à celle de la 2^e dorsale. L'origine des ventrales est sous l'origine inférieure de la pectorale. La caudale est fourchue.

L'espèce se rapproche du genre *Neoscombrops* par la dentition, les épines operculaires, la disposition et formule des nageoires. Elle en diffère par la forme très allongée, l'éloignement de la 8^e épine de la dorsale, la caudale fourchue.

La ressemblance avec *Epigonus atherinoides* Gilbert (tel qu'il est figuré par GILBERT dans Deep-sea fishes of the Hawaiian islands à la planche 79) et *E. occidentalis* Goode and Bean, de la famille des Apogonidae, est grande, il y a similitude anatomique et convergence de forme due au même mode de vie pélagique. Les différences : armature de l'opercule, dentition, présence de trois épines et de sept rayons à l'anale font choisir un classement chez les Scombropsidae plutôt que chez les Apogonidae.

FAMILLE DES ETELIDAE

Etelis filamenlosus n. sp. (fig. 6).

PROVENANCE.

22°52'S-162°20'E, le 4.7.61.

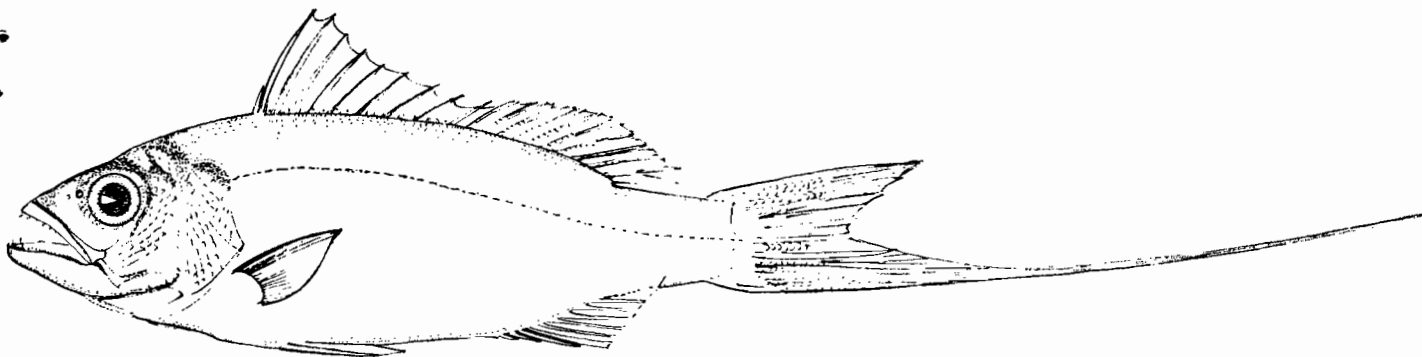


Fig. 6. -- *Etelis filamentosus* n. sp. L.S. 14,2 cm.

Contenu stomacal d'*Alepisaurus ferox*, un exemplaire : L.S. 14,2 cm.

DESCRIPTION.

D. X 11, A III 9, P. 16, V. 15, L.1. 46+2 pores sur la caudale. Br. Partie supérieure de l'arc 4+2 rud, partie inférieure 12+2 rud (y compris la branchiospine située à l'angle) ; L/H 3,2.

Forme moyennement allongée, profils dorsal et ventral semblables, pédoncule caudal robuste.

Mâchoire inférieure proéminente, l'angle maxillaire atteint le niveau du milieu de l'œil ; 1 paire de canines supérieures, 2 paires inférieures. La région interorbitaire très faiblement convexe a une largeur un peu supérieure au diamètre de l'œil. La narine antérieure a une lamelle membraneuse le long du bord postérieur vertical. La nageoire anale diffère de celles des deux *Etelis* connus par un rayon de plus. La pectorale courte rappelle *Aprion virescens*. L'allongement des trois rayons inférieurs de la caudale en un long filament fait penser aux *Penlapus*. Chez les *Etelidae* (*Aprion*, *Prislipomoides*, *Tropidionus*, *Etelis*, *Aphareus*) seul *Etelis oculatus* montre un allongement modéré en filament du lobe inférieur de la caudale ; par d'autres caractères (dorsale épineuse, dentition, forme du corps), *Etelis carbunculus* est plus rapproché de notre espèce.

COLORATION.

On discerne chez l'exemplaire formolé quatre ou cinq bandes foncées, un peu inclinées vers l'avant qui se fondent avec la coloration gris foncé du dos et de la base de la dorsale. D'après M. LEGAND qui a récolté ce poisson, la coloration avant la mise au formol était rosée sans zones foncées.

MENSURATIONS (en cm).

L.S. 14,2 ; H. 4,6 ; T. 4,3 ; O. 1,2 Péd. caud. (hauteur) 1,7, P. 2,3 ; V. 2,8 ; DI, 2^e épine 2,4.

A. rayon antérieur 2,1.

Holotype déposé au Museum National d'Histoire Naturelle de Paris sous le n° 1970-33.

III. CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES FORMES JEUNES PÉLAGIQUES DE LATILIDAE ET MALACANTHIDAE

Les formes jeunes pélagiques des Malacanthidae ont été décrites par J. L. B. SMITH en 1956 pour l'une des deux espèces de l'Océan Indien et en 1958 par M. F. BERRY pour l'espèce atlantique, sous le terme *Dikellorhynchus*. Elles sont caractérisées par la disposition de la tête, couverte

sur le dessus de stries serrées, présentant aussi des lamelles épineuses et un rostre ainsi que par les écailles dont la carène transversale différencie trois à quatre épines.

Deux formes au moins sur les cinq que nous avons récoltées correspondent à des stades plus jeunes que ceux décrits par les deux auteurs mentionnés, elles sont cependant assez spécialisées dans leur formule de nageoires et d'écailles pour reconnaître des Latilidae, famille parfois incluse dans les Malacanthidae (BERRY, F. H., Copeia 1958, n° 2, p. 20. BERTIN et ARAMBOURG, traité de Zoologie, t. XIII, 3, 1958). Les striations, le rostre (développé ou en régression), les écailles sont si proches à quelques détails près des *Dikellorhynchus* que ce terme générique peut s'appliquer aussi à nos Latilidae juvéniles.

Dans cet article nous décrivons ainsi :

A : quatre *Dikellorhynchus* de Latilidae (jeunes d'*Hoplotalilus* et de *Caulotalilus*) trouvés dans les estomacs de Lancetfish et de Thons pris au large.

B : *Dikellorhynchus incredibilis* Smith (jeune de *Malacanthus hoedli*) nourriture des Thons jaunes côtiers de Nouvelle-Calédonie.

A. *Hoplotalilus* sp. (fig. 7).

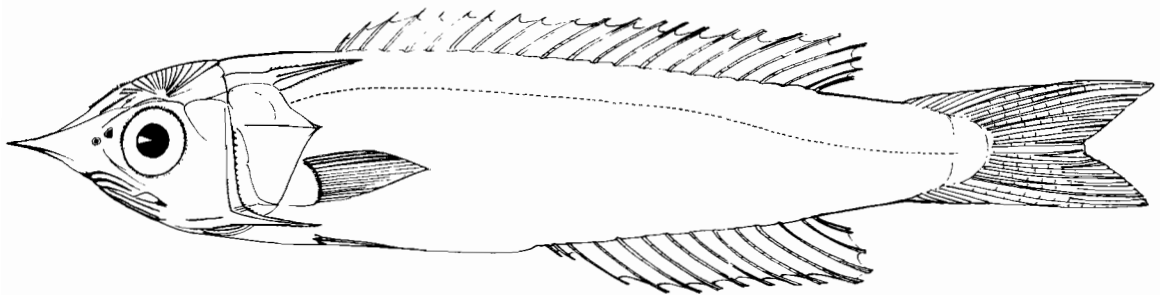


Fig. 7. — *Hoplotalilus* sp.

PROVENANCE.

Contenus stomacaux d'*Alepisaurus*, de *Thunnus alalunga* et *Thunnus albacares* pris à la longue ligne japonaise, 55 exemplaires de 2,2 à 4,2 cm.

DESCRIPTION.

D. X. 12-13 (rarement IX) A. II 12 (quelquefois 13), environ 120 séries d'écailles, L.1. 100 env., Br. 8+1+14, L/H 4,5. Les caractères les plus marquants de cette forme pélagique juvénile sont le rostre pointu et la forte épine ptérotique dirigée vers l'arrière.

L'épine à l'angle de l'opercule dépasse l'origine des ventrales, elle doit diminuer de plus de moitié pendant la croissance.

Les écailles observées au-dessus de la ligne latérale ont une douzaine de petites épines perpendiculaires régulièrement réparties sur une petite surface à l'extrémité de l'écaille.

La disposition des nageoires dorsale et anale est caractéristique du genre *Hoplotalilus*, voisine aussi de celle des *Branchiostegus* au nombre varié d'épines dorsales. La dorsale molle est un peu plus élevée que l'épineuse, les rayons croissent graduellement à l'exception des deux derniers qui diminuent brusquement donnant à la nageoire un bord postérieur vertical. L'anale qui débute sous le 1^{er} ou 2^e rayon dorsal, a une disposition semblable. La caudale est fourchue mais on remarque une tendance à l'allongement des rayons médians qui combleront légèrement le fond de l'échancrure.

Malgré l'éloignement des provenances, nous pensons qu'à cette forme juvénile pélagique doit correspondre un adulte très voisin de *Hoplolatilus fronticinctus* Gunther de l'île Maurice connu seulement de deux exemplaires adultes. La seule différence importante est la longueur réduite de l'avant dernier rayon de la dorsale et de l'anale, ces rayons sont prolongés chez *fronticinctus*.

2. *Caulolatilus princeps* (Jenyns), fig. 8.

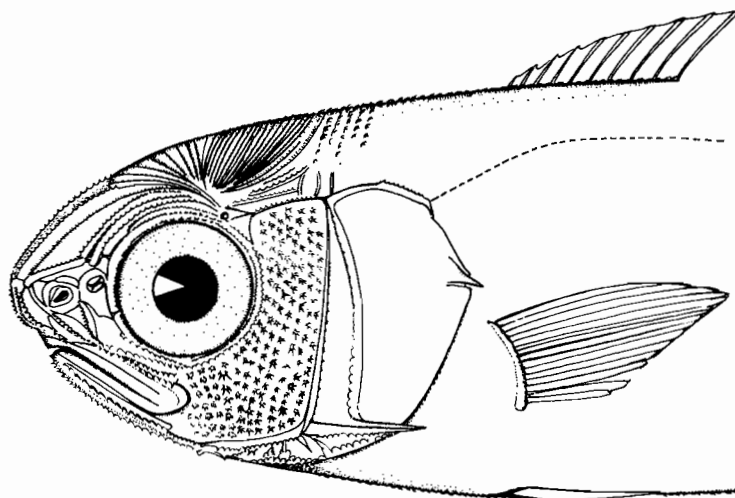


Fig. 8. — *Caulolatilus princeps* (Jenyns).

PROVENANCE.

Contenus stomacal d'*Alepisaurus*, de *Thunnus alalunga* et *Thunnus albacares* pris à la longue ligne japonaise :

15 exemplaires de 3,2 à 4,2 cm.

DESCRIPTION.

D. IX 25-28, A. I 20, Br. 6+1+14, L.l. env. 120, L/H 3,5.

Forme oblongue, tête armée d'une épine operculaire et préoperculaire, couverte de crêtes nombreuses en faisceaux. A ce stade juvénile la structure de la dorsale est mal définie ; dans quelques cas on distingue quatre rayons antérieurs épineux, chez la majorité aucune épine n'apparaît et la formule est de 9 rayons antérieurs simples suivis de 25 à 28 rayons divisés.

La tête a trois crêtes ou lamelles supra-orbitaires sensiblement parallèles au bord de l'œil et deux faisceaux d'arcs et de droites au nombre de 20-22 issus d'une origine supra-orbitaire postérieure. Les faisceaux d'arcs se rejoignent presque laissant un étroit intervalle médian. Sous la tête, il y a trois crêtes parallèles au profil inférieur.

A la mâchoire supérieure, antérieurement 5 canines dont 3 fortes suivies latéralement d'une quinzaine de très petites dents. A la mâchoire inférieure une rangée antérieure et externe de canines suivies en arrière et de chaque côté d'une douzaine de dents plus faibles.

Le vomer porte une dizaine de dents.

Les écailles petites ont des épines en forme d'aiguille. Latéralement et ventralement, elles présentent 4 à 7 épines presque réunies à l'origine, elles sont en effet portées par une base étroite située près de l'extrémité. Les épines divergent dans un plan vertical qui est perpendiculaire à l'axe longitudinal. Dorsalement les écailles n'ont que deux épines.

3. *Caulolatilus* sp. (fig. 9).

PROVENANCE.

Contenu stomacal de *Thunnus albacares* pris à la ligne japonaise. 20 exemplaires de 3,1 à 3,8 cm.

D. IX-X, 16-15 ; A 1, 13-14 ; L.l. 100 env.

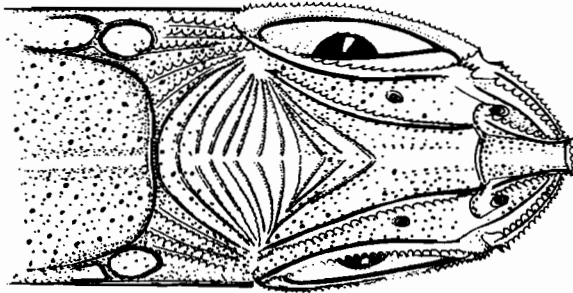


Fig. 9. — *Caulolatilus* sp. (Tête vue de dessus).
Exemplaire L.S. 3,4 cm.

En raison de la forme identique du corps et de la tête, cette espèce ne peut être distinguée à l'œil nu de la précédente. Les principales différences sont un nombre de rayons ainsi que de crêtes céphaliques en moins grand nombre. Il n'y a qu'une lamelle supra-orbitaire, au lieu de trois chez l'espèce précédente et seulement deux sous la bouche. L'épine operculaire est faible.

La dentition est forte. A la mâchoire supérieure le prémaxillaire porte 3 paires de canines, une faible près de la symphyse et deux puissantes canines externes incur-

vées latéralement, le maxillaire porte une vingtaine de petites dents.

La mâchoire inférieure porte antérieurement une série externe et un peu inférieure de six canines moyennes (3 de chaque côté de la symphyse) suivies de chaque côté d'une douzaine de canines semblables le long d'une rangée interne par rapport à la série de dents antérieures. Nous n'avons pas distingué de dents sur le vomer.

Chez certains exemplaires, la dentition est moins forte surtout en ce qui concerne les canines supérieures et elle ne diffère guère alors de celle de l'espèce précédente. Les écailles ont deux ou trois longues épines verticales en forme d'aiguille, nettement plus longues que chez l'espèce précédente.

Cette espèce n'a jamais été trouvée en même temps que *C. princeps*.

4. Signalons enfin une forme postlarvaire à rostre (L.S. 2,6 cm) rappelant les jeunes *Hoplolatilus* mais de forme plus courte, différant aussi par les détails des crêtes et des lamelles céphaliques et le développement encore plus grand de l'épine ptérotique. La formule des nageoires paraît être D X 13, A II 13, les épines III, IV, V de la dorsale sont les plus grandes. Ce spécimen a été trouvé en même temps que neuf exemplaires de 3,1 à 3,4 cm de la forme précédente dans un contenu stomacal de thon jaune, pris à la ligne japonaise près de Santo (21.7.68) (fig. 10).

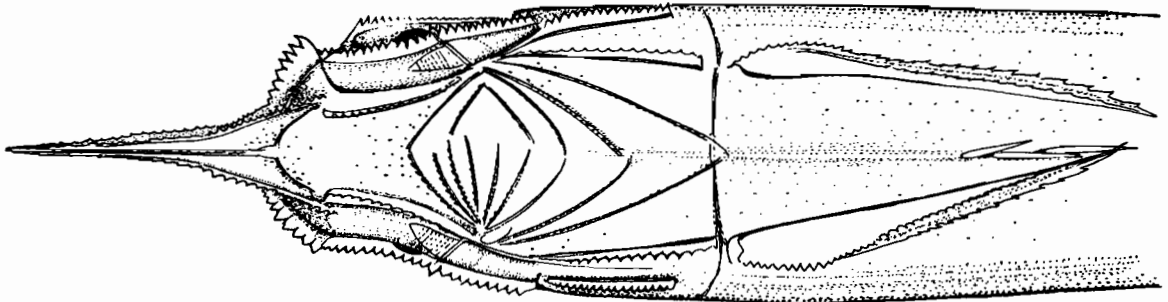


Fig. 10. — *Hoplolatilus* sp. (région antérieure, vue de dessus). Exemplaire de 2,6 cm.

L'abondance des formes jeunes de Latilidae surprend car cette famille n'a pas été mentionnée jusqu'à présent dans la région Ouest Pacifique.

Les adultes de Latilidae (*Caulolatilus*) sont par contre bien connus aux Galapagos, au Pérou et en Californie.

LAVENBERG et FITCH (1966) ont signalé la récolte de préjuvéniles de *Caulolatilus princeps* au chalut bathypélagique et dans les contenus stomacaux de Thon blanc à plus de 100 milles de la côte de Californie.

B : *Dikellorhynchus incredibilis* Smith forme jeune pélagique de *Malacanthus hoedli* B1kr.

Les six exemplaires de 5,5 à 7 cm de longueur standard, recueillis dans les contenus stomacaux de cinq thons pris à la traîne autour des passes du lagon de Nouvelle-Calédonie, sont les premiers signalés depuis la découverte de l'exemplaire de 6 cm par J. L. B. SMITH (1955) en Afrique du Sud. Cette forme juvénile attirait l'attention par un rostre en forme d'ancre et de nombreuses crêtes dentelées, on pouvait s'attendre à retrouver une disposition semblable chez d'autres Malacanthidae et chez les Latilidae très voisins. C'est ainsi, sous une forme de *Dikellorhynchus* comparable (*tropidolepis* Berry), qu'a été trouvé le jeune *Malacanthus plumieri* de l'Atlantique (1956).

Nous avons vérifié que les écailles de *incredibilis* avaient la même disposition que celle de *tropidolepis*, la seule différence est la situation des trois épines : sur le bord extérieur de la surface carénée (à l'origine, au milieu et à l'extrémité) chez *incredibilis*, groupées le long de la moitié postérieure de la carène chez *tropidolepis*.

Manuscrit reçu le 23 mars 1970.

**PHRONIMIDAE DU BASSIN INDO-AUSTRALIEN
(AMPHIPODES HYPÉRIDES)
CYCLE GÉNITAL ET RÉPARTITION SAISONNIÈRE
RELATIONS QUANTITATIVES ET ÉCOLOGIQUES**

par R. REPELIN*

RÉSUMÉ

La réalisation d'un programme de pêches pélagiques dans le Bassin indo-australien a montré une richesse notable des eaux en Amphipodes de la famille des Phronimidae. 88 collectes furent exécutées de nuit avec un chalut Isaacs-Kidd.

Toutes les espèces admises par les auteurs y sont représentées à l'exception de Phronima affinis.

Phronima sedentaria, P. atlantica, P. stebbingi et Phronimella elongata sont prédominantes et se répartissent en deux peuplements occupant les eaux de subsurface tropicale et subtropicale à teneur minimale d'oxygène dissous. Par contre, P. pacifica, P. curvipes et P. solitaria se cantonnent principalement dans les masses tropicales tandis que P. colletti se localise dans les couches subtropicales exclusivement.

L'examen des phénomènes sexuels révèle des cycles reproducteurs assez différents d'une espèce à l'autre. Dans la zone prospectée, P. sedentaria, P. solitaria, P. pacifica et Phronimella elongata réalisent un repeuplement principal au printemps suivi quelque temps plus tard, d'une recrudescence secondaire durant l'automne. La cyclisation de la reproduction, chez ces espèces, se trouve plus ou moins sous la dépendance des « saisons biologiques » dont le développement s'observe, en fonction de la latitude, à des époques différentes de l'année.

En revanche, les espèces P. atlantica, P. stebbingi et P. curvipes manifestent, en milieu tropical, une activité génitale s'étendant à toutes les saisons de l'année.

Bien qu'appartenant à un groupe considéré comme omnivore, les individus de l'E. indien présentent une alimentation reposant essentiellement sur les Coelentérés (Méduses et Siphonophores).

SUMMARY

A seasonal sampling program undertaken in the indo-australian waters has revealed a remarkable abundance of Amphipods of the Family Phronimidae. 88 samples were collected during the night with an Isaacs-Kidd Midwater Trawl. .

* Océanographe biologiste, Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa (Nouvelle-Calédonie).

Except Phronima affinis, all known species are here reported on. Populations of great density are observed in both the tropical and the subtropical subsurface, low oxygen, water bodies. P. sedentaria, P. atlantica, P. stebbingi and Phronimella elongata are dominant forms and occur concurrently in either water masses. On the contrary, P. pacifica, P. curvipes and P. solitaria are present mainly in the tropical layers, while P. colletti is found exclusively in the subtropical habitat.

Data on the reproductive cycles show different features between the species. In the E. indian waters, evidences suggest that P. sedentaria, P. solitaria, P. pacifica, and Phronimella elongata may present a high reproductive activity during the spring months and, later, a recrudescence, much weaker, during the autumn months. Both propagations are dependent on the « biological seasons » of the sea which take place at different periods of the year in relation to the latitude. On the other hand, in tropical layers, P. atlantica, P. stebbingi and P. curvipes may breed during all the year.

It is considered that Phronimids, as a whole, are omnivorous in food habits. Stomach contents of Indian Ocean specimens, with a dominance of nematocysts, indicate a diet chiefly composed of Coelenterates (Medusae and Siphonophorae).

INTRODUCTION

Parmi les Amphipodes pélagiques, la famille des *Phronimidae* est signalée des eaux tropicales et tempérées de tous les océans. De nombreuses localisations ont été obtenues grâce aux grandes expéditions océanographiques, mais on note, malgré tout, une insuffisance de données pour certaines aires géographiques. D'autre part, l'absence de répétitions périodiques des investigations dans les zones explorées ne permet pas une interprétation aisée des phénomènes saisonniers. A cet égard, la réalisation d'un programme de prélèvements échelonnés sur une année environ, dans les eaux du Bassin indo-australien, était susceptible de conduire à des résultats inédits concernant la biologie et l'écologie des *Phronimidae*.

De 1962 à 1963, six croisières furent exécutées tous les 2 mois environ, le long du méridien 110° E, par la Division of Fisheries and Oceanography du CSIRO* avec la collaboration du Laboratoire d'Océanographie du Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa (Nouvelle-Calédonie).

Les opérations de macroplanctonologie furent dirigées durant chaque croisière par l'un des Océanographes suivants : M. LEGAND, B. WAUTHY, R. DESROSIÈRES, Y. MAGNIER et J. P. FAGET.

En ce qui concerne les *Phronimidae*, la collecte d'environ 4.200 spécimens, a permis la localisation de 8 espèces ainsi que l'établissement des distributions d'abondance dans le temps et dans l'espace. Les phénomènes saisonniers et les cycles de maturation sexuelle ont également été précisés en fonction des propriétés physico-chimiques des masses océaniques dans lesquelles s'exerçait l'activité biologique. Des cas de variations géographiques dans les caractères spécifiques ayant été signalés par les auteurs, la recherche de différences morphologiques d'ordre régional a été entreprise sur les populations indiennes.

1. MÉTHODOLOGIE

Les 6 croisières saisonnières furent exécutées par les navires de recherches australiens « HMAS. GASGOYNE » et « HMAS. DIAMANTINA ».

* CSIRO : Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization.

Tous les deux mois environ, une radiale située sur le méridien 110° E était parcourue dans les deux sens de 9°30' à 32°S. Les stations de biologie furent occupées tous les 1°30' de latitude, au-dessus de fonds de 4000 à 5000 m, excepté à 9°30'S où la profondeur océanique atteignait approximativement 1200 m (fig. 1).

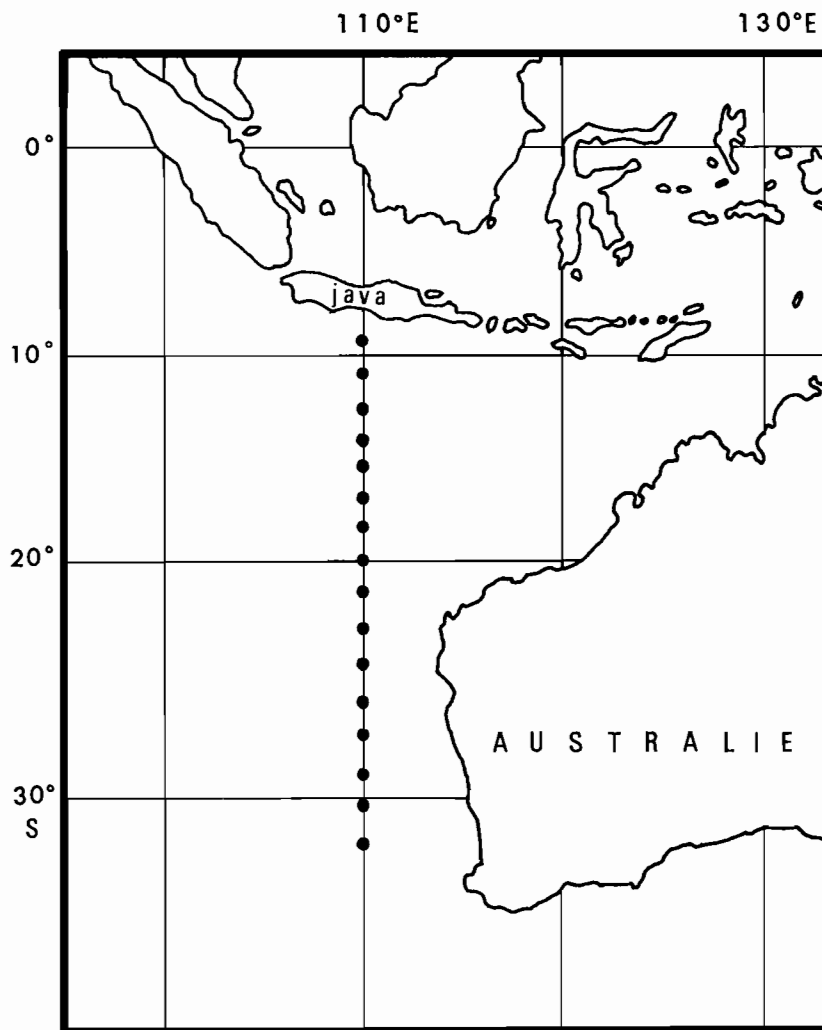


Fig. 1. — Stations de pêches au chalut Isaacs-Kidd.

Les pêches pélagiques prenaient place tous les soirs vers 21 h 40 et intéressaient la couche 0-200 m. L'engin en utilisation était un chalut Isaacs-Kidd de 1,5 m d'envergure, équipé d'un bathymètre (HAMON, TRANTER et HÉRON 1963). Le filet comportait deux parties différentes, une section principale constituée de nappes de nylon à mailles (étirées) de 12 mm, et une section terminale conique pourvue d'une gaze de mailles n° 2 (0,366 mm). La manœuvre du navire était effectuée de façon à obtenir un trait oblique du dispositif, à une vitesse d'environ 3 nœuds.

Les échantillons provenant de 88 collectes ont été fixés au formol neutre à 10 %. Les examens ont porté sur la totalité des spécimens, qui ont été séparés par un triage à la main.

Les travaux nécessitant l'intervention de données quantitatives comparables d'une collecte à l'autre, un facteur de correction a été calculé en fonction de l'importance du trajet effectué

par le chalut à chaque opération de pêche. Le résultat du comptage réalisé au niveau de l'espèce pour chaque prélèvement a été ensuite converti en une nouvelle valeur, qui représente le nombre d'individus capturés par un trait standard de 10.000 m.

Au cours des examens microscopiques, la taille des organismes a été relevée en considérant la longueur comprise entre le front et l'extrémité du telson.

2. CONSIDÉRATIONS SUR LA DISTRIBUTION BATHYMÉTRIQUE ET LES CONDITIONS HYDROLOGIQUES

Grâce à des séries de collectes effectuées successivement à différentes immersions, à l'aide de filets fermants, certains auteurs ont pu recueillir les données directes conduisant à la délimitation du niveau bathymétrique préférentiel des *Phronimidae*.

Pour les eaux californiennes, BRUSCA (1967a) observe que *P. sedentaria* se localise le jour entre 200 et 1.100 m de profondeur et remonte la nuit, jusqu'à 50 m de la surface. Par ailleurs, en étudiant des captures en provenance des eaux des Barbades, ШИИ (1969) relève une distribution beaucoup plus superficielle. Il constate que les *Phronimidae* se réfugient au-dessous de 25 m d'immersion, le jour, et s'élèvent au-dessus de ce niveau la nuit, pour atteindre parfois la surface. Pour les eaux océaniques prises en général, cet auteur admet que ce groupe occupe la nuit les 200 à 300 premiers mètres avec de fortes concentrations entre 20 et 100 m de profondeur ; ces limites pouvant toutefois varier suivant les espèces et les zones géographiques.

Dans les eaux E. indiennes, les prélèvements ont intéressé, non sélectivement, toute l'épaisseur de la couche 0-200 m durant la période d'ascension nocturne du plancton. Par suite du caractère épipélagique des *Phronimidae* signalé par ШИИ (1969), ces collectes peuvent, en conséquence, être considérées comme suffisamment représentatives de la population *in situ*. Il en résulte qu'une étude des distributions saisonnières et géographiques des espèces en rapport avec celle de la situation hydrologique prévalant à différents niveaux bathymétriques, serait susceptible de fournir des indications sur la répartition verticale des organismes. Sur le plan de la structure du milieu physique, les travaux de ROCHFORD (1969) permettent de distinguer d'une manière très schématique :

1° Au nord, vers 9°30'S, le courant côtier de Java aux eaux dessalées (34,00 ‰) et chaudes (27,5 °C) coule en surface en direction de l'est et s'établit l'été, durant la période de la mousson nord-ouest. Il repousse vers 11° S le courant sud équatorial (0-50 m) qui se dirige vers l'ouest et transporte des masses plus salées (34,50 ‰) et plus froides (26 °C). D'après les travaux de plusieurs auteurs (SOERIAATMADJA 1957, WYRTKI 1962, ROCHFORD 1962) le flanc nord de ce dernier est généralement le siège d'une divergence. Cependant, durant la période 1962-1963, les teneurs de ces eaux en éléments biogènes étaient faibles et aucun enrichissement significatif ne fut relevé (fig. 2).

2° Au sud du courant sud-équatorial, s'étendent les eaux tropicales de surface (0-50 m) dont la salinité est inférieure à 35,50 ‰ et la température supérieure à 25 °C. En automne et en hiver, elles s'étaient en direction du sud jusqu'à 20° S. On a ensuite les eaux subtropicales de surface à forte salinité (plus de 35,90 ‰) et à faible température (20 à 22 °C). Elles occupent le sud de la radiale et sont repoussées en été vers le nord jusqu'à 25° S par le courant ouest-australien.

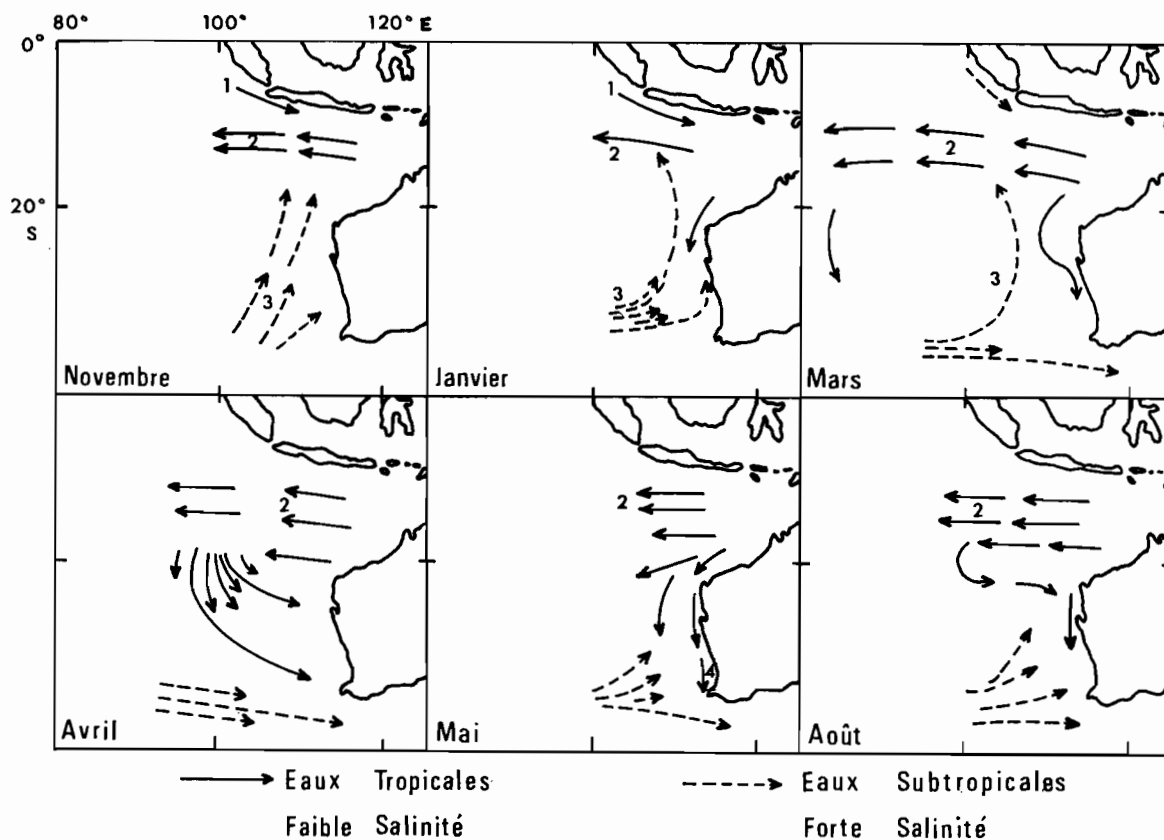


Fig. 2. — Mouvements des masses superficielles tropicales de faible salinité et subtropicales de forte salinité.
1. Courant côtier de Java ; 2. Courant sud-équatorial ; 3. Courant ouest-australien ; 4. Courant côtier australien
(d'après ROCHFORD, 1969).

3° Au-dessous de ces couches, on trouve l'eau tropicale à concentration minimale d'oxygène dissous (moins de 3,50 ml/l) qui se localise dans la tranche 50-200 m et s'étend de 12° à 26° S. De janvier à mai, cette masse se déplace d'un mouvement alternatif le long d'un axe nord-sud. Au-delà de 26° S, on rencontre dans la même tranche (50-200 m) l'eau subtropicale à minimum d'oxygène dissous (fig. 3). Ces deux masses s'opposent par des différences notables dans leurs températures et leurs salinités : 20-26 °C et 34,50 ‰-35,70 ‰ pour l'eau tropicale et 15-19 °C et 35,60 ‰-35,80 ‰ pour son homologue subtropical.

4° De 200 à 500 m de profondeur, les masses tropicales profondes se répartissent de 9° à 14° S. En opposition, dans la partie sud de la radiale, les masses subtropicales (eau centrale sud indienne, eau subtropicale à concentration maximum d'oxygène dissous) se glissent sous la couche tropicale à minimum d'oxygène pour aller rencontrer les masses tropicales profondes vers 14° S.

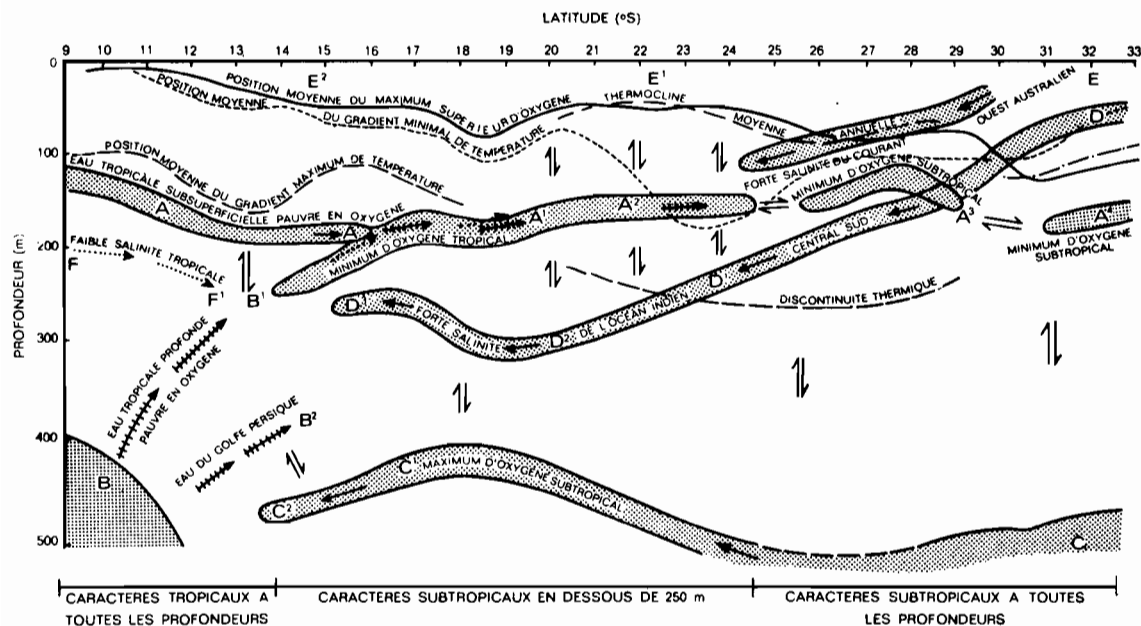


Fig. 3. — Distribution moyenne annuelle des caractéristiques générales des masses d'eau rencontrées le long du 110° E en 1962-1963 (d'après ROCHFORD, 1969).

3. GENRE PHRONIMA SYSTÉMATIQUE ET CLÉ DE DÉTERMINATION

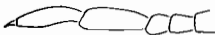
Parmi les 9 espèces du genre citées par les auteurs, les 7 suivantes sont présentes dans le Bassin indo-australien :

<i>P. sedentaria</i>	540 spécimens	<i>P. curvipes</i>	247 spécimens
<i>P. allantica</i>	686 —	<i>P. stebbingi</i>	368 —
<i>P. solitaria</i>	82 —	<i>P. colletti</i>	40 —
<i>P. pacifica</i>	203 —		

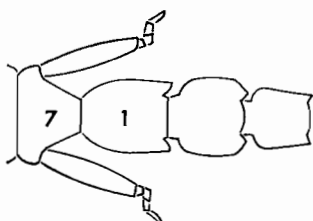
Bien que signalées dans les 3 grands océans et la Méditerranée, la localisation de la plupart de ces espèces est nouvelle pour la zone étudiée.

P. affinis Vosseler 1901 et *P. gastli* Dublich 1925, qui ne sont connues chacune que par un seul exemplaire, n'ont pas été observées dans les collectes des eaux indiennes. A leur égard, on peut remarquer que LAVAL (1968) place *P. gastli* en synonymie avec *P. allantica* et que SHIH (1969), de son côté, la range avec *P. colletti*. Cet auteur considère également *P. affinis* comme une espèce douteuse. La systématique de ce genre se révèle donc assez difficile et généralement les confusions ont pour causes : le dimorphisme sexuel, la variabilité des caractères morphologiques, la similitude apparente et la rareté des individus. De bonnes diagnoses sont donc nécessaires pour la reconnaissance des espèces. A cet effet, STEPHENSEN (1924) a établi une clé de détermination qui a été ensuite améliorée par SHIH (1969). Cet auteur y a intégré les données d'identification des mâles de *P. pacifica* et *P. curvipes*.

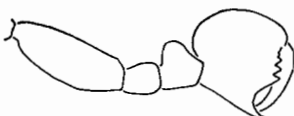
La séparation des échantillons de l'Océan Indien a cependant conduit à la conception d'une nouvelle clé qui, dans ses grandes lignes, est une adaptation de celles de STEPHENSEN et de SHIH. En outre, quelques modifications concernant des différences morphologiques d'ordre local ont dû y être apportées. Par contre, le nombre insuffisant de captures n'a pas permis de vérifications sur le plan statistique. En conséquence, la clé élaborée demeure susceptible de perfectionnements et ne prétend pas revêtir une forme définitive.

A 

B 

C 

D 

E 

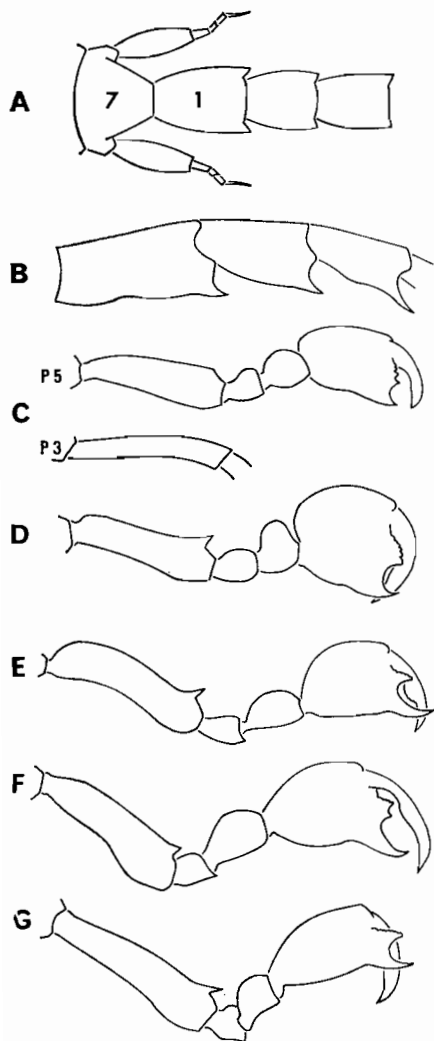
F 

G 

CLÉ DE DÉTERMINATION

I. Mâle.

1. — Antennes 2 rudimentaires..... 2
 - Antennes 2 bien développées.... 3
2. — Péréiopodes 1 et 2 : Carpe sans processus distal. Carpe du P. 5 à bord palmaire avec encoche et un tubercule, dent antérieure au tubercule absente. Bord antérieur du carpe faisant un angle droit avec le bord palmaire.
 - Taille : 8 mm..... *P. affinis* (A)
 - Péréiopodes 1 et 2 : carpe avec processus distal. Carpe du P. 5 triangulaire, bord palmaire avec encoche, une dent antérieure et un tubercule.
 - Taille : 12 mm..... *P. sedentaria* (B)
3. — Segment 7 du mésosome plus court que le segment 1 du métasome.
 - Taille : 7 mm..... *P. stebbingi* (C)
 - Segment 7 du mésosome plus long que le segment 1 du métasome.... 4
4. — Propode du P. 5 plus long que le bord palmaire. Article méral du P. 5 plus long que large.
 - Taille : 10 mm..... *P. allantica* (D)
 - Propode du P. 5 aussi long que le bord palmaire du carpe..... 5
5. — Bord antérieur du basis du P. 5 à forte convexité, pointe postéro-distale absente (spécimens de l'E. indien) ou rudimentaire. Rames de l'uropode 2 égales.
 - Taille : 7 mm..... *P. collelli* (E)
 - Pointe postéro-distale du basis du P. 5 bien distincte..... 6
6. — Processus du carpe du P. 1 peu développé. Rame interne de l'U. 2 inférieure ou égale aux deux tiers de la longueur de la rame externe.
 - Taille : 9 mm..... *P. curvipes* (F)
 - Processus du carpe du P. 1 bien développé. Rame interne de l'U. 2 subégale à la rame externe ou supérieure aux deux tiers.
 - Taille : 8 mm..... *P. pacifica* (G)



II. Femelle.

1. — Segment 7 du mésosome plus court que segment 1 du métasome.
Taille : 9 mm..... *P. stebbingi* (A)
- Segment 7 du mésosome plus long que segment 1 du métasome. 2
2. — Angles latéro-postérieurs des segments du métasome terminés par une longue pointe. Carpe du P. 5 très allongé, processus angulaire long, propode avec tubercule médian prononcé et beaucoup plus long que le bord palmaire.
Taille : 30 à 40 mm..... *P. sedentaria* (B)
- Angles latéro-postérieurs des segments du métasome arrondis avec une pointe très courte. 3
3. — Basis du P. 5 plus court que celui du P. 3. Pointe postéro-distale du basis absente ou peu prononcée. Carpe beaucoup plus long que large, bord palmaire à 3 ou 4 dents, propode aussi long que le bord palmaire.
Taille : 9 mm..... *P. collelli* (C)
- Basis du P. 5 de même longueur ou plus long que celui du P. 3. Pointe distale postérieure du basis toujours présente. 4
4. — Article méral du P. 5 très dilaté, plus large que long.
Taille : 11 mm..... *P. pacifica* (D)
- Article méral du P. 5 plus long que large. 5
5. — Bord postérieur du basis du P. 5 courbé en S renversé.
Taille : 16 mm..... *P. curvipes* (E)
- Bord postérieur du basis du P. 5 plus ou moins rectiligne. 6
6. — Bord palmaire du carpe du P. 5 avec un tubercule bifide.
Taille : 25 mm..... *P. allantica* (F)
- Bord palmaire du carpe du P. 5 avec un tubercule très développé dépassant l'épaisseur du propode. Carpe très allongé.
Taille : 22 mm..... *P. solitaria* (G)

3.1. *Phronima sedentaria* (Forskål) 1775.

P. sedentaria. STEBBING 1888, Pt 2, pp. 1357-61, pl. 162 B. BOVALLIUS 1889, pp. 354-69, pl. 16, fig. 1-3. VOSSELER 1901, p. 14, pl. 1, fig. 1. STEPHENSEN 1924, pp. 114-21, fig. 50-51, carte 15.

CHEVREUX et FAGE 1925, pp. 392-5, fig. 396. SCHELLENBERG 1927, pp. 639-41, fig. 44. PIRLOT 1930, pp. 12-14. BARNARD 1930, p. 422 ; 1932, pp. 283-4 ; 1937 p. 185. REID 1955, pp. 19-22. HURLEY 1956, p. 16 ; 1960, p. 280. FURNESTIN 1960, p. 190. KANE 1962, p. 305. SIEGFRIED 1963, p. 9. SHIH 1963, pp. 2-5, fig. 7a-7d. BRUSCA 1967a, pp. 389-390 ; 1967b, p. 454. SHIH 1969, pp. 10-14, fig. 1a-m.

L'analyse des pêches a permis d'isoler 540 *P. sedentaria*. On compte 192 mâles pour 348 femelles. L'application du test du χ^2 montre une dominance très significative des femelles ($\chi^2 = 45$; $P < 1 \text{ ‰}$).

3.1.1. MORPHOLOGIE.

Les antennes 2 du mâle sont rudimentaires et autorisent une identification sans équivoque. Par ailleurs, la présence d'un processus au carpe des péréiopodes 1 et 2 permet de séparer les individus de cette espèce de ceux de *P. affinis*.

Le diagnostic de la femelle peut également être prononcé avec certitude grâce aux longues pointes qui ornent les bords latéro-postérieurs des segments du métasome. Les péréiopodes sont longs et grêles. Chez le jeune, l'article basal du P. 5 présente une pointe distale sur le bord antérieur. Celle-ci disparaît au cours de la croissance et seule subsiste la pointe postérieure. Le carpe du P. 5 est très caractéristique. Le bord antérieur est beaucoup plus long que son homologue postérieur et le processus angulaire est très allongé. Le propode est beaucoup plus long que le bord palmaire et possède un tubercule bien développé sur son bord interne.

Les tailles maxima relevées sont de 11,5 mm pour les mâles et 30 mm pour les femelles.

3.1.2. RÉPARTITION ANNUELLE.

P. sedentaria est particulièrement fréquente dans les eaux indo-australiennes. Sur 88 traits de chalut, on dénombre 75 pêches positives soit un pourcentage de 89 %.

La représentation graphique de l'abondance moyenne calculée sur l'ensemble des collectes de chaque radiale permet de suivre l'évolution saisonnière de l'espèce (pl. I fig. A). De l'hiver au printemps, une colonisation intense des eaux provoque une montée rapide des valeurs qui vont culminer avec une population représentant 28 % de l'effectif annuel. A cette période de prolifération fait suite une chute accentuée des fréquences qui se maintiennent, durant tout l'été, entre 3 et 5 %. En automne, on voit apparaître un relèvement de la densité du peuplement qui annonce la propagation de l'hiver suivant.

3.1.3. CYCLE GÉNITAL.

Afin de définir le cycle génital de *P. sedentaria* dans les eaux indo-australiennes, l'étude du comportement saisonnier des femelles reposera sur les critères suivants :

- Taille à maturité sexuelle ;
- Évolution saisonnière des jeunes et des adultes ;
- Composition de la population ;
- Fluctuations de la taille moyenne ;
- Périodes de reproduction.

3.1.3.1. Taille à maturité sexuelle.

Dans les eaux orientales de l'Océan Indien, la taille à maturité sexuelle chez les femelles de *P. sedentaria* est atteinte dès 14 mm (tableau I). D'autre part, les pontes sont observées pour des individus de 17 mm. STEPHENSEN (1924) et BARNARD (1932) signalent des ovigères de 26 à 36 mm dans l'Atlantique. FAGE (1960) constate une réduction de la taille associée à une précocité sexuelle chez les Oxycéphalides de l'Océan Indien par rapport à leurs congénères de l'Atlantique. Il en déduit une relation avec la plus faible salinité des eaux indiennes. Il semble que l'on soit en présence d'une situation analogue pour *P. sedentaria*.

TABLEAU I. — *P. sedentaria*. Taille à maturité sexuelle (110° E)

Latitude	Date	Tailles en mm	
		Ovaires mûrs	Ovigères
24° 30' S	22. 8.62	22-23	
15° 33' S	25. 8.62	25	
12° 34' S	26. 8.62	17-?	
14° S	9. 9.62		17
29° S	14. 9.62		30
31° 57' S	16.10.62		29
30° 30' S	17.10.62	13-24-25	
15° 30' S	22.10.62	18	
12° 38' S	23.10.62		24-24
32° S	26. 4.63	23	
23° S	30. 5.63	25	
24° 30' S	13. 7.63	24-26	
9° 30' S	18. 7.63	19	
14° S	5. 8.63	14,5	18
26° S	8. 8.63	27	
27° S	9. 8.63	24-24-27-28	

3.1.3.2. Évolution saisonnière des jeunes et des adultes.

Le graphique A de la planche II représente les fluctuations saisonnières de deux lots de femelles : les adultes mesurant plus de 14 mm et les stades immatures ayant une taille inférieure. Comme pour l'étude de la répartition annuelle de l'abondance, chaque pourcentage fait intervenir l'ensemble des captures obtenues lors d'un parcours de la radiale. Par ailleurs, les rencontres de femelles à maturité sexuelle permettent d'y délimiter les périodes de maturation des ovules ou de ponte. En hiver, on peut mentionner des relations directes entre les deux groupes dont les abondances progressent lentement. Au printemps, au contraire, on note des relations inverses qui indiquent des pontes très actives. Le taux des jeunes augmente rapidement tandis que les adultes régressent graduellement. Les deux pics d'abondance sont donc décalés dans le temps, celui des reproducteurs précédant celui des jeunes. En été, il y a arrêt des phénomènes sexuels et réduction de l'abondance chez les formes juvéniles du fait de différentes actions : dispersion, prédation, mortalité post-natale élevée et passage dans le stock des adultes par suite d'une croissance rapide. Durant cette saison, on ne relève pratiquement aucun changement chez les éléments âgés qui ne vont pas tarder à prédominer à nouveau. Avec la poussée automnale du plancton, surviennent des femelles à maturité ovarienne dont les pontes se traduiront par une progression de la densité des jeunes. Les conditions écologiques hivernales n'étant pas aussi favorables que celles du printemps, les éclosions sont plus modérées et la croissance plus lente. Les deux lots augmentent donc simultanément et l'on retrouve la répartition de l'hiver précédent avec des relations directes.

3.1.3.3. Composition de la population (fig. 4).

Les diagrammes de tailles sont établis pour chacune des 6 croisières saisonnières et correspondent à l'ensemble des collectes effectuées dans la zone d'étude (9° à 32° S).

L'histogramme G4 de l'hiver 1962 montre une population âgée avec un mode à 14 mm (taille de première maturité sexuelle). Les éléments reproducteurs sont prédominants et les ovigères indiquent que les pontes ont déjà pris place.

Au printemps, la taille modale tombe à 6 mm par suite de l'arrivée massive de jeunes qui représentent jusqu'à 77 % de l'effectif saisonnier (histogramme Dm4).

En été, on traverse une période de sommeil sexuel avec des collectes très faibles. Le développement des jeunes fait progresser la taille modale à 12 mm (histogrammes G1 et Dm1).

En automne, la croissance se poursuit avec un pic à 16 mm. Simultanément, le réveil de l'activité génitale provoque le retour des stades juvéniles (histogramme Dm2).

Durant l'hiver, cette situation s'affirme par une progression parallèle des jeunes et des reproducteurs (histogramme Dm3).

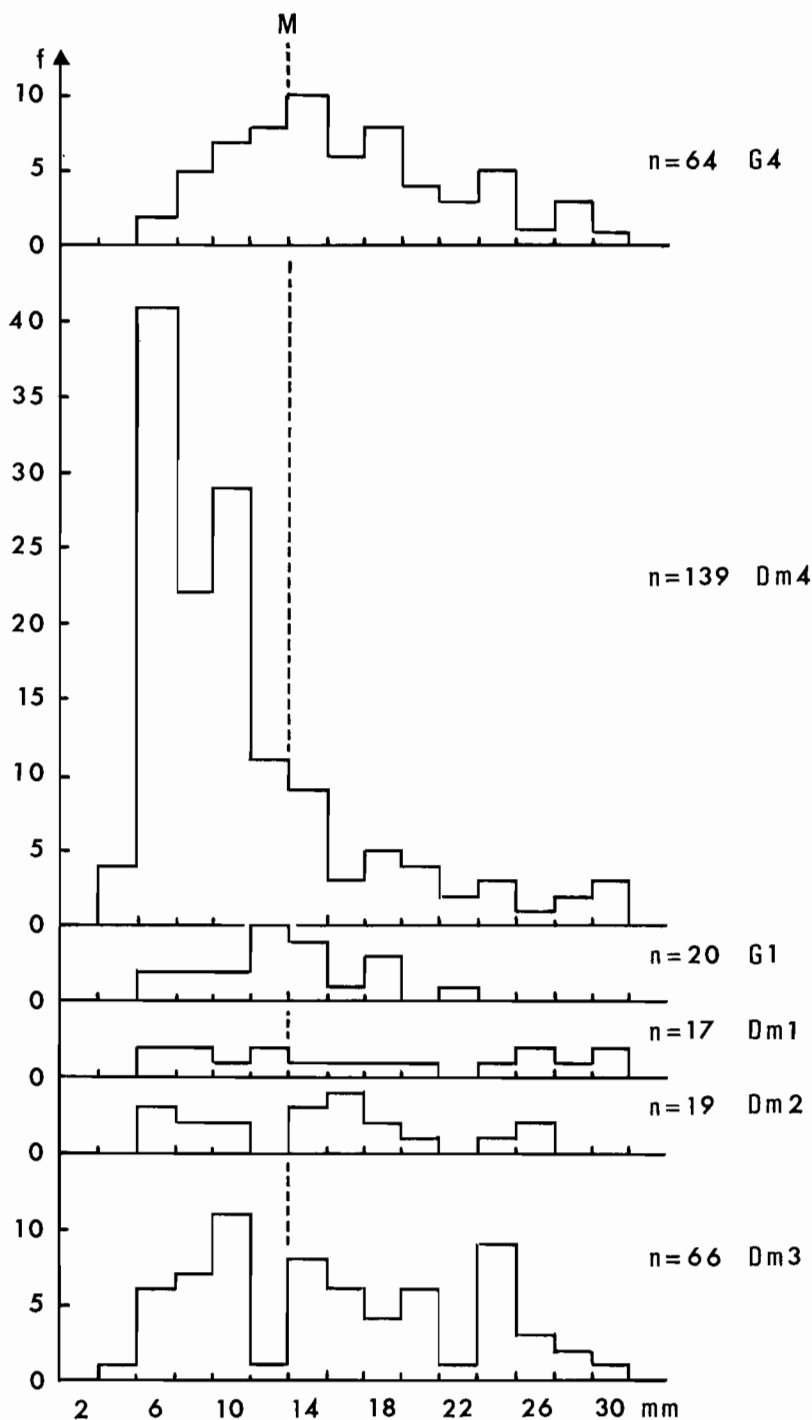


Fig. 4. — *P. sedentaria*. Composition saisonnière de la population femelle. M : taille à maturité sexuelle.

3.1.3.4. Fluctuations de la taille moyenne.

On peut remarquer sur le graphique A (pl. III) des variations en concordance avec les périodes de reproduction. Il y a réduction régulière de la taille moyenne (4 mm) de l'hiver au printemps par suite de pontes intensives qui entraînent une prédominance des jeunes. L'été est une période de croissance et de dispersion de ces derniers au bénéfice des adultes. On assiste alors à une augmentation de taille de 6 mm. Vient ensuite le cycle automnal, et une nouvelle chute, plus modérée (2 mm) que celle du printemps, se dessine. La fin de ce cycle se matérialise

au début de l'hiver par une légère progression de la valeur dimensionnelle (1 mm) qui se retrouve alors identique à celle de la période hivernale précédente.

3.1.3.5. Périodes de reproduction.

L'ensemble des observations relevées ci-dessus, montre que les phénomènes sexuels se manifestent durant une grande partie de l'année : août à octobre en 1962 et avril à août en 1963. L'absence totale d'éléments reproducteurs pendant l'été austral marque une période de repos génital. On peut donc admettre un cycle s'amorçant en automne avec l'apparition de femelles à maturité génitale, puis s'étalant sur tout l'hiver avec des pontes modérées qui atteindront leur paroxysme au printemps suivant.

TABLEAU II. — *P. sedentaria*. Périodes d'activité ovarienne

<i>P. sedentaria</i>	1962					1963							
	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
♀ mûres	5	4							1	1		3	6
♀ ovigères		2	3									1	

Cependant, si l'on considère l'activité reproductrice de *P. sedentaria* dans d'autres aires géographiques, on note que les saisons de prolifération diffèrent d'une région à l'autre. Ainsi, STEPHENSEN (1924) signale des propagations se déroulant en hiver et au printemps en Méditerranée et en baie de Cadix, et occupant, par contre, l'été et l'automne dans les eaux froides de l'Irlande. Au large de l'Amérique, dans le Pacifique nord, BRUSCA (1967b) relève une activité génitale durant l'été et l'automne. SHIH (1969) admet des phénomènes sexuels s'exerçant presque toute l'année.

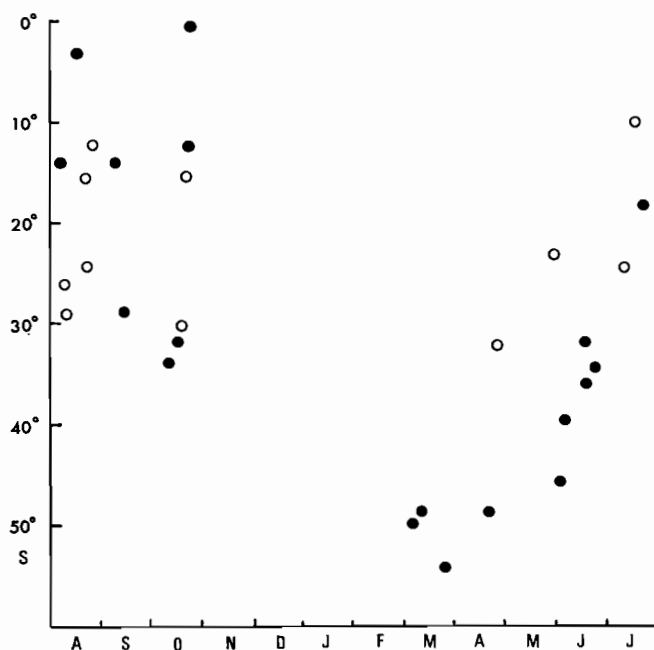


Fig. 5. — *P. sedentaria*. Reproduction dans l'hémisphère sud : ○ femelles mûres, ● femelles ovigères.

Une interprétation synthétique de ces observations peut être tentée par l'étude du graphique de la figure 5 qui constitue un inventaire des éléments reproducteurs relevés dans l'est indien, ainsi que dans le reste de l'hémisphère sud par compilation des résultats émanant des grandes expéditions (tableau III). Sur cette figure, on peut distinguer deux périodes de propagation qui se prolongent plus ou moins suivant la latitude et qui se manifestent à des époques différentes de l'année par l'apparition de femelles gravides. Dans les eaux froides subantarctiques, on note un cycle reproducteur qui se réalise en automne, consécutivement à la seconde poussée planctonique annuelle. Plus au nord, en zone subtropicale, ce cycle automnal avance dans le calendrier pour se développer en hiver. Dans ces mêmes régions, se déclare au printemps une activité

ovarienne concomitante de la première poussée du plancton. Lorsque l'on pénètre dans les masses tropicales, les deux propagations printanière et automnale, en s'étalant dans le temps et en se

décalant dans le calendrier, finissent par fusionner pour s'étendre de l'automne jusqu'au printemps. Malgré l'absence de données pour le printemps en zone subantarctique (40° S), une confrontation avec les travaux de BOGOROV (1941) sur les « saisons biologiques » dans les océans, montre que la cyclisation de la reproduction chez *P. sedentaria* est commandée, dans une forte mesure, par les événements climatiques du milieu. On peut ainsi constater que le « printemps biologiques » (première poussée planctonique) prend place : l'été dans les eaux arctiques ou antarctiques, au printemps dans les mers tempérées et en hiver sous les Tropiques. De même, « l'automne biologique » (2^e poussée) subit un transfert dans le temps, de l'été à l'automne, lorsque l'on va des hautes aux basses latitudes. Au pôle et à l'équateur, « le printemps et l'automne biologique » vont se confondre et l'on n'aura plus qu'une seule poussée annuelle du plancton.

Par ailleurs, l'importance de ces « saisons biologiques » varie également en fonction de la latitude. A cet égard, les durées du « printemps et de l'automne biologiques » augmentent progressivement des masses polaires à celles de l'équateur.

TABLEAU III. — *P. sedentaria*. Périodes de reproduction dans l'hémisphère Sud (d'après STEBBING 1888 et BARNARD 1930 et 1932)

Expédition	Position	Date	Collectes
<i>Challenger</i>	50° 01' S – 123° 04' E	7. 3.1874	1 ♀ ovigère
	48° 18' S – 130° 04' E	9-10. 3.1874	1 ♀ dans un tonnelet avec des jeunes.
<i>Terra Nova</i>	00° 48' S – 126° 58' E	13.10.1874	1 ♀ avec des jeunes.
	Iles Campbell	26. 3.1912	2 ♀ dans des tonnelets avec des jeunes.
<i>Discovery</i>	39° 50' S – 36° 23' W	5. 6.1926	1 ♀ et des jeunes.
	32° 45' S – 8° 47' W	18. 6.1926	3 ♀ dans des tonnelets et des jeunes.
	33° 50' à 34° 13' S	14.10.1926	1 ♀ ovigère de 31 mm.
	16° 04' à 15° 49' E		1 ♀ avec des jeunes dans le marsupium.
	46° 56' S – 46° 03' W	2. 6.1927	2 tonnelets avec des jeunes.
	36° 09' S – 5° 33' W	17. 6.1927	1 ♀ avec des jeunes dans le marsupium.
			2 tonnelets avec des jeunes.
	35° 04' S – 2° 59' E	21. 6.1927	1 tonnelet avec des jeunes.
	18° 37' S – 10° 46' E	25. 7.1927	1 tonnelet avec des jeunes.
	2° 43' S – 00° 56' W	16. 8.1927	1 ♀ ovigère de 27 mm.
<i>William Scoresby</i>			2 tonnelets avec des jeunes.
	48° 50' S – 64° 24' W	24. 4.1927	1 ♀ dans un tonnelet avec des jeunes.

3.1.4. DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE.

Cette espèce est signalée dans tous les océans du monde ainsi que dans la Méditerranée. Dans l'Atlantique, de nombreuses localisations la situent entre 60° N et 50° S. Dans le Pacifique, elle est surtout connue en bordure des continents de 40° N à 55° S. Les eaux indiennes de l'équateur et celles au large du continent africain, où elle peut s'étendre jusqu'à 45° S, constituent également des aires de prédilection. Les pêches exécutées dans la région indo-australienne montrent une répartition tout le long de la radiale de 9° à 32° S. On peut également y relever deux zones de concentration : la première, avec des densités importantes, entre 11° et 17° S et la seconde, moins riche de 29° à 32° S (fig. 6).

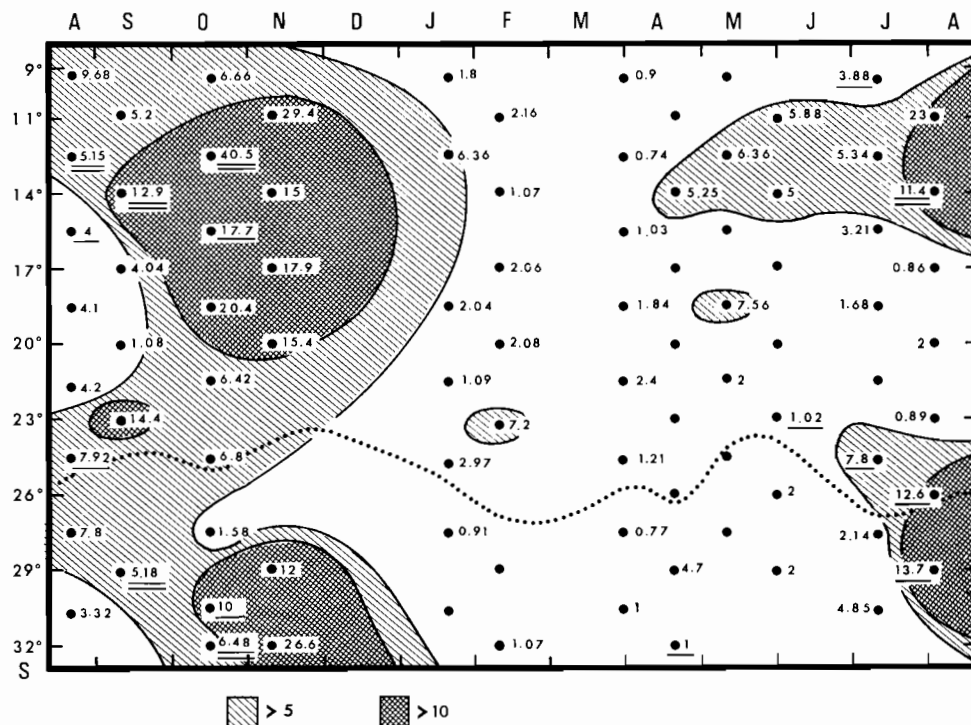


Fig. 6. — *P. sedentaria*. Répartition saisonnière latitudinale; valeurs soulignées : — présence de femelles mûres ; = présence de femelles ovigères ; limite des eaux tropicale et subtropicale à teneur minimale en oxygène dissous.

Si l'on se reporte à la structure hydrologique des 500 premiers mètres du secteur prospecté, on peut constater qu'elles occupent respectivement les eaux tropicale et subtropicale de subsurface à concentration minimale d'oxygène dissous et que l'étendue qui les sépare, où les prises sont généralement très pauvres, se trouve en rapport avec la zone de contact de ces deux masses (23° à 26° S).

Ces concentrations prennent naissance, simultanément dans ces deux unités hydrologiques, au cours de la poussée printanière du zooplancton. Elles disparaissent l'été par suite de la dispersion de l'espèce et de l'arrêt de la reproduction. Une recrudescence se matérialise en automne avec la reprise de l'activité ovarienne, et l'hiver voit la formation de deux nouveaux groupes distincts occupant les mêmes masses qu'au printemps précédent. On peut remarquer que la population des eaux tropicales chaudes et dessalées est toujours plus dense que celle des masses subtropicales plus froides et plus salées.

3.2. *Phronima atlantica* Guérin 1836.

P. atlantica. STEBBING 1888, pp. 1351-2, pl. 160. BOVALLIUS 1889, pp. 374-7, pl. 16, fig. 19-26. VOSSELER 1901, p. 21, pl. 2, fig. 1-10. STEPHENSEN 1924, pp. 121-5, carte 16. CHEVREUX et FAGE 1925, pp. 395-6, fig. 397. SCHELLENBERG 1927, pp. 641-3, fig. 45. BARNARD 1930, p. 422 ; 1932, p. 285 ; 1937, p. 185. PIRLOT 1930, p. 14. REID 1955, p. 20. FURNESTIN 1957, p. 46. SIEGFRIED 1963, p. 9. SHIH et DUNBAR 1963, pp. 2-5, fig. 2a-2d. SHIH 1969, pp. 14-16, fig. 2a-k.

Les pêches effectuées dans le Bassin indo-australien ont livré 686 spécimens, comprenant 324 mâles et 362 femelles. Le test du χ^2 indique un sex ratio conforme à la proportion théorique ($\chi^2 = 2,10$; $P > 10\%$).

3.2.1. MORPHOLOGIE.

Le mâle possède deux paires d'antennes bien développées. Le péréiopode 5 a ses différents articles dilatés. Le carpe du P. 5 est à peine plus long que large. Le processus angulaire est recourbé et assez court. Le bord palmaire présente un tubercule médian avec deux dents distinctes. Sa longueur est inférieure à celle du propode.

Chez la femelle, le P. 5, assez semblable à celui du mâle, en diffère cependant par un carpe plus allongé et d'allure triangulaire. Le bord palmaire est également pourvu d'un tubercule bifide. La longueur du propode est nettement supérieure à celle du bord palmaire.

Les tailles maxima relevées sont de 8,5 mm pour les mâles et de 21 mm pour les femelles.

3.2.3. RÉPARTITION ANNUELLE.

P. allanica est très commune dans la zone prospectée. Pour l'ensemble des pêches, on compte 91 % de collectes positives.

Le polygone de l'abondance moyenne par radiale montre des variations considérables d'une saison à l'autre (pl. I, fig. B). En hiver, on relève une progression rapide des fréquences qui vont atteindre leur apogée au printemps. L'été suivant, l'effectif subit une réduction importante qui témoigne d'une activité génitale très modérée. Durant l'automne, cette situation persiste et les densités s'affaiblissent encore plus. Ce n'est qu'avec l'arrivée de l'hiver qu'une recrudescence apparaîtra et annoncera le retour du repeuplement printanier.

3.2.4. CYCLE GÉNITAL.

L'étude du cycle génital de cette espèce sera basée sur les mêmes critères que ceux considérés pour *P. sedentaria*. Toutefois, grâce à l'abondance suffisante des mâles dans les collectes, nous pourrions également y inclure l'examen des variations saisonnières du sex ratio.

3.2.4.1. Taille à maturité sexuelle.

STEPHENSEN (1924) observe des femelles ovigères de 15 à 17 mm dans l'Atlantique et de 11 à 14 mm dans la Méditerranée. Les tailles relevées sur notre matériel sont sensiblement identiques : 11,5 à 19 mm. Nous retiendrons pour la première maturité sexuelle une valeur de 11 mm.

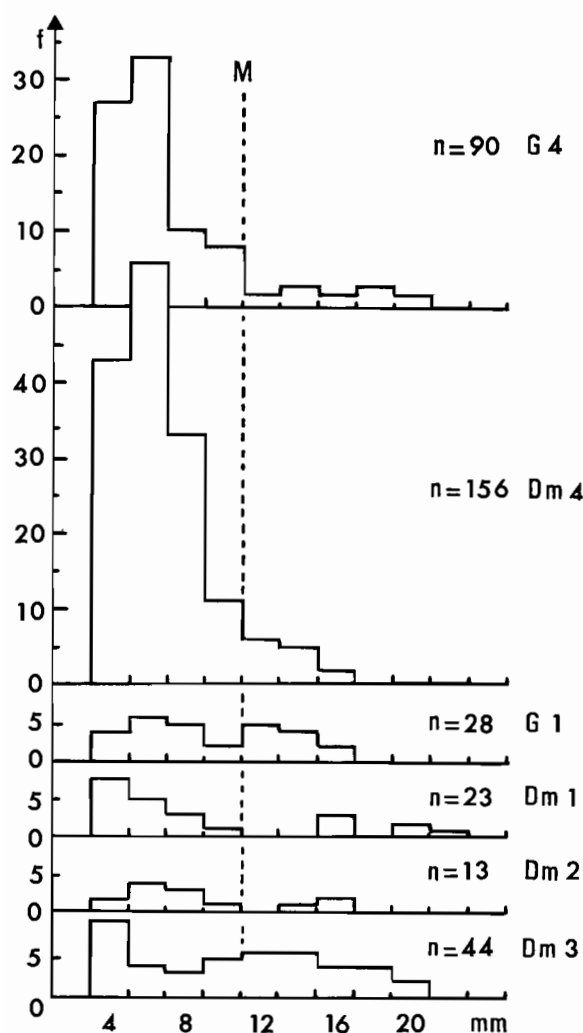
TABLEAU IV. — *P. allanica*. Taille à maturité sexuelle (110° E)

Latitude	Date	Tailles en mm	
		Ovaires mûrs	Ovigères
14° S	9. 9.62	14	
30° 30' S	17.10.62	11,5-12	
27° 30' S	18.10.62	11-13,5-14	
11° S	8. 2.63	14	
14° S	9. 2.63	11,5	
32° S	15. 2.63	14,5	
14° S	20. 4.63		19
24° 30' S	13. 7.63		16
12° 30' S	17. 7.63		19
29° S	9. 8.63		16

3.2.4.2. Évolution saisonnière des jeunes et des adultes.

La séparation de la population en deux lots répartis suivant le critère de la taille à première maturité sexuelle permet d'interpréter les fluctuations saisonnières conjointement aux périodes de reproduction (pl. II, fig. B). L'hiver, on observe l'apparition de femelles en activité ovarienne ainsi qu'une progression numérique simultanée dans les deux groupes, avec une très nette prédominance des jeunes. Au printemps, les reproducteurs régressent tandis que les formes juvéniles continuent à affluer. Ces relations inverses entraînent un décalage dans le temps des pics d'abondance. Elles sont l'indice d'une multiplication dont le terme est imminent. A la saison suivante, on observe une très forte chute dans l'effectif des jeunes. D'autre part, les croissances font passer une partie d'entre eux dans le stock des adultes dont la densité va augmenter à nouveau. A ce moment, des pontes estivales se produisent et provoquent un relèvement du taux des individus peu âgés. L'été écoulé, des phénomènes analogues à ceux de l'intersaison précédente prennent place. Le lot des formes immatures s'appauvrit en faveur de celui des reproducteurs. Puis viennent les pontes automnales qui sont à l'origine d'un nouveau cycle. L'hiver, la montée parallèle des effectifs dans les deux groupes ainsi que le retour des femelles ovigères annoncent la phase préparatoire de la propagation principale de l'année (hiver et printemps).

3.2.4.3. Composition saisonnière de la population.



En raison de l'écart important des valeurs métriques entre les deux sexes et de l'insuffisance du nombre de mâles, seules les femelles seront considérées dans l'étude des fréquences de tailles (fig. 7).

L'histogramme G 4 de l'hiver 1962 montre une population très jeune avec un mode à 6 mm. Les individus n'ayant pas atteint la maturité sexuelle représentent 87 % de l'effectif. Les pontes se sont donc déjà réalisées et la propagation est en cours.

Au printemps (histogramme Dm4), cette situation va s'amplifier fortement. La classe modale n'a pas changé, mais le taux des formes immatures s'élève maintenant à 92 % de la population. Les reproducteurs âgés disparaissent et la dimension maximale passe de 20 à 16 mm.

En été, outre la considérable réduction des fréquences, le graphique G 1 montre la présence de 2 lots : les jeunes provenant des pontes estivales et les adultes qui se maintiennent numériquement. On peut noter que cette répartition se fait de part et d'autre de la taille de première maturité sexuelle (11 mm).

Fig. 7. — *P. atlantica*. Composition saisonnière de la population femelle. M : taille à maturité sexuelle.

Cette hétérogénéité s'accroît au cours de l'automne (histogramme Dm1) par suite de la croissance des reproducteurs et d'un nouveau cycle sexuel qui assure un recrutement de jeunes (taille modale à 4 mm).

En hiver, cette bimodalité se conserve grâce à l'ouverture d'un nouveau cycle génital dont les effets assez modérés permettent aux formes juvéniles et âgées de s'équilibrer quantitativement.

3.2.4.4. Fluctuations de la taille moyenne.

Les tailles moyennes sont calculées séparément pour les deux sexes et concernent l'ensemble des collectes de l'un ou des deux parcours saisonniers de la radiale. Les mâles et les femelles présentent des variations parallèles en synchronisme très net avec les périodes d'activité sexuelle (pl. III, fig. B). Chacune d'elles est précédée d'une phase de progression des valeurs dimensionnelles due à la réduction de l'importance des stades juvéniles et à la croissance de l'ensemble des individus. En revanche, après chaque propagation, on note une régression résultant de l'admission d'un lot de jeunes.

3.2.4.5. Sex ratio.

Le graphique de la figure 8 met en évidence des variations du sex ratio ($\frac{\sigma}{\varphi}$) en concordance avec les périodes d'activité ovarienne. Lors de chaque ponte, on assiste à une disparition des mâles. Après les éclosions, la libération de jeunes individus ramène la proportion des sexes à sa valeur théorique, égale à l'unité. Le test du χ^2 appliqué aux données relatives aux différentes

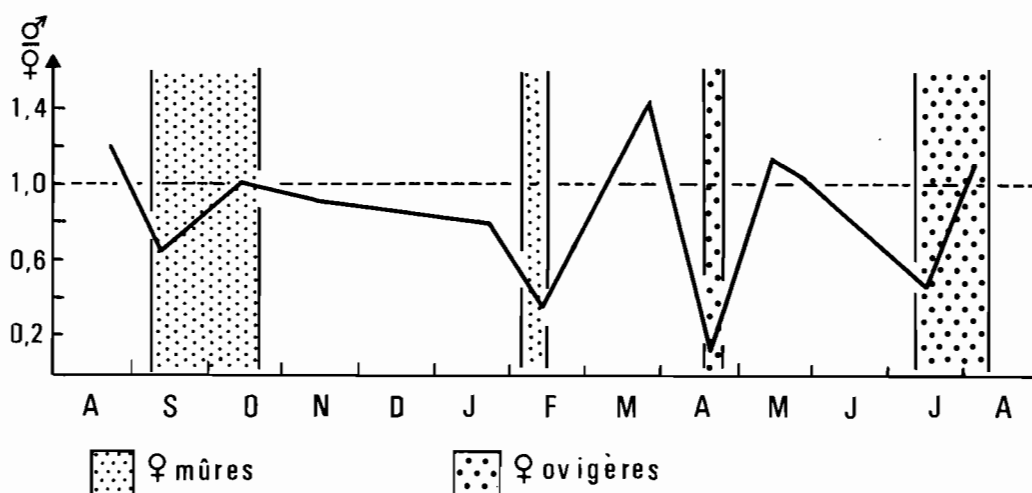


Fig. 8. — *P. atlantica*. Variations du sex ratio.

TABLEAU V. — *P. atlantica*. Sex ratio. Test de χ^2

Mois	♂	♀	C	O-C	(O-C) ²	$\frac{(O-C)^2}{C}$	χ^2	P
Septembre.....	35	53	44	9	81	1,84	3,68	≈ 6 %
Février.....	7	18	12,5	5,5	30,25	2,42	4,84	< 5 %
Avril.....	1	9	5	4	16	3,20	6,4	< 5 %
Juillet.....	8	17	12,5	4,5	19,36	1,55	3,10	< 8 %

C = effectif calculé

O = effectif observé

propagations témoigne d'une réduction significative du pourcentage des mâles en été et en automne. Au printemps et en hiver, le seuil de signification de 5 % est légèrement dépassé par suite de l'incorporation, très récente, de mâles de la nouvelle génération au stock des adultes. Il semble que la longévité chez les mâles soit nettement inférieure à celle des femelles et que le taux de mortalité soit plus élevé après la phase de fécondation.

3.2.4.6. Périodes de reproduction.

De l'analyse des pêches du « Thor », STEPHENSEN (1924) admet que *P. atlantica* se reproduit au printemps et en été dans l'Atlantique nord et durant toute l'année en Méditerranée. BARNARD (1932) relève des propagations en hiver et en été. VOSSELER (1901) pense que l'on aurait deux cycles annuels.

Dans l'est indien, l'étude quantitative des populations et du comportement saisonnier des femelles, en particulier, permet de présumer de l'existence de plusieurs multiplications annuelles. On peut songer à un cycle principal occupant l'hiver-printemps suivi de deux cycles secondaires s'exerçant en été et en automne.

TABLEAU VI. — *P. atlantica*. Périodes d'activité ovarienne

	1962	1963
<i>P. atlantica</i>	A S O N D	J F M A M J J A
♀ mûres	1 5	3
♀ ovigères		1 2 1

3.2.5. DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE.

P. atlantica est l'espèce la plus répandue et la plus abondante. Elle hante les eaux tempérées et tropicales de tous les océans. Elle est également signalée en Méditerranée, en mer Rouge et même dans l'Antarctique. Cette distribution très étendue est l'indice d'une tolérance écologique élevée.

Dans le Bassin indo-australien, elle prolifère dans toute l'étendue prospectée et y détermine, comme *P. sedentaria*, deux aires de propagation séparées par la zone de contact (23° à 26° S) des eaux tropicale et subtropicale de subsurface. La première qui s'étend de 11° à 23° S est le siège de multiplications actives en hiver et au printemps. L'été et l'automne, malgré la survivance de femelles gravides, sont des saisons de régression des populations en surface et en densité (fig. 9).

A partir de 26° S, se localise le groupe subtropical qui se présente, durant le printemps, comme le centre de gravité d'une zone de prolifération débordant l'extrémité sud de la radiale.

Contrairement à *P. sedentaria*, cette espèce ne semble pas réaliser des cycles génitaux identiques dans les deux unités hydrologiques considérées. C'est ainsi que l'on peut relever dans les eaux subtropicales :

1. un arrêt de l'activité ovarienne en automne ;
2. un retard dans l'apparition des phénomènes sexuels au printemps par rapport à ceux des eaux tropicales ;
3. une prolifération très active au printemps et en hiver qui donne la prédominance numérique au groupe subtropical.

3.3.2. MORPHOLOGIE.

Le mâle de cette espèce est inconnu.

La femelle, bien que différant assez peu de celle de *P. allanica*, s'en distingue toutefois par la forme du carpe du péréiopode 5, qui est très allongé. Le processus angulaire est bien développé et le tubercule, très caractéristique chez les adultes, se transforme en une longue dent crénelée qui peut dépasser l'épaisseur du propode.

La taille maximum relevée est de 22 mm.

3.3.3. RÉPARTITION ANNUELLE.

Cette espèce est beaucoup moins fréquente que les précédentes (49 % de pêches positives).

L'examen du polygone d'abondance montre une prolifération principale durant l'hiver. La dispersion de l'espèce prend place au cours du printemps et de l'été. Les fréquences tombent alors à 4 %. En automne, la situation s'améliore légèrement avec l'apparition d'une nouvelle propagation qui précède celle de l'hiver suivant (pl. I, fig. C).

3.3.4. CYCLE GÉNITAL.

3.3.4.1. Taille à maturité sexuelle.

Les femelles ovigères peuvent atteindre une assez grande taille : 17 à 20 mm. Les individus identifiés en Mer Rouge par BARNARD (1937) mesuraient de 13 à 14 mm, tandis que celui trouvé dans l'Atlantique par SIEGFRIED (1963) avait une longueur de 17 mm. Le matériel de l'Océan Indien montre une taille à la première maturité sexuelle beaucoup plus restreinte : 10 à 12 mm.

TABLEAU VII. — *P. solitaria*. Maturité sexuelle (110° E)

Latitude S	Date	Taille en mm	
		♀ mûres	♀ ovigères
27° 30'	21. 8.62		17
10° 58'	8. 9.62		12
23°	12. 9.62		12,5-?
21° 30'	20.10.62	20	
29°	25. 4.63		20
18° 30'	12. 5.63	17	15
15° 30'	13. 5.63		14,5
12° 30'	14. 5.63		15,5
17°	28. 5.63		10-?
21° 30'	14. 7.63		20-12,5
17°	5. 8.63		16
29°	9. 8.63	17,5	17-19

3.3.4.2. Périodes de reproduction.

Le calendrier de l'activité sexuelle chez *P. solitaria* est pratiquement inconnu. BARNARD (1937) signale deux femelles ovigères en hiver dans la Mer Rouge. SIEGFRIED (1963) mentionne la prise d'une troisième femelle porteuse d'œufs dans le marsupium, au mois de décembre, dans l'Atlantique Sud par 33°05' S et 14°47' E.

Dans les eaux E. indiennes, l'évolution quantitative de la population ainsi que le relevé

des individus à ovaires mûrs ou ovigères montrent que cette espèce possède un cycle automnal juxtaposé à celui de l'hiver. L'été est une période stérile durant laquelle les éléments en activité génitale font complètement défaut.

Bien que présentant une certaine affinité morphologique avec *P. atlantica*, cette espèce semble, par contre, manifester sur le plan de la cyclisation de la reproduction un rapport plus étroit avec *P. sedentaria*. En effet, nous avons vu, ci-dessus, une propagation annuelle s'étendant de l'automne au printemps pour *P. sedentaria*, tandis que *P. atlantica* était dotée de 3 cycles successifs plus ou moins longs et échelonnés sur toute l'année. Cette observation vient donc consolider la proposition de SHIH (1969) au titre du statut spécifique de *P. solitaria*.

TABLEAU VIII. — *P. solitaria*. Périodes d'activité ovarienne

<i>P. solitaria</i>	1962					1963						
	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J
♀ mûres	1	3							1	5	2	3
♀ ovigères			1							1	1	

3.3.5. DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE.

On ne possède que très peu de données concernant les localisations de cette espèce. Dans l'Atlantique oriental, on la connaît de 40° N au Cap de Bonne Espérance. Elle se rencontre égale-

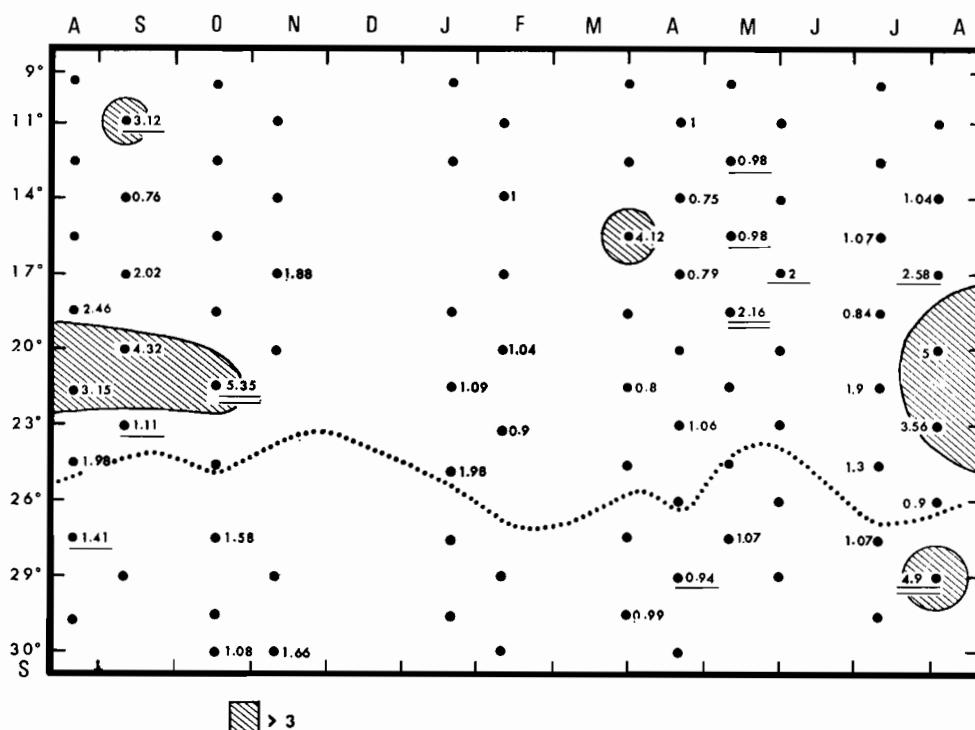


Fig. 10. — *P. solitaria*. Répartition saisonnière latitudinale; valeurs soulignées : — présence de femelles mûres ; — présence de femelles ovigères ; . . . limite des eaux tropicale et subtropicale à teneur minimale en oxygène dissous.

ment en Méditerranée et en Mer Rouge. Elle est aussi capturée dans le Pacifique central et occidental, mais absente des eaux américaines. Dans l'Océan Indien, on ne relève que quelques prises le long du continent africain ainsi que dans les eaux malaises. Les pêches réalisées sur le méridien 110° E, montrent sa présence en chacune des 16 stations de la radiale de 9° à 32° S. Par contre, les collectes sont toujours quantitativement très faibles. La partie médiane de la radiale est, cependant, la zone la plus fréquentée.

Les faibles densités de cette espèce dans les pêches ne permettent pas la délimitation de groupes écologiques. Cependant, on peut relever une plus grande richesse pour les eaux tropicales ainsi que des pontes intéressant aussi bien les masses tropicales que subtropicales de l'automne au printemps (fig. 10).

3.4. *Phronima pacifica* Streets 1877.

P. pacifica. VOSSELER 1901, pp. 29-32, pl. 3, fig. 4-7. BARNARD 1930, p. 423 ; 1932, p. 285. SIEGFRIED 1963, p. 9. STEPHENSEN 1924, p. 130. SHIH et DUNBAR 1963, pp. 2-5, fig. 6. SHIH 1969, pp. 18-21, fig. 4a-i.

Dans les eaux E. indiennes, cette espèce est assez peu abondante. Les captures comprennent 60 mâles pour 143 femelles. L'excès des femelles est très significatif ($\chi^2 = 34$; $P < 1\text{‰}$).

3.4.1. MORPHOLOGIE.

Le premier mâle de *P. pacifica* fut reconnu par STREETS (1882). VOSSELER (1901) identifia également un spécimen en provenance de l'Atlantique équatorial. Malgré tout, ces exemplaires ne permirent pas l'élaboration d'une diagnose utilisable pour l'identification des échantillons. SHIH (1969), à l'aide du matériel plus abondant livré par les expéditions du « Dana » de 1920 à 1930, est parvenu à en faire une nouvelle description.

Nous ne citerons donc que les principaux caractères différentiels établis par SHIH, auxquels seront associées quelques remarques morphologiques émanant de l'examen de nos spécimens. Néanmoins, la séparation du mâle de *P. pacifica* restera délicate du fait de sa grande similitude avec ceux de *P. curvipes* et *P. colletti**.

Chez le mâle de *P. pacifica*, le processus du carpe du péréiopode 1 est bien développé (fig. 11). La dent postéro-distale du basis du P. 5 est bien distincte. L'article méral et le carpe sont plus larges que longs. Notons que les mensurations du carpe doivent s'effectuer en considération, d'une part, de la longueur du bord antérieur, depuis l'articulation supérieure jusqu'à l'extrémité du processus angulaire et d'autre part, de la plus grande dimension transversale dans un plan horizontal. Le bord palmaire du carpe du P. 5 possède une encoche, une dent antérieure et un tubercule peu prononcé dont le premier denticule, plus développé, se détache des trois suivants. La longueur du propode est sensiblement égale à celle du bord palmaire. Les deux rames de l'uropode 2 sont de même longueur.

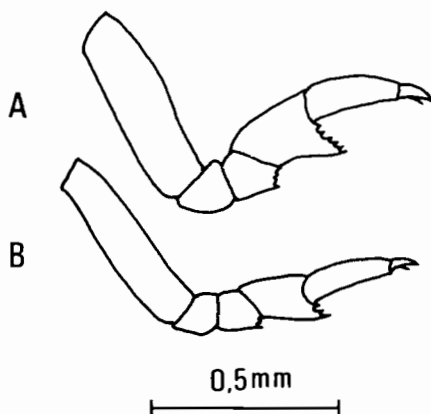


Fig. 11. — Péréiopodes 1 des mâles de : A. *P. pacifica*, B. *P. curvipes*.

processus angulaire. La tête longue et aplatie permet une discrimination avec les stades jeunes de *P. curvipes* dont le front est plus arrondi.

* Les remerciements de l'auteur vont à Ph. LAVAL, Station Zoologique de Villefranche-sur-mer, qui a très obligeamment prêté son concours à l'identification des mâles de ces trois espèces.

Les tailles maxima relevées sont de 7 mm pour le mâle et de 10 mm pour la femelle.

3.4.2. RÉPARTITION ANNUELLE.

Le décompte des pêches positives (76 %) montre que cette espèce est bien représentée dans les masses indo-australiennes.

L'étude du diagramme de l'abondance saisonnière révèle une expansion notable du peuplement au printemps. L'été est une période de régression tandis que l'automne voit se profiler une recrudescence modérée. Cette nouvelle situation ne dure pas longtemps et l'hiver se caractérise par les fréquences les plus faibles de l'année (pl. I, fig. D).

3.4.3. CYCLE GÉNITAL.

3.4.3.1. Taille à maturité sexuelle.

On ne possède que très peu d'indications sur la taille à maturité sexuelle de cette espèce. Dans l'Atlantique, STEPHENSEN (1924) a pu relever une femelle de 11 mm avec des oostégites bien développés. Dans les eaux indo-australiennes, l'activité ovarienne s'observe chez environ 10 % des femelles capturées. Les individus mesurent de 5,5 à 10 mm de long.

TABLEAU IX. — *P. pacifica*. Taille à maturité sexuelle (110° E)

Latitude	Date	Tailles en mm	
		Ovaires mûrs	Ovigères
21° 45' S	23. 8.62		6,5
12° 34' S	26. 8.62		7
9° 17' S	27. 8.62		8
17° S	10. 9.62		9,5
27° 30' S	18.10.62		8
24° 30' S	19.10.62		7
18° 30' S	21.10.62		7,5
17° S	6.11.62		7
20° S	7.11.62		6
21° 30' S	2. 4.63	9	
15° 30' S	4. 4.63		5,5
14° S	20. 4.63		7
14° S	27. 5.63	7,5	5,5
30° 30' S	11. 7.63	10	

3.4.3.2. Évolution saisonnière des jeunes et des adultes.

Le critère de la taille à première maturité sexuelle permet la séparation de la population en deux lots pour lesquels le graphique C de la planche II met en lumière des comportements en rapport avec les saisons. Comme pour *P. sedentaria* et *P. allanica*, on remarque, au printemps et en automne, des relations inverses dans les fluctuations des deux groupes, conjuguées à un déphasage dans le temps des pics d'abondance, celui des adultes précédant celui des formes immatures. D'autre part, ce processus se déroule en synchronisme avec les périodes de reproduction délimitées par l'inventaire des femelles gravides. Ceci fait songer, d'une part, à un cycle principal se matérialisant par des pontes massives au printemps et, d'autre part, à un cycle automnal, témoin d'une propagation plus modérée. Entre ces deux saisons, s'écoule la période estivale

dont la stérilité se caractérise par des relations directes dans les évolutions quantitatives des deux populations, qui sont alors dépourvues d'éléments en activité génitale.

Par ailleurs, quelques pontes résiduelles très brèves sont observées durant l'intersaison automne-hiver.

3.4.3.3. *Fluctuations de la taille moyenne.*

L'examen des tailles moyennes (pl. III, fig. C) fait apparaître des variations saisonnières en accord avec les périodes de propagation observées ci-dessus.

L'incorporation de stades juvéniles au cours de chaque cycle sexuel entraîne la réduction de la longueur moyenne calculée sur l'ensemble des collectes d'un parcours de la radiale. Ensuite, succède une période de croissance des individus et de diminution de l'importance du lot des jeunes. La taille moyenne va donc progresser à nouveau jusqu'à l'ouverture du cycle suivant au cours duquel ces phénomènes se répèteront.

3.4.3.4. *Périodes de reproduction.*

Les femelles ovigères ou retenant des embryons dans la poche incubatrice se rencontrent principalement en hiver et au printemps. Leur absence est très nette l'été et leur réapparition en avril-mai présage l'ouverture du cycle automnal. Notons, que dans les eaux plus chaudes des Barbades, SHIH (1969) signale la présence de femelles en activité ovarienne à toutes les saisons.

TABLEAU X. — *P. pacifica*. Périodes d'activité ovarienne

<i>P. pacifica</i>	1962	1963
	A S O N D	J F M A M J J A
♀ mûres		1 1 1
♀ ovigères	3 1 3 2	2 1

3.4.4. DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE.

Tout en étant beaucoup plus abondante que *P. solitaria*, cette espèce en possède sensiblement la même distribution dans l'Atlantique et l'Océan Indien. Dans le Pacifique, elle occupe les eaux occidentales ainsi que celles de l'équateur au large de l'Amérique.

Sa répartition saisonnière dans le Bassin indo-australien est nettement tropicale. La prospection de la partie sud de la radiale (23° à 32° S) indique une grande pauvreté de l'espèce qui peut, malgré tout, hanter sporadiquement toutes les latitudes.

Dans les eaux tropicales, la propagation apparaît dès la fin de l'hiver et connaît un développement maximum au printemps. Durant cette période, on peut localiser une aire de pontes et de fortes densités de 17° à 18°30' S. L'été, on assiste à une suspension de l'activité génitale associée à une régression de l'espèce. En automne, de nouvelles proliférations se déclarent, un peu plus au nord, vers 14°-15° S, mais les abondances restent faibles et l'hiver suivant verra la disparition de ce noyau de propagation (fig. 12).

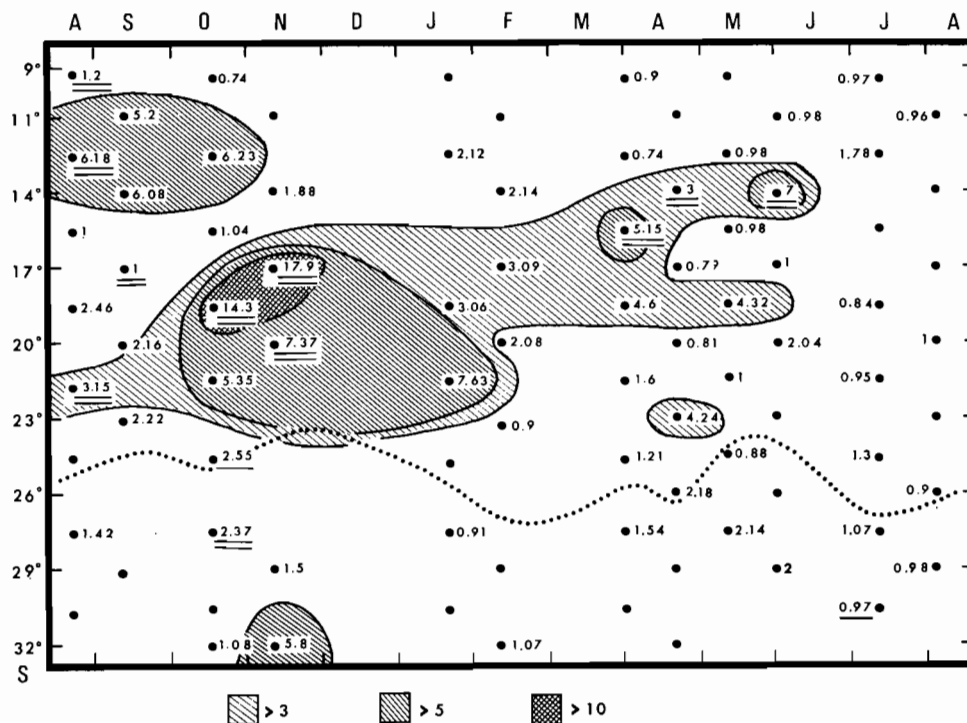


Fig. 12. — *P. pacifica*. Répartition saisonnière latitudinale; valeurs soulignées : — présence de femelles mûres ; = présence de femelles ovigères ; limite des eaux tropicale et subtropicale à teneur minimale en oxygène dissous.

3.5. *Phronima curvipes* Vosseler 1901.

P. curvipes. VOSSELER 1901, pp. 27-29, pl. 3, fig. 1-3. STEPHENSEN 1924, pp. 126-7, fig. 53, carte 17. BARNARD 1932, p. 285. SHIH et DUNBAR 1963, pp. 1-5, fig. 4a-4b. LAVAL 1968, pp. 347-62, fig. 1-3, pl. 1 et 2. SHIH 1969, p. 26, fig. 6a-g.

Les collectes exécutées dans les eaux indo-australiennes renferment 247 spécimens, parmi lesquels on peut dénombrer 81 mâles et 166 femelles. Le test du χ^2 appliqué au calcul du sex ratio indique un taux, très significatif, en faveur des femelles ($\chi^2 = 29$; $P < 1\text{ ‰}$).

3.5.1. MORPHOLOGIE.

La première reconnaissance du mâle de *P. curvipes* est due à МОГК (1927), qui isola quelques spécimens de récoltes effectuées dans l'Atlantique équatorial. Malheureusement, l'absence d'élément adulte dans ce matériel ne permit pas de dégager de caractères d'identification utilisables. LAVAL (1968) réussit à étudier un couple vivant et à en décrire le mâle adulte. Une nouvelle diagnose fut ensuite fournie par SHIH (1969) qui travailla sur des captures plus abondantes en provenance de la même aire de prélèvements, dans l'Atlantique, que celle relative aux exemplaires de МОГК.

Nous nous bornerons donc à citer les principaux caractères différentiels permettant de discriminer ces mâles de ceux, morphologiquement très voisins, de *P. pacifica* et *P. colleti*. L'examen des exemplaires capturés dans l'est indien montre que le processus du carpe du péréopode 1 est beaucoup moins important que celui de *P. pacifica* (fig. 11). Le bord postérieur de l'article basal du P. 5 est légèrement incurvé en S renversé. Le mérus et le carpe du P. 5 sont plus

larges que longs. Le bord palmaire du carpe comprend une encoche, une dent antérieure et un tubercule à denticulations contiguës. La longueur du propode est sensiblement égale à celle du bord palmaire. La rame interne de l'uropode 2 est inférieure aux 2/3 de la longueur de la rame externe.

La femelle, comme le mâle, possède au P. 5 un basis dont le bord postérieur est incurvé en S renversé. Ce caractère est très apparent chez les adultes. Le mérus est arrondi et le carpe plus long que large. Le bord palmaire comprend une encoche et un tubercule bien développé à denticulations distinctes. La tête est beaucoup plus arrondie que celle de *P. pacifica*.

Les tailles maxima relevées sont de 6 mm pour le mâle et de 15,5 mm pour la femelle.

3.5.2. RÉPARTITION ANNUELLE.

Cette espèce est capturée assez fréquemment dans la région prospectée. Les collectes positives atteignent un pourcentage de 61 %.

Contrairement aux formes précédentes, on observe une population qui se maintient durant une grande partie de l'année avec des variations d'abondance de faible amplitude. L'été n'est pas une saison morte et les densités les plus faibles ne sont relevées que durant l'hiver (pl. I, fig. E).

3.5.3. CYCLE GÉNITAL.

3.5.3.1. Taille à maturité sexuelle.

STEPHENSEN (1924) signale la capture, en Méditerranée, de femelles ovigères de 9 à 11 mm. Les tailles observées sur nos exemplaires de l'Océan Indien sont équivalentes et s'échelonnent de 9 à 14 mm. Il semble que l'activité ovarienne se déclenche dès la taille de 9 mm.

TABLEAU XI. — *P. curvipes*. Taille à maturité sexuelle (110° E)

Latitude	Date	Taille en mm	
		Ovaires mûrs	Ovigères
30° 42' S	20. 8.62	11	
18° 30' S	24. 8.62	11	
14° S	5.11.62		11,5
20° S	7.11.62		13-13
18° 30' S	23. 1.63		10
17° S	10. 2.63	12-?	
23° 10' S	12. 2.63	11	12,5
21° 30' S	2. 4.63	13	
9° 30' S	6. 4.63	14	
14° S	20. 4.63	10-10-10,5	13-13
17° S	21. 4.63	12	
20° S	22. 4.63		11
21° 30' S	11. 5.63		11,5
18° 30' S	12. 5.63		13,5
26° S	31. 5.63		11
9° 30' S	18. 7.63		9
11° S	3. 8.63	10,5	12
29° S	9. 8.63		11

3.5.3.2. *Évolution saisonnière des jeunes et des adultes.*

La taille de première maturité sexuelle, déterminée ci-dessus, permet de séparer les femelles de *P. curvipes* en deux lots : les adultes et les jeunes. Le graphique D de la planche II est établi à partir des prises moyennes obtenues à chaque parcours de la radiale. Comme pour toutes les espèces précédentes, on y distingue un déphasage entre les pics d'abondance des reproducteurs et des stades juvéniles ainsi que des relations inverses dans leurs fluctuations durant les trois propagations qui se succèdent du printemps à l'automne. On remarque également une prédominance du lot des adultes sur celui des jeunes, qui fait songer à une croissance plus rapide durant ces trois saisons. De l'automne au début de l'hiver, les adultes sont en régression continue tandis que la persistance des phénomènes sexuels donne simultanément la supériorité numérique aux formes immatures.

3.5.3.3. *Fluctuations de la taille moyenne.*

L'étude des variations saisonnières de la taille moyenne chez les femelles fournit un graphique en dents de scie (pl. III, fig. D). Les trois cycles du printemps, de l'été et de l'automne se traduisent par trois maxima suivis chacun d'une chute de taille provoquée par l'incorporation d'une nouvelle génération de jeunes. La valeur la plus faible de l'année est atteinte au début de l'hiver et confirme la dispersion automnale des adultes ainsi que l'importance du groupe des jeunes.

3.5.3.4. *Périodes de reproduction.*

L'inventaire des femelles en activité ovarienne met en évidence un fait assez particulier : *P. curvipes* est capable de proliférer durant toutes les saisons par des pontes en chaîne. On assiste à une série de recrutements qui équilibrent les pertes de la partie survivante (mortalité, prédation, etc.) et permettent à l'effectif de se conserver numériquement. C'est ce que démontre, d'ailleurs, l'allure aplatie du polygone d'abondance ci-dessus (pl. I, fig. E).

TABLEAU XII. — *P. curvipes*. Périodes d'activité ovarienne

<i>P. curvipes</i>	1962	1963						
	A S O N D	J	F	M	A	M	J	J A
♀ mûres	2	3	6				1	
♀ ovigères	3	1	1	3	3		1	2

3.5.4. DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE.

La distribution de *P. curvipes*, dans les mers du globe, présente de grandes analogies avec celle de *P. pacifica*, ce qui fait songer à une coexistence de ces deux formes au sein de masses océaniques communes.

Dans le Bassin indo-australien, on retrouve une cohabitation dans les eaux tropicales chaudes et dessalées de subsurface. Par contre les cycles reproducteurs y sont nettement différents et entraînent un déphasage dans les périodes de prolifération. Alors que la reproduction, chez *P. pacifica* se déclare au printemps avec une pause en été, celle de *P. curvipes* s'établit plus tardivement à la fin de cette saison et se manifeste par une chaîne de générations successives durant tout l'été et l'automne. Il en résulte une concentration qui occupe, d'une manière presque permanente, une zone s'étendant de 14° à 20° S. Les eaux subtropicales sont, par contre, très pauvres. L'espèce y apparaît de façon très dispersée de l'automne au printemps et y est complètement absente en été (fig. 13).

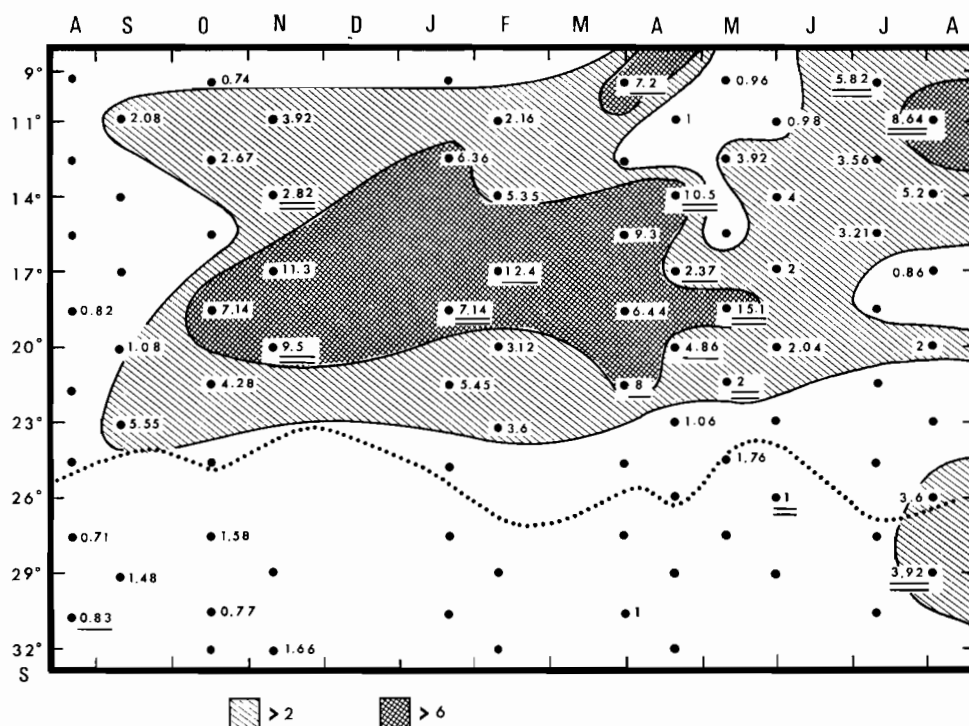


Fig. 13. — *P. curvipes*. Répartition saisonnière latitudinale; valeurs soulignées : — présence de femelles mûres ; = présence de femelles ovigères ; limite des eaux tropicale et subtropicale à teneur minimale en oxygène dissous.

3.6. *Phronima stebbingi* Vosseler 1901.

P. stebbingi. VOSSELER 1901, pp. 36-9, pl. 4, fig. 4-10. CHEVREUX et FAGE 1925, p. 397, fig. 399. PIRLOT 1929, pp. 115-6. REID 1955, pp. 20-1. HURLEY 1956, p. 17 ; 1960, p. 280. SHIH et DUNBAR 1963, pp. 2-5, fig. 8a-d. SHIH 1969, pp. 29-30, fig. 7.

P. pacifica. STEBBING 1888, p. 1348, pl. 159. BOVALLIUS 1889, pp. 382-5, pl. 16, fig. 48-50.

Cette espèce est connue de la Méditerranée ainsi que de tous les océans. En ce qui concerne les eaux indiennes, on ne possède encore que très peu de localisations. Les collectes, effectuées dans le Bassin indo-australien, ont livré 368 spécimens comprenant 97 mâles pour 271 femelles. La dominance de ces dernières est remarquable.

3.6.1. MORPHOLOGIE.

L'identification de *P. stebbingi* est aisée grâce à un caractère spécifique très net qui s'est vérifié sur tous nos exemplaires. Dans les deux sexes, le segment 7 du mésosome est toujours plus court que le segment 1 du métasome. En conséquence, si on examine la face dorsale de ce segment on peut remarquer que son contour dessine un triangle équilatéral.

Les tailles maxima relevées sont de 6,6 mm pour les mâles et 7 mm pour les femelles.

3.6.2. RÉPARTITION ANNUELLE.

P. stebbingi est très fréquente dans les eaux indo-australiennes. On y relève 70 % de pêches positives.

La propagation printanière se manifeste avec un pic d'abondance correspondant à une population atteignant 30 % de l'effectif annuel. Durant l'été et l'automne, on assiste à une déficience de l'espèce qui se traduit par des fréquences minimales. L'hiver se présente comme une saison faiblement productive avec un lent rétablissement du stock (pl. I, fig. F).

3.6.3. CYCLE GÉNITAL.

3.6.3.1. Taille à maturité sexuelle.

La collection contient 35 spécimens à maturité sexuelle, soit 13 % du total des femelles. La plus petite femelle ovigère mesure 4,5 mm et la plus grosse 7 mm.

TAB. X. -- *P. stebbingi*. Taille à maturité sexuelle (110° E)

Latitude	Date	Tailles en mm	
		Ovaires mûrs	Ovigères
29° S	14. 9.62	6	
31° 57' S	16.10.62	5	5,5
30° 30' S	17.10.62		6-6
27° 30' S	18.10.62	6-6,5	6
21° 30' S	20.10.62		5,5
18° 30' S	21.10.62	5	5,5
15° 30' S	22.10.62	5	
14° S	5.11.62		5
17° S	6.11.62	4,5-4,5	
20° S	7.11.62	5	5-5,5
29° S	10.11.62	?	5,5-7
32° S	11.11.62	5,5-5,5	6-6-6-6-6
27° 30' S	20. 1.63		5
21° 30' S	22. 1.63	5	
12° 30' S	25. 1.63		5
11° S	8. 2.63		4,5
17° S	21. 4.63	5	
23° S	7. 8.63		5,5
26° S	8. 8.63		6

3.6.3.2. Évolution saisonnière des jeunes et des adultes.

La représentation graphique de l'évolution saisonnière des reproducteurs et des formes immatures est établie après répartition des femelles collectées en deux lots suivant le critère de la taille à première maturité sexuelle (pl. II, fig. E).

Le développement très rapide de cette espèce entraîne une prépondérance permanente du stock des adultes sur celui des jeunes. Les cycles évolutifs de ces deux groupes sont synchrones et entraînent des relations directes dans les variations. Contrairement aux espèces précédentes, les pics d'abondance ne sont pas décalés dans le temps.

Les densités les plus importantes sont atteintes au cours du cycle ovarien du printemps. En été, des pontes résiduelles maintiennent encore des valeurs notables. En automne et en hiver, les jeunes sont en voie de disparition presque totale tandis que les adultes manifestent encore quelques proliférations éphémères.

3.6.3.3. Fluctuations de la taille moyenne.

Les variations de la taille moyenne des femelles sont en synchronisme avec les périodes d'activité sexuelle (pl. III, fig. E). La valeur minimale est atteinte après les proliférations du

printemps et de l'été. La croissance des individus, ainsi que l'absence d'un recrutement suffisant de jeunes au cours de l'automne et de l'hiver, entraînent une nouvelle progression de la taille moyenne.

3.6.3.4. Périodes de reproduction.

La présence des femelles en activité génitale est notable au printemps et en été. Par contre, leur rareté de l'automne à l'hiver indique des pontes aussi négligeables que fugitives.

TABLEAU XIV. — *P. stebbingi*. Périodes d'activité ovarienne

<i>P. stebbingi</i>	1962					1963						
	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J A
♀ mûres	1	5	6				1		1			
♀ ovigères		6	10				2	1				2

3.6.4. RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE.

Cette espèce est bien représentée dans l'Atlantique de 40° N à 40° S, mais, en contrepartie, les localisations dans l'Océan Indien et le Pacifique sont extrêmement peu nombreuses. VINOGRADOV (1962b) signale une capture dans les eaux indiennes par 40° S et SHIH (1969) y mentionne quelques pêches au large du continent africain. Dans le Pacifique, on la rencontre le long des côtes japonaises et américaines et également dans les parages des îles Fidji et Tonga.

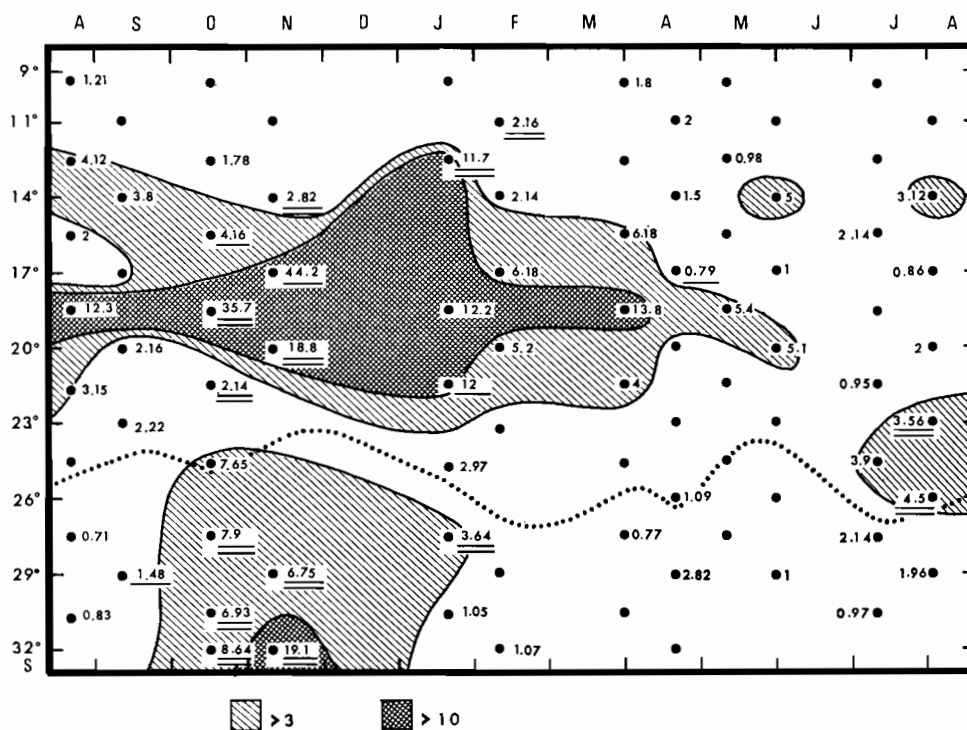


Fig. 14. — *P. stebbingi*. Répartition saisonnière latitudinale; valeurs soulignées: — présence de femelles mûres; = présence de femelles ovigères; ... limite des eaux tropicale et subtropicale à teneur minimale en oxygène dissous.

Dans les eaux indo-australiennes, cette espèce est très largement répandue tout le long de la radiale. De 15°30' à 20° S, on peut délimiter un noyau de propagation centré sur 18°30' S. De 23° à 30°30' S, la faiblesse des prises indique une zone de pauvreté qui voisine avec une seconde aire à fortes densités située par 32° de latitude sud.

La distribution saisonnière de cette espèce permet de définir, comme pour *P. sedentaria* et *P. allanlica*, deux populations se disposant de part et d'autre de la limite des eaux tropicale et subtropicale de subsurface (fig. 14). Le groupe tropical domine nettement son homologue subtropical et se maintient durant presque toute l'année. Comme pour *P. curvipes*, il est la résultante d'une multiplication en chaîne, se renouvelant à toutes les saisons. Toutefois, les propagations les plus actives se déroulent du printemps à l'été.

Dans les masses subtropicales de subsurface, on observe une seconde concentration qui se développe au printemps et disparaît au début de l'été. Le reste de l'année constitue une longue période stérile qui se résume à quelques prises parsemées.

3.7. *Phronima colletti* Bovallius 1887.

P. colletti. BOVALLIUS 1889, pp. 378-82, pl. 16, fig. 27-47. VOSSELER 1901, pp. 32-6, pl. 3, fig. 8-10. STEPHENSEN 1924, pp. 127-30, carte 18. CHEVREUX et FAGE 1925, pp. 396-7, fig. 395 et 398. PILOT 1930, pp. 14-5. BARNARD 1932, p. 286 ; 1937, p. 186. REID 1955, p. 20. HURLEY 1956, p. 17 ; 1960, p. 280. SHIH et DUNBAR 1963, pp. 2-5, fig. 3a-d. LAVAL 1968, p. 354, fig. 3B. SHIH 1969, pp. 21-5, fig. 5a-l.

P. bucephala. GILES 1887, pp. 213-17, pl. 3, fig. 1-2.

P. colletti est bien représentée dans l'Atlantique, alors que ses mentions dans le Pacifique et l'Océan Indien sont très disséminées. Les collectes dans les eaux indiennes sont également très pauvres. Elles se limitent à 13 mâles et 27 femelles. L'application du test du χ^2 ($\chi^2 = 4,9$; $P < 5\%$) montre une différence significative entre cette proportion des sexes et le sex ratio théorique. Les femelles sont donc en surnombre.

3.7.1. MORPHOLOGIE.

L'identification du mâle de *P. colletti* est très délicate du fait de sa grande similitude avec ceux de *P. pacifica* et *P. curvipes*. D'autre part, SHIH (1969) signale une variabilité géographique non négligeable entraînant des différences morphologiques d'un océan à l'autre. La taille, en particulier, est plus restreinte dans l'Indo-O. Pacifique que dans l'Atlantique et dans le Pacifique oriental.

Quant aux échantillons des eaux indo-australiennes, leur nombre insuffisant n'autorise pas de conclusions définitives et les diagnoses ont reposé principalement sur le périopode 5 et l'uropode 2. Chez le mâle, le basis du P. 5 est dépourvu de pointe postéro-distale (exemplaires indo-australiens). L'article méral et le carpe sont à peu près aussi longs que larges. La longueur du propode est égale à celle du bord palmaire. Les deux rames de l'uropode 2 ont approximativement la même dimension.

Chez la femelle, la pointe postéro-distale du basis du P. 5 peut être soit absente, soit présente. Dans ce dernier cas, elle est rudimentaire. D'un autre côté, ce basis est beaucoup plus court que ceux des P. 3 et P. 4. En étudiant la forme atlantique, SHIH (1969) produit une figure de ce basis également dépourvu de pointe postéro-distale et plus court que ceux des P. 3 et P. 4. Par contre, pour les formes de l'Indo-O. Pacifique et du Pacifique oriental, on retrouve une pointe postéro-distale très réduite et un basis plus long que celui du P. 3. Le carpe du P. 5 est très allongé et l'extrémité du propode ne dépasse pas la dent angulaire. Les deux rames de l'uropode 2 sont de même longueur.

Les tailles maxima relevées sont de 7,5 mm pour le mâle et 8,5 mm pour la femelle.

3.7.2. REMARQUES BIOLOGIQUES.

Dans les eaux indo-australiennes, la présence de cette espèce n'est relevée que durant le printemps. Une propagation prend place à ce moment-là et on peut observer des femelles en activité ovarienne de 7 à 8,5 mm. La première maturité sexuelle semble apparaître dès la taille de 5 mm.

Pour les eaux de l'Atlantique, STEPHENSEN (1924) signale des phénomènes sexuels s'étalant du printemps à l'automne avec des reproducteurs de 6 à 9 mm.

SHIH (1969) mentionne des valeurs comparables pour des spécimens de l'Indo-O. Pacifique, qui mesurent de 5,5 à 9 mm.

TABLEAU XV. — *P. colletti*. Taille à maturité sexuelle (110° E)

Latitude	Date	Tailles en mm	
		♀ mûres	♀ ovigères
30° 30' S	17.10.62		7-8-8,5
27° 30' S	18.10.62		
29° S	10. 6.62	5	
32° 02' S	11.11.62	7-8-8	

3.7.3. DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE.

La distribution géographique de cette espèce dans l'Atlantique et l'Océan Indien diffère peu de celle de *P. pacifica*. Dans le Pacifique, SHIH (1969) la localise au large de l'Amérique et du Japon ainsi que dans les eaux indonésiennes.

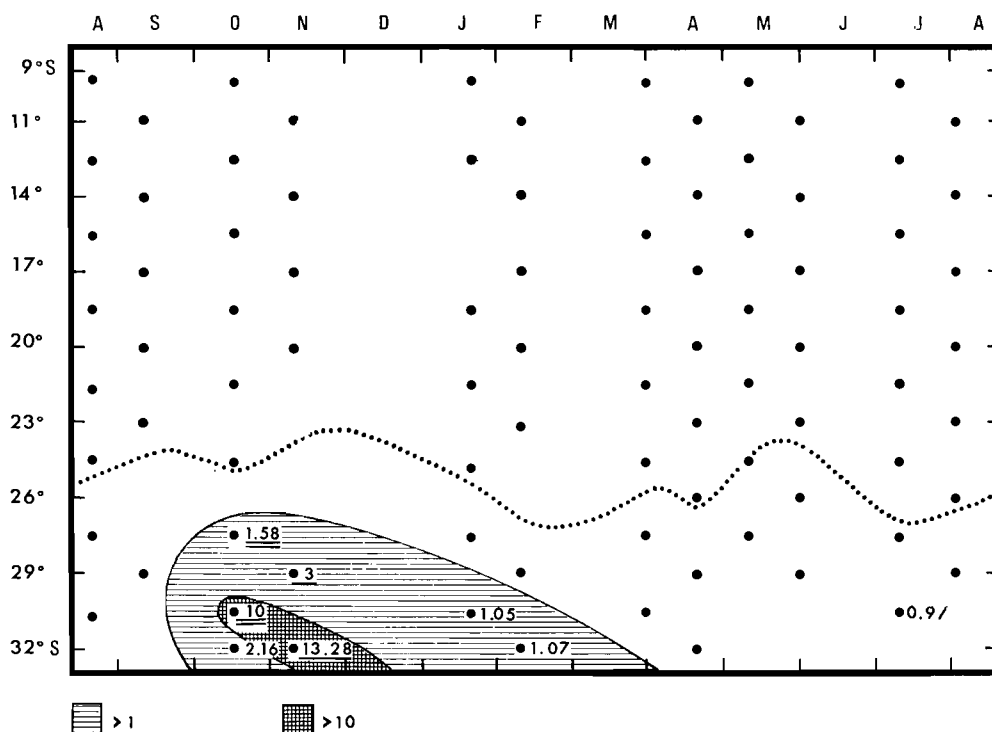


Fig. 15. — *P. colletti*. Répartition saisonnière latitudinale; valeurs soulignées : — présence de femelles mûres ; = présence de femelles ovigères ; . . . limite des eaux tropicales et subtropicales à teneur minimale en oxygène dissous.

Il est surprenant de constater que cette espèce, qui est signalée de 5° N à 35° S environ dans les eaux occidentales de l'Océan Indien (SHIH 1969), soit totalement absente au nord de 26° S le long du 110° E. 67 pêches effectuées entre 9° et 26° S, échelonnées sur la plus grande partie de l'année, se sont révélées négatives. On ne la trouve que dans les masses subtropicales de la partie sud de la radiale, où elle constitue un noyau de propagation qui ne survit pas au-delà de la période printanière (fig. 15). Sa carence durant toutes les autres saisons de l'année est remarquable.

4. GENRE PHRONIMELLA

Phronimella elongata Claus 1862.

Phronimella elongata. STEBBING 1888, pp. 1362-9, pl. 163. BOVALLIUS 1889, pp. 389-95, pl. 16, fig. 52-67. VOSSELER 1901, pp. 40-2. STEPHENSEN 1924, pp. 130-4, carte 19. CHEVREUX et FAGE 1925, pp. 398-9, fig. 400. PIRLOT 1930, pp. 15-6. BARNARD 1932, p. 286 ; 1937, p. 186. REID 1955, pp. 21-2. FURNESTIN 1960, p. 190. HURLEY 1960, p. 280. SHIH et DUNBAR 1963, pp. 2-5, fig. 9a-d. SIEGFRIED 1963, p. 9. SHIH 1969, pp. 30-2, fig. 8a-f.

Cette espèce est connue de toutes les mers du monde. La collection recueillie dans les eaux est-indiennes comprend 2.109 spécimens. On dénombre 722 mâles et 1.387 femelles, soit un sex ratio nettement en faveur de ces dernières.

4.1. Morphologie.

L'identification de cette espèce ne présentant aucune difficulté, seules quelques remarques morphologiques seront rappelées. Dans les deux sexes, le corps est extrêmement grêle et translucide. Le carpe du P. 5 est très allongé avec de fines épines sur son bord antérieur. L'uropode 2 est absent chez la femelle. SHIH (1969) signale, chez les jeunes mâles, un U. 2 apparaissant sous la forme d'une pointe unique. Chez l'adulte, l'U. 2 est pourvu d'une rame externe développée et d'une rame interne atrophiée. Cependant, cet uropode peut disparaître chez certains spécimens. Chez la femelle, SHIH (1969) retrouve un vestige de l'U. 2 sous la forme d'une petite pointe.

Les tailles maxima relevées sont de 11 mm pour les mâles et 16 mm pour les femelles.

4.2. Répartition annuelle.

Parmi les *Phronimidae*, *Phronimella elongata* est l'espèce qui est rencontrée le plus fréquemment dans le Bassin indo-australien. Sur l'ensemble des pêches, on observe 92 % de collectes positives.

Si on considère le graphique de l'abondance saisonnière on remarque deux périodes de prolifération matérialisées par deux pics : l'un au printemps et l'autre en automne. Les valeurs relevées en été et en hiver montrent, en revanche, un déclin de l'espèce (pl. I, fig. G).

4.3. Composition saisonnière de la population.

L'étude des fréquences de tailles est réalisée pour les femelles, toujours plus abondantes que les mâles et susceptibles, en conséquence, de conduire à des résultats plus représentatifs (fig. 16).

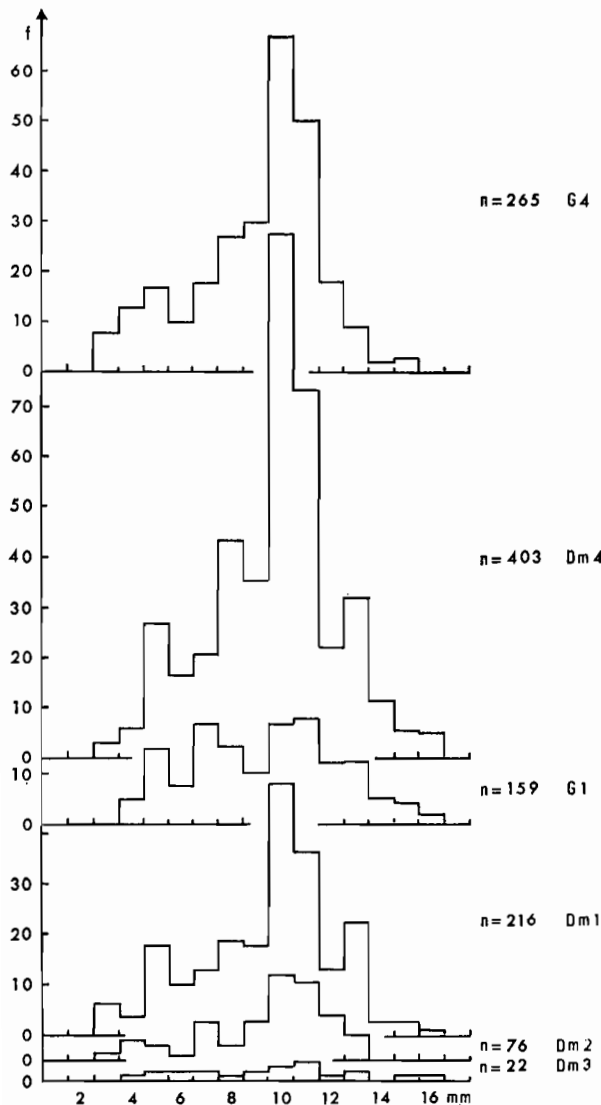


Fig. 16. — *Phronimella elongata*. Composition saisonnière de la population femelle.

La bimodalité de l'histogramme de l'hiver indique une population se répartissant en deux lots : les jeunes avec un mode à 5 mm et les adultes avec un mode à 10 mm. La propagation a donc déjà commencé et poursuit son développement. Au printemps, le phénomène prend une ampleur considérable et les générations successives se traduisent par des pics à 5, 8, 10 et 13 mm (Dm4). En été, le fléchissement des fréquences annonce une période de repos génital qui correspond à un diagramme aplati (G1). La taille modale passe à 11 mm. Le réveil de l'activité ovarienne se déclare en automne avec une distribution des tailles (Dm1) comparable à celle du printemps mais plus atténuée. On y retrouve la série de générations printanières avec également des modes à 5, 8, 10 et 13 mm. Avec l'arrivée de l'hiver, l'espèce périclité par suite de conditions écologiques plus sévères et la population survivante est représentée par une répartition très étalée (Dm3), similaire à celle de l'été, avec également un mode à 11 mm.

On peut, en conséquence, admettre que *Phronimella elongata* accomplit dans les eaux indo-australienne deux cycles de reproduction annuels, l'un très actif, au printemps et l'autre modéré, en automne.

4.4. Distribution géographique.

Dans l'Atlantique, on trouve *Phronimella elongata* assez abondamment de 45° N à 40° S, excepté dans le Golfe de Guinée où elle est inconnue. Dans le Pacifique, elle est mentionnée à l'est de 40° N à 10° S et à l'ouest dans la zone équatoriale.

Deux localisations isolées sont également

relevées dans le Pacifique Central (150° W). Les eaux périphériques de l'Océan Indien sont également fréquentées par cette espèce qui peut atteindre les régions antarctiques (63°42' S).

L'étude de notre collection montre qu'elle pullule dans les eaux E. indiennes de 9° à 32° S. On peut y noter une coexistence géographique assez marquée avec *P. pacifica* et *P. curvipes*.

Si l'on considère la répartition saisonnière de cette forme dans l'aire prospectée, on peut y définir deux groupements distincts occupant chacun l'une des deux masses océaniques de subsurface (fig. 17).

Dans les eaux tropicales, des noyaux de propagation prennent naissance en hiver et au printemps et l'on observe une expansion géographique de l'espèce depuis le nord de la radiale jusqu'à 23° S. En été, la zone de concentration de *Phronimella elongata* ne s'étend plus que de 14° à 21° S. Avec les pontes automnales, l'espèce retrouve une extension comparable à celle du printemps, mais quantitativement plus modérée.

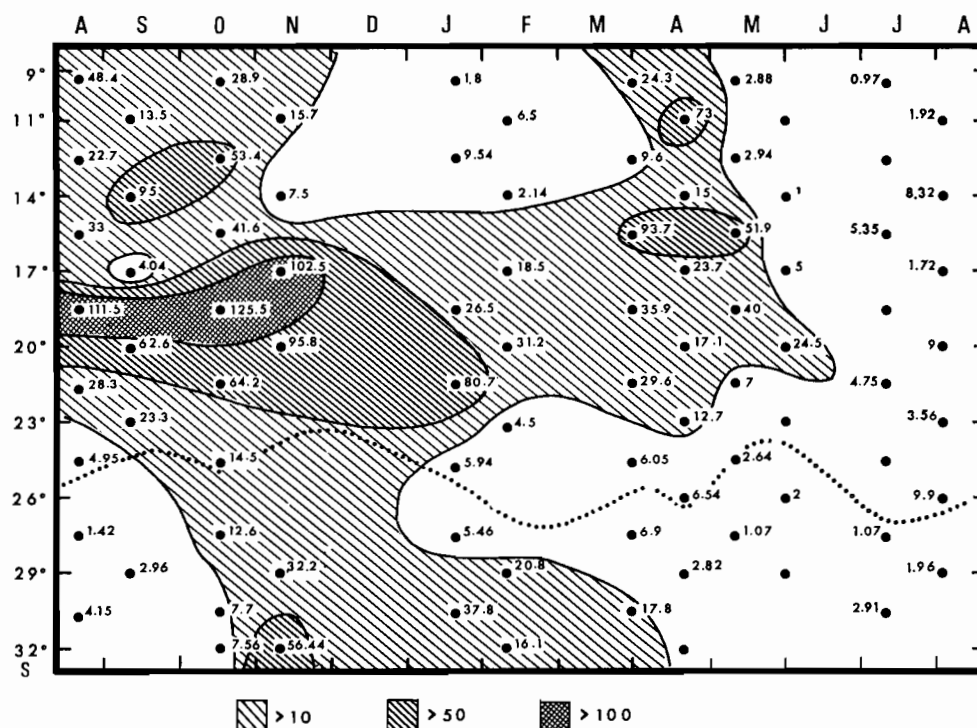


Fig. 17. — *Phronimella elongata*. Répartition saisonnière latitudinale; . . . limite des eaux tropicale et subtropicale à teneur minimale en oxygène dissous.

Dans les eaux subtropicales, on peut constater une situation assez similaire à celle de *P. atlantica*. On a un retard associé à une réduction de la durée de la prolifération printanière par rapport à celle des masses tropicales. Au printemps et en été, la région est colonisée par une population assez dense, qui se disperse durant l'automne et l'hiver.

5. RELATIONS TROPHIQUES

En étudiant les migrations de nutrition des organismes du plancton, VINOGRADOV (1962a) relève chez les Amphipodes un régime alimentaire à base de Coelentérés. L'observation des contenus gastriques de Gammarides et d'Hypérides pélagiques montre la présence de nématocystes en abondance ainsi qu'un tissu brun chocolat provenant de Méduses profondes.

SHIH (1969) admet un régime omnivore. Les *Phronimidae* consomment aussi bien les éléments du phytoplancton (Diatomées) que les petits crustacés (Copépodes Calanoïdes). Il constate, d'autre part, que le tube digestif des jeunes renferme exclusivement du matériel végétal. Toutefois, considérant l'absence de système filtrant dans la structure buccale, il admet aussi bien une ingestion directe des végétaux que leur absorption par l'intermédiaire de proies phytophages.

L'examen microscopique de 255 estomacs de spécimens provenant du Bassin indo-australien révèle un bol alimentaire composé de nématocystes (80 % des cas), de tissu pigmenté brun

chocolat, reste probable de Siphonophores ou de Méduses (47 %) et de fragments de Crustacés (11 %). Cette forme de nutrition zoophage s'observe chez toutes les espèces du genre *Phronima*. Sur le plan saisonnier aucune variation significative dans l'alimentation n'apparaît au cours de l'année.

6. COMPOSITION DES COMMUNAUTÉS TROPICALE ET SUBTROPICALE

Les répartitions examinées ci-dessus ont montré que les *Phronimidae* peuvent occuper soit les eaux de subsurface tropicale et subtropicale simultanément, soit seulement l'une de ces deux masses. Elles y constituent des communautés dont les compositions spécifiques sont représentées par la figure 18.

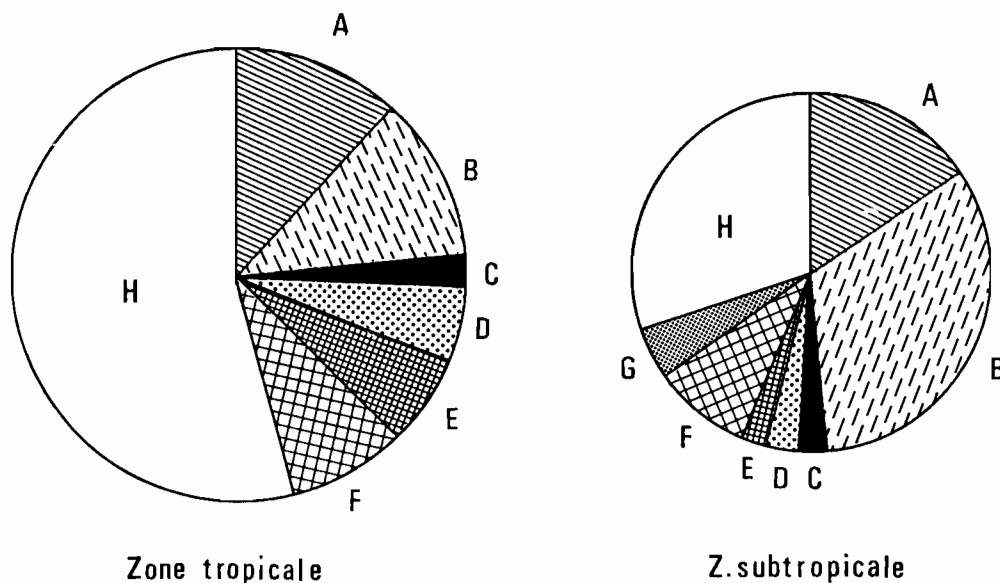


Fig. 18. — Composition spécifique des communautés tropicale et subtropicale. A. *P. sedentaria*, B. *P. atlantica*, C. *P. solitaria*, D. *P. pacifica*, E. *P. curvipes*, F. *P. stebbingi*, G. *P. colletti*, H. *Phronimella elongata*.

Le peuplement tropical, plus dense, avec une moyenne de 49 individus capturés par trait, comporte 7 espèces dont 4 dominantes.

<i>Phronimella elongata</i>	54 %	<i>P. curvipes</i>	6,6 %
<i>Phronima atlantica</i>	12 %	<i>P. pacifica</i>	5,1 %
<i>P. sedentaria</i>	11,5 %	<i>P. solitaria</i>	2,0 %
<i>P. stebbingi</i>	8,5 %		

Le peuplement subtropical, moins abondant (32 individus/trait) est plus complet avec 8 espèces dont également 4 dominantes.

<i>Phronima atlantica</i>	33,2 %	<i>P. colletti</i>	4,3 %
<i>Phronimella elongata</i>	30 %	<i>P. pacifica</i>	3,3 %
<i>Phronima sedentaria</i>	15 %	<i>P. curvipes</i>	2,1 %
<i>P. stebbingi</i>	9,5 %	<i>P. solitaria</i>	2,0 %

Les espèces dominantes sont celles dont les concentrations sont communes aux deux biotopes considérés, ce qui dénote leurs larges tolérances écologiques. Cependant, les prédominances inverses de *Phronimella elongata* et *Phronima allantica* dans les deux communautés témoignent de l'affinité de la première espèce pour les eaux tropicales chaudes et de celle de la seconde pour les masses subtropicales plus froides.

On peut, toutefois, noter que ces communautés s'opposent beaucoup plus par la répartition des espèces secondaires plus sensibles aux conditions du milieu. Ainsi, *P. colletti* est exclusivement subtropicale tandis que *P. pacifica* et *P. curvipes* sont nettement tropicales.

7. DISCUSSION-CONCLUSION

Les croisières saisonnières effectuées dans l'E. Indien avaient pour objectif principal la recherche de l'influence des variations des propriétés physico-chimiques du milieu sur la production primaire dans les eaux ainsi que sur l'importance du « standing stock » à différents niveaux de la chaîne alimentaire. En ce qui concerne le zooplancton, des conditions d'équivalence, entre les collectes successives, furent recherchées afin que les fluctuations d'abondance relevées d'une région à l'autre ou d'une saison à la suivante soient suffisamment significatives. A cet effet, les pêches eurent lieu à heure fixe, de la surface à une immersion constante, suivant une méthodologie unique et en des stations situées respectivement toujours aux mêmes positions géographiques. D'autre part, des mesures physico-chimiques en alternance avec les opérations de biologie fournirent une structure hydrologique simultanée de celle des peuplements autorisant ainsi une meilleure estimation des incidences climatiques sur l'évolution saisonnière des organismes.

Les collectes ne contenant, en général, au niveau de l'espèce, qu'un nombre réduit d'individus, ces derniers ont été isolés par un triage total, éliminant ainsi les incertitudes dues au sous-échantillonnage.

De cette façon, des lots assez importants purent être constitués pour chacune des espèces récoltées. L'examen de ce matériel abondant a révélé la présence de 8 espèces, pour lesquelles les principaux caractères d'identification ont été testés sur le plan de la permanence. Cependant, la séparation de certains mâles, peu répandus et morphologiquement très voisins étant délicate, la recherche d'éléments de différenciation inédits fut entreprise. Ainsi, en complément des critères déjà établis par les auteurs, la conformation du carpe du péréiopode 1 a été retenue pour la discrimination des mâles de *P. curvipes* et *P. pacifica*. Chez *P. colletti*, l'absence ou la réduction de la pointe postéro-distale au basis du P. 5 a également constitué un indice de reconnaissance pour les exemplaires indiens.

La synthèse de cet ensemble de résultats a été tentée sous la forme d'une clé dichotomique ayant pour objet de permettre un gain de temps appréciable dans des travaux quantitatifs reposant sur des nombres élevés d'organismes.

Il semble, d'autre part, intéressant de noter qu'une prédominance des femelles est observable chez toutes les espèces à l'exception de *P. allantica*. Chez cette dernière, on a un rapport des sexes conforme au sex ratio théorique.

Les connaissances actuelles concernant le cycle saisonnier des *Phronimidae* sont encore assez sommaires. Ceci résulte des difficultés rencontrées dans la collecte d'échantillons quantitativement représentatifs des populations *in situ*. Malgré les conditions d'équivalence observées au cours des pêches, différents facteurs, difficilement estimables, sont susceptibles d'agir sur l'importance des prises : phénomènes d'essaïm, richesse ou pauvreté de l'environnement en

éléments biogènes, action des prédateurs, effets dynamiques ou statiques de masses d'eau, etc. Si l'on considère que ces facteurs n'affectent, en général, que quelques stations de la radiale alors que les incidences climatiques intéressent, plus ou moins simultanément, tous les points du méridien 110° E entre 9° et 32° S, on peut admettre une résultante, pour toute l'aire prospectée, fonction en première approximation de l'intervalle de temps écoulé entre deux séries de collectes. En se basant sur cette hypothèse, l'étude de l'évolution saisonnière des *Phronimidae* a été tentée en considérant uniquement des valeurs moyennes émanant des résultats obtenus à chaque parcours de la radiale. L'examen successif, sous cette forme, de différents critères : abondance totale, évolution des femelles immatures et adultes, variation de la taille moyenne, a montré un synchronisme assez net avec les périodes d'activité sexuelle définies par le relevé des femelles gravides. D'autre part, pour les espèces suffisamment abondantes, l'établissement des histogrammes de tailles a fait apparaître des fluctuations de la composition saisonnière des populations en concordance avec les phénomènes sexuels.

On peut ainsi constater dans les eaux indiennes, des différences notables d'une espèce à l'autre dans le nombre et l'intensité des proliférations annuelles. Chez certaines, l'activité ovarienne se trouve sous la dépendance des « saisons biologiques » des océans et comporte une phase estivale stérile. D'autres, au contraire, semblent assez indifférentes aux influences défavorables de l'hydro-climat et se multiplient de manière continue durant presque toute l'année.

Il est ainsi possible de distinguer :

a. ESPÈCES À CYCLES SAISONNIERS. Ce sont : *P. sedentaria*, *P. solitaria*, *P. pacifica*, *P. collelli* et *Phronimella elongata*. Ces formes se caractérisent par des propagations concomitantes des poussées printanière et automnale du zooplancton. D'un autre côté, si l'on se réfère aux travaux de LEGAND (1969) concernant les variations saisonnières du macroplancton et du micronecton dans les eaux indiennes, on peut constater que ces deux périodes d'activité biologique se traduisent par deux maxima annuels de la biomasse, se déclarant également au printemps et automne.

Remarquons que les « saisons biologiques » se manifestant à des époques différentes de l'année en fonction de la latitude, les cycles reproducteurs pourront connaître suivant les régions des modifications qui les ajusteront au nouvel ordre saisonnier. Ceci est remarquable chez *P. sedentaria* dont le cycle de « l'automne biologique » se décale progressivement du mois de mars à 50° S jusqu'au mois de juillet à 10° S. Dans les eaux tropicales indiennes, ce cycle peut se prolonger durant l'hiver et se juxtaposer à celui du printemps suivant.

b. ESPÈCES À CYCLES MULTIPLES. Cette forme de reproduction s'observe principalement dans les masses tropicales chaudes et de faible salinité de l'E. indien. Chez *P. curvipes*, on a durant presque toute l'année une succession en chaîne de multiplications d'intensités comparables. Malgré des pontes régulières à toutes les saisons, les espèces *P. allantica* et *P. stebbingi* présentent un cycle printanier nettement prépondérant. Cependant, dans les eaux subtropicales plus froides, on observe un arrêt automnal de l'activité génitale chez ces deux formes. On peut également y remarquer un retard du cycle printanier sur son homologue tropical, en accord avec le léger déphasage du « printemps biologique » entre ces deux zones. Ces deux espèces ne semblent donc pas échapper totalement aux influences climatiques.

Les travaux de SHIH (1969) montrent que les *Phronimidae* possèdent un régime alimentaire omnivore. L'examen microscopique de contenus stomacaux d'exemplaires indiens a révélé des nématocystes en abondance dénotant une alimentation à base de Coelentérés (Méduses et Siphonophores). La teinte brunâtre de certains restes de tissus indique l'origine probablement mésopélagique des proies.

La répartition verticale des *Phronimidae* reste un problème assez confus résultant en premier lieu de l'imperfection des engins de capture qui fournissent des récoltes appartenant à plusieurs couches consécutives dont on ignore, le plus souvent, le niveau exact. SHIH (1969) situe cette famille dans l'épiphancton, tandis que BRUSCA (1967a) accorde à l'espèce *P. sedentaria* un habitat

infrapélagique. Dans les eaux indiennes, une confrontation de la répartition des concentrations d'organismes avec celle des masses d'eau, montre une localisation dans le mésoplancton supérieur. Il semble donc que le niveau bathymétrique des Phronimes soit assez variable d'une aire à l'autre. Une meilleure connaissance du peuplement vertical des eaux nécessite donc de nouvelles études menées à l'aide d'engins échantillonnant sélectivement une couche donnée dont la profondeur est fournie simultanément par un appareil de mesure d'immersion.

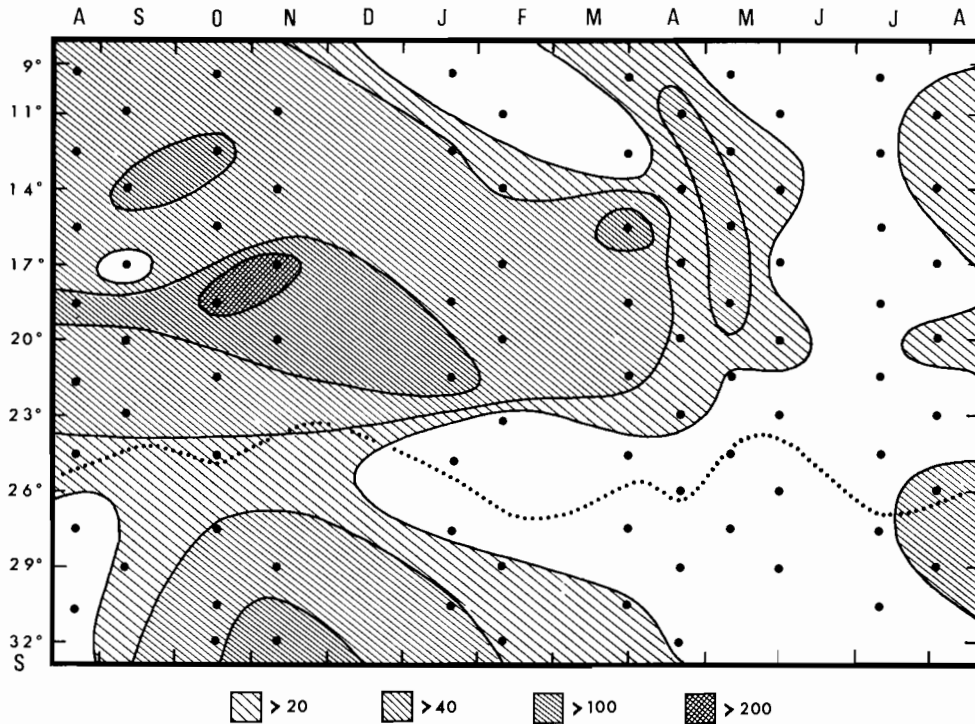


Fig. 19. — Répartition saisonnière latitudinale des *Phronimidae*; limite des eaux tropicale et subtropicale à teneur minimale d'oxygène dissous.

On sait que les prédateurs pélagiques, tels que les thons, s'alimentent très fréquemment de Phronimes. La connaissance de la localisation et de l'importance des concentrations saisonnières de ce « plancton fourrage » pourrait donc fournir des données utiles aux recherches sur les migrations trophiques des Thonidés.

En ce sens, le Bassin indo-australien semble constituer une zone assez intéressante. On peut y relever deux communautés occupant les eaux tropicale et subtropicale de subsurface à concentration minimum d'oxygène dissous. La zone de contact qui sépare ces deux unités hydrologiques (23° à 26° S) présente un dépeuplement assez significatif (fig. 19). D'autre part, on peut noter un rapport assez net, de février à juin, dans les déplacements, suivant une composante méridienne, de cette frontière hydrologique avec ceux des populations marginales de la concentration tropicale. Par contre, en août, il y a débordement du groupe subtropical dans la zone frontalière. A cette époque, il se produit une dérive en direction du N.-E. des masses superficielles. Il semble que, durant le refroidissement hivernal de ces couches, certaines espèces (*P. sedentaria*, *P. allanlica*, *P. curvipes* et *P. stebbingi*) y séjourneraient plus longtemps et seraient alors entraînées hors de leur aire écologique propre.

La richesse des masses tropicales (14° à 23° S) apparaît plus nettement si l'on considère les abondances moyennes calculées sur un an en fonction de la latitude (fig. 20). On peut ainsi constater que toutes les espèces y prospèrent à l'exception de *P. collelli*, inféodée exclusivement à l'habitat subtropical. On peut également remarquer, pour chacune d'elles, des fréquences de captures minima dans la zone de contact (23° à 26° S) des eaux tropicales chaudes et à faible salinité avec celles subtropicales plus froides et plus salées. Plus au sud, plusieurs espèces abondent

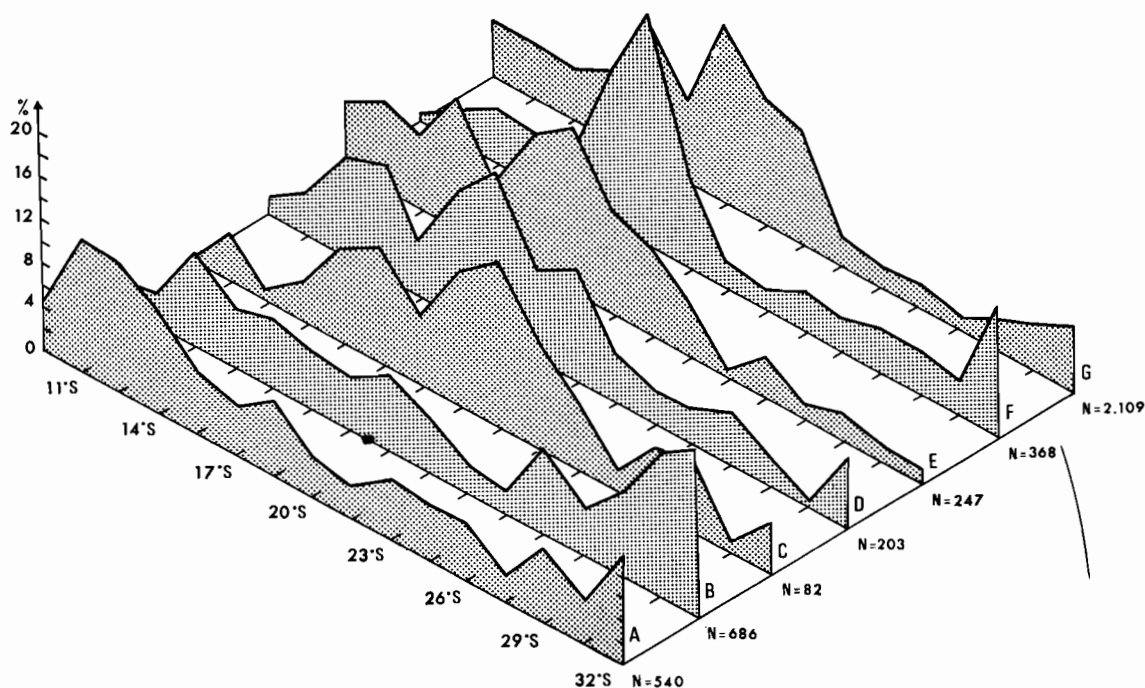


Fig. 20. — Distribution moyenne pour l'année : A. *P. sedentaria*, B. *P. atlantica*, C. *P. solitaria*, D. *P. pacifica*, E. *P. curvipes*, F. *P. stebbingi*, G. *P. collelli*, H. *Phronimella elongata*.

à nouveau mais les densités sont dans la majorité des cas inférieures à celles des masses tropicales. Notons, toutefois, que la prospection du milieu subtropical ne s'étend que sur 6° de latitude et qu'une partie de son peuplement déborde l'extrémité sud de la radiale et a ainsi échappé aux investigations.

Pour conclure, nous distinguerons parmi les *Phronimidae* du Bassin indo-australien :

- a. Quatre espèces dominantes occupant toute l'aire de prospection : *P. sedentaria*, *P. atlantica*, *P. stebbingi* et *Phronimella elongata*.
- b. Trois espèces d'importance secondaire colonisant surtout les eaux tropicales : *P. pacifica*, *P. curvipes* et *P. solitaria*.
- c. Une espèce particulièrement peu abondante se limitant à la zone subtropicale : *P. collelli*.

BIBLIOGRAPHIE

- BARNARD (K. H.), 1930. — Amphipoda. *British Antarctic « Terra Nova » Expedition 1910*, Zool. 8, n° 4, 307-454, 63 fig.
- 1932. — Amphipoda. *Discov. Rep.*, vol. 5, 326 p., 1 pl., 174 fig.
- 1937. — Amphipoda. *The John Murray Expedition 1933-34. Sci. Rep.*, vol. 4, n° 6, 131-201, 21 fig.
- BOGOROV (B. G.), 1941. — Biological seasons in the plankton of different seas. *C.R. (Doklady) Acad. Sci. URSS.*, vol. 31, n° 4, 404-7.
- BRUSCA (G. J.), 1967a. — The ecology of pelagic Amphipoda. I. Species accounts, vertical zonation and migration of Amphipoda from the waters off southern California. *Pacific Sci.*, vol. 21, n° 3, 382-93.
- 1967b. — The ecology of pelagic Amphipoda. II. Observations on the reproductive cycles of several pelagic Amphipods from the waters off southern California. *Ibid.*, 449-56.
- BOVALLIUS (C.), 1889. — Contributions to a monograph of the Amphipoda *Hyperidea*. *K. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar*, Bd. 22, n° 7, 1-434, 18 pl.
- CHEVREUX (E.) et FAGE (L.), 1925. — Amphipodes. *Faune de France*, vol. 9, 488 p., 438 fig.
- FAGE (L.), 1960. — *Oxycephalidae*. Amphipodes pélagiques. *Dana Rep.*, n° 52, 145 p., 79 fig.
- FURNESTIN (M. L.), 1957. — Chaetognathes et zooplancton du secteur atlantique marocain. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.*, T. 21, fasc. 1 et 2, 356 p., 104 fig., 53 pl.
- 1960. — Zooplancton du Golfe du Lion et de la côte orientale de Corse. *Ibid.*, T. 24, fasc. 2, 153-252.
- GILES (G. M.), 1887. — On six new Amphipods from the Bay of Bengal. *J. asiat. Soc. Bengal*, vol. 56, n° 2, 212-29, pl. 3-8.
- HAMON (B. V.), TRANTER (D. J.) et HERON (A. C.), 1963. — A simple integrating depth recorder. *Deep-Sea Res.*, vol. 10, 457-8.
- HURLEY (D. E.), 1955. — Pelagic Amphipods of the sub-order *Hyperidea* in New-Zealand waters. I. Systematics. *Trans. R. Soc. New-Zeal.*, vol. 83, pt. 1, 119-94, 18 fig.
- 1956. — Bathypelagic and other *Hyperidea* from California waters. *Allan Hancock Foundation Publ.*, Occ. pap. n° 18, 25 p.
- 1960. — Pelagic Amphipoda of the N.Z.O.I. Pacific cruise, March 1958. *New-Zeal. J. Sci.*, vol. 3, n° 2, 274-289, 2 fig.
- KANE (J. E.), 1962. — Amphipoda from waters south of New-Zealand. *New-Zeal. J. Sci.*, vol. 5, n° 3, 295-315, 5 charts.
- LAVAL (Ph.), 1968. — Observations sur la biologie de *Phronima curvipes* Voss. (Amphipode Hypéride) et description du mâle adulte. *Cah. Biologie mar.*, T. 9, 347-62, 4 fig. 2 pl.
- LEGAND (M.), 1969. — Seasonal variations in the Indian Ocean along 110° E. VI. Macroplankton and micronekton biomass. *Austral. J. Mar. Freshwat. Res.*, vol. 20, 77-84, 12 fig.
- MOGK (H.), 1927. — Die Phronimiden der deutschen südpoler Expedition 1901-03. *Deutsche Südpolar-Exped.*, Zool. 11, 123-44, 11 fig.
- PIRLOT (J. M.), 1930. — Les Amphipodes de l'expédition du « Siboga ». I. Les Amphipodes Hypérides. *Siboga-Expedition*, vol. 33a, 1-54, 11 fig.
- REID (D. M.), 1955. — Amphipoda (*Hyperidea*) of the coast of tropical West Africa. *Atlantide Rep.*, vol. 3, 7-40, 9 fig.
- ROCHFORD (D. J.), 1962. — Hydrology of the Indian Ocean. II. The surface waters of the south-east Indian Ocean and Arafura Sea in the spring and summer. *Austral. J. Mar. Freshwat. Res.*, vol. 13, 226-51, 18 fig.
- 1969. — Seasonal variations in the Indian Ocean along 110° E. I. Hydrological structure of the upper 500 m. *Ibid.*, vol. 20, 1-50, 52 fig.
- SCHELLENBERG (A.), 1927. — Amphipoda des nordischen Plankton. *Nordisches Plankton*, Zool. Teil 111, 589-722, 104 fig.
- SHIH CHANG-TAI et DUNBAR (M. J.), 1963. — Amphipoda, sub-order : *Hyperidea*, family : *Phronimidae*. *Cons. perm. international. Explor. Mer.* Fiches d'identification du zooplancton, n° 104, 8 fig.

- SHIH CHANG-TAI, 1969. — The systematics and biology of the family *Phronimidae* (Crustacea : Amphipoda). *Dana Rep.*, n° 74, 100 p., 22 fig.
- SIEGFRIED (W. R.), 1963. — The *Hyperidea* (Amphipoda) off the west coast of the southern Africa. *Div. Sea Fish. Invest. Rep.*, n° 48, 12 p., 1 chart.
- SOERIAATMADJA (R. E.), 1957. — The coastal current south of Java. *Mar. Res. Indonesia*, vol. 3, 41-55, 8 fig.
- STEBBING (T. T. R.), 1888. — Report on the Amphipoda collected by HMS « Challenger » during the years 1873-76. *The voyage of HMS « Challenger »*, Zool. vol. 29 (2 tomes, 1 atlas).
- STEPHENSEN (K.), 1924. — Hyperiidea Amphipoda (part 2 : *Paraphronimidae*, *Hyperiidea*, *Dairellidae*, *Phronimidae*, *Anchylomeridae*, *Rep. Danish Oceanogr. Exped. 1908-10 to the Mediterranean and adjacent seas*, vol. II, Biology, D. 4, 73-149, 22 charts, 52 fig.
- STREETS (Th. H.), 1882. — A study of the *Phronimidae* of the north Pacific Surveying Expedition. *Proc. Unit. St. Nation. Mus.*, vol. 5, 3-9, 1 pl.
- VINOGRADOV (M. E.), 1962a. — Feeding of the deep-sea zooplankton. *Cons. perm. internation. Explor. Mer.*, Rapp et Proc. Verb., vol. 153, 114-9, 1 fig.
- 1962b. — Hyperiids collected by the Soviet Antaretic Expedition with the RV. « Ob » southward from 40° S. *Explorations of the fauna of the seas*, vol. 1, 5 p.
- VOSSELER (J.), 1901. — Die Amphipoden der Plankton-Expedition. *Ergebn. Plankton-Exped. Humboldt-Stiftung*, Bd. III ; g. c, 1-129, 11 pl.
- WYRTKI (K.), 1962. — The upwelling in the region between Java and Australia during the south-east monsoon. *Austral. J. Mar. Freshwat. Res.*, vol. 13, 217-25, 9 fig.

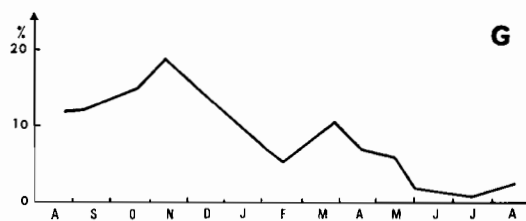
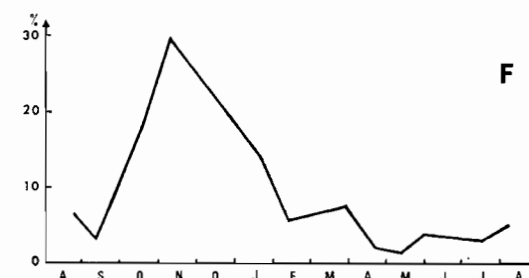
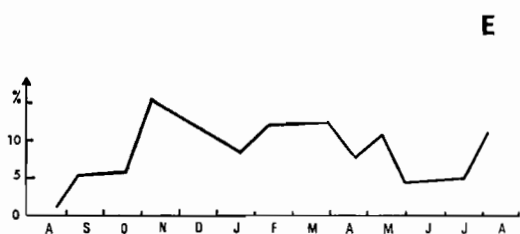
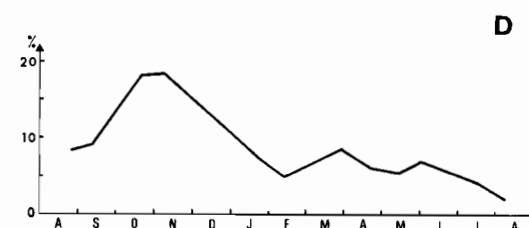
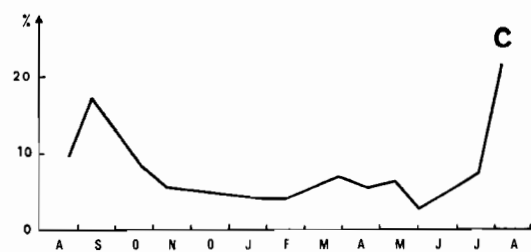
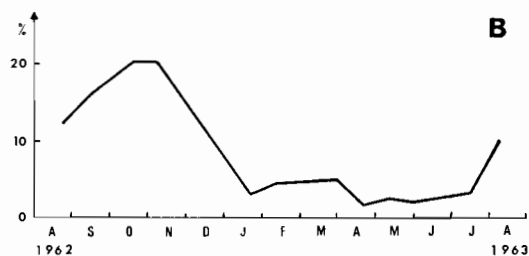
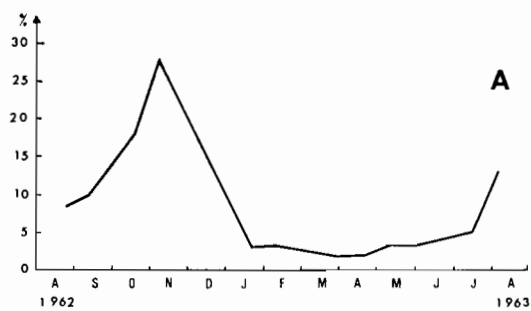


Planche I. — Répartition saisonnière de l'abondance des *Phronimidae*: A. *P. sedentaria*, B. *P. allanica*, C. *P. solitaria*, D. *P. pacifica*, E. *P. curvipes*, F. *P. stebbingi*, G. *Phronimella elongata*.

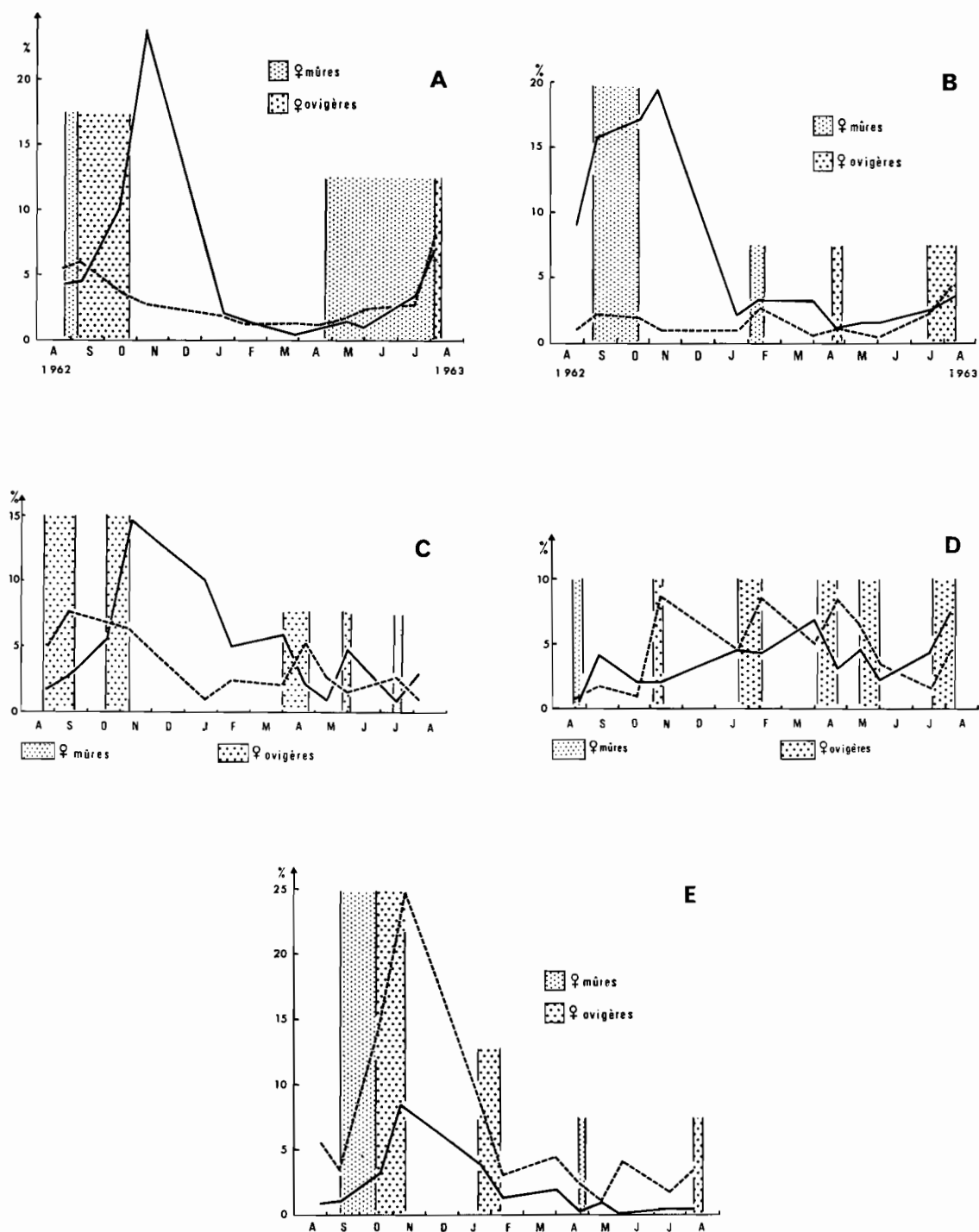


Planche II. — Évolution saisonnière des jeunes (—) et des adultes (---) A. *P. sedentaria*, B. *P. atlantica*, C. *P. pacifica*, D. *P. curvipes*, E. *P. stebbingi*.

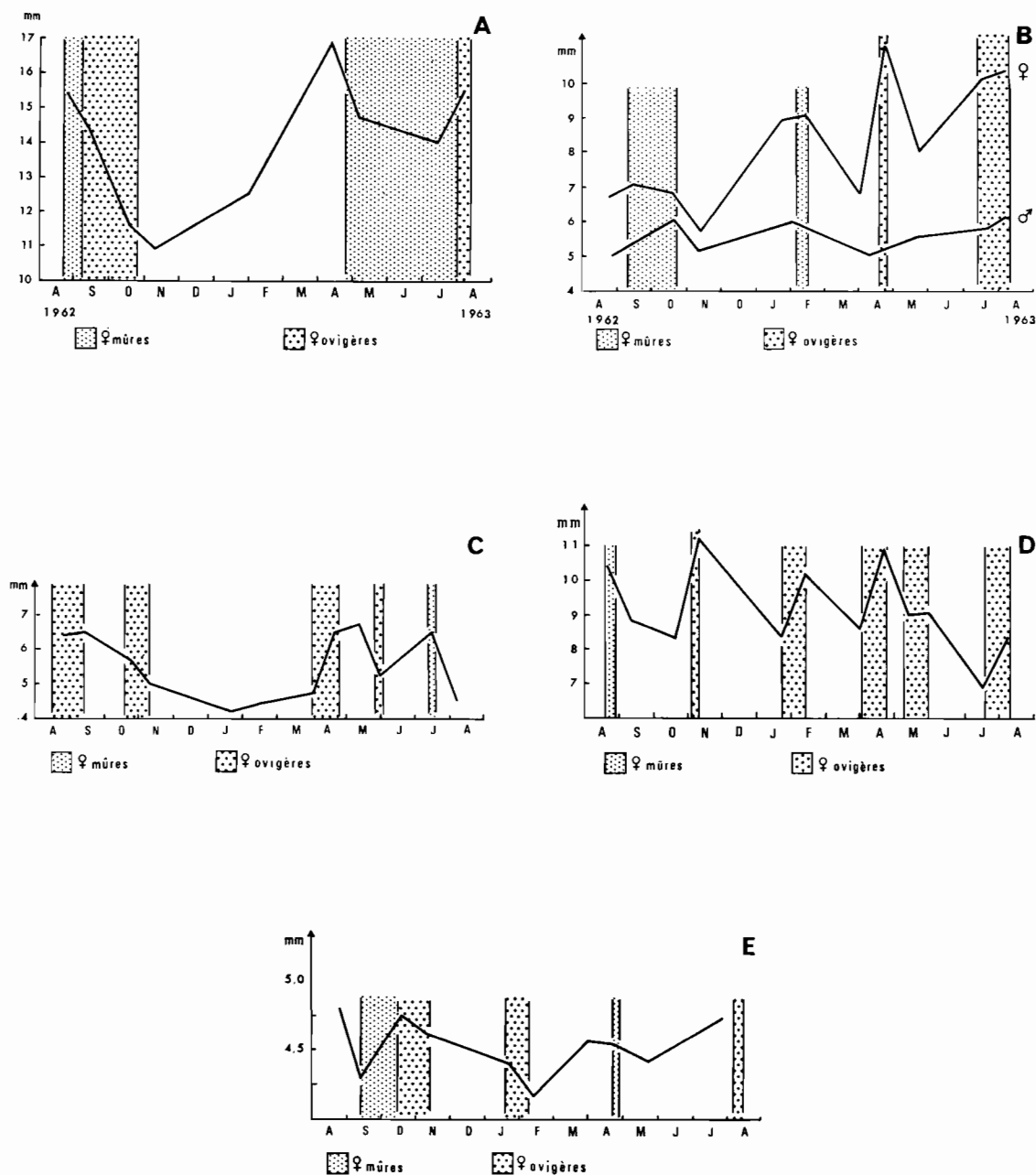


Planche III. — Fluctuations de la taille moyenne des femelles A. *P. sedentaria*, B. *P. atlantica* (mâles et femelles), C. *P. pacifica*, D. *P. curvipes*, E. *P. stebbingi*.

**LARVES PÉLAGIQUES ET POST-LARVES
DU GENRE *ODONTODACTYLUS*
(CRUSTACÉS : STOMATOPODES)
DANS LE PACIFIQUE TROPICAL SUD ET ÉQUATORIAL**

par A. MICHEL*

ABSTRACT

Among the Stomatopod larvae collected in the south west tropical and equatorial Pacific area, four post-larval groups and four larval series have been related to the genus Odontodactylus. Two of the post-larval groups of mean length 26 mm and 16 mm respectively, belong to the species O. brevirostris, the third one to O. scyllarus, and the fourth to O. hawaiiensis. The differences between the two larval series which lead to the two groups of O. brevirostris seem to indicate more than one specie are included under that name.

RÉSUMÉ

Quatre séries larvaires et quatre groupes de post-larves ont été attribuées au genre Odontodactylus (Crustacés Stomatopodes). Les deux premiers groupes de post-larves présentent les mêmes caractères morphologiques mais diffèrent par leur taille moyenne, 26 mm et 16 mm ; ils ont été attribués à O. brevirostris, qui pourrait donc inclure sous cette dénomination deux espèces voisines. Le troisième groupe de taille moyenne 24 mm et le quatrième groupe de taille moyenne 21 mm ont été attribués respectivement aux espèces O. scyllarus et O. hawaiiensis.

..

INTRODUCTION

Les larves de Stomatopodes ont une longue vie pélagique, elles muent de nombreuses fois depuis l'éclosion jusqu'à la métamorphose post-larvaire et peuvent dériver très loin du lieu de ponte. Lors des croisières de l'ORSOM III et du N. O. CORIOLIS, parmi les larves et post-larves de cet ordre issues des récoltes d'un chalut pélagique Isaacs-Kidd 10 pieds ou trouvées dans les

* Océanographe biologiste, Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa (Nouvelle-Calédonie).

contenus stomacaux de Thons, 244 larves et 117 post-larves ont été attribuées au genre *Odontodactylus* Bigelow 1893. Les récoltes proviennent de deux zones distinctes, la première est comprise entre les parallèles 24° S et 05° N et les méridiens 160° E et 180° E, la deuxième se situe à l'ouest des Iles Marquises. Les adultes de ce genre sont surtout distribués dans la région Indo-Pacifique et depuis le travail de MANNING (1967) cinq espèces sont reconnues valides sur les quatorze qui avaient été auparavant décrites. Seules les espèces *O. scyllarus* (LINNAEUS, 1758) et *O. brevirostris* (MIERS 1884) ont été signalées dans le Pacifique Sud.

Des descriptions antérieures de larves reliées à ce genre ont été faites par BIGELOW (1894), JURICH (1904), HANSEN (1926), GURNEY (1946) et TOWNSLEY (1953). Elles portent sur quelques spécimens et n'intéressent souvent qu'un seul stade de développement. Les relations spécifiques larves-adultes reposent sur des considérations d'abondance en un même lieu ce qui les rend peu sûres. Il a donc paru utile d'étudier en détail le matériel récolté, à la lumière des travaux de MANNING (1967-1968) qui précisent les caractères des espèces du genre.

MÉTHODES

Chez les post-larves les caractères apparus à la métamorphose sont suffisants pour déterminer sans ambiguïté les espèces adultes correspondantes. Parmi les larves, en tenant compte des caractères qui restent stables ou se modifient progressivement au cours des mues, il est possible de séparer les différentes séries ; la forme de la carapace larvaire et le développement relatif des appendices, en rapport avec la taille, sont particulièrement intéressants à ce sujet. A l'intérieur d'une série il est difficile, sans procéder à des élevages, de préciser le nombre exact de mues qui se produisent au cours de la vie pélagique. On peut, tout au plus, grouper les larves en stades qui ont été désignés par les nombres n-1, n-2, n-3, etc., n étant attribué à la post-larve. Ces stades peuvent englober une ou plusieurs mues de la même façon que ceux qui sont définis pour les larves phyllosomes des Scyllaridae et Palinuridae.

La relation entre les séries larvaires et leurs post-larves respectives repose sur l'examen des derniers stades pélagiques. En effet, les caractères post-larvaires sont souvent visibles sous la chitine larvaire : forme de la future carapace, nombre de dents du dactyle de la pince ravisseuse, nombre d'épines sur le bord de l'exopodite des uropodes, amorce de certaines carènes du sixième segment abdominal et du telson. Il serait souhaitable de pouvoir obtenir une confirmation en observant en aquarium la métamorphose post-larvaire, malheureusement les élevages ont échoué pour les larves faisant l'objet de ce travail. Cependant les caractères post-larvaires, déjà visibles sur les larves, sont suffisamment nets pour que l'identification soit jugée valable, au moins pour 3 séries.

La longueur totale (LT) a été mesurée depuis le bord antérieur de la plaque rostrale pour les post-larves et depuis la jonction des pédoncules oculaires pour les larves jusqu'à une ligne joignant les dents submédianes du telson. Cette mesure est assez imprécise car la conservation dans le formol entraîne des contractions variables suivant l'état des larves au moment de la capture. Certes des variations de taille s'observent pour un même stade, mais il faut noter cependant que le chevauchement des tailles pour deux stades consécutifs reste faible.

MATÉRIEL RÉCOLTÉ : DESCRIPTION

1. Post-larves.

Toutes les post-larves présentent l'articulation ischiomérale de la pince ravisseuse subterminale et des dents sur le dactyle ce qui les relie sans ambiguïté au genre *Odontodactylus*.

Certains caractères sont reconnus par MANNING (1967) comme constants au cours du développement, depuis la post-larve jusqu'aux adultes de grande taille, ce sont : la position des écailles oculaires juxtaposées ou séparées, la disposition des soies de l'écaille antennaire, le nombre de dents du dactyle et la présence d'épines postéro-latérales sur le cinquième segment abdominal. D'après leur examen les post-larves ont été respectivement attribuées aux espèces *O. brevirostris*, *O. scyllarus* et *O. hawaiiensis*. Celles rattachées à la première espèce se répartissent en deux groupes de tailles distincts. Une description sommaire de ces quatre groupes est fournie ci-dessous dans le but de faciliter le rattachement aux séries larvaires.

1.1. *O. brevirostris*.

1.1.1. POST-LARVES DE TAILLE MOYENNE 26 MM (fig. 1A à D).

24 post-larves de 24 à 28 mm. Mâles et femelles. Yeux subglobulaires. Écailles oculaires situées en avant de la plaque rostrale et largement séparées. Écaille antennaire ovale avec soies sur les bords antérieurs et postérieurs. Plaque rostrale courte et arrondie. Dactyle présentant de 8 à 10 dents et le renflement basal caractéristique des juvéniles de ce genre. 4^e et 5^e segments abdominaux avec épines postérolatérales. 6^e segment avec carènes submédianes, intermédiaires et latérales marquées se terminant par des épines, les intermédiaires atteignant le bord postérieur du segment. Telson avec carènes médiane et submédiane nettes et amorce de la paire accessoire médiane, la carène médiane présente une encoche à sa partie antérieure. 17 à 19 denticules sub-médians. 9 à 12 épines sur l'exopodite des uropodes, certains spécimens présentent 10 épines d'un côté et 11 de l'autre montrant ainsi la variabilité individuelle de ce caractère.

1.1.2. POST-LARVES DE TAILLE MOYENNE 16 MM (fig. 2A à D).

20 post-larves de 15 à 17 mm. Mâles et femelles. Yeux subglobulaires. Écailles oculaires en avant de la plaque rostrale et largement séparées. Écaille antennaire avec soies sur les bords antérieurs et postérieurs. Plaque rostrale courte et arrondie. Dactyle de 8 à 9 dents avec renflement basal. 4^e et 5^e segments abdominaux avec épines postérolatérales. 6^e segment avec carènes sub-médianes, intermédiaires et latérales terminées en épines. Telson avec carènes bien visibles ; médiane avec encoche à sa partie antérieure, accessoires médianes, intermédiaires et latérales. 16 à 17 denticules submédians. Uropode avec exopodite portant de 9 à 10 épines.

A l'exception de la taille ces post-larves sont semblables à celles du groupe précédent. Leur degré de développement étant le même il est difficile de penser que le stade 26 mm soit un deuxième stade post-larvaire du stade 16 mm. Nous verrons plus loin que ces deux groupes de post-larves sont en fait l'aboutissement de deux séries larvaires distinctes.

1.2. *O. scyllarus* (fig. 1E à I).

70 post-larves de 23 à 26 mm. Mâles et femelles. Yeux subglobulaires. Écailles oculaires situées sous la plaque rostrale et très rapprochées l'une de l'autre. Écaille antennaire ovale avec bord antérieur et postérieur garni de soies. Plaque rostrale triangulaire. Dactyle armé de 3 dents et présentant un renflement basal moins marqué que pour les post-larves précédentes. 4^e et 5^e segments abdominaux avec épines postérolatérales. 6^e segment avec épines submédianes et latérales faibles ; on distingue à peine les épines intermédiaires qui sont situées en avant du bord postérieur. Telson avec carène médiane bien distincte ainsi que la partie postérieure des carènes submédianes. Les carènes médianes accessoires ne sont pas encore visibles. 14 à 16 denticules submédians. L'exopodite des uropodes porte 11 épines, ce nombre paraît constant pour le matériel examiné, MANNING (1967) signale 10 à 11 pour les adultes.

1.3. *O. hawaiiensis* (fig. 2E à H).

Trois post-larves de 20 à 22 mm. Yeux subglobulaires. Écailles oculaires situées sous la plaque rostrale et rapprochées l'une de l'autre. Écaille antennaire ovale large avec des soies sur tout

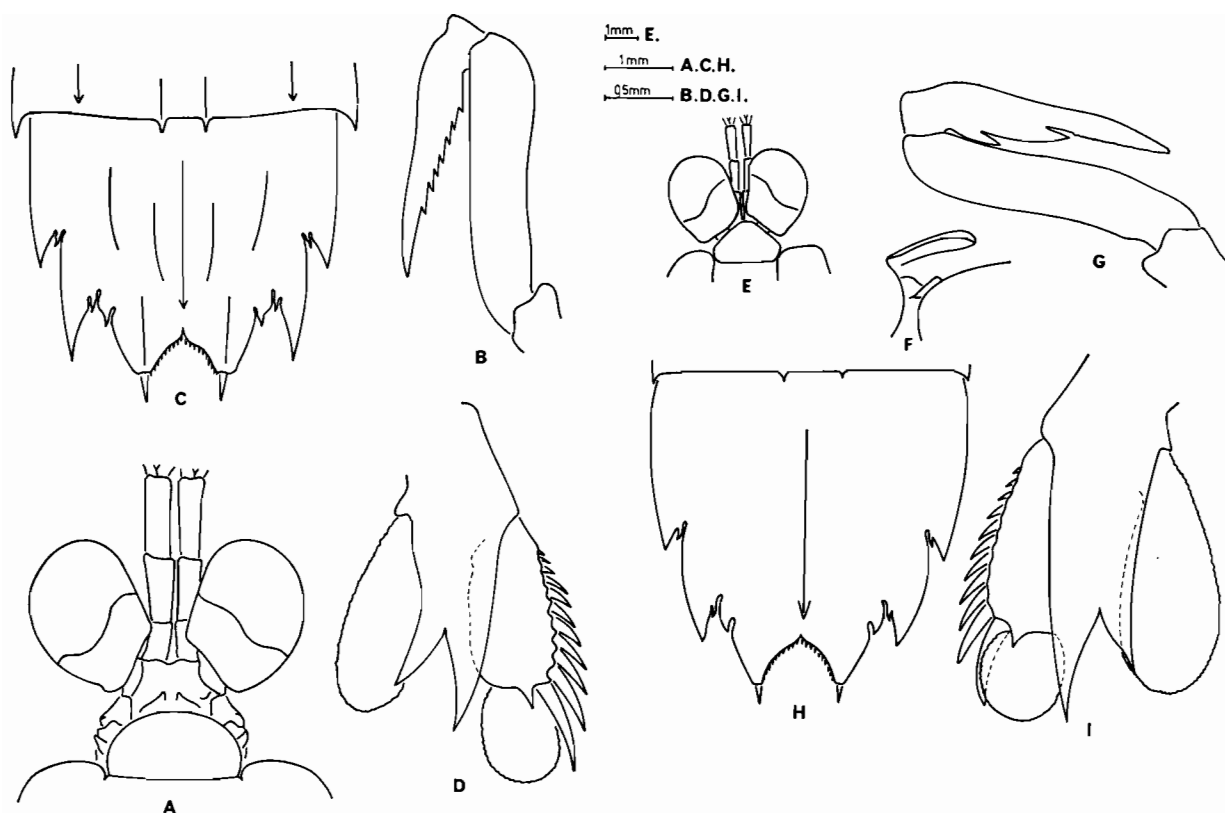


Fig. 1. — *O. brevirostris* 26 mm, post-larve : A, partie antérieure du corps ; B, pince ravisseuse ; C, telson ; D, uropodes. *O. scyllarus*, post-larve : E et F : partie antérieure du corps ; G, pince ravisseuse ; H, telson ; I, uropodes.

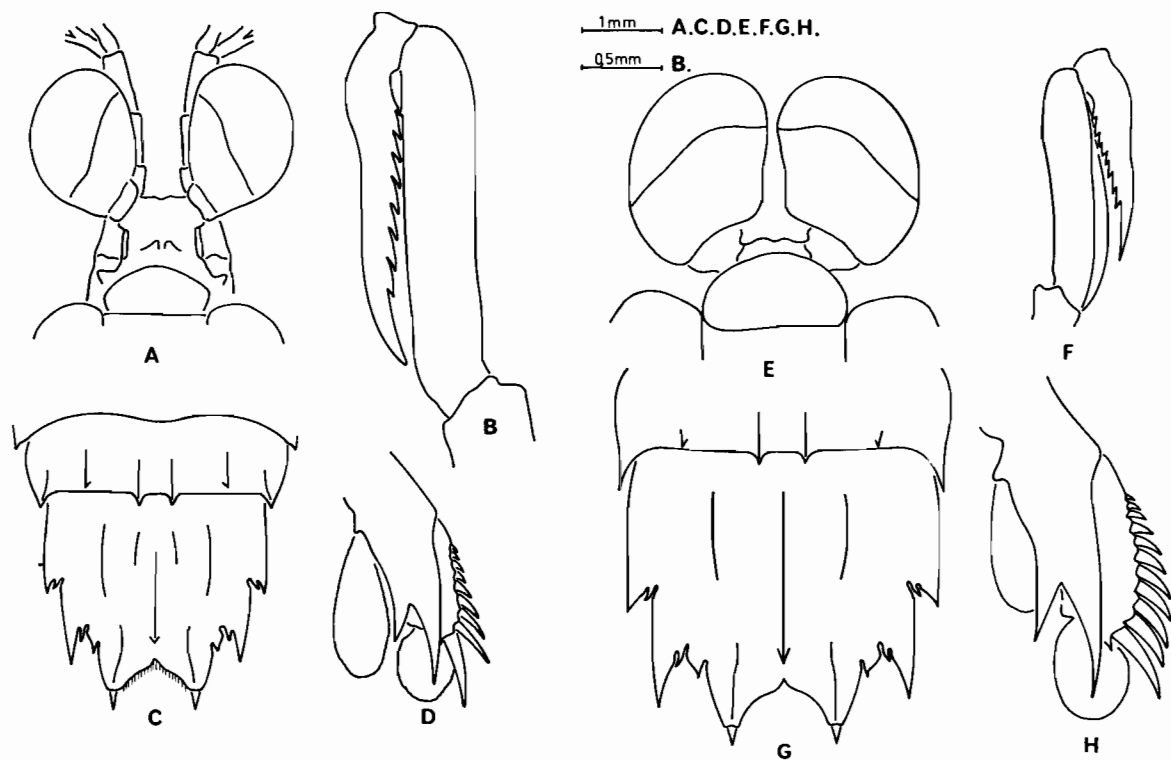


Fig. 2. — *O. brevirostris* 16 mm, post-larve : A, partie antérieure du corps ; B, pince ravisseuse ; C, telson ; D, uropodes. *O. hawaiiensis*, post-larve : E, partie antérieure du corps ; F, pince ravisseuse ; G, telson ; H, uropodes.

TABLEAU I. — *O. brevirostris* 26 mm, caractères distinctifs des stades larvaires

Stades	L T (mm)	Carapace : épine médiane postérieure	Antennule		Antenne	Mandibule	1 ^{er} maxille	2 ^e maxille	Appendices thoraciques							Épipodites
			flagelles	groupe de soies					1	3	4	5	6	7	8	
n-8	5 à 6	présente	2		flagelle en bouton	présente	présent	1 seg. avec soies	dactyle en bouton	doigts de gants			ébauche			2
n-7	7 à 9	—	3 ^e en bouton		flagelle : 1 seg.		—	—		doigts de gants recourbés			bouton			3
n-6	9 à 11	—	3 ^e présent	4	flagelle : 3 seg.		—	—		apex pointu	apex rond					5
n-5	11 à 14	—	—	6			—	—	dactyle formé	pince formée	apex pointu	apex rond	endopodite en bouton			—
n-4	13 à 16	—	—	8			—	—	—	—	pince formée	apex pointu				—
n-3	16 à 19	—	—	10 à 11	extrémité segmentée	trace du palpe	endopodite présent	2 seg. avec soies	—	—	—	pince formée	exopodite avec constriction			—
n-2	19 à 22	absente	—	12 à 13		palpe en bouton	—	—	—	—	—	—	exopodite segmenté			—
n-1	22 à 27	—		14 à 15		palpe présent			—	—	—	—	exopodite articulé			—
n	24 à 28	—	complètement segmentés	14 à 15	complètement segmentée	—	—	—	—	—	—	—	—			—

son pourtour, les soies antérieures étant beaucoup plus courtes que les postérieures. Plaque rostrale triangulaire à base très élargie. Dactyle armé de 8 à 9 dents. 4^e et 5^e segments abdominaux avec épines postérolatérales, le 6^e présente l'amorce des carènes médianes, latérales et intermédiaires qui se terminent par des épines. Telson avec carène médiane nette présentant une encoche à sa partie antérieure, les carènes submédianes sont visibles alors que les médianes accessoires ne sont pas discernables. 15 à 16 denticules submédians. L'exopodite des uropodes porte de 11 à 12 épines élargies à la base, le segment distal est arrondi et très court, inférieur à la moitié du segment proximal. On note la présence d'une zone pigmentée brunâtre sur le telson. Cette espèce n'avait pas encore été signalée dans le Pacifique Sud.

2. Larves.

L'examen des derniers stades larvaires révèle l'amorce très nette de la position subterminale de l'articulation ischiomérale et la présence des dents sous la chitine des dactyles, ensemble de caractères qui les relient sans ambiguïté au genre *Odontodactylus*. La forme des carapaces et du telson, le développement relatif des appendices ont permis de répartir ces larves en quatre séries comprenant un certain nombre de stades. Pour chaque stade le nombre de bouquets de soies présents sur le flagelle médian de l'antennule a été précisé car d'après ALIKUNNI (1951), il serait un indice du nombre de mues. On a effectivement constaté sur quelques mues larvaires obtenues en aquarium qu'il y avait à chaque fois apparition d'un bouquet supplémentaire. Des confirmations devront être apportées par des élevages complets.

2.1. *Série larvaire aboutissant aux post-larves d'O. brevirostris de 26 mm* (fig. 3 ; fig. 4 ; fig. 7A à C ; fig. 8A, B).

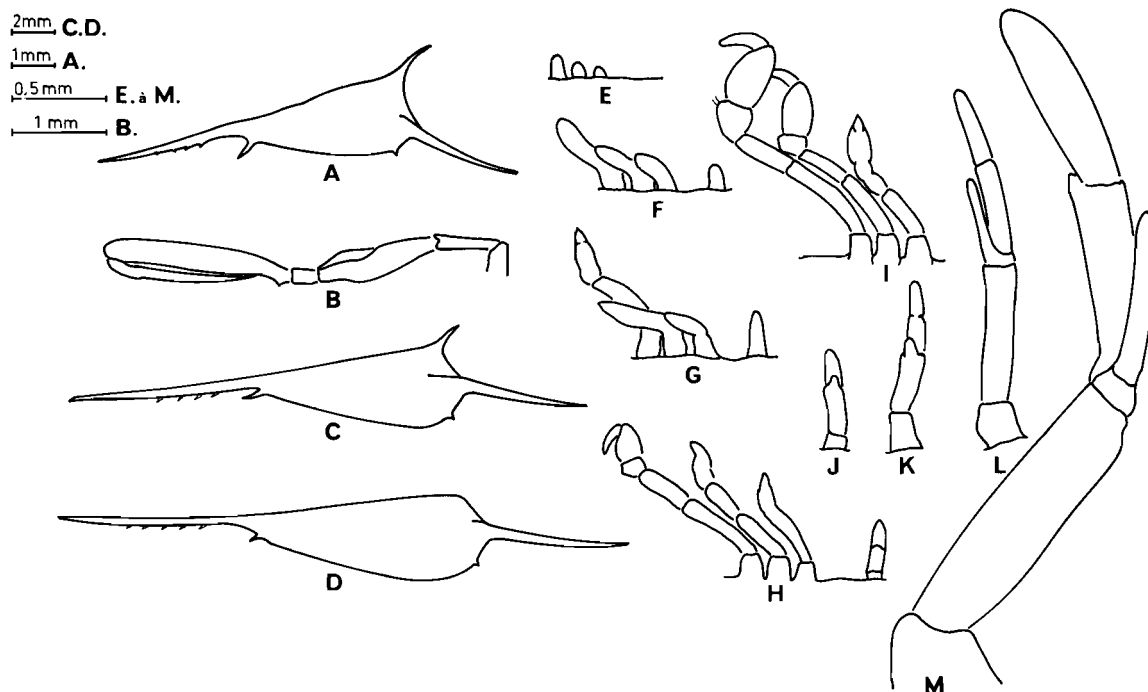


Fig. 3. — *O. brevirostris* 26 mm, série larvaire : A, carapace stade n-8 ; B, pince ravisseuse stade n-8 ; C, carapace stade n-3 ; D, carapace stade n-2 ; E à H, appendices thoraciques 3 à 6, stades n-8 à n-5 ; I, appendice thoracique 3 à 5, stade n-4 ; J à M, appendice thoracique 6, stades n-4 à n-1.

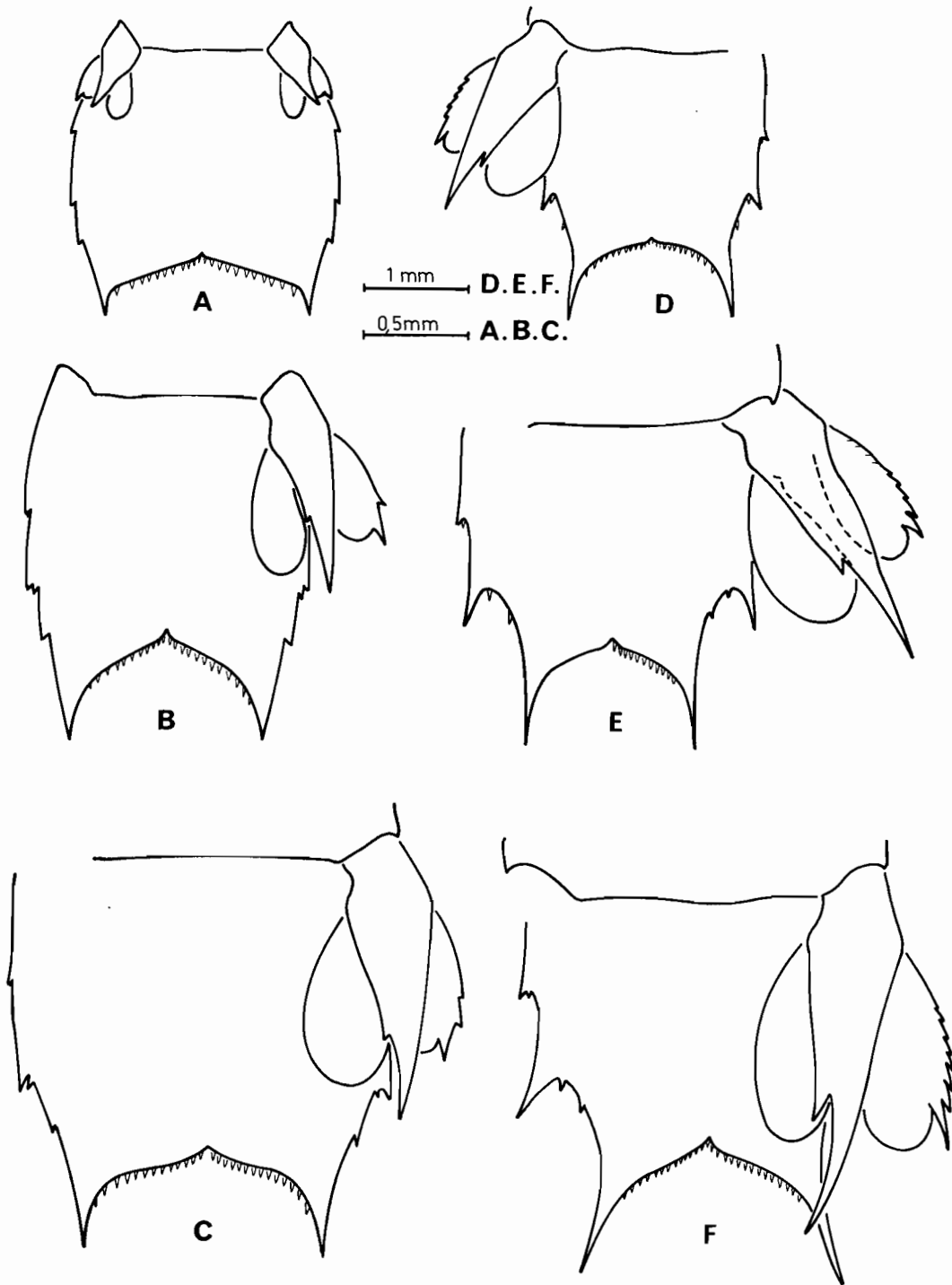


Fig. 4. --- *O. brevirostris* 26 mm, série larvaire : A à F, telson et uropodes des stades n-8, n-6, n-5, n-4, n-3, n-2.

Cette série comprend 149 larves qui ont été groupées en 8 stades, LT varie de 5 à 27 mm. Le résumé des caractères distinctifs est donné dans le tableau I.

La carapace larvaire est de forme allongée avec des flancs larges. Elle possède une longue épine rostrale pourvue de 4 à 5 spinules ventrales et deux longues épines postérolatérales. Sur les bords latéraux une épine courte se trouve à quelque distance de l'insertion des épines postérolatérales. L'épine dorsale médiane n'est présente que jusqu'au stade n-2.

Les yeux sont pédonculés à tous les stades et de forme globulaire.

Les antennules au stade n-8 présentent 2 flagelles, le 3^e n'est représenté que par une protubérance portant des soies. Au stade n-6, le 3^e flagelle est nettement distinct et porte 4 bouquets de soies. Les deux autres flagelles se segmentent progressivement au cours du développement. Au stade n-1, le nombre de groupe de soies atteint 14 à 15.

Les antennes présentent un endopodite en bouton dès le stade n-8. Cet endopodite possède 3 segments au stade n-6, le dernier se divise progressivement pour être complètement segmenté au stade post-larvaire. L'écaille antennaire présente un nombre croissant de soies au fur et à mesure du développement.

Toutes les pièces buccales sont présentes au stade n-8. L'amorce du palpe mandibulaire est visible au stade n-3. Au stade n-8 le premier maxille présente un protopodite à deux branches, la branche proximale porte des petites dents dont le nombre ira croissant pour atteindre 14 à 15 au stade n-1, la branche distale possède jusqu'au stade n-4 une forte dent avec 2 soies distales et 1 soie proximale, cette dernière disparaît au stade n-3 ; l'endopodite est nettement visible à partir du stade n-4 et porte deux soies, avant cela il est marqué par une protubérance portant une soie. Le deuxième maxille présente 1 segment jusqu'au stade n-4 et 2 segments ensuite.

Le premier maxillipède est complètement segmenté au stade n-8, seul le dactyle est à l'état d'ébauche et ne sera formé qu'à partir du stade n-5. L'épipodite est toujours présent.

Le deuxième maxillipède a sa pince fonctionnelle dès le stade n-8 et l'articulation ischio-mérale est alors terminale, cette dernière deviendra subterminale dans les derniers stades. Le dactyle ne présente pas de renflement proximal net, le propode possède une épine fixe proximale qui perd de son importance au fur et à mesure du développement et ne se présente plus au stade n-1 que sous la forme d'une légère proéminence. L'épipodite est toujours présent. Au stade n-1, on aperçoit très nettement la présence des dents sous la chiline larvaire.

Les 3^e, 4^e et 5^e maxillipèdes ont un développement progressif qui est caractéristique des stades ; en doigts de gants au stade n-8 ils deviennent recourbés au stade n-7 ; au stade n-6 le 3^e présente un apex en pointe, les 4^e et 5^e un apex arrondi ; au stade n-5 le 3^e présente une pince fonctionnelle, le 4^e a son apex en pointe, le 5^e son apex rond ; au stade n-4 le 4^e a une pince fonctionnelle, le 5^e son apex en pointe ; au stade n-3 les 3 pinces sont fonctionnelles. Les épipodites apparaissent au stade n-6. Les 6^e, 7^e et 8^e appendices thoraciques qui deviendront les pattes ambulateurs ont aussi un développement caractéristique ; ils sont en boutons au stade n-7 et en doigts de gants au stade n-6 ; l'endopodite apparaît en bouton au stade n-5, endopodite et exopodite grandissent et au stade n-3 l'exopodite présente un début de segmentation ; au stade n-2 il possède 2 segments et au stade n-1 l'articulation est très nette entre le segment proximal et le segment distal.

L'abdomen présente 6 segments dès le stade n-8 et 5 paires de pléopodes biramés, les 5 premiers segments abdominaux ont leurs pleures terminés par une épine postérolatérale jusqu'au stade n-5 où les épines disparaissent sur les 3 premiers mais persistent chez les 2 autres. Le 6^e segment porte, en plus des épines postérolatérales, deux épines submédianes dès le stade n-8 ; au stade n-1, il y a apparition des épines intermédiaires. Les branchies se développent sur les pléopodes à partir du stade n-6.

Les uropodes sont déjà bilobés au stade n-8 avec un prolongement basal qui ne comporte qu'une seule épine ; au stade n-6 une deuxième épine apparaît sur le bord interne. Sur le bord externe de l'exopodite 1 épine est visible au stade n-8, 2 épines au stade n-6 et 3 épines au stade n-1 où deux autres épines apparaissent sous la chitine.

Le telson présente au stade n-8 trois paires de dents latérales de même importance et 1 paire de dents submédianes toutes fixes. Au stade n-6, un denticule apparaît à la base des 1^{re} et 2^e paires latérales. La 2^e paire de dents latérales et la paire de dents submédianes s'allongent considérablement jusqu'au stade n-1 où par rapport à elles la 3^e paire n'est plus représentée que par un simple denticule. La carène médiane du telson commence à être visible au stade n-5 ; au stade n-2 elle est terminée postérieurement par une faible épine qui deviendra proéminente au stade n-1.

C'est l'ensemble des caractères du stade n-1 et sa taille qui ont permis de relier cette série à la forme post-larvaire de *O. brevirostris* de taille moyenne 26 mm. En effet, si comme le note MANNING (1962, 1967) il y a une réduction de taille très importante au cours de la métamorphose chez les espèces de la famille des Squillidae, il semble que cette réduction n'existe pas chez les larves de la famille des Gonodactylidae où les yeux se trouvent à l'état larvaire à l'emplacement qu'ils occuperont à l'état post-larvaire.

2.2. *Série larvaire aboutissant aux post-larves d'O. brevirostris de 16 mm* (fig. 5 ; fig. 7G à I ; fig. 8E, F).

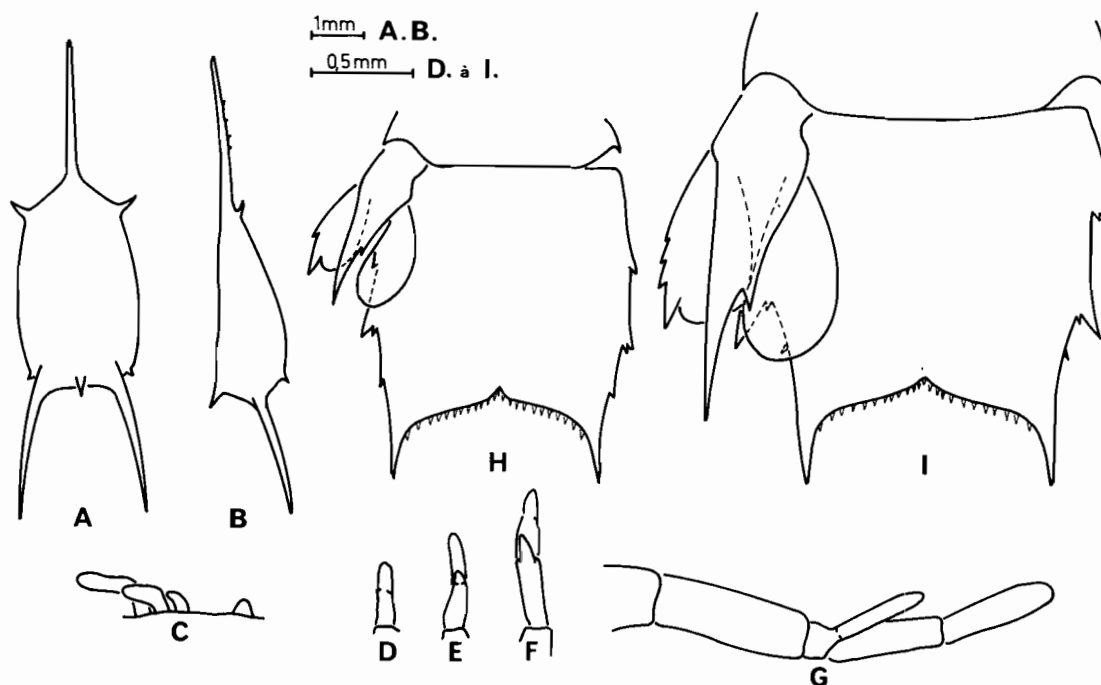


Fig. 5. — *O. brevirostris* 16 mm, série larvaire : A et B, carapace stade n-7 C, appendices thoraciques 3 à 6, stade n-7 ; D à G, appendice thoracique 6, stades n-5 à n-2 ; H et I, telson et uropodes stades n-6 et n-4.

Cette série comprend 81 larves de 7 à 17 mm de long qui ont été groupées en 7 stades. Elle est morphologiquement très proche de la série précédente et possède un développement analogue, il ne manque que le stade n-8. Les seules différences, à l'exception des tailles, portent sur la carapace qui est plus allongée avec l'épine médiane postérieure dirigée nettement vers l'arrière et sur le nombre de bouquets de soies du 2^e flagelle antennulaire. Seuls les caractères essentiels permettant de déterminer les stades ont été rappelés (tableau II). Au stade n-1, les épines intermédiaires apparaissent sur le 6^e segment abdominal, 8 dents sont visibles sous la chitine du dactyle de la pince ravisceuse et 10 épines apparaissent sur le bord externe de l'exopodite des uropodes.

TABLEAU II. — *O. brevirostris* 16 mm, caractères distinctifs des stades larvaires

Stades	L T (mm)	Antennules groupes de soies	Carapace : épine dorsale médiane	Appendices thoraciques					
				3	4	5	6	7	8
n-7	7	4	présente	doigts de gants courbés			boutons		
n-6	8	5	—	3 avec apex en pointe			doigt de gants		
n-5	9 à 10	6	—	3 avec pince formée			endopodite en bouton		
n-4	10 à 11	7	—	3 et 4 avec pince formée			—		
n-3	11 à 13	7 à 8	absente	3, 4 et 5 avec pince formée			exopodite avec constriction		
n-2	13 à 15	8 à 9	—	—			exopodite avec 2 segments		
n-1	15 à 17	9 à 10	—	—			exopodite articulé		

C'est cet ensemble de caractère et surtout la taille qui ont permis de relier cette série à la forme post-larvaire d'*O. brevirostris* de taille moyenne 16 mm. On se trouve donc en présence de deux séries larvaires semblables avec un développement parallèle et qui aboutissent à des post-larves ne se distinguant que par leur taille.

2.3. Série larvaire aboutissant aux post-larves d'*O. Scyllarus* (fig. 6 ; fig. 7D à F ; fig. 8C, D).

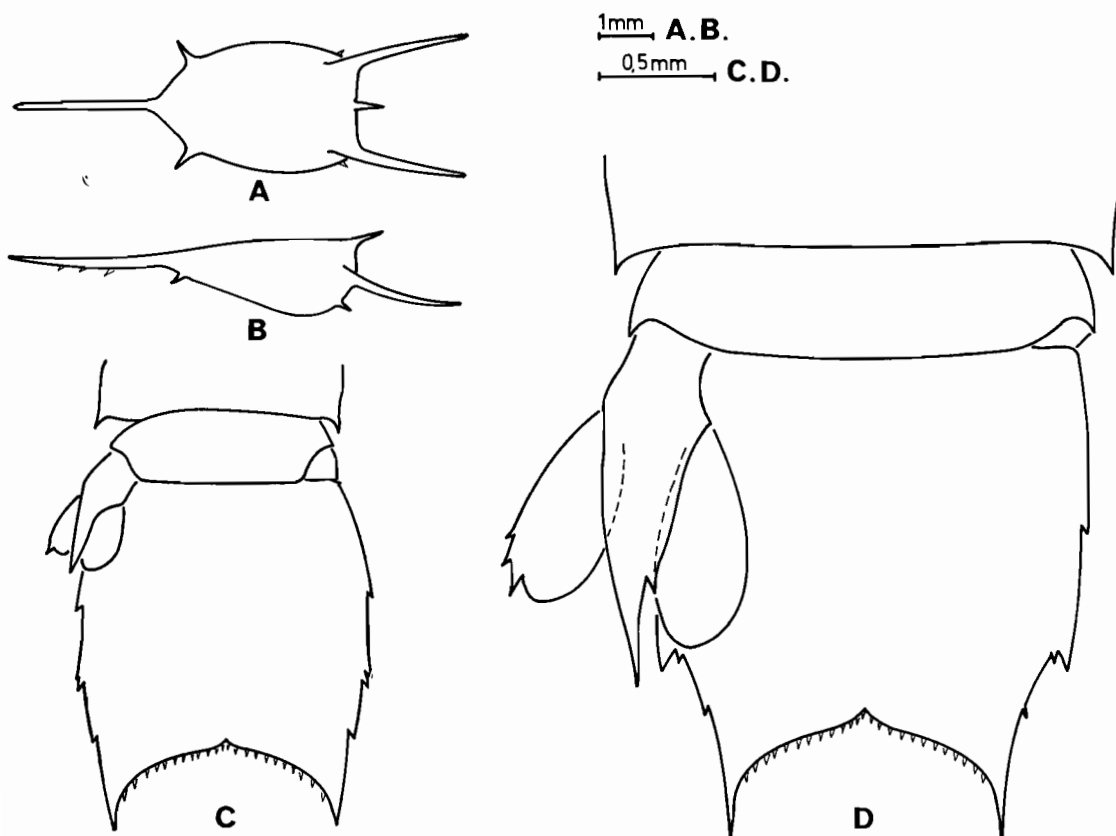


Fig. 6. — *O. scyllarus*, série larvaire : A et B, carapace stade n-8 ; C et D telson et uropodes stades n-8 et n-5.

Cette troisième série larvaire dont le rattachement à l'espèce adulte ne semble pas aussi sûr que pour les deux séries précédentes comprend 10 larves qui représentent seulement 5 stades. La forme plus globuleuse de la carapace, 3 spinules seulement sur le rostre, son bord postérieur perpendiculaire aux épines postérolatérales et l'allongement nettement moins marqué des dents du telson permettent malgré une allure générale semblable de distinguer immédiatement les larves de cette série des deux précédentes. Les stades n-6, n-4 et n-2 sont absents des récoltes.

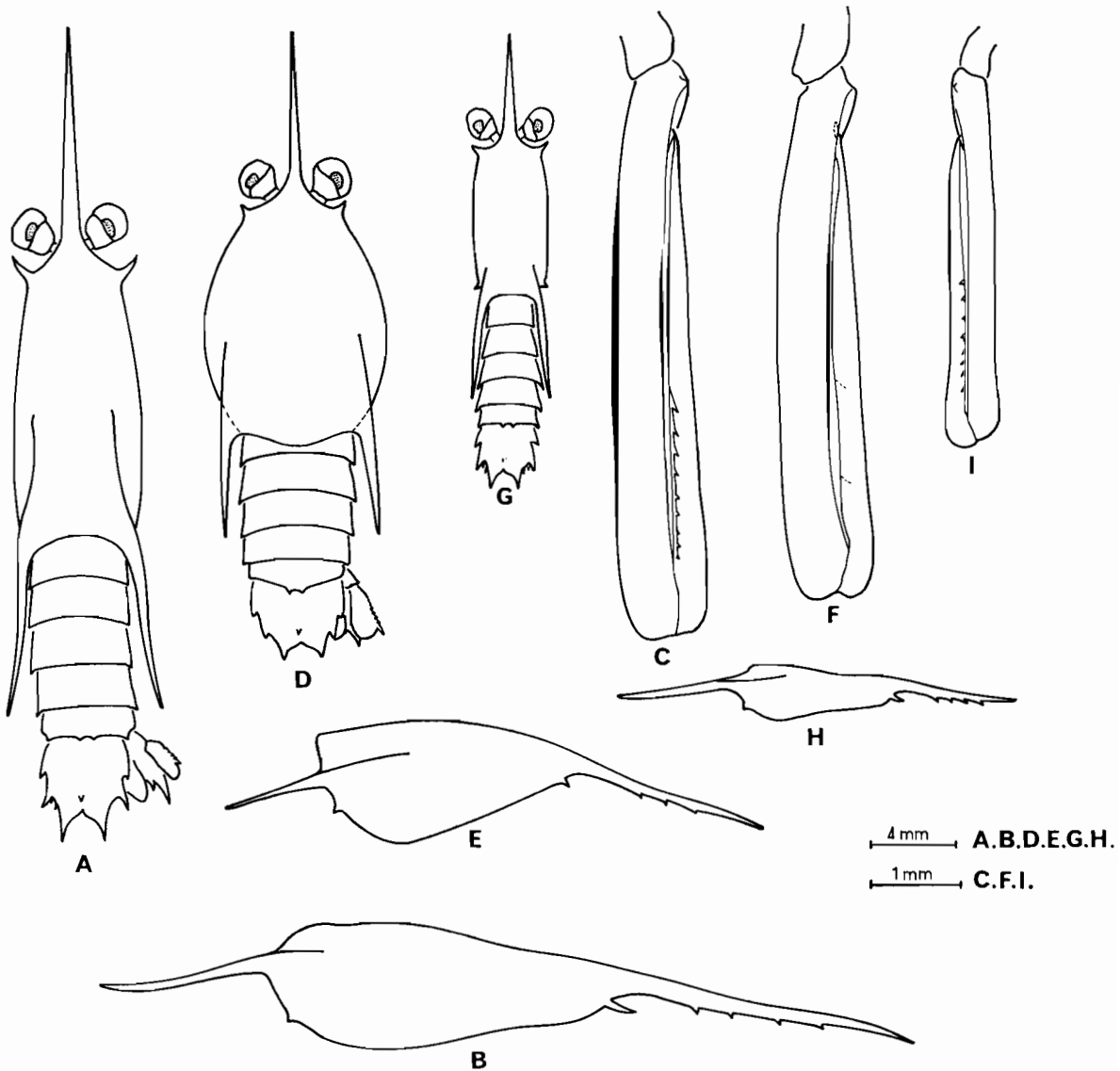


Fig. 7. — *O. brevirostris* 26 mm, dernier stade larvaire : A, vue dorsale ; B, carapace ; C, pince ravisseuse. *O. scyllarus*, dernier stade larvaire : D, vue dorsale ; E, carapace ; F, pince ravisseuse. *O. brevirostris* 16 mm, dernier stade larvaire : G, vue dorsale ; H, carapace ; I, pince ravisseuse.

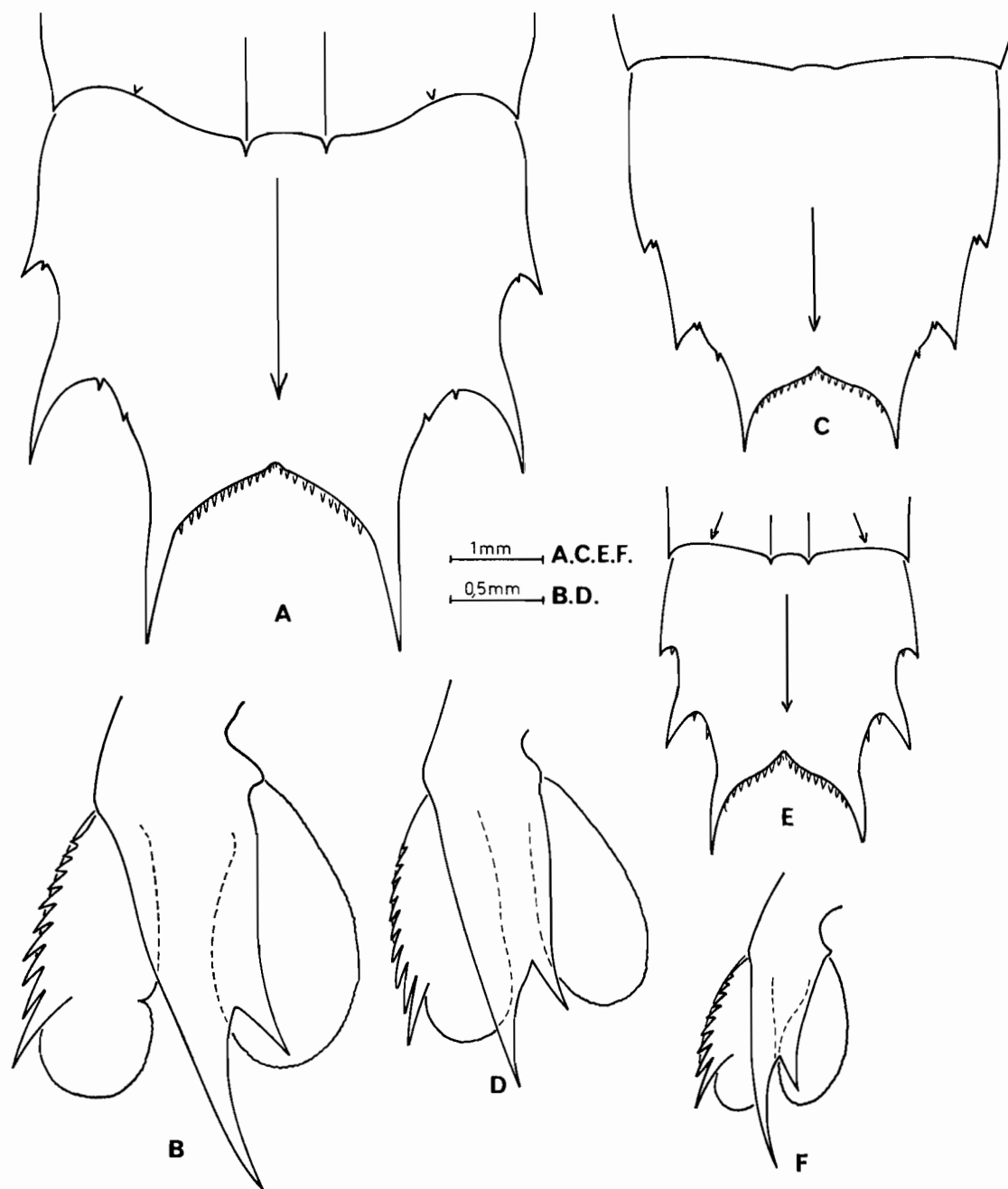


Fig. 8. — *O. breviostris* 26 mm, dernier stade larvaire : A et B, telson et uropode. *O. scyllarus*, dernier stade larvaire : C et D, telson et uropode. *O. breviostris* 16 mm, dernier stade larvaire : E et F, telson et uropode.

TABLEAU III. — *O. scyllarus*, caractères distinctifs des stades larvaires

Stades	L T (mm)	Antennules groupes de soies	Carapace : épine dorsale médiane	Appendices thoraciques					
				3	4	5	6	7	8
n-8	5,5		présente	boutons					
n-7	7	3	—	doigts de gants courbés			boutons		
n-5	10	6	—	3 avec pince formée			endopodite en bouton		
n-3	14	10	absente	3, 4 et 5 avec pince formée			exopodite avec constriction		
n-1	22	12	—				exopodite : 2 segments articulés		

Une seule larve de 22 mm représente le dernier stade. On observe sur le dactyle deux marques qui pourraient figurer l'amorce des deux futures dents, ces marques se retrouvent au même endroit sur les deux dactyles. On observe d'autre part 10 épines sur le bord extérieur de l'exopodite des uropodes et des épines latérales et submédianes peu marquées correspondant bien aux faibles carènes que l'on trouve chez la post-larve d'*O. scyllarus*. Cet ensemble de caractères, une morphologie et un développement analogues à ceux des séries précédentes nous ont donc amené à rattacher cette série à l'espèce *O. scyllarus*.

2.4. Larves aboutissant aux post-larves d'*O. hawaiiensis* (fig. 9).

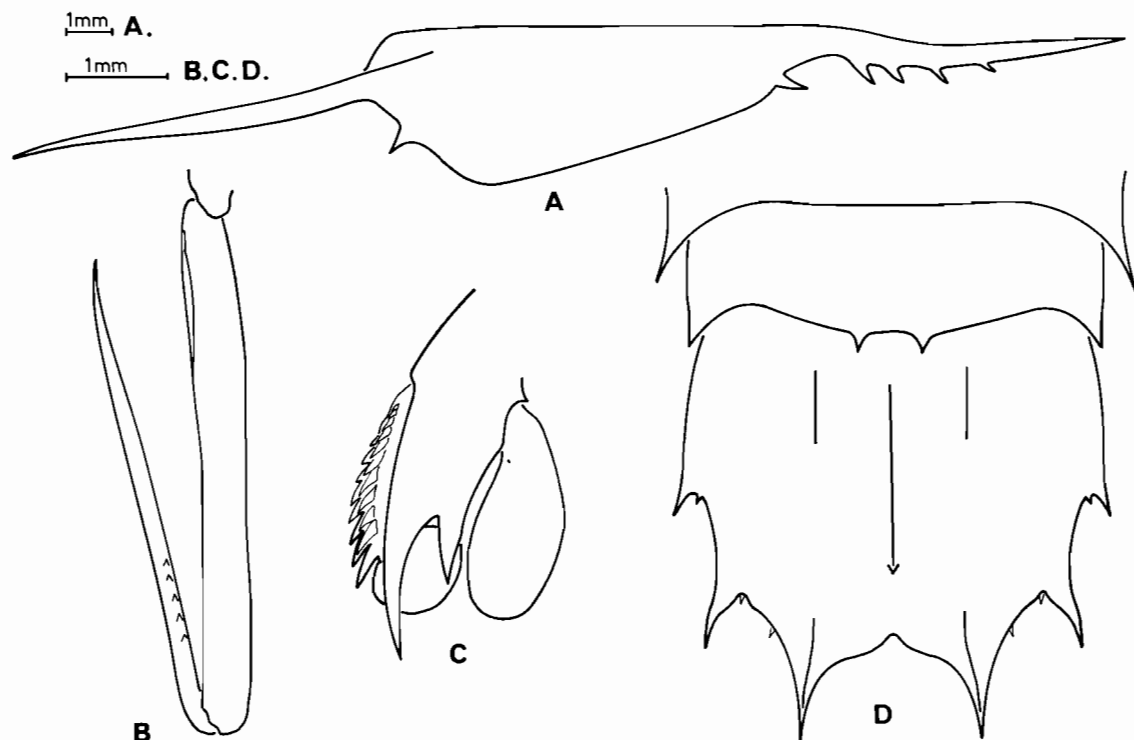


Fig. 9. — *O. hawaiiensis*, dernier stade larvaire : A, carapace ; B, pince ravisseyse ; C et D, uropode et telson.

3 larves seulement de cette espèce ont été trouvées et sont toutes au stade n-1. Elles se distinguent des derniers stades d'*O. brevirostris* par la taille plus forte des spinules sur la face ventrale du rostre par les épines latérales de la carapace beaucoup plus marquées et par l'absence des épines intermédiaires sur le 6^e segment abdominal. Leur taille de 20 mm en moyenne, la présence des dents post-larvaires sous la chiline du dactyle et les soies plus courtes du bord antérieur de l'écaille antennaire ont permis de relier ces larves aux post-larves d'*O. hawaiiensis*.

DISCUSSION

MANNING (1967) note pour *O. brevirostris* le chevauchement en taille qui existe entre juvéniles et post-larves et pense qu'il est dû soit à l'existence de plusieurs stades post-larvaires, soit à une prolongation de la vie pélagique sous certaines conditions, soit encore à la réunion sous cette dénomination de deux espèces. La séparation des post-larves en deux groupes de taille, présentant le même développement et qui sont l'aboutissement de deux séries larvaires distinctes, infirme l'hypothèse de stades post-larvaires consécutifs. D'autre part, une prolongation de la vie pélagique devrait fournir pour les derniers stades larvaires des tailles variables, or les derniers stades sont aussi répartis en deux groupes de tailles bien distincts. Il semblerait en définitive que deux espèces sont rassemblées sous le nom d'*O. brevirostris*.

Pour la troisième série, l'attribution à *O. scyllarus* peut être discutée ; en effet s'il s'avérait que les marques des dents sur le dactyle n'étaient qu'un artefact, cette série serait alors à rattacher au genre *Gonodactylus* car le caractère subterminal de l'articulation ischiomérale est, lui, très net.

CLAUSS (1871) attribue au genre *Gonodactylus* deux larves (fig. 20 et 21A) ; il semble que la première représente un des stades d'*O. scyllarus* et la 2^e un stade d'*O. brevirostris*. BROOKS (1886), décrit une larve *Gonodactylus* (fig. 6 et 11, planche 12) récoltée dans le Pacifique Ouest, elle semble représenter un stade de la série *O. brevirostris* 26 mm alors que la larve de la fig. 1, planche 15, représenterait, elle, un stade de la série *O. brevirostris* 16 mm. BIGELOW (1894), décrit deux larves qu'il nomme *Odonterichlus*. La première larve est semblable à celle décrite par BROOKS (fig. 5, planche 12) sous le nom de *Gonerichlus*, il apparaît d'après ces dessins que ces trois larves sont à rapporter à la famille des Lysiosquillidae. En effet, l'articulation ischiomérale est toujours terminale bien que les larves d'après leurs appendices présentent les caractères de dernier stade et surtout les appendices thoraciques 4 et 5 sont terminés par des pinces dont le propode est nettement plus large que long. JURICH (1904), décrit sous le nom d'*Odonterichlus tenuicornis* une larve qui est tout à fait semblable au stade n-1 de la série *O. brevirostris* 26 mm. HANSEN (1926), décrit un dernier stade larvaire de 12 mm de long et deux post-larves qu'il rapporte à *O. hansenii*, il semblerait d'après ses dessins et nos résultats que cette larve soit à rattacher plutôt au genre *Gonodactylus*. Il semblerait aussi qu'il y ait une confusion pour son premier stade post-larvaire qui appartiendrait à une autre espèce, par contre son stade post-larvaire plus évolué correspond à celui d'*O. brevirostris*. HANSEN décrit aussi une larve de 13 mm qu'il rapporte à *O. scyllarus*, malheureusement il ne figure pas la carapace, mais d'après la forme de la pince ravisseuse et du telson, et la taille, il semble que cette larve corresponde sensiblement au stade n-5 de la série *O. scyllarus*. TOWNSLEY (1953), décrit pour les Iles Hawaii des larves qu'il rapporte au genre *Odontodactylus*. La forme de la carapace et du telson les rapproche des séries décrites, en outre, la partie distale très courte de l'exopodite des uropodes et les épines plus longues situées sur le bord latéral de la carapace semblent les rattacher à l'espèce *O. hawaiiensis* présente dans cette région ; par contre le renflement situé à la base du dactyle n'existe pas dans les spécimens trouvés sur les côtes de Nouvelle-Calédonie. MICHEL (1968) fait mention sous le nom d'*Odondactylus* sp. A (appellation erronée pour *Odontodactylus*) de six larves récoltées dans l'Océan Indien. Un nouvel examen de ces larves a montré qu'elles appartenaient en fait à la série *O. brevirostris* 16 mm.

DISTRIBUTION

Les larves des trois premières séries ont été trouvées sur le 170° E depuis 20° S jusqu'à l'équateur, il est donc probable que les adultes se trouvent présents sur tous les archipels de la région ; par contre les larves d'*O. hawaiiensis* n'ont été trouvées qu'en Nouvelle-Calédonie. D'autre part, à proximité des Iles Marquises, seule la série larvaire d'*O. brevirostris* 26 mm a été retrouvée. La distribution plus précise de ces spécimens fera partie d'un travail ultérieur sur la dérive des larves à longue vie pélagique dans le Pacifique tropical sud et équatorial.

CONCLUSION

Les larves du genre *Odontodactylus* formant l'objet de cette étude se caractérisent donc par une similitude de forme. La carapace présente toujours un long rostre avec des spinules ventrales, 2 longues épines postérolatérales et sur les bords latéraux une épine située à quelque distance de la base des épines postérolatérales. Le corps est comprimé. Une épine fixe, située à la partie proximale du propode, est présente chez les plus jeunes stades elle diminue pour n'être plus qu'un tubercule au dernier stade et disparaît chez les post-larves. Le sixième segment abdominal présente toujours deux épines submédianes. Le telson présente un aspect caractéristique avec un allongement important des épines submédianes et intermédiaires sauf pour *O. scyllarus* où les épines intermédiaires restent de taille normale. Les uropodes présentent un prolongement basal dont l'épine externe est plus longue que l'interne. La comparaison des trois séries larvaires permet d'observer un développement analogue et de caractériser nettement les stades par la forme des appendices thoraciques 3 à 8. La clé suivante reposant sur la forme de la carapace et la taille des derniers stades larvaires permet la séparation des séries rencontrées.

Clé de détermination

- Épine forte sur le bord latéral de la carapace, spinules fortes sur l'épine rostrale : *O. hawaiiensis*.
- Épine faible sur le bord latéral de la carapace, spinules faibles sur l'épine rostrale :
 - . bord postérieur de la carapace perpendiculaire aux épines postérolatérales, 3 spinules sur le rostre : *O. scyllarus*.
 - . bord postérieur de la carapace oblique par rapport aux épines postérolatérales, 4 à 5 spinules sur le rostre :
 - + Épine médiane postérieure de la carapace dirigée vers le haut, taille moyenne 26 mm : *O. brevirostris*.
 - + Épine médiane postérieure de la carapace dirigée vers l'arrière, taille moyenne 16 mm : *O. brevirostris*.

Il paraît probable que les deux autres espèces du genre, à savoir *O. japonicus* et *O. cullifer*, présentent des larves semblables avec des développements similaires.

BIBLIOGRAPHIE

- BIGELOW (R. P.), 1894. — Report on the Crustacea of the Order Stomatopoda collected by the steamer « Albatross » between 1885-1891 and on other specimens in the National Museum. *Proc. U.S. Nat. Mus.*, 17, 489-550, fig. 1-28.
- BROOKS (W. K.), 1886. — Report on the Stomatopoda collected by H. M. S. Challenger during the years 1873-76. *Zool. Chall. Exp.* XVI.
- CLAUSS (C.), 1871. — Die Metamorphose der Squilliden. *Abh. Ges. Wissensch. Göttingen*, 16, 111-163.
- GURNEY (R.), 1946. — Notes on Stomatopod larvae. *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 116 (1), 133-175.
- HANSEN (H. J.), 1926. — The Stomatopoda of the Siboga Expedition. *Siboga Exped. Monogr.*, 35, 1-48.
- JURICH (B.), 1904. — Die Stomatopoda der deutschen Tiefsee Expedition. *Wissensch. Ergebn. Valdivia Exped.*, 7, 361-408.
- MANNING (R. B.), 1962. — *Alima hyalina leach*, the pelagic larva of the stomatopoda crustacean *Squilla alba* Bigelow. *Bull. Mar. Sci. Gulf Caribbean*, 12, 3, 496-507.
- MANNING (R. B.), 1967. — Review of the genus *Odontodactylus* (Crustacea : Stomatopoda). *Proc. U.S. Nat. Mus.*, 123, n° 3606.
- MANNING (R. B.), 1968. — A revision of the Family *Squillidae* with the description of eight new genera. *Bull. Mar. Sci.*, 18 (1), 105-142.
- MICHEL (A.), 1968. — Dérive des larves de Stomatopodes de l'est de l'Océan Indien. *Cah. O.R.S.T.O.M., Sér., Océanogr.*, VI, I, 13-41.
- TOWNSLEY (S. J.), 1953. — Adult and larval stomatopod crustaceans occurring in Hawaiian waters. *Pacific Sci.*, 7, 4, 399-437.

CONTRIBUTION A LA CONNAISSANCE DES *ALEPISAURUS* (PISCES) DANS LE PACIFIQUE ÉQUATORIAL ET SUD-TROPICAL

par R. GRANDPERRIN* et M. LEGAND*

RÉSUMÉ

Les Alepisaurus, fréquemment capturés sur la longue ligne, ont une répartition presque mondiale. Dans les eaux tropicales du Pacifique Sud-Ouest et Sud-Central, la profondeur des captures est conditionnée par leurs exigences thermiques : ils seraient limités vers les températures élevées par les isothermes 24-25 °C : on ne sait rien des limites vers les basses températures. Il semble qu'on puisse noter une variation saisonnière des rendements. La maturation sexuelle de ces poissons hermaphrodites, intervenant aux environs de 800 mm, pourrait s'accompagner d'un certain enfoncement. Les contenus stomacaux des Alepisaurus présentent toujours un parfait état de conservation, ce qui conduit à penser que ces poissons ont une digestion discontinue. Les proies sont presque exclusivement constituées de poissons et de Céphalopodes. L'alimentation, qui paraît sélective, porte sur des espèces mal représentées dans les récoltes du chalut pélagique Isaacs-Kidd 10 pieds. Le genre Alepisaurus comprend deux espèces : Alepisaurus ferox Lowe et Alepisaurus brevirostris Gibbs. Cette dernière, rarement capturée sur la ligne, représente cependant, à l'état juvénile, une part importante des proies d'Alepisaurus ferox et du germon. Son habitat serait différent de celui d'Alepisaurus ferox. Les Alepisaurus sont comparés aux thons et plus particulièrement aux germons en ce qui concerne les rendements, les habitats et les régimes alimentaires. La mise en évidence de nombreux points de concurrence entre ces espèces conduit à penser que les Alepisaurus jouent sans doute un rôle dans le cycle biologique des thons du Pacifique tropical.

ABSTRACT

Longline catch records show the presence of considerable numbers of lancetfishes, genus Alepisaurus. These fishes have a nearly world-wide distribution. In the South-East and South-Central Pacific tropical waters, depth of captures is related to temperature : the upper level is limited to the 24-25 °C isotherms : the lower level is unknown because of lack of hook at great depths. Hook

* Océanographes biologistes, Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa, B. P. 4 (Nouvelle-Calédonie).

rate shows seasonal variations. Sexual maturation of these hermaphroditic fishes occurs at an approximative length of 800 mm; it could induce a diving of adults. Stomach contents of *Alepisaurus* are always in good to perfect conditions: this fact could correspond to a discontinuous digestion. Food seems selective and consists mainly in fishes and Cephalopods badly sampled by the 10-foot Isaacs-Kidd midwater trawl. Two species are related to the genus *Alepisaurus*: *Alepisaurus ferox* Lowe and *Alepisaurus brevirostris* Gibbs. The last one is unusually caught on the longline when juvenile stages are abundant in stomach contents of *Alepisaurus ferox* and *Thunnus alalunga*: thus it is suggested that *Alepisaurus brevirostris* could live in other water layers than *Alepisaurus ferox*. *Alepisaurus* are compared to tuna and particularly to *Thunnus alalunga* as far as hook rates, habitats and food are concerned. Because of many similarities between these two species, it is suggested that *Alepisaurus* could interfere in the biology of tunas.

INTRODUCTION

Partout, dans le monde, où s'effectuent des pêches à la longue ligne, les *Alepisaurus* représentent un pourcentage souvent important des captures. Il n'est besoin, pour s'en convaincre, que de se reporter aux résultats des pêches expérimentales américaines pratiquées dans le Pacifique de 1952 à 1955. Dans des cas extrêmes, on a pu noter qu'ils représentaient, sur toute une croisière, jusqu'à 80 % du nombre total des captures. Sans valeur marchande, leur présence sur les palangres de pêche industrielle constitue incontestablement un manque à gagner puisqu'ils détruisent les appâts et que le temps nécessaire à les décrocher des hameçons augmente la durée de manutention de la ligne. Néanmoins, bien que ces poissons constituent une gêne pour la pêche, l'intérêt de leur étude est par là même évident puisqu'ils se trouvent présents à certains des niveaux fréquentés par les thons, leurs relations avec ceux-ci pouvant être des relations soit trophiques du type compétition ou prédation, soit purement écologiques, leur milieu d'élection étant le même, soit enfin un mélange des deux. D'après nos résultats provisoires, les *Alepisaurus* sont présents dans 40 % des estomacs de thons à nageoires jaunes et dans 60 % de ceux des germons du Pacifique Sud-Ouest tropical.

D'autre part, les contenus stomacaux des *Alepisaurus* sont particulièrement intéressants parce que l'on n'y trouve que des proies non digérées et généralement peu abîmées malgré la dentition impressionnante du poisson. Largement étalé, comme nous le verrons, sur le petit necton, le micronecton et le macroplankton, l'éventail des organismes ingérés fait de ces prédateurs des auxiliaires précieux pour la connaissance de la faune méso et bathypélagique. Certaines espèces de poissons comme *Diplospinus mullistrialus* n'existent dans nos collections qu'en tant que proies trouvées dans leurs contenus stomacaux et n'ont jamais été capturées par les engins de récolte conventionnels comme le chalut pélagique ISAACS-KIDD 10 pieds que nous utilisons cependant très fréquemment. Les Céphalopodes, qui échappent généralement aux filets, se trouvent en abondance dans les estomacs où ils représentent souvent, en volume, autant que les poissons. Par ailleurs, les *Alepisaurus* étant régulièrement cannibales collectent ainsi un grand nombre de leurs juvéniles qu'on peut facilement étudier étant donné leur bon état de conservation, alors que les traits de chalut pélagique ISAACS-KIDD 10 pieds n'en ramènent que très rarement. Alors que GIBBS (1960) ne disposait que de 5 jeunes de longueur standard inférieure à 200 mm, nous en avons trouvé 81 dans les contenus stomacaux que nous avons analysés. L'étude des *Alepisaurus* contribue donc incontestablement à une meilleure connaissance à la fois des autres grandes espèces pélagiques et des espèces micronectoniques et nectoniques qui constituent leurs proies.

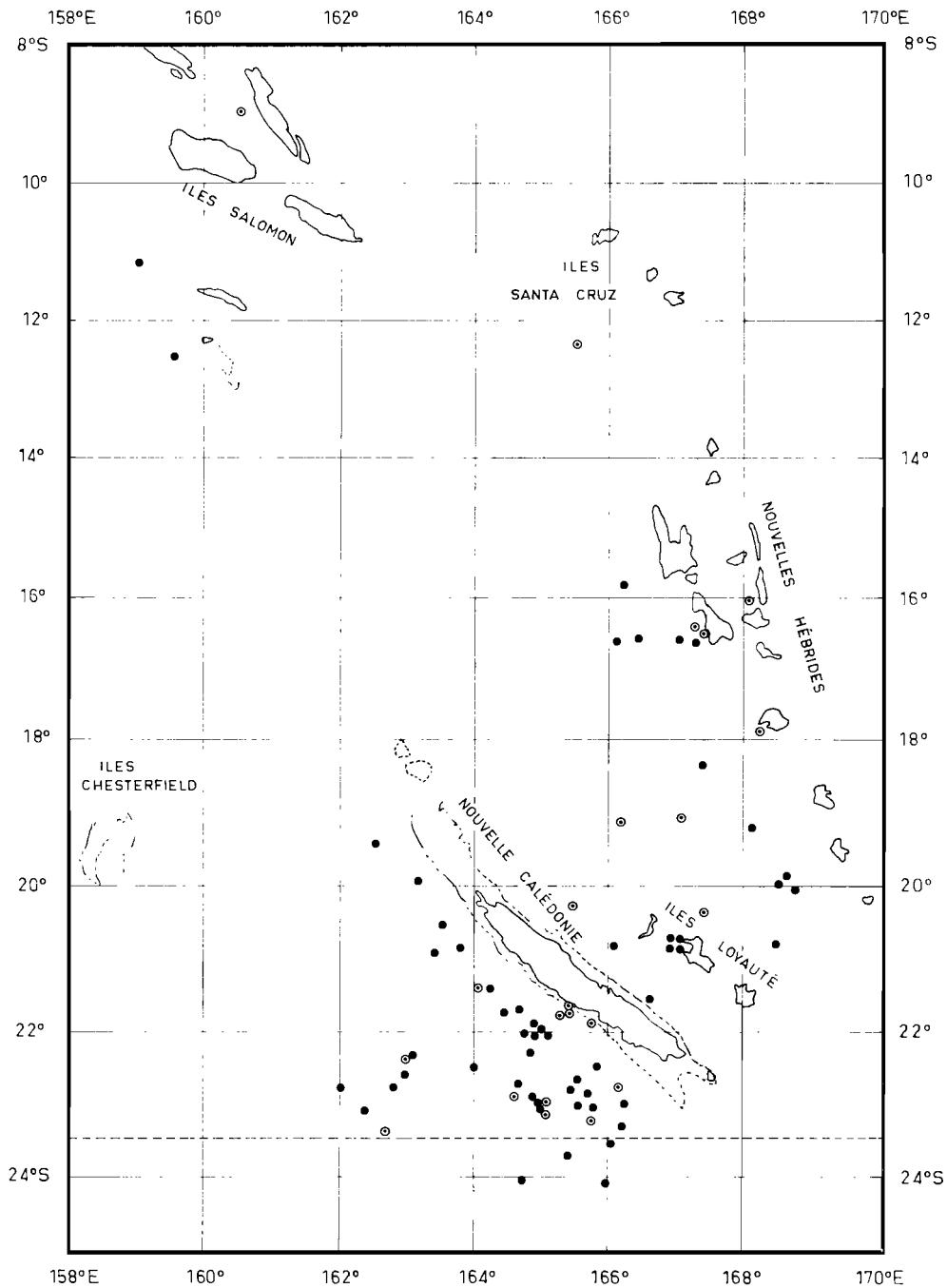


Fig. 1. Stations de longue ligne expérimentale effectuées par l'ORSTOM de 1956 à 1968 dans le Pacifique sud-ouest.

● ○ Stations longue ligne. ● Stations longue ligne où des *Alepisaurus* furent capturés.

ORIGINE DES DONNÉES

Le matériel étudié provient essentiellement de captures à la longue ligne expérimentale effectuées dans le Pacifique Sud-Ouest (figure 1) par la Section Océanographique du Centre O.R.S.T.O.M. de NOUMÉA, de 1956 à 1968 (LEGAND et GRANDPERRIN, 1969). Quelques exemplaires ont été capturés dans le Pacifique Central (figure 2). Sur l'ensemble de 21 croisières comptant 92 stations et 26268 hameçons, 188 *Alepisaurus* ont été capturés, soit un rendement global de 0,71 pour 100 hameçons (tableau I). Ils étaient présents au cours de 19 croisières, dans

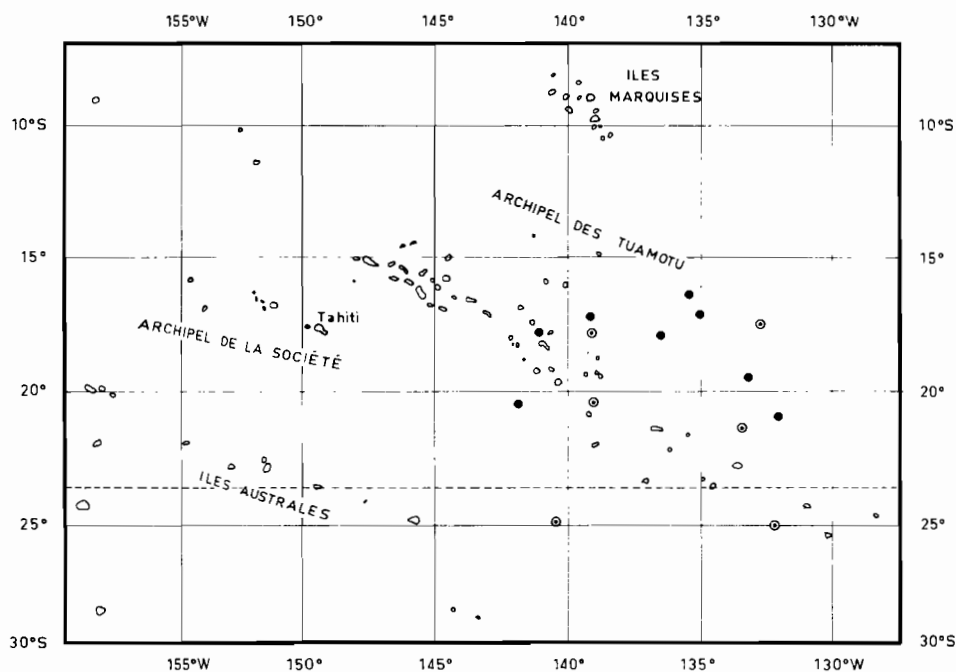


Fig. 2. — Stations de longue ligne expérimentale effectuées par l'ORSTOM en 1964-65 dans le Pacifique sud-central.

● ○ Stations longue ligne ● Stations longue ligne où des *Alepisaurus* furent capturés.

64 stations comptant 19857 hameçons, ce qui représente un rendement de 0,95 % pour les stations d'occurrence. Plusieurs montages différents de la ligne ont été expérimentés auxquels correspondent un grand nombre de niveaux des hameçons. On a tenté d'en estimer les profondeurs en tenant compte de la forme de chaînette que prend la ligne dans l'eau et de quelques données, fournies par l'utilisation de tubes Kelvin.

De nombreux *Alepisaurus* ont été trouvés dans les contenus stomacaux de thons et, pour les juvéniles, dans les contenus stomacaux d'adultes. GIBBS (1960) décrit *Alepisaurus brevirostris* Gibbs comme une espèce différente d'*Alepisaurus ferox* Lowe. Néanmoins, il estime la différenciation parfois difficile à établir, surtout pour les juvéniles. HAEDRICH et NIELSEN (1966), encore plus nuancés, avouent avoir beaucoup de difficulté à séparer ces deux espèces, les différences trouvées par HAEDRICH (1964) entre les juvéniles des 2 espèces dans l'Atlantique Nord étant

TABLEAU 1
Rendements pour 100 hameçons en *Alepisaurus* pour le Pacifique
(Résultats américains et résultats O.R.S.T.O.M.)

RÉGIONS	Nombre total de stations	Nombre de stations d'occu- rence	Nombre total d'hameçons	ALEPISAURUS	
				Nombre	Rendement total pour 100 h.
Pacifique Nord-Central (Américains).....	146	122	68614	542	0,8
Pacifique Équatorial Central (Américains)....	407	77	122691	125	0,1
Pacifique Sud Central	Résultats américains.....	58	38280	7	0,02
	Résultats O.R.S.T.O.M.....	14	4170	8	0,2
Pacifique Sud-Ouest (O.R.S.T.O.M.).....	78	56	22098	180	0,8

souvent confuses. Nous ne parlerons donc ici que d'*Alepisaurus* sp. ; cependant, parmi les captures de longue ligne, seulement 3 *Alepisaurus* ont été identifiés à *A. brevirostris* d'après les diagnoses de GIBBS (1960), les autres étant tous des *A. ferox*. *A. brevirostris* semble par contre le plus fréquent dans les contenus stomacaux.

Les indications de températures proviennent de BT effectués en général à chaque extrémité de la ligne : elles ne concernent que 8 croisières et 35 stations, soit 11780 hameçons.

1. GÉNÉRALITÉS

1.1. Aire de distribution.

GIBBS et WILIMOVSKY (1966) établissent une carte de distribution du genre *Alepisaurus* : ces poissons y sont signalés dans l'Atlantique Nord jusqu'au Groenland et au nord de l'Islande, dans l'Atlantique Sud jusqu'à 40° S. Ils existent en Méditerranée ; dans le Pacifique, ils sont connus des Iles aléoutiennes jusqu'à la Nouvelle-Zélande ; ils n'ont pas été capturés dans les mers polaires et l'Océan Indien mais leur absence n'est due, selon eux qu'à un manque de données. En effet, MIMURA (1963) en signale 72 exemplaires contenus dans 191 estomacs de thons à nageoires jaunes capturés dans l'Océan Indien Oriental et Occidental ; HUREAU (1967) les trouve aux Iles Crozet, à environ 47° de latitude sud ; FOURMANOIR et CROSNIER (1964) les signalent comme captures de longue ligne au large de la côte ouest de Madagascar et des Comores et en trouvent en abondance dans les contenus stomacaux de thons à nageoires jaunes ; enfin SMITH (1949) les répertorie dans son ichtyofaune d'Afrique du Sud et note (1965) leur présence dans les estomacs de cachalots. HAEDRICH et NIELSEN (1966) utilisent, pour leur étude du régime alimentaire des *Alepisaurus*, une centaine d'individus capturés à la longue ligne dans le Pacifique Sud-Est, jusqu'à 41° S, par le « Shoyo Maru » (FORSBERGH et BROENKOW, 1965). Les *Alepisaurus*, comme nous le verrons, sont largement présents dans le Pacifique Sud-Ouest et Sud-Central. Ils sont signalés à 45 stations dans le Golfe du Mexique par SPRINGER et BULLIS (1956) ; enfin, les pêches expérimentales américaines en capturèrent un grand nombre (674) dans le Pacifique Équatorial-Central, Nord-Central jusqu'à 46°07' N et dans la région des Iles Marquises (MURPHY et SHOMURA,

1953 a, 1953 b, 1955 a, 1955 b ; SHOMURA et OTSU, 1956 ; SPRINGER et BULLIS, 1956 ; IVERSEN et YOSHIDA, 1957 ; GRAHAM, 1957, 1959 ; AUSTIN, 1957 ; WILSON et RINKEL, 1957). La répartition des *Alepisaurus* paraît donc être mondiale ; leur absence des mers polaires peut être due au manque de données. Une carte de distribution quantitative reste néanmoins impossible à établir, le nombre de captures rapportées à des efforts de pêche connus étant relativement faible. Tout au plus peut-on avancer l'hypothèse, en regardant le tableau I, qu'ils semblent plus abondants dans le Pacifique Nord-Central et Sud-Central et plus fréquents dans le Pacifique Sud-Ouest que dans le Pacifique Sud-Central. GIBBS et WILIMOVSKY (1966) déclarent qu'on ne sait rien d'éventuelles migrations, qu'on a noté, tout au plus, un maximum d'abondance autour de Madère durant mars et avril et que ces poissons sont virtuellement absents du Gulf Stream en mai-juin. Tout cela est très imprécis et les rendements moyens indiqués dans le tableau I ne sont à considérer que comme des indications très grossières. En effet, ils dépendent essentiellement des profondeurs de pêche et en général du type d'engin utilisé.

1.2. Profondeurs de capture.

Prouver qu'un poisson est capturé sur tel hameçon à telle profondeur n'est pas prouver qu'il vit, ni même qu'il passe une grande partie de sa vie à cette profondeur. C'est prouver tout au plus qu'il y est parfois présent pour s'y alimenter. Or, bon nombre d'espèces effectuent d'importantes migrations trophiques verticales et horizontales de courte durée, pour séjourner et digérer, après alimentation, en d'autres lieux ou à d'autres profondeurs. Insistons donc sur le fait que les indications bathymétriques de capture ne nous renseignent effectivement que sur une partie des habitudes alimentaires de l'espèce, et non sur l'ensemble de son cycle. Les données sur les profondeurs de capture sont rares. Quand elles existent, elles sont toujours imprécises. GRAHAM (1957) signale, pour 4 croisières, que la ligne pêchait entre 50 et 300 m. MURPHY et SHOMURA (1955 b) détectent au sondeur les hameçons entre 30 et 125 m. Les mêmes auteurs (1953 a) estiment entre 150 et 210 m les profondeurs maximales atteintes. Pour HAEDRICH et NIELSEN (1966), la ligne pêchait entre 80 et 150 m pour les stations où des *Alepisaurus* furent capturés, dans le Pacifique Sud-Est. GIBBS et WILIMOVSKY (1966) disent que quelques poissons ont été attrapés à la longue ligne sur les hameçons à 20 m dans le Golfe du Mexique alors que de petits spécimens des Bermudes proviennent de 1000 à 2000 m. Ils citent le cas d'un banc de 30 à 40 individus signalé en surface, au printemps, dans les eaux islandaises, la capture dans un déferlant, et, enfin, la preuve faite, par l'étude du contenu stomacal, que certains individus s'étaient alimentés sur des proies de surface, très près de la côte. Nous disposons de données plus précises concernant la longue ligne expérimentale dans le Pacifique Sud-Ouest et Sud-Central. Pour 78 stations, les profondeurs de 22529 hameçons ont pu être estimées. Leur répartition est donnée figure 3 à titre indicatif. D'après cette estimation, sont représentés sur la figure 4, les rendements pour 100 hameçons en *Alepisaurus* et en germons par classes de profondeurs. On a pris le germon comme élément de référence car les différentes modifications de montage effectuées sur la ligne de 1956 à 1968 l'ont toutes été dans un sens favorisant leur capture, notamment par augmentation des profondeurs de pêche. On constate tout d'abord que les rendements en *Alepisaurus* sont loin d'être négligeables par rapport à ceux des germons. Malgré le faible nombre d'hameçons et de captures à certaines profondeurs, on peut supposer, d'après les données représentées, que les 100 premiers mètres sont peu fréquentés, sous ces latitudes, par les *Alepisaurus*. Ce fait est sans doute lié, comme nous le verrons plus loin, à certaines exigences thermiques. On note par ailleurs une nette tendance à un appauvrissement entre 200 et 275 m. Ce point se confirme si l'on examine la figure 5 donnant les fréquences dans chaque classe de tailles (longueur standard) en fonction des classes de profondeurs. Malgré le faible nombre d'individus pour lesquels on possède à la fois la taille et la profondeur estimée de capture, on constate en effet que les captures d'individus inférieurs à 800 mm ne se produisent plus en-dessous de 200 m, seules de grandes tailles correspondant aux hameçons les plus profonds. Le développement des gonades de ces poissons

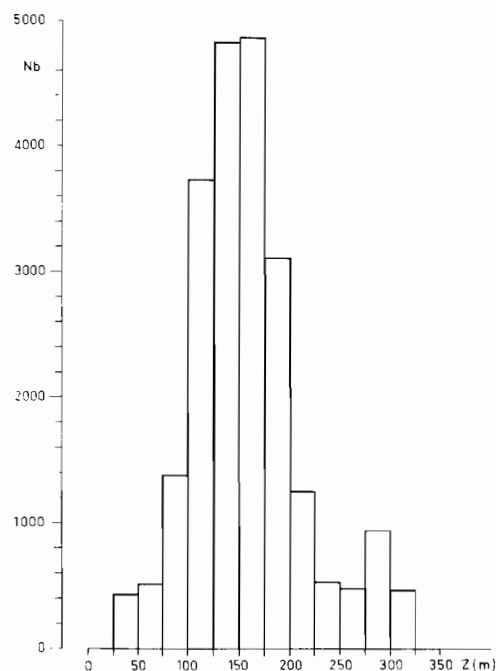


Fig. 3. Répartition, par classes de profondeurs estimées, de 22529 harengs, pour 78 stations effectuées de 1956 à 1968 dans le Pacifique sud-ouest et sud-central.

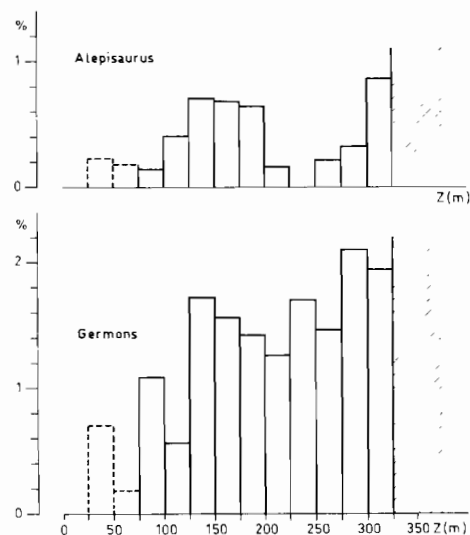


Fig. 4. Rendement pour 100 harengs, par classes de profondeurs, en *Alepisaurus* et en germons. Nombre d'harengs : 22529 ; nombre d'*Alepisaurus* : 116 ; nombre de germons : 304.

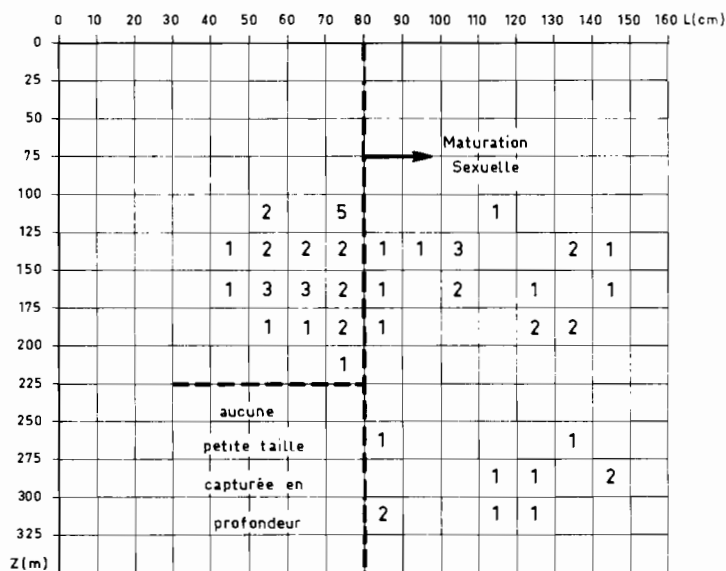


Fig. 5. — Fréquences, dans chaque classe de tailles en fonction des classes de profondeurs. Nombre d'*Alepisaurus* : 57.

hermaphrodites (GIBBS, 1960) n'étant généralement observé qu'à partir de 800 mm environ, on peut dès lors dresser un schéma hypothétique d'une partie du cycle en eaux tropicales d'après lequel les immatures viendraient s'alimenter entre 100 et 200 m alors que les adultes chasseraient dans une couche d'eau plus épaisse. On ne peut rien dire sur la répartition en dessous de 325 m puisqu'aucun hameçon n'y pêchait, mais il est probable, d'après diverses données, que les *Alepisaurus* sont présents plus en profondeur. Ils ont, en effet, déjà été capturés en eaux subtropicales entre 1000 et 2000 m (GIBBS et WILIMOVSKY, 1966) et ces poissons sont, de l'avis de MARSHALL (1955), remarquablement adaptés à la vie en profondeur, avec leur grande bouche à dents impressionnantes aptes à retenir les proies nectoniques, leur corps iridescent sans écaille à musculature faible et leurs tissus stomacaux extraordinairement extensibles permettant l'ingestion de grandes proies en vue de jeûnes prolongés. Enfin, si les individus ordinairement capturés à la longue ligne ne dépassent pas 1500 mm. GIBBS et WILIMOVSKY (1966) rapportent le cas d'un exemplaire de 2100 mm échoué, mort, sur une plage californienne. De tels *Alepisaurus* vivraient ainsi au-delà des limites pêchées où ils pourraient atteindre, selon ces auteurs, des tailles plus considérables encore. Quant aux juvéniles, très rarement capturés au chalut pélagique ISAACS-KIDD 10 ou 15 pieds (HAEDRICH, 1940, signale la collecte d'un individu de 400 mm dans l'Atlantique Nord, à environ 40° N) on ne sait guère où ils sont localisés, sinon qu'ils sont très fréquents dans les estomacs des adultes et des autres captures de longue ligne. Il semble donc que les *Alepisaurus* fréquentent une très épaisse couche d'eau (MEAD, 1955).

1.3. Influence de la température et des saisons.

Pour 8 croisières, 35 stations, soit 11780 hameçons pour les *Alepisaurus*, et 8 croisières, 37 stations soit 12475 hameçons pour les germons, on a pu estimer, à partir des BT, les températures approximatives auxquelles se situaient les différents hameçons. Étant donné l'imprécision portant sur l'estimation des profondeurs, on a groupé les températures en classes de 2 °C. Les hameçons pêchaient entre 14 et 30 °C. La figure 6 donne donc les rendements pour 100 hameçons en *Alepisaurus* et en germons en fonction de la température à la profondeur de pêche supposée. Alors que leur décroissance est très régulière avec l'augmentation des températures chez les germons, elle est mal caractérisée chez les *Alepisaurus*. Dans les deux cas, les rendements s'annulent pratiquement au-delà de 24 °C. On ne peut rien dire en-deçà de 14 °C, car seuls 10 hameçons y pêchaient. Cependant, si l'on se réfère aux résultats de GRAHAM (1957) dans le Pacifique Nord-Central entre 120° et 176° W, on y constate la capture d'*Alepisaurus* à des stations où les hameçons se situaient entre 21 et 7 °C, ces températures correspondant respectivement à des profondeurs minimales et maximales de 50 et 300 m. HAEDRICH et NIELSEN (1966) donnent pour les hameçons les plus profonds des températures minimales de 8 °C à 200 m. Il est donc impossible de donner une limite inférieure de température et seul l'emploi de palangres verticales permettra d'aborder le problème.

Malgré une eurythermie apparente, les *Alepisaurus* semblent, d'après GRAHAM (1957), être pourtant sensibles aux grandes influences saisonnières. Cet auteur met en évidence une certaine « montée » vers le Nord, en relation avec le recul, en été et en automne, du front polaire, dans le Pacifique Nord-Central. Il se base sur la limite la plus septentrionale de la station où le rendement en *Alepisaurus* fut le plus élevé (tableau II). Un déplacement analogue a été observé pour le germon, les thons à nageoires jaunes, les thons obèses, les bonites à ventre rayé. On a tenté, sur nos résultats, de mettre en évidence l'influence des saisons. On a retenu 58 stations comprises entre 20° et 24° S et 162° et 169° E. On constate, sur la figure 7, durant l'hiver austral, une baisse de rendement en accord avec les résultats de GRAHAM sur l'éventualité de variations saisonnières.

En conclusion de ces généralités sur le milieu, on peut attribuer aux *Alepisaurus* une vaste répartition géographique mondiale excluant actuellement, peut-être simplement faute de données, les mers polaires. Les profondeurs de captures et les températures qui leur sont liées permettent

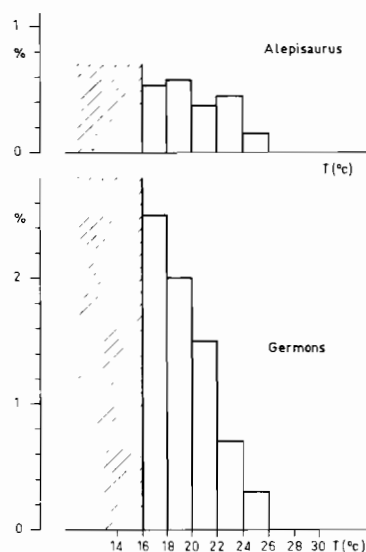


Fig. 6. — Rendements, pour 100 hameçons, par classes de températures, en *Alepisaurus* et en germons. Nombre d'*Alepisaurus* : 48 ; nombre de germons : 175.

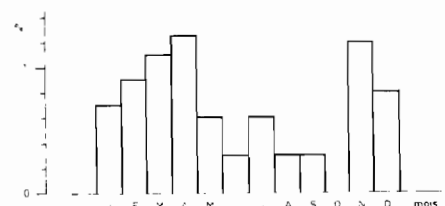


Fig. 7. — Rendements pour 100 hameçons en *Alepisaurus* : évolution au cours de l'année.

TABLEAU II

Limite la plus septentrionale des captures les plus abondantes d'*Alepisaurus* entre 140 et 150° W.
(d'après GRAHAM, 1957)

Printemps...	38°32 N
Été.....	41°51 N
Automne....	46°07 N

d'envisager une large eurythermie à limitation supérieure aux isothermes de 24-25 °C, avec un enfoncement, du moins pour les adultes, dont on ne connaît pas la limite inférieure. Des histogrammes de rendement par classes de températures, on ne peut déduire un niveau préférentiel de chasse. Suivant une règle très fréquente, les *Alepisaurus* pourraient remonter en surface avec la latitude. On constate cependant, pour un lieu donné en zone subtropicale et tempérée, une baisse de rendement en relation avec une diminution saisonnière des températures.

2. CONTENUS STOMACAUX

Les contenus stomacaux dont nous avons disposé pour cette étude proviennent, pour une grande part, des captures de longue ligne expérimentale effectuée par l'O.R.S.T.O.M. Dix exemplaires nous ont été fournis en outre par le navire de recherche américain CHARLES H. GILBERT lors de son passage à NOUMÉA en 1962. Lors des premiers prélèvements, plusieurs contenus stomacaux ont été réunis en un même échantillon. Il s'ensuit que les calculs d'occurrence par groupe n'ont pu porter que sur les échantillons ne contenant qu'un seul contenu stomacal.

De même, les variations quantitatives ou qualitatives éventuelles en fonction de la profondeur de capture et de la taille des individus n'ont pu être étudiées que pour les contenus stomacaux identifiables, donc isolés. D'autre part, comme le signalent LEGAND et RIVATON (1969), la possibilité d'un rejet d'aliment, après la capture, laisse subsister un doute sur la signification biologique des estomacs trouvés vides. Il en va de même lors de l'étude des juvéniles ingérés comme proies, ceux-ci ayant pu, après leur ingestion, rejeter tout ou partie de leur propre contenu stomacal qui s'ajoute à celui du prédateur sans qu'il soit possible de les distinguer l'un de l'autre. Enfin, il convient de rappeler que l'échantillonnage à la longue ligne représente dans le temps une faible partie du cycle diurne.

2.1. Estomacs vides.

À la différence des échantillons récoltés à l'aide de filets, les poissons de longue ligne ont dû, pour être capturés, ingérer l'appât. Nous avons néanmoins appelé « estomacs vides » d'une part, ceux qui étaient réellement vides, d'autre part, ceux qui ne contenaient que l'appât, *Cololabis*

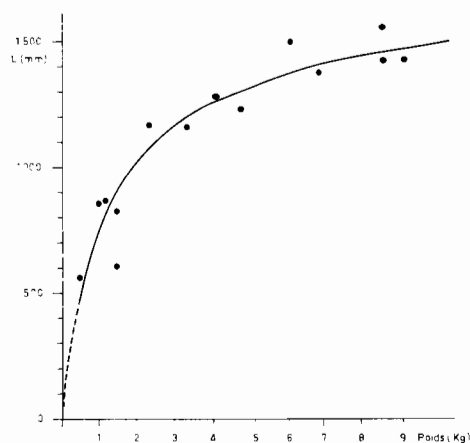


Fig. 8. — Courbe estimée de croissance longueur/poids.

saira, facilement identifiable même sous forme de fragments. Par « estomacs pleins », on entend inversement tous ceux qui contenaient une proie ou fragment de proie, identifiable ou non, autre que le *Cololabis* qui n'existe pas dans la région prospectée. 26 % des estomacs des *Alepisaurus* capturés à la longue ligne sont vides. D'après nos résultats provisoires, on trouve 14 % pour les germons et seulement 2 % pour les thons à nageoires jaunes de longue ligne dans le Pacifique Sud-Ouest. Cela pourrait laisser supposer soit que le cycle alimentaire des *Alepisaurus* est légèrement différent de celui des thons précités, soit que le niveau trophique ou vertical d'alimentation n'est pas exactement le même. 57 % des estomacs des jeunes *Alepisaurus* trouvés eux-mêmes dans les contenus stomacaux sont vides. Ce pourcentage, bien plus élevé que celui que nous venons de citer pour les captures directes, traduit sans doute mieux la réalité car, à la différence des individus remontés

sur la ligne, les jeunes ingérés comme proies sont susceptibles de l'être aussi bien quand ils ont l'estomac plein que quand ils l'ont vide. Ce pourcentage se rapproche de celui trouvé par LEGAND et RIVATON (1969) pour les *Chauliodus sloanei* capturés au chalut pélagique ISAACS-KIDD 5 pieds dans l'Océan Indien, chez lesquels 69 % des estomacs étaient vides, des pourcentages aussi élevés étant cités par les mêmes auteurs pour d'autres prédateurs de même tailles que les *Chauliodus*.

2.2. Poids relatif du contenu stomacal.

Pour calculer le poids relatif du contenu stomacal, il est nécessaire de connaître le poids de chaque individu. Celui-ci a été estimé graphiquement à partir de la courbe de croissance tracée pour les 14 individus dont on connaissait le poids et la longueur (fig. 8). Sur le tableau III, il diminue quand la taille augmente. Ces résultats sont en accord avec ceux de LEGAND et RIVATON (1969) pour *Chauliodus sloanei* ainsi qu'avec ceux d'IVERSEN (1962) pour les germons. Les différents coups de longue ligne ayant été effectués sensiblement aux mêmes heures, il n'est pas possible de mettre en évidence quels sont les moments préférentiels d'alimentation. HAEDRICH (1964), comparant les rendements de jour à ceux de nuit, en déduit que les *Alepisaurus* se nourrissent principalement de jour. Il n'exclut pas cependant la possibilité que les faibles rendements de nuit soient dus au fait que les poissons ne distinguent pas l'appât.

TABLEAU III
Poids relatif des contenus stomacaux pour les *Alepisaurus**

		<i>Alepisaurus</i> capturés à la longue ligne		<i>Alepisaurus</i> contenus dans l'estomac des captures
		individus sup. à 1 m	individus inf. à 1 m	
Contenu stomacal	Nombres**.....	152		35
	Poids moyen (g).....	31,6		2,7
	Extrêmes observés.....	0,6 — 311,0		0,1 — 14,5
	Nombre moyen de proies par contenu stomacal.....	14		10
	Extrêmes observés.....	1 — 100		1 — 14
	Poids moyen des proies (g).....	2,2		0,3
Poids relatif du contenu stomacal	Nombres**.....	16	15	18
	Poids relatif moyen %.....	0,9	4,2	17,0
	Extrêmes observés.....	0,1 — 6,1	0,3 — 21,7	4,1 — 50,2

* Seuls sont concernés les *Alepisaurus* dont les estomacs étaient pleins.

** Les nombres des 2 rangées diffèrent, car le calcul du poids relatif du contenu stomacal implique la connaissance du poids ou de la longueur de chaque individu, mesures qui n'ont pas toujours été effectuées.

2.3. Étude des contenus stomacaux au niveau des grands groupes systématiques.

Au cours de cette étude, on a fait la distinction, comme précédemment, entre les individus capturés à la longue ligne et ceux trouvés dans les estomacs des captures. Pour les premiers, le tableau IV donne la composition moyenne des contenus stomacaux et l'occurrence pour chaque groupe systématique. Le calcul de la moyenne pour les cas d'occurrence n'a porté que sur les 93 individus dont les contenus stomacaux ont été conservés séparément (on constate d'ailleurs que l'occurrence sur les 115 échantillons diffère peu de celle calculée sur les 93 estomacs isolés). Poissons et larves de poissons ont été regroupés (à l'exception des leptocephales) car certaines larves de poissons côtiers sont souvent aussi grosses que les adultes de poissons pélagiques. Pour les occurrences, viennent en tête, les poissons et larves de poissons, puis les Amphipodes donc les Crustacés dans leur ensemble, puis les Céphalopodes. Le tableau V indique l'importance, en nombre et en poids de chacun des groupes dans l'alimentation des captures. En poids, donc grossièrement en rôle nutritif, les Crustacés y perdent de l'importance malgré leur nombre relativement élevé : les Céphalopodes viennent au second rang.

Si l'on se reporte maintenant aux deux tableaux VI et VII correspondant à l'alimentation des jeunes *Alepisaurus* contenus dans les estomacs des captures, on y constate que les Crustacés et les organismes plus petits et plus lents sont mieux représentés. Comme il fallait s'y attendre, grands et petits ne se nourrissent pas exactement sur les mêmes maillons de la chaîne alimentaire.

2.3.1. Poissons et larves de poissons.

En nombre et en poids, ils tiennent la plus grande place dans l'alimentation des *Alepisaurus*. En fonction de l'éloignement des côtes, on constate, sur le tableau VIII, d'abord une augmentation, puis une diminution du poids représenté par les poissons. On remarque par contre une nette augmentation du nombre des individus, au détriment de leur taille moyenne, vers le large. Il

TABLEAU IV

Composition moyenne des contenus stomacaux d'*Alepisaurus* capturés à la longue ligne et occurrence pour chaque groupe (seuls les estomacs pleins sont pris en compte)

Groupes	Occurrence sur 115 échan- tillons (1) %	Occurrence sur 93 estomacs isolés (1) %	Moyenne par estomac pour 152 estomacs (1)		Moyenne pour les cas d'occurrence (2)	
			Nb.	Poids (g)	Nb.	Poids (g)
Poissons et larves.....	92	90	5,9	18,9	6,7	25,8
Céphalopodes.....	63	59	1,4	7,3	3,0	15,0
Stomatopodes.....	5	5	0,1	très peu	2,6	très peu
Amphipodes (3).....	66	64	2,9	0,8	5,0	1,5
Phronimes (3).....	23	23	0,4	0,1	2,4	0,5
Mégaloques.....	4	4	0,1	très peu	2,0	0,2
Crust. divers.....	9	8	0,2	0,4	4,0	0,1
Ensemble des Crusta- cés (4).....	75	68	3,7	1,3	6,3	2,3
Ptéroques et Hétéro- podes (5).....	53	51	1,7	2,6	4,3	8,6
Annélides (6).....	41	40	1,2	0,3	4,0	1,0
Leptocéphales.....	8	7	0,2	très peu	4,0	0,5
Organisme gélatineux (7).....	19	16	0,4	1,2	3,0	4,0
Débris divers.....	—	—	très peu	très peu	très peu	très peu
Ensemble des grou- pes (4).....	100	100	14,5	31,6	—	—

semblerait donc que l'alimentation porte, en pleine mer, sur de petites espèces ou des larves, dont le nombre augmente dans les estomacs pour compenser leur petitesse. FOURMANOIR (1969) établit la liste, par espèce, des poissons trouvés dans les contenus stomacaux. Elle porte sur 94 espèces dont 27 seulement sont océaniques. Pour ces 27 espèces, la comparaison avec les listes d'HAEDRICH (1964) pour l'Atlantique Nord et d'HAEDRICH et NIELSEN (1966) pour le Pacifique Sud-Oriental montre la similitude d'identité et d'abondance des espèces océaniques pour les trois régions. Quatre points importants sont à noter.

(1) Quelques échantillons comportent plusieurs contenus stomacaux : 115 échantillons pour 152 contenus stomacaux. 93 échantillons ne comportaient qu'un seul contenu stomacal.

(2) Moyenne pour les contenus stomacaux dans lesquels était présent le groupe : porte sur 93 poissons isolés.

(3) Amphipodes à l'exclusion des Phronimes. Phronimes sans leur tonnelet.

(4) L'ensemble des Crustacés et l'ensemble des groupes ne représentent la somme des diverses valeurs que pour les 3^e et 4^e colonnes. Les autres colonnes correspondent en effet à des occurrences.

(5) Ptéroques et Hétéropodes ont été comptés ensemble.

(6) Chaque fragment d'Annélide a été compté.

(7) Pyrosomes, Salpes, Dolioles, Siphonophores et capsules de Phronimes.

TABLEAU V

Importance relative en nombre et en poids de chaque groupe dans l'alimentation des *Alepisaurus* capturés à la longue ligne (seuls les estomacs pleins sont pris en compte)

Groupes	Nombre % du total	Poids % du total
Poissons et larves.....	40	60
Céphalopodes.....	10 (1)	23 (1)
Crustacés.....	26	4
Pléropodes et Hétéropodes.....	12	8
Annélides.....	8	1
Leptocéphales.....	1	très peu
Organismes gélatineux.....	3	4
Divers.....	très peu	très peu

TABLEAU VI

Composition moyenne des contenus stomacaux d'*Alepisaurus* trouvés dans les estomacs des *Alepisaurus* capturés sur la longue ligne et occurrence pour chaque groupe (seuls les estomacs pleins sont pris en compte)

Groupes	Occurrence (2)	Moyenne par est. pour 34 contenus stomacaux		Moyenne pour les cas d'occurrence	
		Nb.	Poids (g)	Nb.	Poids (g)
Poissons et larves.....	92	5,1	1,4	5,8	1,6
Céphalopodes.....	46	0,9	0,4	2,0	0,9
Crustacés.....	37	2,1	0,3	5,8	0,7
Pléropodes et Hétéropodes.....	9	0,2	très peu	2,3	0,3
Annélides.....	34	1,4	0,3	4,2	1,0
Leptocéphales.....	14	0,1	très peu	0,8	0,5
Divers.....	3	0,1	0,1	3	3,2
TOTAL.....	100	10,0	2,7	—	—

(1) Non compris 3 gros Céphalopodes représentant un poids de 456 g et dont la prise en compte porterait le % du poids imputable au groupe à 38 %.

(2) Elle porte sur 34 poissons dont l'analyse de chaque contenu stomacal a été faite séparément.

TABLEAU VII

Importance relative en nombre et en poids de chaque groupe dans l'alimentation des *Alepisaurus* trouvés dans les contenus stomacaux des *Alepisaurus* capturés sur la longue ligne (seuls les estomacs pleins sont pris en compte)

Groupes	Nombre % du total	Poids % du total
Poissons et larves.....	52	56
Céphalopodes.....	9	15
Crustacés.....	21	10
Ptéroscopes et Hétéroscopes.....	2	1
Annélides.....	14	12
Leptocéphales.....	1	2
Divers.....	1	4

TABLEAU VIII

Nombre et poids moyens des poissons et larves de poissons ingérés par les *Alepisaurus*: variations en fonction de l'éloignement des côtes

	Nombre	Poids (g)	Poids moyen de chaque proie (g)
Station à moins de 50 milles.....	4,7	16,9	3,6
Stations situées entre 50 et 100 milles.....	6,1	21,6	3,5
Stations au-delà de 100 milles.....	8,8	11,6	1,3

2.3.1.1. Les pourcentages d'occurrence les plus élevés portent sur des espèces peu ou très rarement capturées dans les filets. Il s'agit souvent de formes allongées qui échappent aux filets soit parce qu'elles se faufilent facilement à travers les mailles, soit parce qu'elles sont assez agiles pour les éviter. L'espèce la plus souvent présente est *Diplospinus multistriatus* (occurrence : 30 %) qui n'a jamais été trouvée dans nos récoltes effectuées avec le chalut pélagique ISAACS-KIDD 10 pieds.

2.3.1.2. *Sternoptyx diaphana* tient la troisième place pour les occurrences (24 %). Or, ce poisson, assez abondant dans les couches profondes, n'est que très exceptionnellement capturé au chalut pélagique ISAACS-KIDD au-dessus de 400 m de jour et au-dessus de 200 m de nuit. Cela peut signifier que les *Sternoptyx* présents dans la couche prospectée par la ligne évitent le filet ; à l'appui de cette hypothèse, on note en effet que les tailles trouvées dans les contenus stomacaux sont relativement grandes, correspondant aux individus les plus agiles. Cela peut aussi signifier que les *Alepisaurus* chassent les *Sternoptyx* dans des eaux plus profondes que celles qu'ils fréquentent au moment de leur capture. Cette deuxième hypothèse est sans doute plus vraisemblable. Une étude détaillée de la distribution verticale de *Sternoptyx* conduira incontestablement à améliorer notre connaissance de celle des *Alepisaurus*, et on le verra, de celle des germons.

2.3.1.3. Les Myctophidés qui représentent une biomasse énorme sont pratiquement absents des estomacs des *Alepisaurus*. Les *Vinciguerria*, très abondants y sont présents en de rares occasions.

2.3.1.4. Les *Alepisaurus* sont largement cannibales. On trouve de nombreux *A. ferox* dans les estomacs des captures mais plus encore d'*A. brevirostris* qui y occupent la deuxième place en occurrence (28 %). Or, *A. brevirostris* est rarement capturé sur la ligne, 3 exemplaires seulement ayant pu être, parmi nos captures, identifiés à cette espèce. Il semble qu'*A. brevirostris* ait une distribution autre que celle d'*A. ferox*, par exemple plus profonde, évitant ainsi les hamégons. Il est intéressant de noter, à ce sujet, que la capture, le même jour, des trois seuls exemplaires d'*A. brevirostris* en notre possession, correspondait au centre d'une divergence temporaire, induisant une forte remontée des eaux froides. Étant donné la large prédominance d'*A. brevirostris* dans les contenus stomacaux (83 % du nombre total), on pouvait espérer trouver une différence au niveau des profondeurs de capture entre les *A. ferox* ayant consommé *A. brevirostris* et ceux dont les estomacs n'en contenaient pas. Les moyennes sont en fait exactement les mêmes et s'il existe effectivement des différences de distribution entre les deux espèces, elles sont masquées, dans les résultats, par le fait, toujours le même, que le niveau de capture ne correspond pas forcément au niveau préférentiel de chasse. Il a paru néanmoins intéressant de comparer les contenus stomacaux des *Alepisaurus* ayant fait preuve de cannibalisme aux autres. Les deux dernières colonnes du tableau IX montrent que les contenus stomacaux des premiers sont toujours plus importants, en ce qui concerne les poids totaux, les nombres et les poids de poissons ingérés, que ceux des seconds. Compte non tenu des *Alepisaurus* ingérés (deuxième colonne), on constate que le nombre des poissons est supérieur dans les cas où il y a eu cannibalisme, leur taille étant néanmoins plus petite. Cela peut traduire le simple fait que les *A. brevirostris* ingérés régurgitent une partie de leurs contenus stomacaux dans l'estomac de leur prédateur, mais peut aussi être le reflet d'une différence d'habitat entre les deux espèces, correspondant à des faunes en place différentes.

TABEAU IX

Comparaison des contenus stomacaux des captures ayant fait preuve de cannibalisme aux autres

<i>Alepisaurus</i> ayant fait preuve de cannibalisme				<i>Alepisaurus</i> n'ayant pas fait preuve de cannibalisme
	<i>Alepisaurus</i> ingérés	contenu stomacal non compris les <i>Alepisaurus</i> ingérés	contenu stomacal total	
Poids total moyen des contenus stomacaux (g)	16,1 (1)	26,5 (1)	42,6 (1)	26,8 (3)
Poissons ingérés par les captures	Nb. moyen.....	1,2 (2-4)	6,7 (2)	7,9 (2)
	Poids moyen (g)	16,1 (1)	9,5 (1)	25,6 (1)
				11,1 (3)

(1) porte sur 43 *Alepisaurus* capturés.

(2) porte sur 66 *Alepisaurus* capturés.

(3) porte sur 82 *Alepisaurus* capturés.

(4) correspond à 81 *Alepisaurus* ingérés.

2.3.2. CÉPHALOPODES.

Les Céphalopodes interviennent, en poids, pour 23 % dans le contenu stomacal global des *Alepisaurus*. C'est pour ce groupe, sans doute, que l'intérêt de l'étude des contenus stomacaux des *Alepisaurus* est le plus grand car ces animaux, extrêmement agiles, échappent très souvent aux engins de capture conventionnels alors qu'ils représentent, sans doute, une biomasse importante. RANCUREL (sous presse) signale notamment que sur 6 genres connus d'Onychoteuthidae, 4 ont été décrits à partir des contenus stomacaux d'espèces nectoniques. Il signale un genre nouveau pour le Pacifique. REES et MAUL (1956) ont trouvé, dans les estomacs de 260 *Alepisaurus ferox* provenant de Madère, 18 espèces rares, souvent connues par ailleurs en un seul exemplaire collecté lors des grandes expéditions de haute mer.

2.3.3. CRUSTACÉS.

Les Crustacés représentent 26 % en nombre et 4 % en poids des contenus stomacaux des captures. Ils interviennent donc pour une assez faible part dans l'alimentation des *Alepisaurus* adultes, leur rôle se renforçant néanmoins aux dépens des Céphalopodes dans celle des juvéniles. L'essentiel des Crustacés est constitué par les Amphipodes et les Phronimes en particulier. Les grands Carides, Mysides, Sergestides et les Euphausiacés sont pratiquement absents. Parmi les Crustacés, les larves de Stomatopodes sont un cas particulier car elles appartiennent à des espèces méroplanctoniques dont les adultes sont inféodés aux hauts fonds ou aux zones côtières. La totalité de ces larves a été collectée par les *Alepisaurus* à moins de 50 milles des côtes.

TABLEAU X

Rendement pour 100 hameçons pour le Pacifique (résultats expérimentaux américains et O.R.S.T.O.M.)

		<i>Alepisaurus</i>		Germons		Thons à nageoires jaunes		Thons obèses	
		Nb.	Rdt. %	Nb.	Rdt. %	Nb.	Rdt. %	Nb.	Rdt. %
Pacifique nord-central (Américains).		542	0,8	128	0,2	4	très peu	206	0,3
Pacifique équatorial central (Américains).....		125	0,1	273	0,2	4465	3,6	510	0,4
Pacifique sud-central	Résultats Américains...	7	0,02	51	0,1	4115	10,7	91	0,2
	Résultats O.R.S.T.O.M..	8	0,2	47	1,1	6	0,1	10	0,2
Pacifique sud-ouest (O.R.S.T.O.M.).		180	0,8	282	1,3	152	0,7	36	0,2
TOTAL.....		862	0,3	781	0,3	8742	3,4	853	0,3

2.3.4. LEPTOCÉPHALES.

Ces larves appartenant pour la plupart à des espèces d'Apodes méroplanctoniques, on pouvait s'attendre à trouver, pour ces organismes, une distribution du même type que celle des larves de Stomatopodes. Or, leur maximum se situe dans les contenus stomacaux, entre 50 et 100 milles des côtes. La pauvreté relative à proximité des côtes pourrait trouver une explication dans l'hypothèse de CASTLE (1966) selon laquelle les différents stades de développement larvaire

des Muraenidae, Ophichthidae et Moringuidae s'effectueraient trop près du récif pour y subir la prédation d'*Alepisaurus* alors que les pontes et développements larvaires de Congridae, Anguillidae et Nemichthyidae se situent en zones océaniques. Les identifications de CASTLE rattachent en effet aux seules familles du deuxième groupe les leptocéphales des contenus stomacaux non seulement des *Alepisaurus* mais aussi des marlins et des thons à nageoires jaunes capturés à la ligne, et même des bonites pourtant capturées à la traîne, plus près de terre.

2.3.5. PTÉROPODES, HÉTÉROPODES ET ANNÉLIDES.

Les deux premiers groupes représentent une part non négligeable en poids et en nombre dans l'alimentation des *Alepisaurus*. Nous n'avons pas détaillé leur étude car ils ont été réunis dans les comptages. Leur importance diminue dans les contenus stomacaux des juvéniles où ils sont remplacés, semble-t-il, par les Annélides qui y occupent, en poids, la troisième place.

3. IMPORTANCE PRÉSUMÉE DES ALEPISAURUS PAR RAPPORT AUX THONS ET PARTICULIÈREMENT AUX GERMONS

La comparaison *Alepisaurus*-thons portera principalement sur les germons car, rappelons-le, les différentes modifications de montage effectuées sur le ligne de 1956 à 1968 l'ont toutes été dans un sens favorisant leur capture, par augmentation de la profondeur de pêche des hameçons en rallongeant les orins. Le tableau X donne une idée de l'importance des *Alepisaurus* par rapport à l'ensemble des captures. Certes, si les objectifs de recherches et les montages de la ligne dans chacune des 4 régions prospectées étaient différents (ce qui explique en partie les différences de rendement, par espèce, d'une région à l'autre), il n'en demeure pas moins qu'au total les rendements expérimentaux en germons et en thons obèses sont du même ordre de grandeur que ceux en *Alepisaurus*. Dans le Pacifique Sud-Ouest, où nous avons comme objectif principal la pêche des germons, le rendement expérimental global de cette espèce (1,3 %) n'atteint pas le double du rendement en *Alepisaurus*. On est dès lors amené à se demander si les deux espèces ne coexistent pas dans le même habitat, leurs exigences vis-à-vis du milieu physique et leurs exigences alimentaires étant proches, sinon identiques.

Reportons nous à la figure 4 qui représente, pour la zone tropicale du Pacifique Sud-Ouest, les rendements pour 100 hameçons en *Alepisaurus* et germons pour les différentes classes de profondeurs. On constate que la profondeur de 125-150 m constitue le sommet de la couche d'eau bien fréquentée par les deux espèces. Pour les germons, les rendements semblent ensuite relativement homogènes jusqu'aux plus grandes profondeurs prospectées, avec néanmoins un maximum pour 275-300 m. Bien que le nombre des hameçons soit relativement faible pour les classes de profondeurs comprises entre 225 et 272 m, on ne retrouve donc pas, pour les germons, la baisse observée par les rendements en *Alepisaurus* pour ces profondeurs intermédiaires. Il semble ainsi que les profondeurs prospectées correspondent peut-être un peu mieux à l'habitat du germon qu'à celui d'*Alepisaurus*, pour lequel, nous l'avons vu, on peut envisager l'extension vers le bas pour les grandes tailles et les individus matures. On peut néanmoins estimer que les deux habitats se chevauchent très largement. En ce qui concerne les températures, la figure 6 montre un optimum situé autour de 17 °C pour les germons de longue ligne avec baisse rapide de rendement pour les températures plus hautes. Les *Alepisaurus* semblent nettement plus eurythermes, leur large distribution dans l'Océan mondial confirmant leur tolérance. Rappelons cependant ici l'observation de GRAHAM (1957) d'une sorte de déplacement général des germons, thons à nageoires jaunes, thons obèses et *Alepisaurus* en relation avec l'avancée et le recul d'un front polaire dans

TABLEAU XI

Comparaison des habitudes alimentaires des *Alepisaurus* et du germon (résultats provisoires O.R.S.T.O.M., résultats d'IVERSEN, 1962)

	<i>Alepisaurus</i>	GERMON	
		O.R.S.T.O.M. Pacifique sud-ouest	IVERSEN Pacifique central
Estomacs vides (nombre %),.....	26 %	14 %	—
Poids en % du contenu stomacal total :			
Poissons.....	59	45	47
Céphalopodes.....	23	45	41
Crustacés.....	4	10	6
Ptéro-Hétéropodes.....	8	très peu	—
Contenu stomacal moyen (g),.....	31,6	14,7	26,7

le Pacifique Nord-Central : malgré leur eurythermie relative, les *Alepisaurus* seraient, tout comme les thons, sensibles, pour un habitat donné, aux grandes influences thermiques. Nous nous sommes proposés de voir si les deux espèces puisaient leur alimentation sur les mêmes niveaux. Cette comparaison sera faite sur un plan très général, les études de détail au niveau des espèces de poissons et de Céphalopodes étant par ailleurs entreprises. En ce qui concerne les thons, nous utiliserons nos données provisoires mais nous ferons surtout appel à la littérature, notamment à IVERSEN (1962). Plusieurs points intéressants ressortent de l'examen du tableau XI. Le nombre des estomacs vides est plus grand chez les *Alepisaurus* que chez les germons. On peut penser qu'un certain décalage dans le temps ou l'espace existe entre les habitudes alimentaires des deux espèces. Différence plus importante encore, la digestion stomacale des thons est continue alors que, rappelons le, aucun aliment digéré n'a été observé dans l'estomac des *Alepisaurus* ce qui laisse envisager un cycle alimentaire physiologiquement différent pour cette espèce. Le contenu stomacal d'*Alepisaurus* est nettement plus important, dans la zone considérée (résultats O.R.S.T.O.M. dans le Pacifique Sud-Ouest, tableau XI), que celui du germon. Il lui demeure supérieur, quoique moins nettement dans le Pacifique Central (IVERSEN, 1962). En ce qui concerne les grands groupes on constate que les *Alepisaurus* s'alimentent plus sur les poissons que sur les Céphalopodes, alors que les pourcentages concernant ces groupes sont sensiblement les mêmes chez les germons. Il est probable que la grande agilité des Céphalopodes en soit la cause, ceux-ci échappant mieux aux premiers qu'aux seconds. On a utilisé les résultats de KING et Ikehara (1956) et d'IVERSEN (1962) pour reproduire, sur la figure 9, la participation de chacun des groupes aux régimes alimentaires comparés des *Alepisaurus*, germons, thons à nageoires jaunes et thons obèses ; au premier abord, l'alimentation des germons semble peut-être plus éloignée de celle des *Alepisaurus* que de celle des autres thons. En fait, au niveau des espèces ingérées, la ressemblance est très nette. Sans entrer dans les détails, on peut déjà affirmer que pour les poissons, elle est partielle, mais certaine, *Alepisaurus* et germon s'alimentant sensiblement sur les mêmes familles et sur de nombreuses espèces communes. Les *Alepisaurus* juvéniles notamment, largement exploités par leurs adultes, comme nous l'avons signalé, le sont tout autant, sinon plus, par les germons, et *Sternoptyx diaphana* présente sensiblement la même occurrence chez les deux espèces.

4. DISCUSSION

Plusieurs points souvent contradictoires relatifs aux habitudes alimentaires des *Alepisaurus* méritent d'être discutés. Rappelons que les contenus stomacaux des *Alepisaurus* sont particulièrement intéressants parce qu'ils sont toujours en parfait état de conservation. ROFEN (1966), suggère que la digestion s'effectue uniquement dans l'intestin, l'estomac n'ayant alors qu'un rôle de stockage analogue en quelque sorte à celui du gésier des oiseaux. HAEDRICH (1964) pense que ce processus permet ainsi au poisson de chasser et d'emmagasiner ses proies quand elles se présentent, leur assimilation s'effectuant ultérieurement. RANCUREL (sous presse) constate tout au plus un certain affaïssement des crochets et de la couronne cornée des ventouses des Céphalopodes ingérés qui pourrait résulter d'une hydrolyse partielle de la chitine. Les *Alepisaurus* pourraient ainsi bloquer leur digestion en cours de chasse comme le font certains requins. Resterait néanmoins à comprendre pourquoi les contenus stomacaux des juvéniles trouvés dans les estomacs des adultes sont tout aussi bien conservés. Il faudrait admettre que seuls les juvéniles en chasse, donc en phase inactive de digestion, sont capturés par les plus gros. Cela nous conduirait alors à supposer que les juvéniles en digestion échappent à la prédation des adultes, soit parce qu'ils fréquentent, pour digérer, un habitat différent de celui des adultes en chasse, soit parce qu'ils échappent à leurs prédateurs, par exemple en se tenant presque immobiles. A l'appui de cette dernière explication, on peut citer DENTON et MARSHALL (1958) qui généralisent à l'ensemble des Alepisauroidei l'observation faite par FURNESTIN (1955), en bathyscaphe, d'un *Paralepis*

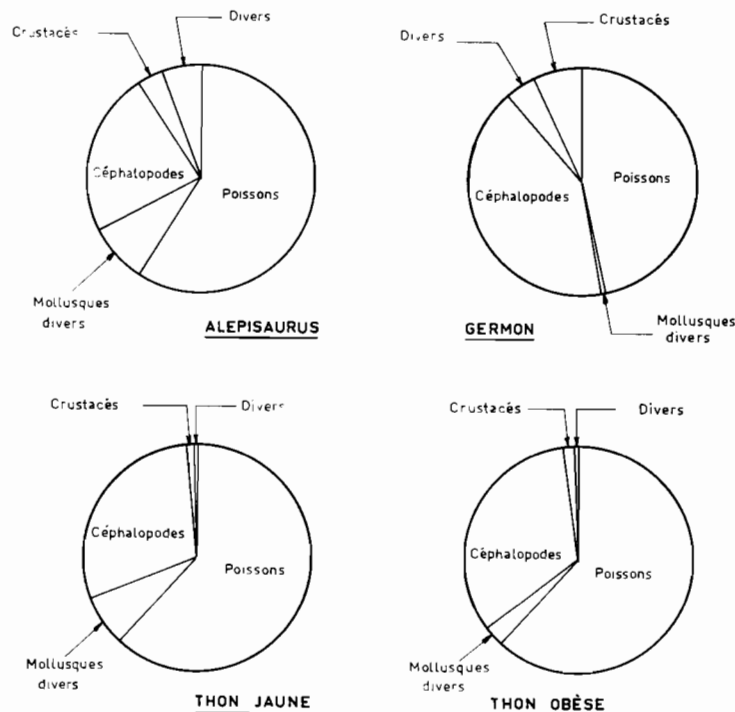


Fig. 9. — Participation en volume, des groupes importants, à l'alimentation des *Alepisaurus*, des germons (d'après IVERSEN, 1962), des thons à nageoires jaunes (d'après KING et IKEHARA, 1956) et des thons obèses (d'après KING et IKEHARA, 1956).

rissoi, poisson taxonomiquement proche des *Alepisaurus*, en position de repos, le corps maintenu vertical grâce à une légère ondulation de la nageoire dorsale. BACKUS (1968), en plongée à bord du sous-marin de recherche « Alvin » observe cette fois un *Chauliodus* dérivant, parfaitement immobile. Cette immobilité paraît donc assez fréquente dans le monde pélagique, marquant ainsi une phase de repos entre deux phases d'activité trophique (LEGAND et RIVATON, 1969). Comme on sait que certains poissons comme les barracudas et les brochets ne mordent sur le leurre que si celui-ci atteint une certaine vitesse, on pourrait penser qu'il en est de même pour les *Alepisaurus* adultes en chasse, ce qui permettrait aux jeunes de leur échapper s'ils se tiennent immobiles, en période de repos. Cette explication peut paraître en contradiction avec la capture des *Alepisaurus* sur les appâts peu mobiles de la longue ligne, à moins que cette capture ne se produise qu'aux moments du filage et du virage de la ligne durant lesquels les appâts peuvent alors paraître actifs. WATANABE (1961) estime en effet que les thons à nageoires jaunes seraient pour la plupart capturés lorsque la longue ligne s'enfonce, de même que les espadons et marlins qui ne mordraient sur les hameçons plus superficiels que lorsque la ligne se déplace.

D'après les tableaux IV et V donnant la composition moyenne des contenus stomacaux, il semble que l'alimentation des *Alepisaurus* reflète mal la composition des récoltes de macroplancton et de micronecton (BLACKBURN, 1968). On pourrait penser qu'ils effectuent donc un choix dans leurs proies, contrairement à ce que pense HAEDRICH (1964) qui donne des arguments en faveur d'une alimentation opportuniste sans discrimination de taille ni de forme et qui réfute d'ailleurs cette notion dès 1966, pour parler cette fois de sélectivité et lancer finalement l'idée d'une communauté pélagique à caractéristiques de niveaux et de comportements bien déterminées sur laquelle se nourriraient les *Alepisaurus* en délaissant totalement les autres. Il convient d'insister sur le fait que la sélectivité alimentaire est en général définie par rapport à des engins, c'est-à-dire que son éventuelle mise en évidence est issue des comparaisons qualitatives et quantitatives des contenus stomacaux aux récoltes. Si les engins utilisés échantillonnent bien la faune en place, la récolte obtenue en sera alors une image parfaite ; si les engins sont sélectifs, et c'est le cas de tous les filets mis en œuvre pour le necton, le micronecton et le macroplancton, les récoltes obtenues ne représentent plus la faune en place et rien ne permet de prouver alors que l'espèce sélectionne effectivement ses proies. Tel est le cas du chalut pélagique Isaacs-Kidd 10 pieds qui n'a jamais collecté *Diplospinus multistriatus*, alors que ce poisson constitue la proie la mieux représentée dans les estomacs d'*Alepisaurus* (occurrence : 30 %). Cette espèce échapperait au filet, soit parce que sa forme allongée lui permet de se faufiler entre les mailles, soit parce qu'elle est très agile, car on peut difficilement admettre qu'elle vit en dessous de 1200 m de jour et de nuit, profondeurs prospectées systématiquement au cours des croisières des six dernières années. Le fait troublant qu'elle n'ait jamais été capturée et qu'elle n'a été qu'assez récemment décrite par MAUL (1948), d'ailleurs à partir de contenus stomacaux d'*Alepisaurus ferox*, laisse néanmoins subsister un doute. Si elle vivait effectivement toujours en-dessous de 1200 m, il faudrait alors imaginer que les *Alepisaurus* vont la chercher à cette profondeur, effectuant ainsi de grandes migrations verticales. Au niveau des Céphalopodes, la sélectivité des engins amplifie incontestablement celle généralement attribuée aux *Alepisaurus*. Ces organismes représentent 23 % du poids moyen des contenus stomacaux alors qu'ils sont très mal échantillonnés par les filets. Aucun élément ne permet de chiffrer leur densité effective, donc d'affirmer que ce groupe est préférentiellement recherché.

La sélectivité dans l'alimentation peut aussi n'être que le reflet des migrations verticales de proies. On peut en effet s'étonner de ce que les Myctophidés et les *Vinciguerria* échappent à la prédation des *Alepisaurus*. Les premiers qui remontent de nuit jusqu'en surface et représentent un biomasse énorme sont pratiquement absents des estomacs et HAEDRICH (1966) n'en signale que 2 exemplaires. Les seconds, très abondants, mais peut-être plus superficiels en moyenne, y sont présents en de rares occasions. Or, ces poissons désertent pratiquement de jour les 400 premiers mètres. On peut donc se demander si l'hypothèse d'HAEDRICH (1964) selon laquelle les *Alepisaurus* s'alimenteraient principalement de jour ne trouve pas là une

confirmation. Il faudrait alors rejeter l'éventualité d'incursions profondes, durant le jour, des *Alepisaurus* dans les tranches d'eau où séjournent Myctophidés et *Vinciguerria*. Les Crustacés sont presque exclusivement représentés dans les estomacs par les Amphipodes et plus particulièrement les Phronimies. L'absence des Carides, Mysides, Sergestides, Euphausiacées et Pénéides pourrait s'expliquer par une différence de comportement des seconds qui seraient capables de fuir, par nage erratique, saccadée, mais rapide, alors que les premiers, plus lents, surtout les Phronimies qui vivent dans leur tonnelet gélatineux, seraient plus accessibles. Cette explication irait néanmoins à l'encontre de la notion d'activité minimum requise par les proies dont nous avons parlé en début de discussion. Comme seuls les Amphipodes fréquentent de jour les 300 premiers mètres, il est plus logique de penser que cette sélection apparente traduit là encore une activité alimentaire uniquement diurne et limitée aux couches superficielles.

Ainsi, ne peut-on pas parler avec certitude de sélection tant qu'on ne possède pas une meilleure connaissance du cycle alimentaire et des variations de distributions verticales des *Alepisaurus*. Le cas précis des *Cranchiidae* (Céphalopodes) mérite d'être cependant considéré. Il est en effet assez surprenant de constater que les Céphalopodes contenus dans les estomacs appartiennent essentiellement aux familles et genres très actifs et charnus (*Onychoteuthidae* et *Enoploteuthidae*) alors que les plus lents et les moins charnus (*Cranchiidae*) y sont très peu représentés. On sait que la cavité coelomique des *Cranchiidae* est remplie d'un liquide qui assure la flottabilité de l'animal et qui est presque exclusivement composé de chlorure d'ammonium à goût amer qui représente les deux tiers du volume global du corps. Le fait qu'ils soient systématiquement délaissés pourrait traduire une répulsion gustative ou olfactive des *Alepisaurus* pour ces organismes, alors que cette famille, moins agile, serait sans doute plus facile à capturer.

En définitive, un certain nombre de faits convergents permettent de penser que les *Alepisaurus* s'alimentent presque exclusivement de jour dans les premiers 400 m. Leur activité prédatrice serait ainsi largement conditionnée par les migrations verticales de leurs proies, la sélectivité dans l'alimentation, difficile à mettre en évidence, étant néanmoins probable.

5. CONCLUSIONS

En se basant sur nos observations et sur les données, d'ailleurs peu abondantes de la littérature, on peut dresser un bilan des connaissances et surtout formuler des hypothèses sur le comportement et la biologie des *Alepisaurus*. Il convient ici d'insister à nouveau sur le fait que nos données proviennent de captures à la longue ligne, donc qu'aucune généralisation ne peut se faire à partir des observations sur les niveaux de captures, ces derniers ne fournissant des renseignements directs que pour une partie bien déterminée de la période de chasse.

Très souvent capturé sur la longue ligne où il représente parfois des pourcentages comparables à ceux des thons, *Alepisaurus ferox* Lowe, sans valeur marchande, présente une répartition mondiale, à l'exception des mers polaires où il n'a pas encore été signalé. Très eurytherme, cette espèce semble néanmoins limitée vers les températures élevées par les isothermes 24-25 °C. Elle paraît éviter, en zone tropicale et équatoriale, la couche isotherme de surface. Sa proximité des côtes est liée, dans ces zones, à la proximité de fonds relativement profonds alors qu'elle paraît évoluer en eaux tempérées en surface, à la côte. On ne sait rien de la limite la plus profonde de la distribution : tout laisse à penser cependant que ces poissons pourraient s'enfoncer très profondément, surtout ceux de très grandes tailles qu'on ne capture d'ailleurs jamais et qui ne sont recueillis qu'échoués sur les plages. Pour un niveau donné de capture, il semble qu'on note certaines variations d'abondances en relation avec l'avancée ou le recul de diverses masses d'eau, suivant les saisons. La maturation sexuelle de ces poissons hermaphrodites interviendrait à la

taille d'environ 800 mm. Elle s'accompagnerait d'un certain enfoncement. On ne sait rien de la ponte et les quelques données connues sur les larves et les juvéniles proviennent presque exclusivement des contenus stomacaux des grandes espèces nectoniques : les petites tailles sont en effet systématiquement absentes des récoltes des engins de capture conventionnels. Cela pourrait être dû soit à un évitement important, soit à une distribution mettant les jeunes hors d'atteinte des filets. Les jeunes ne semblent pas vivre en bancs car on n'en trouve jamais un grand nombre dans un seul estomac. Victimes des grandes espèces comme les thons, les juvéniles sont, de plus, largement exploités par les plus gros individus. L'alimentation de cette espèce pourrait être sélective et essentiellement diurne. Elle consiste en poissons et Céphalopodes et porte principalement au large, sur des espèces mal échantillonnées par les filets et souvent mal connues, alors que les espèces bien échantillonnées, qui en sont très voisines par les tailles, les formes, l'aptitude natatoire et qui vivent aux mêmes niveaux, sont absentes des estomacs examinés. Le volume total des contenus stomacaux diminue quand on s'éloigne des côtes et leur composition change également. L'action prédatrice sur les organismes du macroplancton, du micronecton et du petit necton est très importante. Un grand nombre de points de concurrence existent entre *Alepisaurus* et germons. La relative similitude de leurs régimes alimentaires et la prédation des germons sur les *Alepisaurus* conduit à penser que l'interférence d'*Alepisaurus* dans le cycle biologique des thons du Pacifique Sud-Ouest paraît être de premier ordre ; la connaissance de la biologie de ce poisson, au-delà des présomptions qui précèdent, constitue un stade indispensable de l'étude de la biocénose des thons bathypélagiques.

On sait peu de chose sur les adultes d'*Alepisaurus brevirostris* Gibbs qui sont assez rarement capturés par la ligne, du moins en eaux tropicales. Cela tient peut être au fait que leur taille moyenne est inférieure, semble-t-il, à celle d'*A. ferox* ou à une différence de distribution bathymétrique entre les deux espèces, *A. brevirostris* semblant préférer les eaux plus froides. Les juvéniles sont largement exploités par *A. ferox* dont l'estomac est alors toujours plus rempli que quand ils en sont absents. Ce dernier point pourrait traduire une différence d'habitat entre les deux espèces. Cette espèce, elle aussi, est consommée par les germons.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier vivement M. DAGET pour ses nombreuses critiques et suggestions.

Manuscrit reçu le 24 juillet 1970.

BIBLIOGRAPHIE

- AUSTIN (T. S.), 1957. - Summary, oceanographic and fishery data Marquesas Islands area, august-september, 1956 ((EQUAPAC), *U.S. Fish Wildl. Serv. Spec. Sci. Rep. Fish.* 217, 186 p.
- BACKUS (R. H.), 1968. - Solving the mystery of « Alexander's Acres ». *Oceanus*, 14 (3), pp. 14-20.
- BLACKBURN (M.), 1968. - Micronekton of the eastern tropical Pacific Ocean : Family composition, distribution, abundance, and relations to tuna. *U.S. Fish Wildl. Serv. Fish. Bull.*, 67 (1), pp. 71-115.
- CASTLE (P. H. J.), 1966. - Les leptocéphales dans le Pacifique sud-ouest. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, IV (4), pp. 51-71.
- DENTON (E. J.), 1958. - The buoyancy of bathypelagic fishes without a gas-filled swimbladder. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 37 (3), pp. 753-767.
- FORSBERGH (E. D.), BROENKOW (W. W.), 1965. - Oceanographic observations from the eastern Pacific Ocean collected by the R/V SHOYO MARU, october 1963-march 1964. *Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull.*, 10 (2), pp. 85-237.

- FOURMANOIR (P.), 1969. — Contenus stomacaux d'*Alepisaurus* (Poissons) dans le sud-ouest Pacifique. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, VII (4), pp. 51-61.
- FOURMANOIR (P.) et CROSNIER (A.), 1963. — Deuxième liste complémentaire des poissons du Canal de Mozambique. Diagnoses préliminaires de 9 espèces nouvelles. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.* (Sér. Nosy-Bé II) n° 6, pp. 2-32.
- FURNESTIN (J.), 1955. — Une plongée en bathyscaphe. *Rev. Trav. Pêches marit.*, 19 (4), pp. 435-442.
- GIBBS (R. H.), 1960. — *Alepisaurus brevirostris*, a new species of lancet fish from the western North Atlantic. *Breviora*, 123, 14 p.
- GIBBS (R. H.), WILIMOVSKY (N. J.), 1966. — Family Alepisauridae. In: *Fish. West. North Atlantic. Mem. Sears Fn. mar. res.*, 1 (5), pp. 482-497.
- GRAHAM (J. J.), 1957. — Central North Pacific albacore surveys, May to November 1955. *U.S. Fish Wildl. Serv., Spec. Sci. Rep. Fish.*, 212, 38 p.
- GRAHAM (J. J.), 1959. — Northeastern Pacific albacore survey Part I. Biological Observations. *U.S. Fish Wildl. Serv. Spec. Sci. Rep. Fish.*, 310, 33 p.
- HAEDRICH (R. L.), 1961. — Food habits and young stages of North Atlantic *Alepisaurus* (Pisces, Iniomi). *Breviora*, 210, 15 p.
- HAEDRICH (R. L.), NIELSEN (J. G.), 1966. — Fishes eaten by *Alepisaurus* (Pisces, Iniomi) in the southeastern Pacific Ocean. *Deep. Sea Res.*, 13 (5), pp. 909-919.
- HUREAU (J. C.), 1967. — Présence d'un *Alepisaurus* aux Iles Crozet, Poisson jamais signalé dans l'hémisphère sud (*A. brevirostris* Gibbs *crozelensis* n. subsp.). *Bull. Mus. Nat. Hist. Nat. Paris*, 2^e série, 39 (5), pp. 833-837.
- IVERSEN (R. T. B.), 1962. — Food of Albacore tuna *thunnus germon* (Lacépède) in the central and northeastern Pacific. *U.S. Fish Wildl. Serv., Fish. Bull.*, 214, vol. 62, pp. 455-482.
- IVERSEN (E. S.), YOSHIDA (H. O.), 1957. — Longline and troll fishing for tuna in the Central equatorial Pacific, January 1955 to February 1956. *U.S. Fish Wildl. Serv., Spec. Sci. Rep.-Fish.*, 203, 38 p.
- KING (J. E.), IKEHARA (I. I.), 1956. — Comparative study of food of bigeye and yellow fin tuna in the Central Pacific. *U.S. Fish Wildl. Serv., Fish. Bull.*, 108, vol. 57, pp. 61-85.
- LEGAND (M.), 1967. — Cycles biologiques des Poissons mésopélagiques dans l'est de l'Océan Indien. Première note : *Scopelogadus multipunctatus* Brauer, *Gonostoma* sp., *Notolycnus valdiviae* Brauer. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, V (4), pp. 47-71.
- LEGAND (M.) et GRANDPERRIN (R.), 1969. — Résultats des stations de longue ligne expérimentale effectuée dans le Pacifique sud-ouest et Central par le Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa de 1956 à 1968. *O.R.S.T.O.M. — Nouméa — Océanographie*, Rapport n° 30, 33 p. multigr.
- LEGAND (M.) et RIVATON (J.), 1967. — Cycles biologiques de poissons mésopélagiques dans l'est de l'Océan Indien. Deuxième note : Distribution moyenne des principales espèces de l'ichtyofaune. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, (4), pp. 74-98.
- LEGAND (M.) et RIVATON (J.), 1969. — Cycles biologiques des poissons mésopélagiques dans l'est de l'Océan Indien. Troisième note : Action prédatrice des poissons micronectoniques. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, VII (3), pp. 29-45.
- MARSHALL (N. B.), 1955. — Studies of Alepisanroid fishes. *Discov. Rep.*, 27, pp. 303-336.
- MAUL (G. E.), 1946. — Monografia dos peixes do Museu Municipal do Funchal. *Bol. Mus. Mun. Funchal*, 2 (2), pp. 1-61.
- MEAD (G. W.), 1955. — Occurrence of the lancet fish, *Alepisaurus ferox*, in the Gulf of Mexico. *Copeia*, n° 2, pp. 148-149.
- MIMURA KOYA *et al.*, 1963. — Synopsis of biological data on yellow fin tuna *Neothunnus macropterus* Temminck and Schlegel 1842 (Indian Ocean). *FAO Fish. Rep.*, 6 (2), pp. 319-349.
- MURPHY (G. I.), SHOMURA (R. S.), 1953a. — Longline fishing for deep swimming tunas in the central Pacific, 1950-51. *U.S. Fish Wildl. Serv., Spec. Sci. Rep.-Fish.*, 98, 47 p.
- MURPHY (G. I.), SHOMURA (R. S.), 1953b. — Longline fishing for deep-swimming tunas in the central Pacific, January-June 1952. *U.S. Fish Wildl. Serv. Spec. Sci. Rep.-Fish.*, 108, 32 p.
- MURPHY (G. I.), SHOMURA (R. S.), 1955a. — Longline fishing for deep-swimming tunas in the central Pacific, August-November, 1952. *U.S. Fish Wildl. Serv., Spec. Sci. Rep.-Fish.*, 137, 42 p.
- MURPHY (G. I.), SHOMURA (R. S.), 1955b. — Longline fishing for deepswimming tunas in the central Pacific, 1953. *U.S. Fish Wildl. Serv., Spec. Sci. Rep.-Fish.*, 157, 70 p.
- RANCUREL (P.), 1970. — Les contenus stomacaux d'*Alepisaurus ferox* dans le sud-ouest Pacifique (Céphalopodes). *Cah. O.R.S.T.O.M. sér. Océanogr.*, VIII, 1, pp. .
- REES (W. J.), MAUL (G. E.), 1956. — The Cephalopoda of Madeira, Records and distributions. *Bull. Brit. Mus. Zool. (N. II.)*, 3 (6), pp. 259-281.

- ROFEN (R. R.), 1966. — Family Omosudidae. In: *Fish. West. North Atlantic. Mem. Sears Fn. mar. Res.*, 1 (5), pp. 462-481.
- SHOMURA (R. S.), TAMIO OTSU, 1956. — Central North Pacific Albacore surveys, january 1954-february 1955. *U.S. Fish Wildl Serv., Spec. Sci. Rep.-Fish.*, 173, 29 p.
- SMITH (J. L. B.), 1949. — The sea fishes of Southern Africa. *Central News Agency, Ltd, South Africa*, 502 p.
- SMITH (J. L. B.), 1965. — New records and descriptions of fishes from Southwest Africa. *Dept. Ichthyology, Rhodes University, Occas. Paper n° 3*, pp. 13-23.
- SPRINGER (S.), BULLIS (H. R.), 1956. — Collections by the OREGON on the Gulf of Mexico. *U.S. Fish Wildl. Serv., Spec. Sci. Rep.-Fish.*, 196, 134 p.
- WATANABE (H.), 1961. — Study of tuna hooked layer by long line. *Rep. Ser. Kanagawa Pref. Fish. Exp. Sln.*, (4), 10 p.
- WILSON (R. C.), RINKEL (M. O.), 1957. — Marquesas area oceanographic and fishery data, january, march. *U.S. Fish Wildl. Serv., Spec. Sci. Rep.-Fish.*, 238, 136 p.

NOTES ICHTYOLOGIQUES (II)*

par P. FOURMANOIR**

1 et 2. — Cette 2^e série de « Notes ichtyologiques » présente 16 espèces de poissons pris au mid-water trawl. Une est nouvelle, dix signalées pour la première fois dans le Pacifique. La mention des neuf autres espèces a surtout pour but de faire mieux connaître leur extension géographique.

3. — Une note sur *Lepidocybium flavobrunneum*, a été rédigée d'après le tableau de capture de LEGAND et GRANDPERRIN.

4. — La dérive océanique de jeunes *Kyphosus vaigiensis* au large des îles Marquises a été observée au cours de la plus récente croisière du « Coriolis », elle est le sujet de la 4^e partie.

1. NOUVEAUX ÉLÉMENTS DE DISTRIBUTION POUR QUATORZE ESPÈCES MÉSOPÉLAGIQUES

OPISTHOPROCTIDAE

1. *Opisthoproctus grimaldi* Zugmayer 1911.

PROVENANCE : Croisière Caride III, st. 3 ; 13° 25' S-144° 42' W, le 5.2.69 à 15 h 30, trait 0-380 m, L. S. 28,5 mm.

FORMULE DES NAGEOIRES : D. 13 A. 8 P. 12 V. 9.

O. grimaldi est signalé pour la première fois dans le Pacifique.

2. *Opisthoproctus soleatus* Vaillant 1888.

PROVENANCE : Croisière Bora III, 11 A ; 00° 29' S-170° 03' E, le 22.6.1966, trait oblique 0-670 m, L. S. 77 mm. Bora I, 13 (9 A) ; 2° 09' S-169° 55', le 4.12.1965 à 14 h 40, trait oblique 0-900 m, L. S. 53 mm.

* Les notes ichtyologiques (I) sont parues dans les Cahiers O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., vol. VIII, n° 3, 1970, pp. 19-33 avec les résumés anglais et français des 4 notes prévues.

« Quelques jours après leur impression, T. H. FRASER nous a confirmé l'identité d'une espèce, qu'il était sur le point de publier sous le nom de genre nouveau *Dinoblepharis*, avec *Scombrophyraena oceanica*. Son exemplaire, déposé à l'U.S.N.M. n° 203646 a été pris au chalut à 210 brasses en mer des Antilles, le 22.1.68 par R/V. Oregon II. Bien préservé et de grande taille (92 mm) il peut être choisi comme holotype. »

** Océanographe biologiste, Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa, B. P. 4 (Nouvelle-Calédonie).

3. *Dolichopteryx binocularis* Beebe 1932.

PROVENANCE : Croisière Bora I, 7 (7 B) ; 3° 55'-170° 00, le 3.12.1965 à 20 h 30, trait oblique 0-300 m, L. S. 175 mm.

FORMULE DES NAGEOIRES : D. 14 A. 11 P. 14 V. 9.

PROPORTIONS ET LONGUEURS : $\frac{L}{H}$ 9,7. Tête comprise 4,4 fois dans la longueur. Longueur des pectorales 80 mm (les extrémités des deux plus longs rayons sont brisées). Museau 16 mm. La base des ventrales débute antérieurement sous le 3^e rayon de la dorsale.

Deux exemplaires seulement de provenance atlantique, ont été mentionnés. L'exemplaire du S.W. Pacifique que nous signalons est remarquable par sa grande taille (175 mm).

GONOSTOMIDAE

4. *Diplophos taenia* Günther 1873.

PROVENANCE : Croisière Cyclone I st. 25 ; 00° 36' S-169° 32' E, le 25.11.1966 à 14 h, trait oblique 0-1200 m, L. S. 122 mm. Océan Indien : 110° E-9° S à 32° S, 48 ex. (occurrence 21 %).

FORMULE DES NAGEOIRES ET DES PHOTOPHORES DE L'EXEMPLAIRE DE 122 mm : D. 11 A. 62 P. 9 V. 8 IP 18 PV 27 VA 16 AC 48 BR 12.

Après les déterminations de LEGAND et RIVATON, il est possible de confirmer l'identification spécifique *D. taenia* Günther pour les *Diplophos* du sud-ouest Pacifique que nous avons examinés. L'exemplaire de 122 mm est le plus grand *Diplophos* trouvé dans les collections de l'O.R.S.T.O.M., GREY mentionne la longueur de 104 mm pour le plus grand exemplaire atlantique.

5. *Ichthyococcus ovalus* (Cocco) 1838.

PROVENANCE : Croisière Cyclone II, 15 ; 03° 48' S-169° 52' E, le 21.3.67, trait oblique 0-1200 m, L. S. 32 mm. Caride V, 27 A ; 10° 02' S-141° 55' W, le 13.9.69 à 10 h, trait 0-600 m, L. S. 48 mm. Caride V, 24 A ; 9° 58' S-142° 06' W, le 13.9.1969 à 3 h 15, trait 0-900 m, L. S. 42 mm.

FORMULE DES NAGEOIRES : D. 12 A. 15.

La présence de *Ichthyococcus ovalus* en de nombreuses stations équatoriales du Pacifique a été signalée par GRANDPERRIN et RIVATON en 1966 (Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., vol. IV, n° 4).

6. *Margrethia obtusirostra* Jespersen et Tåning 1919.

PROVENANCE : Croisière Cyclone II, 15 ; 03° 48' S-169° 52' E, le 31.3.1967 à 13 h 14, trait oblique 0-1200 m, L. S. 38 mm.

FORMULE DES NAGEOIRES : D. 16 A. 23.

7. *Araiophos eastropas* Ahlstrom et Moser 1969 (fig. 1).

PROVENANCE : Croisière Caride V, st. 88 ; 10° S-142° E, le 15.9.69 à 2 h 30, trait oblique 0-300 m, 1 ex. L. S. 31 mm.

FORMULE DES NAGEOIRES : D. 18 A. 20.

L'espèce a été trouvée la première fois dans la région tropicale Est Pacifique entre les latitudes 10°-18° S et longitudes 119°-126° W (Croisière Eastropac. 1967) où elle constituait le Gonostomatidae dominant.

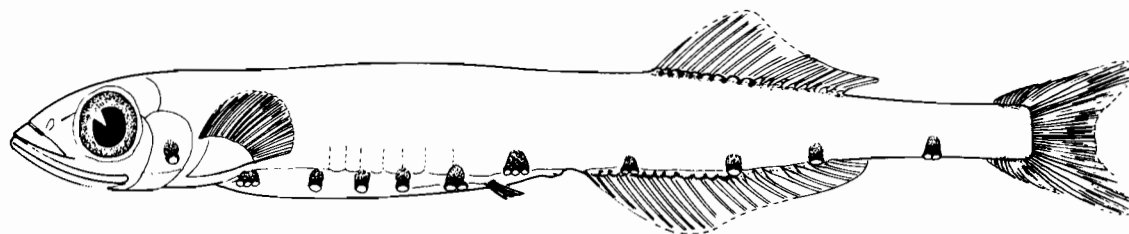


Fig. 1. — *Araiophos eastropas* Ahl. et Mos, L.S. 31 mm.

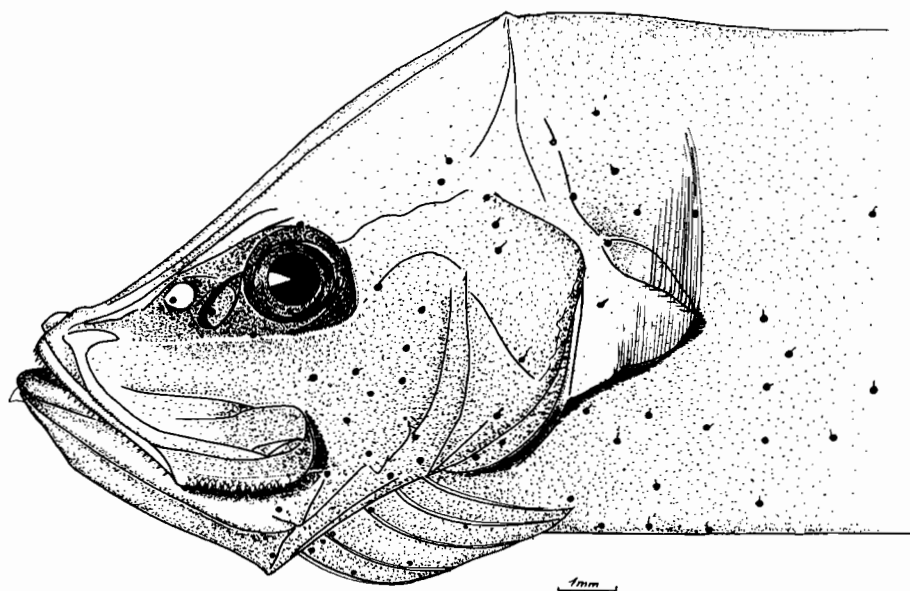


Fig. 2. — *Photostylus pycnopterus* Beebe, L.S. 70 mm.

ARGENTINIDAE

Sous-famille MICROSTOMIDAE.

8. *Xenophthalmichthys danae* Regan 1925.

PROVENANCE : Croisière Bora I, 15 (98) ; 1° 40' S-169° 56' E, le 5.12.1965 à 20 h 39, trait oblique 0-300 m, L. S. 70 mm.

FORMULE DES NAGEOIRES : D. 9 A. 9 P. 7 V. 9.

Mentionné pour la première fois dans le Pacifique.

ALEPOCEPHALIDAE

9. *Photostylus pycnopterus* Beebe 1933 (fig. 2).

PROVENANCE : Caride III, st. 67 ; 0° 01' S-137° 06' W le 16.2.1969 à 18 h, trait 0-270 m, L. S. 70 mm. Cyclone III, st. 7 ; 1° 54' S-169° 50' E, le 4.5.1967 à 1 h 28, trait oblique 0-1200 m,

L. S. 100 mm. Cyclone VI, st. 16 ; 05° 00' S-169° 45' E, le 4.9.1967 à 13 h 37, trait oblique 0-1200 m, L. S. 81 mm. Coloration brun noir, partie claire sur le dessus de la tête.

FORMULES DE L'EXEMPLAIRE DE CARIDE III : D. 14 A. 17 P. 17 V. 6 Br. (total) 14.

DIMENSIONS : L. S. 70 H 9 T 11. Museau 3,9, origine de la dorsale 54, hauteur minimum péd. caudal 3.

Pholostylus a été mentionné pour la première fois dans le Pacifique par FITCH et LAVENBERG en 1968.

BARBOURISIDAE

Dans les précédentes « Notes ichthyologiques », nous avons mentionné quatre exemplaires de *Barbourisia rufa* de 105 à 320 mm pris dans le S. W. Pacifique. Une nouvelle découverte est celle d'une post-larve de 35 mm prise au chalut bathypélagique à la station 20 de la croisière Cyclone II (05° 28' S-169° 54' E, le 1.4.1967 à 5 h 23, trait oblique 0-1200 m).

Malgré la petite taille, la formule des nageoires (D. 19 A. 17 P. 13) et l'aspect spinuleux de la peau ont permis une identification facile.

ZEIDAE

10. *Zenion japonicum* (Kamohara).

PROVENANCE : Croisière Santo, n° 8 ; 17° 11' S-167° 40' E, le 26.7.1968 à 5 h, trait 0-1300 m, L. S. 33 mm.

Zenion japonicum se rencontre aussi dans les estomacs de thons jaunes pris au large des Hébrides : 16° S-168° E, le 24.7.1968, L. S. 20 mm.

GIGANTURIDAE

11. *Bathyleptus indicus* (Brauer) 1901.

PROVENANCE : Croisière Cyclone III, st. 1 ; 0° 00'-170° 00' E, le 3.5.1967 à 1 h 31, trait oblique 0-1200 m, L. S. 155 mm.

Croisière Caride III, st. 67 ; 0° 01' S-137° 06' W le 16.2.1969 à 18 h, trait 0-270 m, L. S. 99 mm.

Croisière Caride III, st. 121 ; 0° 01' N-142° 12' W, le 20.2.1969 à 18 h 50, trait 0-350 m, L. S. 110 mm.

FORMULE DES NAGEOIRES : D. 16 A. 12 P. 40 ex. de 155 mm.

D. 17 A. 12 P. 41 ex. de 99 mm.

D. 18 A. 12 P. 39 ex. de 85 mm.

L'espèce ne semble pas différer de *Bathyleptus gracilis* (Regan) 1925. *Bathyleptus indicus* est mentionné pour la première fois dans le Pacifique.

12. *Bathyleptus lisae* Walters 1961.

PROVENANCE : Croisière Caride V, 94, 9° 56' S-141° 52' W, le 1.9.1969, L. S. 220 mm.

FORMULE DES NAGEOIRES : D. 18 A. 12.

Cet exemplaire est le plus grand qui ait été signalé jusqu'à présent.

13. *Gigantura vorax* Regan 1925.

PROVENANCE : Croisière Caride III, st. 121 ; 0° 01' N-142° 10' W, le 20.2.1969 à 18 h 50, trait 0-350 m, L. S. 45 mm. (D. 16, A. 10, P. 30).

Croisière Bora IV, 9A ; 4° 08' S-169° 48' E, le 28.9.1966 à 13 h, trait 0-1200 m, L. S. 40 mm. (D. 16, A. 10).

Croisière Cyclone II, 7 ; 1° 54' S-169° 50' E, le 11.5.1967 à 1 h 28, trait oblique 0-1200 m, L. S. 43 mm.

Croisière Cyclone II, st. 13 ; 03° 12'-109° 48' E, le 31.3.1967 à 1 h 24, trait oblique 0-1200 m, L. S. 50 mm.

Croisière Cyclone II, st. 19 ; 05° 23' S-109° 59' E, le 1.4.1967 à 1 h 29, trait oblique 0-1200 m, L. S. 50 mm. (D. 16, A. 10, P. 33).

Croisière Cyclone V, st. 6 ; 01° 31' S-169° 43' E, le 2.9.1967 à 21 h 50, trait oblique 0-1200 m, L. S. 152 mm. (D. 17, A. 10, P. 31).

Croisière Cyclone V, st. 7 ; 01° 48' S-169° 43' E, le 3.9.1967 à 1 h 32, trait oblique 0-1200 m, L. S. 55 mm.

Croisière Cyclone VI, st. 2 ; 0° 00'-169° 57' E le 2.7.1967 à 1 h 34, trait oblique 0-1200 m, L. S. 43 mm. Cyclone VI, st. 18 ; 05° 43' S-109° 49' E, le 4.9.1967 à 21 h 37, L. S. 60 mm.

La distance du museau à la dorsale est égale à 1.45-1.70 fois celle de l'origine de la dorsale à la base de la caudale. Ce rapport de distance est le plus faible (1.45) chez l'exemplaire le plus long (L. S. 152 mm).

Le genre *Gigantura* n'avait pas encore été signalé dans le Pacifique.

MELANOSTOMIATIDAE14. *Echiostomias barbatum* Lowe 1843.

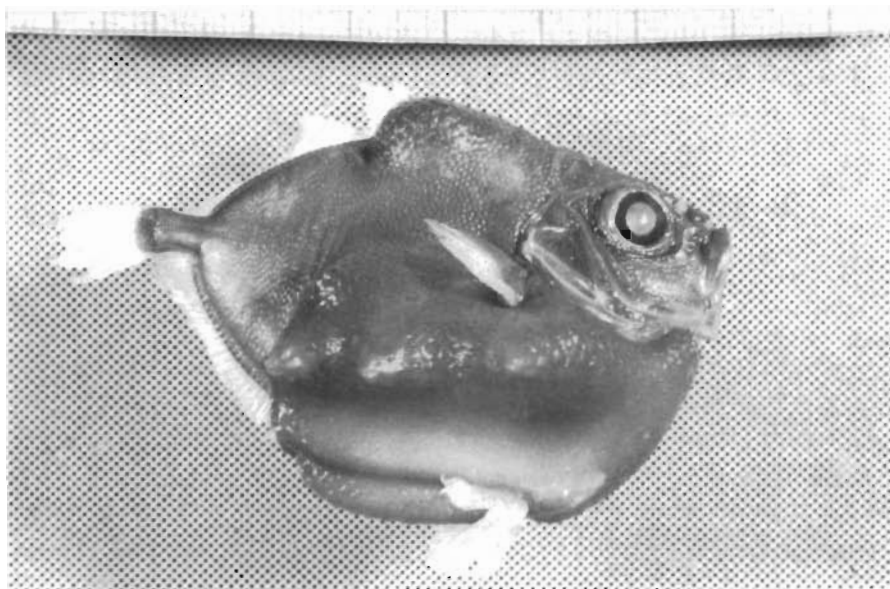
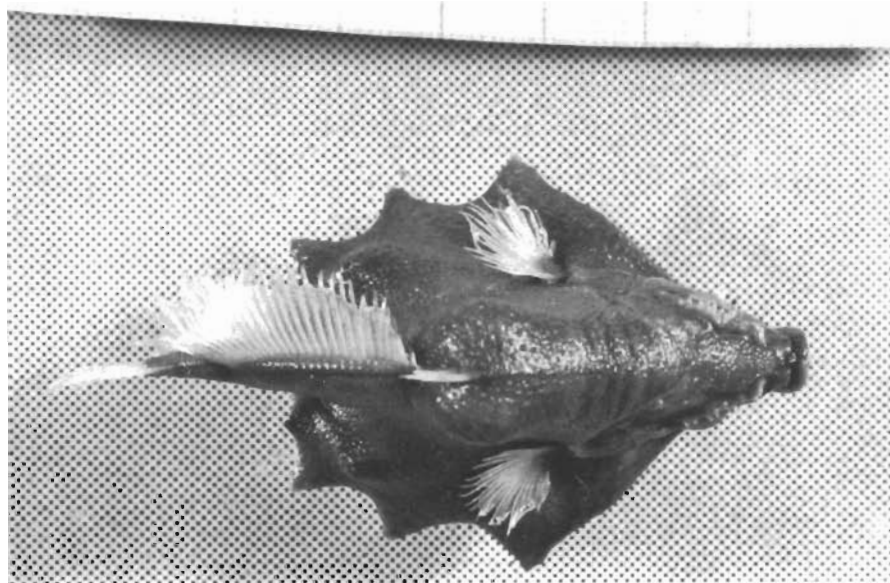
PROVENANCE : Croisière Caride III, st. 43 ; 0° 01' N-135° 25' W, le 15.2.1969 à 8 h 50, trait oblique 90 m, L. S. 320 mm. D'autres exemplaires plus petits ont été déjà observés par LEGAND et RIVATON en 1967.

2. DEUX ESPÈCES RARES PRISES AU CHALUT BATHYPÉLAGIQUE :**OREOSOMA SP. (OREOSOMATIDAE)****PONTINUS NIGER NOV. SP. (SCORPAENIDAE)****OREOSOMATIDAE**

Oreosoma sp. (fig. 2).

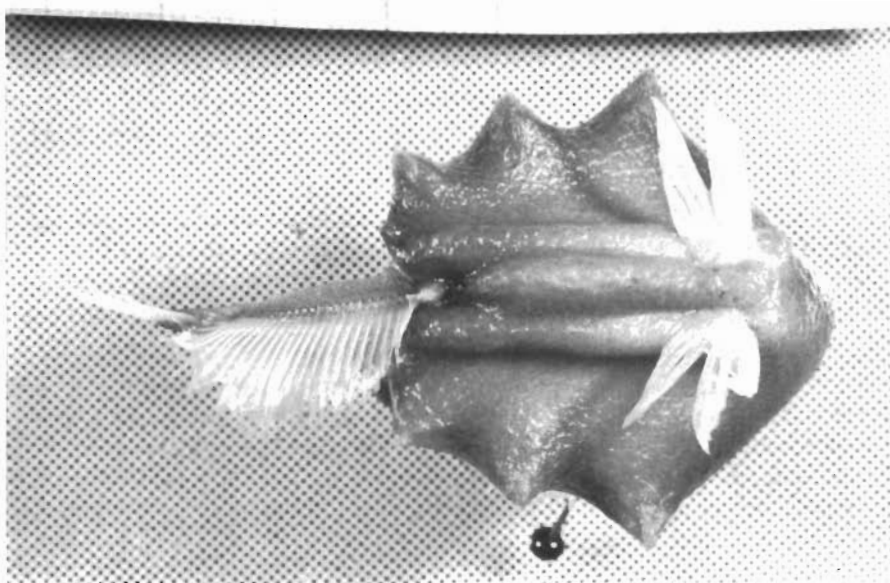
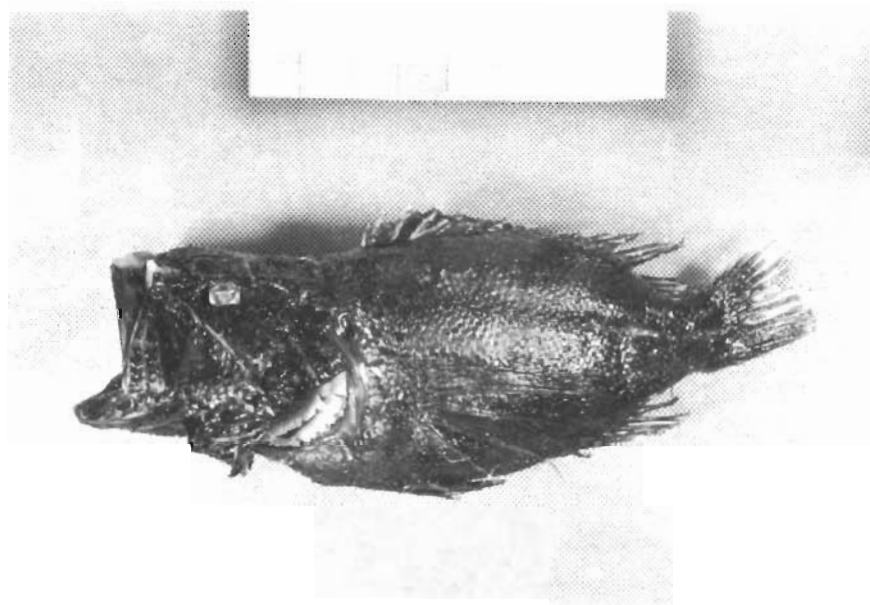
PROVENANCE : Croisière Caride II, st. 115 ; 00° 00'-158° 36' W, le 12.12.1962 à 2 h 10, trait oblique 0-1000 m, 1 ex. L. S. 60 mm.

DESCRIPTION : La partie la plus élevée (et le milieu du profil dorsal à pente peu accusée) est près de l'origine de la dorsale épineuse. A cet emplacement se forme une bosse élevée et élargie. Le profil ventral, à forte pente antérieure, devient horizontal après avoir atteint les ventrales puis remonte un peu avant l'origine de l'anale.

Fig. 3. — *Oreosoma* sp., vue latérale.Fig. 4. — *Oreosoma* sp., vue dorsale.

Le corps s'élargit énormément à partir de la base des pectorales pour former une surface qui est plane vue par dessous, comparable à celle des poisson-coffres (*Ostracion*, *Lactoria*). Le bord de cette base est, latéralement et en arrière, découpé en quatre arcs formés par 4 cônes régulièrement décroissants.

La partie médiane de la base de flottaison porte une carène longitudinale qui correspond au profil ventral, flanquée de deux carènes un peu plus élevées dont l'origine est celle de la base des ventrales. La disposition est celle de trois coques.

Fig. 5. — *Oreosoma* sp., vue ventrale.Fig. 6. — *Pontinus niger* nov. sp.

Il y a trois épines au-dessus de l'œil le long de l'arcade orbitaire suivies d'un groupe de 3 épines un peu en arrière.

Formules : D. V 30 A. 11 27 P. 18 V. I 8 L. 1. 83 Br. 20 (arc inférieur).

DIMENSIONS : L. S. 60 T. 23 H. 44 largeur max. de la base entre les extrémités des cônes antérieurs 40.

L'espèce diffère de *Oreosoma atlanticum* qui est pourvu de 24 à 26 protubérances et ne possède pas de carènes ventrales. Elle est voisine de l'espèce figurée par STREKALOVSKY sous le nom de *Neocyttus helgae* (fig. 4 in BACKUS *et al.*). *Helgae* en diffère par le profil antérieur et inférieur qui est court, à faible pente, et par l'absence de carène développée.

SCORPAENIDAE

Pontinus niger nov. sp. (fig. 6).

PROVENANCE : Caride V, st. 20 ; 9° 56' S-141° 52' W, le 11.9.1965 à 21 h 06, trait oblique 0-1200 m, 1 ex. L. S. 122 mm.

DESCRIPTION : Tête plutôt courte recouverte d'écailles. Bord du préopercule armé de 5 épines, les deux épines à l'angle sont les plus fortes, la supérieure réduite est très proche de la suivante. La crête osseuse en travers du préopercule n'a pas d'épine bien distincte. L'épine à l'origine supérieure de l'opercule est robuste et courte, les deux épines de part et d'autre de l'angle supérieur de l'opercule sont allongées.

La mâchoire inférieure a 2 séries de dents villiformes de taille égale, la série interne est de 20 dents allongées, l'externe a des dents très petites. La mâchoire supérieure a 2 séries semblables de 30 dents régulièrement décroissantes. Le vomer porte 3 dents de chaque côté. Il y a 12 dents palatines en une série. L'œil petit est compris plus de deux fois dans la distance interorbitaire. Les branchiospines sont au nombre de 13 en comptant les rudimentaires (3 supérieures et 2 inférieures).

FORMULES DES NAGEOIRES ET DE LA LIGNE LATÉRALE : D. XI 1 10 A III 6 P 16 V. 15 L. 1. 32 tub.



Fig. 7. — *Lepidocybium flavobrunneum* Smith, L. f. 833 mm.

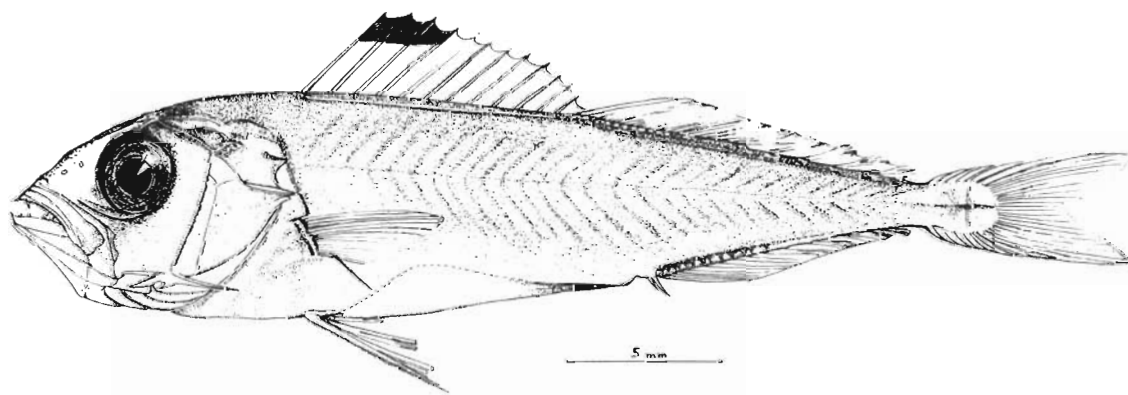


Fig. 8. — Post-larve de *Lepidocybium flavobrunneum* (Smith), L.S. 33 mm.

Plusieurs épines à la dorsale ont leur pointe cassée. les longueurs des épines I, IV, VII, VIII sont 6, 13, 9, 8, 7 mm. Les pectorales ont 16 rayons minces non divisés dont les plus longs (48 mm) dépassent l'origine postérieure de la base de l'anale. Les épines de l'anale sont peu développées (I. 3 mm II. 7,5 mm). La caudale est arrondie.

Les 32 tubules de la ligne latérale sont comptés jusqu'à l'origine de la fente branchiale. Rangées d'écailles au nombre de 55.

L'espèce est placée provisoirement dans le genre *Ponlinus* qui est le seul avec *Merlinthe* à avoir seulement des rayons non divisés à la nageoire pectorale. Cependant, par la disposition caverneuse des os de la tête, elle a un caractère de *Selarches* également. Il sera sans doute possible de justifier un genre nouveau pour cette espèce.

Le qualificatif *niger* est donné en raison de la coloration noir-foncé à l'état frais et en formol.

L'exemplaire unique (holotype) est déposé au Museum National d'Histoire Naturelle de Paris sous le n° 1970-34.

(Les photos d'*Oreosoma* et de *Ponlinus*, fig. 3, 4, 5, 6, ont été prises par P. Rancurel).

3. DISTRIBUTION DE *LEPIDOCYBIUM FLAVOBRUNNEUM* SMITH (1849) PRÈS DE LA NOUVELLE-CALÉDONIE: (*GEMPYLIDAE*) (fig. 7 et 8)

Dans les environs de la Nouvelle-Calédonie et des Nouvelles-Hébrides, LEGAND et GRANDPERRIN ont pris une douzaine de *Lepidocybium* à la ligne dérivante à thons. Les lieux de capture, les profondeurs et la taille sont précisés dans le tableau suivant :

TABLEAU I

1.5 .59	22°04' S - 164°40' E	180 m	longueur non mesurée
2.5 .59	22°57' S - 164°55' E		---
31.1 .59	22°21' S - 163°00' E	135 m	---
8.3 .61	20°30' S - 163°23' E	175 m	---
9.3 .61	20°50' S - 163°38' E	110 m	---
18.2 .62	19°56' S - 168°19' E	140 m	L. 764 mm
19.2 .62	19°08' S - 168°00' E	140 m	endommagé par requin
20.2 .62	18°20' S - 167°14' E	195 m	L. 918 mm
19.3 .62	19°25' S - 162°30' E	175 m	L. 834 mm
21.3 .62	20°55' - 163°18' E	140 m	L. 911 mm
4.4 .62	23°31' S - 165°53' E	140 m	L. 743 mm
5.4 .62	22°35' S - 165°47' E	140 m	L. 809 mm
18.10.69	14°40' S - 154°56' W	140 m	L. 833 mm

De très jeunes *Lepidocybium* ont été trouvés dans les contenus stomacaux de thons jaunes et de thons blancs pris à la ligne dérivante, leur longueur variait de 20 mm à 90 mm. Les lieux et dates de captures étaient les suivants :

14.10.56	position non précisée	40 mm dans <i>Thunnus albacares</i>
21. 7.68	16°21' S - 167°18' E	30 et 62 mm dans <i>T. albacares</i>
23. 7.68	16°30' S - 166°58' E	44 mm et 29 mm dans 2 <i>T. alalunga</i>
24. 7.68	16°03' S - 168°03' E	70 mm dans <i>T. alalunga</i>
18.10.69	14°40' S - 154°55' W	32 mm dans <i>T. alalunga</i>
22.10.69	18°15' S - 151°16' W	90 mm dans <i>T. alalunga</i>

Au mid-water trawl, un exemplaire de 33 mm (fig. 8) a été pris récemment (10° 5-142° W, le 15.9.69 à 21 h 30, trait 0-300 m).

Le jeune mesurant 32 mm était accompagné des deux petits *Scombrolabrax heterolepis* de 48 et 62 mm, de même que la postlarve de 29 mm était recueillie en même temps que deux *Scombrolabrax* de 46 et 53 mm. A ces stades jeunes on remarque une certaine similitude anatomique chez les deux espèces, principalement en ce qui concerne les épines dorsales, la ligne latérale en situation dorsale, la dentition. Lorsque les rayons de l'anale et de la dorsale sont détériorés, l'observation de branchiospines (6) permet de bien distinguer *Scombrolabrax*.

TABLEAU II

Mensurations (en mm)

(L. longueur à la fourche caudale, Lp. D2 longueur prédorsale, D2 hauteur de la 2^e dorsale, H hauteur maximum du corps)

L	743	764	809	833	834	911	918
T	185	188	200	210	220	235	225
Lp D2	385	394	400	428	428	463	469
Lp A	453	458	470	512	512	578	570
P	106	105	100	116	110	112	113
O	30	34	35	35 (h) 41 (x)			36
Lp O	76		80	82			
Mx		72	78	82	81	102	97
D2		102			110		127
A	71	83	81	95			99
H	143	150	166	188	175	182	192

Chez les adultes on trouve VIII-IX épines en les relevant hors du profond sillon dorsal, alors que chez les très jeunes on compte XI-XII épines bien apparentes. Il est difficile aussi de compter les rayons de la dorsale chez les adultes. Chez les post-larves et les jeunes de 40 à 50 cm, la formule est 23-25 rayons à la dorsale et 16-19 rayons à l'anale en comptant les nageoires déjà différenciées.

160 rangées d'écaillés ont été comptées chez l'exemplaire de 833 mm qui est le seul adulte en collection. La ligne latérale est suivie antérieurement jusqu'à sa chute verticale un peu en arrière de la pectorale.

Les *Lepidocybium* ont été pris à la profondeur moyenne de 140 m. Ils sont donc plus en surface que *Ruvellus pretiosus*, le GEMPYLIDAE qui s'en rapproche le plus par la forme, la taille, les propriétés huileuses de la chair, la couleur brune (MYERS 1932). Les rencontres de *Lepidocybium* à plus de 100 milles des côtes ou des hauts-fonds sont une exception dans le tableau ci-dessus, mais l'espèce est ainsi plus pélagique que *Ruvellus*, *Rerea*, *Promethichthys* qui ne s'écartent pas des plateaux continentaux ou insulaires.

Lepidocybium flavobrunneum ressemble à un SCOMBEROMORIDAE par la forme du corps et des nageoires, la forte dentition maxillaire, la présence des triples carènes caudales. C'est cependant avant tout un GEMPYLIDAE par les caractères ostéologiques, la dentition avec crocs antérieurs, les branchiospines réduites, les pectorales courtes relativement basses, les rayons de la caudale peu divergents, les deux épines anales.

MUNRO, à propos de la distribution de *Lepidocybium* précise une douzaine de lieux de capture ; comme les nôtres, ils sont peu éloignés des côtes. Il observe également une corrélation avec l'isotherme 10° situé à 200 m, cette observation n'est pas valable pour les *Lepidocybium* de la région Nouvelle-Calédonie, Nouvelle-Hébrides où la température est de 19-20° à 200 m.

4. DÉRIVE DE KYPHOSUS JUVÉNILES

PRÉSENCE DE JEUNES KYPHOSUS VAIGIENSIS (QUOY ET GAIMARD) 1825 AU LARGE DE L'ARCHIPEL DES MARQUISES

Au cours de pêches au chalut bathypélagique pratiquées en 1969 par le « Coriolis » à l'ouest des Marquises une trentaine de *Kyphosus vaigiensis* de 39 à 56 mm ont été pris aux stations suivantes :

Caride V, 21 ; 10° 04' S-142° 09' W, le 11.9.1969 à 11 h, trait oblique 0-1200 m, 12 ex. 50 à 56 mm.

Caride V, 4 A ; 10° 02' S- 142° 05' W, le 11.9.1969 à 15 h, trait oblique 0-1200 m, 11 ex. 39 à 56 mm.

Caride V, 5 A ; 10° 00 S-142° 00 W, le 11.9.1969 à 17 h, trait oblique 0-1200 m, 8 ex. 50 à 56 mm.

L'espèce a été déterminée comme étant *vaigiensis* par les caractères suivants :

Dorsale XI, 14. Rangées d'écaillés 68. Branchiospines 8+1+20.

Les grandes épines de la dorsale sont nettement plus longues que les rayons mous.

En plus d'une quinzaine de lignes horizontales brunes on observe sur les côtés, à partir de l'angle operculaire, une trentaine de plages claires. Les supérieures forment une série longitudinale de dix plages régulièrement espacées de l'angle operculaire à la base de la caudale.

Les distances atteintes par ces jeunes *Kyphosus*, sont de 140 milles au large du plus proche relief insulaire. Les adultes *Kyphosus* sont incapables d'effectuer des déplacements en dehors de la zone d'herbiers à phanérogames et de corail où ils trouvent nourriture et abri. Parmi les Kyphosidae, seul *Sectator ocyurus* (Jordan et Gilbert) a pu s'adapter à la vie au grand large. Les caractères extérieurs de l'adaptation sont la puissance caudale fourchue, la forme plus élancée et la coloration avec bandes parallèles bleues et jaunes qui rappelle *Elagalis* et certaines Sérioles.

Les jeunes *Kyphosus vaigiensis* ne semblent pas avoir été protégés et aidés dans leur nage par des corps flottants, aucun débris n'ayant été remarqué dans le chalut. La tendance au rassemblement sous un abri flottant, connue pour *Kyphosus cinerascens* et *Sectator*, n'est donc pas l'explication certaine de cette abondante récolte.

Manuscrit reçu le 7 août 1970.

BIBLIOGRAPHIE

[1.]

- BEEBE (W.), 1933. — Deep-sea fishes of the Bermuda Oceanogr. Expeditions XVI, 2 : 59-70, fig. 16, *Dolichopteryx binocularis*; 82-84, fig. 23, *Photostylus pycnopterus*.
- BRAUER (S. B.), 1906. — Wiss. Erg. Valdivia, Tiefseefische, 15, 1 : 310-312, Pl. 1, fig. 1-3, Giganturidae.
- BRIGGS (J. C.), 1960. — Fishes of Worldwide (circumtropical) Distribution. *Copeia*, 3 : 171-180.
- COHEN (D. M.), 1964. — Fishes W. North Atl. 4 : 32-34, fig. 10. *Xenophtalmichthys danae*; Opisthoproctidae : 59-68.
- FITCH (J. E.) et LAVENDER (R. J.), 1968. — Deep-water teleostean fishes of California : 40-41, fig. 16, *Bathyleptus lisae*; 81-82, fig. 42, Oreosomatidae.
- GREY (M.), 1964. — Fishes W. North Atl. 4 : 87-95, fig. 21, *Diplophos taenia*; 155-163, fig. 36, *Ichthyococcus ovalus*; 200-205, fig. 54, *Margrethia obtusirostra*.
- GREY (M.), 1958. — Second specimen of the bathypelagic fish *Photostylus pycnopterus*. *Copeia*, 1 : 56-57.
- KOTTHAUS (A.), 1967. — Fische des Indisch Ozeans, Meteor forschungsergebnisse D, 1 : 14, Opisthoproctus; 18, Abb. 21-22, *Ichthyococcus ovalus*; 36, *Bathyleptus indicus*.
- LEGAND (M.) et RIVATON (J.), 1967. — Cycles biologiques des poissons mésopélagiques dans l'est de l'Océan Indien, *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, Vol. V, n° 4, 1967.
- RECHNITZER (A. B.), BOELKE (J.), 1958. — New Gonostomatine fish. *Copeia*, 1 : 10-15.
- TOMIYAMA (I.) et ABE (T.), 1958. — *Encyclopedia zoologica* : 228, fig. 678, *Zenion japonicum*.
- WALTERS (V.), 1964. — Fishes W. North Atl. 4 : 556-576, fig. 152-155, Giganturidae.

[2.]

- BACKUS (R. H.), MEAD (G. W.), HAEDRICH (R. L.), EBELING (A. W.), 1965. — The mesopelagic fishes collected during cruise 17 of the R/V Chain. *Bull. Mus. Comp. Zool.*, 134 (5) : 139-158, fig. 4.
- FITCH (J. E.), LAVENBERG (J.), 1968. — Deep-water teleostean fishes of California, 81-82, fig. 42.
- GOODE and BEAN, 1881. — Deep-sea fishes of the Atlantic basin : 227-228.
- GOODE and BEAN, 1881, Deep-sea fishes of the Atlantic basin, II, genre *Pontinus* : 244-265, pl. LXVII-LXX.
- GUNTHER, 1859. — *Cat. Fish. Brit. Mus.*, I : 214, II, 1860 : 396.
- MUNRO (I. S. R.), 1958. — Handbook Australian Fishes n° 19 : 77, fig. 533, *Neocyttus helgae* (Holt and Byrne), 1902.
- Oreosoma atlanticum* Cuvier, 1829, in Cuv. et Val., IV : 545 pl. 99 (*Oreosoma coniferum*).

[3.]

- BARTLETT (M. R.) et BACKUS (R. H.), 1962. — A catch of the rare gempylid, *Lepidocybium flavo-brunneum* (Smith) in the Bahamas. *Copeia*, 4 : 845-847.
- LEIM (A. H.) et SCOTT (W. B.), 1966. — Fishes of the Atlantic Coast of Canada. *Bull. 155 Fish. Res. Board Canada* : 276, fig., *Lepidocybium flavo-brunneum*.
- MUNRO (I. R.), 1949. — *Proc. Roy. Soc. Queensland* 60 : 31-41, fig. 1-3, pl. 1.
- SMITH (J. L. B.), 1961. — The sea fishes of southern Africa : 310, fig. 862.

[4.]

- GOODING (R. M.), MAGNUSON (J. J.), 1967. — Ecological significance of a drifting object to pelagic fishes. *Pacific Sci.*, 4 : 486-497.
- RANDALL (J. E.), 1961. — A record of the Kyphosid fish *Sectator ocyurus* from the Society islands. *Copeia*, 3 : 357-358.

LARVES PÉLAGIQUES ET POST-LARVES DU GENRE *LYSIOSQUILLA* (CRUSTACÉS STOMATOPODES) DANS LE PACIFIQUE TROPICAL SUD ET ÉQUATORIAL

par A. MICHEL *

RÉSUMÉ

L'élevage en aquarium des derniers stades larvaires de Stomatopodes, provenant des récoltes planctoniques du Pacifique tropical sud et équatorial, a fourni des post-larves dont 7 d'entre elles, représentant 3 espèces distinctes, se sont révélées appartenir au genre Lysiosquilla Dana 1852. L'étude des caractères des mues rejetées a permis d'isoler dans l'ensemble des récoltes 870 larves appartenant à ce genre. Parmi celles-ci, huit séries larvaires comprenant plusieurs stades ont été séparées; 3 aboutissent aux espèces dont les post-larves ont été obtenues en élevage, les autres représentent le développement d'espèces voisines. Jusqu'à présent 4 espèces, du genre Lysiosquilla, sont recensées dans le secteur indo-pacifique et seule L. maculata a été signalée dans la zone d'étude; aussi, il n'a pas été possible d'identifier avec certitude ces séries larvaires. Il paraît donc, en accord avec MANNING (1968), qu'il faille envisager une révision complète des adultes de ce genre mais aussi étudier de nouveaux modes de capture pour les espèces dont les habitats pourraient se trouver en dehors des zones de pêche traditionnelles de ces régions. Les différents stades des séries larvaires et les post-larves obtenues ont été décrits et illustrés.

ABSTRACT

The rearing of late larvae of Stomatopoda collected in the South Pacific through metamorphosis lead to 7 post-larvae of the genus Lysiosquilla belonging to 3 distinct species. 870 larvae were sorted from the microneclonic collections and were arranged in 8 series, 3 of them being related to the 3 post-larval species. So far 4 adult species of this genus are known in the indo-west Pacific and only L. maculata is found in the area. Consequently it has not been possible to relate certainly larvae with corresponding adults and only presumptions are given. The larvae and post-larvae of the different species are described and illustrated.

* Océanographe biologiste, Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa, B. P. 4 (Nouvelle-Calédonie).

INTRODUCTION

Le genre *Lysiosquilla* Dana 1852, de la famille des Lysiosquillidae Giesbrecht 1910, n'est actuellement connu dans le secteur indo-pacifique que par 4 espèces *L. capensis* Hansen 1895, *L. maculata* (FABRICIUS 1793), *L. sulcirostris* Kemp 1913, et *L. tredecimdentata* Holthuis 1941. Les deux dernières espèces ont été considérées longtemps comme des variétés de *L. maculata* et c'est MANNING (1968) qui a fourni les caractères distinctifs des 4 espèces. GURNEY (1946) dans son étude bibliographique des larves de Stomatopodes énumère celles attribuées au genre

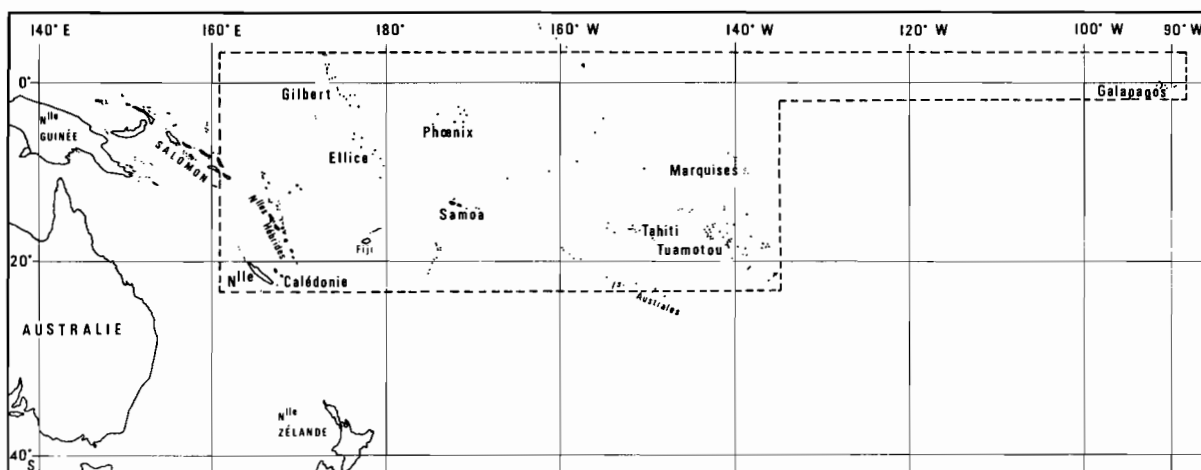


Fig. 1. — Zone de récolte des larves de Stomatopodes.

Lysiosquilla et généralement supposées appartenir à l'espèce *L. maculata*; elles ont été décrites sous les noms de *Erichlus duvaucelii* et *Lysierichlus duvaucelii*. TOWNSLEY, 1953 attribue des larves et post-larves récoltées près des Iles Hawaïi à *L. maculata*. Toutes ces descriptions ne font mention que de quelques larves à différents stades de développement, les relations avec les adultes sont très incertaines et il existe de nombreuses différences entre les larves attribuées à une même espèce. ALIKUNHI (1952, 1965) a réussi à obtenir en aquarium la métamorphose de deux types de larves récoltées dans le plancton de l'Océan Indien; les post-larves ont été élevées jusqu'à l'état adulte et identifiées aux espèces *L. maculata* et *L. sulcirostris*.

Lors des croisières du N.O. CORIOLIS dans les eaux du Pacifique tropical sud et équatorial (fig. 1) de nombreuses larves de Stomatopodes se trouvant dans les récoltes d'un chalut pélagique Isaacs-Kidd 10 pieds présentaient des caractères voisins de ceux décrits par ALIKUNHI pour les larves de *L. maculata* et *L. sulcirostris*. Elles forment l'objet de cette étude.

1. MÉTHODES

Chaque fois qu'il a été possible, les derniers stades larvaires récoltés ont été gardés, isolément, dans des flacons de 100 cc contenant de l'eau de mer préalablement filtrée sur laine de verre et renouvelée tous les jours en vue d'obtenir la métamorphose en post-larve. Les caractères qui apparaissent sur les post-larves de Stomatopodes sont souvent suffisants pour déterminer l'espèce adulte correspondante et permettent en tout cas de séparer les différentes espèces. Les séries

larvaires ont été isolées sur le matériel planctonique, à partir des derniers stades, en utilisant les caractères qui sont constants ou évoluent progressivement au cours des mues. A l'intérieur d'une série, les larves ont été groupées en stades désignés par les nombres n-1, n-2, etc., n étant attribué à la post-larve. Cette dénomination est employée car il manque toujours dans ce matériel les stades propélagiques et peut-être même les premiers stades pélagiques ; elle a été utilisée par MICHEL et MANNING (sous presse) pour la description de la série larvaire pélagique de *Chorisquilla tuberculata* et par MICHEL (sous presse) pour la description des séries larvaires pélagiques du genre *Odonlodactylus*. Les dessins ont été effectués à l'aide d'une chambre claire montée sur une loupe binoculaire. La longueur totale LT a été mesurée depuis le milieu d'une ligne joignant les épines submédianes du telson jusqu'au bord antérieur de la plaque rostrale pour les post-larves et jusqu'à la base du rostre pour les larves. On a aussi mesuré pour les larves la longueur LR jusqu'à l'extrémité du rostre. La longueur de la carapace CL a été mesurée depuis la base du rostre jusqu'au milieu du bord postérieur.

2. RÉSULTATS

7 métamorphoses en post-larves ont été obtenues à partir de derniers stades larvaires récoltées à proximité des Iles Marquises, et 1 post-larve a été trouvée dans un contenu stomacal de thon. Les caractères de ces post-larves ont montré qu'elles appartenaient à 3 espèces distinctes. 850 larves ont été examinées et se répartissent en plusieurs séries dont 3 aboutissent aux post-larves obtenues. Une 4^e série dont la métamorphose post-larvaire n'a pas été observée est cependant bien individualisée et représente le développement d'une 4^e espèce. Ces 4 séries incluent la presque totalité des larves récoltées ; les larves restantes, quoique très voisines, montrent des caractères distinctifs nets, elles représentent les larves d'espèces voisines inconnues ou peut-être des variations anormales des séries précédentes. La reconnaissance spécifique de ces différentes séries pose un problème car aucune des post-larves obtenues ne présente exactement les mêmes caractères que ceux des post-larves de *L. maculata* et *L. sulcirostris* décrites par ALIKUNHI (1965) ; en outre, comme il n'a pas été possible de prolonger à bord du CORIOLIS les élevages au-delà du stade post-larvaire, les caractères apparus ne sont pas assez nets pour que la clé de détermination de MANNING (1968), pour les adultes indo-pacifiques, soit facilement utilisable. Ce n'est donc que sur un ensemble de présomptions que l'on a tenté à la fin de ce travail de procéder aux déterminations spécifiques ; ces dernières devront être confirmées.

3. DESCRIPTION

3.1. Post larves et derniers stades larvaires (1).

Tous les premiers stades post-larvaires obtenus en élevage après métamorphose présentent les caractères distinctifs des Lysiosquillidae : propodes des trois derniers maxillipèdes plus larges que longs avec bourrelets sur leur face ventrale et telson lisse sans carène médiane. D'autre part, les dactyles des pinces prédatrices sans renflement basal, les plaques rostrales triangulaires ou cordiformes et l'absence de surélévation sur la face dorsale du telson relient ces post-larves au

(1) Les caractères des derniers stades larvaires ont été observés sur les mues.

TABLEAU 1

Comparaison des derniers stades larvaires et des post-larves obtenues dans le Pacifique avec celles des espèces *L. maculata* et *L. sulcirostris* d'après ALIKUNHI (1952, 1965) et avec les 4 espèces adultes indo-pacifiques d'après MANNING (1968)

	Espèces	nombre de spécimens	Dernier stade larvaire									Post-larve							
			Carapace					A ₂ : nb. de bou- quets de poils	Telson		uropo- des : épine au- dessus de l'en- dopo- de	TL mm	CL mm	Plaqué ros- trale	nb. de dents sur le dac- tyle	Telson		uropodes	
			CR mm	CL mm	épine mé- diane	épines anté- ro-laté- rales	épines ven- trales		R (2)	denti- cules espace sub- mé- dian						R	denti- cules espace sub- mé- dian	épines sur exo- podite	épine au- dessus de l'en- dopo- de
Récoltes du Pacifique : métamorphose en aquarium	<i>L. sp. 1</i>	2	22,2 23,1	16,0 16,7	0 0	faibles 0	0 0	18 16	1,4 1,6	32 36	x x	28,0 33,6	6,1 7,3	cordi- forme —	10 7	1,8 1,6	32 36	8 8	x x
	<i>L. sp. 2</i>	1	15,0	13,3	tuber- cule émous- sé	faibles	x(1)	13	2,6	17	0	27,3	6,4	cordi- forme	9	2,3	17	8	0
	<i>L. sp. 3</i>	4	12,7	9,1	x	x	x	10	1,4	15	0	20,7	4,0	trian- gulaire	10	1,8	15	8	0
			12,8	9,1	x	x	x	10	1,6	16	0	19,4	3,9	—	10	1,8	16	8	0
			13,1	9,3	x	x	x	10	1,5	15	0	18,7	3,9	—	10	1,9	15	8	0
			12,7	9,2	x	x	x	10	1,6	15	0	19,0	4,0	—	10	1,9	15	8	0
	D'après ALIKUNHI (1951, 1965)	<i>L. maculata</i>	4	10,0	8,8	x	0	x	12	2,4	14 à 18	?	21 à 24	4,2 à 4,7	10 à 12	10 à 12	2,6	15 à 18	8
<i>L. sulcirostris</i> ..	1	12	9	0	x	0	?	1,4	16 à 27	?	21,5	?		9	1,8	22 à 27	8	?	
D'après MANNING (1968)												Adultes							
	<i>L. maculata</i>													cordi- forme	9 à 11		0	8	0
	<i>L. sulcirostris</i> ..													trian- gulaire	8			8	?
	<i>L. capensis</i>													cordi- forme	15-17		0	8	x
	<i>L. bredecimden- lata</i>													cordi- forme	10 à 13		0	8	0

(1) x : présente

(2) Rapport : largeur du telson/largeur de l'espace submédian

genre *Lysiosquilla*. Elles possèdent en commun les caractères suivants. Une carapace à bords antérieurs arrondis. Des pinces ravisseuses avec les propodes portant 4 épines mobiles proximales et les dactyles 7 à 10 dents. Des segments abdominaux lisses, les 5 premiers possédant des pleures arrondis et le 6^e présentant une épine ventrale au-dessus de l'insertion des uropodes. Un telson plus large que long avec 3 paires de dents marginales, les submédianes étant arrondies tandis que les intermédiaires et les latérales sont pointues ; on trouve un denticule à la base des dents latérales et intermédiaires et aussi entre les dents intermédiaires et submédianes. Des uropodes dont le segment basal présente une épine dorsale, et dont le segment proximal de l'exopodite possède 8 épines mobiles sur son bord externe et une épine ventrale fixe située sur le bord externe de l'articulation avec le segment distal ; les épines du prolongement basal sont longues, l'interne étant la plus développée.

Les larves dont sont issues ces post-larves présentent les traits suivants. Une carapace globuleuse possédant un rostre et des épines postéro-latérales avec à la base de ces dernières une spinule dirigée vers l'arrière ; les épines antéro-latérales ventrales ou l'épine dorsale médiane peuvent être présentes ou absentes. Des pinces ravisseuses avec une épine fixe sur le propode et un dactyle à une seule dent. Un abdomen dont les segments abdominaux 2 à 5 sont terminés par des épines ; le bord postérieur du sixième segment est arrondi dorsalement et porte ventralement une épine au-dessus de l'insertion des uropodes. Un telson aussi long que large présentant 3 paires de dents marginales fixes et pointues avec des denticules à la base des dents intermédiaires et latérales et un denticule entre les dents intermédiaires et submédianes. Des uropodes où se distinguent très nettement sur le bord externe de l'exopodite les épines qui deviendront mobiles chez la post-larve ; le prolongement basal présente deux épines, l'externe étant très faiblement développée.

Les changements les plus importants qui interviennent lors de la métamorphose sont donc la perte totale de la carapace larvaire épineuse, l'apparition des épines mobiles sur le propode et de la série de dents sur le dactyle des pinces ravisseuses, la perte des épines sur les pleures des segments abdominaux 2 à 5 et les modifications dans la morphologie du telson et des uropodes.

Les 7 post-larves obtenues et les derniers stades larvaires dont elles proviennent sont respectivement très proches mais certaines différences ont permis de les séparer en 3 espèces distinctes. Les caractéristiques des spécimens ont été rassemblées dans le tableau I ; pour tenter de les identifier on a donné les caractères des post-larves et des derniers stades larvaires de *L. maculata* et de *L. sulcirostris* décrits par ALIKUNHI (1951, 1965) ainsi que les caractères adultes des 4 espèces indo-pacifiques de la clé de MANNING (1968).

1^{re} ESPÈCE : (fig. 2 G à H ; fig. 3 C, D).

2 post-larves obtenues en aquarium et 1 post-larve trouvée dans un contenu stomacal de thon, LT varie de 28 à 33 mm. La plaque rostrale est cordiforme. Le flagelle médian de l'antennule porte de 16 à 18 paires de bouquets de soies et l'écaille antennaire est deux fois plus longue que large. 7 à 10 dents sont présentes sur le dactyle de la pince ravisseuse. L'espace submédian du telson est supérieur à la demi-largeur du telson et possède 32 à 36 paires de denticules. Le segment basal de l'uropode possède une épine ventrale à l'insertion de l'endopodite. On observe en outre sur l'une des post-larves une épine située ventralement sous le 8^e segment thoracique. Les carapaces larvaires correspondantes ne présentent ni épine médiane ni épines ventrales, par contre l'une d'elles présente de faibles épines antéro-latérales. Le rostre est dépourvu de denticules et l'espace submédian du telson larvaire est large. Toutes les dents du telson larvaire sont normalement développées. On retrouve le même nombre de denticules submédians du telson et le même nombre de bouquets de soies sur le flagelle de l'antennule que chez la post-larve.

2^e ESPÈCE : (fig. 2 D à F ; fig. 3 A, B).

Une seule post-larve obtenue en aquarium, LT de 28 mm. La plaque rostrale est cordiforme. Le flagelle médian de l'antennule porte 13 bouquets de soie. L'écaille antennaire a une largeur

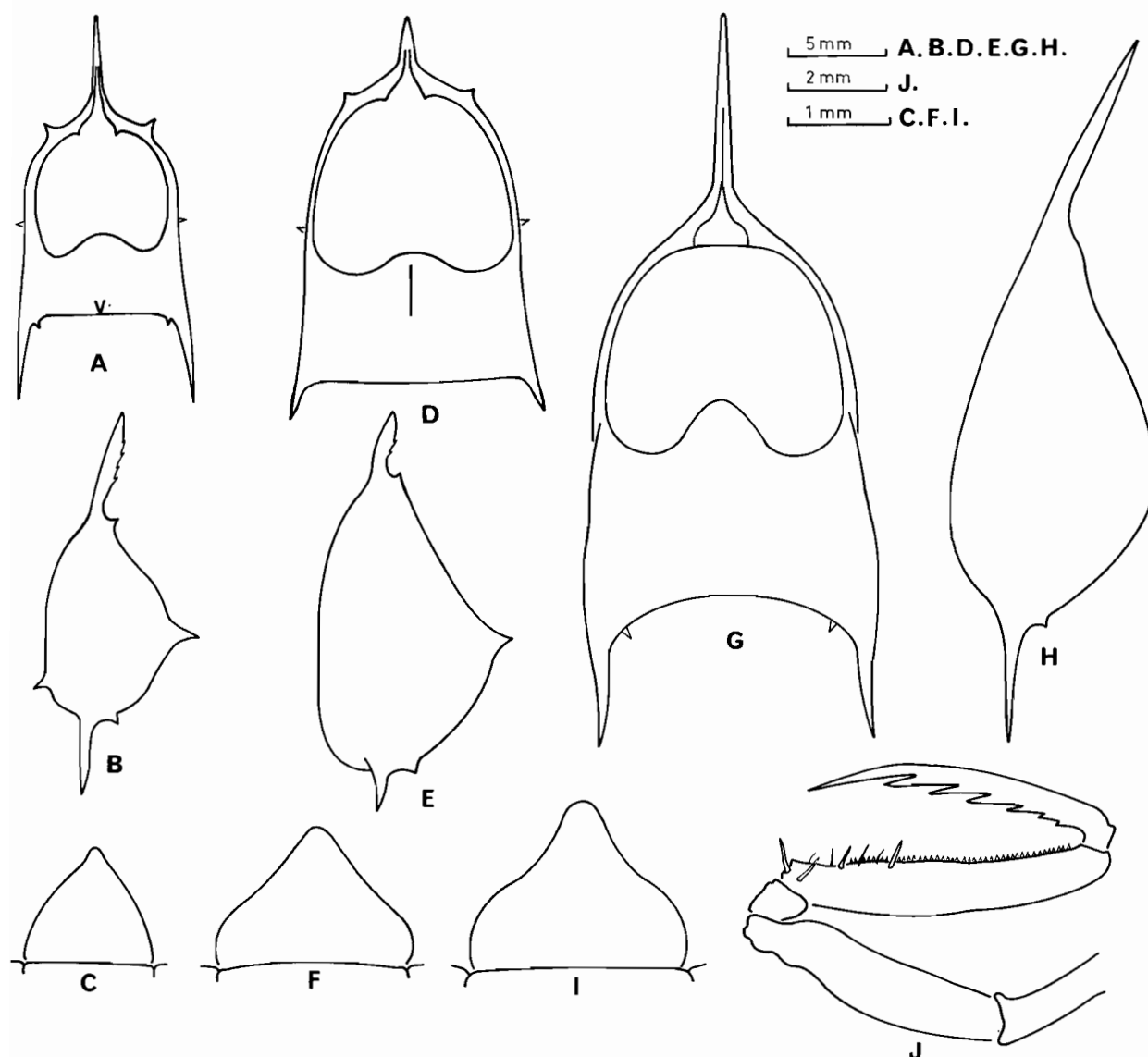
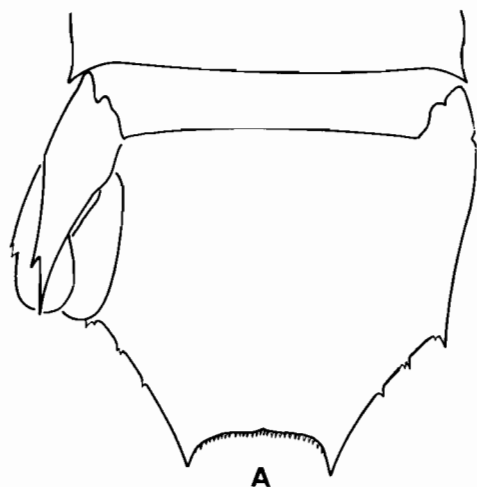


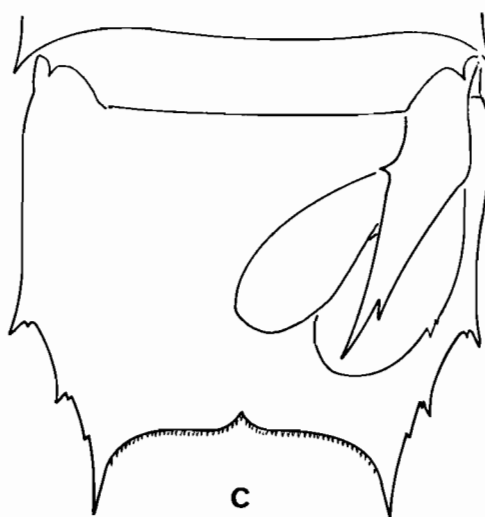
Fig. 2. — *Lysiosquilla* sp. 3 : A et B, carapace du dernier stade larvaire, vue dorsale et latérale ; C, plaque rostrale post-larvaire. *Lysiosquilla* sp. 2 : D et E, carapace du dernier stade larvaire, vue dorsale et latérale ; F, plaque rostrale post-larvaire. *Lysiosquilla* sp. 1 : G et H, carapace du dernier stade larvaire, vue dorsale et latérale ; I, plaque rostrale post-larvaire ; J, pince prédatrice post-larvaire.

supérieure à sa demi-longueur. Le dactyle de la pince ravisseuse possède 9 dents. L'espace sub-médian du telson est étroit, inférieur à la demi-largeur du telson et possède 17 paires de denticules submédiens. Le segment basal de l'uropode ne possède pas d'épine ventrale à l'insertion de l'endopodite. La carapace larvaire correspondante possède de faibles épines antéro-latérales et des épines ventrales ; rostre et épines postéro-latérales sont courts et l'épine médiane postérieure est représentée par un tubercule émoussé. La paire de dents intermédiaires du telson larvaire est très réduite et l'espace submédian est très étroit. On trouve chez le dernier stade larvaire le même nombre de denticules submédiens et le même nombre de bouquets de soies sur le flagelle médian de l'antennule que chez la post-larve.

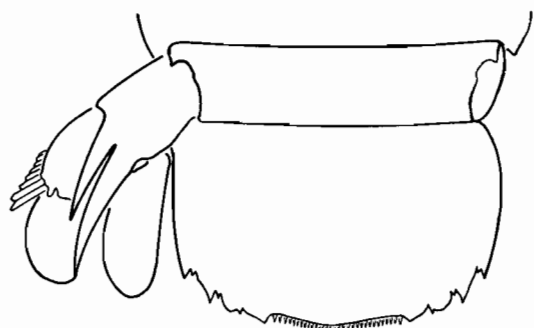
Fig. 3. — *Lysiosquilla* sp. 2 : A, telson et uropodes du dernier stade larvaire ; B, telson et uropodes post-larvaires. *Lysiosquilla* sp. 1 : C, telson et uropodes du dernier stade larvaire ; D, telson et uropodes post-larvaires. *Lysiosquilla* sp. 3 : E, telson et uropodes du dernier stade larvaire ; F, telson et uropodes post-larvaires.



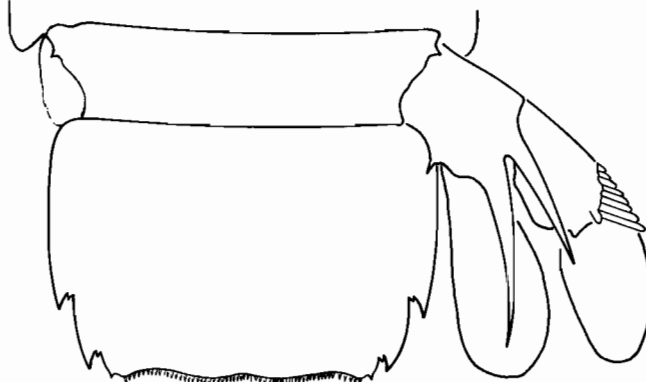
A



C



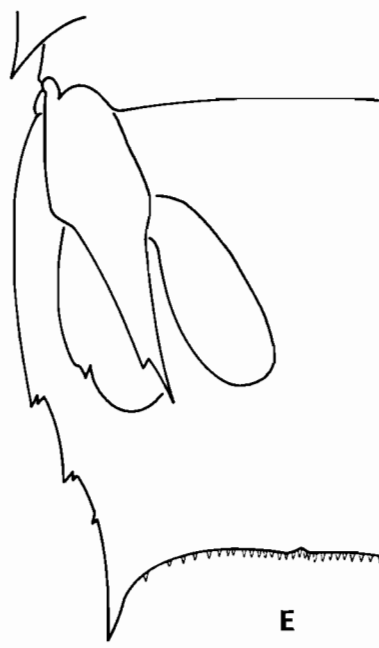
B



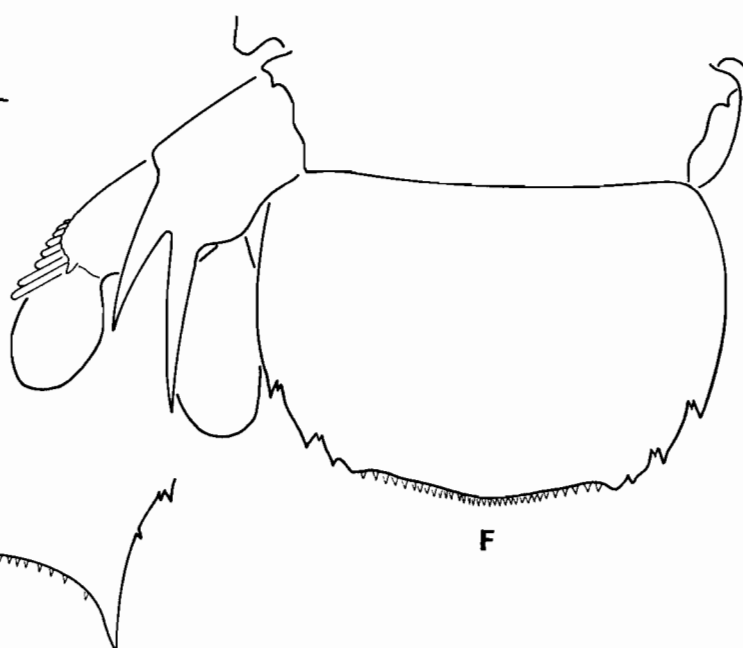
D

2 mm A.B.C.D.

1 mm E.F.



E



F

3^e ESPÈCE : (fig. 2 A à C ; fig. 3 E, F).

Quatre post-larves obtenues en aquarium, LT varie de 18,7 à 20,7 mm. La plaque rostrale est triangulaire. Le flagelle médian de l'antennule porte 10 bouquets de soies, le même nombre qu'au dernier stade larvaire. 10 dents sont présentes sur le dactyle de la pince ravisseuse. L'espace submédian du telson est supérieur à la demi-largeur du telson et possède 15 à 17 paires de denticules, le même nombre qu'au dernier stade larvaire. Le segment basal de l'uropode ne possède aucune épine ventrale à l'insertion de l'endopodite. Les carapaces larvaires correspondantes présentent toutes un rostre avec 2 à 3 denticules ventraux, une épine médiane dorsale et des épines antéro-latérales ; rostre et épines postéro-latérales sont allongés. Les dents du telson larvaire sont normalement développées, l'espace submédian est large.

L'examen du tableau I montre qu'il existe des différences notables entre les caractères de ces post-larves, les caractères de celles d'ALIKUNHI et les caractères des adultes donnés par MANNING. Ces divergences seront discutées après la description des différents stades larvaires.

3.2. Séries larvaires.

Toutes les larves récoltées présentent, quel que soit leur stade de développement, une même morphologie générale. La carapace est globuleuse avec une épine rostrale et deux épines postéro-latérales présentant une spinule à leur base ; les épines antéro-latérales, ventrales, et l'épine médiane peuvent disparaître dans le dernier stade larvaire de quelques séries. En position de repos, l'abdomen aplati est toujours replié sur le thorax et l'organisme prend la forme d'une boule hérissée d'épines. La forme du telson et le nombre des denticules submédiens permettent de répartir les larves en 3 catégories. La première catégorie comprend celles qui ont un espace submédian large et un nombre de paires de denticules submédiens supérieur à 20 ; elle englobe la série qui se rattache aux post-larves de la première espèce et quelques spécimens voisins présentant un nombre de denticules anormalement élevé. La deuxième catégorie comprend celles qui ont un espace submédian étroit et un nombre de paires de denticules submédiens inférieur à 20 ; elle englobe la série qui aboutit à la post-larve de la 2^e espèce, un groupe de larves récoltées près des côtes de Calédonie et quelques larves dont les dents intermédiaires du telson sont normalement développées. La troisième catégorie comprend celles qui ont un espace submédian large et un faible nombre de paires de denticules ; elle englobe la série qui se rattache aux post-larves de la 3^e espèce et une série dont la métamorphose post-larvaire n'a pas été observée.

On a isolé de ces trois catégories quatre larves qui se distinguent immédiatement des précédentes par la présence de trois paires de dents latérales sur le telson au lieu des deux paires habituelles.

A l'intérieur de chaque série, suffisamment représentée, les larves ont été groupées en stades allant de n-1 à n-8. Il est toujours difficile sur du matériel planctonique de savoir si ces stades représentent des mues successives ou si plusieurs mues peuvent être rassemblées à l'intérieur d'un stade. Ce point ne saurait être précisé que par des élevages et encore dans la mesure où les conditions artificielles ne sont pas très différentes des conditions *in situ*. Il faut cependant noter que sur une mue obtenue en aquarium il y a eu effectivement passage d'un stade n-2 au stade n-1 tels qu'ils vont être définis, et qu'on a observé à cette occasion l'augmentation d'une unité du nombre de bouquets de soie du flagelle médian de l'antennule conformément à l'hypothèse d'ALIKUNHI (1952) qui pense que ce nombre serait un indice du nombre de mues.

3.2.1. Série larvaire A_1 aboutissant aux post-larves de la première espèce et larves voisines.

Cette série est la plus fréquente puisque 567 larves ont été capturées représentant 7 stades (fig. 2 G, H ; fig. 3 C ; fig. 4 à 7). La description suivante a été faite sur des larves capturées à la même époque et en un même lieu. Les principaux caractères des stades ont été consignés dans le tableau II.

TABLEAU II
Caractères des stades de la série larvaire A₁ aboutissant aux post-larves de la première espèce

	L.R. mm	L.T. mm	C.L. mm	Carapace	Antennes : nombre de bouquets de soies	Antennes : flagelle	Maxillipèdes								Épipodites	Abdomen	Uropodes	Telson : nombre de paires de denticules de l'espace sub-médian
							1	2	3	4	5	6	7	8				
n-7	9,0-10,0	7-8	4-5	Toutes épines présentes	3 ^e flagelle en bouton : 3 bouquets	bouton	dactyle en bouton	complètement formé	uniramé	biramés		0	0	0	2	5 seg.	boutons bilobés 1 ép.	22-26
n-6	9,5-10,5	7,5-9,0	4,5-5,5	—	4 bouquets	1 seg.	dactyle formé	—	apex pointu	uniramé	trace de l'exopodite	boutons				6 ^e segmenté	prolongement basal : 2 ép.	—
n-5	11,5-14,0	9,0-12,0	6,0-7,0	—	5 bouquets		—	—	pince formée	apex pointu	apex rond	unilobés		5	—	—	—	28-35
n-4	15-21	12-19	7-11	—	6 à 8 bouquets	pédon- cule : 2 seg. flagelle : 1 seg.	—	—	—	pince formée	apex pointu	bilobés				6 ^e segmenté	—	29-43
n-3	21-27	18-25	10-14		9 à 13 bouquets	segmentation progressive du flagelle	—	—	propode plus haut que large		pince formée	exopodite avec constriction				—	—	—
n-2	27-35	24-31	14-16	Réduction des ventrales médiane antéro-latérales	14-16 bouquets		—	—	propode aussi large que haut		—	exopodite segmenté				—	apparition de l'épine au-dessus de l'endopodite	28-45
n-1	35-42	29-35	16-18	Disparition ventrales médiane	15-18 bouquets		—	—	propode plus large que haut		—	exopodite articulé				—	—	—

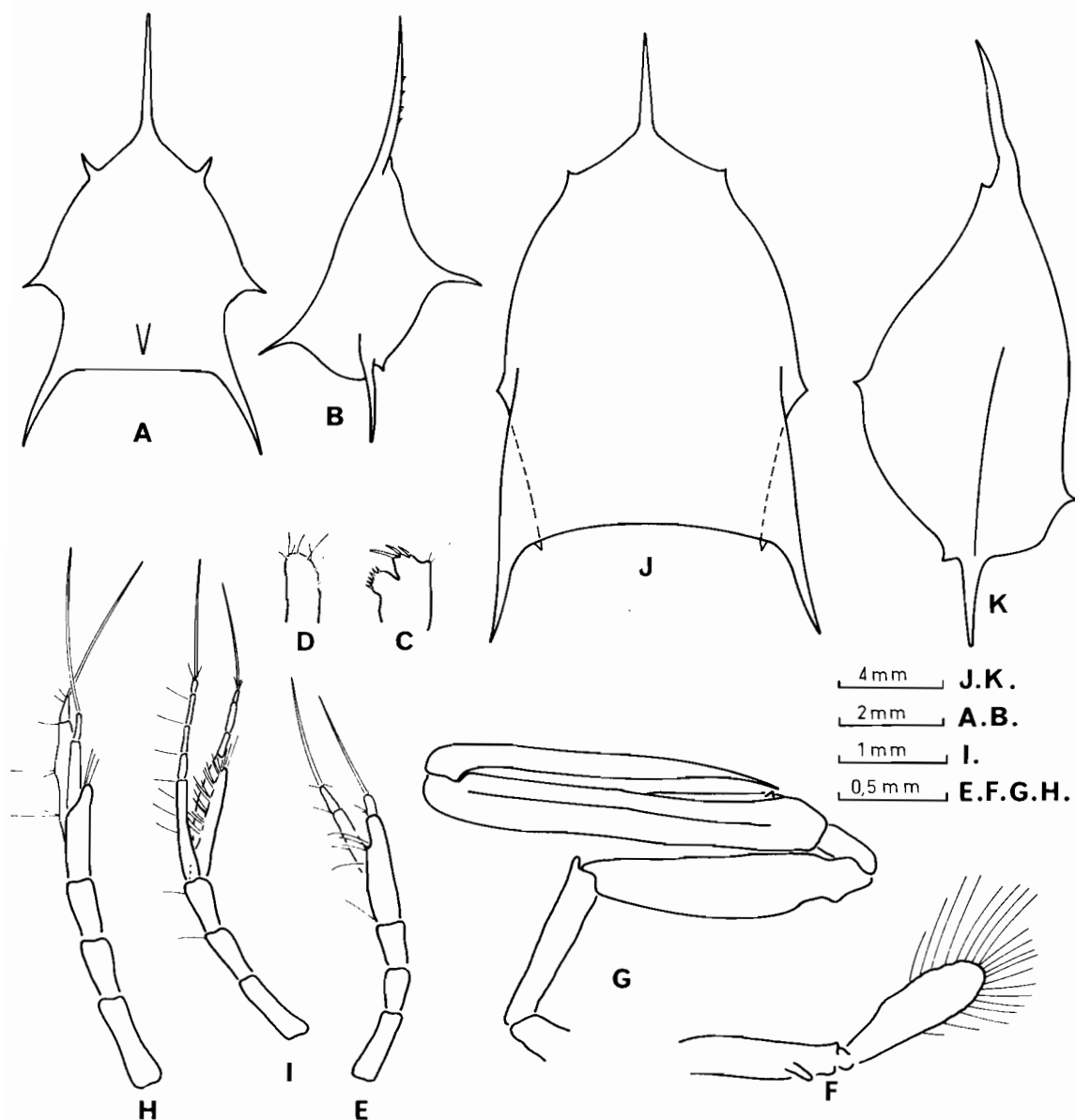


Fig. 4. — Série larvaire A₁. Stade n-7 : A et B, carapace vue dorsale et latérale ; C et D, 1^{er} et 2^e maxilles ; E, antennule ; F, antenne ; G, pince prédatrice. Stade n-6 : H, antennule. Stade n-4 : I, antennule. Stade n-2 : J et K carapace vue dorsale et latérale.

La carapace larvaire présente à tous les stades une épine rostrale longue et pointue et deux épines postéro-latérales allongées portant 2 spinules à leur base ; 3 à 4 denticules sont présents sur la face ventrale de l'épine rostrale jusqu'au stade n-4, ils diminuent ensuite jusqu'à devenir invisibles dans les derniers stades ; l'épine médiane postérieure et les épines ventrales et antéro-latérales sont présentes jusqu'au stade n-2 où leur taille se réduit, elles disparaissent au stade n-1.

Les antennules, au stade n-7, possèdent 3 segments terminés par deux flagelles bien développés ; le troisième flagelle n'est visible que sous la forme d'un renflement présentant l'amorce de trois bouquets de soies ; au stade n-6, le troisième flagelle est en bouton, il se développe à partir

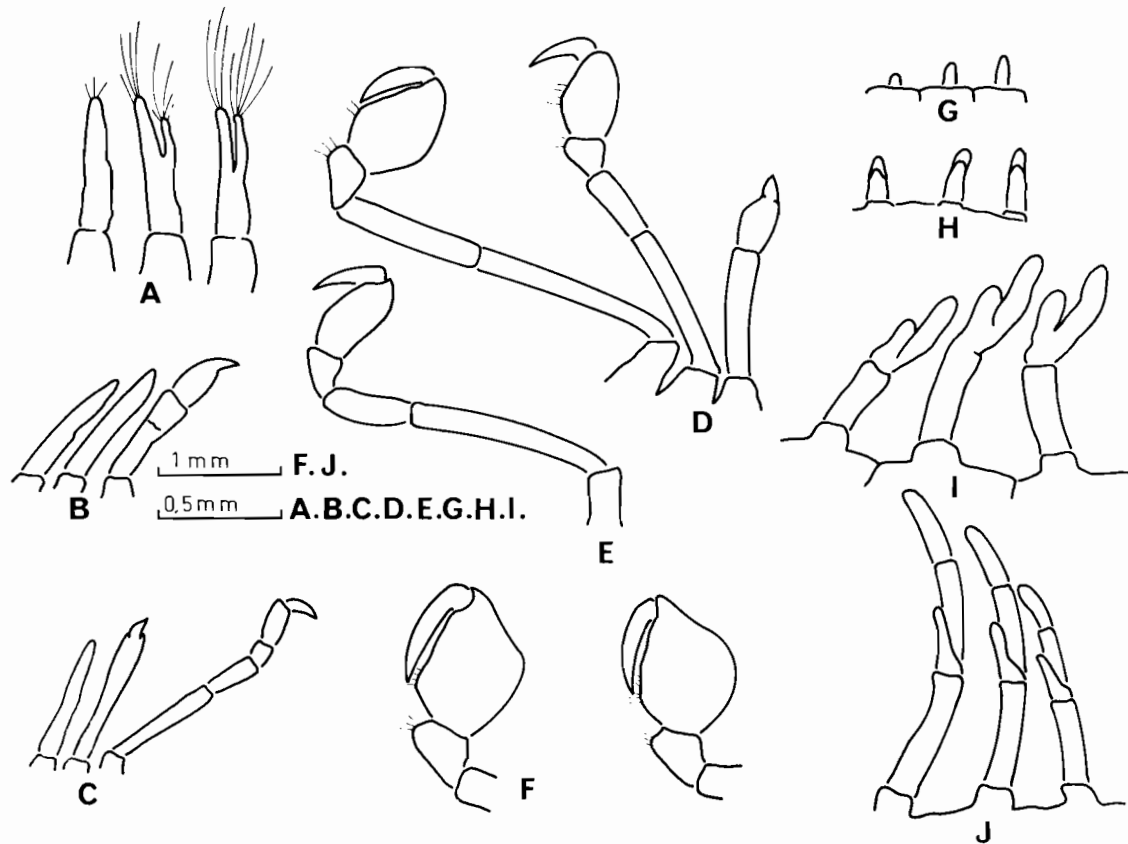


Fig. 5. — Série larvaire A₁. A à D, 3^e, 4^e et 5^e maxillipèdes stades n-7 à n-4 ; E, 5^e maxillipède stade n-3 ; F, pince des 3^e et 4^e maxillipèdes stade n-2 ; G à J, appendices thoraciques 6 à 8, stades n-5 à n-2.

du stade n-5 et arrivé au stade n-1 il portera de 15 à 17 bouquets de soies ; les flagelles internes et externes se segmentent progressivement, la segmentation définitive n'apparaîtra qu'au stade post-larvaire. Les antennes présentent, au stade n-7, un pédoncule en bouton et une écaille antennaire portant une vingtaine de soies réparties sur tout son pourtour ; au stade n-4, le pédoncule comporte 2 segments et 1 flagelle distal, ce dernier se segmentera ensuite progressivement ; une papille frontale et une ventrale sont visibles au stade n-1.

Toutes les pièces buccales sont apparues dès le stade n-7. Le seul changement sur les mandibules sera l'apparition d'un palpe en bouton au stade n-1. Le premier maxille présente un protopodite à deux branches ; la partie proximale porte de petites dents dont le nombre croît au cours du développement ; la partie distale possède une forte dent avec deux soies distales ; l'endopodite est individualisé à partir du stade n-4, avant il n'apparaît que sous la forme d'une protubérance portant 1 à 2 soies. Le deuxième maxille passe de 1 segment, au stade n-2, à 2 segments au stade n-1.

Le premier maxillipède est complètement formé avec son dactyle dès le stade n-7. Le deuxième maxillipède est lui aussi complètement formé au stade n-7 ; le propode possède une épine proximale assez forte qu'il conserve jusqu'au stade n-1 ; le dactyle est allongé sans renflement ni dents, ces dernières ne deviennent visibles à travers la chitine larvaire qu'au stade n-1. Les 3^e, 4^e et 5^e maxillipèdes ont un développement caractéristique pour chaque stade ; au stade n-7, le 3^e maxillipède est uniramé alors que les 4^e et 5^e sont biramés ; au stade n-6, le 3^e présente un apex en pointe qui préfigure le dactyle en formation, le 4^e est uniramé et le 5^e ne possède plus

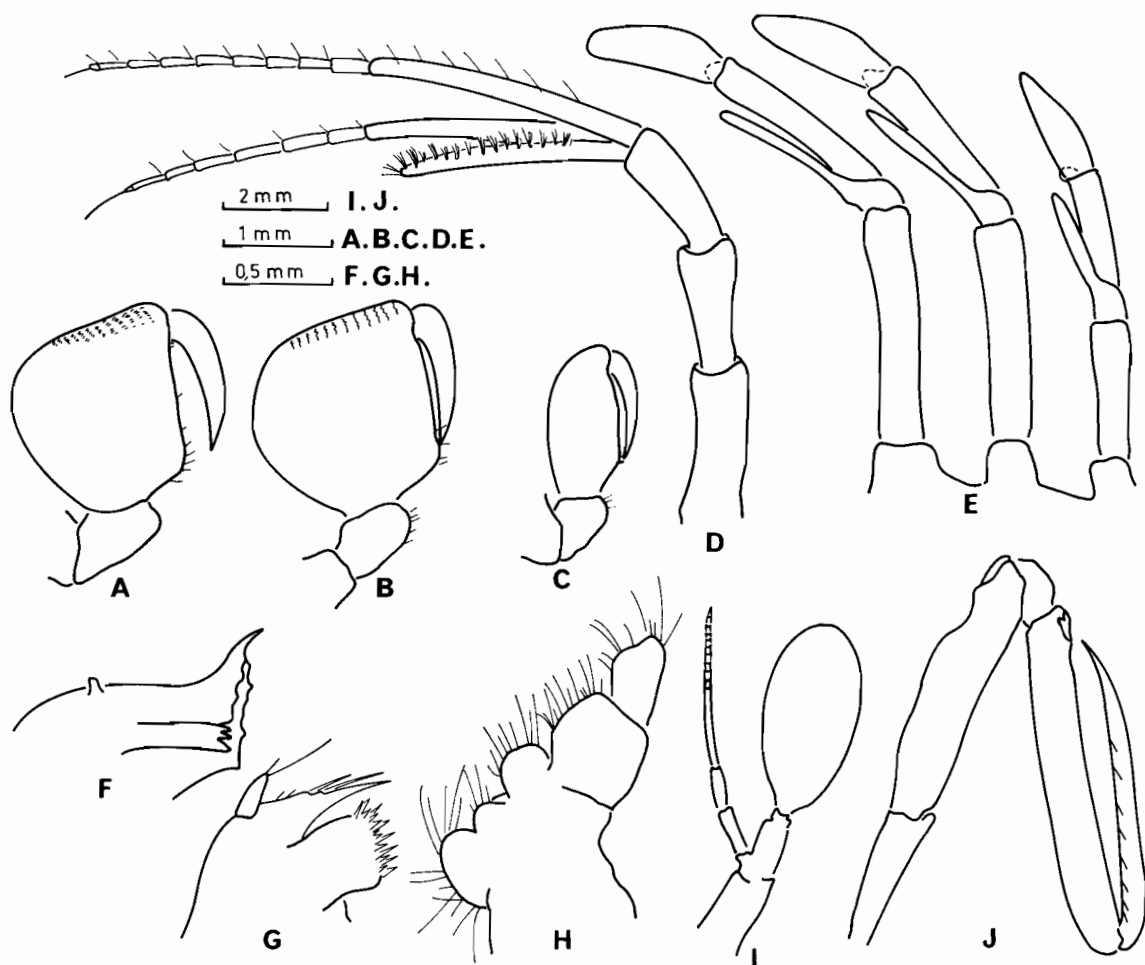


Fig. 6. — Série larvaire A₁. Stade n-1. A et C, pince des 3^e, 4^e et 5^e maxillipèdes ; D, antennule ; E, appendices thoraciques 6 à 8 ; F, mandibules ; G, et H, 1^{er} et 2^e maxilles ; I, antenne ; J, pince prédatrice.

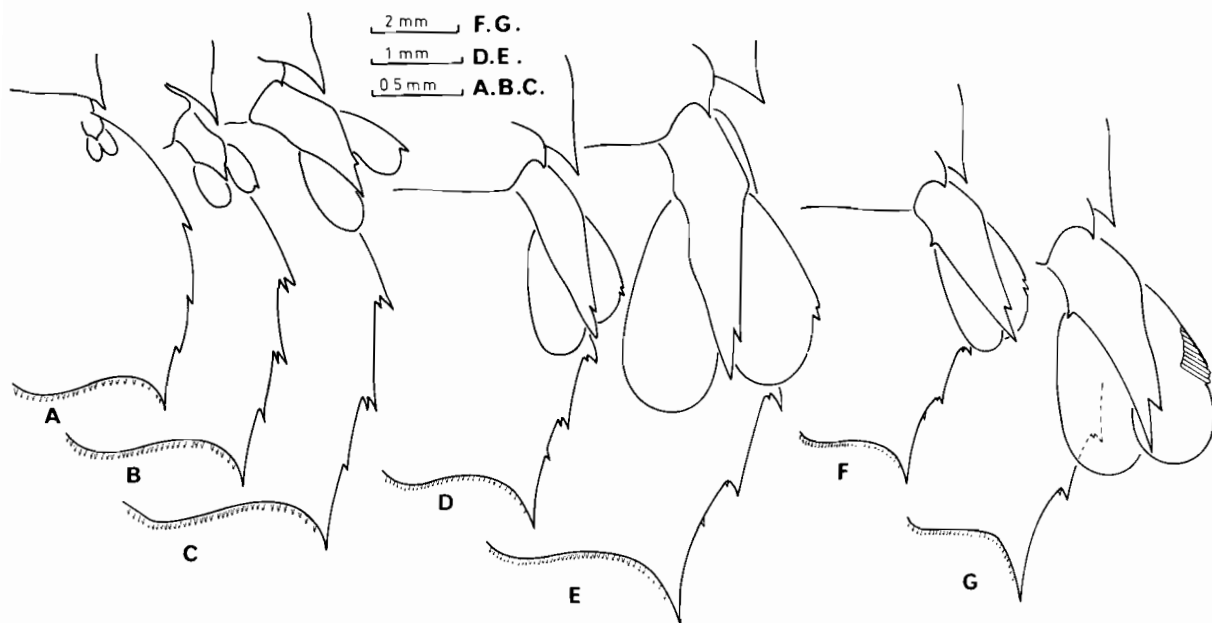


Fig. 7. — Série larvaire A₁. A à G, telson et uropodes des stades n-7 à n-1.

qu'un vestige de l'exopodite ; au stade n-5, le 3^e se termine par une pince fonctionnelle, le 4^e a son apex en pointe et le 5^e son apex rond ; au stade n-4, la pince du 4^e devient elle aussi fonctionnelle et le 5^e présente un apex en pointe ; au stade n-3, les 3 pinces sont fonctionnelles ; au stade n-2, les proportions des propodes des 3^e et 4^e sont telles qu'ils sont aussi larges que hauts ; au stade n-1, les propodes sont nettement plus larges que hauts. Dès le stade n-5, les 5 épipodites sont présents.

Les appendices thoraciques 6 à 8 ont aussi un développement caractéristique des stades ; absents au stade n-7, ils apparaissent en boutons au stade n-6 ; au stade n-5, ils sont unilobés ; l'endopodite apparaît nettement au stade n-4 ; au stade n-3, l'exopodite présente une constriction et sera segmenté au stade n-2 ; au stade n-1, le segment distal de l'exopodite est articulé sur le segment proximal. On observe une différence de taille des appendices 6 aux appendices 8 à tous les stades.

L'abdomen présente, dès le stade n-7, 5 paires de pléopodes biramées ; le sixième segment abdominal n'est clairement séparé du telson qu'à partir du stade n-4 ; les pleures des segments abdominaux 2 à 5 se terminent par des épines postéro-latérales à tous les stades ; le 6^e segment présente une épine postéro-ventrale à partir du stade n-5. Les branchies apparaissent en boutons au stade n-4 et se développent ensuite. Les uropodes sont en boutons bilobés, au stade n-7, avec un prolongement basal terminé par une épine ; au stade n-6, une petite épine apparaît sur le bord externe de la première épine ainsi que sur le bord externe de l'exopodite ; au stade n-2, deux épines sont apparues sur le bord de l'exopodite et au stade n-1, on distingue nettement sous la chitine larvaire, les futures épines mobiles de la post-larve ; une épine apparaît, au stade n-2, sur le bord interne du protopodite au-dessus de l'insertion de l'endopodite et elle devient très visible au stade n-1.

Le telson présente, au stade n-7, 3 paires de dents latérales de même grandeur et 1 paire de dents submédianes ; au stade n-6, au-dessus des 2 premières paires de dents latérales, se développent de nouvelles dents qui vont croître considérablement pour donner une paire de dents latérales et une paire de dents intermédiaires ; les 3 premières paires de dents primitives n'apparaîtront, en fin de développement, que comme des denticules situés à la base de ces paires de dents et entre les dents intermédiaires et submédianes ; l'espace submédian est large et porte, dès le stade n-7, un nombre de paires de denticules supérieur à 20 ; arrivé au stade n-1, il en porte entre 32 et 48 paires.

Quelques larves qui pourraient représenter le stade n-8 de cette série ont été récoltées, mais il est très difficile de les séparer des séries qui vont suivre car les nombres de paires de denticules submédians deviennent trop proches. Elles présentent comme caractéristiques d'avoir les appendices thoraciques 3 à 5 biramés, le flagelle médian de l'antennule invisible et les uropodes en boutons sans épine basale. La présence des appendices thoraciques biramés montre qu'à l'éclosion on obtient une larve du type *Anlizoe* (GIESBRECHT, 1910).

Très proches de cette série, 4 larves A₂ (fig. 8 A à C) ont été récoltées qui représentent les stades n-2 et n-1 ; elles se distinguent des précédentes par un nombre élevé de paires de denticules submédians, supérieur à 50, par une taille plus faible et par la présence de l'épine médiane et des épines ventrales au stade n-1. Rostre et épines postéro-latérales sont courtes. L'épine uropodale au-dessus de l'endopodite est présente et il semble qu'il y ait l'amorce de 7 dents sur le dactyle de la pince ravisseuse. Ces caractères semblent suffisamment nets pour ne pas considérer ces larves comme des variations anormales de cette série mais pour les attribuer à une autre espèce. Leurs caractères sont rassemblées dans le tableau III.

3.2.2. Série larvaire B₁ aboutissant à la post-larve de la 2^e espèce et larves voisines B₂ et B₃.

Les 70 larves de la série B₁ (fig. 2 D à F, fig. 3 A, fig. 9 A à F) qui aboutit à la post-larve de la 2^e espèce se distinguent de celles de la série précédente par un telson dont l'espace submédian est étroit, inférieur à sa demi-largeur, ne portant que 16 à 18 paires de denticules et par la dispa-

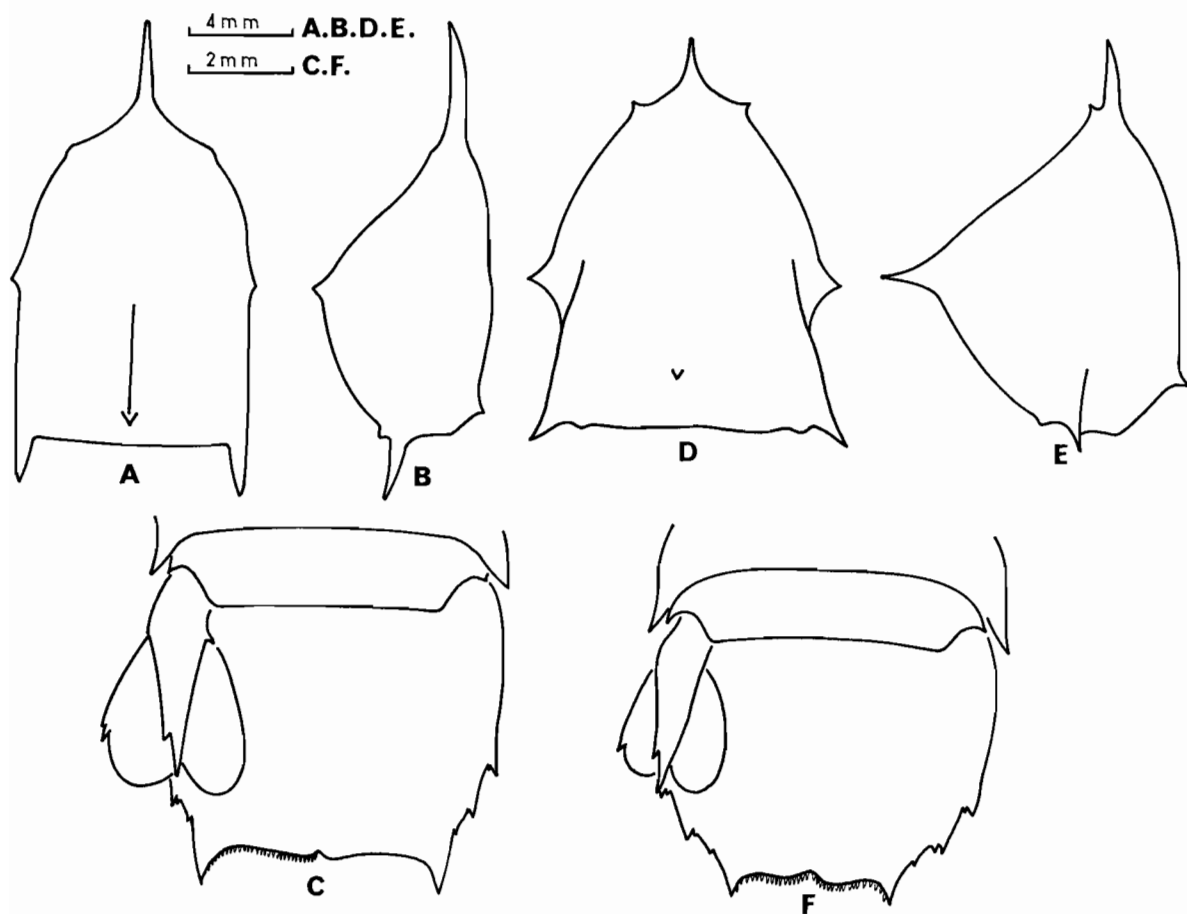


Fig. 8. — Larve A_2 , stade n-1 : A et B, carapace vue dorsale et latérale ; C, telson et uropodes. Larve B_2 , stade n-2 ; D et E, carapace vue dorsale et latérale ; F, telson et uropodes.

TABLEAU III
Caractères distinctifs des larves A_2

STADES	LR mm	LT mm	CL mm	CARAPACE	ANTENNULES nombre de bouquets de poils	TELSON espace submédian	UROPODES
n-2 (3 larves)	22-23	19-21	10-11	Toutes épines présentes	13-15	52-53 paires de denticules	Apparition de l'épine au-dessus de l'endopodite
n-1	30	26	13	perte des épines antéro- latérales	14	53 paires	épine bien développée

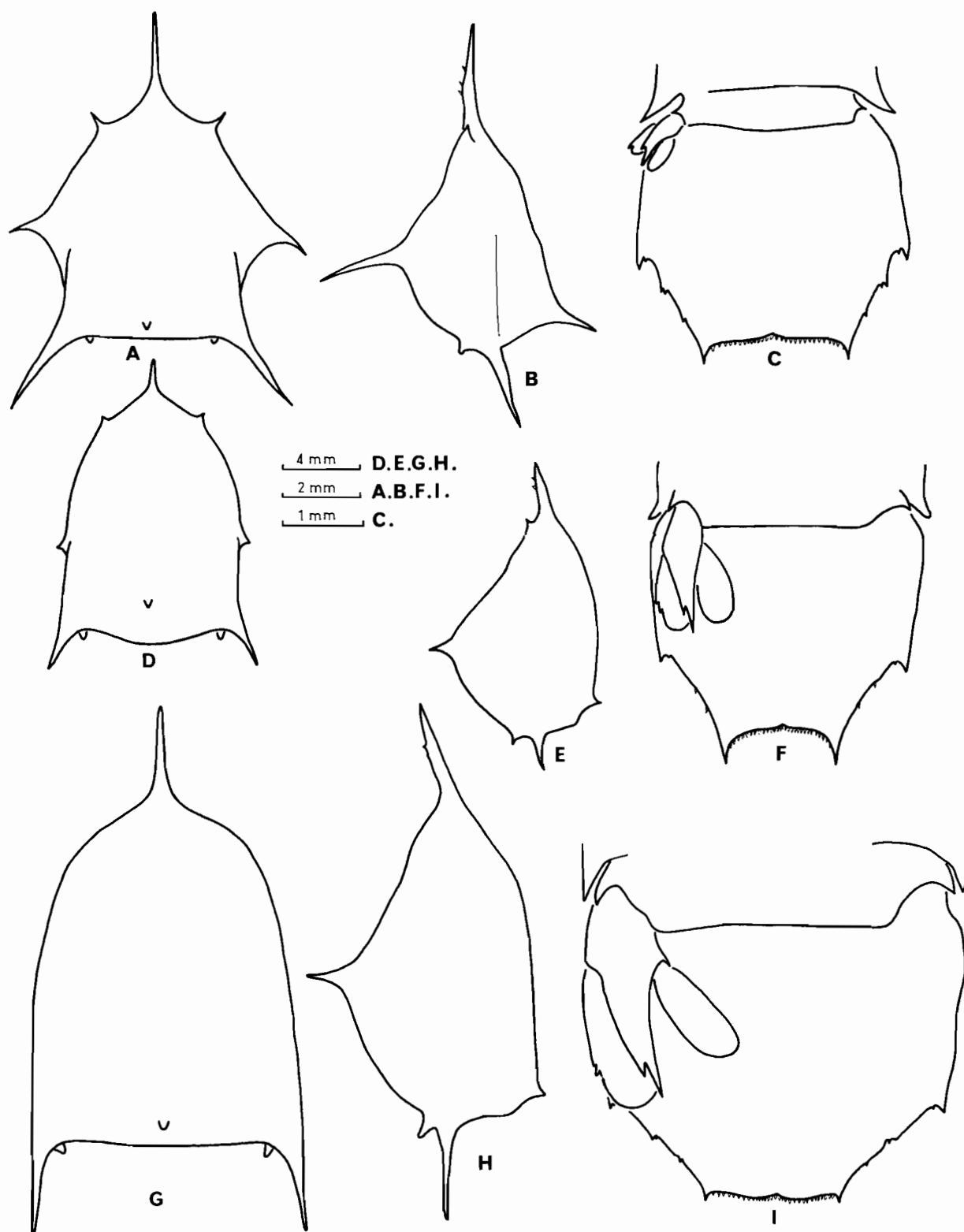


Fig. 9. — Série larvaire B_1 : A et B, carapace vue dorsale et latérale stade n-5 ; C, telson et uropodes stade n-5 ; D et E, carapace vue dorsale et latérale stade n-2 ; F, telson et uropodes stade n-2. Larve B_3 , stade n-1 ; G et H carapace vue dorsale et latérale ; I, telson et uropodes.

rition presque complète de la paire de dents intermédiaires, lui donnant ainsi un aspect caractéristique. D'autre part, les épines des pleures abdominaux sont plus allongées et fortement recourbées vers le haut dans les jeunes stades et l'épine rostrale de la carapace ainsi que les épines postéro-latérales sont très courtes dans les derniers stades. Le nombre de bouquets de poils sur le 3^e flagelle de l'antennule est plus faible et il n'existe pas d'épine uropodale au-dessus de l'endopodite. Au stade n-1, seule l'épine médiane disparaît. A l'exception de ces caractères, le développement est analogue à celui de la série précédente et les stades se caractérisent par les mêmes changements pour les différents appendices. Jusqu'au stade n-5, la reconnaissance des larves se fait aisément par la forme du telson, par contre pour les stades plus jeunes où la paire de dents intermédiaires commence seulement à se former ou n'est pas encore apparue, il n'a pas été possible de trouver des caractères qui les différencient à coup sûr des séries suivantes. La distinction avec les jeunes stades de la série précédente se fait par le nombre de denticules de l'espace submédian. Le sommaire des caractères distinctifs des différents stades est fourni dans le tableau IV.

TABLEAU IV

Caractères des stades de la série larvaire B₁ aboutissant à la post-larve de la 2^e espèce.

	LR mm	LT mm	CL mm	CARAPACE	ANTENNULES nombre de bouquets de soies	MAXILLIPÈDES				TELSON : nombre de paires de denti- cules de l'espa- ce submédian
						3	4	5	6 7 8	
n-5	12-15	10-13	6-7	Toutes épines présentes	4-5	pince formée	apex pointu	apex rond	boutons	17-20
n-4	15-18	13-16	7-8	—	6-7	—	pince formée	apex rond	bilobés	—
n-3	17-22	15-20	9-11	—	8-10	propode plus haut que large		pince formée	exopodite avec cons- triction	—
n-2	26-27	25-26	12-13	—	11-12	propode aussi large que haut			exopodite segmenté	—
n-1	32-34	19-32	14-15	disparition de l'épine médiane	13-14	propode plus large que haut			exopodite articulé	—

Très proches de cette série, 4 larves B₂ ont été récoltées (fig. 8 D à F) ; elles possèdent aussi un espace submédian du telson étroit avec 16 à 18 paires de denticules submédiens mais présentent la paire de dents intermédiaires bien développée. Par contre les spinules situées au coin des épines postéro-latérales de la carapace sont pratiquement invisibles. Ces larves représentent les stades n-2 et n-3 ; il n'apparaît pas d'épine uropodale au-dessus de l'endopodite. On pourrait penser à une variation anormale de la série précédente car les tailles sont équivalentes mais le caractère de la dent intermédiaire est si nettement tranché qu'il semble plus vraisemblable que ces larves appartiennent à une espèce distincte.

On doit aussi rapprocher de la série B₁ 98 larves B₃ (fig. 9 G à I), récoltées dans les contenus stomacaux de thons (yellowfin) pêchés à la ligne de traîne le long des côtes de Nouvelle-Calédonie. Toutes ces larves sont au stade n-1 et se différencient des larves B₁ par leur taille plus élevée,

par la présence d'une épine rostrale et d'épines postéro-latérales courtes sur la carapace mais surtout par la présence d'une épine uropodale bien marquée au-dessus de l'endopodite. On distingue de 10 à 11 dents sous la chitine des dactyles. Pour ces larves, le caractère très net et constant de l'épine uropodale semble bien indiquer qu'elles appartiennent, elles aussi, à une espèce distincte.

TABLEAU V
Caractère des stades des larves B₂ et B₃

SÉRIE	STADES	LR mm	LT mm	CL mm	ANTENNULES nombre de bouquets de poils	CARAPACE	TELSON	ÉPINE uropodale
B ₂	n-3	20	19	11	9-10	Toutes épines présentes	17-20	O
	n-2	24	23	13	12	—	—	O
B ₃	n-1	36-40	33-37	16-18	16-18	pas d'épine antéro- latérale	17-19	X

3.2.3. Série larvaire C₁ aboutissant aux post-larves de la 3^e espèce et série larvaire voisine C₂.

Dans la série C₁ (fig. 2 A, B ; fig. 3 E, fig. 10 A à C), aboutissant aux post-larves de la 3^e espèce, 30 larves seulement ont été récoltées. Elles se distinguent de celles des séries A par un faible nombre de paires de denticules submédians du telson, et de celles des séries B par un espace submédian large, supérieur à la demi-largeur du telson. Les spinules à la base des épines postéro-latérales de la carapace sont fortes. Au stade n-1, les épines ventrales antéro-latérales et l'épine médiane postérieure sont toujours bien développées, le nombre de bouquets de soies du 3^e flagelle de l'antennule n'est que de 10, et aucune épine uropodale n'est visible au-dessus de l'endopodite. Seuls les stades n-4 à n-1 sont représentés et montrent le même développement que pour les séries précédentes. Pour les stades plus jeunes, de n-6 à n-8, ils n'ont pu être séparés de ceux de la série suivante. Les caractères distinctifs des stades sont réunis dans le tableau VI.

TABLEAU VI
Caractères des stades de la série larvaire C₁ aboutissant aux post-larves de la 3^e espèce.

STADES	LR	LT	CL	CARAPACE	ANTENNULES nombre de bouquets de soies	TELSON nombre de paires de denticules de l'espace submédian
						16-19
n-4	12-13	10	5-6	Toutes épines présentes	5-6	16-19
n-3	15-16	12-13	6-7	—	7	—
n-2	18-19	15-16	8	—	8-9	—
n-1	21-23	17-20	8-9,5	—	9-10	—

17 larves très proches, formant la série C_2 (fig. 10 D à G), ont été récoltées : elles représentent les stades n-4 à n-1. La métamorphose post-larvaire n'a pas été observée mais ces larves se différencient des larves C_1 par des échelles de taille différentes, par la position plus avancée de l'épine médiane postérieure et par des spinules beaucoup plus fines à la base des épines postéro-latérales. Le stade n-1 voit la perte de l'épine médiane postérieure et des épines ventrales de la carapace ; il possède un nombre plus élevé de bouquets de soies antennulaires. Le passage du stade n-2 de cette série au stade n-1 a été obtenu en aquarium et on a pu observer à cette occasion l'augmentation effective d'une unité du nombre de bouquets de poils antennulaires. Cette série est donc bien distincte de la précédente et représente les larves d'une autre espèce. Les caractères distinctifs des stades sont résumés dans le tableau VII.

TABLEAU VII
Caractéristiques des stades de la série larvaire C_2

STADES	LR mm	LT mm	CL mm	CARAPACE	ANTENNULES : nombre de bouquets de soies	TELSON : nombre de paires de denticules de l'espace submédian
n-5	11-12	9-9,5	6-6,5	Toutes épines présentes	4	17 à 19
n-4	13-14	11-12	7	—	5-6	—
n-3	18-19	15-16	8-9	—	8-9	—
n-2	25	21	11	—	11	—
n-1	19-31	25-26	12	perte de l'épine médiane et des épines ventrales	12-13	—

3.2.4. Larves *D* présentant 3 paires de dents latérales sur le telson.

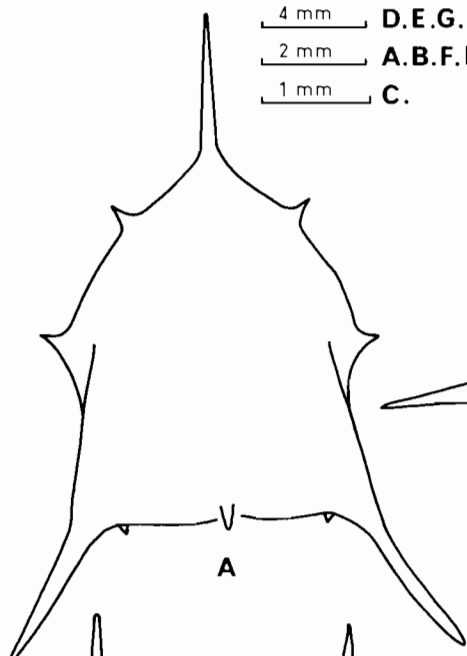
Sur l'équateur, à l'ouest des Iles Galapagos, 4 larves (fig. 10 J à L), représentant les stades n-2 et n-1, ont été récoltées. Elles présentent des caractères similaires à ceux des séries précédentes mais s'en distinguent immédiatement par la présence d'une 3^e paire de dent latérale sur le telson. L'espace submédian du telson est large, portant de 30 à 32 paires de denticules. Une épine uropodale située au-dessus de l'endopodite est nettement marquée et on aperçoit sous la chitine des dactyles la trace de 12 dents. Le 3^e flagelle antennulaire porte de 17 à 18 bouquets de soie au stade n-1. Il paraît vraisemblable que ces larves sont celles d'une espèce endémique des Iles Galapagos.

3.2.5. Caractères distinctifs des différentes séries.

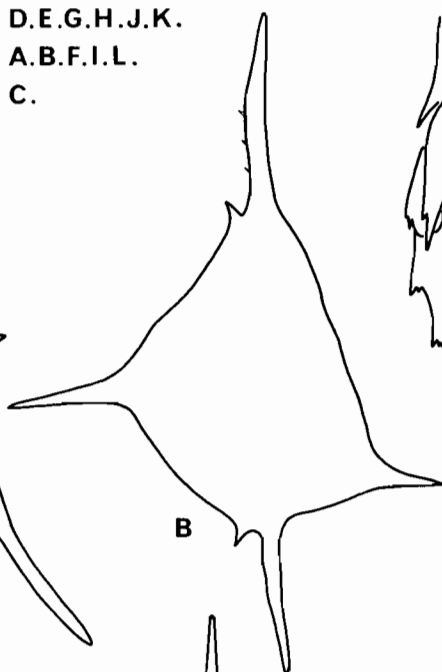
Les caractères distinctifs des larves sont rassemblés dans le tableau VIII. Ce sont les caractères du telson ainsi que la présence ou l'absence de l'épine uropodale qui sont les plus utiles pour la séparation des différentes espèces.

Fig. 10. — Série larvaire C_1 ; stade n-4 : A et B, carapace vue dorsale et latérale ; C, telson et uropodes. Série larvaire C_2 , passage du stade n-2 (d'après la mue) au stade n-1 : D et E carapace vue dorsale et latérale stade n-2 ; F, telson et uropodes stade n-2 ; G et H carapace vue dorsale et latérale stade n-1 ; telson et uropodes stade n-1. Série larvaire *D* ; J et K, carapace vue dorsale et latérale, stade n-1 ; L, telson et uropodes, stade n-1.

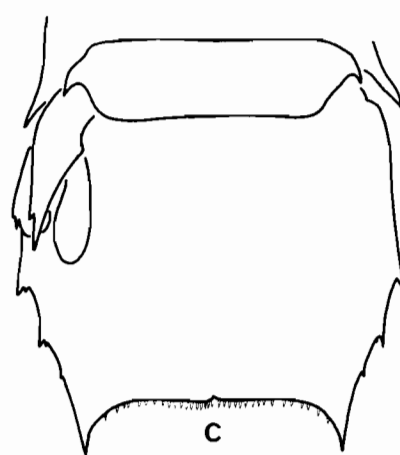
4 mm D.E.G.H.J.K.
 2 mm A.B.F.I.L.
 1 mm C.



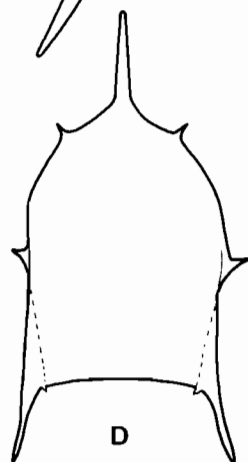
A



B



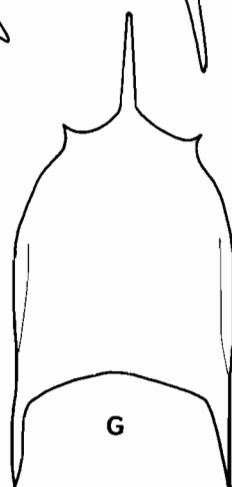
C



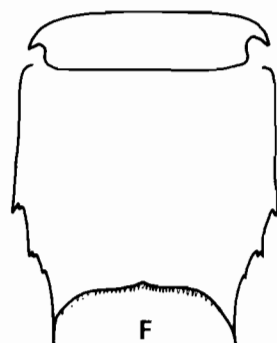
D



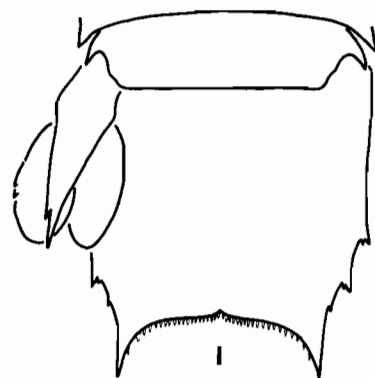
E



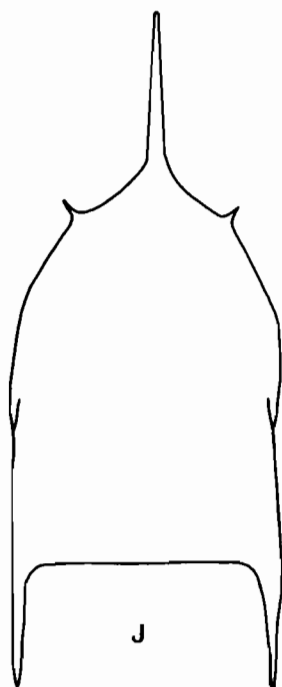
G



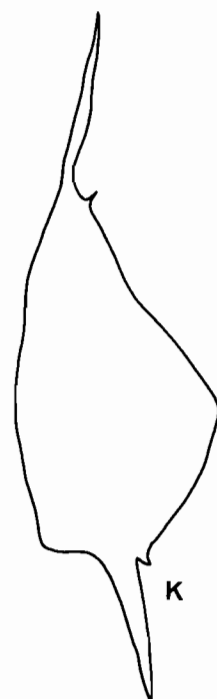
F



I



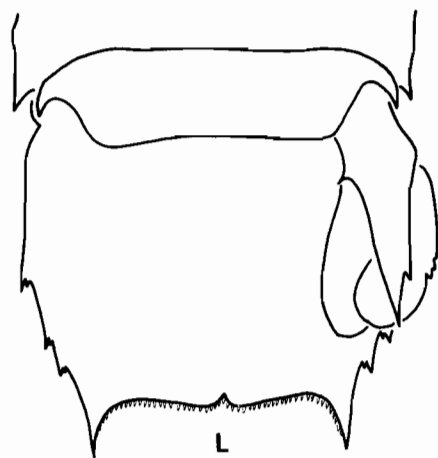
J



K



H



L

TABLEAU VIII
Caractères distinctifs des différentes séries larvaires

		A ₁	A ₂	B ₁	B ₂	B ₃	C ₁	C ₂	D
Telson	Nombre de paires de dents	3	3	3	3	3	3	3	4
	Espace submédian	large	large	étroit	étroit	étroit	large	large	large
	Nombre de denticules	25 à 45	52-53	17-20	17-19	17-19	16-19	16-19	31
	dent intermédiaire	normale	normale	faible	normale	faible	normale	normale	normale
Épine uropodale		présente	présente	absente	absente	présente	absente	absente	présente
LT des derniers stades		29-35	26	29-32	17-20	29-34	17-20	25-26	30-32

4. DISTRIBUTION DES LARVES

Toutes les larves proviennent de récoltes effectuées à différentes profondeurs, entre 0 et 1200 m, par traits obliques au moyen d'un chalut pélagique Isaacs-Kidd 10 pieds. Les traits les plus superficiels, 0-150 m, ramènent pour une même colonne d'eau filtrée autant de larves que les traits profonds ; il semble donc que les larves de ce genre soient concentrées dans cette couche à l'intérieur de laquelle elles ont une migration nyctémérale qui les entraîne la nuit près de la surface et le jour en profondeur. Quant à la distribution géographique, certaines séries comme A₁, B₁, C₁, semblent avoir une aire de répartition couvrant toute la zone étudiée, d'autres au contraire, comme les larves D, B₂ et B₃, semblent avoir une distribution beaucoup plus restreinte. Les répartitions bathymétriques, géographiques et les facteurs d'environnement seront discutés dans un texte général sur les larves de Stomatopodes de cette région. Il faut cependant, noter la fréquence de capture des larves de ce genre en des stations éloignées des côtes, laissant présager une vie larvaire de longue durée probablement du même ordre de grandeur, 6 à 9 mois, que celle des larves phyllosomes des *Panulirus*. En outre, les adultes, parmi les plus grands des Stomatopodes puisqu'ils peuvent atteindre 30 à 35 cm de long, peuvent avoir une valeur commerciale ; or la fréquence des larves de l'espèce A₁, toujours nettement supérieure à la fréquence des larves phyllosomes de *Panulirus* pour les mêmes stations, laisse supposer qu'il pourrait exister un stock d'adultes inexploité au moins aussi important que le stock des langoustes.

5. DISCUSSION

Les séries larvaires décrites sont incomplètes puisque les premiers stades n'ont pas été capturés, cette absence est due à la position des stations, dans la plupart des cas éloignées des côtes, et probablement aussi à l'échappement important des plus petites tailles à travers la maille de 4 mm du chalut pélagique Isaacs-Kidd 10 pieds. De toute façon, il est probable que la distinction entre les jeunes stades des différentes espèces est extrêmement difficile sur du matériel provenant de récoltes planctoniques et qu'il faudra attendre les résultats d'élevages à partir

des œufs pour résoudre ce problème. On peut avoir par contre une idée du nombre de stades manquants. GIESBRECHT (1910) décrit pour la même famille des Lysiosquillidae la série larvaire complète de *Nannosquilla occulta*, et distingue 9 stades. Les stades 4 à 8 correspondent, quant au développement des appendices, aux stades n-8 à n-3 des séries du Pacifique ; par contre, son stade 9 engloberait les stades n-2 à n-1. Si le développement est semblable dans les deux genres, ce qui semble être le cas pour les stades comparables, le stade n-8 représenterait donc le 4^e stade après l'éclosion et il y aurait un nombre total de 11 stades. On retrouve là un nombre analogue à celui observé pour les séries des larves phyllosomes des *Panulirus* (JOHNSON, 1960, 1968 ; JOHNSON et KNIGHT, 1966 ; LEWIS, 1950 ; GEORGE, 1962 ; MICHEL, 1969). Quant aux légères différences dans le développement que l'on observe chez les larves d'un même stade, elles laissent supposer soit qu'il existe des variations individuelles, soit, ce qui est le plus probable, que ces larves n'ont pas subi le même nombre de mues à cause des conditions différentes d'environnement et notamment de potentiel nutritif rencontrées durant leur dérive en haute mer. Cette variabilité a été mise en évidence par ROBERTSON (1968) pour les larves de *Scyllarus americanus* qui voient leur métamorphose post-larvaire s'accomplir après des nombres de mues différents suivant les conditions d'élevage.

L'étude des différentes séries larvaires a montré qu'il existe 8 espèces du genre *Lysiosquilla* dans la région prospectée. Or, 4 espèces adultes ont été décrites pour la zone indo-pacifique et seule *L. maculata* a été recensée dans le Pacifique Central Sud. MANNING (1966) pense que les espèces Pacifiques de ce genre demandent à être révisées et estime qu'il y a au moins deux espèces non décrites rassemblées sous le nom de *L. maculata*. Il semblerait qu'en plus, certaines espèces restent à découvrir et ceci n'est pas surprenant car les pêches industrielles au chalut sont inexistantes dans cette région où aucune plate-forme importante n'existe autour des atolls ou îles hautes. Les seules captures de ces animaux adultes sont faites, dans la zone intertidale, par les autochtones qui repèrent l'orifice des galeries ; tous les spécimens examinés provenant des côtes de Calédonie, des Îles Marquises ou des Îles Tuamotu appartenaient à l'espèce *L. maculata* telle qu'elle a été redécrite par MANNING (1968) pour des récoltes de Madagascar. Il est donc probable que les autres espèces ont un habitat plus profond avec des galeries situées sur les pentes extérieures des récifs et qu'elles n'ont aucune chance d'être capturées ; par contre, il est tout à fait normal que leurs larves se rencontrent dans les récoltes planctoniques. La similitude des caractères chez les espèces adultes décrites et la similitude des caractères des séries larvaires laissent supposer qu'on pourrait se trouver dans ce genre en présence d'un cas analogue à celui observé dans le secteur indo-pacifique chez les *Panulirus* pour le groupe des *Panulirus japonicus* (GEORGE et HOLTHUIS, 1965). En effet, sous ce nom, cinq espèces voisines sont restées longtemps en synonymie alors qu'elles possédaient des aires de répartition distinctes. Le même fait pourrait peut-être se produire pour *L. maculata* qui jusqu'à présent est considérée comme étant distribuée dans tout le secteur indo-pacifique et qui pourrait se révéler être le rassemblement de plusieurs espèces dont les aires de répartition seraient plus réduites. Il paraît donc difficile de relier les séries larvaires avec certitude à des adultes qui sont soit inconnus soit mélangés sous la même dénomination. On peut, tout au plus, essayer de trouver les caractères qui sont proches de ceux des espèces déjà décrites. Pour MANNING (1968) les caractères distinctifs des adultes sont : la forme de la plaque rostrale, le nombre de dents sur le dactyle, la présence ou l'absence d'une protubérance sur le protopodite de l'antenne, la forme de l'écaille antennaire, la forme de la carène ventrale du 8^e segment thoracique et la présence ou l'absence de l'épine uropodale du dessus de l'endopodite. La plupart de ces caractères n'apparaissent pas distinctement chez les post-larves obtenues dans le Pacifique. Cependant, les post-larves de la 1^{re} espèce qui possèdent une plaque rostrale cordiforme, une épine sur la face ventrale du 8^e segment thoracique et l'épine uropodale, se rapprochent par là de l'espèce *L. capensis*, qui possède par contre un nombre de dents du dactyle beaucoup plus élevé et qui n'est connue que d'Afrique du Sud. Les caractères de la post-larve de la 2^e espèce à savoir la plaque rostrale cordiforme, l'écaille antennaire large, la présence d'un tubercule arrondi sous le 8^e segment thoracique et l'absence d'épine uropodale, sont identiques

à ceux de l'espèce *L. maculata*. Quant aux post-larves de la 3^e espèce qui possèdent une plaque rostrale triangulaire, elles se rattachent par ce caractère à l'espèce *L. sulcirostris* mais possèdent un nombre plus élevé de dents sur le dactyle. Sur ce dernier point, on peut se poser la question de savoir si le nombre de dents du dactyle est un caractère bien fixe dans chaque espèce et s'il n'est pas sujet, comme c'est le cas pour *L. tredecimdentata*, à de fortes variations. Par contre, il semble que l'épine uropodale qui apparaît au stade n-1 et qui subsiste chez la post-larve soit appelée à subsister à l'état adulte.

Le fait qu'ALIKUNHI (1965) ait pu poursuivre les élevages des post-larves jusqu'à l'état adulte semblerait rendre plus exactes ses déterminations, mais au moment de son étude certains caractères spécifiques n'avaient pas encore été mis en évidence. MANNING (1969) discute la validité des déterminations d'ALIKUNHI et arrive à la conclusion que les post-larves décrites sous le nom de *L. maculata* pourraient englober deux espèces dont *L. tredecimdentata*. Néanmoins, la comparaison des spécimens post-larvaires obtenus dans le Pacifique avec ceux de l'Océan Indien montre un rapprochement des post-larves attribuées à *L. maculata* par ALIKUNHI avec la post-larve de la 2^e espèce B₁ ; elles possèdent la même forme de telson et le même nombre de denticules submédians ; seule l'absence de l'épine uropodale sur l'exemplaire du Pacifique les distingue ; notons que cette épine est présente au dernier stade larvaire de la série B₃ qui, à l'exception de la taille, serait alors la plus proche de *L. maculata*. Quant à la post-larve attribuée par ALIKUNHI à *L. sulcirostris*, elle diffère de celles de la 1^{re} espèce A₁ par l'absence de l'épine uropodale et par une taille plus faible ; elle est beaucoup plus proche de celles de la 3^e espèce C₁ dont elle ne se distingue que par le nombre différent de denticules submédians.

En conclusion, il apparaît que les larves et post-larves de l'espèce A₁, à l'exception du nombre de dents du dactyle, sont voisines de *L. capensis*, celles de l'espèce B₁ de *L. maculata* et celles de l'espèce C₁ de *L. sulcirostris*, mais des divergences subsistent et ce n'est qu'après la révision des adultes et l'étude des juvéniles que l'on pourra connaître la valeur exacte de certains caractères pour la reconnaissance spécifique et l'amplitude des variations géographiques que l'on peut s'attendre à trouver, pour les tailles, le nombre de dents du dactyle ou encore le nombre de paires de denticules submédians du telson, à l'intérieur d'une espèce. Quant aux autres séries larvaires, il faudra obtenir leurs post-larves avant de pouvoir les déterminer.

Cette étude ne résout donc pas le problème de l'identification spécifique ; elle permet seulement de préciser les caractères larvaires des différents stades pélagiques de ce genre, de les séparer en espèces et de fournir des indications sur le nombre probable des adultes qui restent à découvrir dans cette région où jusqu'à présent, rappelons le, seule *L. maculata* avait été signalée.

Manuscrit reçu le 16 septembre 1970.

BIBLIOGRAPHIE

- ALIKUNHI (K. H.), 1952. — An account of the Stomatopod larvae of the Madras plankton. *Rec. indian Mus.*, **49**, pp. 239-339.
- ALIKUNHI (K. H.), 1958. — Note on a collection of Stomatopod larvae from the bay of Bengal. *J. Zool. Soc. India*, **10**, pp. 120-147.
- ALIKUNHI (K. H.), 1965. — An account of the post-larval development moulting and growth of the common stomatopods of the Madras coast. Proceedings of the symposium on Crustacea. *Marine Biol. Assoc. India*, **2**, pp. 824-939.
- GEORGE (R. W.), 1962. — Description of *Panulirus cygnus* sp. nov. the commercial crayfish of western australia. *J. R. Soc. West. Austral.*, **45** (4), pp. 100-110.
- GEORGE (R. W.) et HOLTHUIS (L. B.), 1965. — A revision of the indo west Pacific spiny lobsters of the *Panulirus japonicus* group. *Zool. Verh.*, n° 72.
- GIESBRECHT (W.), 1910. — Stomatopoda. *Fauna U. Flora Neapel, Monogr.*, **33**, pp. 1-239.

- GURNEY (R.), 1946. — Notes on Stomatopod larvae. *Proc. Zool. Soc. Lond.*, **116** (1), pp. 133-175.
- JOHNSON (M. W.), 1960. — Production and distinction of larvae of the spiny lobster *Panulirus interruptus* (Randall), with records on *Panulirus gracilis* Street. *Bull. Scripps Instn. Oceanogr. Univ. California*, **7**, 6, pp. 413-462.
- JOHNSON (M. W.), 1968. — Palinurid phyllosoma larvae from the Hawaiian Archipelago. *Crustaceana*, Supplement 2.
- LEWIS (J. B.), 1951. — The phyllosoma larvae of the spiny lobster *Panulirus argus*. *Bull. mar. Sci. Gulf Carribean*, **1**, pp. 89-103.
- MANNING (R. B.), 1966. — Notes on some Australian and New Zealand stomatopod Crustacea, with an account of the species collected by the Fisheries Investigation ship Endeavour. *Rec. austral. Mus.*, **27**, (4), pp. 79-137.
- MANNING (R. B.), 1968. — Stomatopod Crustacea from Madagascar. *Proc. U.S. Nat. Mus.*, **124** (3641), pp. 1-61.
- MANNING (R. B.), 1969. — Some Stomatopod Crustaceans from Tulear, Madagascar. *Bull. Mus. Hist. Nat.*, Paris, **41**, 6, pp. 1429-1441.
- MICHEL (A.), 1969. — Les larves phyllosomes du genre *Panulirus* du Pacifique tropical sud et équatorial. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, **VII** (4), pp. 3-19.
- MICHEL (A.) et MANNING (R. B.), . — The pelagic larvae of *Chorisquilla tuberculata* (Borradaile 1907) Stomatopoda. In press in *Crustaceana*.
- MICHEL (A.), 1970. — Larves pélagiques et post-larves du genre *Odontodactylus* (Crustacés Stomatopodes) dans le Pacifique tropical sud et équatorial (sous presse). *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, **VIII** (2), pp. 111-126.
- ROBERTSON (P. B.), 1968. — The complete larval development of the sand lobster, *Scyllarus americanus* (Smith), (Decapoda, Scyllaridae) in the laboratory, with notes on larvae from the plankton. *Bull. Mar. Sci.*, **18** (2), pp. 294-342.

LES CONTENUS STOMACaux D'ALEPISAURUS FEROX DANS LE SUD-ouest PACIFIQUE (CÉPHALOPODES)

par P. RANCUREL*

RÉSUMÉ

Le présent travail fait partie d'un groupe de publications réalisées sur la biologie d'Alepisaurus ferox capturés à la longue ligne dans les eaux du Pacifique Sud-Ouest. Peu de travaux ayant été publiés sur les Céphalopodes de cette région du Pacifique, l'accent a surtout été mis sur la taxonomie des Calmars servant de nourriture aux prédateurs pélagiques. Parmi les 34 espèces mentionnées qui appartiennent à 17 familles différentes, il apparaît que ce sont celles des Onychoteuthidae et des Enoploteuthidae qui se trouvent être les plus fréquemment rencontrées. A l'intérieur de ces deux familles, deux espèces sont abondantes et ont une fréquence de capture élevée.

Des détails morphologiques nouveaux sont décrits pour une grande partie des espèces. Deux espèces nouvelles sont décrites (Enoploteuthis reticulata, Ctenopteryx sepioloidea), deux autres bien que décrites ne sont pas nommées (Onychia sp. et Onychoteuthis sp.) à cause de la déformation des ventouses et crochets, due à l'action des sucs digestifs du prédateur, et par manque d'échantillon intact; trois espèces au moins sont nouvelles pour le Pacifique et considérées comme rares dans les autres océans.

Considérant les quelques informations concernant la biologie des Céphalopodes bathypélagiques, il est suggéré que la zone de chasse d'Alepisaurus dépasse rarement 300 mètres de profondeur.

ABSTRACT

The present work is part of a group of publications made on food and biology of Alepisaurus ferox, caught with long lines in the South West Pacific.

Few local works having been done on Cephalopoda of this Pacific areas, the study is chiefly based on taxonomy of squids which are fed by pelagic predators.

Thirty four species are noted and among them it seems that families Onychoteuthidae and Enoploteuthidae are the most regularly encountered. Into these two families, two species are peculiarly very abundant. New morphological features are added for most of species.

Two new species are described (Enoploteuthis reticulata, Ctenopteryx sepioloidea); two other species are described but not named (Onychia sp., Onychoteuthis sp.) because of loss or lysis of the fixing apparatus of arms and tentacles as a result of action of digestive juices of Alepisaurus. Three species, at least, are new to the Pacific and considered as rather rare in other oceans.

Considering the previous studies on biology of bathypelagic squids it is suggested that Alepisaurus hunting area is rarely deeper than 300 meters.

* Océanographe biologiste. Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa (Nouvelle-Calédonie), B.P. n° 4.

INTRODUCTION

Dans le cadre des recherches entreprises par le Centre *O.R.S.T.O.M.* de Nouméa sur la biologie des Thons et sur leur exploitation, les chercheurs de ce Centre ont été amenés à étudier les divers maillons de la chaîne alimentaire qui aboutit aux grands Poissons pélagiques d'intérêt commercial. Entreprises dès 1956 par l'ORSOM III, les campagnes de pêche aux longues lignes ont permis la récolte d'un abondant matériel provenant de tout le Pacifique Sud-Ouest et Central. L'effort s'est principalement porté sur la région de la Nouvelle-Calédonie et des Nouvelles-Hébrides, dans laquelle des campagnes océanographiques régulières avaient également lieu. Les résultats bruts de ces croisières ont été résumés dans un rapport ronéotypé par le Centre de Nouméa (M. LEGAND et R. GRANDPERRIN : Résultats des stations de longue ligne expérimentale effectuées dans le Pacifique Sud-Ouest et Central par le Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa de 1956 à 1968. Rapport n° 30, mars 1969).

Au cours de ces pêches, parmi les Poissons autres que les Thons, se trouve un lot important d'*Alepisaurus ferox* dont la qualité de collecteur est bien connue et dont la particularité est de toujours présenter un contenu stomacal en très bon état de conservation. Le remarquable état des proies ingérées pose l'irritant problème de savoir quand, où et comment se fait la digestion et la préhension des proies. ROFEN (1966) pense que la digestion est extra-stomacale et qu'elle a lieu dans la première partie de l'intestin, l'estomac ne jouant qu'un rôle de stockage. Il n'entre pas dans le cadre de ce travail de participer à la polémique, mais de profiter de la parfaite conservation du matériel teuthologique mis ainsi à notre disposition. Il doit être noté toutefois, dans cet ordre d'idée, que si l'estomac d'*Alepisaurus* peut être considéré comme une poche servant à emmagasiner les proies au cours d'une période d'activité de chasse, cette poche, à l'instar d'un jabot, n'a pas seulement un rôle passif, mais joue un rôle de prédigestion du bol alimentaire stocké ; tous les Céphalopodes prélevés, même lorsqu'ils présentaient un aspect tégumentaire parfait, montraient toujours les parties cornées des crochets et des ventouses déformées et ramollies. Elles semblaient avoir subi un début d'hydrolyse et seules les parties épaisses et volumineuses avaient résisté à l'action de cette attaque. Pour cette raison, il ne m'a pas été possible de décrire en détails deux espèces d'*Onychoteuthidae* ayant toutes les apparences d'espèces nouvelles, mais qui n'ont conservé sur l'appareil brachial que des ventouses et des crochets semblant avoir fondu et ne permettant aucune description. Dans la mesure du possible, les descriptions ont été complétées par l'examen d'échantillons provenant de pêches bathypélagiques au filet, effectuées dans la même région.

La liste des espèces décrites comprend : des espèces nouvelles pour le Pacifique, d'autres espèces considérées comme très rares, et enfin, en dehors des espèces à caractères incomplets et non nommées, deux espèces nouvelles.

Ce travail fait partie d'un groupe de publications se rapportant aux contenus stomacaux d'*Alepisaurus ferox* et comprenant jusqu'à présent deux publications sous presse, l'une sur la biologie d'*Alepisaurus* lui-même (GRANDPERRIN-LEGAND), l'autre sur les Poissons de ses contenus stomacaux (FOURMANOIR). D'autres études sur les Crustacés Amphipodes des contenus stomacaux doivent être entreprises, permettant une bonne liaison dans l'étude des divers maillons de la chaîne alimentaire (REPELIN).

LISTE DES FAMILLES ET ESPÈCES RENCONTRÉES

SEPIOIDEA

A. Sepiolidae

1 : *Euprymna* sp.

TEUTHOIDEA

B. Ommastrephidae

2 : *Symplectoteuthis luminosa*3 : *Hyaloteuthis pelagica*4 : *Ornroteuthis volatilis*

C. Onychoteuthidae

5 : *Onychia* sp.6 : *Onychoteuthis* sp.7 : *Ancistroteuthis lichteinsteini*8 : *Telronychoteuthis massyae*

D. Thysanoteuthidae

9 : *Thysanoteuthis rhombus*

E. Ctenopterygidae

10 : *Ctenopteryx sepioloidea* n. sp.

F. Enoplateuthidae

11 : *Abralia* sp.12 : *Pterygioteuthis giardi*13 : *Abraliopsis* sp.14 : *Enoplateuthis reticulata* n. sp.

G. Octopoteuthidae

15 : *Octopoteuthis sicula*16 : *Taningia danae*

H. Histioteuthidae

17 : *Calliteuthis (celetaria?)*18 : *Calliteuthis dofleini*

I. Chiroteuthidae

19 : *Chiroteuthis* sp.

J. Lepidoteuthidae

20 : *Lepidoteuthis grimaldi*

K. Cranchiidae

21 : *Cranchia scabra*22 : *Liocranchia reinhardti*23 : *Taonidium pacificum*

OCTOPODA

L. Bolitaenidae

24 : *Japelella diaphana*25 : *Eledonella pygmaea*25 : *Eledonella pygmaea* (?)

M. Amphittraetidae

26 : *Amphitraetus pelagicus*

N. Vitreledonellidae

27 : *Vitreledonella richardi*

O. Octopodidae

28 : *Octopus (Macrotritopus)*29 : *Octopus teuthoides*30 : *Octopus* (larves)

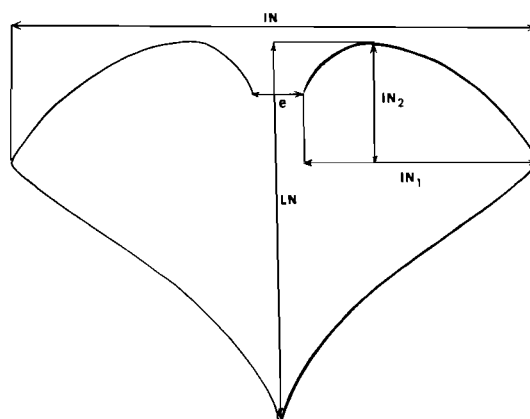
P. Tremoctopodidae

31 : *Tremoctopus violaceus*

Q. Argonautidae

32 : *Argonauta argo*33 : *Argonauta hians*34 : *Argonauta nodosa* (?)*Abréviations employées dans les tableaux*

Br : Nombre de filaments branchiaux	LT : Longueur de la Tête
e : Espace compris entre les deux auricules de la nageoire	IM : Largeur du Manteau
hM : Plus grande hauteur du Manteau	IN : Largeur de la Nageoire
L : Longueur totale	IN 1 : Largeur de la Nageoire de la base du lobe à la pointe externe, prise entre perpendiculaires
LD : Longueur dorsale prise de l'apex du Manteau à la ligne médio-oculaire (Octopodes)	IN 2 : Hauteur du lobe
LM : Longueur dorsale du Manteau	IT : Largeur de la Tête
Lm : Longueur de la Massue	O : Diamètre de l'œil
LN : Longueur de la Nageoire	Q : Longueur du cône caudal
Lt : Longueur du Tentacule	I-II-III-IV : Longueur des Bras
	A-B-C-D-E : Profondeur des secteurs du Velum



Sauf précision contraire, L et LM sont exprimées en millimètres, toutes les autres mesures sont des pourcentages de LM.

ORDRE : *SEPIOIDEA*1. — Famille **SEPIOLIDAE**Genre **Euprymna**

— *Euprymna* sp.

Un seul échantillon (n° 86 sans étiquette).

Manteau arrondi, en forme de sac aussi large que long, uni à la tête par une bride nucale assez large ; les ourlets latéraux sont rabattus en arrière, libérant le globe entier de l'œil ; la marge ventrale sinueuse laisse entièrement libre un entonnoir long et mince se prolongeant jusqu'à la naissance des bras ventraux.

Les nageoires, insérées vers le milieu du dos sont arrondies et auriculées vers l'avant.

La tête large, est munie de gros yeux globuleux.

Les bras sont longs, flexueux, ponctués de gros chromatophores alignés. La plupart des ventouses ont disparu et seuls subsistent les pédoncules disposés sur quatre rangs, donnant aux bras un aspect papillé. Les quelques ventouses restantes ne montrent pas de différenciation particulière.

Les tentacules, à forte tige arrondie, sont prolongés d'une massue garnie de très petites ventouses et dont l'extrémité enroulée sur elle-même porte des organes de fixation plus clairs que les proximaux.

L'absence presque totale de ventouses jointe au sexe femelle de l'échantillon, ne me permettent aucune détermination spécifique.

ORDRE : *TEUTHOIDEA*1. — Famille **OMMASTREPHIDAE**.1. Genre **Symplectoteuthis**

— *Symplectoteuthis luminosa* Sasaki 1915 (fig. 1).

ORIGINE DU MATÉRIEL : 1 échantillon n° 6 (22°46 S-162°00 E).

En très mauvais état, ce petit échantillon juvénile de 62 mm de longueur dorsale du manteau, présente outre la soudure de l'un des 2 cartilages palléo-siphonaux, les 2 bandes caractéristiques de l'espèce.

L'épiderme superficiel enlevé mit à jour deux bandes claires enfoncées légèrement dans les muscles sous-jacents qui devaient être surmontées de bandes épidermiques plus larges. Les bandes se continuent sans interruption jusqu'à l'extrémité postérieure du corps.

La cavité palléale renferme un organe lumineux viscéral médian au-dessus de la poche du noir. Aucun organe lumineux n'est visible au voisinage de l'anus.

L'état de la tête ne permet aucune distinction des autres taches lumineuses ni une étude de l'appareil brachial.

2. Genre **Hyaloteuthis**

— *Hyaloteuthis pelagica* (Bosc 1849) (fig. 2-8).

MATÉRIEL : n° 23 a : LM 50 mm, mâle ; n° 23 b (22°54 S-164°38 E) ;

n° 33 : LM 67 mm, femelle (19°08 S-168°00 E) ;

n° 34 : LM 61 mm, mâle (18°20 S-167°14 E) ;

n° 40 : LM 60 mm, femelle (18°25 S-167°37 W) ;

n° 64 : LM 50 mm, mâle (22°45 S-164°35 E) ;

n° 82 : LM 63 mm, femelle (23°04 S-164°54 E).

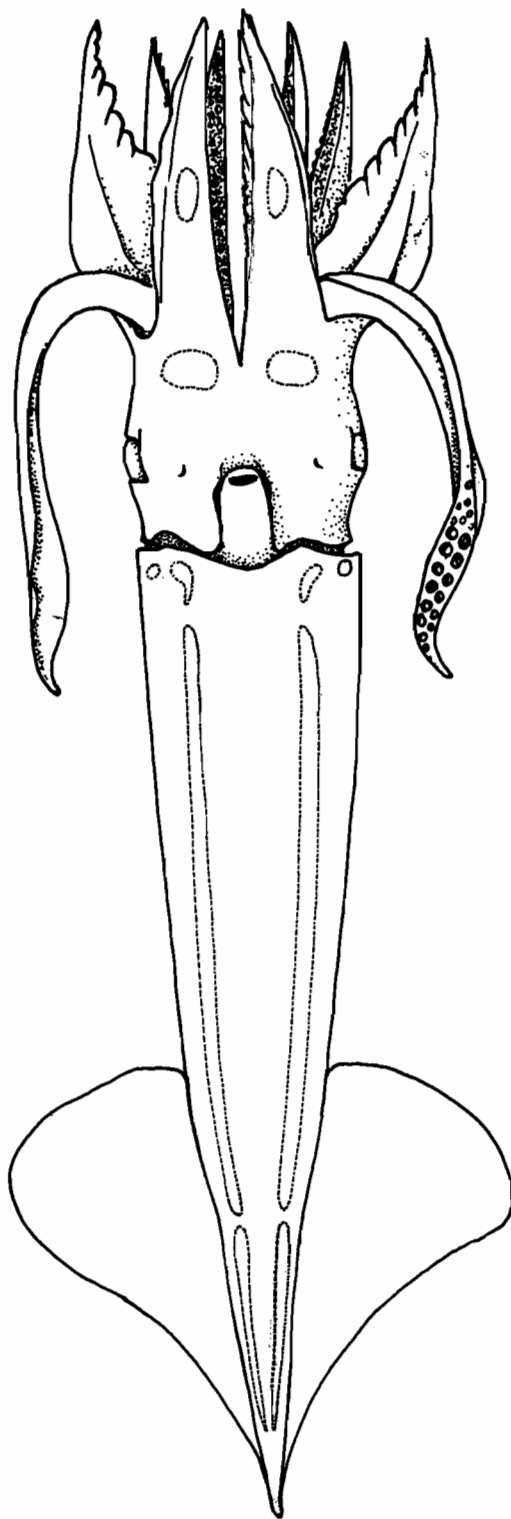


Fig. 1. — *Symplectoteuthis luminosa* d'après OKADA 1927.

Sept exemplaires de cet *Ommastrephidae*, en bon état relatif, furent trouvés dans les estomacs d'*Alepisaurus*. Leur description correspond bien à celles minutieuses de PFEFFER (1912) et de SASAKI (1929) en dehors de quelques points particuliers qui seront notés plus loin. Les six plus grands échantillons étaient des adultes (3 ♂, 3 ♀) possédant des spermatophores, dont certains engagés dans le siphon, et des ovules paraissant sur le point d'être pondus.

TABLEAU I

Mensurations relatives en % de la longueur dorsale du manteau exprimée en millimètres de *Hyaloteuthis pelagica*

N° échantillon	23b	23a	64	40	34	82	33	Adam 1957	Sasaki 1929	
LM.....	38	50	50	60	61	63	67	49	71	50
IM.....	29	26	20	18,4	21,4	20,6	20,8	19,4	20,0	36
LN.....	29	36	34	33,4	37,6	36,5	33,6	36,0	36,6	30
IN.....	50	64	44	50,0	50,7	57,0	50,7	47,0	55,0	50
I.....	26,4	32	25	24,2	29,5	27,0	29,8		31,0	
II.....	31,6	36	26	27,5	32,8	32,6	35,0	24	35,0	
III.....	31,6	36	26	27,5	31,2	32,6	35,0	à	32,4	
IV.....	31,6	40	28	27,5	31,2	33,4	34,4	27	37,6	46
Lt.....	—	70	52	50	54	62	52,5	45	54	—
Lm.....	—	18	19	15	16,4	15,9	20,8	16,4	16,9	—
									18,3	
Sexe.....	Indet	♂	♂	♀	♂	♀	♀	♀	♀	♀

Le manteau est allongé, presque cylindrique, s'amincissant à la partie postérieure au-dessous de la nageoire. Le bord palléal dorsal antérieur est à peine marqué par la légère pointe du gladius, le bord ventral légèrement encoché est muni de deux pointes latérales au siphon. La face ventrale du manteau porte les 19 taches blanches ovales caractéristiques de l'espèce, disposées par paires symétriques, sauf la terminale impaire. Les nageoires sont petites, mesurant environ le tiers de la longueur du manteau, et leur largeur atteint la moitié de cette longueur. Elles sont terminales, avec un bord antérieur légèrement convexe, un bord postérieur droit très légèrement concave, et leur pointe est médiane. La tête a la même largeur que l'ouverture palléale, sa face ventrale est fortement encochée par la gouttière siphonale qui présente des bordures minces. La foveola montre une mince membrane transversale, surmontée d'une dizaine de plis longitudinaux. Ce nombre correspondant à celui donné par ADAM, est plus élevé que celui indiqué par SASAKI (7) ; de même, comme ADAM, je n'ai pu voir les poches latérales mentionnées par l'auteur japonais. La région nucale ne porte que les trois plis latéraux signalés par les auteurs sans aucune autre formation. Les yeux assez grands présentent un sinus bien marqué au niveau de l'intervalle du troisième et quatrième bras. Deux taches blanches sont visibles à la base des bras ventraux.

Le siphon est fort, arrivant vers le centre de la tête. Je n'ai pu retrouver sur les divers exemplaires la disposition des plaques de l'organe du siphon, seule la tache en V inversé pouvait se distinguer avec difficulté. De même, les adducteurs ne m'ont pas paru être pairs et je n'ai rencontré qu'une seule bande musculaire latérale. Les cartilages de fermeture du manteau et du siphon sont parfaitement identiques à ceux décrits et figurés par SASAKI.

Les bras ont sensiblement la même longueur, en dehors des dorsaux nettement plus courts, ils mesurent environ le tiers de la longueur dorsale du manteau. Les bras dorsaux possèdent des membranes de protection basses munies de pointes au niveau des ventouses, la base de ces renforcements de la membrane étant proche ou confondue avec la base des pédoncules des ventouses. Cette disposition se retrouve sur tous les bras et nous le verrons, de façon beaucoup plus affirmée sur la massue tentaculaire. La membrane natatoire est peu développée.

Bras dorso-latéraux avec membranes natales basses, mieux développées du côté ventral.

Membranes de protection assez développées, ventrale plus haute que la dorsale, avec trabécules de soutien au niveau des ventouses, quelques-unes des ventouses du rang ventral sont, comme le signale SASAKI, un peu plus volumineuses que leurs symétriques dorsales.

Bras ventro-latéraux bien carénés latéralement, membrane de protection dorsale normalement développée, ventrale très haute, munie de longs trabécules à bases jointives avec celles des pédoncules des ventouses.

Bras ventraux à membrane de protection et natatoire basses. Je n'ai pu retrouver les taches d'apparence lumineuses signalées par ADAM sur le tiers et les deux-tiers des bras ventraux. La membrane buccale et les attaches des piliers aux bras sont conformes aux descriptions.

Les tentacules possèdent un pédoncule plus ou moins aplati, à face orale plate limitée par une nette bordure. Membrane natatoire de la massue bien développée (fig. 3 a-6 A). Jusqu'à la parution de l'ouvrage de SASAKI (1929, p. 297) aucune description de l'organisation de la massue n'a été faite. PFEFFER (1912) ne put en donner aucun détail ne disposant que d'échantillons sans tentacules. ADAM (1957) ne peut non plus apporter de faits nouveaux, l'état de son matériel ne le lui permettant pas.

Nos exemplaires présentent pourtant une disposition particulière des ventouses latérales, visible chez tous nos échantillons tant mâles que femelles et non signalée par l'auteur japonais.

La massue est un peu plus large que le pédoncule, mais paraît plus élargie par le passage du côté ventral de la membrane natatoire externe qui la sous-tend jusqu'à son extrémité.

La disposition générale de l'appareil de fixation comprenant : ventouses carpaies avec boutons de fixation, ventouses palmaires et ventouses distales, correspond bien à la description de SASAKI et le nombre de ventouses mentionné pour chacune de ces catégories correspond parfaitement. Nous trouvons en général, 4 à 5 petites ventouses carpaies ainsi que 2 à 3 boutons mous, puis 6 rangées obliques de 4 ventouses formant la région palmaire, les ventouses médianes étant très grosses, principalement celles des 4 rangées médianes. Les ventouses latérales montrent une disposition non encore signalée. Sur tous nos exemplaires elles sont portées sur les trabécules de renforcement des membranes de protection, qui, très basses au niveau de grosses ventouses se divisent en deux lobes de part et d'autre de la petite ventouse latérale, les lobes fournis par la membrane ventrale ont leurs angles externes arrondis (fig. 3 d) alors qu'ils sont pointus et étendus sur ceux du bord dorsal (fig. 3 c). Le « pédoncule-trabécule » prend naissance près du milieu de la paume de la massue sur la crête séparant les cupules hémisphériques logeant les grosses ventouses médianes ; ces dernières sont disposées en quinconce de part et d'autre de la ligne médiane et l'obliquité des rangées conduit à l'opposition d'une grosse ventouse médiane à une petite marginale du rang inférieur ou supérieur (fig. 3 b).

La partie distale de la massue porte une quinzaine de rangées obliques de 4 ventouses dont les 2 ventrales sont beaucoup plus petites que les 2 dorsales. Les membranes de protection disparaissant dès le début des séries à 4 rangs, toutes les ventouses deviennent normalement pédonculées et la membrane ventrale retrouve ses trabécules et son intégrité.

La région apicale possède 4 à 5 séries de 4 très petites ventouses de taille identique.

Les cercles cornés des ventouses, attaqués par les sucs digestifs du prédateur ne présentent plus sur nos échantillons qu'une garniture de denticules confuse et non descriptible.

Il est étonnant qu'une disposition aussi particulière des ventouses médio-latérales ait échappé à un descripteur aussi soigneux que SASAKI qui signale avoir eu à sa disposition, à l'avantage de tous les autres spécialistes antérieurs ou plus récents, un matériel en bon état et « très bien conservé ».

Il signale en début de description (p. 286) que l'échantillon en meilleur état se trouve être le plus grand (71 mm LM). Or, nos exemplaires sont tous de taille inférieure (maximum : 67 mm) bien que parfaitement adultes. Il se pourrait donc que ce caractère, non mentionné par SASAKI ne soit parfaitement visible que chez les animaux jeunes, jusqu'à un certain stade de maturité et qu'il s'estompe chez les individus ayant atteint leur complet développement, ne restant perceptible que pour un observateur prévenu.

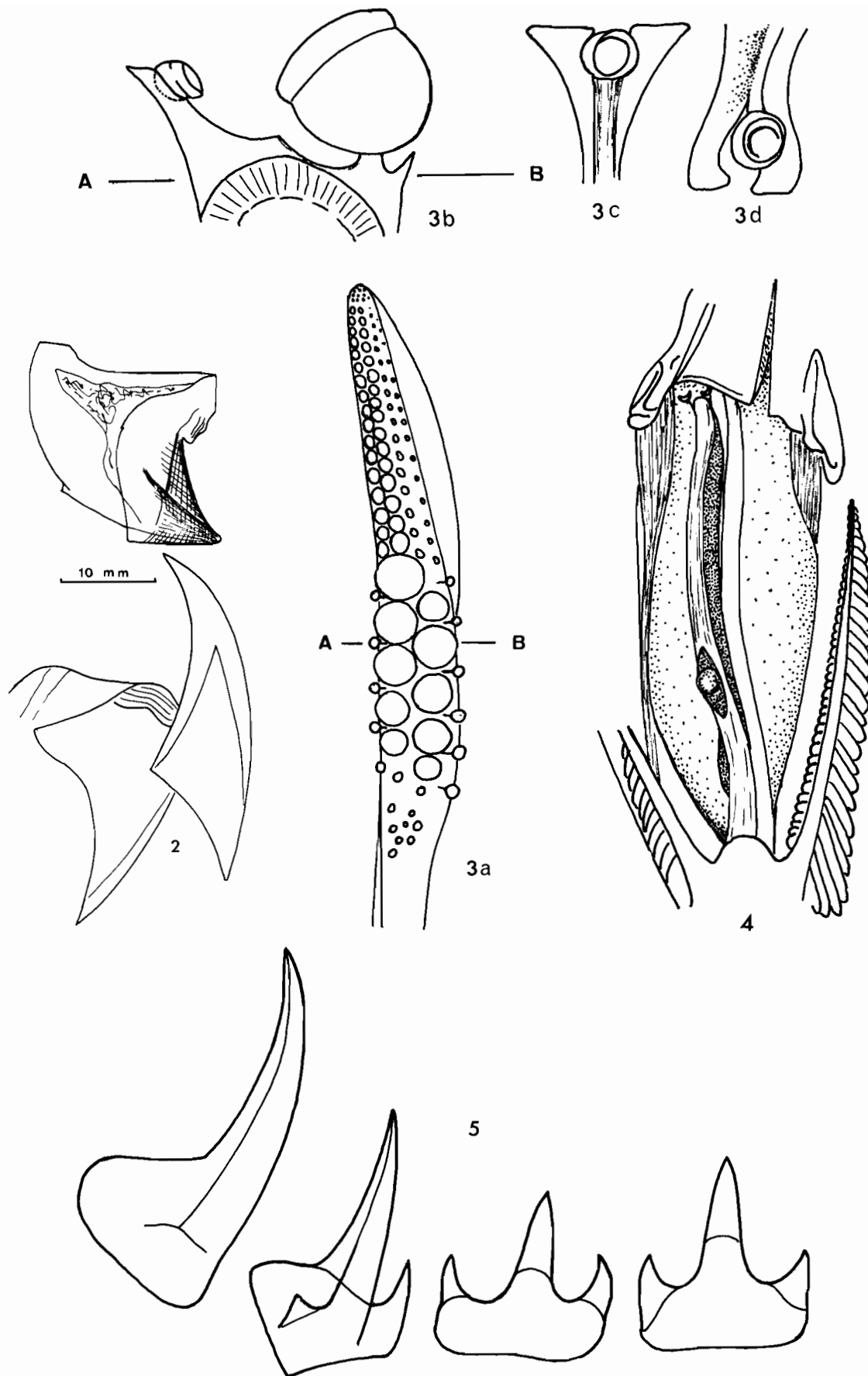


Fig. 2. — *Hyaloteuthis pelagica*, Bec.

Fig. 3. — *Hyaloteuthis pelagica*: a) Schéma de la massue; b) coupe de la massue montrant la disposition des ventouses latérales; c) ventouse latérale dorsale; d) ventouse latérale ventrale.

Fig. 4. — *Hyaloteuthis pelagica*, organe lumineux viscéral.

Fig. 5. — *Hyaloteuthis pelagica*, radula.

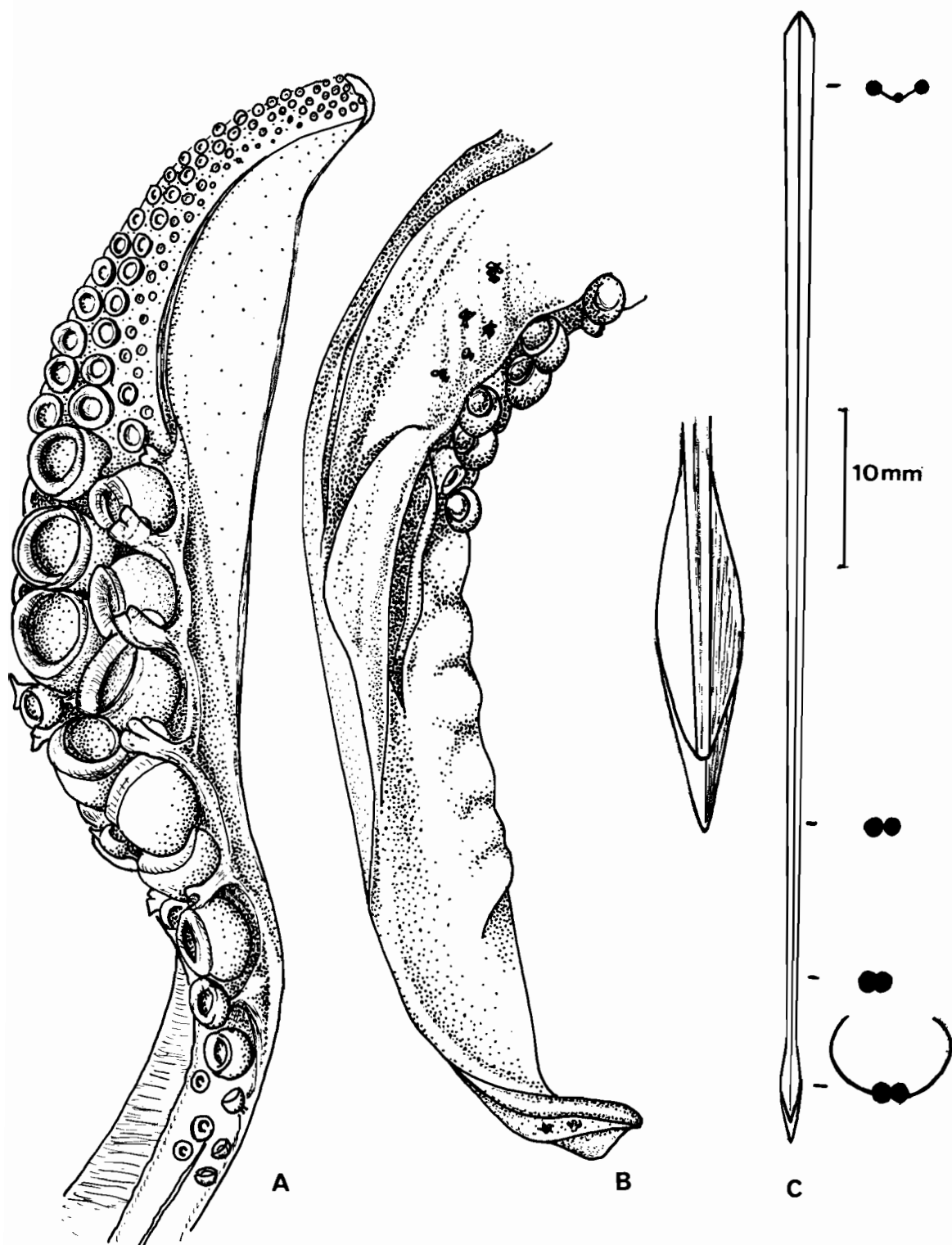


Fig. 6. — *Hyaloleuthis pelagica*: a) Massue du tentacule gauche ; b) extrémité du bras hectocotyle ; c) gladius.

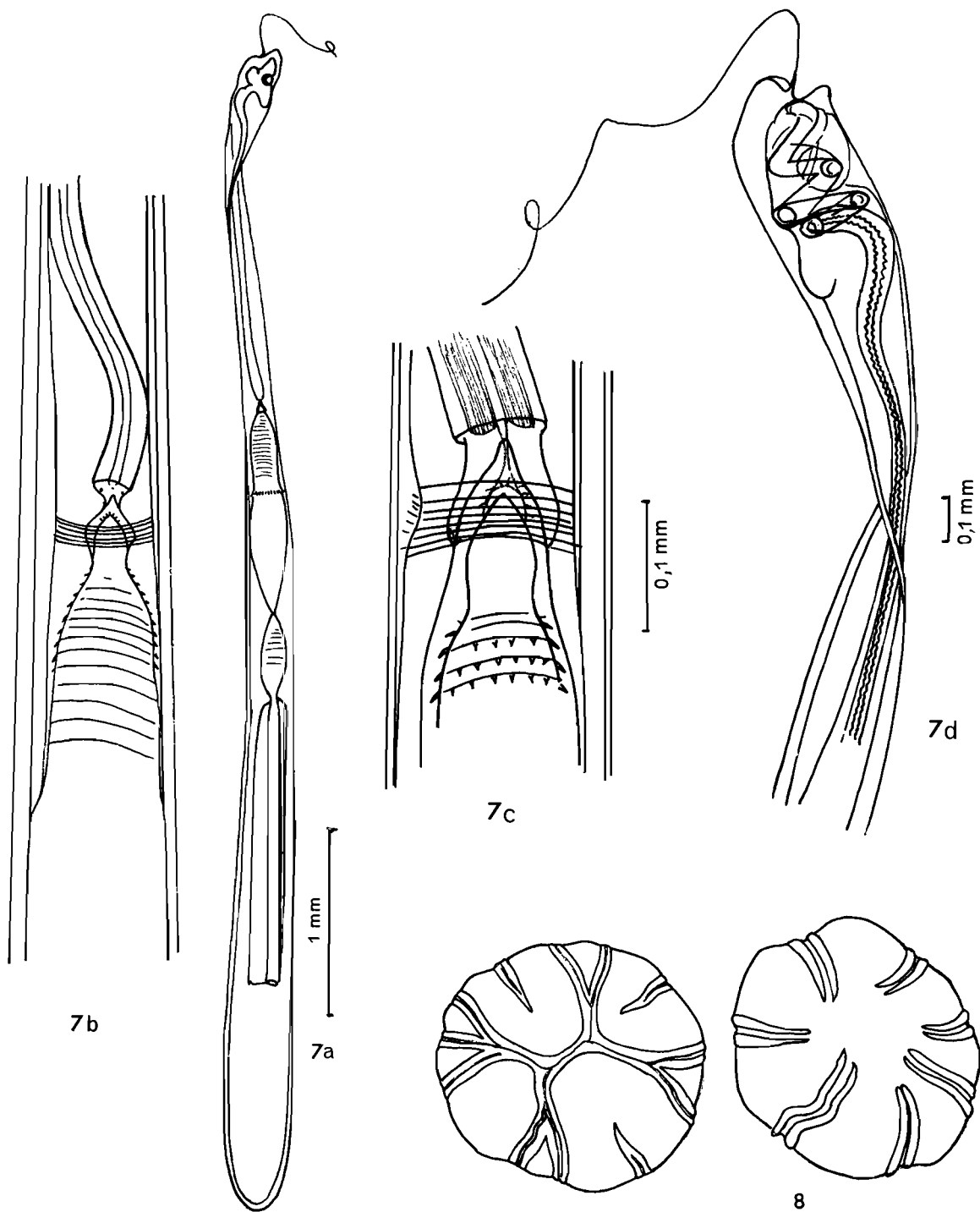


Fig. 7. — *Hyaloteuthis pelagica*: a) spermatophore; b-c) région médiane; d) région apicale.

Fig. 8. — *Hyaloteuthis pelagica*, ovules.

Hectocotyle (fig. 6 B). A ma connaissance seul PFEFFER fait mention de l'hectocotylisation du bras ventral droit (je n'ai pu consulter les travaux de POSSELT (1890) et de STEENSTRUP (1880)).

Il est légèrement plus long et plus épais que l'autre bras ventral. Sa moitié proximale est identique à son homologue gauche et porte dorsalement une gouttière formée par un repli provenant du bras supérieur qui a contourné la base du tentacule ; ce repli représentant la membrane natatoire parcourt le bras sur la moitié de la longueur. La moitié distale du bras est entièrement dépourvue de ventouse, il n'en subsiste que les bourrelets basaux, médians sur la surface orale du bras qui se termine par une lame plate, pointue et souple. Au niveau de la zone de disparition des ventouses, un repli semi-lunaire ventral prend naissance au-dessous de la membrane protectrice et vient s'accoler au repli ventral principal. La membrane ventrale protectrice des ventouses s'arrête à ce niveau après avoir donné un bourrelet plus important. La membrane protectrice ventrale peu développée le long de la moitié distale du bras, disparaît sur la partie dénudée.

Organe lumineux intrapalléal (fig. 4).

Outre les organes lumineux externes, il faut signaler dans la cavité palléale, la présence d'un organe clair, arrondi, situé entre la poche du noir et le rectum, aux deux-tiers postérieurs environ de la masse intestinale.

ROPER (1963) signale la présence de 2 photophores intestinaux chez *Ommastrephes pteropus* ainsi que chez *Dosidiscus gigas* et *Symplectoteuthis oualaniensis*, le cas d'*Ornithoteuthis* étant mis à part. Le manque de matériel n'a pu permettre à cet auteur de compléter sa liste par *Hyaloteuthis pelagica* pour examiner la sous-famille des *Stenoteuthinae* dans la totalité de ses genres. Notre matériel permet de combler en partie cette lacune, car, chez aucun des 7 animaux examinés je n'ai trouvé trace de l'organe lumineux anal qui semble avoir disparu.

Gladius de forme classique d'*Ommastrephidae* (fig. 6 c) très mince, allant en se rétrécissant du bord palléal antérieur à la formation du cône. Le rachis est formé, à la partie antérieure par 3 côtes cylindriques brunes, deux latérales, une médiane plus fine, unies par une lame transparente. Au niveau du cuilleron le rapprochement des côtes est tel qu'il y a coalescence des nervures latérales. Le cône est très petit, faible et mou. Il est précédé par un cornet ouvert formé par les ailes latérales légèrement teintées, repliées, et soudées à la partie postérieure.

Radula (fig. 5). Dent rachidienne moyenne, à cuspidés latérales légèrement crochues en dedans, admédianes légèrement dissymétriques, à cuspidé centrale penchée vers la rachidienne, cuspidés latérales crochues. Première latérale de section triangulaire munie d'un talon possédant une forte cuspidé aiguë vers l'intérieur de la radula et un petit processus externe ayant l'apparence d'une cuspidé avortée. Seconde latérale courbe, triangulaire en section.

La structure de la première latérale est constante sur toute la radula depuis les dents nouvellement formées, jusqu'aux dents fonctionnelles.

Mandibules (fig. 2). Supérieure pointue, faisant un angle aigu avec l'épaule marqué par un dépôt corné, arrondi extérieurement, en accolade intérieurement. Parois latérales colorées sur la moitié de leur surface.

Inférieure pointue, brun foncé presque noir, bord tranchant latéral possédant une surface triangulaire plus claire bordée de noir en avant et en arrière ; cette surface paraît quadrillée par des stries se recoupant à angle droit. Épaule bien marqué, coloration des parois latérales sur près de la moitié de la surface.

Les ovules intra-ovariens (fig. 8) sont relativement gros (0,9 mm en moyenne de diamètre) légèrement contractés sur l'échantillon et ne présentant pas une forme parfaitement sphérique. Leur surface est ornée de lignes sinueuses doubles présentant l'aspect des bandes ciliées des *Clénaires*, unies à un pôle en un réseau de 4 bandes divergentes, qui se subdivisent en 2 ou 3 branches dirigées vers le pôle opposé ; d'autres bandes ne semblant pas unies aux précédentes s'ajoutent parallèlement. Elles s'arrêtent toutes à une certaine distance du pôle laissant ainsi une plage

circulaire lisse libre de toute figure. Chaque bande est divisée par un sillon médian qui en épouse toutes les sinuosités.

Spermatophores (fig. 7 et pl. 3, fig. 2). Rencontrés nombreux dans la poche de Needham et dans les voies génitales du ♂ n° 34. Leur longueur totale est de 7 millimètres ; aplatis et de couleur brun-jaunâtre, ils présentent une poche spermatique arrondie en arrière occupant un peu moins de la moitié de leur longueur. Ce réservoir est pénétré par un tube sensiblement de même diamètre, en relation avec une ampoule ovalaire par son extrémité antérieure. L'ampoule est en communication avec l'appareil éjaculateur par un fin canal enroulé en une spirale sur les pièces en bon état. La partie antérieure de cet appareil, très brune, se termine par une pointe ogivale revêtue d'une coiffe plus foncée et pointue placée à l'entrée du canal antérieur (fig. 7 c). Le corps de la pièce principale est strié de fines couronnes denticulées ; les denticules, très pointus et recourbés en arrière ne sont nettement visibles que sur les parties latérales, les faces supérieure et inférieure ne se distinguant que par des lignes plus ou moins parallèles. Je n'ai pu me rendre compte si les rangées de denticules étaient spirales ou séparées.

Le canal éjaculateur est assez court (environ un tiers de la longueur totale) et sa lumière présente de fines denticulations probablement rangées en spirales. Sa partie terminale est pelotonnée en une masse translucide assez confuse. L'étui se prolonge par un assez long filament enchevêtré avec celui des autres spermatophores.

En conclusion, les échantillons en provenance du Pacifique Sud présentent avec les descriptions antérieures quelques points mineurs divergents non relevés, comme l'absence de poches latérales et le nombre élevé de plis de la foveola, l'absence de taches lumineuses sur les bras ventraux, la description de l'organe du siphon. Par contre, il est signalé la présence d'un organe lumineux viscéral, présence habituelle dans la sous-famille ; sont décrits les ovules intra-ovariens mûrs ainsi que les spermatophores et le gladius. La disposition des ventouses latérales présente un arrangement très particulier dont la nouveauté ne relève probablement que d'une différence de taille entre les divers animaux décrits en bon état. Il me paraît certain que nos échantillons appartiennent bien à l'espèce habituellement désignée sous ce nom.

3. Genre *Ornithoteuthis*

— *Ornithoteuthis volatilis* (SASAKI 1915) (fig. 9-11).

ORIGINE DU MATÉRIEL: n° 4 : LM 50 mm, (23°05 S-162°20 E) ;
n° 67 : LM 77 mm, (22°00 S-164°43 E) ;
n° 78 : LM 80 mm, (20°44 S-167°35 E).

Des trois échantillons, seul le plus grand est en bon état, en dehors des cercles cornés ayant gonflé sous l'action des suc digestifs et ne permettant aucune étude des denticules. Ce genre a déjà été signalé par Voss (1967) de l'estomac d'*Alepisaurus ferox* en Afrique du Sud (*Ornithoteuthis* sp.).

Le corps est allongé diminuant rapidement vers l'arrière pour se terminer par une sorte de queue arrondie et souple. Ce rétrécissement est beaucoup moins marqué que chez les individus de plus grande taille figurés par les auteurs, et nous rencontrons encore ici, en avant des nageoires, une partie antérieure du manteau un peu plus cylindrique. Le bord ventral de l'ouverture palléale est sinueux, sans échancrure nettement marquée ni pointes ou languettes, le bord dorsal est également sinueux avec l'extrémité du gladius à peine indiquée.

Les nageoires, lancéolées, ont leur plus grande largeur vers leur tiers antérieur qui est convexe, auriculé au contact du corps, leur bord postérieur est très concave. Leur extrémité postérieure suit la pointe du corps jusqu'à son extrémité qu'elle contourne sous forme d'une ligne de discontinuité délimitant la face dorsale de la ventrale.

La tête est quadrangulaire, plate sur le dessus et le dessous. La région nucale est munie de 3 crêtes longitudinales courtes et élevées, réunies entre elles en arrière. La plus ventrale est placée au niveau de la gouttière siphonale, la médiane en arrière de l'œil et la supérieure au niveau

supérieur du globe oculaire. Les deux crêtes supérieures sont réunies par une mince arête bordant l'arrière de la tête.

L'ouverture oculaire est pourvue d'une paupière verticale et en avant, d'un fort sinus situé un peu en dessous de la ligne médiane de l'œil. Un organe lumineux blanc bien délimité, prolongé en arrière par une plage également blanche peut se voir sur la face inférieure du globe oculaire, tourné légèrement vers l'intérieur de l'orbite. Deux petites fenêtres épidermiques sont visibles au-dessus et au-dessous du globe oculaire, placées un peu latéralement.

Le siphon est robuste, arrivant vers le milieu de la tête ; son intérieur laisse voir un organe siphonal classique semblable à celui figuré par les auteurs. La gouttière siphonale profonde, à bords bien délimités est pourvue d'une foveola. Sur l'exemplaire n° 78 en parfait état, nous avons pu reconnaître une bandelette transverse, de hauteur presque égale sur toute la longueur, barrant le haut de la gouttière, 8 plis assez faiblement marqués peuvent être comptés dans la partie supérieure. Aucune poche accessoire n'a pu être mise en évidence. L'état de conservation des 2 autres spécimens n'a permis aucune observation complémentaire. Les bras sont robustes, assez peu déliés à leur extrémité, peu différents en longueur. Nos trois échantillons donnent comme formule : 1.4.2.3. Les bras 1 ont leur base aplatie dorsalement puis s'arrondissent ensuite, sans membrane natatoire. Les membranes de protection sont très hautes des 2 côtés et recouvrent les ventouses, elles sont munies de trabécules. Les bras 2 sont forts, s'appointant brusquement à leur extrémité. La membrane natatoire ventrale prend naissance sur la face dorsale du bras 3. Les membranes de protection sont plus basses, échancrées au niveau des plus grosses ventouses et sont munies de piliers. Bras 3 arrondis à la base, la membrane natatoire se développe dès le tiers inférieur du bras et diminue à nouveau jusqu'à l'extrémité prenant ainsi une forme triangulaire. La membrane de protection verticale est très développée, bien plus haute que les ventouses. Les trabécules de soutien l'élargissent longitudinalement à leur sommet donnant une allure ondulée au bord de la membrane. La membrane dorsale est de hauteur moyenne. Bras 4 de section triangulaire avec membrane natatoire dorsale, et membrane de protection moyenne.

Le pédoncule tentaculaire, un peu aplati, possède depuis sa base une crête longitudinale passant sur le dos de la massue pour se terminer par un élargissement transversal au niveau des petites ventouses apicales.

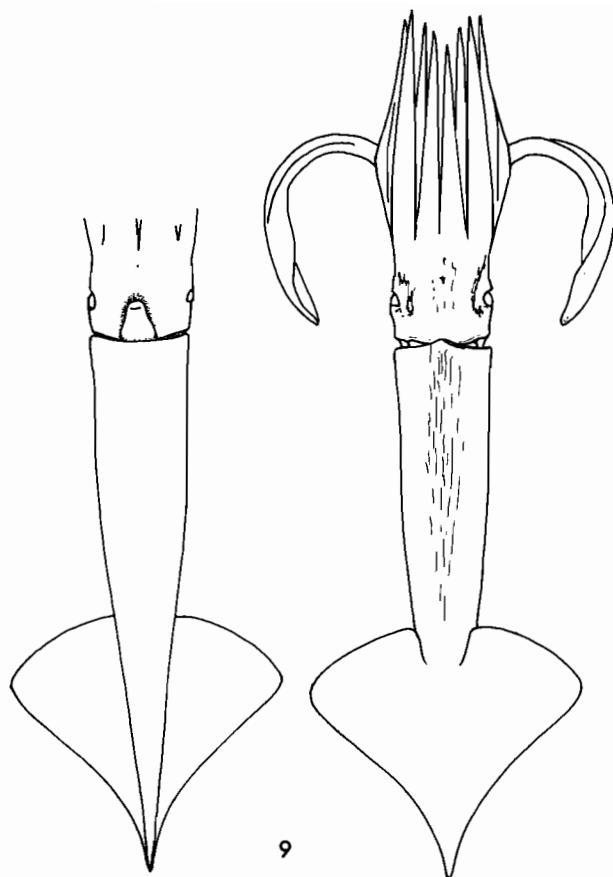
La face orale du pédoncule montre un champ plat, bordé de deux crêtes latérales se poursuivant sur la moitié de sa longueur et parsemé selon les individus de 3 à 5 groupes de 2 petites ventouses.

La massue (fig. 11), peu large, compte après les groupes de 2 ventouses, 7 rangées obliques de 4 ventouses palmaires, parmi lesquelles les 2 médianes sont beaucoup plus grosses que les latérales. La partie distale de la massue brusquement resserrée porte de 22 à 25 rangs de 4 petites ventouses, les ventrales étant les plus petites et leur alignement plus confus.

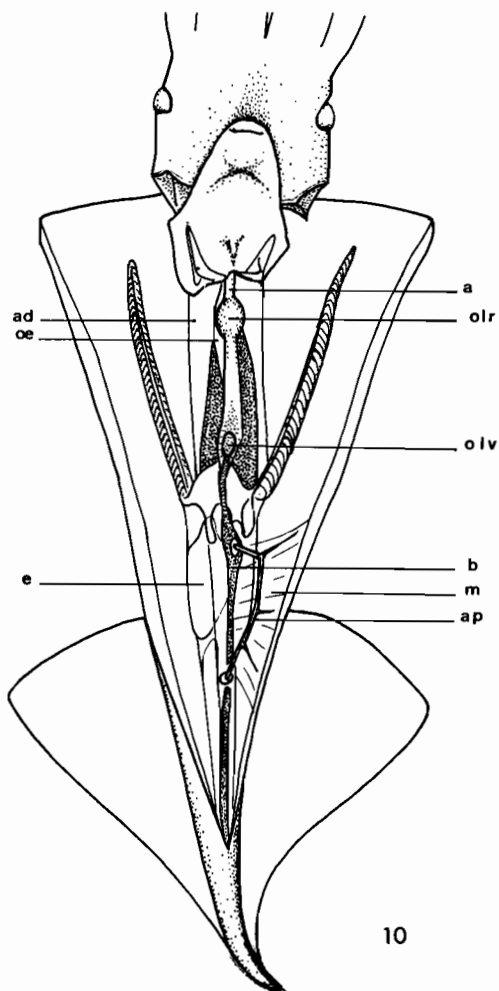
Les membranes de protection qui bordent la massue sont soutenues par des piliers doubles, issus de la base du pédoncule des ventouses latérales et encadrant cette ventouse. Disposition qui n'est pas sans rappeler les 2 lobes latéraux remarqués chez *Hyaloteuthis*.

TABLEAU II
Dimensions relatives chez *Ornithoteuthis volatilis*.

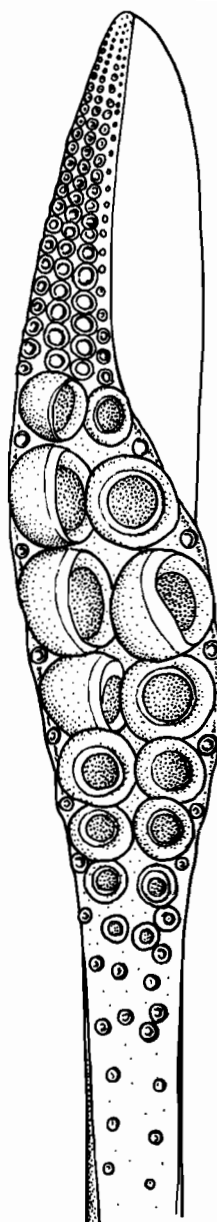
N°	4	67	78
LM (mm).....	50	77	80
IM.....	26	20,8	20
LN.....	40	52	50
IN.....	42	49	52,5
I.....	36	36	35
II.....	48	44	45
III.....	44	45	42,5
IV.....	36	37,6	40
Lt.....	70	74	81
Lm.....	30	31	31,2



9



10



11

Fig. 9. — *Ornithoteuthis volatilis*,
LM 80 mm.

Fig. 10. — *Ornithoteuthis volatilis*, cavité
viscérale : a-anus ; ad-muscle rétracteur
du siphon ; ap-artère postérieure ; b-bande
cuivrée ; m-membrane mésentérique ; e-
estomac ; œ-œsophage ; olr-organe lumi-
neux rectal ; olv-organe lumineux ventral.

Fig. 11. — *Ornithoteuthis volatilis*, massue
du tentacule gauche.

La cavité palléale de nos échantillons montre un appareil lumineux caractéristique semblable à celui décrit par OKADA (1927) et VOSS (1957) (fig. 10). Un organe, présumé photogène, ovale, de couleur cuivrée, se remarque sur le rectum au-dessus de l'embranchement des branchies. Un tissu de même couleur dorée cuivrée l'enveloppe et se prolonge vers l'arrière par une bande qui passe au-dessus de la région cardiaque, laisse une ouverture ovale par laquelle passe l'artère postérieure ; au-dessous du niveau des branchies, cette bande se continue vers l'arrière, assez étroite, s'interrompt à nouveau postérieurement à l'estomac pour laisser l'artère postérieure pénétrer à nouveau dorsalement au niveau des gonades indifférenciées et se poursuit jusque dans l'extrême pointe postérieure du corps.

Il a été également signalé un organe lumineux anal (Voss, 1957) chez *O. antillarum*, organe non signalé chez *O. volatilis* du Japon par les auteurs. Or, il a été montré (ROPER chez *Ommastrephes pleropus*) que la plupart des *Ommastrephidae* possèdent des organes lumineux viscéraux, notamment anaux dans leur premier âge, ces organes étant masqués au cours du développement. Nos échantillons de petite taille présentent bien un très gros organe lumineux pré-anal sous forme d'une boule brillante enveloppée par le tégument qui revêt tout le rectum et le soude à la masse de la glande digestive. Il est très probable qu'au cours du développement cet organe anal régresse et se trouve masqué par l'accroissement des organes. La forme moins allongée du manteau que nous trouvons chez nos échantillons en comparaison des figures publiées, provient sans doute également de l'état juvénile de nos échantillons et l'absence de toute conservation des denticules des ventouses ne nous permet pas une comparaison plus poussée.

L'appartenance spécifique de nos échantillons ne peut être donnée que par les conditions géographiques, elle reste bien entendu sujette à modification au cas où une nouvelle espèce adulte d'*Ornithoteuthis* viendrait à être décrite du Pacifique Sud.

2. — Famille ONYCHOTEUTHIDAE.

C'est, après la famille des *Enoploteuthidae*, celle qui est le plus largement représentée dans les estomacs d'*Alepisaurus*. De toutes façons, de par leur taille et leur volume, ils occupent la plus grande place dans l'alimentation de ces Poissons.

Sur les 6 genres d'*Onychoteuthidae* connus, 4 ont été relevés dans les contenus stomacaux et il est probable que seule la taille limitée des Poissons a contribué à échantillonner les tailles et les espèces de Céphalopodes.

Sur les 4 genres, l'un est nouveau pour le Pacifique, l'autre très peu commun, et les deux autres renferment soit deux espèces nouvelles soit des animaux de statut incertain.

Il serait très souhaitable que cette famille, très importante du point de vue chaîne alimentaire, soit étudiée avec soin et avec les moyens voulus.

1. Genre *Onychia* Lesueur, 1821

— *Onychia* sp. (fig. 12-16).

ORIGINE DU MATÉRIEL :

N° 14 : 27°07 S-178°16 W ; n° 30 : 19°56 S-168°19 E, *Alepisaurus* de 1425 mm ; n° 37 : 15°43 S-166°09 E, *Alepisaurus* de 810 mm ; n° 44 : 21°25 S-173°34 W, tronçonné ; n° 79 : 20°46 S-166°56 E, *Alepisaurus* de 1279 mm, 4,1 kg ; n° 85 : 21°25 S-173°34 W, à demi digéré.

L'aspect de l'animal est massif, ramassé, fortement construit et diffère au premier coup d'œil des *Onychoteuthis* sp. de même taille (ci-après).

Collectés en moins grand nombre, ils se retrouvent dans les mêmes estomacs mélangés aux précédents. La taille est en moyenne plus forte et ils ne se rencontrent que de façon isolée. Le manteau est cylindrique dans sa partie antérieure, se rétrécissant lentement sous les nageoires. Le corps est large, avec une moyenne de 38,5 % de la longueur dorsale du manteau conférant à

cet animal un aspect massif. La marge antérieure dorsale a une éminence à peine marquée par l'extrémité antérieure du gladius, tandis que la marge ventrale est bien encochée, avec deux petites languettes triangulaires de part et d'autre du siphon.

La face dorsale du manteau montre par transparence la carène du gladius, mais de façon beaucoup plus diffuse que chez *Onychoteuthis*. En effet, cette carène est basse, obtuse et ne marque pas l'arrondi de la silhouette palléale. L'épiderme est épais se détachant facilement des muscles sous-jacents en lambeaux blanchâtres.

L'intérieur de la cavité palléale ne montre aucun organe lumineux sur la poche du noir de petite taille, ni sur son conduit.

Les branchies sont relativement courtes et 33 à 35 filaments sont comptés.

Les nageoires sont grandes, largement arrondies en avant et en arrière, avec la pointe latérale légèrement en arrière de la moitié de sa longueur qui est très voisine de la longueur dorsale du manteau (99,2 % en moyenne). Elles sont très larges et atteignent presque la longueur dorsale du manteau (95,8 % en moyenne) qu'elles dépassent chez notre plus gros échantillon. Les angles antérieurs sont largement lobés et se rattachent sub-latéralement au manteau. La marge postérieure s'arrête au niveau de la pointe postérieure du corps ; elle est légèrement flexueuse, avec un infléchissement antérieur au niveau de sa soudure au corps.

L'appareil siphonal est fortement construit. La partie basale très incurvée, concave, possède un bord légèrement ourlé sur le dessus. L'organe siphonal est formé de deux languettes trapézoïdales convergentes sur la face dorsale du siphon, elles occupent toute la longueur de l'appareil parallèlement aux adducteurs du siphon et de deux taches ellipsoïdes symétriques sur la face ventrale ; valvule forte, cartilages siphonaux plus larges en arrière qu'en avant et parcourus par une rainure profonde ouverte sur l'avant et sur l'arrière.

La fossette siphonale est profondément marquée et ses bords sont tranchants. La tête (fig. 13) est large, occupant pratiquement toute l'ouverture palléale ; elle est courte, enfoncée en général jusqu'au bord antérieur de l'œil. Les yeux sont grands ; la partie postérieure de l'ouverture oculaire est presque verticale, tandis que la partie antérieure possède un sinus médian de petite dimension. En arrière de l'œil se trouvent 3 plis longitudinaux reliés entre eux par une membrane transversale donnant à l'ensemble l'aspect d'un ϵ . Le troisième pli inférieur porte l'organe olfactif bien développé. La nuque ne porte aucun pli sur les exemplaires examinés. La tête est courte et le processus palléal dorsal du rachis du gladius arrive pratiquement à la jonction des deux bras dorsaux, si bien que sur un animal fixé, les bras semblent sortir directement de la cavité palléale. La tête étant presque toujours invisible, le cartilage nuchal se prolonge sur sa partie dorsale par deux sillons séparés par une éminence qui se continue jusqu'à la naissance des bras dorsaux.

L'appareil brachial est robuste. Les bras forts en diamètre ont presque ou un peu plus de la moitié de la longueur du manteau. Les bras dorsaux sont arrondis sur leur face supérieure. Ils possèdent des membranes de protection latérales bien développées. Les bras dorso-latéraux ont une membrane de protection dorsale très forte, munie de piliers qui prennent naissance à la base du pédicule des ventouses ; la membrane natatoire est très faible. Les bras ventro-latéraux ont une membrane natatoire assez peu développée et des membranes de protection très fortes, plus hautes que les ventouses et soutenues par des piliers de l'épaisseur des pédicules des ventouses. Les bras ventraux ont une membrane natatoire fortement développée, atteignant la largeur du bras. Les membranes de protection sont assez peu élevées et ne dépassent pas la hauteur des ventouses. Les ventouses brachiales, bisériées, sont globuleuses et légèrement pédiculées. Le bord des anneaux cornés ne présente aucune ornementation : sur les échantillons examinés, ces anneaux sont réduits à l'aspect de disques percés, faisant penser à un écrasement d'une forme plus globuleuse, disques envahissant pratiquement toute la cavité de la ventouse. Cette modification des cercles cornés étant due à l'action des sécrétions stomacales du prédateur. Les tentacules ont un pédoncule cylindrique assez court, mais épais et robuste. La massue (fig. 15) est constituée par un léger élargissement du pédoncule qui fait suite à une surface aplatie légèrement striée trans-

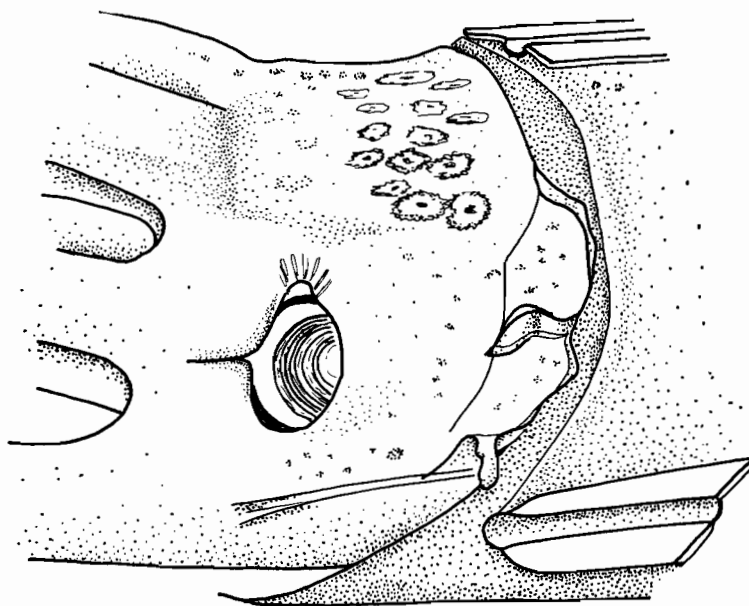
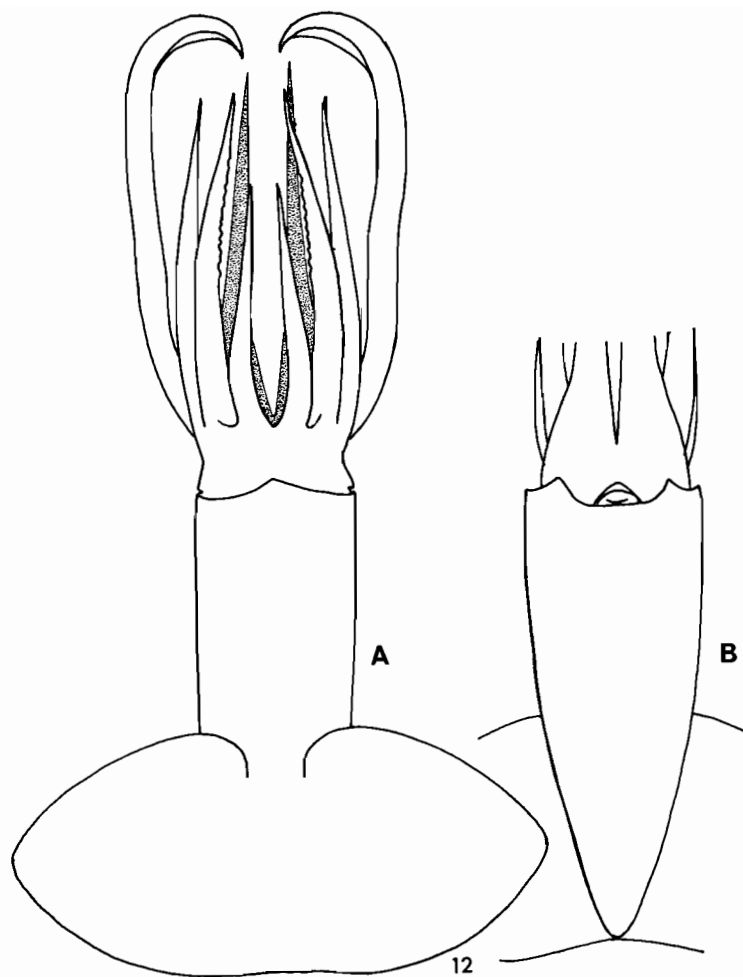


Fig. 12. — *Onychia* sp., LM 87 mm.
 Fig. 13. — *Onychia* sp., région céphalique montrant les plis collaires.

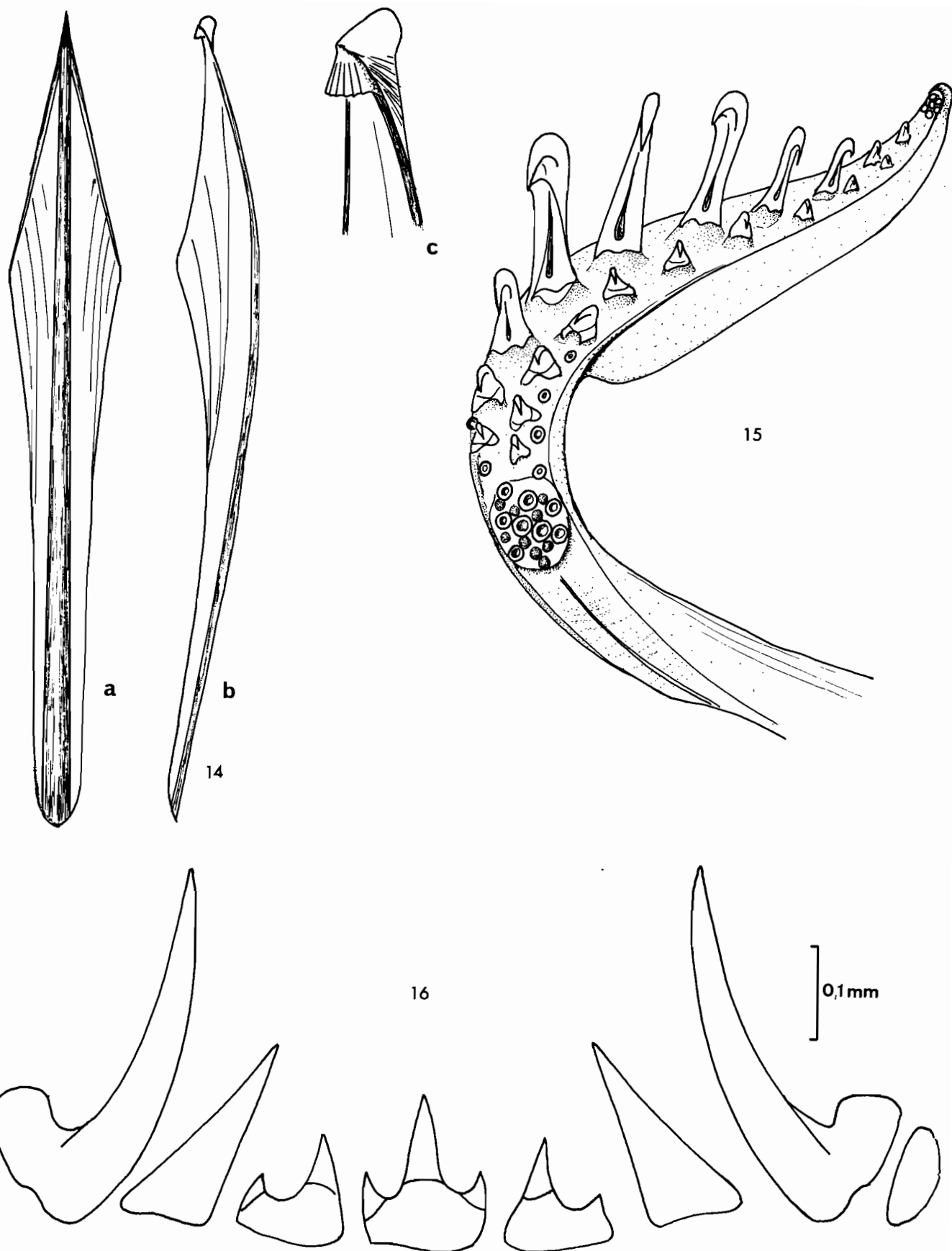


Fig. 14. — *Onychia* sp.: a-b) gladius; c) cône du gladius.

Fig. 15. — *Onychia* sp., massue tentaculaire gauche.

Fig. 16. — *Onychia* sp., radula.

versalement et parcourue par un sillon longitudinal. Elle débute par une pelote carpale bien individualisée composée de 9 ventouses et de 9 boutons charnus correspondants. La partie palmaire comporte 4 rangées de ventouses dont les 2 médianes sont transformées en crochets. Des rangées latérales, seules quelques ventouses subsistent sur tous les échantillons examinés : 5 sur le bord dorsal, 2 sur le bord ventral. Ces petites ventouses sont intercalées avec les crochets disposés diagonalement deux par deux. Les crochets sont au nombre de 11 à 12 dans chaque rangée. L'extrémité apicale du tentacule possède une petite pelote terminale de 9 à 11 petites ventouses.

TABLEAU III

Dimensions des crochets en millimètres. Tentacule gauche : n° 14, LM : 42 mm.

Crochets ventraux.....	0,5-0,7-1,0-1,5-2,5-2,7-1,9-1,8-1,4-0,9-0,5-0,3
Crochets dorsaux.....	0,6-0,8-0,8-0,8-0,9-0,8-0,7-0,7-0,6-0,5-0,45-0,3

Les 2 premières ventouses faisant suite aux crochets sont plus ou moins en voie de transformation selon les individus. La membrane natatoire pratiquement inexistante tout au long du tentacule où elle se remarque vers son extrémité sous forme de bourrelet, se transforme sur les deux tiers terminaux de la massue, sur la face dorsale, en une membrane élevée pouvant se replier sur les crochets et recouvrir la pelote terminale. La région ventrale présente une toute petite membrane de protection, de la hauteur de la base des crochets.

Les membranes buccales au nombre de 7, sont dorsales sur les bras dorsaux et dorso-latéraux et sont ventrales sur les bras ventro-latéraux et ventraux.

Le gladius (fig. 14) diffère considérablement de celui d'*Onycholeuthis*, par l'élargissement de ses deux ailes qui s'ouvrent sur le tiers postérieur.

TABLEAU IV

Mensuration du gladius en millimètres (Espacement des mesures transverses : 8 mm).

0 - 3,2 - 3,5 - 4,0 - 5,9 - 7,2* - 6,4 - 3,5 - 0

Le rachis ne forme pas une arête aiguë, mais se présente comme une carène arrondie lisse dans le sens longitudinal. La partie antérieure qui conserve une largeur presque constante sur les deux tiers de la longueur, possède des bords s'évasant légèrement. La partie postérieure, arquée dans le sens dorso-ventral, projette ses ailes latérales en triangles bien développés et bordés d'un épaississement longitudinal, aboutissement des nervures obliques en provenance du rachis central. Le cône postérieur est très peu développé, très transparent et donne l'impression d'être formé par l'extrémité du rachis recourbé en crochet. La face dorsale apicale porte un processus aplati dans le sens vertical, ayant l'apparence d'un casque de casoar.

La disposition des denticules de la radula (fig. 16) n'est pas sans rappeler celle rencontrée chez *Telronycholeuthis*. On y retrouve en effet, une dent centrale munie de 2 cuspidés latérales fortes, des dents admédianes possédant un ectocone bien développé, des premières latérales longuement triangulaires et des deuxième latérales, longues et arquées munies d'un talon important en rapport avec une plaque accessoire.

Bec inférieur aigu, à bord légèrement incurvé, passant à l'épaule avec un léger angle. Capuchon profond.

Bec supérieur à rostre relativement court, passant à l'épaule par l'intermédiaire d'un processus arrondi important.

* Mesure intermédiaire, à 5,6 mm de la précédente, donnant la plus grande largeur des ailes.

TABLEAU V
Mensurations d'*Onychia* sp. en % de la LM exprimée en m/m.

N°	79	37	30	14	85*
LM.....	87	60	58	42	41
LV.....	88,5	93,5	96,5	93	92,75
IM.....	33	38,4	34,5	43	44
IT.....	28,8	36,7	29,4	35,7	36,6
LN.....	51,7	45	50	50	36,6
IN.....	100,7	96,7	89,5	95,5	97,5
IN1.....	43,6	40	43	40,5	—
IN2.....	28,8	25	22,4	23,8	—
e.....	13,8	16,6	8,65	16,5	—
I.....	57	56	53,5	52,5	56
II.....	69	61,6	57	59,5	78
III.....	65,5	66,5	64	66,75	66
IV.....	67,6	60	64	59,5	75,5
Lt.....	—	95	—	83,5	22
Lm.....	—	38,4	36,2	43	41,5
Br.....	38	—	37	—	—
Sexe.....	♀	♀	♂	indet.	indet.

2. Genre *Onychoteuthis* Lichtenstein, 1818

— *Onychoteuthis* sp. (fig. 17-19).

ORIGINE DU MATÉRIEL :

n° 1 : 1 échantillon (15°43 S-166°09 E) ; n° 3 : 1 (19°56 S-168°19 E) ;
n° 4 : 3 (21°25 S-173°34 W) ; n° 5 : 1 (22°50 S-165°35 E) ; n° 6 : 4 (22°46 S-162°00 E) ;
n° 7 : 1 (22°45 S-162°44 E) ; n° 9 : 2 (22°53 S-164°28 E) ; n° 10 : 5 (23°56 S-165°50 E) ;
n° 11 : 3 (23°42 S-165°20 E) ; n° 12 : 1 (23°01 S-166°09 E) ; n° 13 : 1 (23°01 S-166°09 E) ;
n° 14 : 1 (27°07 N-178°16 W) ; n° 17 : 2 (20°30 S-163°23 E) ; n° 19 : 1 (22°52 S-165°20 E) ;
n° 20 : 1 (22°45 S-165°20 E) ; n° 23 : 1 (22°54 S-164°38 E) ; n° 24 : 1 (22°43 S-165°23 E) ;
n° 28 : 1 (24°22 S-172°33 E) ; n° 42 : 2 (21°25 S-173°34 W) ; n° 44 : 4 (21°25 S-173°34 W) ;
n° 45 : 2 (21°25 S-173°34 W) ; n° 53 : 1 (Lifou) ; n° 61 : 1 (22°35 S-165°47 E) ;
n° 64 : 1 (22°45 S-164°35 E) ; n° 67 : 1 (23°31 S-165°53 E) ; n° 69 : 4 (16°40 S-166°00 E) ;
n° 70 : 4 (24°00 S-166°00 E) ; n° 72 : 5 (22°18 S-164°46 E) ; n° 73 : 2 (19°30 S-133°15 W) ;
n° 76 : 1 (22°53 S-164°28 E) ; n° 81 : 3 (22°53 S-164°28 E) ; n° 82 : 2 (22°57 S-165°00 E) ;
n° 84 : 1 (16°37 S-166°05 E).

La description suivante est basée sur un mâle et une femelle mûrs de 62 mm et 70 mm de longueur dorsale du manteau.

Le manteau est largement fusiforme, avec sa plus grande largeur vers les deux tiers antérieurs, l'ouverture antérieure est très légèrement rétrécie ; marge dorsale formant une avancée importante au-dessus de la partie céphalique qu'elle surplombe à la façon d'un casque (8 à 10 % de LM). La marge ventrale limitée de part et d'autre de la fossette siphonale par une petite languette, est échancrée par un évidement peu profond mais étendu en largeur. Au niveau de la nageoire, le corps se rétrécit assez brusquement sur la face ventrale ; une boursouflure ovalaire que l'on retrouve chez *O. banksi* se remarque sur la face ventrale de l'extrémité terminale du manteau.

* échantillon en mauvais état.

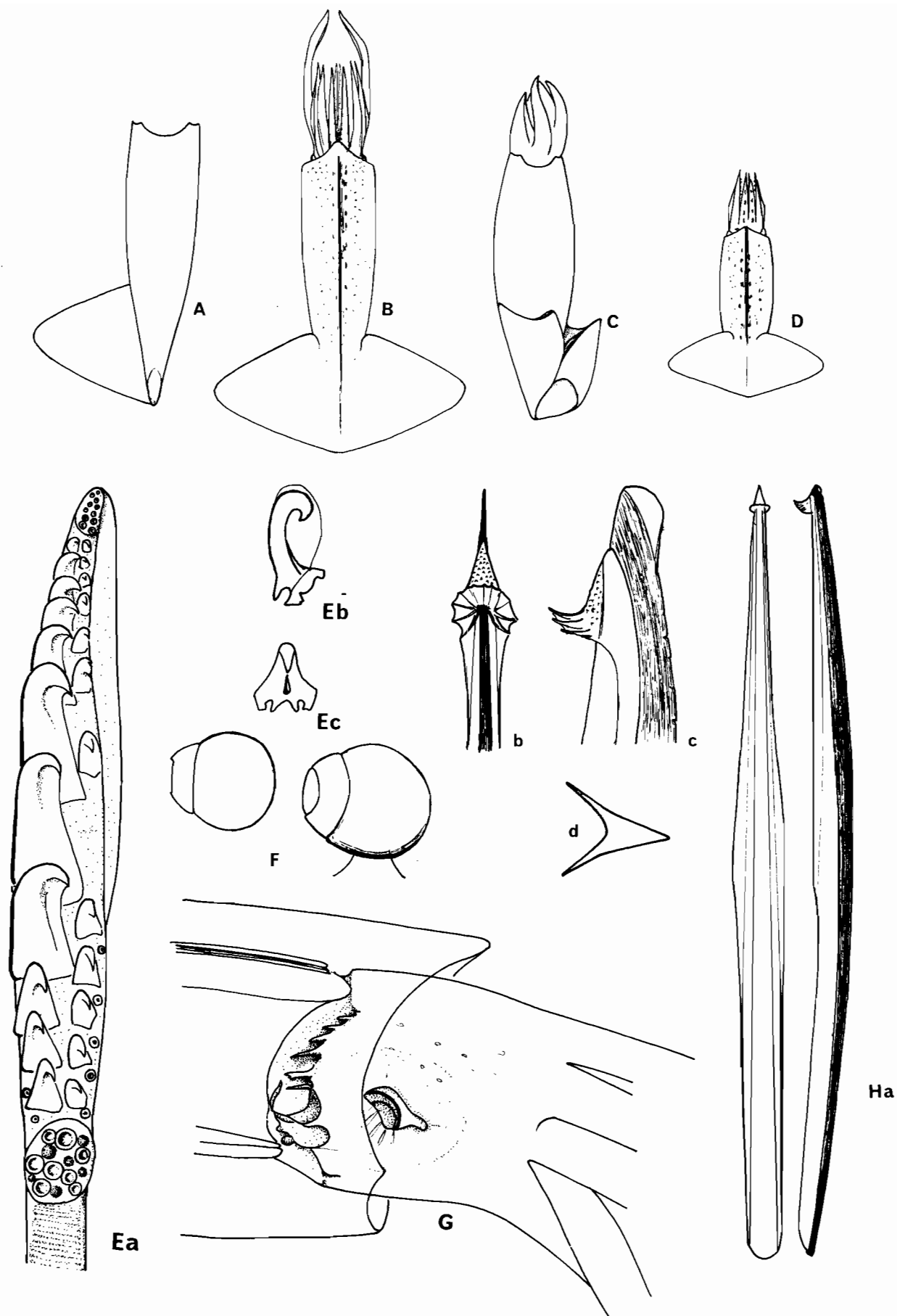
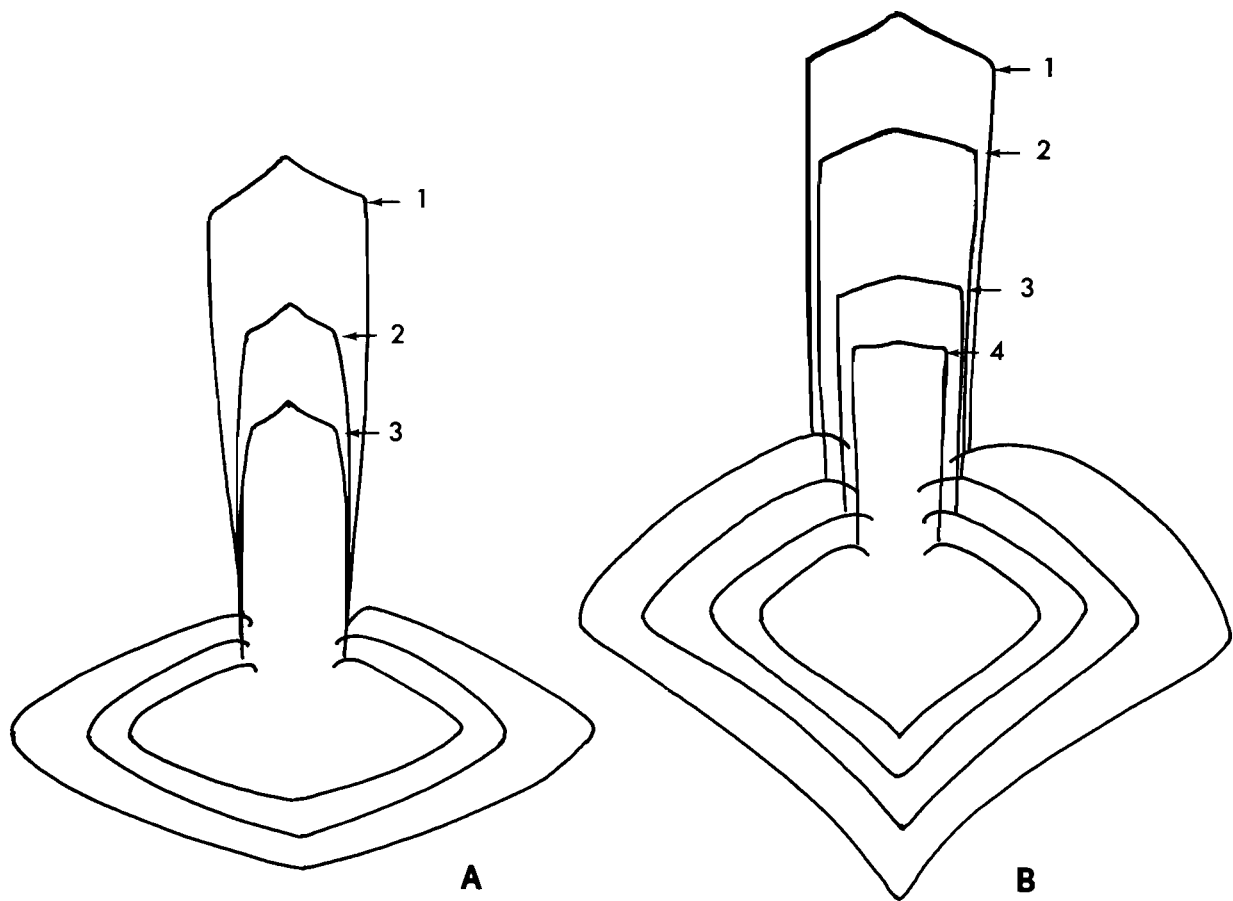
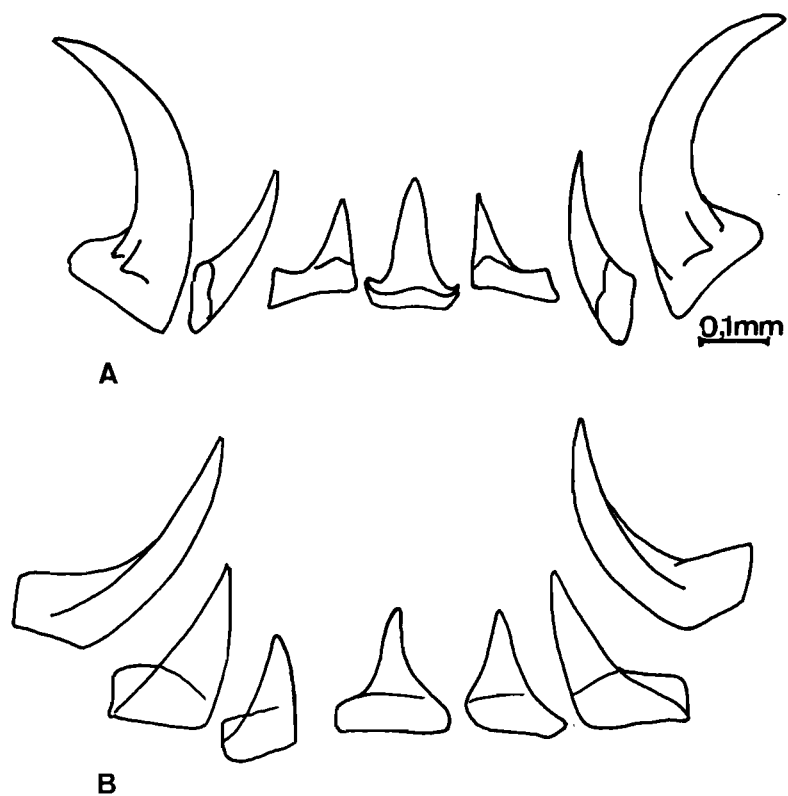


Fig. 17. — *Onychoteuthis* sp.: A) manteau, face ventrale; B) vue dorsale LM 57 mm; C) position de repli des nageoires; D) vue dorsale LM 21 mm; Ea) massue tentaculaire gauche; Eb-c) crochets de la massue; F) ventouses brachiales; G) région céphalique, montrant les plis nucaux; Ha) gladius; Hb-c) cône du gladius; Hd) section du gladius.



18



19

Fig. 18. — *Onychoteuthis* sp.: A) silhouettes d'*Onychoteuthis* sp. de diverses tailles ; B) silhouettes d'*Onychoteuthis banksi*. Golfe de Guinée à la même échelle.

Fig. 19. — *Onychoteuthis* sp.: A) radula ; B) radula d'*Onychoteuthis banksi* (in ADAM).

L'appareil brachial est peu développé, les bras sont sub-égaux, sauf le dorsal qui est nettement plus court. Les ventouses sont bisériées et proportionnellement volumineuses ; elles ne diminuent rapidement de taille que vers l'extrémité du bras. Elles sont globuleuses, légèrement pédunculées et munies d'un cercle corné lisse formant calotte hémisphérique d'une hauteur sensiblement égale au tiers de leur diamètre (fig. 17).

Les bras dorsaux, arrondis sur le dessus portent chez les échantillons sub-adultes un léger bourrelet dorsal sur les deux-tiers proximaux. Les membranes de protection latérales ne sont pas plus hautes que les pédoncules. Les bras latéraux 2 et 3 ont une membrane natatoire bien développée, surtout sur le bras 3, leur plus grande hauteur se situant vers le milieu. Les membranes de protection, bien développées sont plus importantes sur le bord ventral de chacun des bras, principalement sur le troisième. Le bras ventral a des membranes de protection et natatoires bien développées sur toute sa longueur.

Les tentacules sont assez courts, à pédoncule cylindrique à la base, robuste ; il s'aplatit dans sa partie terminale et porte une légère carène externe qui s'arrête au niveau de la massue. La massue, peu élargie débute par une partie plane, interne, finement plissée qui aboutit à une pelote carpale ovale bien délimitée et composée de 6 à 8 ventouses et du nombre de boutons correspondant au coussinet homologue. La partie palmaire de la massue porte deux rangées de 8 à 11 crochets ventraux de petite taille et de 8 à 11 dorsaux beaucoup plus gros, encapuchonnés d'un revêtement de peau (fig. 17 E a, b, c).

TABLEAU VII

Dimensions en millimètres des crochets palmaires (tentacule droit)

0,6	0,9	1,4	2,1	1,9	1,2	0,6	0,3
0,5	0,8	0,9	1,0	1,1	0,8	0,4	0,3

Les crochets des deux rangées longitudinales sont disposés transversalement par deux, pratiquement au même niveau sans décalage longitudinal.

Entre les rangées de crochets et les bords de la massue, se voient 5 petites ventouses dorsales pédiculées, intercalées entre les crochets et 2 à 3 petites ventouses ventrales.

La pointe distale du tentacule porte une pelote de 11 petites ventouses disposées en rangées très obliques.

Les membranes de protection sont très faibles des deux côtés de la surface palmaire. Le bord ventral est bordé dans sa moitié distale par une large membrane allongée, prenant naissance sur le côté ventral de la massue et se prolongeant jusqu'à l'extrémité distale, formant capuchon au-dessus du groupe apical de ventouses.

Le gladius (fig. 17 H a, b, c, d) a une largeur régulière sur presque toute sa longueur. Il s'élargit un peu vers le milieu par ouverture des faces latérales puis se rétrécit à nouveau en relevant ses bords pour se terminer par un petit cône non prolongé par une épine accessoire mais par une petite lame verticale à bord postérieur arrondi en caroncule. Le cône possède de petits renforcements rayonnants intérieurs qui s'ouvrent à la manière d'un parapluie lorsqu'on les libère de la contrainte des chairs.

En vue latérale, il est légèrement courbé, offrant une carène convexe, à bord extérieur légèrement crénelé. Cette carène triangulaire augmente de hauteur vers la partie postérieure où elle occupe plus de la moitié de la hauteur totale. Elle se prolonge à peine au-delà du cône terminal, qui sur sa face ventrale est grenu et comme hérissé de petites aspérités.

La radula (fig. 19 A) est caractérisée par ses dents latérales très longues, ayant plus du double de la hauteur de la médiane et très arquées. Dent médiane longuement triangulaire, munie de deux très petits ectocones. Admédiane droite avec talon externe munie d'une amorce de cuspide.

Mandibules.

La supérieure possède un rostre incurvé assez court lié à l'épaule par un faux angle assez peu marqué. L'épaule elle-même est à peine sinueuse et ne forme pas de processus comme dans l'espèce précédente.

L'inférieure montre un angle très arrondi au passage du rostre à l'épaule.

Coloration : sur les échantillons en parfait état de conservation, la coloration générale est brun-rougeâtre, causée par la juxtaposition de gros chromatophores ovales superficiels ; en lumière rasante, ces chromatophores donnent une impression de léger relief.

Le long de l'axe dorsal, au-dessous de la carène du gladius, les chromatophores sont plus petits, plus serrés et l'on remarque une série linéaire espacée de quelques chromatophores de couleur dense, presque noire. Ces tâches se retrouvent régulièrement jusque chez la larve.

La face ventrale est semée de petits chromatophores bruns. La même coloration se retrouve sur la tête, les bras, le long desquels une série de chromatophores presque noirs longe la face dorsale et se retrouve chez les post-larves.

L'intérieur de la cavité palléale contient les deux organes lumineux classiques des *Onychoteuthis*. Un premier gros organe se trouve sur la face ventrale de la poche au noir, formé d'une lentille arrondie de 1,1 mm de long sur 0,7 mm de large, entouré d'un réflecteur noir. La portion de la poche au noir en avant de l'organe ainsi que le conduit de cette glande sont irisés, de couleur or à cuivrée.

Le second organe lumineux est placé sous le rectum au point de jonction du conduit de la glande au noir et de ce dernier. La lentille est allongée dans le sens du conduit ; elle mesure 9 mm sur 6 et se trouve entourée d'un réflecteur noir. L'irisation elle-même cesse à son niveau.

Contenu stomacal : principalement débris d'Amphipodes, bouchées de Poissons dont les téguements font penser à ceux des *Myctophiidae*, Céphalopodes (*Argonauta* ♂) et divers Crustacés.

DISCUSSION :

Cette espèce, recueillie en grand nombre est très souvent présente dans les estomacs d'*Alepisaurus* des deux régions prospectées (Tuamotu et Nouvelle-Calédonie) et semble vivre en bancs composés d'individus de mêmes dimensions.

L'allure générale de l'animal est assez semblable à celle d'*Onychoteuthis banksi* ; ressemblance renforcée par la présence d'une forte carène dorsale foncée caractéristique de cette dernière espèce. Même chez les échantillons en parfait état de conservation cette carène est marquée, par la teinte foncée du gladius lui-même vu à travers l'épiderme, ainsi que par une bande de chromatophores rougeâtres. Sur les échantillons en début de digestion, le gladius est tout de suite mis à nu. Chez le très jeune individu, le gladius visible à travers la peau est souligné par un alignement de quelques chromatophores de part et d'autre de cette carène. Les chromatophores se continuent le long des bras dorsaux en taches caractéristiques.

L'habitus caractéristique semble être une silhouette fusiforme, les nageoires repliées enroulées autour de la partie postérieure du corps et la tête enfoncée dans le sac palléal jusqu'aux deux-tiers des globes oculaires. Cet aspect de tête enfoncée dans le manteau a été décrit par de nombreux auteurs qui ont eu à s'occuper des larves d'*O. banksi* ou d'espèces mises en synonymie avec cette espèce d'apparence cosmopolite. Pourtant, nos échantillons présentent cette attitude caractéristique depuis les jeunes individus de 10 mm de longueur dorsale du manteau, jusqu'à l'animal à gonades bien formées, de 70 mm de longueur dorsale du manteau. D'autre part, la comparaison avec *O. banksi* typique, provenant du Golfe de Guinée et de taille identique, permet d'éviter toute confusion (fig. 18).

Nous sommes ainsi en présence d'une espèce présentant presque tous les caractères du genre : crochets sur les massues, ventouses brachiales à cercle corné lisse, plis nucaux présents, processus dorsal et gladius proéminent, organes lumineux intra-palléaux, habitus semblable à celui des larves d'*Onychoteuthis banksi*. A ces caractères s'opposent des détails importants, comme la présence de rangées de ventouses marginales sur la massue qui est un caractère d'*Onychia* ou

peut être considéré également comme caractère juvénile, de même, l'enfoncement de la tête se retrouve chez les jeunes *Onychoteuthis* ainsi que les très jeunes *Onychia*; la forme de la nageoire, très transverse et peu pointue la rapproche également de celle des jeunes d'*Onychoteuthis*, comme la dimension relative des bras bien inférieure à celle d'*O. banksi* de même taille.

Il semblerait donc, après comparaison avec des *O. banksi* de taille identique en provenance des côtes d'Afrique, que nous ayons à faire à une forme d'*Onychoteuthis* présentant de forts caractères néoténiques.

Dans l'état actuel de conservation des échantillons de ces deux espèces d'*Onychoteuthidae*, il ne m'est pas possible de prendre une position définitive quant à la détermination spécifique d'*Onychia* sp. et d'*Onychoteuthis* sp. De nombreuses espèces plus ou moins valables d'*Onychoteuthidae* du Pacifique ont été décrites, depuis 1824 (*O. uncinata* Quoy et Gaimard) jusqu'à l'heure actuelle (*O. japonica* Taki 1964). Les espèces décrites le siècle dernier, provenant des grandes croisières d'exploration ont vu la plupart de leurs types perdus. Il serait souhaitable qu'un travail effectué tant dans les collections muséologiques que sur le terrain soit entrepris, afin d'obtenir une vue plus claire sur l'ensemble de la famille.

3. Genre *Ancistroteuthis* Gray, 1849

— *Ancistroteuthis lichtensteini* Férussac et d'Orbigny 1839 (fig. 20-22).

ORIGINE DU MATÉRIEL :

Contenu stomacal d'*Alepisaurus* de 834 mm (env. 24° S-166° E) n° 69 et de 1279 mm (20°46 S-166°56 E) n° 79.

Les deux échantillons sont en état de conservation remarquable, surtout l'un d'eux; le second a malheureusement eu le manteau replié laissant ainsi les mesures du corps peu précises. Tous deux ont la tête séparée du corps. En dehors de quelques coups de dents sur le manteau, aucune mutilation n'est visible.

Les mesures de notre second spécimen, prises sur un animal au corps en parfait état et aux bras relativement rectilignes, sont beaucoup plus sûres et partant, plus comparables avec les mesures données par les auteurs.

Manteau conique régulièrement jusqu'aux deux-tiers postérieurs où il s'affine brusquement pour se terminer en pointe mousse dépassant légèrement les nageoires. La bordure dorsale est presque droite, le cartilage palléal dorsal ne faisant qu'une légère saillie antérieure, la marge ventrale est largement échancrée, à bord ventral presque rectiligne.

Le corps est recouvert de gros chromatophores brun-noirs à rouges sur l'épiderme tandis qu'au-dessous, sur une couche nacrée et chatoyante se trouvent serrés de petits chromatophores noirs. La couche nacrée se remarque surtout sur la région ventrale du corps et les chromatophores sur la face dorsale où ils ont tendance à s'agglomérer sur la ligne médio-dorsale. Sur le dessus des nageoires, ils sont assez espacés, diminuant de taille vers les bords, jusqu'à n'être plus que punctiformes sur les marges.

Les nageoires, rhombiques, mesurent à peu près la moitié de la longueur dorsale du manteau; le bord antérieur est légèrement incurvé, l'angle latéral arrondi, le bord postérieur d'abord convexe puis concave jusqu'à la pointe.

Le siphon est robuste et muni d'une valvule puissante.

La tête, de petite taille, a la même largeur que le manteau. Les yeux, peu saillants, sont recouverts en partie par une paupière postérieure verticale et deux replis horizontaux formant un fort sinus antérieur au-dessous du milieu de l'œil. Ces replis laissent une ouverture oculaire triangulaire. Sur le cou se trouvent 3 plis longitudinaux, situés sous le niveau de l'œil, reliés entre eux par une membrane transverse. La glande olfactive n'a pas été vue.

La nuque se trouve dépourvue de plis. Je ne pense pas que cette absence soit due à l'action des sucs digestifs du prédateur, le remarquable état de conservation des spécimens et des replis

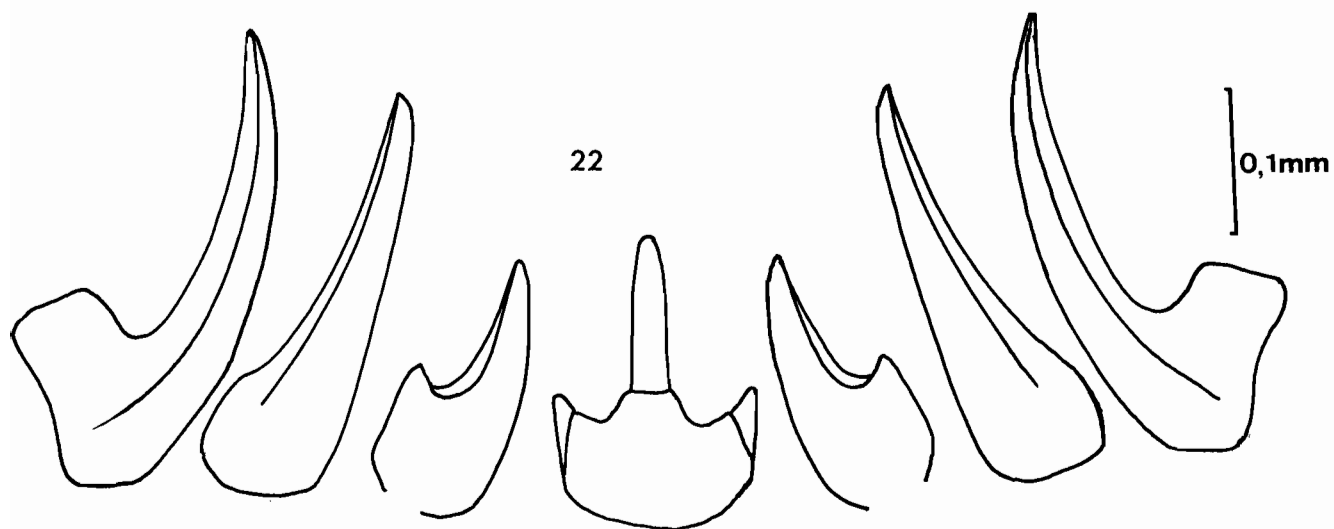
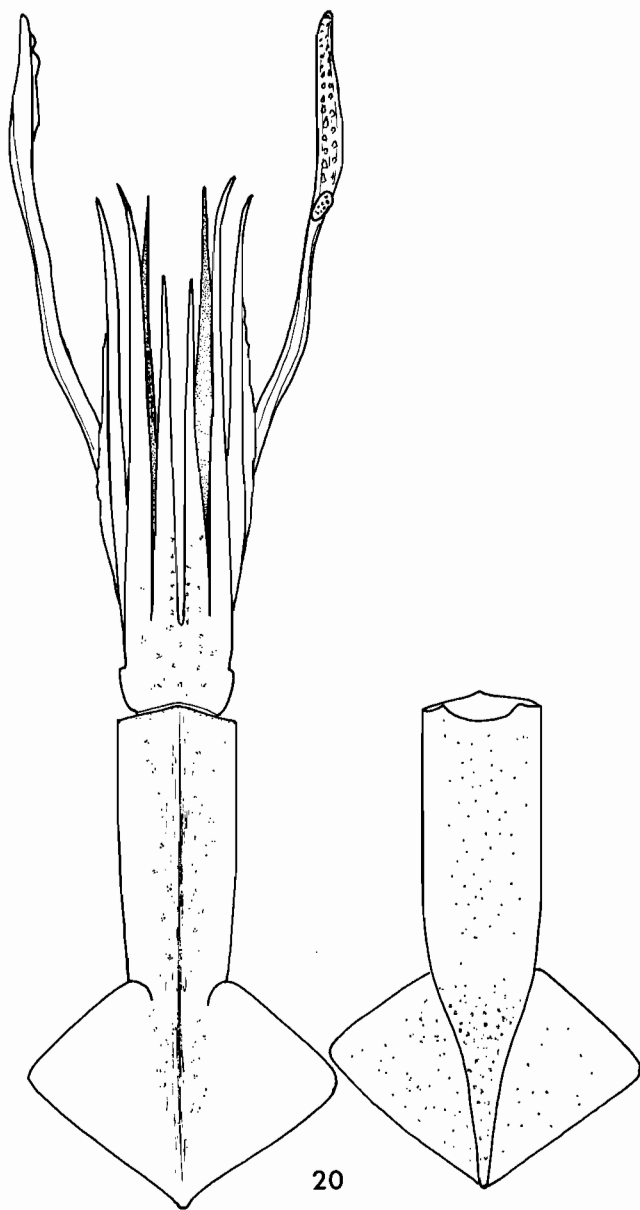


Fig. 20. — *Ancistroleuthis lichtensteini*, LM 80 mm.
 Fig. 21. — *Ancistroleuthis lichtensteini*, gladius et cône.
 Fig. 22. — *Ancistroleuthis lichtensteini*, radula.

TABLEAU VIII

Mensurations comparées de divers échantillons d'*Ancistroteuthis lichtensteini*.

	nº 69	nº 79	Adam 1962	Voss 1956	Pfeffer 1912															
LM mm..	80	72	67	61	174	160	155	149	147	146	144	135	132	119	112	97	88	88	67	
LV %....	87,5	96	96																	
IM.....	27,5	22,2	29	26,2																
IT.....	16,2 ?	22,2	22,5	26,2																
IN.....	65	64	86	63,3	53	54	53	68	48	58	60	59	54	52	63	72	79	76	80	
LN.....	51,3	49,5	58	49,2	64	61	63	68	63	63	63	60	61	61	60	61	58	89	57	
O.....	12,5	12,5																		
Br.....	39+	61																		

Bras :		nº 69		nº 79		Adam		Voss	
% I		78 - 82,5		78 - 75		58- 54		69,5-67,25	
II		94 - 80		94,5- 96		66- 68		85,5-88,5	
III		87,5- 92,5		87,5- 89		60- 60		82 -82	
IV		92 - 95,5		94,5- 90,5		63- 63		80,5-80,5	
Lt		144 -159		125 -128		134-134			
Lm		42,2- 42,2		42,2- 42,2		36- 36			

collaires incite à envisager, soit une absence naturelle, qui rejoindrait ainsi celle signalée par Voss, 1956 et non mentionnée par d'ORBIGNY et VERANY (dont je n'ai pu consulter les figures), soit par perte au moment de la section de la tête, section passant juste au niveau de l'emplacement des plis, mais il me semble que dans cette dernière hypothèse, une trace des amorces des plis serait visible. J'inclinerais donc à penser à une absence des plis nucaux.

La membrane buccale, élevée, comprend sept piliers et pointes caractéristiques entourant le disque buccal en forme de rosette, pointes se rattachant à la face dorsale des bras dorsaux et dorso-latéraux et à la face ventrale des bras ventro-latéraux et ventraux.

Le siphon, puissant, est enchâssé dans une profonde dépression de la tête limitée latéralement par une crête se prolongeant jusqu'aux replis collaires. L'organe siphonal a la forme d'un Y renversé dont la branche médiane est la plus large. La valvule du siphon est forte. Les cartilages siphonaux, légèrement incurvés, présentent une gouttière largement ovale, correspondant aux bandes cartilagineuses rectilignes du manteau.

La couronne brachiale est puissante et les bras sont très longs, de formule 2.4.3.1., les bras 2 et 4 étant sensiblement de même taille.

Les bras dorsaux, dépourvus de membranes nataoires, ont de faibles membranes de protection ; les bras dorso-latéraux ne présentent qu'un bourrelet longitudinal aplati à la place de la membrane nataoire ainsi que de faibles membranes protectrices, tandis que les bras ventro-latéraux présentent en outre une membrane nataoire bien développée, de hauteur double de celle des bras dorso-latéraux. Les bras ventraux, dépourvus de membranes de protection possèdent eux aussi une membrane nataoire.

Les ventouses brachiales bisériées, sont grosses à la base des bras, globuleuses, montées sur un court pédoncule et possèdent un cercle corné lisse saillant (diamètre total de la ventouse 1,5 mm, du cercle corné 1,0 mm). La taille des ventouses diminue progressivement le long des bras pour former à leur extrémité une dense couverture de très petites ventouses bisériées.

Les tentacules, plus longs que le manteau, sont minces, aplatis latéralement, et pourvus d'une membrane nataoire longitudinale basse, allant de la base du tentacule jusqu'aux deux-tiers distaux de la massue. La face orale du pédoncule tentaculaire porte une surface plane, finement plissée en avant de la massue et d'une longueur un peu supérieure à celle de cette dernière. Vers la partie basale, cette surface se poursuit par une crête épidermique qui disparaît ensuite.

La massue, à peine plus large que les pédoncules tentaculaires, mesure le tiers de leur longueur. Sa face externe est arrondie.

La base est marquée par une pelote carpale de 13 ventouses et de 12 boutons chez l'échantillon n° 79 et de 12 ventouses et de 10 boutons obliquement alignés chez le n° 69. Elle porte ensuite 15 paires de crochets disposés obliquement de façon à ce que le crochet de la rangée ventrale soit au même niveau que celui de la rangée dorsale. Or, les crochets ventraux augmentant rapidement de taille, l'obliquité des paires, presque transverses à la base, se redresse rapidement jusqu'à être presque longitudinale vers l'extrémité de la massue.

Les crochets de la rangée dorsale augmentent très rapidement de taille jusqu'aux 4^e et 5^e, puis décroissent lentement. Ceux de la rangée ventrale présentent leur taille maximum entre le 6^e et le 8^e.

TABLEAU IX

Mesures en millimètres des crochets des massues de l'exemplaire n° 69.

Dr	0,8	1,12	1,28	1,44	1,44	1,28	1,28	1,12	0,96	0,80	0,64	0,48	0,48	0,48	0,32
G	1,12	1,60	1,60	1,76	1,92	2,40	2,40	3,02	1,92	1,60	1,12	×	0,64	0,48	0,32

La massue est bordée par l'extrémité de la membrane natatoire se terminant vers la moitié distale. A ce niveau et un peu ventralement, une autre membrane (membrane de protection) plus haute prend naissance et se termine à la pointe. Dorsalement, une toute petite membrane de protection parcourt la paume de la massue. La massue se termine par 5 rangées obliques de 16 petites ventouses dont les plus distales sont recouvertes comme par un capuchon par un repli issu de l'extrémité de la membrane protectrice. Le cercle corné de ces petites ventouses paraît lisse, bien qu'élargi et semblant évoluer vers la transformation en crochet.

Gladius (fig. 21 a,b, c).

Il a été examiné sur l'exemplaire n° 69 où il se trouve brisé et plié en deux ; mais très aisément reconstituable. Pour une longueur de 80 mm, ses mensurations sont les suivantes :

TABLEAU X

Distance du cône...	0	20	25	30	35	40	50	60	68 mm.	Longueur pointe post.
Largeur mm.....	1,5	3,5	4,5	6,0	7,5	8,2	8,0	6,0	4,0	10,0

Il est donc caractérisé par une forte pointe postérieure aplatie latéralement, chitino-cartilagineuse, très comparable à celle figurée par PFEFFER. Le cône est très petit, plein, et se prolonge vers l'arrière par un rachis étroit très corné. à forte carène dorsale occupant plus du tiers de la longueur du gladius puis, deux expansions latérales s'ouvrent, longuement arrondies, pour avoir leur plus grande largeur au tiers antérieur. L'extrémité antérieure, pointue, est marquée par la terminaison des carènes du rachis.

La mâchoire supérieure possède un rostre long aigu presque droit, légèrement recourbé à son extrémité ; il forme avec l'« épaule » un faux angle incurvé à l'intérieur.

Le rostre de la mâchoire inférieure est court, passant à l'« épaule » sans dent visible.

Les ailes et les parois latérales ne sont pas colorées, cette absence d'obscurcissement devant être dû à l'état peu avancé de développement des échantillons.

Radula (fig. 22). Dent rachidienne à mésocone allongé et solide reposant sur une base presque carrée qui supporte deux ectocones bien individualisés. Admédiane allongée, de section trian-

gulaire, à base longue et ectocone court et aigu. Dents latérales longues, de dimensions sensiblement égales et de section triangulaire. La seconde latérale est peu arquée et porte un talon bien individualisé.

Le sac viscéral ouvert ne présente aucun organe lumineux ni sur la poche à encre, ni sur le rectum. Les organes génitaux ne sont pas développés.

La branchie comporte 61 filaments d'abord gros et bien individualisés, puis extrêmement serrés et petits à l'extrémité de l'organe.

L'estomac, très plein chez l'échantillon n° 69 contenait : 1 jeune *Argonaute* ♂, un grand nombre d'*Amphipodes Hypérides*, des cristallins, ainsi que des débris d'arêtes de *Poissons*. L'estomac n° 79, ne contenait que les débris d'un petit Céphalopode indéterminable — peut-être également un *Argonaute* — et une bouillie de fragments musculaires et épithéliaux de Poisson, reconnaissables entre autre à leurs arêtes. La coloration bleu-noirâtre des débris épidermiques, donne l'impression qu'ils appartiennent à des *Myctophidae*.

DISCUSSION :

L'allure générale et la couleur de l'animal sont classiques, les mensurations comparées avec celles disponibles ne donnent pas de grandes différences, en dehors des mesures relatives de la nageoire et de l'appareil brachial.

Pour des longueurs dorsales du manteau assez voisines, les dimensions relatives des nageoires de nos échantillons auraient plus tendance à se rapprocher de celui décrit par G. Voss (1956) que celui de l'Angola (W. ADAM 1962) ; de même pour l'appareil brachial qui est très long. Les bras II et IV mesurent presque la même longueur que la longueur dorsale du manteau, alors qu'ils sont bien plus courts dans l'exemplaire de la côte africaine.

Le même rapprochement peut être fait à propos des plis nucaux qui sont décrits par PFEFFER (1912, p. 947), NAEF (1923, p. 327), ADAM (1962, p. 20), alors que Voss (1956, p. 132) n'en a pas observé, et que d'ORBIGNY et VERANY (1) n'en ont pas figuré sur leurs planches.

Le nombre de ventouses et de boutons des pelotes carpaies est plus élevé que dans les autres exemplaires décrits.

La massue est longue et porte un nombre de paires de crochets (15) bien supérieur à celui de l'échantillon d'Angola (9), des exemplaires de Méditerranée (10 à 12), mais sensiblement semblable à celui du Golfe du Mexique (14).

La plaque terminale des tentacules contient un nombre de ventouses (16) entrant dans l'éventail donné par PFEFFER (15/18), nombre supérieur à celui indiqué par Voss et inférieur à celui mentionné par ADAM.

Le bec supérieur, aigu et allongé forme un faux angle qui n'est pas figuré par NAEF (pl. 17, fig. 4).

La radula est semblable à celle figurée par NAEF (pl. 15, fig. 2) qui note la cuspidé très nette des dents ad-médianes, mais il reproduit les latérales de façon beaucoup plus rectilignes que ce que nous trouvons dans notre exemplaire où elles sont très nettement incurvées. D'autre part, ADAM (1962) figure des dents ad-médianes et des premières latérales très différentes de celles de nos exemplaires.

A ma connaissance, c'est la première fois que cette espèce est signalée dans le Pacifique Sud.

(1) In Voss, 1956, p. 132.

4. Genre *Tetronychoteuthis* Pfeffer, 1900

— *Tetronychoteuthis massyae* Pfeffer, 1912 (fig. 23-25).

ORIGINE DU MATÉRIEL :

n° 3 : 22°30 S-163°55 E ; n° 16 : 22°02 S-164°54 E ; n° 25 : 22°43 S-165°23 E.

En provenance d'estomacs de prédateurs, comme tous les échantillons jusqu'à présent connus, nos exemplaires offrent un état plus ou moins bon selon les individus. Tous sont coupés en deux ou plusieurs morceaux, mais facilement reconstituables.

Le n° 3 est en état presque parfait, seules les nageoires sont détériorées et les yeux en mauvais état ; le n° 16 a la couronne brachiale sectionnée au niveau des yeux, le restant du corps, indivis, ayant déjà subi un début de digestion. Le n° 25 coupé en plusieurs morceaux présente un sac palléal replié sur lui-même, repli ayant protégé la nageoire de l'action des sucs digestifs et montrant ainsi sa forme réelle.

TABLEAU XI

Mensurations en % de LM exprimée en m/m

	N° 3	N° 16
LM.....	37,0	35,0
LV.....	96,0	91,5
IM.....	31,4	31,4
IT.....	23,2	—
IN.....	37,8	—
IN1.....	16,2	—
LN.....	28,4	—
O.....	18,8	—
Br.....	47	—

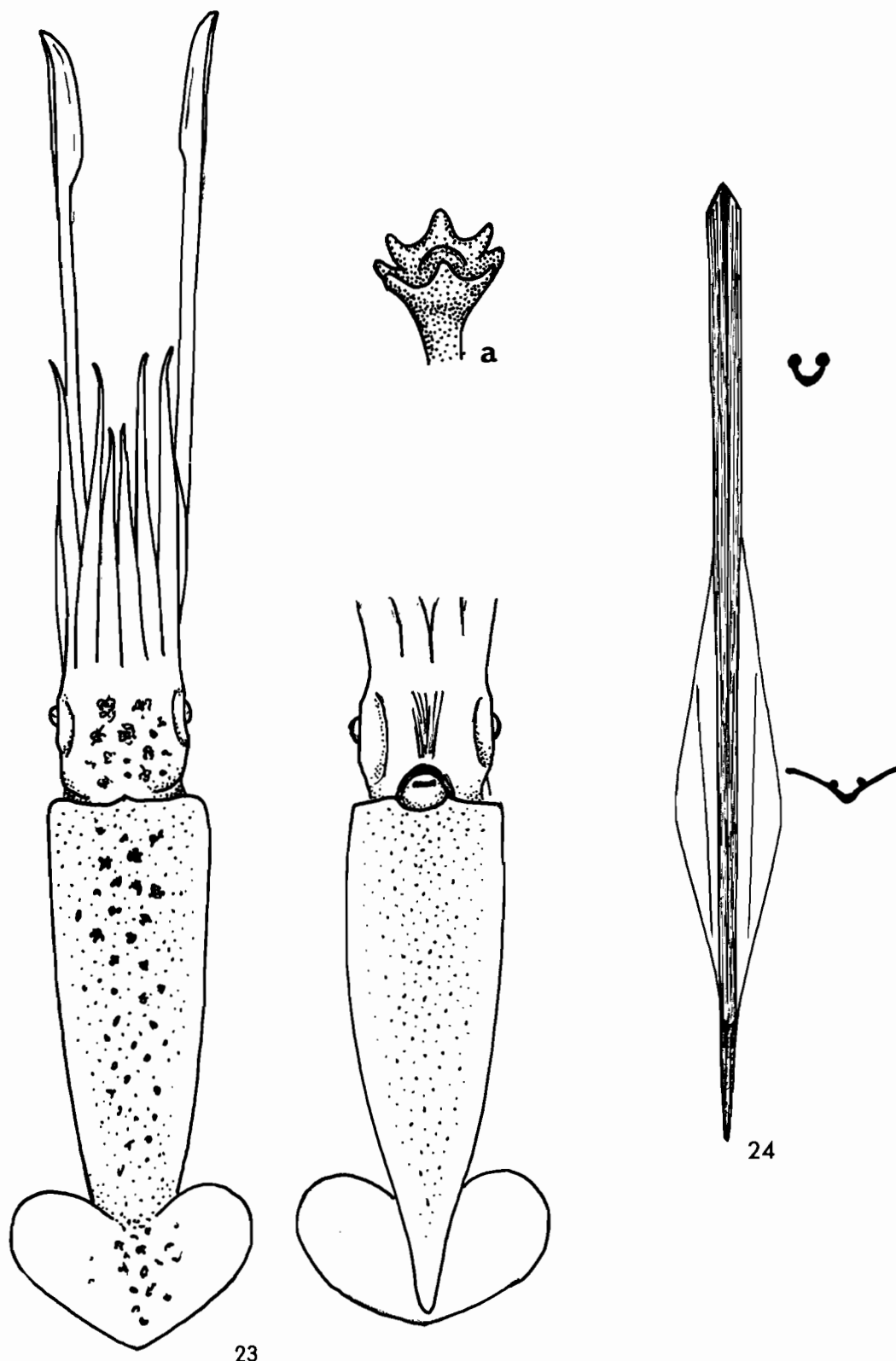
	N° 3	N° 16
I.....	58,0	54,4
II.....	74,0	74,5
III.....	65,0	65,5
IV.....	70,5	71,5
Lt.....	15,4	12,9
Lm.....	43,5	46,0
lm.....	5,4	5,7

Le corps est cylindrique s'atténuant doucement vers l'arrière où il marque une brusque contraction au niveau et au-dessous de la nageoire. Le bord palléal antérieur a une marge un peu resserrée sur l'ouverture. Cette ouverture presque circulaire, est à peine marquée dorsalement par l'extrémité du gladius et très légèrement échancrée ventralement.

La paroi du manteau est épaisse, ferme et résistante, recouverte par un épiderme portant les tubercules caractéristiques en forme de rosettes à 6 ou 7 pointes montées sur un petit pédoncule (fig. 23 a). L'épiderme du manteau en est recouvert sauf sur la partie postérieure ventrale étranglée ainsi que sur les nageoires.

Entre les points de fixation des nageoires au corps, une petite ensellure boursouflée avance légèrement vers l'arrière, et se trouve porter elle aussi des tubercules. Cette formation, donne un aspect particulier, grenu, au manteau de cet animal et lui confère une couleur grisâtre très douce. La partie dorsale porte de gros chromatophores lie-de-vin, munis parfois en leur centre d'un point plus foncé. Ces gros chromatophores sont limités à la partie médiane et antérieure de la zone dorsale ; latéralement, les taches rougeâtres et noires sont plus petites et ne se retrouvent plus ventralement que dans la région antérieure.

Les nageoires, vaguement cordiformes, sont attachées aux parois latérales du corps au niveau de l'ensellure sus-mentionnée. Un léger auricule antérieur les détache de leur base ; leur bord antérieur, arrondi, presque perpendiculaire au corps, s'incurve vers l'arrière régulièrement et se termine postérieurement à la pointe du corps par une marge transverse ; leur épiderme, très fragile, porte de gros chromatophores lie-de-vin à la partie supérieure, arrangés en triangle médian. Aucun tubercule ne se rencontre dans cette région.



23

24

Fig. 23. — *Telrnychoteuthis massyae*, LM 37 mm.
 Fig. 24. — *Telrnychoteuthis massyae*, gladius.

Le système siphonal, allongé, porte deux longs cartilages de fixation débordants munis d'une encoche dans laquelle s'emboîte le cartilage palléal linéaire correspondant. Le siphon lui-même est court, assez faible et porte au-dessous d'une valvule importante, un organe siphonal muni d'une crête médiane pourvue de 2 expansions latérales foliacées.

La fossette siphonale est faiblement creusée. La tête, en mauvais état sur tous les échantillons est assez allongée, étroite et marquée par quelques gros chromatophores rougeâtres sur la région dorsale antérieure, accompagnés vers l'arrière d'un assez grand nombre de plus petite taille.

La nuque porte 5 à 6 plis longitudinaux à peine formés mais bien distincts ; la région collaire comporte un pli longitudinal au-dessus de l'œil et 3 plis lamelleux à partir du milieu de l'ouverture oculaire. L'organe olfactif se trouve sur le repli. L'œil est assez grand ; le bulbe oculaire est revêtu d'une pellicule jaune brunâtre irisée, tandis que les bords inférieur et antérieur de l'ouverture cristalline sont ornés d'une demi-spirale de substance blanche compacte allant en épaississant du début à la fin de la spirale. L'allure et la position de cet organe me laissent lui supposer une fonction peut-être lumineuse.

La couronne brachiale est moyennement développée, les bras dorso-latéraux étant les plus longs, suivis des ventraux, à peine plus courts, puis des dorso-latéraux et enfin des dorsaux. La formule brachiale des 2 individus mesurables est : 2-4-3-1, la différence entre les bras étant minime pour les 3 premiers. Seuls les bras dorso-latéraux portent une membrane natatoire bien développée, de largeur égale à celle du bras et occupant la moitié de leur longueur à partir de la base ; elle est renforcée d'épaississements transverses. Les bras ventraux ont un repli chondroïde bas, en place de membrane natatoire.

Les membranes de protection sont réduites à des indentations entre les ventouses.

Les ventouses, bisériées, d'un diamètre de 0,4 mm sur un échantillon de 35 mm de longueur dorsale de manteau, sont portées sur des pédicelles ayant à peu près la hauteur de leur corps.

Le cercle corné est peu visible sur nos échantillons, à peine plus foncé que le restant de la ventouse. D'après l'état de nos échantillons il semblerait que les ventouses aient une ouverture rétrécie par le cercle corné qui ne porte ni papilles, ni dents sur le cercle ou à l'intérieur de l'organe.

Les tentacules ont un pédoncule arrondi sur toute leur longueur (1 fois $\frac{1}{2}$ celle du manteau), leur section est circulaire (diamètre 5,5 % LM). La massue se forme simplement par un aplatissement de la face orale du pédoncule, aplatissement bordé par une élévation épidermique, formant le début de la membrane de protection dorsale qui se prolonge jusqu'à l'extrémité de la massue. Sans élargissement du diamètre du pédoncule et sur l'aplatissement, apparaissent 4 petites ventouses espacées disposées longitudinalement en zig-zag, puis deux groupes de 2 ventouses rapprochées qui passent sans transition à des rangées très serrées de 4 ventouses disposées en oblique, au nombre de 55 groupes. La massue se termine par une pelote distale d'environ 20 très petites ventouses. La massue, à partie externe d'abord arrondie dans la région palmaire, se comprime peu à peu ; vers le tiers distal, le bord dorsal s'élève en une membrane natatoire haute qui le suit jusqu'à l'extrémité. La membrane de protection ventrale est peu élevée (hauteur des ventouses) et munie de piliers de renforcement. Les ventouses pédicellées ont un diamètre maximum de 0,3 mm et leur bord corné qui présente les mêmes difficultés d'observations que pour les ventouses brachiales, paraît démunie de toute denticulation.

La membrane buccale compte 7 pointes ; la pointe dorsale unique se fixe après division sur la face dorsale des bras dorsaux, les autres pointes se prolongent dorsalement sur les bras dorso-latéraux, ventralement sur les ventro-latéraux et ventralement sur les ventraux.

Le gladius (fig. 24) est formé d'un rachis, présentant une côte centrale bien marquée, flanqué de deux épaississements latéraux qui, largement séparés dans la partie antérieure, se rapprochent peu à peu et se rejoignent à l'extrémité postérieure vers son milieu ; deux expansions très transparentes prennent naissance latéralement, s'élargissent en une forme lancéolée et se rejoignent à l'extrémité postérieure vers son milieu ; deux expansions très transparentes prennent naissance latéralement, s'élargissent en une forme lancéolée et se rejoignent pour se poursuivre, sous forme d'une très fine bordure transparente, le long du rachis qui se prolonge en une très longue pointe étroite dans toute la région de la nageoire.

TABLEAU XII
Mensurations du Gladius (en millimètres)

Distance du bord antérieur....	4,8	12,8	16,0	19,2	22,4	25,6	28,8	32,0	35,4	38,6
Largeur.....	2,24	2,4	2,46	2,88	3,30	3,68	4,96	6,25	5,66	1,28

La mâchoire supérieure forme un bec aigu muni d'un faux angle coloré. Les ailes et les murailles sont extrêmement transparentes. La mâchoire inférieure forme un bec court, à léger cran terminal coloré en noir, et muni d'expansions translucides.

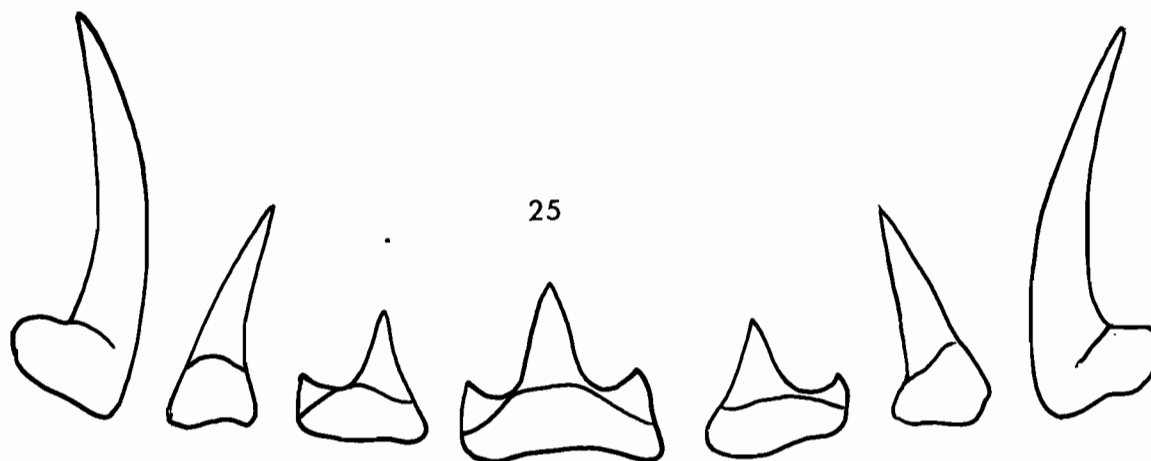


Fig. 25. — *Tetranychoteulhis massyae*, radula.

Radula (fig. 25). Dent médiane à cuspidé centrale moyenne, flanquée de deux ectocones aigus et bien développés. Dent ad-médiane pointue possédant un talon externe surmonté d'une petite cuspidé légèrement incurvée. Première latérale triangulaire allongée ; seconde latérale légèrement recourbée. Cette radula n'est pas sans analogies avec celle de *Pholidotheulhis adami* Voss 1956. Les glandes génitales ne sont pas développées et aucun organe lumineux n'est apparent dans la cavité viscérale. La poche à encre est par contre très volumineuse, piriforme, munie d'un conduit excréteur latéral. Son épiderme est irisé et chatoyant. Le contenu du sac, coagulé en masses brunâtres contenait mêlées, des masses vertes irisées et couleur rubis, principalement dans la partie postérieure du sac. S'agirait-il d'une encre à propriétés lumineuses ?

Les branchies portent des filaments bordés latéralement d'un liseré blanc pur, permettant un comptage aisé tout au moins dans la région basale ; la région apicale montre des filaments très resserrés et très petits difficilement séparables. Le nombre total des filaments branchiaux semble être très voisin de 47.

DISCUSSION :

En dehors du matériel planctonique de petite taille décrit par ALLAN (1945), cette espèce a toujours été récoltée par l'intermédiaire de prédateurs, Dauphins, Cachalot, Poisson. Sa répartition semble très large dans le domaine mésopélagique. Elle a été rapportée des localités suivantes (in CLARKE, 1966) :

Nord de l'île Maurice	(d'ORBIGNY,	1839)	Dauphin
Sud Australie : 46° S-120° E	(PFEFFER,	1912)	Dauphin
42°40 S -148°16 E	(ALLAN,	1945)	Filet

Açores	(CLARKE, 1956)	Cachalot
Madère	(REES & MAUL, 1956)	Cachalot
Atlantique NW : 46°41 N - 47°16 W	(REES & CLARKE, 1963)	Sebastes mentella
48° N - 15° W	(PFEFFER, 1912)	
Cape Town	(ROBSON, 1926)	

Il est admis de considérer *T. massyae* comme la forme jeune de *T. dussumieri*, mais la conclusion définitive n'a pas encore été apportée. W. ADAM (1950, p. 6-7) passe en revue l'histoire du genre *Tetronychoteuthis*, dont il fait ressortir la position très douteuse.

Son étude peut se résumer ainsi :

A. d'ORBIGNY décrit en 1839 un *Onychoteuthis dussumieri* dont la massue très étroite ne porte que la trace de deux lignes alternes de crochets au nombre d'une trentaine, à peau chagrinée et bras sessiles canaliculés (Origine : Océan Indien, Ile Maurice). D'après W. ADAM, cette espèce pourrait fort bien être un vrai *Onychoteuthis*. Or, PFEFFER, en 1900, crée pour cette espèce le genre *Tetronychoteuthis* et signale un spécimen provenant d'un estomac de Dauphin d'origine inconnue qui a une massue très étroite, toujours dépourvue de crochets qui auraient été disposés en 4 rangées et au nombre d'une cinquantaine. En 1912 d'ailleurs, PFEFFER revient sur sa publication de 1900 et suppose que la massue portait des ventouses et non des crochets.

Il décrit en même temps une espèce à peau grenue, à massue longue ayant 4 rangs de ventouses, à partir d'individus juvéniles de 30 mm de longueur dorsale du manteau.

On pourrait donc avoir : *Onychoteuthis dussumieri* d'Orbigny, qui serait un *Onychoteuthidae*,
Tetronychoteuthis dussumieri Pfeffer 1900, qui serait soit un autre
Onychoteuthidae soit même un *Pholidoteuthidae*,
Tetronychoteuthis massyae Pfeffer 1912, qui serait peut-être une
espèce valable.

Une seule chose demeure certaine : la description de *Tetronychoteuthis massyae*. Pourtant, cette espèce n'est peut-être qu'un jeune de *Pholidoteuthis*, car dans ce genre, on ne connaît que des individus adultes de grande (*boschmai* LM 273 mm) ou moyenne taille (*adami* LM de 159 à 305 mm) et que les petits échantillons immatures ne sont pas connus. Les points de convergence de cette espèce et du genre *Pholidoteuthis* (gladius, radula, massue tentaculaire, etc...) sont au moins aussi nombreux que les points de divergence du genre *Tetronychoteuthis* et des autres genres de la famille des *Onychoteuthidae*. Comme dans bien des cas, il sera nécessaire pour conclure d'obtenir des séries plus complètes ou des échantillons sexuellement mûrs de *T. massyae* dont nous conserverons pour l'instant l'usage.

3. — Famille THYSANOTEUTHIDAE.

1. Genre *Thysanoteuthis*

— *Thysanoteuthis rhombus* Troschel 1857.

Un seul échantillon (n° 87, env. 24° S-166° E) en bon état extérieur de conservation, de 170 mm de longueur palléale dorsale, ne présentant aucune différenciation visible des gonades. L'exemplaire, de taille moyenne, ne présente aucune différence importante avec les descriptions des auteurs (NAEF, 1923 — PFEFFER, 1912 — SASAKI, 1929). Le quatrième bras ventral gauche est plus court et plus fin à son extrémité que le bras droit. Bien que les ventouses de la moitié distale du bras soient plus petites que les proximales, je n'ai pas observé les transformations des membranes de protection décrites par PFEFFER, p. 533, l'hectocotylisation de notre échantillon immature, ne faisant probablement que commencer. Il doit être noté aussi, des formations linéaires en bandes plus claires sur la partie dorsale du manteau et de la tête. L'exemplaire est lacéré de coups de dents transversaux indiquant que le prédateur l'a saisi par le travers et l'a mordu à

plusieurs reprises avant de l'ingérer. NISHIMURA (1966) pense que cette espèce, bien qu'ayant des apparences de puissant nageur et malgré la réputation (erronée d'après cet auteur) de calmar volant serait au contraire assez indolente (p. 344). L'auteur explique l'un de leurs noms vernaculaires japonais (Taru-ika = calmar tonneau) par leur apparence semblable à celle d'un tonneau flottant à la surface de la mer.

Les mensurations relatives de notre échantillon sont les suivantes :

LM : 170 mm	I : 33,6
1M : 27	II : 44,0
LN : 94,5	III : 70,5
1N : 32,4	IV : 37,0
1T : 20,6	Lt : 61,7
O : 5,9	Lm : 23,5

4. — Famille CTENOPTERYGIDAE.

1. Genre *Ctenopteryx*

— *Ctenopteryx sepioloides* n. sp. (fig. 26-30).

ORIGINE DU MATÉRIEL : Contenus stomacaux d'*Alepisaurus ferox* capturés à la longue ligne en surface (30 m) n° 14 (27°07 N-178°16 W)-n° 73 et 74 (19°30 S-133°15 W)-n° 77 (18°02 S-136° 17 W).

Cette espèce de petite taille présente l'aspect composite d'un petit sépioïde portant autour du manteau la nageoire frangée d'un *Ctenopteryx*. Malgré le très bon état de deux échantillons, ce n'est qu'après comparaison avec du matériel appartenant sans aucun doute à l'espèce *siculus* en provenance du Sud Pacifique et de la côte d'Afrique que je me suis résolu à établir une nouvelle espèce dans le genre *Ctenopteryx*.

TABLEAU XIV

Mensurations en % de la longueur dorsale du Manteau exprimée en millimètres de *C. sepioloides* et de *C. siculus*.

	<i>C. sepioloides</i> n. sp.				<i>C. siculus</i> Verany							
	N° 73	N° 74	N° 77	N° 14	Allan 1945	Thiele 1921	Ashworth 1906	Joubin 1900	Jatta 1896	<i>MWT-IK Pacique Sud</i>		
										(1)	(2)	(3)
LM.....	15	15	18	19	11	4,5	54	51	20	11	24	19
LN.....	73	86,5	72,5	79	—	—	—	—	—	—	—	—
1M.....	66,5	77	72,5	63	45,5	66,5	39	63	—	45,5	41,5	47
1T.....	46,5	53,5	50	50	18,2	—	40,75	45	—	45,5	41,5	—
I.....	40	50	±50	42	41	—	46	65	25	41	37,5	45
II.....	40	60	±55	47,5	41	—	54	71	37,5	50	41,5	47
III.....	46,5	60	±55	45	41	—	54	61	50	48	40	50
IV.....	60	70	±55	55	45,5	—	52	57	40	55,5	43,5	47
Lt.....	22	16,7	—	90	63,5	—	126	290	50	109	96	—
Lm.....	33,5	33,4	33,4	51,6	—	—	—	—	50	—	27	—

(1) — Cyclone 5-11 (3°28 S-169°50 E) — 0-1200 m MWT

(2) — Cyclone 3-18 (4°36 S-169°53 E) — 0-1200 m MWT

(3) — Caride 1-78 (0°02 S-146°29 W) — 0-1280 m MWT

La présence de la nageoire latérale permet une classification immédiate dans le genre *Ctenopteryx*; l'allure générale, du manteau, large, ramassée, arrondie à l'arrière, faisant suite à une tête globuleuse munie de bras courts, permet de différencier immédiatement cette forme de l'espèce *siculus* que l'on rencontre également dans les mêmes régions (ALLAN, 1945 et travaux en cours).

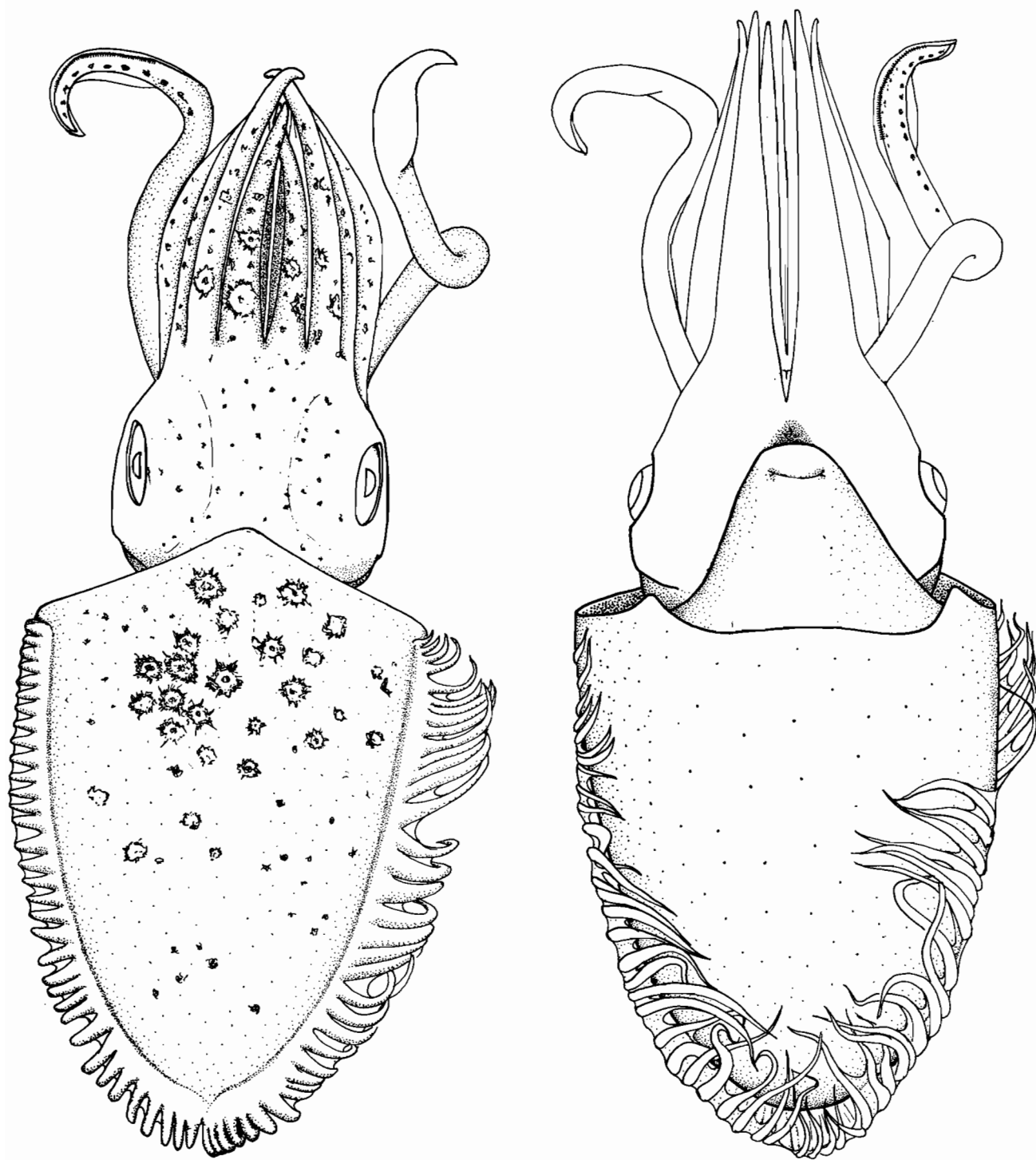


Fig. 26. — *Ctenopteryx sepioloides*, LM 19 mm.

Il est pourtant surprenant que parmi les récoltes effectuées au Midwater trawl dans ces mêmes parages, seule la seconde espèce a été jusqu'à présent rencontrée ; aussi remarquable est la répartition géographique de la nouvelle espèce : l'un des spécimens provient en effet des environs des Iles Midway dans le Pacifique Nord, les autres des îles de la Société dans le Pacifique Sud. Le seul lien commun est d'avoir été la proie d'*Alepisaurus ferox*.

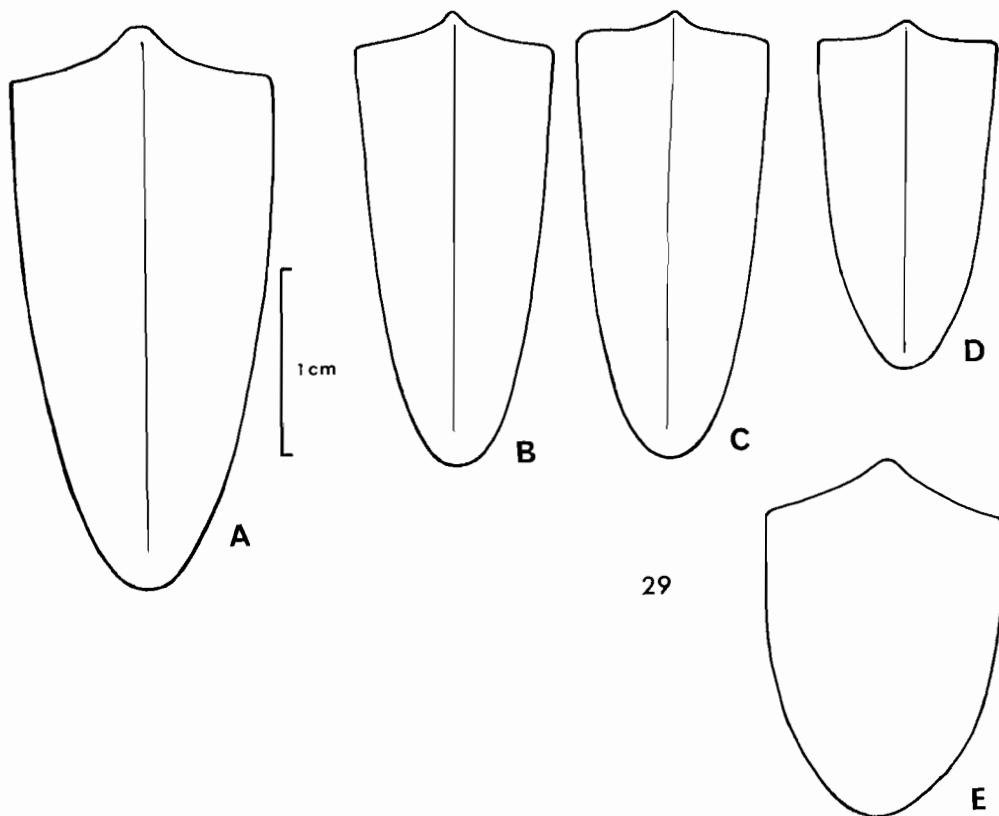
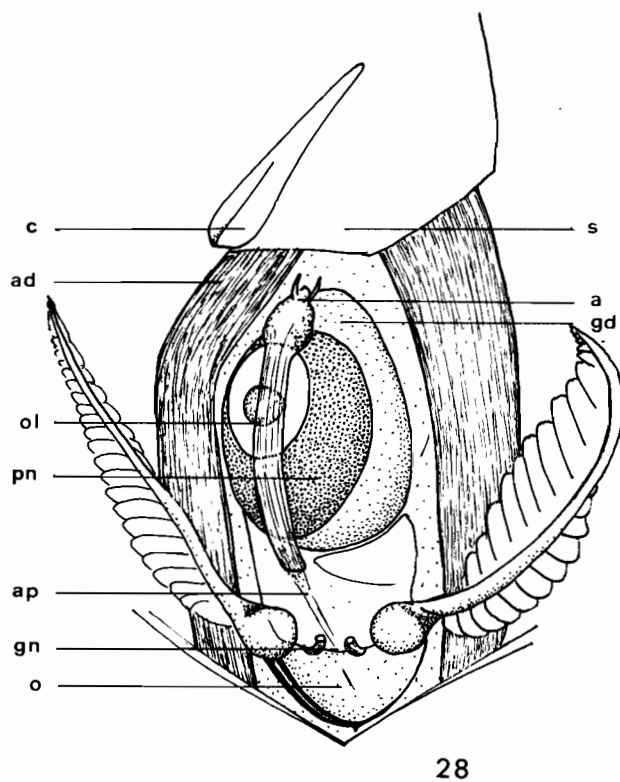
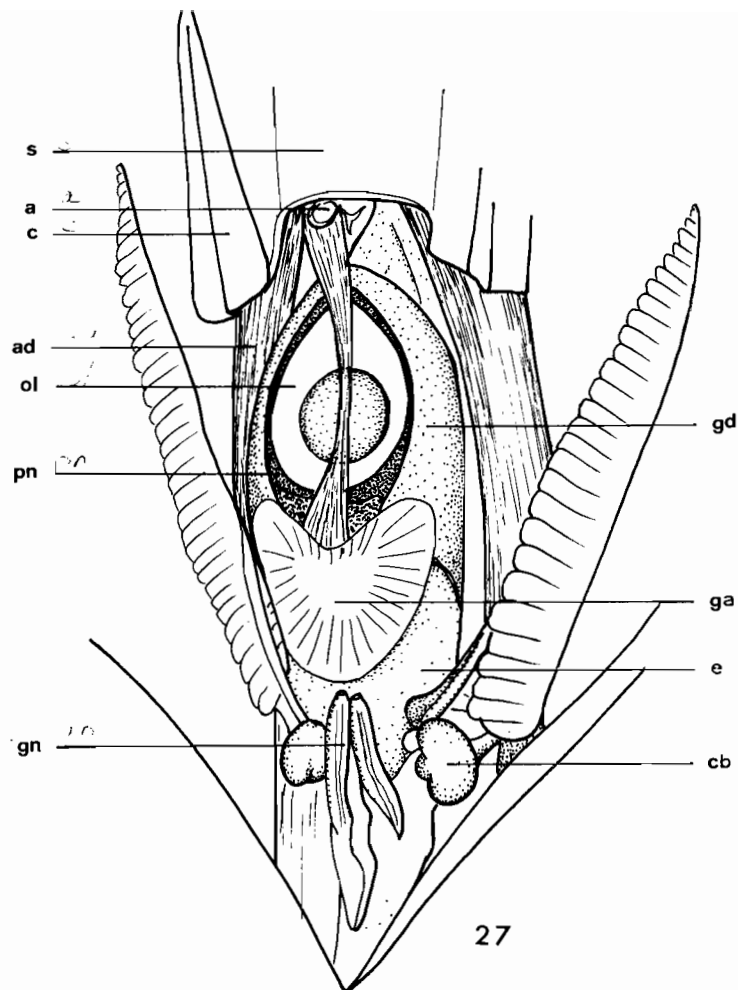


Fig. 27. — *Clenopteryx siculus*, LM 24, Cy 3/18. Organe lumineux viscéral : a : anus ; ad : adducteur du siphon ; ap : artère palléale ; c : cartilage siphonal ; cb : cœur branchial ; e : estomac ; ga : glande accessoire ; gd : glande digestive ; gn : glande nidamentaire ; o : ovaire ; ol : organe lumineux ; pn : poche du noir ; s : siphon.

Fig. 28. — *Clenopteryx sepioloides*: LM 19 ; organe lumineux (même légende que la figure 27).

Fig. 29. — Silhouettes à la même échelle de *C. siculus* (A-D) et de *C. sepioloides* (E). A) LM 32, Cy 2/1 ; B) LM 23, Cy 8/18 ; C) LM 23, COA ; D) LM 18, CAR 1/78 ; E) LM 19, CS 14.

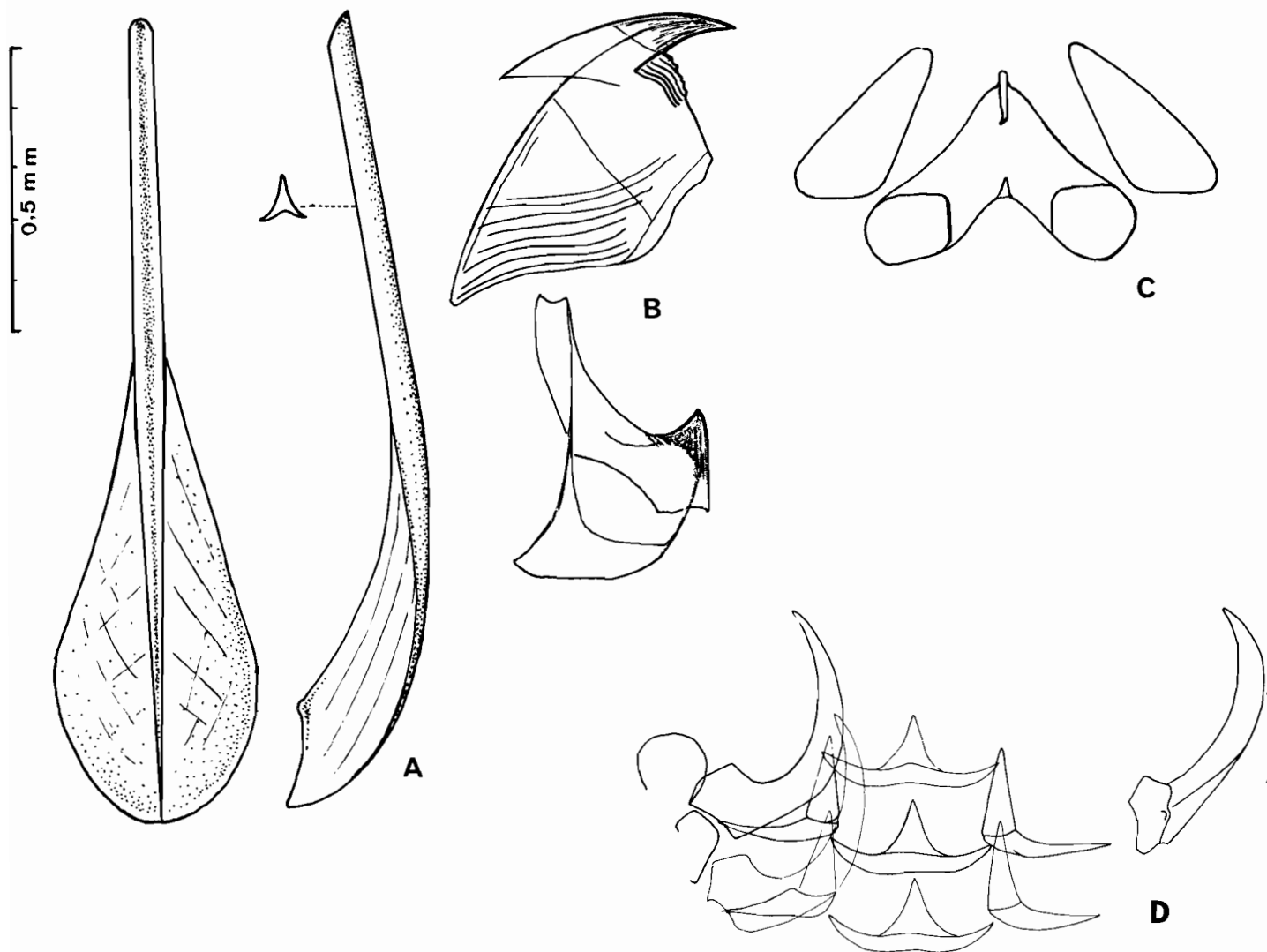


Fig. 30. — *Clenopteryx sepioloides*: A) gladius ; B) mâchoires ; C) organe du siphon ; D) radula.

Manteau : face supérieure plate, à peine bombée, formant une avancée très nette sur le bord palléal antérieur qui surplombe le cou et la partie postérieure de la tête. Largement ouvert à l'avant, il s'atténue doucement en s'arrondissant vers l'arrière. Sa plus grande largeur antérieure est supérieure à 60 % de sa longueur dorsale (63 à 77 %). Il est bordé par une nageoire latérale occupant toute sa longueur, dont la constitution est caractéristique du genre. Elle est composée d'une trentaine de trabécules transversales par rapport au bord latéral, reliées entre elles par une fine membrane déchirée aux extrémités déliées des franges, mais plus épaisses et ponctuées de petits chromatophores à leur base. Les trabécules petites à l'extrémité antérieure de la nageoire augmentent rapidement de taille pour atteindre 34 % de la longueur dorsale du manteau en son milieu. Elles diminuent ensuite de longueur et contournent la partie postérieure arrondie du corps où la nageoire n'est pas unie à son homologue opposée. Les piliers des nageoires sont issus d'une bande musculieuse plate articulée sur les muscles dorsaux du manteau, bande s'élargissant considérablement vers l'arrière. L'épiderme est recouvert de chromatophores brun-rougeâtres largement étalés en couronnes étoilées centrées d'un point plus foncé.

La face ventrale est plus claire, seulement ponctuée de fines taches brunes. Son bord antérieur est pourvu de deux pointes, latérales au siphon, portant les cartilages palléaux rectilignes et allongés. Son extrémité postérieure est arrondie et tout à fait mousse.

Le siphon est très large, puissant, son extrémité antérieure dépassant l'avant de l'ouverture oculaire. Ses bords latéraux postérieurs portent les cartilages siphonaux de fixation, allongés, légèrement sinueux, formant une gouttière oblique et profonde à l'avant, arrondie et peu marquée à l'arrière. Les plages bordant cette rainure sont granuleuses en lumière oblique. L'organe du siphon présente la forme classique d'un angle dorsal à ouverture postérieure, dont les extrémités des branches portent des épaississements muqueux, tandis que leur jonction s'élève en une crête longitudinale. Deux taches triangulaires ventrales leur font face.

La tête est globuleuse, un peu moins large que l'ouverture palléale, sa longueur prise entre le cou et l'intersection des bras dorsaux est sensiblement égale à sa largeur. Légèrement aplatie sur sa face supérieure, elle présente une dépression ventrale triangulaire à la mesure du siphon. Les yeux sont gros, globuleux, munis d'ouvertures oculaires rondes à sinus antérieur à peine marqué. Leur iris est de couleur dorée cuivrée, entourant un petit cristallin. La face inférieure et interne des globes oculaires porte une large bande orangée vers l'avant, crème vers l'arrière, de fonction supposée photogène. Chez les exemplaires plus jeunes (LM : 11 mm) la bande photogène se décompose en 5 foyers plus ou moins unis entre eux par du tissu doré, foyers qui fusionnent par la suite.

La région collaire présente en arrière de l'œil un pli transverse, et au-dessous à la limite postérieure de la fossette siphonale, un très long lobe olfactif pédonculé. L'appareil brachial est modeste, à bras sensiblement égaux, en dehors des ventraux un peu plus longs. Tous les bras sont plus ou moins comprimés transversalement, leur face orale étant réduite par rapport aux faces latérales lisses et allongées.

Les bras dorsaux, arrondis extérieurement, portent 4 rangs obliques de très petites ventouses très serrées, au nombre d'environ 50 rangées. Ils sont pourvus d'une petite membrane externe de protection et d'une membrane interne plus basse. Comme sur tous les échantillons en provenance de contenus stomacaux d'*Alepisaurus*, les cercles cornés des ventouses sont détruits et déformés, seul l'aspect en double entonnoir subsiste sans qu'aucun détail précis puisse être relevé.

Les dorso-latéraux, ont une membrane de protection très large, ayant le triple de la hauteur des ventouses ; les bras sont munis d'une membrane natatoire basse allant jusqu'à leur extrémité apicale.

Les ventro-latéraux, pourvus d'une large membrane natatoire latérale, possèdent également une membrane latérale ventrale importante. Les ventouses, comme sur les bras précédents, sont au nombre de 4 par rangée, peut-être un peu plus nombreuses vers les pointes des bras, mais leur état ne me permet aucune certitude.

Les bras ventraux, ont une face ventrale plate, à base large et pourvus d'une membrane natatoire provenant du repli entourant la base du tentacule. La face orale est entièrement lisse et brillante sauf une étroite plage portant 2 rangées de petites ventouses, plus ou moins alignées à la base des bras.

Les tentacules sont assez épais, assez courts (ceux du n° 14 ont subi une macération et un allongement dus à un début de digestion) pourvus d'une massue à peine plus large qu'eux-mêmes. Elle porte une petite membrane natatoire limitée à sa moitié apicale et une membrane protectrice basse. Les ventouses recouvrent la partie palmaire en rangées très nombreuses et très serrées formant un revêtement continu.

Les membranes protectrices des massues tentaculaires et des extrémités brachiales portent de fins sillons perpendiculaires à leurs bords, contenant des chromatophores fins et allongés, conférant à ces régions une allure palissadique.

La membrane buccale est blanche et munie de 7 piliers et 7 pointes ayant une disposition normale. La membrane entourant le bec est également blanche et forme de gros bourrelets radiaires.

Les mâchoires sont faibles et larges (fig. 30 B).

La *radula* (fig. 30 D), examinée chez un seul exemplaire (LM 14 mm), présente une grande dent médiane triangulaire, à très longue base transversale légèrement recourbée vers le haut aux

extrémités. En dehors de ces protubérances, on ne distingue aucune cuspidé latérale. La dent ad-médiane est haute, triangulaire, portée par l'extrémité interne d'une très longue base ne formant aucune autre cuspidé sur sa partie externe. Aucune première latérale n'est visible, seules les secondes latérales courbées se rencontrent immédiatement à la suite, suivies par une plaque accessoire.

Le gladius (fig. 30 A), présente la forme caractéristique figurée par NAEF (1923), en forme de large cuiller, au manche à section triangulaire.

La cavité palléale (fig. 28), montre des organes ramassés, situés entre les deux puissants muscles rétracteurs des siphons. Au-dessus de la glande digestive jaune bronzée, la poche du noir occupe presque toute la surface faisant une saillie arrondie, elle est traversée en surface par le rectum qui se termine par deux lèvres papillées au niveau de l'ouverture siphonale.

Entre la poche à encre et le rectum se trouve un volumineux organe jaunâtre contenant une sphérule plus claire ayant tout à fait l'apparence d'un organe lumineux viscéral, l'organe de $2,5 \times 1,75$ mm est légèrement bombé et se trouve enchâssé dans la face supérieure de la poche du noir.

Il ne m'a pas été possible de discerner la glande accessoire signalée par NAEF en arrière de l'intestin, alors qu'elle est parfaitement visible sur un exemplaire de *C. siculus* typique (fig. 27). En arrière de l'estomac se voient les deux petites glandes nidamentaires et de part et d'autre, les cœurs branchiaux se prolongeant par des branchies assez longues qui comportent de 20 à 25 filaments. L'ovaire en formation est logé dans la cavité du gladius, dans la portion tout à fait postérieure du manteau. Cette dernière région, ainsi d'ailleurs que l'ensemble des viscères, est beaucoup plus courte et concentrée que chez *C. siculus* typique.

DISCUSSION :

Comme il l'a été indiqué plus haut, c'est après quelques hésitations que je me suis résolu à nommer cette espèce de *Ctenopterygidae*, hésitations dues d'abord au mauvais état de l'appareil de fixation des ventouses dont les anneaux cornés ont été détruits par les sucs digestifs du prédateur, puis par l'absence de caractères distinctifs tranchés, enfin également par l'absence de matériel de comparaison en bon état. Il est en effet difficile d'obtenir ces espèces fragiles en parfait état de conservation et aucun des échantillons présents dans nos collections ne possède un revêtement en parfaite intégrité. Je pense qu'il faut donc mettre aussi sur le compte du mauvais état probable des récoltes, la non-observation de l'organe lumineux viscéral qui, s'il est visible sur notre espèce, l'est encore beaucoup plus chez les *C. siculus*, provenant du Golfe de Guinée ou du Pacifique Sud, en notre possession (fig. 27-28). Il prend là l'aspect et la couleur d'un « œuf au plat » posé sur une poche au noir jouant le rôle de réflecteur et ne débordant un peu plus l'organe que par sa partie postérieure.

Si nous examinons le tableau XIV des mensurations, nous nous apercevons que la largeur du manteau n'excède 50 % de sa longueur que chez nos quatre échantillons ainsi que chez celui mentionné par THIELE (1921), qui d'ailleurs fait remarquer, page 454, en le comparant à celui de même taille figuré par PFEFFER (1912, pl. 27, fig. 19-20) « *dabei hat er einen Durchmesser von 3 mm und ist hinten kurz zugespitzt, demnach ist er deutlich breiter als in der bezeichneten Abbildung* » (Je pense que nous pouvons éliminer *C. cyprinoides* de JOUBIN, la sévère digestion des fragments composant le type ont pu, comme le suggèrent ASWORTH et HOYLE pour les bras et tentacules, distendre les parties musculeuses).

Ce n'est pourtant que par ce caractère de raccourcissement du corps que l'on peut différencier au premier coup d'œil cette espèce de la forme classique (fig. 29), ainsi que par le bord antérieur du manteau surplombant la tête de façon bien plus nette que chez *C. siculus*. Il est regrettable qu'il n'ait pas été possible de figurer les détails des ventouses des bras et des tentacules corrodés par les sucs digestifs d'*Alepisaurus*.

RÉPARTITION : sur 160 contenus stomacaux d'*Alepisaurus*, provenant de la région des Tuamotu et de celle de Nouvelle-Calédonie, seuls 4 estomacs récoltés dans une zone intertropicale (de 27° N à 20° Sud) limitée par les méridiens 180 à 130° W, contenaient la nouvelle espèce, et aucun ne renfermait *C. siculus*.

5. — Famille ENOPLOTEUTHIDAE.

1. Genre *Abrialiopsis*

— *Abrialiopsis* sp.

N° 14 (27°07' N-178°16' W) 2, LM : 7 mm ; n° 16 (22°02' S-164°54' E) 11, LM : 5,5 ; n° 22 (22°54' S-164°38' E) 2 mauvais état ; n° 38 (15°06 S-178°27 W) 1, LM : 11 ; n° 44 (21°25 S-173°35 W) 5, LM : 8 ; n° 45 (*id.*) 9, LM : 10 ; n° 48 (*id.*) 1, LM : 9 ; n° 67 (22°00 S-164°43 E) 4 très jeunes en mauvais état ; n° 72 (22°18 S-164°46 E) 1, LM : 5.

Spécimens juvéniles ayant les bandes de photophores non encore bien fixées, les organes lumineux superficiels, confondus avec les organes sous-épidermiques masquant ainsi la sériation.

Les alignements de la face ventrale du manteau assez peu marqués incitent à rapprocher ces jeunes formes de l'espèce adulte récoltée au Mid water trawl dans la même région (à l'étude).

2. Genre *Pterygioteuthis*

— *Pterygioteuthis giardi* Fischer 1896 : n° 72 (22°18 S-164°46 E) 2, LM : 16 ; ♂, ♀ glandes nidamentaires occupant presque toute la cavité palléale jusqu'au-dessus de la région cardiaque. Spermatophores présents chez le ♂.

3. Genre *Abrealia*

— *Abrealia* sp. n° 42 (21°25 S-173°35 W) 1, LM : 10 : très jeune spécimen aux tentacules et bras encore entièrement couverts de ventouses, dont les anneaux cornés ont disparu.

4. Genre *Enoploteuthis*

— *Enoploteuthis reticulata* n. sp. (fig. 31-37).

N° 26 (22°43 S-165°23 E) ; n° 29 (20°40 S-168°20 E) ; n° 31-32 (19°26 S-168°19 E) ; n° 34, 1 tête (18°20 S-167°14 E) ; n° 42 a, 42 b (21°25 S-173°35 W) ; n° 51 (19°53 S-173°04 W) ; n° 72, 1 tête (20°18 S-164°46 E) ; n° 73 a, 73 b (19°30 S-133°15 W) ; 82 (22°58 S-165°00 E) ; n° 83 a, 83 b (22°04 S-164°04 E).

Pour comparaison et description, trois échantillons des campagnes Carides en cours d'études ont été inclus dans le lot : CAR I/52 (0°02 S-135°48 N) ; CAR III/29 (0°02 S-136°14 W) ; CAR III/150 (0°15 S-144°07 W).

Parmi les *Enoploteuthidae* pouvant se rattacher à ce genre, 12 échantillons complets et deux têtes d'animaux présentant des caractères morphologiques particuliers ont été trouvés en bon état de conservation. Ces caractères, perceptibles au premier coup d'œil, auraient permis à eux seuls, d'isoler ces échantillons des 6 espèces d'*Enoploteuthis* considérées comme bonnes. Par chance, parmi les centaines d'*Enoploteuthidae* récoltés au Mid water trawl lors des campagnes de l'ORSOM III et du CORIOLIS, se trouvent 3 exemplaires en bon état, de taille sensiblement équivalente à celle des animaux provenant des contenus stomacaux d'*Alepisaurus*, et même un individu beaucoup plus petit, mais montrant les taches caractéristiques de cette nouvelle espèce. La description suivante sera basée sur un exemplaire considéré comme type et provenant de la campagne Caride III/150, description complétée par un échantillon un peu plus grand (n° 31) provenant des contenus stomacaux (Longueur palléales dorsales 27 et 29 mm).

Le manteau est conique, assez largement ouvert à l'avant, donnant une largeur supérieure au

tiers de sa longueur. Les côtés, presque parallèles, se rapprochent assez brusquement au niveau antérieur des nageoires pour se terminer par un cône transparent bien détaché. Les rapports entre la longueur dorsale du manteau et la longueur palléale antérieure à la nageoire, la nageoire elle-même et le cône terminal sont d'environ 50, 30 et 15 %.

Le bord dorsal du manteau porte une légère pointe mousse surplombant le cou, le bord ventral montre deux pointes bien détachées portant les cartilages de fixation.

Les nageoires assez petites ont leur bord antérieur convexe, les pointes latérales arrondies et le bord postérieur à peine concave. Le lobe antérieur détaché est arrondi et court.

Le siphon est large et court, sa paroi latérale est prolongée dorsalement par un repli collaire, aboutissant au cartilage dorsal.

La face dorsale du siphon est reliée à la tête par deux brides en forme de Λ entre lesquelles se trouve un bouton blanchâtre.

Le cartilage siphonal est allongé, arrondi aux extrémités, creusé d'une dépression rectiligne médiane. Le cartilage palléal homologue ne forme qu'une ride aboutissant à l'extrémité de la pointe du bord palléal ventral.

La tête est allongée (environ la moitié de LM) et presque aussi large que la largeur du manteau. La fossette siphonale est profonde, limitée latéralement par un bord aigu se continuant en arrière en une crête lamellée, surmontée le long du cou par deux crêtes obliques. Le dessus de la tête est bombé et les yeux latéraux, grands, se placent en avant de son milieu. Ils possèdent un sinus antérieur bien marqué. L'iris est de couleur cuivrée, bronzée, et le bord ventral du globe porte 7 à 8 petits photophores orange, alignés, encadrés par un organe plus gros à chaque extrémité.

Les bras, remarquables par leur longueur, sont sub-égaux ; ils portent deux rangs de crochets anguleux, dont les paires, espacées à la base des bras, se rapprochent puis s'ordonnent en une ligne zigzagante tendant chez certains à devenir rectiligne à partir des deux-tiers antérieurs des bras. L'extrémité, fine, est garnie de 12 à 14 paires de petites ventouses hémisphériques pédiculées (fig. 34). Leur ouverture est munie d'une couronne cornée de fixation formée de baguettes radiales, remplacées latéralement et proximalelement par un pavage de plaques vaguement hexagonales qui, chez les spécimens les plus âgés, rejoignent les plaques distales en suivant le bord intérieur des baguettes. Les plaques augmentent de taille de l'extérieur vers l'intérieur et sont pourvues d'un bouton corné central, bouton s'allongeant sur les plaques centrales jusqu'à devenir une épine aiguë au voisinage des dents proprement dites du cercle et en nombre égal à celui de ces dents. Ce cercle possède de 7 à 9 longues dents mousses disposées le long de la demi-circonférence supérieure et leur longueur est telle que leurs pointes peuvent presque s'aligner sur un diamètre du cercle, les dents latérales étant donc les plus petites.

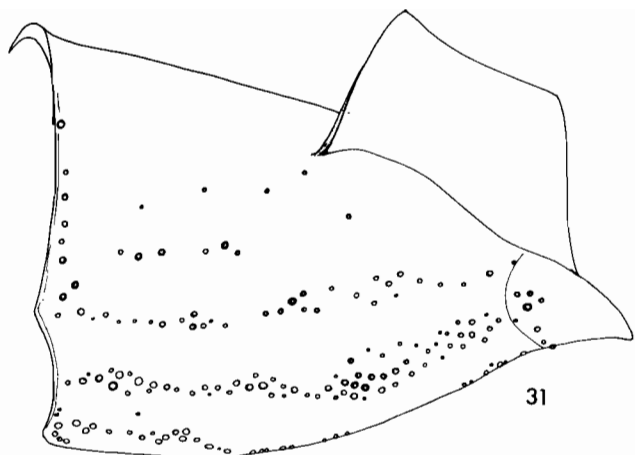
Les crochets (pl. I, fig. 3) sont au nombre de 34 sur les bras IV, de 24 sur les bras III et V, et de 22 sur les bras dorsaux, avec 12 à 14 ventouses apicales.

Les bras ventraux, puissants à la base, s'effilent graduellement en une pointe fine, et sont bordés sur toute leur longueur par une membrane basse.

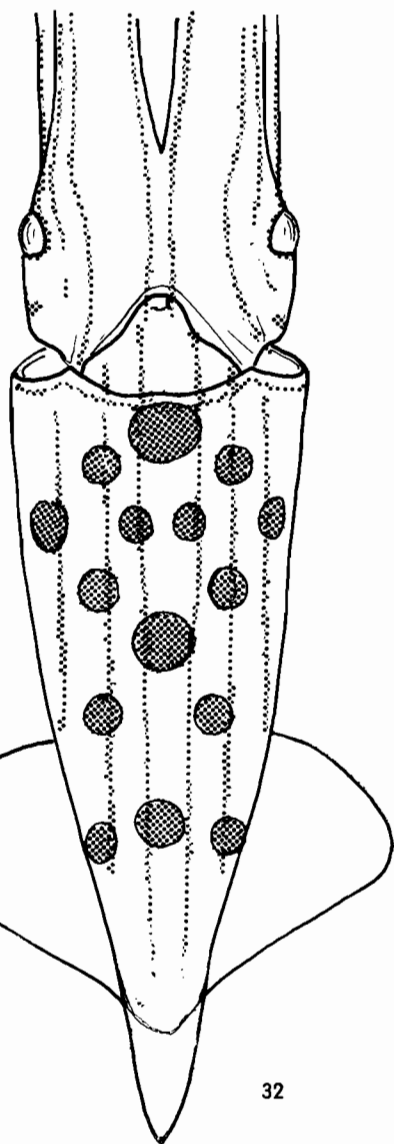
Les ventro-latéraux, de même constitution, portent une membrane natatoire assez développée. Les autres bras sont arrondis ; je n'ai pu voir de membrane de protection.

Les tentacules (fig. 37) sont grêles, assez courts, aplatis et portent une massue peu différenciée en largeur. Elle comporte un appareil de fixation allongé composé de 5 à 6 ventouses à bord corné lisse, ainsi que les boutons charnus correspondants. La paume présente 7 couples de crochets (fig. 35), s'alignant vers l'extrémité de la massue qui se termine par 5 paires de ventouses présentant le même arrangement denticulé que les ventouses brachiales (pl. I, fig. 4). La membrane péri-buccale, fixée de façon normale (les bras ventraux fixés par les côtés dorsaux) comporte 8 languettes blanches papuleuses intérieurement.

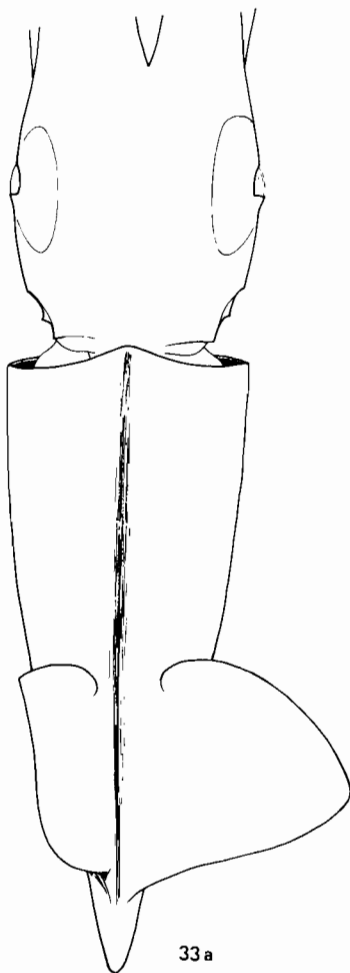
La *radula* (fig. 36) possède une dent rachidienne lancéolée, forte, pourvue latéralement d'un ectocône crochu. La base de la dent est quadrangulaire. Les dents admédianes sont courtes et larges à base arrondie, les premières latérales un peu plus longues, sont également un peu arquées, les secondes latérales sont presque rectilignes et allongées.



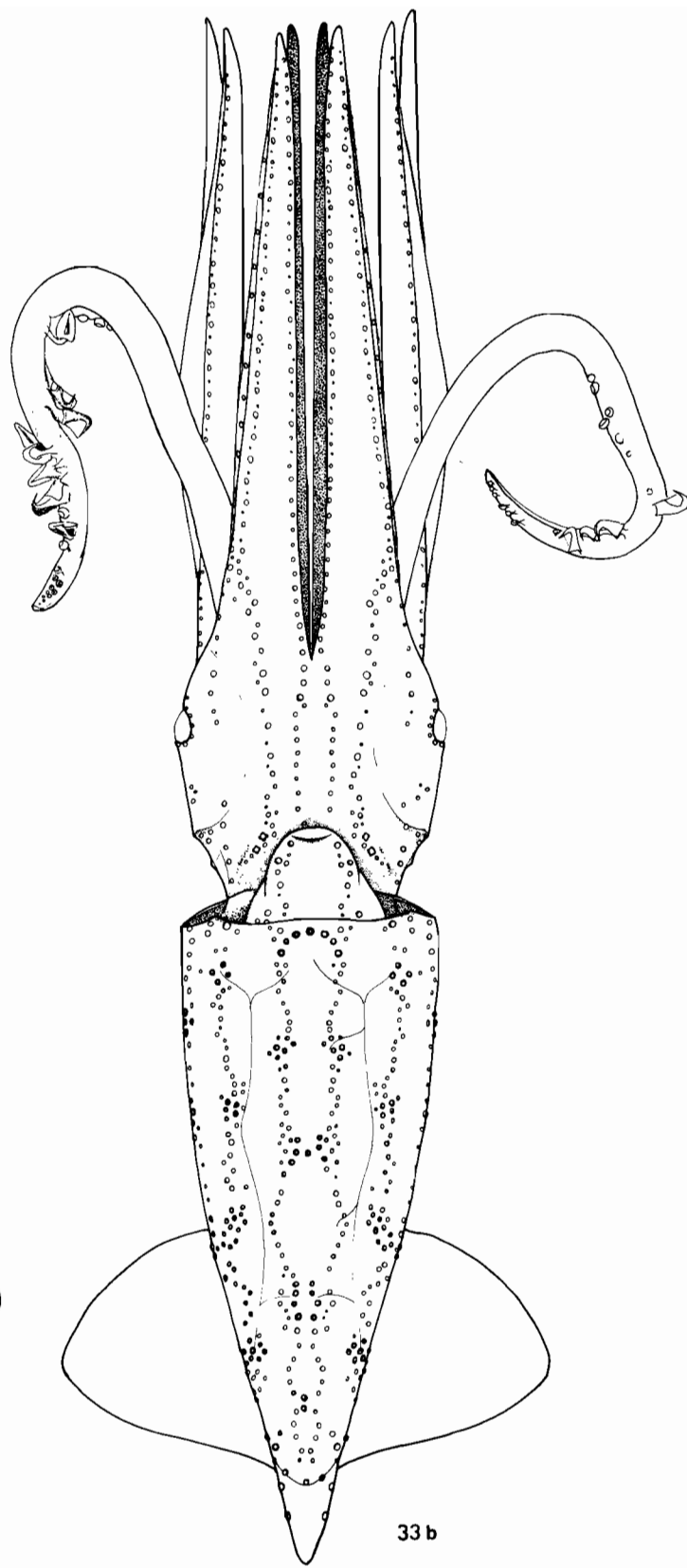
31



32



33a



33b

Fig. 31. -- *Enoploteuthis relicula*, manteau face latérale, juvénile.
 Fig. 32. - *Enoploteuthis relicula*, schéma de la disposition des organes lumineux.
 Fig. 33. - *Enoploteuthis relicula*: a) vue dorsale ; b) vue ventrale.

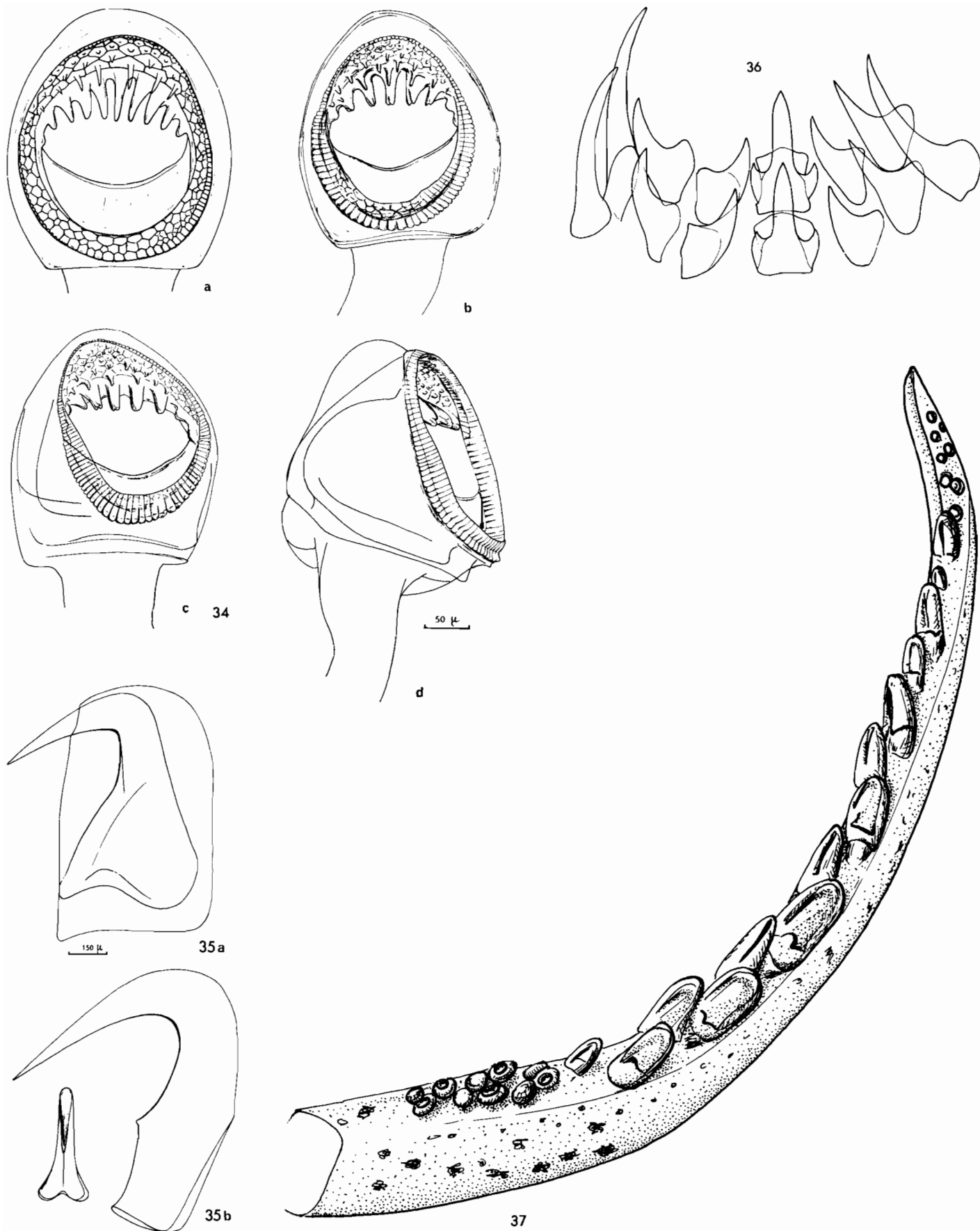


Fig. 34. — *Enoploteuthis reticulata*: (a-d) ventouses des bras III.

Fig. 35. — *Enoploteuthis reticulata*: (a-b) crochets bras III (hauteur moyenne 1 mm).

Fig. 36. — *Enoploteuthis reticulata*, radula.

Fig. 37. — *Enoploteuthis reticulata*, massue tentaculaire gauche.

TABLEAU XV

Mensurations de *E. reliculata* en % de la longueur dorsale du manteau exprimée en millimètres.

	CAR I/52	CAR III/150	N° 29	N° 31	N° 82
LM.....	22,0	27,0	25,0	29,0	24,0
IM.....	48,0	42,5	36,0	33,0	35,4
IT (*).....	45,5	33,4	40,0	33,0	29,0
LN.....	45,5	41,0	44,0	38,0	37,5
LN+Q.....	57,0	56,0	56,0	55,0	45,0
IN.....	82,0	78,0	74,0	67,0	67,0
I.....	86,5	92,5	96,0	72,5	100,0
II.....	105,0	85,5	100,0	76,0	104,0
III.....	100,0	81,5	98,0	84,5	108,0
IV.....	91,0	89,0	102,0	88,0	96,0
Lt.....	114,0	100,0	100,0	103,0	113,0
Lm.....	29,6	22,0	30,0	27,6	23,0

* Très souvent en mauvais état. — Yeux exorbités.

L'arrangement des photophores est très particulier et permet une reconnaissance immédiate. Deux sortes d'organes lumineux sont présents dans les alignements : de gros photophores sphériques de 0,2 mm de diamètre apparaissant foncés de par leur revêtement noir extérieur et de petits organes plus clairs et plus petits.

Les sphères foncées sont groupées en amas de 5 à 8 dans des dépressions du manteau reliées par une branche du nerf palléal, bien visible chez les échantillons provenant des contenus stomacaux (attaque des tissus). Les sphères claires, sont alignées en bandes joignant les groupes d'organes foncés.

Sur les faces ventrales et latérales du manteau on peut distinguer :

- 1 bande simple transverse, suivant le bord palléal et ne dépassant pas en hauteur le niveau des yeux.
- 4 bandes longitudinales simples chez le type, plus ou moins doubles chez les échantillons plus grands, laissant entre elles des champs dépourvus entièrement de photophores, d'une largeur de 1 mm. La bande médiane est claire. Seules les deux bandes centrales sont plus ou moins anastomosées à la partie postérieure.

Les groupes foncés sont alignés le long des bandes précédentes ; on distingue immédiatement (fig. 32) :

- 1 groupe antérieur près du bord palléal,
- 1 groupe central avec photophores symétriques,
- 1 groupe postérieur, ce groupe joignant les 2 bandes centrales.

Également sur les bandes centrales, mais isolé, se trouve un groupe antérieur.

Les premières bandes latérales portent 4 groupes alignés. Sur les côtés (fig. 31) quelques autres gros photophores foncés se voient, isolés, et peuvent peut-être former de nouveaux groupes sur les animaux de plus forte taille.

La face dorsale, dépourvue de photophore, est colorée en brun par de gros chromatophores.

Le siphon porte ventralement 4 séries de petits photophores en continuité sur les bandes palléales, ainsi que dorsalement 2 séries de part et d'autre de la bride siphonale, formées de 3 organes antérieurs et de 5 à la base du siphon.

La tête est parcourue par des séries simples de gros et de petits organes lumineux plus ou moins alternés. De part et d'autre d'une bande médiane dépourvue de photophores on trouve :

- 1 bande d'organes prenant naissance dans la cavité siphonale et rejoignant directement le bord interne des bras ventraux.
- 1 bande commençant à l'extrémité postérieure de la crête siphonale contournant la fenêtre oculaire et se poursuivant sur le côté externe des bras ventraux.
- 1 bande latérale, interrompue au niveau de la fenêtre oculaire et se continuant le long de la membrane natatoire des bras IV.
- Enfin un demi-cercle bordant la paupière inférieure de l'œil, remontant à l'avant au-dessus du sinus et se prolongeant le long du bord externe du bras III.

Par chance, un jeune de 14 mm de longueur dorsale du manteau a été trouvé dans un trait de Mid water trawl (CAR III/29) ; son corps est court sacciforme, à cône postérieur peu évolué, les crochets des tentacules ne sont pas encore entièrement développés. Il est remarquable que l'ornementation du manteau ne compte pratiquement que les gros photophores foncés groupés en amas, les petits organes n'étant pas encore visibles. Il semblerait donc, que ces groupes enfoncés dans des dépressions de la face ventrale du manteau apparaissent très tôt, puis au cours de la croissance, les lignes de photophores de jonction se développent, liant longitudinalement les amas entre eux d'abord par une ligne simple d'organes, puis par développement de nouvelles sphères claires, les lignes s'épaississent et tendent à rejoindre les amas foncés voisins. C'est ce stade ultime que nos échantillons non adultes présentent. Si ce processus se poursuit, il est possible que l'on assiste avec la croissance de l'animal à un ennoyage des groupes foncés par les bandes de liaisons. Ainsi dans les collections des campagnes CARIDE se trouve un gros *Enoploteuthis* (LM : 60 mm) présentant un tel arrangement linéaire des organes lumineux sur plusieurs rangs et sans que les groupes foncés puissent être décelés. Seuls quatre organes affrontés sur la ligne médiane claire, à l'emplacement du second groupe central de notre espèce, pourraient inciter à penser que nous sommes en présence de l'adulte de l'espèce (*). Il faut espérer que d'autres échantillons de tailles intermédiaires viendront par la suite fournir une réponse à cette question.

TABLEAU XVI

Dimensions relatives (% LM) des bras et des nageoires des différentes espèces d'*Enoploteuthis*.

	<i>leptura</i> Leach 1817	<i>chuni</i> Ishikawa 1914	<i>galaxias</i> Berry 1918	<i>dubia</i> Adam 1960	<i>anapsis</i> Roper 1964	<i>theragrae</i> Taki 1964	<i>reticulata</i> Rancurel
Bras...	68,0	71,5	64,0	114,0	66,0	50 (**)	100,0
LN.....	44,0	74,5	55,5	58,5	65,0	50,0	38,0
IN.....	80,5	81,0	68,0	100,0	71,5	63,0	63,0

(*) La présence de cet échantillon de grande taille appelle deux constatations : d'abord un fait malheureusement bien connu, celui de la fuite des gros animaux rapides devant les petits MWT manœuvrés avec lenteur, qui ne fournissent qu'une image imparfaite de la biocoenose dans laquelle le filet travaille, ensuite il doit être noté que le manteau de cet échantillon a été recueilli lors du trait CAR III/49 et la tête au cours de CAR III/51, l'armature brachiale, au demeurant détériorée ayant dû rester accrochée aux mailles de l'engin et le corps être coupé en deux, soit par les manœuvres du filet, soit par effet hydrodynamique.

(**) Proportion donnée par TAKI, p. 286 qui doit correspondre à une moyenne de ses 5 échantillons. Le rapport fourni par le tableau p. 282 donnerait 62 %.

Si l'on rapproche maintenant *E. reticulata* des 6 autres espèces d'*Enoploteuthis* reconnues valides, la longueur relative des bras de la nouvelle espèce, la sépare immédiatement de toutes les autres, sauf *dubia*, qui s'en différencie par l'attache particulière des membranes buccales aux bras.

D'autre part, les proportions des nageoires sont bien inférieures à toutes celles relevées. Enfin, la disposition des photophores sur la face ventrale du manteau, arrangés en groupes enfoncés dans une cuvette de la paroi palléale est unique.

En résumé, cette espèce peut être définie par les caractères suivants :

- arrangement de 5 à 8 photophores en amas régulièrement disposés, enfoncés dans le légument, reliés par des bandes de photophores plus petits et plus clairs,
- 3 amas médians reliés par 2 bandes longitudinales confluentes en arrière.

Puis de part et d'autre :

- 1 groupe latéral uni à la bande médiane ;
- 3 groupes latéraux unis au précédent et à la bande médiane, formant une réticulation ;
- 3 groupes sur les faces latérales ;
- 2 grandes branches symétriques du nerf palléal unissent ces groupes ;
- bras longs, environ 100 % de la longueur du manteau et sensiblement égaux ;
- nageoires petites (LN 36,4 %, 1N 67 %) ;
- tentacules minces, plats, avec 12 à 14 crochets de petite taille ;
- appareil de fixation allongé, avec 5 à 6 ventouses ;
- tête parcourue par 4 bandes complètes de photophores et 2 bandes interrompues ;
- bras ventraux, longés par 3 alignements et latéro-ventraux par 1 bande de photophores unisériés.

6. — Famille OCTOPOTEUTHIDAE.

1. Genre *Octopoteuthis*

- *Octopoteuthis sicula* Ruppell 1844 (fig. 38).

ORIGINE DU MATÉRIEL :

N° 3 : 2 échantillons (22°30 S-163°55 E) ; n° 14 : 1 tête isolée (27°07 N-178°16 W) ; N° 21 : 2 exemplaires (22°54 S-164°38 E) ; n° 26 : deux morceaux très abîmés (22°43 S-165°23 E) ; n° 69 : débris (env. 24°00 S-166°00 E) ; n° 86 (sans indication de provenance).

TABLEAU XVII

Dimensions relatives de nos échantillons, par rapport à la longueur dorsale du manteau en millimètres, et comparées à celles indiquées par différents auteurs.

N°	3 ₁	3 ₂	21 ₁	21 ₂	86	Adam			Robson 1948
						1952	1960	1960	
LM.....	40	30	22	35	41	137	132	122	≥ 26
LN.....	90	90	100	88,5	100	91	98	94	84
1N.....	120	127	150	134	144	100	127	115	130
I.....	84	98	114	97,5	—	79	—	—	—
II.....	110	—	155	114	129	—	106	—	—
III.....	100	—	132	93	—	—	—	—	36
IV.....	80	107	118	68,5	85,5	78	—	—	—

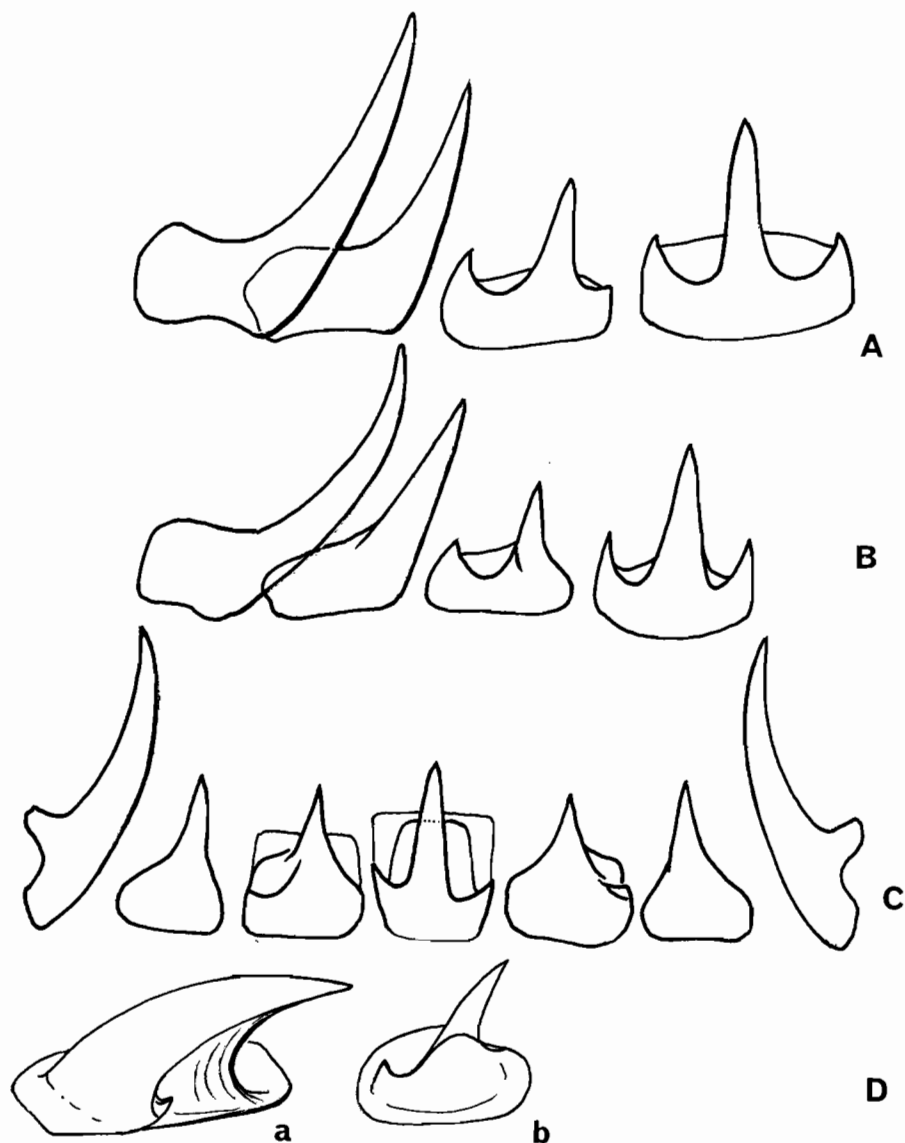


Fig. 38. — Radula d'*Octopoteuthis sicula* : A) Golfe de Guinée, LM 57 mm ; B) Golfe de Guinée, LM 37 mm ; C) Pacifique Sud-Ouest, estomac d'*Alepisaurus*, n° 21 ; D) détails des denticules de la radula ; a : dent rachidienne ; b : dent admédiane.

Les 8 échantillons sont très abîmés, coupés et pliés, mais permettent une reconnaissance aisée de l'espèce. La partie extérieure du tégument a été en partie décapée par les sucs digestifs d'*Alepisaurus* et l'aspect des animaux est légèrement inhabituel. Au lieu d'observer le corps enveloppé de la couche chondroïde plus ou moins fibreuse habituelle, le manteau, les nageoires et la tête montrent le tégument basal de cette couche, mettant en surface les chromatophores rouges et brunâtres dont il est parsemé. La teinte générale est pâle, jaunâtre, loin du beau brun-rouge profond des échantillons fraîchement récoltés.

Dans la plus grande partie des cas, tous les bras étaient entiers, la partie terminale fusiforme n'ayant pas eu l'occasion de se séparer de la base du bras comme c'est le cas lors d'une pêche au

filet. Sur l'échantillon n° 21₁, les trois bras droits supérieurs ont été rompus, antérieurement à la capture, et ont commencé à régénérer sur une longueur de 2 à 3 mm.

Les bras sont encore presque tous enveloppés de tissu chondroïde formant une carène élevée sur la face externe d'au moins le diamètre du bras lui-même. Les membranes de protection sont rudimentaires et ondulées.

Les crochets encapuchonnés, au nombre d'environ 52 à 54, sont disposés par paires obliques à la base du bras sur 5 à 6 paires, puis l'obliquité augmentant, l'alignement des crochets passe par un stade en zigzag de part et d'autre d'un sillon médian, et se termine par une succession en ligne droite (sillon?). Entre les crochets et la partie fusiforme se trouvent 2 paires de petites ventouses.

Les ventouses intercalaires ne se rencontrent que de façon sporadique et souvent sont complètement absentes.

L'intérieur de la cavité palléale montre les deux organes probablement lumineux indiqués par ADAM (1952) à la suite d'APPELLOF (1889), CHUN (1910), PIERANTONI (1935), situés de part et d'autre du rectum sous les *musculi recli abdominalis* et sous la glande du noir. Mais ces organes apparaissent ici exceptionnellement gros, faisant saillie de la bordure latérale des muscles sous forme d'une double boule jaunâtre de 4 mm de diamètre, séparée par la trace du rectum très rétréci à cet endroit. Sur des échantillons en provenance du Golfe de Guinée, de taille il est vrai sensiblement plus grande, ces organes sont de dimension proportionnellement bien inférieure et ne débordent pas des bandelettes musculaires. Il est possible que le diamètre de ces organes reste pratiquement constant au cours de la croissance et que, chez les animaux examinés par W. ADAM de taille très supérieure aux nôtres, les organes envisagés restent relativement petits.

Parmi les autres formations d'apparence photogène décrites par les auteurs chez *Octopoteuthis* et *Octopodoteuthopsis*, il nous a été possible de n'en retrouver qu'une seule. Cette lacune est probablement due au mauvais état extérieur du tégument de nos échantillons. La formation retrouvée est celle décrite par G. VOSS (1956) et W. ADAM (1960) située vers le quart ou le cinquième postérieur ventral du manteau. Ces auteurs décrivent deux organes blanchâtres situés de part et d'autre de la ligne médiane et de 1 mm environ de diamètre. Sur nos exemplaires de la côte d'Afrique en très bon état, les deux corps bien visibles enfoncés dans le tégument sont enveloppés d'un ménisque de tissus hyalins, faisant saillie dans le tissu chondroïde externe. Si l'on ouvre le manteau médianement, on peut voir la couche de chromatophores qui suivait l'épiderme palléal se décoller pour envelopper la formation hyaline contenant les corps blanchâtres.

L'organe dorsal du siphon a la forme d'un V inversé, à base des branches arrondies et légèrement sinueuses; elles sont surélevées par rapport à une partie basilaire à bords plus rectilignes. La partie centrale présente une crête triangulaire libre et allongée analogue à celle figurée par ROBSON (1948) chez *O. nielsenii*. Les plaques latérales, pliées en deux suivant leur grande longueur, ont une forme ovale à partie antérieure plus étroite.

Le gladius est très mou, sans aucune rigidité; il se compose d'un rachis étroit, pointu et isolé des expansions latérales en avant. Deux expansions foliacées, translucides et papyracées le bordent sur toute sa longueur restante, atteignant chacune à peu près 5 fois la largeur du rachis vers le milieu. Ces expansions se rejoignent à l'avant en se repliant ventralement, et forment une espèce de demi-cornet se terminant par un petit onglet punctiforme. L'aspect général de ce gladius n'est pas sans évoquer l'apparence d'une larve leptocéphale.

La radula (fig. 38) est pratiquement identique à celle figurée par ROBSON (1948) pour son *O. nielsenii*, même base plate entourée d'une collerette et admédiane carrée.

Comparée aux radula des *O. sicula* de la côte occidentale d'Afrique en cours d'étude, de légères différences sont évidentes: chez les animaux de taille sensiblement égales, les dents des échantillons du Pacifique sont plus étroites et plus longues. La base des dents rachidiennes et admédiannes se projette en avant de près des trois-quarts de la longueur du mésocône, les ectocônes latéraux sont basaux et peu développés. Les dents latérales sont plus petites et à talon peu développé. Chez les exemplaires africains, la base de la dent est moins longue et les ectocônes des

dents médianes et admédianes sont plus étirés dans le sens transversal, tandis que les ectocônes sont plus longs et plus aigus, pour des dents de rang sensiblement semblable sur les différentes radula.

Par contre, sur aucun de nos exemplaires tant pacifiques qu'africains nous n'avons retrouvé les dents supplémentaires figurées par W. ADAM (1952) provenant d'un individu beaucoup plus grand que ceux dont nous disposions.

Il semblerait donc, qu'une parfaite analogie puisse se remarquer entre les 7 échantillons et les deux décrits par ROBSON en 1948 des environs des Galapagos ainsi que des différences sensibles mais difficilement codifiables avec *O. sicula*. Mais l'état de nos exemplaires, est vraiment trop précaire pour que nous ne puissions qu'espérer la récolte de matériel en bon état afin de revoir cette question avec plus de certitude.

2. Genre **Taningia**

— *Taningia danae* Joubin 1931.

ORIGINE DU MATÉRIEL : n° 14 (27°07 N-178°16 W).

L'espèce n'est représentée que par une seule tête de petite taille, portant une couronne brachiale en bon état, avec en particulier les bras II terminés par les organes lumineux caractéristiques (JOUBIN, 1931-CLARKE, 1967). Il semblerait que ce soit la première fois que cette espèce connue de l'Atlantique et de l'Océan Indien, est signalée dans le Pacifique Central.

7. — Famille **HISTIOTEUTHIDAE**.

1. Genre **Calliteuthis**

ORIGINE DU MATÉRIEL :

N° 79 : 20°46 S-166°56 E-1 juv. LM 17+1 échantillon sans référence : tête séparée.

Seulement deux représentants de cette famille ont été collectés dans les estomacs d'*Alepisaurus*. Leur très mauvais état ne permet pas une détermination spécifique dans l'état actuel de nos connaissances des *Histioteuthidae* du Pacifique. Il s'agit tout d'abord d'un jeune de 17 mm de longueur palléale dorsale, au manteau allongé, presque cylindrique, se terminant par un arrière arrondi, surmonté de deux nageoires d'assez grande taille. Les photophores encore présents sur la face ventrale du manteau sont grands et au nombre d'une quinzaine autour de l'ouverture palléale.

La tête est large, la surface ventrale presque dépourvue d'organes lumineux décapés par les sucs digestifs. Les bras, pourvus de ventouses de taille respectable sont presque égaux et d'une longueur voisine de celle du manteau. Les tentacules presque détruits portent des massues pointues qui étaient garnies de ventouses de taille moyenne, subégales sur le manus, beaucoup plus petites sur le bord et la pointe.

Il s'agit très probablement d'un exemplaire juvénile de *Calliteuthis celestaria* s.l. Voss 1960.

Le second échantillon, malheureusement dépourvu de références d'origine, ne comprend qu'une tête sectionnée dans la région oculaire dont les plus longs bras mesurent 120 mm. D'après les caractères des photophores et la comparaison avec des échantillons entiers provenant de récoltes au Midwater Trawl, je pense pouvoir attribuer à *C. döfleini* Pfeffer cette couronne brachiale, bien que le décompte et l'arrangement des photophores des bras ventraux soit légèrement différent de celui indiqué par PFEFFER et par SASAKI.

8. — Famille **CHIOTEUTHIDAE**.1. Genre **Chiroteuthis**

— *Chiroteuthis* sp.

Un échantillon (n° 99, 23°31-165°53 E) assez digéré, dont le manteau semble allongé par l'action des sucs digestifs, forme tout le matériel représentant cette famille, par ailleurs convenablement représentée dans les traits de Midwater Trawl.

Si l'on peut juger sur le matériel présent, nous nous trouvons devant un jeune *Chiroteuthis* de 80 mm de longueur dorsale du manteau, au corps mince, allongé, terminé par une nageoire ronde, large (27 × 26 mm), la pointe postérieure du gladius étant cassée. Les cartilages de fixation siphonaux ne présentent aucune constriction interne, mais forment un ovale régulier, à creux dissymétrique dans le sens longitudinal, ayant la forme d'un os de Seiche. La tête de largeur moyenne (9 mm) est séparée du manteau par un « cou » composé de tissus attaqués par la digestion. Les yeux, ovales, munis d'un processus ventro-postérieur, ne portent aucun organe lumineux mais sont revêtus entièrement d'un tissu fibreux de couleur bronze cuivré qui peut être détaché par plaques. Aucune trace des nombreux organes lumineux habituels ne peut être vue. Les bras, sont dans l'ordre 4.3.2.1. (respectivement 105, 35, 30, 30 mm), les ventraux considérablement développés, portent de très petites ventouses pédonculées, disposées pratiquement sur un rang. Aucun organe lumineux argenté (vésicules réfrigères de JOUBIN) ne peut se voir le long de ces bras, qui sont marqués à leur place par des taches brunes.

Les ventouses des autres bras sont assez grosses, et leur cercle corné détruit par l'action de la digestion.

Les tentacules ont une tige épaisse, dépourvue d'organes lumineux et de ventouses et portent une massue à peine élargie, garnie d'une faible membrane natatoire. Les ventouses, disposées en 4 rangées obliques, sont portées par un pédoncule très court, leur donnant l'apparence de ventouses sessiles.

Le siphon est enflé à sa partie basale par un organe siphonal très développé mais de forme indistincte sur l'échantillon. Aucun organe lumineux n'a été trouvé sur la poche à encre qui est allongée en languette et recouverte entièrement par un rectum volumineux.

Il s'agit bien sûr d'un individu jeune, mais de taille suffisamment grande pour pouvoir fournir des caractères morphologiques valables et je ne pense pas que l'action des sucs digestifs ait pu faire disparaître entièrement les organes lumineux oculaires, viscéraux et brachiaux.

Si l'on suit Voss (1967) qui, raisonnablement, ne veut reconnaître que 5 espèces caractérisées de grande taille, outre les deux espèces nouvelles décrites dans son travail (*veranyi*, *lacertosa*, *picleti*, *imperator*, *macrosoma*, *capensis* et *joubini*) on ne pourrait envisager qu'un rapprochement avec *capensis* par l'absence d'organe lumineux viscéral, mais la présence chez cette dernière espèce de deux bandes lumineuses oculaires l'en éloigne. Il ne resterait que *macrosoma* pour lequel GOODRICH ne donne aucune indication sur les organes lumineux oculaires et viscéraux. Il mentionne des taches pigmentées convexes sur la face interne des bras ventraux qu'il assimile aux « vésicules réfringentes » de JOUBIN.

On peut penser que le silence de l'auteur sur la présence des organes lumineux oculaires très visibles habituellement implique leur absence.

On serait donc tenté de rapprocher notre espèce de *macrosoma* arguant de l'absence dans la description de GOODRICH, de mention d'organe lumineux. Mais l'état de notre matériel et l'absence de toute pièce de comparaison ne permettent pas d'aller plus avant dans cette assimilation.

9. — Famille **LEPIDOTEUTHIDAE**.1. Genre **Lepidoteuthis**

— *Lepidoteuthis grimaldii* Joubin 1895 (fig. 39-40, pl. I, fig. 1-2).

Provenant d'un bocal renfermant les contenus stomacaux groupés de 6 *Alepisaurus* de 640 à 1341 mm de longueur standard pêchés à la longue ligne entre 110 et 195 m de profondeur par 16°27 S et 166°22 E (référence n° 101).

L'échantillon malheureusement coupé au-dessus de la nageoire est en très bon état en ce qui concerne le manteau restant, la tête et l'appareil brachial.

D'après les figures des auteurs, en particulier CLARKE (1964), il semblerait que la proportion de la tête et des bras par rapport à la longueur dorsale du manteau soit assez voisine de 65 %, tant pour un animal adulte de 970 mm que pour un juvénile de 85 mm. On peut donc estimer grossièrement la longueur dorsale du manteau de notre exemplaire à 230 mm en nous servant de cet indice.

Les mensurations relevées en millimètres sont les suivantes :

TABLEAU XVIII

LM : >90	I : +65
IM : 30	II : ≥95
IT : 30	III : 90
hT : 22	IV : 98
L œil : 8	
h œil : 11	long. tête + bras = 152

Le manteau, coupé à sa partie postérieure au-dessus de la partie glabre de la nageoire est aplati et légèrement replié dans le sens de la longueur, position qui a dû protéger une partie des « écailles » de l'action des sucs digestifs.

Le bord palléal antérieur dorsal est régulièrement convexe, le bord ventral également, sans sinus bien marqué ni pointes latérales, la marge palléale est mince et bordée par des écailles plus petites.

Les formations épidermiques caractéristiques sont bien conservées et semblent présenter une formation intermédiaire entre celle décrite par CLARKE et celle mentionnée par CLARKE et MAUL (1964).

L'aspect général est pratiquement semblable à celui du manteau de l'adulte, représentant un « pavage » diagonal, formant des lignes spirales autour du corps. La section des écailles forme presque un carré dont les bords sont peu à peu jointifs avec ceux des écailles voisines, seuls les angles légèrement serrés s'arrondissent, donnant à certains groupes des aspects hexagonaux. Nous n'avons pas remarqué de recouvrement des écailles antérieures par les postérieures. Sur toutes les parties du manteau elles sont rangées les unes à côté des autres, leur hauteur supérieure au côté de leur section transversale, leur donne l'aspect très frappant de graines de grenade en place, aspect renforcé par la couleur rougeâtre de l'épithélium.

Dans les parties ayant subi un début de digestion, la partie externe des écailles est blanche, transparente, formée d'un réseau entrecroisé de fibres, le tout entouré d'un épithélium transparent parsemé de gros chromatophores bruns à lie-de-vin. La surface de ces écailles est plate sans dépression ni coloration plus intense, telles celles vues sur les clichés des exemplaires de Madère. Par contre, la région ventrale présente dans un pli accidentel des surfaces ayant été protégées des sucs digestifs. Sur ces aires, on voit nettement un recouvrement complet de la papille par l'épithélium latéral muni comme lui de chromatophores rougeâtres (pl. I, fig. 2).

Sur la face externe de toutes ces écailles se remarquent de petites sphères blanches au nombre de 2 à 3, situées au-dessous de l'épithélium coloré, et donc particulièrement visibles sur les « écailles

desquamées ». Ces formations doivent correspondre aux « cornes » signalées et figurées par CLARKE (1964, fig. p. 71, fig. 2) elles sont prolongées vers l'intérieur de l'écaille par des filaments (nerveux ou musculaires).

La face interne des écailles est revêtue également d'un épithélium reposant sur une basale musculaire. Les parties dépourvues d'écailles perdues par arrachement ne présentent aucune trace, mais seul se voit l'épithélium fin marqué de chromatophores enveloppant la paroi musculaire.

La tête a sensiblement la largeur du manteau, elle est assez allongée et comme l'appareil brachial, d'apparence cartilagineuse et rougeâtre. Sa face inférieure est marquée profondément par le sillon de la gouttière siphonale triangulaire sans bords bien définis ; vers l'avant elle se poursuit entre les yeux et forme, avec les plis inférieurs des globes oculaires, des replis semblables à ceux observés sur la face inférieure des têtes d'*Octopodoteuthis*, elle est plus ou moins en liaison avec un sillon profond provenant de la jonction des bras ventraux.

Les globes oculaires sont grands, occupant presque toute la face latérale de la tête. Le bord postérieur est marqué par un épaississement blanchâtre semi-lunaire, mou, certainement recouvert par l'épiderme sur le vivant (pl. I, fig. 1). Cet épaississement, qui correspond à la « tough membrane » de CLARKE et MAUL, est très semblable à la plaque postérieure de l'orbite des *Octopodoteuthidae* également, et assimilé par ADAM (1952) et Voss (1956) à un organe lumineux.

L'ouverture oculaire est arrondie, un peu tronquée en arrière et possède sur son bord un sinus bien marqué infra-médian. Nous n'avons pu voir le bourrelet musculéux rencontré chez l'adulte.

Par contre, le tissu lacuneux présente un épaississement partant du sinus oculaire et se prolongeant en direction de la membrane natatoire du bras latéro-ventral. Cet épaississement blanchâtre et dépourvu de chromatophores est probablement le précurseur du bourrelet musculéux signalé. Si l'on soulève la couche épidermique incolore, on révèle un réseau de grosses fibres musculaires très espacées, qui entourent le bras transversalement en provenance de la face orale du bras. Ces gros troncs musculéux sont croisés à angle droit par un réseau de fibres musculaires relativement peu serrées et anastomosées par place et très sinueuses, les gros troncs émettent des rameaux qui viennent s'unir aux fibres sinueuses longitudinales.

Au niveau de l'épaississement blanchâtre, les gros troncs s'arborescent en se subdivisant très rapidement en un grand nombre de fibres entrecroisées qui viennent rejoindre les mêmes dendritisations provenant de la subdivision des gros troncs de la face opposée du bras dans un conjonctif lacuneux plus dense que d'ordinaire.

Les autres bras présentent également des fibres musculaires transversales et longitudinales, mais qui sont beaucoup plus minces, plus irrégulières et beaucoup moins organisées.

Le rôle de cet appareil ne semble pas être en relation avec une modification quelconque des ventouses des bras latéro-ventraux.

Pour vérifier la présence du lobe infra-orbitaire, nous avons dû sectionner les paupières supérieure et inférieure et soulever complètement le globe oculaire. Un coussin d'apparence muqueuse recouvert d'un épiderme fin à petits chromatophores, fait saillie à l'intérieur de l'orbite et se termine par une seule pointe dirigée vers l'arrière. L'épiderme de ce coussin semble être en continuité avec celui recouvrant la partie musculaire des bras.

La face supérieure de la tête est plate.

La région nucale est non plissée et la collaire montre en arrière du siphon la prolongation des bords de la gouttière siphonale sous forme de crêtes hautes, anguleuses, rejointes par une côte en provenance de la face supérieure, formant une zone triangulaire.

Le cartilage est semblable à celui de l'adulte.

Les cartilages siphonaux sont mous, longuement ovales, avec une dépression médiane plus prononcée et légèrement variquée sur leurs bords ventraux. La partie postérieure est arrondie, sans trace de bifurcation. Le siphon est robuste à bord antérieur arrondi, marqué par quelques chromatophores allongés longitudinalement sur le bord, latéralement se trouvent de larges poches accessoires.

L'organe siphonal montre une tache dorsale à crête médiane à sa partie antérieure et deux

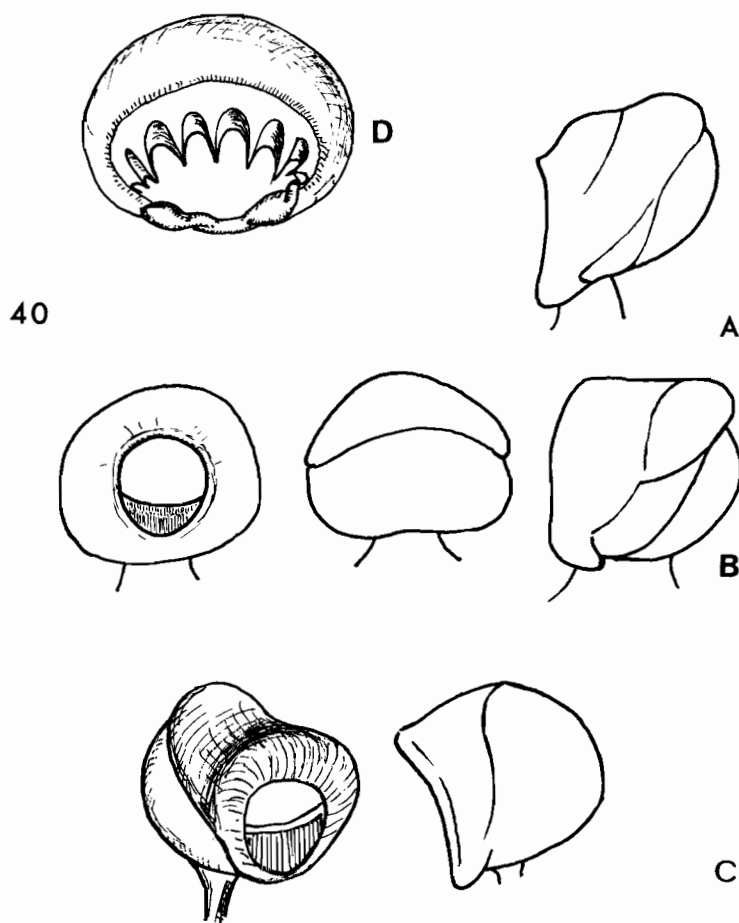
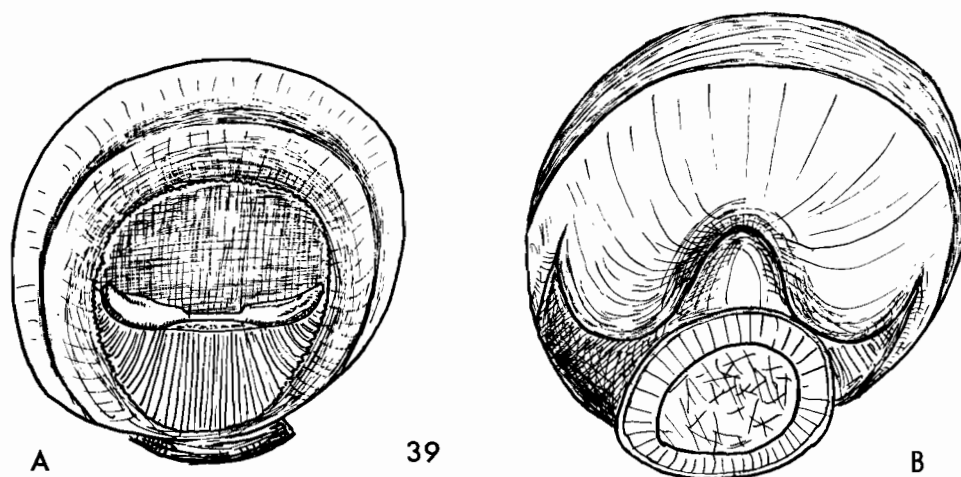


Fig. 39. — *Lepidoteuthis grimaldii*, ventouses brachiales, bras III : A) face ; B) dos.

Fig. 40. — *Lepidoteuthis grimaldii*, ventouses : A) subdistale ; B) proximale, vue de profil, face et dos ; C) médiane ; profil et vue cavalière ; D) cercle corné montrant les dents cachées par les bourrelets charnus sur les figures précédentes.

taches ventrales peu distinctes. Le tissu constitutif est surélevé et se détache par lambeaux. Aucune structure tubulaire n'a été vue dans la partie antérieure de l'organe.

Les bras sont longs et épais, à corps musculaire arrondi ; ils sont revêtus sur leurs faces externes d'une couche membraneuse lacunaire limitée extérieurement par un épiderme mince, clair et séparé des muscles sous-jacents par une basale à chromatophores de grande taille.

La couche membraneuse lacunaire est en partie abîmée et les carènes qu'elle formait sont quelque peu indistinctes.

Les bras ventraux sont aplatis extérieurement, très enveloppés de tissu lacuneux qui forme une carène épaisse et molle.

Les ventouses, de petites tailles, sont alignées en 2 rangs alternes marginaux, le pédoncule étant en prolongement d'un bourrelet plus médian. L'ouverture des ventouses est tournée vers l'extérieur. Les membranes de protection sont basses et munies d'une pointe faisant face à la ventouse et liée au pédoncule. Les ventouses, au nombre de 57 paires, sont de taille légèrement plus faible à la base des bras, elles gardent sensiblement un diamètre de 2 mm sur la plus grande longueur du bras puis diminuent graduellement jusqu'à la pointe.

Les bras ventro-latéraux ont une texture analogue et sont munis d'une membrane natatoire constituée de tissu mou, bien développée, présentant sa plus grande hauteur vers le milieu du bras, s'atténuant ensuite (largeur totale bras+membrane : 11 mm). Les ventouses sont au nombre de 53 paires, les membranes sont de hauteur moyenne.

Les bras dorso-latéraux présentent une membrane natatoire en mauvais état et des membranes de protection pouvant recouvrir latéralement les ventouses. Ces bras ayant leur extrémité coupée nous n'avons pu compter que 47 paires de ventouses.

Les bras dorsaux incomplets, ont des membranes de protection basses.

La membrane buccale est haute munie de 7 pointes à fixation normale et forme 2 pointes ventrales séparées. Sa couleur est celle des bras sur sa face externe, non colorée intérieurement.

Le bulbe buccal est également incolore à surface mamelonnée. Toutes les ventouses arrivent jusqu'au niveau de la membrane buccale.

Les ventouses (fig. 39-40) sont très semblables tout au long des bras, elles ne diffèrent que par leur taille. L'échantillon examiné présente sur toutes ses ventouses un anneau membraneux entourant l'ouverture de l'organe et cachant entièrement les denticules distaux. La face interne de cet anneau (*Haftiring* de NAEF) porte des cannelures ou bâtonnets chitineux qui joignent son bourrelet externe à l'anneau corné proprement dit. Sur une ventouse *in situ*, les bâtonnets ne sont visibles que sur la moitié proximale de la ventouse où ils remontent du bord distal jusqu'au rebord corné médian de l'anneau denté ; sur le restant du pourtour, seules les extrémités des bâtonnets chitineux sont visibles sur le bord de la ventouse.

Ces formations classiques mais souvent peu apparentes, ne sont mentionnées ni chez l'adulte, ni chez le jeune. Elles présentent un aspect différent de celui figuré (pl. 6, fig. A, CLARKE et MAUL, 1964).

Les ventouses proximales sont presque sphériques et de taille à peine inférieure aux ventouses médianes qui présentent bien un aspect de casque mais qui semblent bien plus allongées que sur les photos publiées par CLARKE et MAUL qui paraissent d'une forme plus sphérique. Il en est de même pour l'ouverture des ventouses largement bâillante et presque circulaire chez l'adulte ; elles présentent un aspect à demi obstrué. Sur celles de notre spécimen, le bourrelet retourné du bord proximal de l'anneau corné coupe presque l'anneau en son diamètre.

Les dents, le plus souvent au nombre de 7, ont une racine prenant assez loin sur l'anneau corné (fig. 30 E) qui l'accompagne et la joint à la voisine par une espèce de palmure. J'ai rencontré parmi les ventouses médianes des bourgeonnements dus probablement à l'action des sucs digestifs du prédateur.

Le muscle interne de la ventouse présente un aspect bombé, lisse lors de l'extraction de l'anneau.

Les plus grosses ventouses ont un diamètre d'environ 2 mm dans leur plus grande hauteur.

Le nombre de ventouses sur les bras, entre bien dans les limites signalées par CLARKE qui

note 60 ventouses chez le jeune, pour 160 environ chez l'adulte. Or, notre échantillon qui se place approximativement au quart inférieur de sa croissance, possède déjà plus de 60 % du nombre de ventouses de l'adulte, ce nombre de 106 pour les bras ventraux indique de plus que la croissance des bras, donc de l'accroissement du nombre des ventouses qui se prolongent jusqu'à l'extrême pointe, n'est pas une fonction linéaire de la croissance du manteau.

ANATOMIE INTERNE.

Seule la partie antérieure des viscères est complète et en bon état. Lors de l'ouverture de la cavité palléale apparaît le grand muscle abdominal recouvert par un épiderme incolore reliant la partie postérieure de la poche palléale, absente sur notre échantillon, à la région anale. Le muscle, large, bien développé, mince, recouvre les organes soit par lui-même, soit par la pellicule épidermique enveloppante. Une striation transversale de bandes irrégulières brillantes et mates lui donne un aspect tendineux.

Le rétracteur gauche du siphon présente à sa base postérieure élargie un réseau de bulbilles papilleuses à son contact avec la base de la branchie, l'endothélium de la région comprise entre le rétracteur du siphon et la branchie est revêtu d'une couche variqueuse d'apparence spumeuse, formant des plis irréguliers mais orientés vers la base de la branchie. Ce revêtement ressemble de façon frappante à celui constitutif de l'organe siphonal et desquamant comme lui. La région postérieure à la branchie porte également ce revêtement, mais réparti de façon uniforme, sans plissements. Après raclage, le tissu musculaire intérieur du manteau apparaît. Si le revêtement infrapalléal peut faire songer à une altération de l'endothélium, les papilles présentes sur la base du rétracteur sont nettement structurées et font certainement partie d'une formation histologique particulière.

Les autres organes se limitent à l'appareil branchial où nous avons trouvé 30 filaments branchiaux, aux appareils rénal et cardiaque et sont semblables à ceux décrits par les auteurs.

DISCUSSION.

Les récoltes de *Lepidoteuthidae*, famille réduite à un seul genre monospécifique *L. grimaldii* Joubin 1895, se sont limitées, en dehors de 2 jeunes spécimens pris au filet (CLARKE 1964), aux animaux provenant de contenus stomacaux de prédateurs profonds (Cachalot, *Grampus*, *Aphanopus carbo*, *Thunnus obesus*) capturés dans l'Atlantique Nord (Açores, Madère) et dans l'Atlantique Sud (31°11 S-33°13 W) (CLARKE, 1966). Notre échantillon est donc le premier signalé du Pacifique Sud, entre les Nouvelles-Hébrides et la Nouvelle-Calédonie.

Malgré une comparaison soignée de notre exemplaire avec les descriptions des auteurs et la documentation photographique heureusement abondantes (1). Les différences relevées ne sont que des points de détails pour la plupart et seules celles relatives aux ventouses pourraient faire seulement envisager la création d'une race géographique pacifique.

On peut essentiellement mentionner :

- la confirmation de la couverture des papilles squameuses par un épiderme coloré ;
- la hauteur des papilles cutanées qui ont une apparence de graines de grenade plutôt que d'écailles ;
- la présence d'un sinus oculaire bien marqué.
- l'absence de bourrelet musculaire à la place du sinus habituel. On notera pourtant une région préoculaire bien différenciée dans la structure du tissu lacuneux et renfermant de grosses fibres musculaires s'arborisant à sa surface.

(1) J'ai grand plaisir à remercier J. CADENAT qui m'a bien amicalement communiqué les doubles des clichés pris par lui-même à Madère du *Lepidoteuthis* figuré par CLARKE et MAUL, 1964. La netteté de ces photos, dont j'ai pu obtenir de forts agrandissements, m'a été d'une aide précieuse, en l'absence de matériel de comparaison.

- la présence d'un coussin muqueux à une pointe, recouvert d'un épithélium coloré, à la face interne antérieure de l'orbite ;
- l'augmentation rapide du nombre de ventouses par rapport à la taille de l'échantillon ;
- la présence d'un anneau de bâtonnets chitineux, sur le bord des ventouses, recouvrant toute la moitié proximale de l'ouverture de la ventouse ;
- l'ouverture des ventouses réduite en hauteur par un bourrelet chitineux presque médian ;
- le prolongement des racines des denticules en arrière de l'anneau corné, et la palmure interdenticulaire.

10. — Famille **CRANCHIIDAE**.

1. Genre **Cranchia**

- *Cranchia scabra* Leach 1817.

ORIGINE DU MATÉRIEL : n° 48 (21°25 S-173°35 W), n° 28 (24°22 S-172°33 E).

Deux exemplaires d'assez grande taille (48 et 50 mm de longueur dorsale du manteau), en assez bon état.

2. Genre **Liocranchia**

- *Liocranchia reinhardti* Steenstrup 1856.

ORIGINE DU MATÉRIEL :

N° 22 (22°54 S-164°38 E), n° 36 (16°27 S-166°22 E), n° 63 (22°45 S-164°34 E), n° 67 (22°00 S-164°43 E), n° 72 (22°18 S-164°46 E), n° 98 (24°03 S-170°58 E).

Deux échantillons de taille moyenne et 7 spécimens juvéniles en assez mauvais état, présentant les caractéristiques de l'espèce, les jeunes ayant leur corps globuleux comprimé et écrasé.

3. Genre **Taonidium**

- *Taonidium ? pacificum* Robson 1948.

ORIGINE DU MATÉRIEL : n° 69 (env. 24°00 S-166 E), n° 70 (env. 24 S-166° E), n° 75 (19°30 S-133°15 W).

Échantillons se réduisant à trois spécimens très abîmés, mais généralement reconnaissables, attribués avec doute à l'espèce de ROBSON, l'état des anneaux des ventouses et la forme générale laissant fort à désirer.

ORDRE : *OCTOPODA*

1. — Famille **BOLITAENIDAE**.

1. Genre **Japetella**

- *Japetella diaphana* Hoyle 1855.

ORIGINE DU MATÉRIEL :

N° 13 (23°01 S-166°09 E), n° 14 (27°07 N-178°16 W), n° 37 (15°43 S-166°09 E), n° 68 (22°18 S-164°46 E), n° 83 (22°04 S-164°40 E).

Tous les échantillons en mauvais état, mais aisément reconnaissables par la couronne brachiale et en général par une partie de la tête, le restant du corps est écrasé et dilacéré. Il s'agit

Les bras sont longs, repliés sur eux-mêmes chez l'animal fixé, d'apparence tubulaire, clairs extérieurement, ils sont effilés après leur sortie du velum. Leur formule est normale : $3.2. = 4.1.$

Les ventouses sont assez basses, peu larges, enrobées dans le tissu gélatineux jusqu'à leur constriction médiane. Les premières ventouses sont largement éloignées (6 mm) de l'ouverture buccale qui s'ouvre au centre d'un disque présentant des teintes blanchâtres au milieu de la coloration lie-de-vin foncé générale de l'intérieur du velum. Sur les bras III, les 5 premières ventouses, de diamètre inférieur aux ventouses distales (1.25 pour 2 mm), sont espacées de 4 mm puis se rapprochent au fur et à mesure de leur élargissement jusqu'à n'être plus séparées que par une distance inférieure à un diamètre. Les plus grandes se situent au niveau des 5 à 7^e, immédiatement après le bord du velum. Sur les bras ventro-latéraux, environ 17 ventouses peuvent être comptées, compte non tenu de l'extrême pointe des bras, abîmées.

Le velum est très large, très enveloppant, de formule : $B = C. A = D.E$, mesures rendues assez peu précises par la fluidité des tissus. Aussi longs que la moitié de la longueur du manteau, les secteurs dorsaux et latéraux sont un peu plus courts que la moitié du bras III le plus long. Par contre le secteur ventral est extrêmement réduit.

L'appareil génital ♀ montre, à l'ouverture du manteau, un ovaire assez petit situé dorsalement par rapport aux oviductes dont le droit contenait un ovule mûr, très gros pour la taille de l'animal ($3 \times 1,8$ mm, 7,5 % LM) muni à son pôle postérieur d'un vestige de pédoncule ; son apparence est en tout point comparable au dessin inférieur de la figure 23 de THORE, le pédoncule étant sectionné presque au ras de la masse globuleuse (fig. 43).

Branchies : 6 à 7 lamelles.

L'étude de la région céphalique fait ressortir de part et d'autre du cerveau deux très longs nerfs optiques possédant, à leur insertion dans les ganglions optiques, un ganglion pédonculaire légèrement détaché de ces derniers mais leur étant néanmoins très proche (fig. 42). Un « corps blanc » allongé entre le globe oculaire et les ganglions présente ici une teinte grisâtre.

THORE (1949), dans son remarquable ouvrage sur les Octopodes pélagiques du Dana affirme de façon catégorique p. 46, que la position des ganglions pédonculaires telle qu'elle a été figurée par CHUN (1915, pl. 85, fig. 8) « has never occurred in life » et que la figure résulte d'une tension (stretching) du nerf optique au cours de la dissection. Il eut été étonnant qu'un aussi soigneux anatomiste qu'était l'auteur allemand se soit laissé prendre à un tel artéfact, d'ailleurs difficilement réalisable sur une telle longueur et sur du matériel nerveux formolé. J'ai rencontré sur un autre échantillon d'*Eledonella* (LM 80 mm, L 190 mm) provenant de pêche au Midwater-Trawl dans les mêmes régions, la reproduction exacte de la figure de CHUN (fig. 41, pl. II, fig. 4). Il va de soi que, connaissant la critique formulée par THORE, la dissection, d'ailleurs presque inutile sur ce matériel hyalin, a été conduite sans elongation et avec tout le soin possible. Il ne peut être question d'entrer ici dans le détail mais je pense que les variations de position du ganglion pédonculaire sur le nerf optique sont liées à la croissance des individus et peut-être à leur sénescence, le ganglion pédonculaire ne glissant pas, au sens propre du terme sur le nerf optique, mais à partir d'un certain stade de croissance, l'élargissement de la tête et l'écartement des yeux, sont suivis dans les centres nerveux par un allongement du nerf optique à partir du ganglion pédonculaire qui resterait donc à peu près en place et prendrait les positions rencontrées par THORE et nous-même, proche des ganglions optiques ; par SASAKI, légèrement séparés, et par CHUN et nous-même sur le second échantillon cité, presque à mi-chemin entre le cerveau et les globes oculaires. J'espère avoir la possibilité de poursuivre ces observations au cours de l'étude en cours de matériel du centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa.

La radula (fig. 44) de type cténoglosse classique présente des dents à cuspides longues et nettement séparées. La sériation est de type B₅, mais la succession du nombre de cuspides de la dent rachidienne, au nombre de 3 et 4, semble varier tout au long de la radula, étant plus nombreuses dans ses parties jeunes, plus anciennes, que dans les dents actuelles nouvellement formées, indiquant peut-être un changement de régime.

Les adnédianes ont leurs cuspides centrales plus élevées que les latérales et présentent 6 et 7 dents en comptant les cuspides en cours de développement, les premières latérales à base très

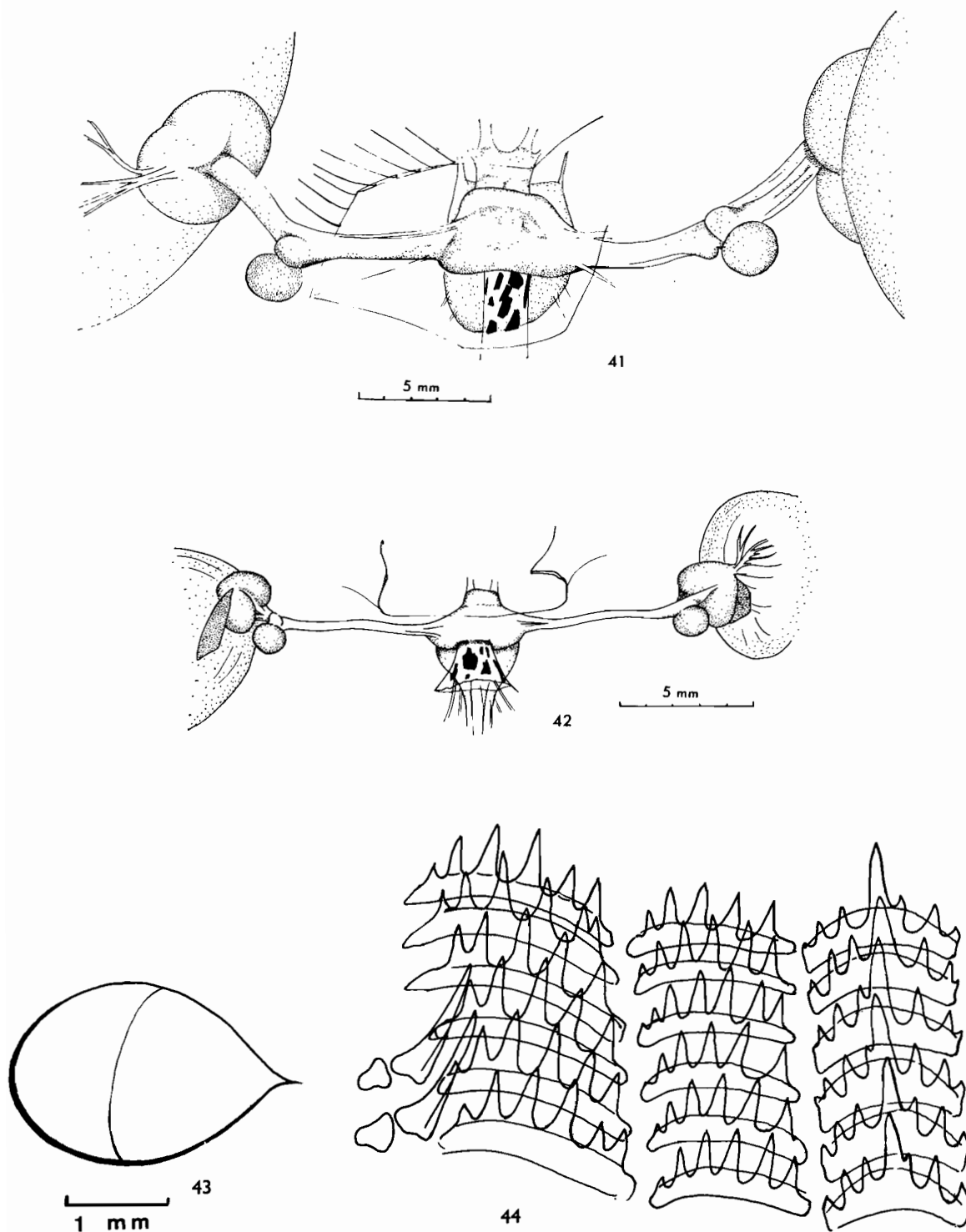


Fig. 41. — *Eledonella pygmaea*, cerveau et ganglions accessoires LM 90 mm, pêche au Midwater Trawl, Cy 3/15.

Fig. 42. — *Eledonella pygmaea*, région céphalique, n° 18.

Fig. 43. — *Eledonella pygmaea*, ovule extrait de l'oviducte (n° 18).

Fig. 44. — *Eledonella pygmaea*, radula (n° 18).

allongée ont également leurs cuspides centrales plus élevées et ont une succession de 5 et 6 cuspides.

Les latérales sont courtes et droites, suivies d'une petite plaque accessoire.

Cette radula se rapproche beaucoup de celle figurée par THIELE p. 491 (*in* CHUN) et n'en diffère que par le talon intérieur de la dent admédiaire plus allongée que sur notre échantillon et par le nombre moins élevé de cuspides.

Dans son grand travail sur les Octopodes pélagiques du Dana, THORE mit en synonymie avec *pygmaea* les deux autres espèces connues en 1949 : *massyae* et sa sous-espèce *purpurea* ainsi que *ijimai*, *prismatica* étant considérée comme synonyme de *Japetella diaphana*. L'espèce décrite par ALLAN en 1945, *E. sheardi*, semble être passée inaperçue aux yeux de THORE. De toute façon, l'extrême exigüité du type donne tout lieu de penser, comme le dit d'ailleurs l'auteur, qu'il s'agit d'une forme très jeune et qu'il est difficile de la comparer avec des échantillons adultes.

Si l'on veut suivre l'auteur suédois, les variations morphologiques rencontrées dans l'espèce, englobent tous les échantillons décrits jusqu'à présent, il est donc probable, dans cette optique des choses, que notre échantillon doit être ainsi déterminé. Pourtant, de nombreux points l'éloignent de la description de cet auteur :

- la largeur du manteau égale les trois-quarts de sa longueur au lieu des deux tiers mais cette différence entre dans les limites de variations des Tables ;

- la largeur de la tête vaut les 80 % de la largeur du manteau au lieu des deux tiers (variations maximales signalées 56 %) ;

- la longueur des bras égale la moitié de la longueur totale au lieu des 40 % (hors variations) ;

- le bras III n'est que de 12 à 13 % supérieur aux autres bras, au lieu d'être le double, mais cette variation a été notée dans les tableaux pour des animaux de taille équivalente à celle de notre échantillon ;

- les profondeurs du velum sont très différentes, 38 % au lieu de 84 % pour le secteur dorsal, 5 % au lieu de 34 % pour le ventral. Si l'on peut songer à l'éventualité d'une déchirure pour le secteur A, l'extrême exigüité du secteur E, en bon état, est remarquable et sort de toutes les mesures.

Enfin, la coloration des échantillons de THORE est donnée comme variable, mais il n'est pas fait mention de cette teinte bicolore si nette. Si l'on veut comparer notre échantillon aux autres espèces décrites, nous le trouvons différent de *massyae* et de sa variété *purpurea*, par sa tête plus large — (60 pour 40 % LM), ses bras plus longs (113 pour 78 % LM pour les plus longs).

Quant à l'*ijimai* de SASAKI, il n'en diffère que par la largeur de son manteau. Mais il est très probable que l'étroitesse du corps d'*ijimai* provienne de la fixation, de même que la carène médio-ventrale, l'extrême plasticité de tissus gélatineux pouvant en être la cause.

Les bras de l'espèce japonaise sont longs (aussi longs que le corps), le velum a sensiblement les mêmes proportions, et le secteur E tout à fait rudimentaire. La coloration paraît assez semblable : chromatophores brun-rouges très rapprochés sur la face interne du velum et des bras, coloration générale gris clair. Seule la coloration du sac viscéral diffère, bien que la figure ne montre que des chromatophores de petites dimensions au lieu des « grands chromatophores noirâtres » de la diagnose.

Il est bien sûr hasardeux de ne pouvoir se baser que sur un échantillon en bon état et sur des débris de deux autres pour élever un doute sur la variabilité d'une espèce parfaitement étudiée par ailleurs ; mais je pense que la synthèse, au sein d'une seule espèce, de plusieurs autres de provenance éloignée géographiquement, n'est pas toujours chose aisée et qu'il serait souhaitable qu'une étude basée sur un nombreux matériel pacifique vienne pour vérifier ou infirmer une telle hypothèse.

Ce n'est donc que de façon provisoire que j'attribue cette *Eledonella* à l'espèce *pygmaea*, qui me paraît sortir des limites de variations basées sur un nombreux matériel et qui se rapproche beaucoup plus de l'*ijimai* de SASAKI mais pour laquelle le manque de données numériques empêche de pouvoir conclure de façon plus précise.

2. — Famille **AMPHITRETIDAE**.1. Genre **Amphitretus**

— *Amphitretus pelagicus* Hoyle 1885.

ORIGINE DU MATÉRIEL : n° 3 débris ♂ (22°30 S-163°55 E), n° 12 : 1 ♀, L totale : 90 mm + débris (23°01 S-166°09 E), n° 30 : 1 ♀, L 90 mm ; n° 31, ♂ L 100 mm (19°56 S-168°19 E) ; n° 33 ♂, L 160 mm (19°08 S-168°00 E) ; n° 36 : ♀, L 90 mm (16°27 S-166°22 E) ; n° 61 : ♀, L 190 mm (22°35 S-165°47 E) ; n° 95 ♀, L 90 mm (sans origine).

Cinq femelles, trois mâles et des débris pour lesquels il n'est pas possible d'établir de sexe, forment le matériel attribuable à cette espèce.

Les échantillons sont en assez bon état principalement les petits individus, les deux plus gros exemplaires ont le corps mordu bizarrement par la face dorsale, la préhension ayant semblé se faire de la même manière. Il y a peu de chose à ajouter aux divers travaux anciens et récents sur cette espèce Indo-Pacifique (HOYLE, 1885-1886, IJEMA et IKEDA 1902, SASAKI 1929, THORE 1949) les mensurations données correspondent en gros à nos échantillons, ainsi que les descriptions anatomiques et morphologiques qui ne montrent que de minimes différences de détail.

3. — Famille **VITRELEDONELLIDAE**.1. Genre **Vitreledonella**

— *Vitreledonella richardi* Joubin 1918.

ORIGINE DU MATÉRIEL : n° 37 (15°43 S-166°04 E).

Débris de couronne brachiale montrant les grosses ventouses largement espacées sur des bras subgélatineux, bulbe buccal attenant, contenant la petite radula hétéroglosse caractéristique du genre.

4. — Famille **OCTOPODIDAE**.1. Genre **Octopus**

— *Octopus (slade Macrotropus) elegans* (?) Brock 1887, pl. III, fig. 1-3.

ORIGINE DU MATÉRIEL : n° 23 (22°54 S-164°38 E), n° 36 (16°27 S-166°22 E), n° 51 (19°53 S-173°04 W), n° 64 (22°45 S-164°35 E), n° 72 (22°18 S-164°46 E), n° 86 (sans origine), n° 92 (23°13 S-165°53 E).

Sept exemplaires de tailles variées de cette forme juvénile d'*Octopus* très caractéristique par ses troisièmes bras très allongés, ont été rencontrés en plus ou moins bon état. Aucun, même parmi les plus gros échantillons, ne montre de différenciation sexuelle et les organes génitaux sont indistincts.

Le manteau, malgré quelques différences d'apparence est allongé, piriforme ou arrondi en arrière. La tête en est séparée par une légère contraction à la suite de laquelle s'arrondissent immédiatement les globes oculaires volumineux, un peu proéminents et dont les ganglions optiques se touchent sur la ligne médiane. Leur coloration est bien caractéristique. Les bras très longs sont dans l'ordre 3.2.4.1., le troisième (88 % de la longueur totale) est près de 5 fois plus long que le manteau, double du second, ce dernier un peu plus grand que le quatrième, lui-même nettement supérieur au premier.

Le siphon de taille moyenne n'atteignant pas le bord du velum est libre sur le tiers de sa longueur. Les ventouses de petites tailles sont légèrement proéminentes, disposées en zigzag le long des bras jusqu'à leur extrémité.

L'échantillon n° 36 (LM = 11,5 mm) montre l'extrémité apicale de son troisième bras droit enroulée curieusement en spirale serrée de trois tours sur lesquels les ventouses diminuent de taille et laisse un dernier tour dépourvu de structure. La conservation de l'échantillon n'est pas suffisamment bonne pour avoir une idée précise de la structure de cette pointe et si cette spirale représente un début d'hectocotylisation.

Les échantillons en meilleur état donnent les mensurations suivantes :

TABLEAU XX

N°	86a	36	64	92	51
LM.....	6,5	11,5	15	16	18
IM.....	62	70	53,5	50	44,5
IT.....	69	61	46,5	50	36
I.....	93	190	175	155	200
II.....	155	280	265	280	294
III.....	460	540	435	370	435
IV.....	155	216	305	240	260

Le velum interbrachial est bas, fin, assez mal conservé en général, mesurant tout au plus 6 à 7 % de la longueur des troisièmes bras. Les angles vélaire se prolongent le long des bras qui sont pourvus d'une carène transparente, plus ou moins haute sur leur face externe bombée.

La radula du n° 64 est du type A₂ avec une dent rachidienne longue de section tétraédrique et dressée sur une base large présentant des angles aigus. Les arêtes antérieures de la cuspidé médiane forment au tiers inférieur un large ectocône se reproduisant une dent sur deux. Cet ectocône est assez peu perceptible et se confond facilement avec les angles de l'embase de la dent. Les autres dents sont exactement semblables à celles figurées par ADAM (1954, p. 177), pourvues de bases très longues et de secondes latérales robustes.

La coloration générale est blanc livide, le corps revêtu d'un épiderme hyalin quelque peu boursoufflé par endroit et se desquamant facilement. Le dessus de la tête porte une série de 6 chromatophores caractéristiques : deux paires entre les globes oculaires de part et d'autre de la ligne médiane et une paire également symétrique posée en arrière de l'œil. Sur les échantillons de taille moyenne, 4 grands chromatophores polyédriques sont disposés au-dessus des yeux.

Quelques petits chromatophores sont visibles sur certains échantillons sur la pointe postérieure du manteau. Les yeux ont un iris mordoré, cuivré, faisant place sur le dessus des globes à une coloration vert métallique.

Les bras sont parcourus sur leur face externe par une double série de points bruns de petites dimensions et largement espacés.

Il va de soi qu'il n'est pas dans mes intentions de discuter ici de l'appartenance de ces formes, de toute évidence juvéniles, aux espèces pacifiques dont la biologie est encore si peu connue. Mais il est possible d'indiquer que parmi les diverses espèces de *Macrotritopus* décrites avec les réserves qui s'imposent, il semble de toute évidence que ce soit *O. elegans* qui se rapproche le plus des échantillons décrits ci-dessus par son corps piriforme, la formule, les proportions et le grand allongement de ses bras, enfin la coloration identique à taille égale.

— *Octopus teuthoides* Robson 1926, pl. III, fig. 4.

ORIGINE DU MATÉRIEL : n° 14 (27°07 N-178°16 W), n° 24 (22°43 S-165°23 E), n° 57 (23°31 S-165°53 E), n° 93 (20°30 S-167°28 W).

Parmi le matériel se trouvaient 4 échantillons de ce singulier Octopode pélagique dont quelques échantillons seulement sont connus du Pacifique Ouest et ont été décrits par ROBSON

des Nouvelles-Hébrides, signalé par ADAM de Nouvelle-Guinée, et par Voss des Philippines. Parmi nos échantillons les n^{os} 24 et 57 proviennent du sud de la Nouvelle-Calédonie, le n^o 93 du nord de cette île, près de sa dépendance Lifou, à moins de 5° au sud du lieu de récolte du type de ROBSON.

Quant au n^o 14, sa position le place à l'ouest des îles Hawaï, près des îles Midway, donc très au nord de toutes les récoltes précédentes, ce qui élargit encore l'aire de répartition de cette forme, du 23° degré Sud au 27° degré Nord, et il est probable que des pêches à la lumière ou des examens de contenus stomacaux de prédateurs effectués dans toute la Polynésie étendraient encore cette aire vers l'est du Pacifique.

Cette forme, de toute évidence juvénile, a été rapprochée de jeunes de diverses espèces au manteau allongé (voir Voss, 1963, p. 163) et il ne m'est pas possible avec le faible matériel disponible d'apporter autre chose qu'une contribution descriptive.

TABLEAU XXI

Mensuration en % de la longueur dorsale du manteau exprimée en millimètres.

N ^o	24	93	14	57
LM.....	16	21	24	23
LD (*).....	18	23	28	25
IM.....	44	43	37,5	26
T.....	25	40,5	37,5	17,5
I.....	94	195	195	87
II.....	94	180	195	87
III.....	94	165	170	87
IV.....	88	125	155	91
A-E.....	env. 13 % (I)	14 % (I)	17 % (I)	—

L'exemplaire n^o 24, de la même taille que le type de ROBSON, lui est tout à fait comparable, bien que ses bras égaux ne marquent pas l'inégalité croissante entre les dorsaux et les ventraux signalée chez le type.

Le corps est allongé, terminé en pointe présentant une teinte intérieure foncée, la tête allongée est séparée par une constriction collaire très nette et porte deux yeux globuleux séparés par une dépression.

La partie basale des bras et la tête sont revêtus d'un épiderme translucide légèrement turgescent, laissant voir les parties charnues internes par transparence. Ce tissu se continue sur le manteau où il est revêtu de très petits mamelons bas, pourvus d'une dépression centrale circulaire. Ce revêtement n'est visible qu'à fort gros grossissement et en lumière rasante. Il s'agit certainement de « Köllikersche Büschel » dont les touffes de cils centraux auraient été détruites par l'action des sucs digestifs. Ces touffes de KOLLIKER ont été signalées chez quelques Octopodes adultes entièrement pélagiques et chez quelques stades pélagiques de larves d'Octopodes benthiques ; (voir la mise au point faite par ADAM 1937 — Expédition du Mercator LX, p. 123) leur présence ne nous permet donc pas de préciser le mode de vie final des adultes d'*O. teuthoides*.

Les échantillons n^{os} 14 et 93, bien que d'origines géographiques très éloignées sont extrêmement comparables et représentent pour l'instant les plus gros spécimens de cette espèce en collection.

Le corps a pris un aspect beaucoup plus ovoïde, plus haut latéralement, et la pointe postérieure, nettement détachée sur les petits spécimens, se fond ici dans la ligne générale du corps.

* Longueur dorsale du manteau prise de l'apex du corps au bord dorsal du manteau bien visible en arrière du cou (en millimètres).

Le cou s'est raccourci et les globes oculaires arrivent jusque à la jonction du bord antérieur du manteau. La tête s'est considérablement élargie et égale presque la largeur du manteau. Les globes oculaires volumineux, ont conservé, en avant et légèrement au-dessous du cristallin, une couche de tissus métallisés dorés, tandis que le dessus des globes est coloré en vert métallique, coloration devenant plus fugace chez le plus gros des 2 échantillons. L'épiderme transparent est toujours présent et forme de nombreux plis autour et en avant des yeux.

Les bras se sont proportionnellement allongés et les dorsaux ont pris une nette augmentation de taille sur les autres (10 mm de plus que les ventraux). Les ventouses, arrangées en quinconce, forment un petit cercle inséré autour de l'ouverture buccale, mais les premières ventouses proximales sont nettement décalées en zigzag étiré, sans que l'on puisse parler de ventouses unisériées comme l'a mentionné Voss pour l'un de ses exemplaires de Mindanao. La profondeur du velum a également augmenté passant de 13 à 17 % de la longueur du bras dorsal.

Aucune hectocotyliation n'a pu être décelée.

La coloration à peine marquée par quelques petits chromatophores sur le petit échantillon, consiste maintenant en un semis régulier de chromatophores lie-de-vin, arrondis ou allongés, qui couvrent entièrement les surfaces dorsales et ventrales du manteau, de la tête et qui passent aux faces orales et aborales des bras où ils se disposent en 2 ou 3 rangées longitudinales et bordent les ventouses.

Les organes génitaux ne sont pas visibles à la dissection.

Les branchies sont épaisses, avec 10 à 11 filaments.

La masse viscérale est presque complètement enveloppée d'un épithélium brillant, mordoré, sur la face ventrale ; il entoure les 2 lobes de la glande digestive ainsi que la petite poche à encre incluse entre les 2 masses digestives, et invisible de l'extérieur sans rupture de l'épithélium doré. La partie postérieure de la cavité palléale montre le cœcum spiral bien dégagé, prolongé dans l'apex même du corps par l'estomac globulaire.

La partie dorsale de la masse viscérale est revêtue d'un épithélium porteur de gros chromatophores brun-rougeâtre enveloppant le jabot et l'œsophage, ventralement.

Le rectum traverse l'adducteur médian du manteau très développé, aboutissant dans le siphon dont les lèvres ventrales retroussées forment appareil de fixation.

Chez l'échantillon n° 57, très allongé, la glande digestive enveloppée de son revêtement mordoré forme un nucleus rejeté dans la pointe extrême du sac palléal avec les branchies. La partie antérieure et médiane du manteau ne contient, outre l'adducteur médian que les tubes intestinaux et œsophagien. La face dorsale du nucleus porte quelques gros chromatophores bruns, visibles de l'extérieur, grâce à la transparence du manteau.

La radula du n° 14 est très semblable à celle figurée par ADAM (1934, p. 23) pour un échantillon de 13,5 mm.

Les dents rachidiennes sont de type A₄ avec une sériation 3.2.2. La cuspidé médiane est très longue (1 fois et demie la largeur de la base) et porte sur sa moitié inférieure un petit endocône séparé par une légère constriction d'un ectocône également petit.

Les admédianes sont petites, les premières latérales montrent une longue base, les secondes latérales, courtes et légèrement recourbées sont suivies d'une plaque basale légèrement allongée.

L'échantillon n° 57, possède un manteau étroit, très allongé, en forme de doigt de gant, présentant à son apex la même terminaison pointue, noirâtre, que le n° 24. Ses bras, en assez mauvais état sont très courts et égaux. Il est vraisemblable que, malgré l'allongement du sac palléal, nous soyons en présence d'un individu plus jeune que le n° 24, plus court de manteau, et que nous assistions, au cours de la croissance, à un raccourcissement du manteau accompagné d'un allongement proportionnel des bras, allongement affectant plus les paires dorsales que les ventrales et conduisant aux indices calculés pour le n° 14 mesurant 24 mm de longueur dorsale. Il est souhaitable que des récoltes futures viennent apporter de nouveaux échantillons de taille encore supérieure permettant l'éventualité d'un rapprochement avec une espèce adulte de la région.

LARVES D'OCTOPODES

6 larves d'Octopodes appartenant au moins à 2 espèces ont été relevées aux points suivants : N° 13 (23°01 S-166°09 E), n°s 22-23 (22°54 S-164°38 E), N° 36 (16°27 S-166°22 E), n° 60 (22°35 S-165°47 E), n° 72 b (22°48 S-164°46 E).

Les numéros 22, 23 et 60 de petite taille, ont des bras portant une rouble rangée de chromatophores bruns ; les trois autres spécimens, plus gros, d'une couleur pâle, délavée, ont les bras proportionnellement plus courts et portent encore les touffes de KOLLIKER. Ils seront étudiés en détails avec d'autres Octopodes dans un travail ultérieur.

5. — Famille TREMOCTOPODIDAE.

1. Genre *Tremoctopus*

— *Tremoctopus violaceus* delle Chiaje 1830.

ORIGINE DU MATÉRIEL : n° 93 (24°22 S-172°33 E), n° 82 (22°57 S-165°00 E), n° 81 (22°53 S-164°28 E), n° 34 (18°20 S-167°14 E), n° 19 (22°52 S-165°20 E), n° 9 (23°57 S-164°27 E), n° 6 Hectocotyle (22°46 S-162°00 E), n° 100 débris+hectocotyle (22°02 S-164°54 E).

Échantillons ne présentant apparemment aucune difficulté de détermination. Deux échantillons (n°s 93-9) sont des ♀ de taille moyenne qui ont une longueur dorsale de manteau de 70 et 38 mm et présentent les caractères habituels de l'espèce.

Les cinq autres, beaucoup plus petits, ont des longueurs dorsales respectivement de 13, 19, 10, 15 mm, ce sont également des femelles dont la largeur de tête est inversement proportionnelle à la longueur du manteau. Les plus jeunes ont les bras dorsaux entiers, avec un velum encore peu développé les reliant aux seconds, tandis que les exemplaires plus âgés montrent une prolongation des bras dorsaux par des filaments blancs identiques à ceux figurés par NAEF (1923).

Trois hectocotyles ont été récoltés ; le n° 6, de 46 mm de long, et le n° 100 de 110 mm avec les débris déchiquetés d'une grosse ♀, ils présentent la forme figurée par ROBSON (1932), d'après JOUBIN (1929).

6. — Famille ARGONAUTIDAE.

1. Genre *Argonauta*

Seulement 9 femelles et 5 mâles sont représentés dans la collection. Toutes les femelles, dont deux portaient un hectocotyle détaché, sont entièrement dépourvues de coquille ou n'en ont retenu que quelques débris appartenant au début de la spire.

Si l'on possède une abondante littérature sur la description des différentes coquilles d'Argonautes, les descriptions des parties molles sont beaucoup plus rares, et la documentation utilisable beaucoup moins fournie. A partir de la documentation que j'ai pu rassembler, les indices brachiaux par rapport à la longueur palléale, dorsale dans la majorité des cas, ont été calculés. Il ne m'a malheureusement pas été possible de trouver une description des parties molles d'*A. nouryi* Lorois 1862.

Le tableau XXII a met en évidence un fait bien connu, déjà signalé par d'ORBIGNY et susceptible de permettre une première identification rapide d'*A. argo*, à savoir la grande longueur des bras ventraux de cette espèce, dépassant 250 % de la longueur dorsale du manteau et supérieurs aux dorso-latéraux de 10 à 20 %.

Parmi les trois autres espèces pouvant être déterminées d'après les parties molles, les différences de rapport entre les bras ventraux et respectivement, les dorso et ventro-latéraux permettent une distinction rapide (tableaux XXII b, c, d) entre *A. nodosa* et le groupe *hians-bollgeri*. La première espèce montre des proportions entre les bras IV et III toujours voisines de 100

tandis que IV par rapport à II est très proche de 90 % ; le second groupe montre IV par rapport à III le plus souvent inférieur à 70-80 % et IV par rapport à II ne dépassant guère 60 %.

SASAKI 1929, suivi de ROBSON 1932, fait remarquer que les parties molles de *A. hians* sont très semblables à celles de *böttgeri* et que seules des considérations sur la longueur respective des bras et sur les différences de diamètre des ventouses permettent une distinction. L'examen du tableau XXII d, montre qu'en effet chez *hians* les bras latéraux rapportés à la longueur palléale dorsale donnent un indice inférieur à celui calculé pour *böttgeri*, en dehors des considérations sur la différence de diamètre des ventouses, non portée sur le tableau mais trouvée en accord avec l'assertion de SASAKI.

A la suite des auteurs, je déplore l'absence de grandes séries de matériel en bon état provenant d'aires géographiques bien délimitées permettant une étude comparative des espèces atlantiques et pacifiques.

TABLEAU XXII

Mensurations de l'appareil brachial de 4 espèces d'*Argonauta* en fonction de la longueur du Manteau exprimée en millimètres d'après les données de quelques auteurs.

a) *argo*

	SASAKI, 1929	ORBIGNY, 1838			ADAM, 1964
LM.....	63	41	60	moy.	26
II.....	302-286	244	267	255,5	220
III.....	222-210	183	217	200,0	185
IV.....	365-365	264	335	299,5	240

b) *nodosa*

	ORBIGNY, 1838 tuberculata	DELL, 1952				
LM.....	66	47	75	53	88	Moyennes
II.....	202	175-200	203-218	240-240	250-254	222-5
III.....	179	116- —	180-168	179-193	184-180	171-4
IV.....	190	143-138	184-147	155-189	193-171	163-7

c) *böttgeri*

	BERRY, 1912	SASAKI, 1929				
LM.....	23	33	32	29	22	Moyennes
II.....	156-152	334-334	250- —	217-207	250-228	260-0
III.....	122-135	212-197	172-188	152-155	204- —	182-9
IV.....	— - 96	167-197	141-141	107-104	150- —	143-9

d) *hians*

	ORBIGNY 1838	SASAKI, 1929				ADAM, 1954				
LM.....	12	34	34	27	moy.	24	48	34	35	33
II.....	250	220-250	185-188	196- —	207,8	195	167	220	234	302
III.....	234	162-191	126-132	148- —	151,8	145	121	191	160	212
IV.....	234	118-132	100- 94	111-111	111,0	115	100	220	123	175

TABLEAU XXIII

Rapports du bras ventral et des bras latéraux chez 3 espèces d'*Argonauta* d'après les données de quelques auteurs.

a) *hians*

	ORBIGNY	SASAKI			ADAM				
IV/III.....	100	69	76	75	79,5	83	115	77	82,5
IV/II.....	95,5	53	53,5	56,5	59	60	100	53	58

b) *böttgeri*

	BERRY	SASAKI			
IV/III.....	71	100	75	69	74
IV/II.....	61,5	59	56,5	49,5	60

c) *nodosa*

	ORBIGNY	DELL			
IV/III.....	106	123	102	98,5	99,5
IV/II.....	94,5	71,5	84,5	79	72

d) contenus stomacaux

Alepisaurus

N°	88	43a	43b	63	89	90	31	64	70
IV/III.....	85	88,5	94,5	120	83	200	145	100	135
IV/II.....	61	83	88,5	92,5	91	112	107	96,5	109

hb hb hb h hb a a a a

(hb : *hians*, *böttgeri*, n: *nodosa*, a : *argo*)

— *Argonauta argo*.

ORIGINE DU MATÉRIEL : n° 31 : 1 ♀ (19°56 S-168°19 E) ; n° 64 : 1 ♀ (22°45 S-164°35 E) ; n° 70 : 1 ♀ (environ 24° S-167°E) + 1 hectocotyle ; n° 90 : 1 ♀ (20°50 S-163°38 E).

Quatre femelles peuvent être rapportées à cette espèce malgré leur mauvais état ; il a été possible la plupart du temps de remplacer la mesure d'un bras sectionné par celle de son homologue.

TABLEAU XXIV

Mensurations *A. argo* en fonction de la longueur palléale dorsale exprimée en millimètres.

N°	90	31	64	70
LM.....	80	60	45	50
IM.....	40	50	—	40
hM.....	75	72	—	30
II.....	262	250	256	230
III.....	>145	184	244	185
IV.....	294	267	244	250
État.....	bon	mauvais	très mauvais	assez bon

Le corps est comprimé, en forme de bonnet phrygien, élevé, à pointe postérieure relevée à la verticale, bossu sur le tiers dorsal antérieur. Le bord ventral, mince, est fortement marqué par un profond sillon à un centimètre environ en arrière.

L'ouverture palléale dépasse le niveau du bord dorsal de l'œil et s'arrête au contact des bandes musculaires obliques joignant la nuque aux bras dorsaux.

La tête est très courte et relevée, déprimée au niveau de la nuque, enfoncée dans le manteau.

Les yeux globuleux sont de taille moyenne (22,5 % de LM), recouverts par l'épiderme qui ne laisse qu'une ouverture circulaire de quelques millimètres (16,5 % de diamètre du globe oculaire).

Le siphon, très long, dépasse le bord ventral du velum. Il est relié latéralement aux côtés externes des bras dorsaux par une membrane triangulaire bien développée. L'appareil siphonal est normal, en forme de W dont les branches dorsales sont séparées à la base. Les bras ont leurs racines qui prennent directement naissance en avant des yeux. Ils se rangent dans l'ordre 4.2.3. Les dorsaux étant difficilement mesurables correctement.

Les dorsaux, épais, très colorés en brun et en mordoré ont leurs ventouses proximales bisériées, les externes un peu plus grosses, et reliées par une membrane de protection basse, seulement sur le côté externe.

Les dorso-latéraux sont longs, déliés, colorés à leur tiers proximal, mais se décolorent progressivement sur les deux tiers dorsaux, jusqu'à devenir incolores, en même temps, une membrane se développe et relie entre elles les ventouses proéminentes et rejetées sur les côtés des bras, laissant entre elles un large espace plat. Les dorso-ventraux ont leurs ventouses bisériées à la base, légèrement latérales sur toute la longueur et largement séparées par une distance équivalant à 2 diamètres de ventouse. Leur couleur est mordorée à l'intérieur, claire sur la face externe. Les bras ventraux ont leurs ventouses bisériées sur toute leur longueur; elles sont subégales. Une légère carène adorale suit la face externe du bras et se prolonge jusqu'au siphon qu'elle relie ainsi par une membrane solide. La couleur des bras est mordorée à leur partie supérieure.

La garniture de ventouses de chaque bras débute au voisinage immédiat de la bouche par une seule ventouse, suivie d'un couple de 2 ventouses décalées, début de la double série proximale. Les bras sont unis entre eux par un velum très bas, dont le secteur principal se trouve entre les bras dorsaux (A).

Les mensurations prises du bec au bord du velum donnent les mesures suivantes (échantillon n° 90) en millimètres A = 30 ; B = 20 ; C = 15 ; D = 20 ; E = 15.

-- *Argonauta hians* Solander 1786 (tableau XXV).

ORIGINE DU MATÉRIEL : n° 43 a-b : 2 ♀ dont une avec ponte (21°25 S-173°35 W) ; n° 88 : 1 ♀ (20°50 S-166°00E) ; n° 89 : 1 ♀ (18°25 S-176°37 W).

Matériel en bon état général de conservation mais ne contenant que des débris de la base de la coquille avec tout au plus 2 ou 3 côtes supplémentaires et sur un débris de carène large, des tubercules hauts bien dessinés.

TABLEAU XXV

N°	89	43a	88	43b
LM.....	7	11	13	14
IM.....	107	68	69	61
hM.....	100	73	72	64,5
II.....	157	164	190	129
III.....	172	154	135	121
IV.....	143	136	115	114

Le corps est allongé, cylindrique, à extrémité postérieure relevée. Le bord ventral mince est marqué un peu en arrière par le sillon formé par le bord de la coquille, puis se poursuit par une courbe régulièrement convexe. Le bord dorsal est légèrement gibbeux sur le tiers avant. L'ouverture palléale large, dépasse le niveau du bord supérieur des globes oculaires et se trouve limitée par les muscles unissant les bras dorsaux à la nuque.

Le siphon est large, plat, à parois minces arrivant jusqu'au niveau du secteur E du velum.

La tête très courte, est marquée par les yeux globuleux (31 % LM) à face externe aplatie, dorée. L'ouverture du cristallin, circulaire, a un diamètre égal au quart de celui du globe oculaire. Les yeux sont posés sur le siphon, légèrement saillants. La racine des bras naît directement à leur niveau. L'épiderme transparent enveloppant les globes, les lie au siphon et aux bras ainsi qu'au bord dorsal du manteau formant une couche hyaline parcourue de fibres, principalement sur le dessus de la tête.

Les bras, sont de formule 2.3.4., et nous avons vu (tableau XXIII a) que les rapports des ventraux et des latéraux les rapprochent des mesures calculées pour *A. hians* ; il en est de même des indices calculés d'après les diamètres des grandes ventouses brachiales, qui sont inférieurs à ceux normalement rencontrés chez *böttgeri*.

Les bras dorsaux ont leurs racines posées directement au niveau du bord dorsal du manteau et sont rejetés en arrière. Leur face orale, plane, porte une double série de ventouses dont les ouvertures la couvrent entièrement. Les autres premières séries proximales de ventouses sont un peu plus grosses que les suivantes, elles sont relativement élevées, portées sur une base cylindrique et, celles de la rangée externe sont unies par une fine membrane à partir des quatrièmes ou cinquièmes.

Les bras dorso-latéraux sont larges à la base, se déliant rapidement pour se terminer pointus et aplatis. Les ventouses bisériées proximale se séparent peu à peu par une surface plane de plus en plus large, pour devenir distalement entièrement latérales. Une petite membrane basse unit les ventouses latérales des deux tiers distaux des bras.

Les bras dorso-ventraux, sensiblement identiques, possèdent des ventouses sur base surélevées et unies par une membrane basse. Les bras ventraux sont trapus, larges à la base, courts et portent des ventouses bisériées peu séparées.

Le velum est bas, plus élevé dans le secteur A.

La coloration manque des teintes argentées et mordorées rencontrées chez *A. argo*, sauf sur les membranes des bras dorsaux. Le corps et les faces exposées des bras, c'est-à-dire, l'intérieur de la couronne brachiale, sont ponctués de chromatophores bruns.

La ♀ 43 b porte une ponte entre ses bras dorsaux, composée de petits œufs elliptiques de $0,6 \times 0,9$ mm.

Avec les 2 ♀ n° 43 se trouvait un hectocotyle au long pénis dévaginé. Long d'une douzaine de millimètres, translucide, ce bras porte des ventouses au nombre de 23 paires largement séparées et unies par une membrane basse. La pointe dorsale de l'organe porte une large membrane, rétractée sur l'échantillon lui donnant ainsi la forme arquée classique.

—? — *Argonauta nodosa* Solander 1786.

ORIGINE DU MATÉRIEL : n° 63 : 1 ♀ (22°45 S-164°35 E).

Une seule ♀ en très mauvais état est rapportée avec doute à cette espèce, notée comme abondante dans le Pacifique S.W., d'après les mensurations particulières de son appareil brachial. Les indices de ses mesures brachiales rapportées à la longueur dorsale du manteau sont les suivantes : LM 22 mm, II : 182 %, III : 140 %, IV : 190 %.

Les rapports entre les bras ventraux et les latéraux (tableau XXIII d) sont élevés, mais pourraient être dus au mauvais état de l'échantillon. Le manteau est court, assez cylindrique, et le siphon également court ne dépasse pas la racine des bras ventraux.

Le bocal n° 48 contient un jeune ♂ et une jeune ♀ d'espèce indéterminée (mais que je crois possible de rapprocher de *hians*) dont la longueur du manteau atteint 7 mm, pour une largeur

de 5 et une hauteur de 4, les bras sont subégaux (l'ordre 2.3.4., pouvant tout de même être noté) et leur longueur égale celle du manteau. Les bras dorsaux sont allongés vers l'avant avec les autres et portent de petites membranes arrondies à leur extrémité. La partie céphalique interoculaire, immédiatement en arrière des bras dorsaux, est recouverte d'une substance hyaline assez épaisse.

Parmi les échantillons d'Argonautes se trouvent 4 petits mâles de longueur dorsale de manteau tout au plus égale à 10 mm, dont le troisième bras gauche forme un hectocotyle en cours de développement, sinon complètement développé.

DESCRIPTION DU MATÉRIEL :

N° 1 : (20°30 S-166°00 E) longueur du manteau 9 mm, bras subégaux (4.3. = 1.2.) 8 mm, reliés par un velum à quartiers subégaux et les recouvrant à moitié. Ventouses à base plus étroite que le disque supérieur, formant à la base des bras une couronne de 7 ventouses solitaires suivies de 7 à 9 séries de deux ventouses, portant leur nombre de 15 à 18. L'extrémité apicale des bras forme une petite pointe dépourvue de ventouses ;

n° 4 (23°05 S-162°20 E) : longueur du manteau 6 mm, bras subégaux 5,5 mm revêtus à moitié par le velum ;

n° 86 (sans origine) : longueur du manteau 10 mm, bras 10 mm, velum 5 mm poche de l'hectocotyle vide.

n° 48 (21°25 S-173°35 W) : longueur du manteau 7 mm, bras subégaux 7 mm, recouverts par le velum sur les deux tiers de leur longueur. Même nombre de ventouses que les précédents, mais bras plus épais et se terminant en pointe beaucoup plus brusquement.

Les caractéristiques de ces petits mâles correspondent bien aux descriptions données par JATTA, 1896 et ROBSON, 1932 pour le ♂ de *A. argo*, sauf en ce qui concerne le nombre de ventouses, qui est ici de 15 à 18 au lieu de 12 chez *argo*. Mais les descriptions des mâles des autres espèces, n'ont pas été faites à ma connaissance, en dehors de la figure du très jeune *A. hians* donnée par CHUN, 1915.

NAEF, 1923, p. 787 mentionne que tous les mâles d'*A. argo* qu'il a pu examiner, ne dépassent pas la longueur de 15 mm, bras compris (sans l'hectocotyle), taille qui correspondrait à celle de nos échantillons. Pourtant la taille des bras hectocotylisés et celle des hectocotyles trouvés en place dans la cavité palléale des femelles d'*A. argo* et le fait que le mâle n°86 a éjecté son bras m'inclinent à penser avoir plutôt affaire à des mâles d'*A. hians* plutôt qu'à de jeunes mâles d'*A. argo*. Il est difficile de se prononcer face à la présence simultanée des deux espèces dans l'estomac des *Alepisaurus* étudiés.

TABLEAU XXVI

	Σ f	Σ sp	N	$\frac{\Sigma sp}{N}$	$\frac{\Sigma sp. 100}{\Sigma N}$
SEPIOIDEA					
A. Sepiolidae.....	1				
1 : <i>Euprymna sp.</i>		1	1	1,0	0,66
TEUTHOIDEA					
B. Ommastrephidae.....	11				
2 : <i>Symplectoteuthis luminosa</i>		1	1	1,0	0,66
3 : <i>Hyaloteuthis pelagica</i>		7	6	1,16	4,65
4 : <i>Ornithoteuthis volatilis</i>		3	3	1,0	1,99
C. Onychoteuthidae.....	76				
5 : <i>Onychia sp.</i>		6	6	1,0	3,99
6 : <i>Onychoteuthis sp.</i>		65	34	1,90	43,00
7 : <i>Ancistroteuthis lichteinsleini</i>		2	2	1,0	1,32
8 : <i>Tetronychoteuthis massyae</i>		3	3	1,0	1,99

	Σf	Σsp	N	$\frac{\Sigma sp}{N}$	$\frac{\Sigma sp \cdot 100}{\Sigma N}$
D. Thysanoteuthidae.....	1				
9 : <i>Thysanoteuthis rhombus</i>		1	1	1,0	0,66
E. Ctenopterygidae.....	4				
10 : <i>Ctenopteryx sepioloidea</i>		4	4	1,0	2,65
F. Enoploteuthidae.....	53				
11 : <i>Abralia sp.</i>		1	1	1,0	0,66
12 : <i>Pterygioteuthis giardi</i>		2	1	1,0	1,32
13 : <i>Abraliopsis sp.</i>		36	9	4,0	23,70
14 : <i>Enoploteuthis reticulata</i>		14	11	1,18	9,30
G. Octopoteuthidae.....	7				
15 : <i>Octopoteuthis sicula</i>		6	5	1,20	3,99
16 : <i>Taningia danae</i>		1	1	1,0	0,66
H. Histiototeuthidae.....	2				
17 : <i>Calliteuthis (celetaria?)</i>		1	1	1,0	0,66
18 : <i>Calliteuthis doffeini</i>		1	1	1,0	0,66
I. Chiroteuthidae.....	1				
19 : <i>Chiroteuthis sp.</i>		1	1	1,0	0,66
J. Lepidoteuthidae.....	1				
20 : <i>Lepidoteuthis grimaldi</i>		1	1	1,0	0,66
K. Cranchiidae.....	10				
21 : <i>Cranchia scabra</i>		2	2	1,0	1,32
22 : <i>Liocranchia reinhardtii</i>		6	6	1,0	3,99
23 : <i>Taonidium pacificum</i>		2	2	1,0	1,32
OCTOPODA					
L. Bolitaenidae.....	7				
24 : <i>Japetella diaphana</i>		5	5	1,0	3,30
25 : <i>Eledonella pygmaea</i>		1	1	1,0	0,66
25 : <i>Eledonella pygmaea (?)</i>		1	1	1,0	0,66
M. Amphitraelidae.....	8				
26 : <i>Amphitraelus pelagicus</i>		8	8	1,0	5,30
N. Vitreledonellidae.....	1				
27 : <i>Vitreledonella richardi</i>		1	1	1,0	0,66
O. Octopodidae.....	17				
28 : <i>Octopus (Macrotritopus)</i>		7	7	1,0	4,63
29 : <i>Octopus teuthoides</i>		4	4	1,0	2,65
30 : <i>Octopus</i> (larves).....		6	6	1,0	3,99
P. Tremoctopodidae.....	8				
31 : <i>Tremoctopus violaceus</i>		8	8	1,0	5,30
Q. Argonautidae.....	9				
32 : <i>Argonauta argo</i>		4	4	1,0	2,65
33 : <i>Argonauta hians</i>		4	3	1,33	2,65
34 : <i>Argonauta nodosa (?)</i>		1	1	1,0	0,66
		217	152		

Σf = Nombre total d'échantillons par famille

Σsp = Nombre total d'échantillons par espèce

N = Nombre de contenus stomacaux

ΣN = Nombre total de contenus stomacaux

TABLEAU XXVII

Répartition mensuelle d'*Onychoteuthis* sp. dans le SW Pacifique (TUAMOTU exclues).

	Σ	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Nombre d'individus Σ sp.	53	5	2	2	3	2	13	6	—	—	—	9	11
Nombre estomacs N.	140	9	23	13	21	5	7	18	—	—	—	24	16
Σ sp./N.		0,55	0,08	0,15	0,14	0,40	1,85	0,33				0,38	0,69

TABLEAU XXVIII

Répartition mensuelle des Céphalopodes en général dans le SW Pacifique (TUAMOTU exclues).

	Σ	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Nombre d'invidus Σ sp.	127	8	20	4	10	9	23	22	—	—	—	31	30
Nombre estomacs N.	140	9	23	13	21	5	7	18	—	—	—	24	16
Σ sp./N.		0,89	0,87	0,31	0,48	1,80	3,12	1,22				1,29	1,87

CONCLUSIONS

Le tableau XXVI, page 75, donne la composition de la faune teuthologique rencontrée dans les estomacs d'*Alepisaurus ferox* pêchés à la longue ligne autour de la Nouvelle-Calédonie et des Hébrides, ainsi que dans le voisinage des Tuamotu. Dans cette région le nombre de longues lignes ayant été peu élevé et surtout très irrégulièrement réparti, l'effort de compréhension a principalement porté sur la région du Pacifique S.W. comprise entre 160° et 170° de longitude Est et de 15° à 25° de latitude Sud. En outre, ayant dû utiliser les récoltes échelonnées sur une dizaine d'années, effectuées dans un but autre que celui de la récolte d'*Alepisaurus*, un trou malencontreux s'est révélé entre les mois d'août à octobre, pour lesquels seules les pêches dans le Pacifique Central sont disponibles. Les quelques éléments recueillis laissant prévoir entre ces deux régions un décalage de 1 à 2 mois dans les abondances de Céphalopodes, il n'est pas possible dans l'immédiat de compenser la lacune d'une région par les résultats obtenus dans l'autre ; il sera donc nécessaire d'attendre la possibilité d'une campagne pour compléter ces données. Les considérations ci-après ne pourront donc être que très provisoires et volontairement succinctes.

Profondeur

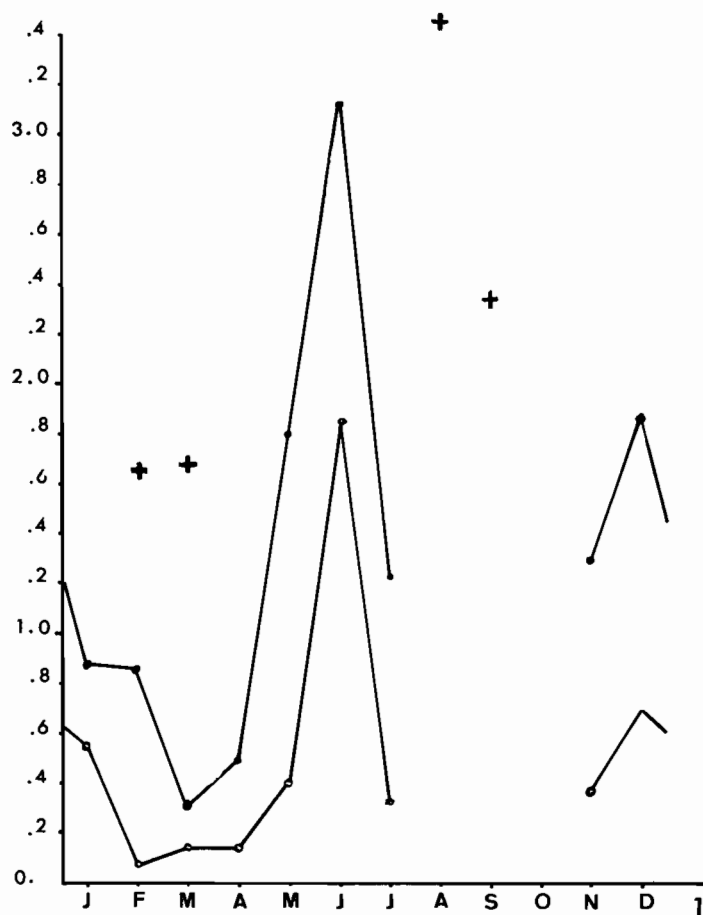
La pose des lignes s'est pratiquement toujours effectuée dans la journée et par des profondeurs ne variant pas sensiblement de façon systématique (voir GRANDPERRIN-LEGAND, Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., vol. VIII, n° 3, 1970).

Les variations de profondeur de pêche s'échelonnent de 35 mètres (1 fois) à 310 mètres (1 fois), la profondeur la plus habituellement prospectée tournant autour de 110-194 mètres, c'est-à-dire à une profondeur presque constante située dans la couche superficielle de la première thermocline.

Ce facteur ne pourra donc nous apporter que peu d'informations nouvelles concernant l'écologie des Calmars pélagiques ou de celle d'*Alepisaurus*.

Variations de l'abondance des Céphalopodes pélagiques dans le SW Pacifique (tableau XVII-XXVIII, Graphe I).

Ayant éliminé les résultats provenant de la région des Tuamotu, si l'on effectue à l'aide des éléments en notre possession les diagrammes de fréquence du nombre moyen de Céphalopodes par estomac d'*Alepisaurus*, deux périodes principales d'abondance sont mises en évidence : la première particulièrement marquée, de mai à juillet, la seconde de novembre à janvier, moins importante. Ces deux pics d'abondance sont séparés en février-mars par un très fort minimum ; l'absence de données durant le trimestre août-octobre ne permet malheureusement pas de tirer de conclusions définitives.



Graph 1. — Distribution moyenne des Céphalopodes dans les contenus stomacaux d'*Alepisaurus*, au cours de l'année dans le Pacifique Sud-Ouest. La courbe supérieure représente la totalité des Céphalopodes ; la courbe inférieure représente le nombre d'*Onychoteuthis sp.* les croix (+), correspondent au nombre total de Céphalopodes récoltés dans la région des Tuamotu.

Si l'on représente de la même manière le nombre moyen de l'espèce la plus habituellement rencontrée dans les estomacs (*Onychoteuthis sp.*), nous trouvons une courbe entièrement parallèle à la précédente, indiquant une stabilité annuelle dans le régime d'*Alepisaurus* ainsi que dans la faune teuthologique de cette région.

D'autre part (tableau XXVI, $\Sigma sp/N$), si l'on considère le rapport du nombre total d'individus d'une espèce par le nombre d'estomacs la contenant, nous obtenons un nombre qui pourra signifier, soit une recherche spéciale de cette espèce par le prédateur, soit une tendance du Calmar à vivre

en groupes (1). Les espèces ayant un rapport voisin de l'unité sont celles rencontrées de façon isolée dans les estomacs ; il s'agit de la plupart des espèces dont les individus sont collectés au fur et à mesure qu'ils se présentent au Poisson. Les rapports plus élevés, indiquent soit une quête de la part d'*Alepisaurus*, soit un groupement des Calmars, ou plutôt un compromis entre ces deux hypothèses. Ainsi, on peut comprendre une recherche d'*Onychoteuthis*, groupés ou non, dont les individus pèsent en moyenne 3 grammes, alors qu'il semble difficile de penser à une recherche de jeunes *Abraliopsis* isolés dont le poids est inférieur au demi ou au quart de gramme.

Si l'on compare enfin, *Onychoteuthis* avec des espèces de comestibilité équivalente (*Thysanoteuthis*, *Tremoctopus*, *Onychia*) qui devraient entraîner une recherche spéciale de la part d'*Alepisaurus*, on constate la relative rareté de ces espèces par rapport à celle d'*Onychoteuthis*. Nous pouvons estimer d'après ces rapports qu'*Onychoteuthis* est un animal vivant en groupes d'une certaine abondance d'individus dispersés et que le prédateur doit capturer un à un les individus. Les *Abraliopsis*, comme tous juvéniles, vivent en essaims compacts, qui sont avalés en bloc par le Poisson. Enfin *Enoplateuthis reticulata*, est un animal semblant avoir un mode de vie encore moins grégaire qu'*Onychoteuthis*.

Abondance des diverses espèces de Céphalopodes pélagiques dans le Pacifique SW (Graphes II et III).

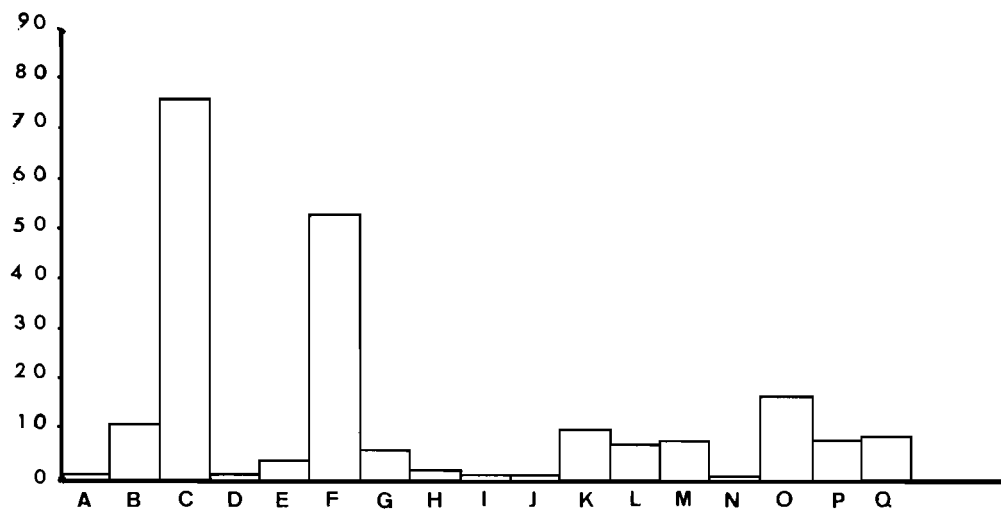
Le nombre d'échantillons de chacune des espèces de Céphalopodes récoltées dans les estomacs d'*Alepisaurus* peut dépendre soit de la quantité réelle de cette espèce dans la couche d'eau prospectée par le Poisson, soit d'un choix exercé par le prédateur qui serait attiré par telle proie de façon préférentielle ; enfin, la quantité sera également variable si l'espèce vit en bancs serrés ou se trouve isolée. Nous sommes donc liés pour interpréter l'abondance des espèces par l'intermédiaire des estomacs d'*Alepisaurus*, par la biologie des Céphalopodes et par le comportement du prédateur.

L'écologie des Calmars pélagiques est très peu connue ; cette lacune provient surtout du mode de prélèvement utilisé et de la difficulté de trouver un engin capable de capturer des animaux aussi vagiles et de nous fournir des indications bathymétriques sûres. Si l'on parcourt des ouvrages traitant de la biologie et de l'écologie de ces animaux, en particulier le gros travail de mise au point de CLARKE (1966), on est frappé par ce manque d'informations. Presque tous les renseignements indiquent des captures entre la surface et la limite inférieure de pêche d'un filet ; d'autre part, le très petit nombre d'échantillons ramenés par les filets ne permet pas une étude par différence comme cela peut se faire pour d'autres animaux planctoniques ; enfin, le comportement nyctéméral des animaux adultes n'est pas connu, tandis que l'on entrevoit seulement les changements d'habitat au cours du développement et des métamorphoses. Quelques travaux cependant, ont pu en se basant sur des espèces non actives ramenées en grande quantité par des expéditions scientifiques, établir une distribution bathymétrique liée tant au développement qu'aux conditions hydrologiques. Nous disposons ainsi de renseignements importants pour *Vampyroteuthis infernalis* (PICKFORD, 1946), *Japetella diaphana* (THORE, 1949), *Spirula spirula* (BRUN, 1943), *Bathyleuthis abyssicola* (ROPER, 1969), ainsi que pour certains Ommastrephidae (*Ommastrephes*, *Illex*) dont les genres ne sont pas présents dans nos régions.

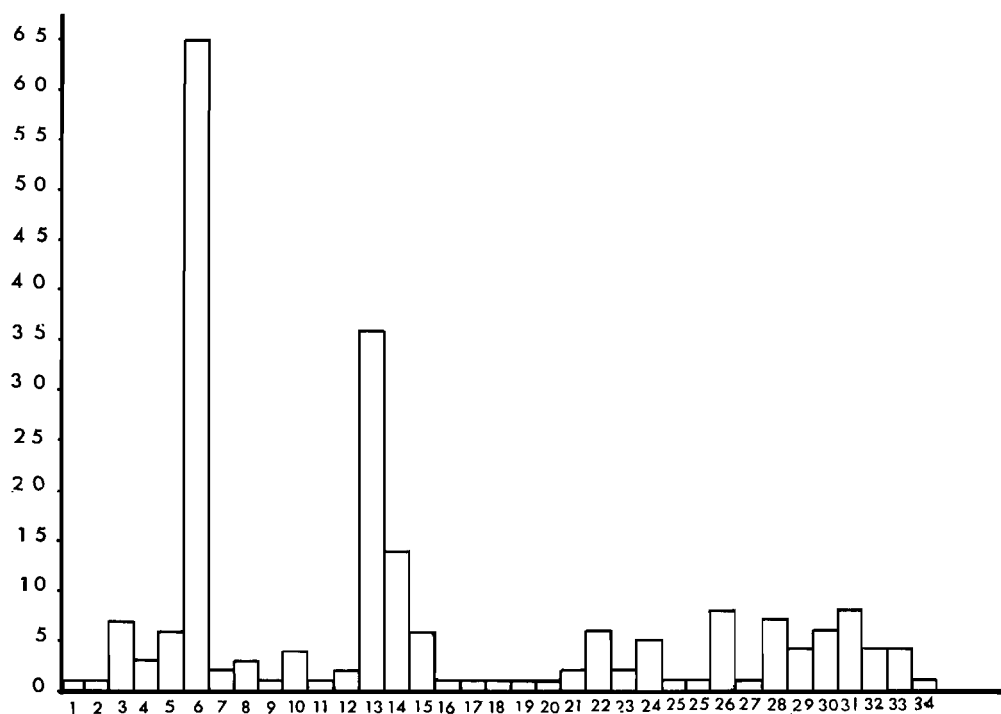
A ce manque de données, relatives à la biologie des Céphalopodes, vient s'ajouter l'absence presque complète d'informations sur celle d'*Alepisaurus* dont on ignore les déplacements et le comportement.

Parmi les espèces de Céphalopodes citées pour lesquelles nous disposons de renseignements biologiques, les 4 premières sont présentes dans le Pacifique SW et sont ramenées de façon régulière par les coups de filets profonds. Leur absence constante parmi les contenus stomacaux pourrait être interprétée comme une non-coexistence entre le Poisson et les Céphalopodes, c'est-à-

(1) Le petit nombre d'échantillons d'une même espèce, ainsi que le nombre peu élevé d'estomacs la contenant, ne permet pas une étude plus précise.



Graph 2. — Distribution par familles des Céphalopodes contenus dans les estomacs d'*Alepisaurus* du Pacifique Sud-Ouest.



Graph 3. — Distribution par espèces des Céphalopodes contenus dans les estomacs d'*Alepisaurus* du Pacifique Sud-Ouest. Les lettres majuscules correspondant aux familles et les chiffres correspondant aux espèces sont identiques à ceux portés dans le tableau XXVI.

dire, connaissant la distribution bathymétrique de ces espèces et sa limite supérieure, on pourrait en déduire qu'*Alepisaurus* ne descend pas au-dessous de cette limite au cours de ses périodes de chasse, ou s'il le fait qu'il cesse de s'alimenter.

Nous savons que *Vampyroteuthis infernalis* ne se rencontre pas au-dessus de 300 mètres, que *Bathyleuthis abyssicola*, ne dépasse pas 500 mètres comme limite supérieure dans les eaux

froides et 300 mètres dans les eaux chaudes du Golfe de Guinée. Or, nous ne rencontrons jamais ces espèces dans les contenus stomacaux ; également, *Spirula* est absente de ces contenus stomacaux, bien que BRUUN cite des adultes ayant été récoltés aux environs de 100 mètres, mais dans des conditions d'up-welling particulières (1). La limite supérieure de cette espèce ayant été estimée limitée par l'isotherme de 19°, les conditions hydrologiques locales amènent cette limite entre 250 et 300 mètres.

Nous pourrions donc déduire de ces informations qu'*Alepisaurus* cantonne sa zone de chasse dans les 300 premiers mètres de la surface, si la présence de Céphalopodes considérés comme profonds (*Lepidoteuthis*, *Tetronychoteuthis*) ne venait apporter une atténuation à cette affirmation. D'autre part, il a été remarqué que certains Poissons bathypélagiques (*Diplospinus*) bien que présents en nombre important dans les contenus stomacaux (FOURMANOIR, 1969) ne se rencontrent que très rarement dans les traits de chalut comme il l'a été constaté pour *Onychoteuthis* et *Enoplateuthis reticulata* obligeant encore à faire intervenir le facteur choix du Poisson qui peut, dans certains cas négliger certaines proies.

En tenant compte de ces considérations, l'abondance des espèces s'établit comme suit sur 151 estomacs :

<i>Onychoteuthis</i> sp.....	43	%
<i>Abraliopsis</i> sp.....	23,7	%
<i>Enoplateuthis reticulata</i>	9,3	%
<i>Tremoctopus violaceus</i>	5,3	%
<i>Amphitretus pelagicus</i>	4,65	%
<i>Hyaloteuthis pelagica</i>	4,65	%
<i>Octopus</i> (Macrotritopus).....	4,65	%
<i>Onychia</i> sp.....	3,99	%
<i>Octopoteuthis sicula</i>	3,99	%
<i>Liocranchia reinhardi</i>	3,99	%
<i>Octopus</i> (larves).....	3,99	%
<i>Japelella diaphana</i>	3,3	%
<i>Ctenopteryx sepioloides</i>	2,65	%
<i>Octopus teuthoides</i>	2,65	%
<i>Argonauta argo</i>	2,65	%
<i>Argonauta hians</i>	2,65	%
<i>Tetronychoteuthis massyae</i>	1,99	%
<i>Ancistroteuthis lichtensteini</i>	1,32	%
<i>Pterygioteuthis giardi</i>	1,32	%
<i>Thysanoteuthis rhombus</i>	1,32	%
<i>Abralia</i> sp.....	1,32	%
<i>Calliteuthis celetaria</i> (?).....	1,32	%
<i>Calliteuthis dofleini</i>	1,32	%
<i>Chiroteuthis</i> sp.....	1,32	%
<i>Lepidoteuthis grimaldii</i>	1,32	%
<i>Eledonella pygmaea</i>	1,32	%
— — (?).....	1,32	%
<i>Vitreledonella richardi</i>	1,32	%
<i>Argonauta nodosa</i> (?).....	1,32	%

Les deux familles particulièrement bien représentées sont celles des *Onychoteuthidae* et des *Enoplateuthidae* qui renferment des espèces charnues, musculeuses et rapides, bien que de taille

(1) Dans un travail paru depuis le dépôt du manuscrit, M. R. CLARKE, 1969 (J. mar. Biol. Assoc. U.K. 49, 961-976) pêchant avec un filet fermant électriquement a mis en évidence les mouvements nycthémeraux d'un certain nombre de céphalopodes pélagiques, dont *Spirula* qui remonterait la nuit jusqu'à un niveau de 100 m. Il n'est pas fait état des conditions de température.

assez réduite. Il est remarquable de noter ici encore la disproportion énorme entre le nombre d'échantillons des espèces de ces familles, récoltés à l'aide de filets et celui trouvé dans les contenus stomacaux. Aucun *Onychoteuthis* sp. n'a été pêché au cours des campagnes de Midwater-Trawl, alors que l'on peut compter 65 échantillons dans les contenus stomacaux, donnant une moyenne de 1,9 individu par estomac ; trois *Enoploteuthis reticulata* ont été pêchés au cours de ces mêmes campagnes contre 14 dans les contenus stomacaux (1,18 de moyenne).

Dans la liste précédente, trois groupes peuvent ainsi être considérés parmi les proies ingérées : 1^{er} groupe, avec une fréquence supérieure à 10 %, qui comprend *Onychoteuthis* sp. et *Abrialopsis* sp. On doit remarquer que la fréquence élevée de la seconde espèce provient en partie de la vie en essaims habituelle aux juvéniles.

2^e groupe, fréquences comprises entre 4 et 10 %, renfermant des proies encore charnues, de taille assez forte et menant une vie notoirement épiplanctonique (présence de *Hyaloteuthis*) (1).

3^e groupe, fréquence inférieure à 4 % groupant toutes les espèces capturées occasionnellement.

Il ressort de ces éléments fragmentaires, qu'il semblerait qu'*Alepisaurus* se nourrisse parmi le stock de Céphalopodes principalement sur certaines espèces à tendances grégaires, dont l'abondance relative doit être importante et ceci malgré les déplacements rapides de ces proies, les autres captures se faisant sporadiquement au cours de la chasse. Ces captures ont très probablement lieu dans une couche d'eau superficielle ne dépassant pas 300 mètres de profondeur.

Manuscrit reçu le 13 octobre 1970.

BIBLIOGRAPHIE

Une bibliographie très complète concernant les Oegopsides a été publiée dans la mise au point de M. R. CLARKE, 1966 ; il ne sera fait mention ici que des ouvrages directement utilisés pour la réalisation de ce travail.

- ADAM (W.), 1950. — Un Céphalopode nouveau : *Pholidoteuthis boschmai* gen. nov. et sp. nov. *Proc. Koninkl. Neder. Akad. Wetens.* **8**, 10 : pp. 1-8.
- ADAM (W.), 1952. — Céphalopodes — Expédition Océanographique Belge dans les Eaux Côtières Africaines de l'Atlantique Sud (1948-49). *Rés. Sci.* **3**, 3, Bruxelles.
- ADAM (W.), 1954. — Céphalopoda partie III — Siboga Expeditie : pp. 119-198.
- ADAM (W.), 1957. — Notes sur les Céphalopodes. XXIII — Quelques espèces des Antilles. *Inst. Roy. Sci. Nat. Belg.* **23**, 7 : pp. 1-10. Bruxelles.
- ADAM (W.), 1960. — Les Céphalopodes de l'Institut Français d'Afrique Noire. *Bull. I.F.A.N.* **22**, sér. A, 2 : pp. 465-511.
- ADAM (W.), 1962. — Céphalopodes de l'Archipel du Cap Vert, Angola et du Mozambique. *Trab. Cent. Biol. Piscat.* **32-35** : pp. 8-64. Lisboa.
- ALLAN (J.), 1945. — Planktonic Cephalopods larvae from the eastern Australian coast. *Rec. Austral. Mus.* **21**, 6 : pp. 317-350.
- APPELLOF (A.), 1889. — Teuthologische Beiträge I. *Bergen Mus. Aarsber.* **3** : pp. 1-34.
- ASHWORTH (J. H.), HOYLE (W. E.), 1906. — The species of *Ctenopteryx*, a genus of dibranchiate Cephalopoda. *Mem. Proc. Manch. lit. phil. Soc.* **50** : pp. 1-8.
- BERRY (S. S.), 1918. — Report on the Cephalopoda. *Zool. Res. Fish. Exp. « Endeavour »* **29** : pp. 204-298.
- BOSC (L. A.), 1802. — Histoire Naturelle des Coquilles. Paris.
- BROCK (J.), 1887. — Indische Cephalopoden. *Zool. Jb. Systemat.* **II**.
- BRUUN (A. F.), 1943. — The biology of *Spirula spirula* L. *Dana Rep.* n° 24 : pp. 1-19.
- DELLE CHIAJE (S.), 1830. — Memorie sulla struttura e notomia degli animali senza vertebre del regno di Napoli V — Napoli.

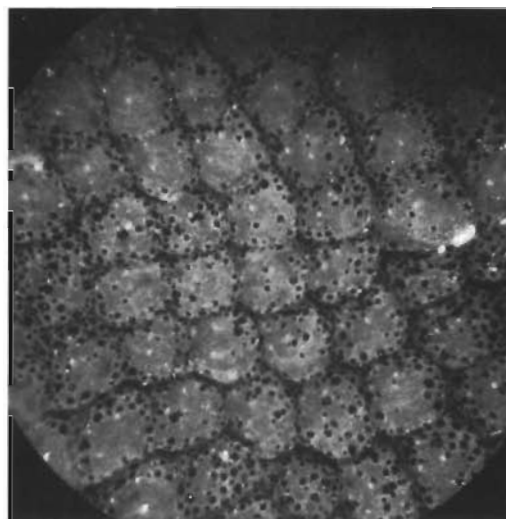
(1) CLARKE (1966), p. 266, donne la liste des espèces capturées par les oiseaux et autres prédateurs. Parmi les proies des premiers nous relevons : *Hyaloteuthis pelagica*, *Onychoteuthis banksi*, *Symplectoteuthis oualaniensis*, *Calliteuthis cookiana* espèces étant donc présentes en surface de jour, lors de la collecte des Oiseaux, et nous savons par les pêches à la lumière qu'elles sont également présentes en surface de nuit — tout au moins pour les 3 premières —.

- CHUN (C.), 1910. — Die Cephalopoden (I). *Wissensch. Ergebn. dt Tiefsee Exp. « Valdivia »* **18** : pp. 1-402.
- CHUN (C.), 1915. — Die Cephalopoden (II). *Wissensch. Ergebn. dt Tiefsee Exp. « Valdivia »* **18** : pp. 405-452.
- CLARKE (M. R.), 1956. — Sperm Whales of the Azores. *Discov. Rep.* **28** : pp. 237-298.
- CLARKE (M. R.), 1964. — Young stages of *Lepidoteuthis grimaldii* (Cephalopoda Decapoda). *Proc. malacol. Soc. London* **36** : pp. 69-78.
- CLARKE (M. R.), 1966. — A review of the systematics and ecology of oceanic squids. *Adv. mar. Biol.* **4** : pp. 91-300.
- CLARKE (M. R.), MAUL (G. E.), 1964. — A description of the « scaled » squid *Lepidoteuthis grimaldii* Joubin 1895. *Proc. Zool. Soc. London* **139**, 1 : pp. 97-118.
- DELL (R. K.), 1952. — The recent Cephalopoda of New Zealand. *Bull. Dom. Mus. Wellington n° 16* : pp. 1-157.
- FERUSSAC (A.), d'ORBIGNY, 1835-1848. — Histoire Naturelle générale et particulière des Céphalopodes acétabulifères vivants et fossiles, Paris.
- FISCHER (IL.), 1896. — Note préliminaire sur le *Pterygioteuthis giardi*, Céphalopode nouveau recueilli dans le cours de l'expédition scientifique du « Talisman » (1883). *J. Conch. Paris*, **43** : pp. 205-211.
- FOURMANOIR (P.), 1969. — Les contenus stomacaux d'*Alepisaurus* (Poissons) dans le Sud-Ouest Pacifique. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, VII, 4 : pp. 51-60.
- GOODRICH (E. S.), 1896. — Report on a collection of Cephalopoda from the Calcutta Museum. *Trans. Linnean Soc. London ser. 2, Zool.* **7**, 1 : pp. 1-24.
- GOULD (A. A.), 1852. — Wilke's U. S Expedition. *Mollusca* **12** : pp. 470-484.
- GRANDPERRIN (R.), LEGAND (M.), 1970. — Contribution à la connaissance d'*Alepisaurus* dans le Pacifique Équatorial et Sud Tropical. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, VIII, n° 3, pp. 11-34.
- GRAY (J. E.), 1849. — Catalogue of the Mollusca in the Collection of the British Museum, part I « Cephalopoda antepedia » 164 p. London BMNII.
- HOYLE (W. E.), 1885. — Preliminary Report on the Cephalopoda collected during the cruise of H.M.S. « Challenger » I. The Octopoda. *Proc. R. phys. Soc. Edinburgh* **13** : pp. 95-114.
- HOYLE (W. E.), 1886. — Report on the Cephalopoda. *Rep. scient. Results HMS « Challenger » (1873-76). Zoology* **16** : pp. 1-245.
- IJIMA (I.), IKEDA (S.), 1902. — Notes on a specimen of *Amphitreteus* obtained in the Sagami sea. *Annot. Zool. Jap.* **4-3** : pp. 85-101.
- ISHIKAWA (C.), 1914. — Über eine neue Art von *Enoplateuthis*, *Enoplateuthis chuni* sp. nov. aus Owodu, Japanisches Meer. *J. Coll. Agric. imp. Univ. Tokyo*, **3** : pp. 401-413.
- JATTA (G.), 1896. — I Cefalopodi viventi nel Golfo di Napoli (Sistematica). *Fauna Flora Golfes Neapel* **23** : pp. 1-268.
- JOUBIN (L.), 1895. — Cephalopodes. *Rés. Camp. Sci. Prince Albert* **9** : pp. 3-63, Monaco.
- JOUBIN (L.), 1900. — Céphalopodes. *Rés. Camp. Sci. Prince Albert* **17** : pp. 1-135, Monaco.
- JOUBIN (L.), 1918. — Études préliminaires sur les Céphalopodes recueillis au cours des croisières de S.A.S. Le Prince de Monaco : 6^e note : *Vitreledonella richardi* Joubin. *Bull. Inst. Océanogr.*, **340** : pp. 1-40.
- JOUBIN (L.), 1924. — Contribution à l'étude des Céphalopodes de l'Atlantique Nord. *Rés. Camp. Sci. Prince Albert* **67** : pp. 1-113, Monaco.
- KING (J. E.), IVERSEN (R. T. B.), 1962. — Midwater trawling for storage organisms in the Central Pacific. *Fish. Bull.* **62**, 210 : pp. 217-321.
- LEACH (W. E.), 1817. — Synopsis of the orders, families and genera of the class Cephalopoda in « *Zool. Misc.* », 3 : pp. 137-141.
- LEGAND (M.), GRANDPERRIN (R.), 1969. — Résultats des stations de longue ligne expérimentale effectuée dans le Pacifique Sud-Ouest et Central par le Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa de 1956 à 1968. *Rapport n° 30 Centre O.R.S.T.O.M., Nouméa*.
- LESUEUR (C. A.), 1821. — Descriptions of several new species of cuttlefish. *J. Acad. nat. Sci. Philad.* **2** : pp. 86-101.
- LICHTENSTEIN (K. M. H.), 1818. — *Onychoteuthis sepien* mit krallen. *Abh. preuss. Akad. Wiss. Phys. Math. Kl.* 1819 : pp. 211-226.
- LOROI (E. L.), 1852. — Description d'une nouvelle espèce du genre Argonaute (Nouryi). *Rev. Mag. Zool. (2)* **4**.
- NAEF (A.), 1923. — Die Cephalopoden. *Fauna Flora Golf. Neapel, Monograph.* **35** : pp. 1-863.
- NISHIMURA (S.), 1966. — Notes on the occurrence and biology of the oceanic squid *Thysanoteuthis rhombus* Troschel in Japan. *Publ. Seto Mar. Biol. Lab.* **14** (4) : pp. 327-349.
- OKADA (Y. K.), 1927. — Céphalopodes japonais des collections du Muséum. *Bull. Mus. nat. Hist. nat. Paris* **33** : pp. 93-98 : 172-179.

- PFEFFER (G.), 1900. — Synopsis des oegopsiden Cephalopoden. *Mill. naturh. Mus. Hamb.* **17** : pp. 147-198.
- PFEFFER (G.), 1912. — Die Cephalopoden des Plankton Expedition. *Ergebn. Plankton Exp. Humboldt Stiftung* **2** : pp. 1-815.
- PICKFORD (G. E.), 1946. — *Vampyroteuthis infernalis* Chun, an archaic dibranchiate Cephalopoda. I : Natural history and distribution. *Dana Rep.* n° 29.
- PIERANTONI (U.), 1935. — Gli organi luminosi e la luminescenza di *Octopoteuthis sicula* Rüppel (*Veranya sicula*). *Atti Acc. Sci. Napoli ser. 2*, **20**, 3 : pp. 1-11.
- POSSELT (H. J.), 1890. — Cephalopoda Det Videnskabelige Udbytte af Kanonbaaden « Hauchs » togter i de Danske Have indenfor Skagen i Aarene 1883-86, **2** : pp. 1-11.
- QUOY (J. R. C.), GAIMARD (J. P.), 1824. — Zoologie du Voyage... de l'Uranie et de la Physicienne, Paris.
- REES (E. I. S.), CLARKE (M. R.), 1963. — First records of *Tetronchoteulhis dussumieri* (d'Orbigny) (Cephalopoda : Onychoteuthidae) from the North Atlantic. *J. Fish. Res. Board Canada* **20** : pp. 853-854.
- REES (E. I. S.), MAUL (G. E.), 1956. — The Cephalopoda of Madeira. *Bull. Brit. Mus. Nat. Hist.* **3** : pp. 257-281.
- ROBSON (C. W.), 1926. — Cephalopoda from N. W African waters and the Biscayan region. *Bull. Soc. Sci. nat. Maroc* **6** : pp. 158-195.
- ROBSON (C. W.), 1929. — Notes on the Cephalopoda. VII : On *Macrotritopus* Grimpe with a description of a new species. *Ann. Mag. nat. Hist.* **3** : pp. 311-313.
- ROBSON (C. W.), 1929. — A Monograph of the recent Cephalopoda. part I. *Brit. Mus. nat. Hist. London.*
- ROBSON (C. W.), 1932. — A Monograph of the recent Cephalopoda. part II. *Brit. Mus. nat. Hist. London.*
- ROBSON (C. W.), 1948. — The Cephalopoda Decapoda of the « Arcturus » Oceanographic Expedition 1925. *Zoologica N.Y.* **33**, n° 3 : 115-132.
- ROFEN (R. R.), 1966. — Family *Omosudidae*, in « Fishes of the western north Atlantic ». *Sears Found Mar. Res. Mem.* 1 part. 5.
- ROPER (C. F. E.), 1963. — Observations on bioluminescence in *Ommastrephes pteropus* (Steenstrup 1855) with notes on its occurrence in the family Ommastrephidae (Mollusca Cephalopoda). *Bull. Mar. Sci. Gulf Caribbean* **13** : pp. 343-353.
- ROPER (C. F. E.), 1969. — Systematics and Zoogeography of the world-wide bathypelagic squid *Bathyteuthis* (Cephalopoda Oegopsida). *Bull. U.S. Nat. Mus.* **291** : pp. 1-210.
- RUPPELL (E. S.), 1844. — Intorno ad alcuni cefalopodi del mare di Messina *Giorn. Gabinetto Messina* **26** : pp. 1-7.
- SASAKI (M.), 1915. — On three interesting new oegopsids from the Bay of Sagami. *J. Coll. Agric. imp. Univ. Tokyo* **6** : pp. 131-150.
- SASAKI (M.), 1929. — A Monograph of the dibranchiate cephalopods of the Japanese and adjacent waters. *J. Fac. Agric. Hokkaido imp. Univ.* **20**, suppl. 10 : pp. 1-357.
- SOLANDER (D. C.), 1786. — A catalogue of the Portland Museum.
- STEENSTRUP (J.), 1849-1900. — In « The Cephalopods papers of Japetus Steenstrup ». *Danish Science Press Copenhagen.*
- TAKI (I.), 1964. — On eleven new species of the Cephalopoda from Japan, including two new genera of Octopodinae. *J. Fac. Fish. Animal Husb. Hiroshima Univ.* **5**, 2 : pp. 277-343.
- THIELE (J.), 1921. — Die Cephalopoden der Deutsch Sudpolar Expedition 1901-1903. *Dt. Sud polar Exped.* **16** (*Zoologie Bd 8*) : pp. 433-465.
- THORE (S.), 1949. — Investigations on the « Dana » Octopoda part I, *Bolilaenidae*, *Amphitretilidae*, *Vitreledonellidae* and *Alloposidae*. *Dana Rep.* n° 33 : pp. 1-85.
- TROSCHER (E.), 1857. — Bemerkungen über die Cephalopoden von Messina. *Arch. Naturgesch.* **23** : pp. 41-76.
- VERRILL (A. E.), 1884. — Second catalogue of Mollusca recently added to the fauna of the New England coast and the adjacent parts of the Atlantic. *Trans. Conn. Acad. Arts Sci* **6** : pp. 395-458.
- VOSS (G. L.), 1956. — A review of the Cephalopoda of the Gulf of Mexico. *Bull. Mar. Sci. Gulf Caribbean* **6** (2) : pp. 85-178.
- VOSS (G. L.), 1957. — Observations on *Ornithoteuthis antillarum* Adam 1957 an ommastrephid squid from the West Indies. *Bull. Mar. Sci. Gulf Caribbean* **7** : pp. 370-378.
- VOSS (G. L.), 1963. — Cephalopods of the Philippine Islands. *Bull. U.S. nat. Mus.* n° 234 : pp. 1-180.
- VOSS (G. L.), 1967. — Some bathypelagic cephalopods from South African waters. *Ann. S. Afr. Mus.* **50**, 5 : pp. 61-88.



1



2

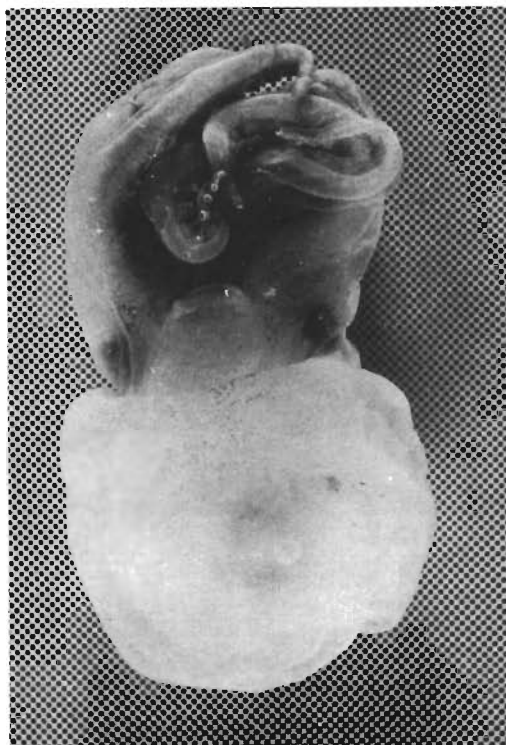


3

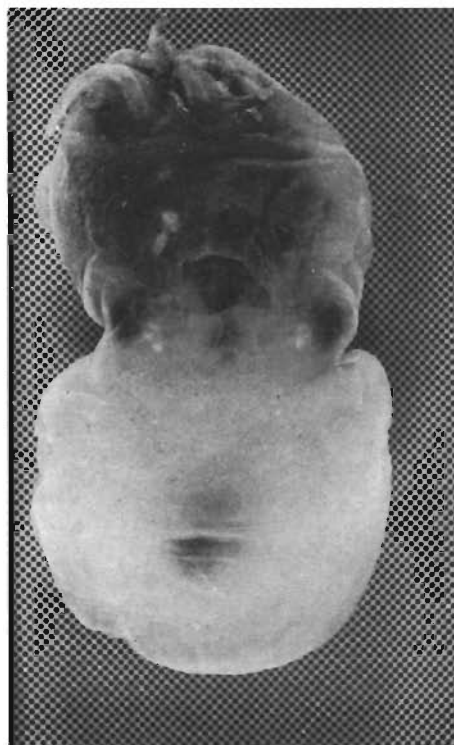


4

PLANCHE I. — 1-2 : *Lepidoteuthis grimaldii*. 1. Tête montrant la caroncule post-oculaire, ainsi que la partie dorsale du manteau, la tête étant tournée sur le côté. 2. Détail des « écailles » recouvertes par l'épiderme porteur de chromatophores. — 3-4 : *Enoploteuthis reticula*. 3. Crochet bras III. — 4. Armature des ventouses apicales des tentacules.



1



2

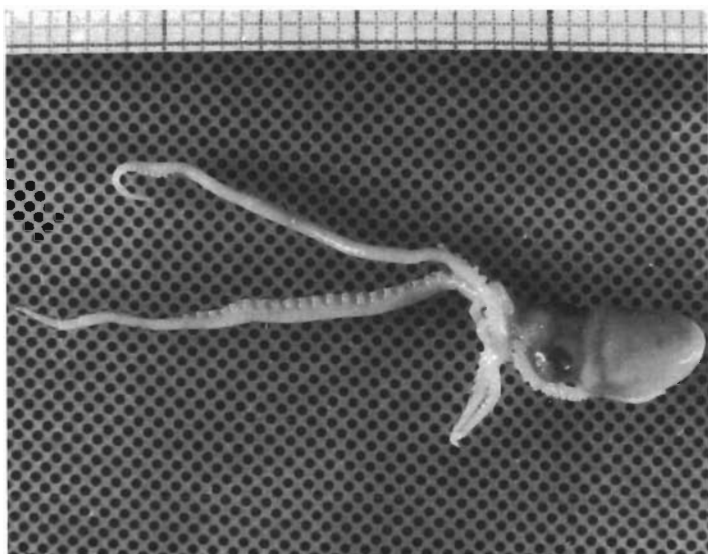


3

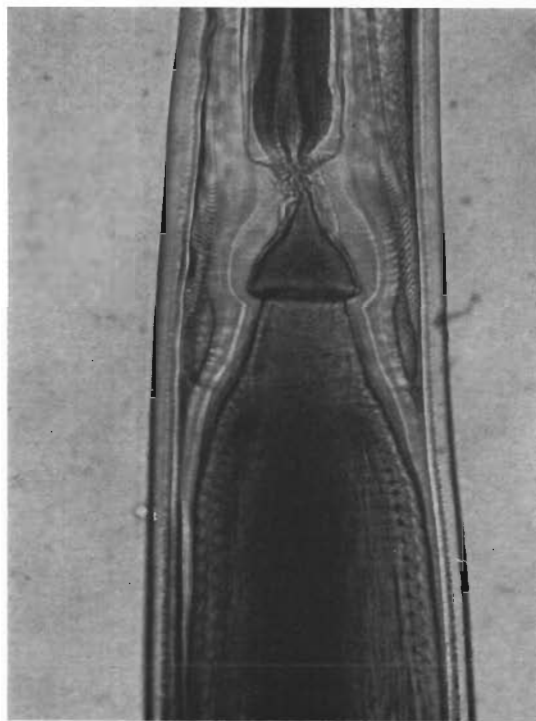


4

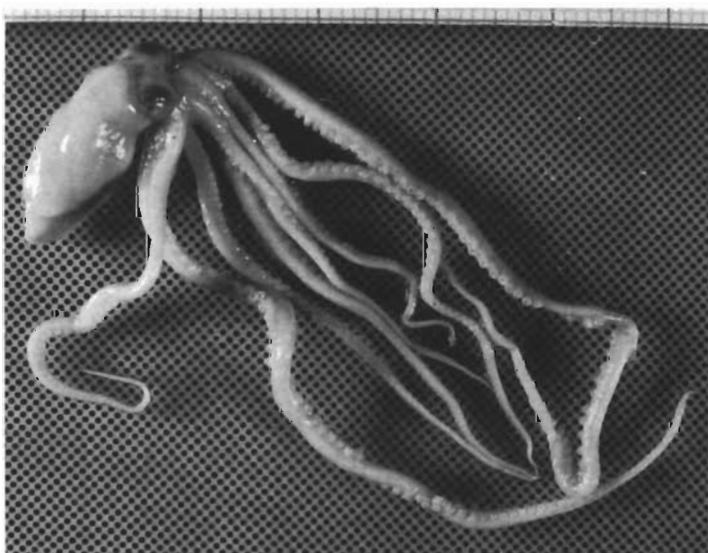
PLANCHE II. — *Eledonella pygmaea* (?). — 1-2-3 : Faces ventrale-dorsale et latérale. — 4 : *Eledonella pygmaea* : système nerveux céphalique du gros exemplaire de CY III/15, montrant les ganglions pédonculaires largement séparés sur le nerf optique.



1



2



3



4

PLANCHE III. — 1 : *Octopus*, stade *Macrotritopus*, de 0,6 mm de LM, remarquable par le très fort développement des bras III. Contenu stomacal d'*Alepisaurus* n° 86. — 2 : *Hyaloteuthis pelagica*. Partie médiane du spermatophore. — 3 : *Octopus* stade *Macrotritopus*, de 17 mm de LM. — 4 : *Octopus leuthoides* — contenu stomacal d'*Alepisaurus* n° 14.

Traitement des récoltes micronectoniques

A. MICHEL et R. GRANDPERRIN

Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa; Nouméa, New Caledonia

Abstract

Treatment of micronekton collections

This paper deals with some mechanical treatments of micronektonic samples which enable easier sorting into taxa. At sea, it is only possible to hose the net intensively before being brought on board ship; organisms are then washed into a bucket, the bucket emptied, and the samples preserved in a 10% buffered formaldehyde solution. A laboratory method for sorting gelatinous organisms based on differential specific gravity is described. The sorter consists of a cylinder 1.60 m high, supplied with running water. The remaining fraction is then sorted into 3 size groups. The device consists of a set of grills made from equidistant glass rods, through which organisms are sieved by the reciprocating motion of the grills into a large jar filled with running water. As this method results in higher sorting efficiency, it is recommended that further research be made in this direction.

Introduction

Entre le moment où l'ensemble des organismes micronectoniques formant la récolte globale d'un trait arrive sur le pont d'un bateau et le moment où est obtenue la séparation en espèces et, à l'intérieur d'une espèce, le fractionnement en groupes de tailles, l'échantillon doit subir un certain nombre de traitements. Cette étude se propose de les décrire et conduit à définir une méthode de tri permettant: (1) de réduire le travail manuel des trieurs, ou, tout au moins, de le faciliter; (2) d'isoler dans chaque récolte les fractions représentatives de la sélection des différentes mailles de l'engin employé.

Les conditions d'utilisation optimales d'un navire océanographique impliquent que les pertes de temps soient minimales, ce qui conduit à effectuer, au cours d'une croisière, le plus grand nombre possible de prélèvements avec divers engins. En dehors de ces opérations, le temps disponible est alors trop réduit pour pouvoir envisager, avec l'effectif de personnel ordinairement embarqué, le traitement manuel des récoltes à bord, d'autant que les mouvements de plateforme du bateau rendent difficile et aléatoire le tri à la pince, même si des dispositifs spéciaux anti-roulis ont été prévus. Lors des croisières effectuées par le N.O. «Coriolis» du Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa dans le Pacifique tropical ouest et équatorial (Croisière «Bora» I à IV, «Cyclone» I à VI, «Caride» I à VI)

l'utilisation intensive du chalut pélagique Isaacs-Kidd 10 pieds ne laissait aucun temps libre pour un traitement quelconque à bord et tous les tris ont été effectués à terre, sur du matériel formolé. Cette étude fait suite à celles de MICHEL et GRANDPERRIN (1970) et GRANDPERRIN et MICHEL (1970) sur la sélection des mailles et les modalités d'emploi de l'Isaacs-Kidd 10 pieds.

Matériel et méthodes

Conservation des récoltes

Lorsque le filet sort de l'eau, la plupart des organismes se trouvent dans le collecteur. Si très peu restent pris dans les mailles de la partie avant du filet, par contre un certain nombre demeurent accrochés dans la partie terminale du cul. Un rinçage à l'aide d'un puissant jet d'eau est alors nécessaire pour les faire descendre jusqu'au collecteur. Celui-ci, fabriqué au Centre de Nouméa sur les plans de B. WAUTHY¹, s'inspire de certains collecteurs japonais. Il est réalisé en matière plastique (PVC), mesure 15 cm de diamètre et 70 cm de hauteur; sa partie inférieure non filtrante a une capacité de 3 l et sa partie supérieure est percée de 5 rangées de trous de 5 cm de diamètre, recouverts d'une toile de nylon de même maille que le cul (Fig. 1). Toute arête vive doit être supprimée à l'intérieur car elle entraînerait une détérioration des organismes. Dans les conditions souvent dures d'utilisation du matériel, ce collecteur s'est révélé efficace, très maniable, à la fois léger et robuste, laissant les organismes en bon état.

La récolte rassemblée dans le collecteur est ensuite versée dans un filtre de 20 cm de diamètre constitué de 2 parties tronconiques en plastique souple s'emboîtant l'une dans l'autre et emprisonnant une toile de maille 2 (vide de maille compris entre 320 et 350 μ). Suivant leur importance, les récoltes sont alors fractionnées ou placées globalement dans des récipients étanches en plastique contenant une solution de formol à 10%. Elles sont étiquetées puis stockées jusqu'à la fin de la croisière. Si la solution à 10% peut paraître trop concentrée pour les organismes les plus fragiles

¹ Océanographe biologiste au Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa.

tels que les hétéropodes, chétognathes, organismes gélatineux et larves de poissons, entraînant une certaine détérioration due à une perte d'eau par osmose (AHLSTROM et THRAILKILL, 1963; GRANDPERRIN et CABOCHE, 1968), elle s'est révélée nécessaire pour les plus gros, des essais avec une solution à 5% ayant montré qu'il pouvait se produire une altération des récoltes.

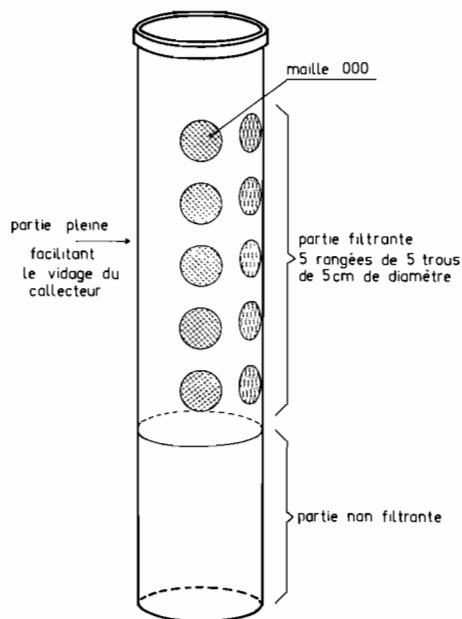


Fig. 1. Collecteur utilisé avec le chalut pélagique Isaacs-Kidd 10 pieds

Traitement mécanique au laboratoire

Les récoltes du chalut pélagique Isaacs-Kidd 10 pieds sont très hétérogènes, incluant de très gros organismes de 30 à 40 cm et de très petits, de l'ordre du mm, ces derniers étant retenus par le cul du filet. D'autre part, les organismes dits « gélatineux » (siphonophores, méduses, salpes, doliolles et pyrosomes), souvent présents en grand nombre, ont tendance à engluier les autres organismes à nombreux appendices. Le tri manuel à la pince d'une telle récolte est compliqué par le fait qu'en cherchant à saisir un organisme quelconque, le trieur a beaucoup de chances de rencontrer un organisme gélatineux.

Etant donné le grand nombre de récoltes réalisées durant les croisières précitées (plus de 1500 traits), il paraissait souhaitable de mettre au point des techniques permettant de fractionner mécaniquement chaque échantillon. Ces techniques doivent obligatoirement utiliser l'eau comme support pour éviter la dessiccation des organismes et favoriser leur séparation. Le traitement finalement adopté comprend 2 grandes phases: (1) élimination de la plus grande partie des organismes

gélatineux; (2) séparation des organismes restant en groupes de tailles.

Technique d'élimination des organismes gélatineux

Le principe de cette extraction repose sur la différence de densité existant entre les organismes gélatineux et les autres constituants. La récolte est

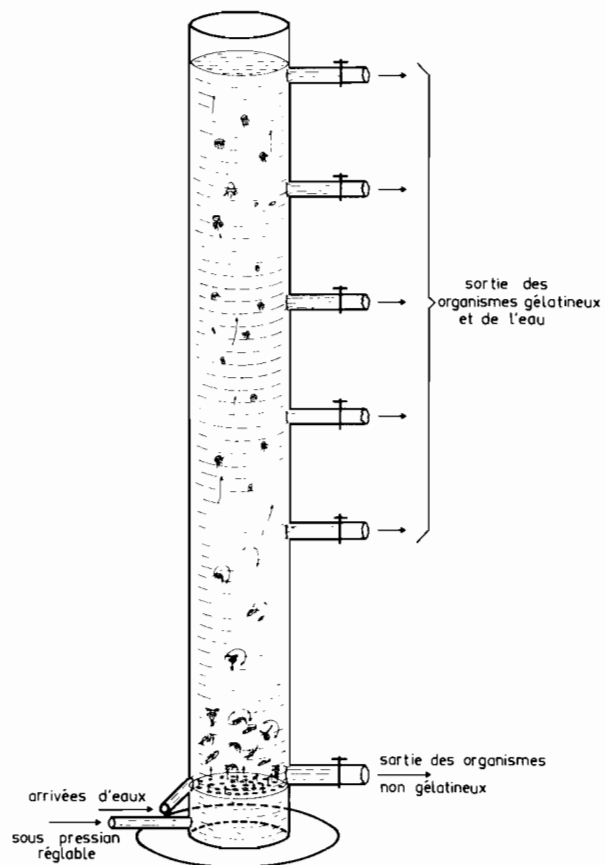


Fig. 2. Colonne d'extraction des organismes gélatineux

placée dans une colonne en plastique transparent de 20 cm de diamètre et de 1.60 m de haut (Fig. 2). Deux arrivées d'eau situées à sa base provoquent une agitation de la récolte tendant à séparer les organismes qui ont pu s'agglutiner, et créent un courant d'eau ascendant qu'empruntent seuls les plus légers. L'une projette tangentiellement un jet d'eau juste au-dessus du double fond, provoquant l'action tourbillonnaire, l'autre, empruntant de nombreux petits trous percés dans le double fond de la colonne, agit comme une pomme d'arrosoir retournée. Cinq orifices munis de tuyaux avec robinets à boisseau sont répartis sur la hauteur de la colonne pour permettre un soutirage à plusieurs niveaux. Ces sorties s'écoulent dans un récipient, à partie filtrante de maille 000 située sur le

côté, qui est placé dans une cuve à niveau constant de telle sorte que les organismes sont toujours dans l'eau (Fig. 3). Enfin, un orifice de gros diamètre muni d'un robinet, situé au bas de la colonne, permet de soutirer les organismes non gélatineux restant en fin de séparation. La mise en charge de la colonne s'effectue à pression assez forte de façon à provoquer une agitation vigoureuse de la récolte. Puis on réduit le débit d'arrivée d'eau et on laisse le régime s'établir en ouvrant le robinet supérieur d'évacuation. Suivant l'importance de l'échantillon, l'extraction a lieu à un seul ou à plusieurs niveaux. L'opération dure de 15 à 30 min.

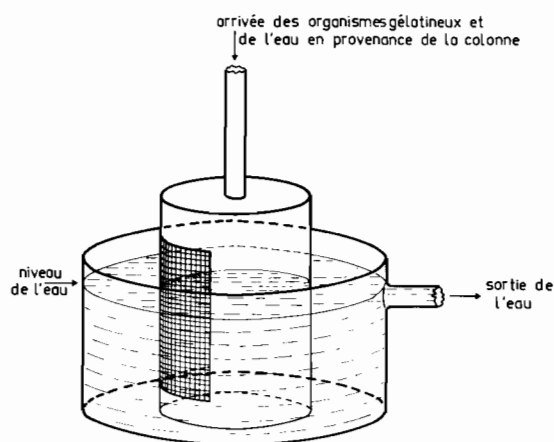


Fig. 3. Filtre permettant la récupération des organismes gélatineux. Le même modèle est utilisé pour la récupération de la fraction « plancton reste »

Technique de séparation en groupes de tailles

La séparation en groupes de tailles se fait par tamisage dans de l'eau circulante effectué dans une cuve à niveau constant (Fig. 4). Les tamis sont fabriqués avec des cylindres de plastique transparent de 15 cm de diamètre dont le fond est constitué de baguettes de verre cylindriques de 3 à 4 mm de diamètre espacées régulièrement. Ces tamis sont du même type que ceux utilisés par ROGER et WAUTHY (1968) pour la séparation des euphausiacés en groupes de tailles. Chaque tamis, suspendu à un excentrique accouplé à un moteur électrique dont on peut faire varier le nombre de tours-minutes, est ainsi animé d'un mouvement vertical alternativement ascendant et descendant. La fraction à traiter est introduite progressivement dans le tamis au moyen d'un courant d'eau; les organismes qui passent à travers les baguettes sont évacués en permanence pour éviter qu'ils se réintroduisent dans le tamis au cours du mouvement descendant. Cette évacuation continue s'effectue grâce à un dispositif simple d'auto-régulation sur la cuve à

niveau constant. Il est constitué d'un tuyau muni d'un robinet qui part du point le plus haut du coude supérieur du siphon de sortie de l'eau, et aboutit, dans la cuve, à un niveau légèrement supérieur à celui que l'on désire maintenir. Lorsque le niveau de l'eau n'atteint pas le coude supérieur du siphon, il n'y a aucune évacuation. Si le niveau monte, le siphon s'amorce mais le débit est modéré par l'entrée d'air au niveau supérieur du coude. Si le niveau monte encore, il atteint l'orifice du tuyau d'entrée d'air dont l'obturation provoque le débit maximum du siphon. Le niveau redescend alors rapidement, permettant de nouveau l'entrée d'air, et provoquant le ralentissement du

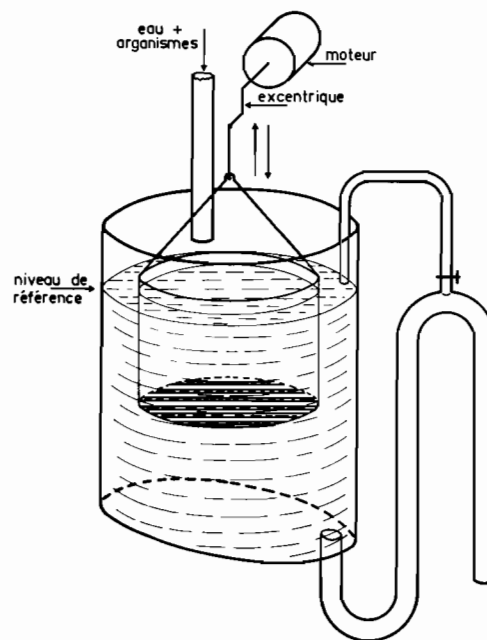


Fig. 4. Séparation en groupe de tailles par tamisage dans une cuve à niveau constant

débit puis le désamorçage du siphon. Il s'établit ainsi un régime d'équilibre avec de légères fluctuations autour du niveau souhaité. Ce niveau est réglé de telle sorte que les organismes soient toujours immergés, même au point le plus haut de la course ascendante. En effet, l'émersion provoquerait sur certains des adhérences de petites bulles d'air qui les retiendraient en surface, réduisant ainsi leurs chances de traverser le tamis. Pour vider la cuve en fin d'opération, il suffit, une fois le siphon amorcé, de fermer le robinet d'entrée d'air.

A partir de ces deux appareils, l'ensemble du traitement mécanique est conçu comme une succession d'opérations s'enchaînant avec un minimum d'intervention de la part des opérateurs. Un schéma de

principe de ce type est fourni (Fig. 5). Le nombre de tamis et l'écartement des baguettes de verre seront déterminés en fonction des objectifs à atteindre et des mailles des engins de prélèvements.

Traitement manuel

Le traitement mécanique ne saurait aboutir à une séparation parfaite: une partie des organismes gélatineux reste en effet dans les différentes fractions, alors qu'inversement, de petits organismes non gélatineux sont extraits par la colonne. Le traitement mécanique n'est qu'un dégrossissage, mais il permet de travailler sur des fractions homogènes en tailles où les organismes gélatineux sont suffisamment rares pour ne plus constituer une gêne. Pour parvenir à une séparation par taxa, chaque fraction est reprise à la pince et il est alors aisé de remettre à leur place les organismes qui au cours du traitement mécanique ont été entraînés dans de fausses directions.

Résultats

Tous les échantillons traités ont été prélevés avec un chalut pélagique Isaacs-Kidd 10 pieds qui, rappelons-le, est constitué de mailles de 4 mm de côté et dont le cul est un filet conique de 50 cm de diamètre formé de maille 000 (vide de maille compris entre 900 et 1000 μ). Le détail du traitement mécanique correspond à celui de la Fig. 5. La récolte est, dans un premier temps, passée sur un tamis dont l'écartement des baguettes de verre est de 10 mm. Après cette première séparation, le reste de la récolte est traité dans la colonne qui élimine la plus grande partie des organismes gélatineux. La fraction restante est alors emportée, toujours par un courant d'eau, sur une succession de 2 tamis, l'un à écartement de 2,5 mm,

l'autre de 1 mm. Les organismes non retenus sont recueillis dans un récipient à partie filtrante de maille 000 analogue à celui utilisé pour les organismes gélatineux.

Ces écartements ont été choisis en fonction de la sélection des mailles du chalut observée pour les Crustacés par MICHEL et GRANDPERRIN (1970). Le tamis de 10 mm a pour but d'éliminer les gros organismes (méduses, pyrosomes, céphalopodes, poissons, etc.) que l'on juge capturés par hasard et dont l'incorporation au reste de la récolte risquerait d'induire

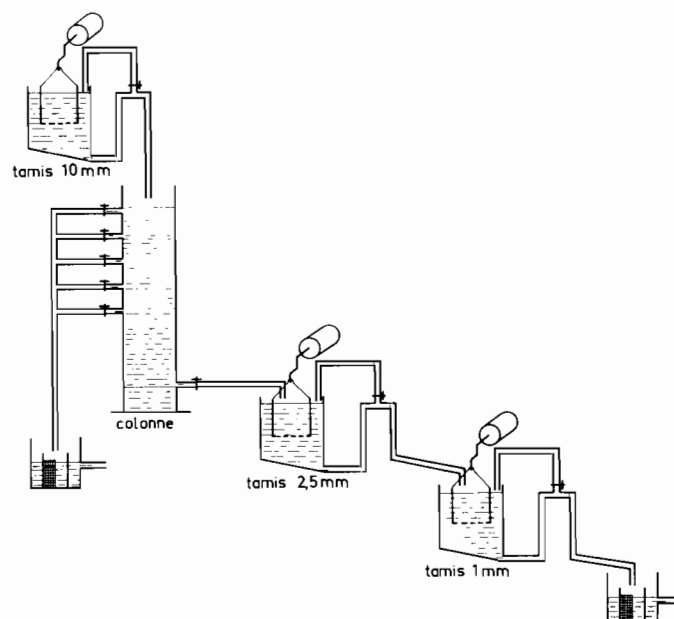


Fig. 5. Schéma d'ensemble du traitement mécanique

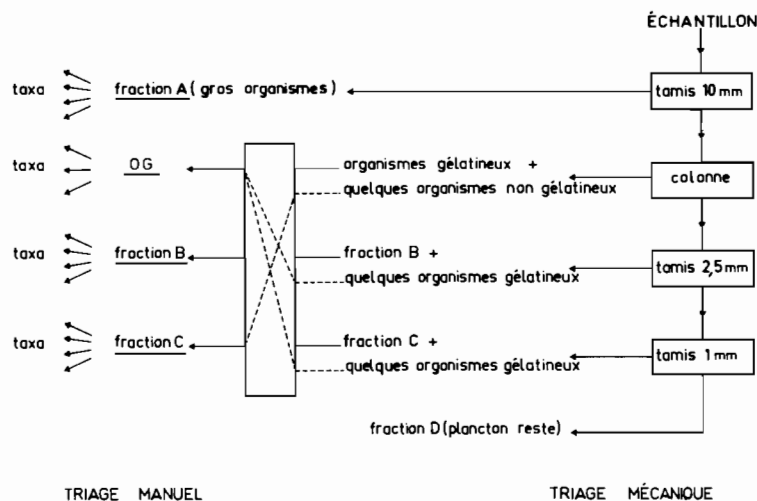


Fig. 6. Organigramme simplifié du triage conduisant aux différents taxa. OG organismes gélatineux

des erreurs importantes pour les comparaisons des biomasses des différentes fractions (fraction A). La fraction B, retenue par le tamis 2,5 mm, correspond aux organismes qui ne sont pas susceptibles de s'échapper à travers la maille de 4 mm. La fraction C, retenue par le tamis 1 mm, correspond aux organismes qui sont tous susceptibles de s'échapper à travers la maille de 4 mm mais qui, soit n'en ont pas eu le temps, soit ont été canalisés directement jusqu'à la maille 000 du cul. Quant à la fraction D, qui passe à travers le tamis 1 mm, elle est due à la sélection de la maille 000 du cul du chalut.

Dans les 5 fractions ainsi isolées, le choix des taxa ou des espèces à séparer dépend des orientations de recherche. Au laboratoire du Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa, le tri manuel n'aboutit qu'à une séparation par taxa² des fractions jugées les plus représentatives de la maille de 4 mm: la fraction D, qui constitue la catégorie « plancton reste », n'est donc pas triée. A l'issue de ces opérations, ont lieu les différentes pesées (poids humides) après centrifugation suivant la méthode décrite par GRANDPERRIN et MICHEL (1969). L'organigramme d'ensemble de ces différents traitements est représenté sur la Fig. 6. Suivant les objectifs de recherche, certains groupes seront triés ultérieurement au niveau de l'espèce.

Conclusion

MCGOWAN et FRAUNDORF (1964) parvenaient à extraire, dans un échantillon, 89% des ptéropodes, hétéropodes et autres mollusques à coquille, en jouant sur le fait que leur densité est plus élevée que celles des autres constituants planctoniques. BÉ (1968) proposait, pour mesurer la biomasse totale du plancton, d'isoler, dans les récoltes de différents filets, les fractions les plus représentatives de chacun d'eux par l'emploi de tamis à mailles graduées. Ce sont à peu près les seules tentatives qui aient été faites jusqu'à présent pour un traitement mécanique et rapide du plancton. Etant donné les difficultés d'échantillonnage du micronecton, la validité des résultats est d'autant plus grande que l'on dispose d'un nombre plus élevé de récoltes. Si la multiplicité des prélèvements est souvent réalisable au cours d'une croisière sans une augmentation de temps considérable, il ne faut pas perdre de vue qu'elle entraînera au laboratoire une augmentation importante de la durée de tri par les moyens classiques, ce qui retarde d'autant les interprétations. Il paraît souhaitable, pour réduire ces délais tout en traitant le plus de récoltes possible, de simplifier au maximum les opérations de tri manuel en

utilisant des traitements mécaniques préliminaires. Des efforts importants devront être faits dans ce domaine où les ressources de l'électronique, jusqu'à présent négligées, devraient entraîner des progrès considérables. Il n'est pas exclu qu'on parvienne un jour à des séparations entièrement automatiques au niveau des taxa.

Résumé

1. Cette étude décrit les différents traitements auxquels sont soumises les récoltes micronectoniques en vue de leur étude qualitative et quantitative.

2. A bord du bateau, aucune manipulation particulière n'est effectuée, si ce n'est, après le lavage du filet et le vidage du collecteur, le stockage dans une solution de formol neutralisé à 10%. Au laboratoire, les récoltes font l'objet d'une succession de traitements mécaniques qui s'effectuent dans un courant d'eau.

3. Le passage dans une colonne de 1,60 m de hauteur permet, par différence de densité, d'isoler les organismes gélatineux; la fraction restante passe alors sur une suite de tamis, dont le fond est constitué de baguettes de verre régulièrement espacées, qui permettent d'isoler des fractions homogènes en tailles.

4. Le tri manuel, qui aboutit à la séparation par taxa puis aux différentes pesées, s'en trouve grandement facilité, les organismes étant bien séparés les uns des autres et leurs tailles équivalentes dans chaque fraction.

5. Il semble qu'à l'avenir des efforts importants devront être faits dans cette voie qui permet de traiter un grand nombre de prélèvements du fait d'un considérable gain de temps.

Littérature citée

- AHLSTROM, E. H. and J. R. THRAILKILL: Plankton volume loss with time of preservation. Rep. Calif. coop. oceanic Fish. Invest. **10**, 57—73 (1963).
- BÉ, A.: Measuring total plankton biomass. In: Zooplankton sampling. Monogr. oceanogr. Meth. 173—174 (1968).
- GRANDPERRIN, R. et C. CABOCHE: Aperçu sur l'action des procédés de conservation sur la biomasse d'organismes micronectoniques et macroplanctoniques. J. Cons. perm. int. Explor. Mer **32** (2), 209—215 (1968).
- et A. MICHEL: Evaluation des poids humides de micronecton après centrifugation. Mar. Biol. **4**, 139—142 (1969).
- — Emploi du chalut pélagique Isaacs-Kidd 10 pieds dans les eaux équatoriales du Pacifique. Mar. Biol. **7**, 273—284 (1970).
- MCGOWAN, J. A. and V. J. FRAUNDORF: A modified heavy fraction zooplankton sorter. Limnol. Oceanogr. **9** (1), 152—155 (1964).
- MICHEL, A. et R. GRANDPERRIN: Sélection du chalut pélagique Isaacs-Kidd 10 pieds. Mar. Biol. **6**, 200—212 (1970).
- ROGER, C. et B. WAUTHY: Sur une technique de détermination de groupes de tailles, applicable à l'étude de certains organismes planctoniques. J. Cons. perm. int. Explor. Mer **32** (2), 216—225 (1968).

First author's address: Monsieur A. MICHEL
Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa
B.P. 4
Nouméa, New Caledonia

² Poissons, larves de poissons, leptocephales, céphalopodes, annélides, hétéropodes, ptéropodes thécosomes, ptéropodes gymnosomes, euphausiacés, sergestides, carides, pénéides, mysides, amphipodes, phronimes, larves de stomatopodes, larves phyllosomes, autres larves de crustacés, copépodes, ostracodes, chétognathes, organismes gélatineux, méduses.

A NEW *AUSTROSQUILLA* (STOMATOPODA) FROM THE
MARQUESAS ISLANDS

BY

ALAIN MICHEL

Centre O.R.S.T.O.M., Noumea, New Caledonia

and

RAYMOND B. MANNING

Smithsonian Institution, Washington, U.S.A.

Reprinted from: CRUSTACEANA, Vol. 20, Part 3, 1971



LEIDEN
E. J. BRILL

A NEW *AUSTROSQUILLA* (STOMATOPODA) FROM THE
MARQUESAS ISLANDS

BY

ALAIN MICHEL

Centre O.R.S.T.O.M., Noumea, New Caledonia

and

RAYMOND B. MANNING

Smithsonian Institution, Washington, U.S.A.

The *Austrosquilla* described below was collected by one of us (A.M.) during a cruise in the Marquesas Islands sponsored by the Noumea, New Caledonia, Center of the Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (O.R.S.T.O.M.), France; through correspondence we decided to collaborate on a description of the species.

***Austrosquilla litoralis* new species (fig. 1)**

Holotype. — 1 ♀, total length 19 mm; Atiheu Bay, Nuku Hiva, Marquesas Islands; dug from sand on ocean beach; 14 March 1969; A. Michel, collector; USNM 127453.

Description. — Cornea subglobular, set obliquely on stalk; ocular scales fused along midline; eyes extending to end of antennular peduncle.

Antennular peduncle short, less than half as long as carapace; dorsal processes of antennular somite produced into triangular lobes, directed anterolaterally, visible on either side of rostral plate.

Antennal scale small, less than one-fourth as long as carapace; antennal protopod with 1 mesial papilla.

Rostral plate triangular, broader than long, lateral margins slightly concave, converging on rounded, acute apex.

Carapace smooth, without carinae or spines.

Dactylus of raptorial claw with 10 teeth, outer margin of dactylus evenly rounded; propodus with 4 movable teeth at base of inner margin, outer opposable margin pectinate, inner opposable margin with series of long setae; carpus with dorsal spine; ischium shorter than merus, with short subdistal spine at end of ventral carina.

Propodi of third and fourth thoracic appendages slightly ribbed ventrally, as broad as or broader than long; propodus of fourth appendage broader than that of third appendage and over twice as broad as that of fifth appendage; propodus of fifth appendage longer than broad, with ventral brush of setae.

Mandibular palp absent; 5 epipods present.

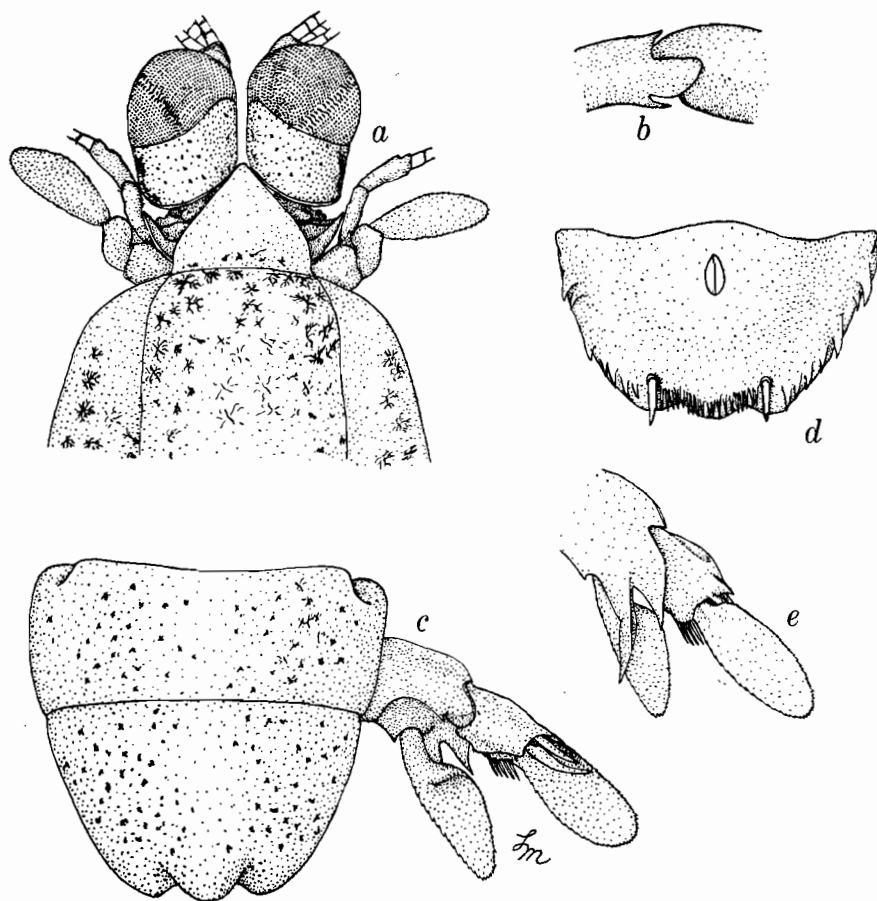


Fig. 1. *Austrosquilla lisoralis* new species, female holotype. a, anterior portion of body; b, ischiomerall articulation of raptorial claw; c, sixth abdominal somite, telson, and uropod; d, telson, ventral view; e, uropod, ventral view. (Setae omitted).

Exposed thoracic somites smooth; fifth thoracic somite without prominent lateral process or ventral spines; lateral margins of sixth and seventh thoracic somites truncated; basal segment of walking legs with spine on posterior margin; endopods of walking legs two segmented, those of first and second legs ovoid, that of third leg elongate.

Abdomen smooth, depressed, without dorsal carinae or spines; sixth abdominal somite not produced into spines posterolaterally, but with triangular projections ventrolaterally in front of articulation of each uropod.

Telson broad, thick, with posterior margin of dorsal surface overhanging marginal armature, latter visible only in ventral view; marginal armature consisting of, on either side of midline, 9-10 submedian denticles, 1 movable submedian tooth, 4 subequal, sharp intermediate denticles, 1 intermediate tooth, 1 lateral denticle, and 1 lateral tooth, deflexed ventrally.

Basal segment of uropod with curved dorsal carina terminating in distal spine; proximal segment of exopod shorter than distal, with 3 movable spines on outer margin, distalmost extending to midlength of distal segment; inner distal margin of proximal segment of exopod with 4 or 5 stiff setae; endopod triangular, with proximal portion of outer edge folded mesially; spines of basal prolongation flattened, inner longer.

Color. — In life, posterior 3 thoracic, all abdominal somites, and telson with reddish pink chromatophores on pale green background. In preservative, carapace and fifth thoracic somite with dark chromatophores; anterior edge of sixth thoracic somite with 2 dark spots. Traces of small red chromatophores visible on body.

Measurements. — Female holotype, total length 19 mm. Other measurements, in mm: carapace length 3.0; rostral plate length 0.8, width 1.0; fifth abdominal somite width 3.0; telson length 1.5, width 2.4.

Etymology. — The specific name is from the Latin and alludes to the littoral habitat in which the type specimen was collected.

Discussion. — *Austrosquilla litoralis* new species is the fourth species to be assigned to the genus. It resembles *A. malayensis* Manning and differs from *A. osculans* (Hale) and *A. vercoi* (Hale) in lacking an anterior rostral spine as well as the posterolateral spines of the sixth abdominal somite, and in having the dorsal false eave of the telson better developed. The new species differs from *A. malayensis* in having fewer teeth on the raptorial claw (10 rather than 16 to 21), a complete complement of epipods (5 rather than 4), and one less movable spine and one or two more stiff setae on the uropod. The four species of *Austrosquilla* can be distinguished by using the key given below.

The type of *A. litoralis* was dug from a sandy beach; it may have been taken in the same hole as two specimens of *Lysiosquilla maculata* (Fabricius).

KEY TO SPECIES OF AUSTROSQUILLA

1. Posterolateral angles of sixth abdominal somite each with posterior spine; rostral plate with anterior spine 2
- Posterolateral angles of sixth abdominal somite unarmed; rostral plate lacking anterior spines 3
2. Rostral plate triangular; antennal protopod with 1 papilla; 5 epipods present (raptorial claw with 10-21 teeth; uropodal exopod with 6 spines and 11 stiff setae)
Austrosquilla vercoi (Hale, 1924); Australia (Manning, 1966)
- Rostral plate rectangular; antennal protopod with 3 papillae; 4 epipods present (raptorial claw with 9 teeth; uropodal exopod with 5 spines and 7 stiff setae)
Austrosquilla osculans (Hale, 1924); Australia (Manning, 1966)
3. Dactylus of raptorial claw with 16-21 teeth; 4 epipods present; proximal segment of uropodal exopod with 4 outer spines and 3 inner stiff setae
Austrosquilla malayensis Manning, 1968; Malaysia (Manning, 1968)
- Dactylus of raptorial claw with 10 teeth; 5 epipods present; proximal segment of uropodal exopod with 3 outer spines and 4 or 5 inner stiff setae
Austrosquilla litoralis new species; Marquesas Islands

RÉSUMÉ

Description d'*Austrosquilla litoralis* n. sp. récoltée aux Îles Marquises. Une clé de détermination pour les 4 espèces connues du genre a été établie.

LITERATURE CITED

- MANNING, RAYMOND B., 1966. Notes on some Australian and New Zealand stomatopod Crustacea, with an account of the species collected by the Fisheries Investigation Ship Endeavour. *Rec. Aust. Mus.*, **27** (4): 79-137, figs. 1-10.
- , 1968. Three new stomatopod crustaceans from the Indo-Malayan area. *Proc. Biol. Soc. Washington*, **81**: 241-250, figs. 1-3.

Evolution d'une population de copépodes dans le système des courants équatoriaux
de l'Océan Pacifique.
Zoogéographie, écologie et diversité spécifique

J. A. GUEREDRAT

Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa; Nouméa, New Caledonia

Abstract

Evolution of a copepod population in the Pacific Ocean equatorial currents system. Zoogeography, ecology and specific diversity

During the cruise "Alizé" along the Equator in the Pacific Ocean from 86° 20' W to 151° 01' E (Fig. 1), 33 night tows were made with a 1 m plankton net, in the 0 to 200 m layer. The samplings show 3 types of copepod distribution (Figs. 2 to 5); the main type presents the well-documented decrease from east to west. The different distributions seem controlled by: surface phytoplankton abundance in the case of *Eucalanus subtenius*; temperature and the thermocline in *Euchaeta media* and *Pleuromamma quadrangulata*; type and availability of prey in *Euchaeta marina*; upwelling and the Peru current in *Eucalanus elongatus hyalinus* and *Rhincalanus nasutus*. The 3 warm-water species *Rhincalanus cornutus*, *Eucalanus attenuata* and *Eucalanus subcrassus* are more abundant in the western part of the Pacific Ocean, where temperature is higher. The 2 cosmopolitan species *Pleuromamma xiphioides* and *P. abdominalis* do not show any clear relationship with the biotope. Probably the presence of some species in the upper water layer in the zone of intense divergence and upwelling emphasizes the westward decrease. It has been possible to define 4 zones by phytoplankton distribution, currents, vertical circulation, and the physical and chemical properties of the biotope; these zones agree with the zonation of the copepods in accordance with the results of a rank test. Within these limits, the 4 indices of specific diversity $I = - \sum p_i \log_2 p_i$ and the equitability have been calculated. The diversity variations account for the ecosystem evolution after MARGALEF's theory. The lower specific diversity in the oriental zone is related to the well developed divergence, the high rates of nutrients, the intense phytoplankton production, the instability in time and the southern water inflow; in this zone, the ecosystem is in an early stage of succession with a percentage of herbivores such as *Eucalanus subtenius* (45 %) present. The diversity index confirms the changes introduced by the trade winds along the Equator, mainly in the eastern part of the Pacific Ocean.

Introduction

Pour le plancton et les copépodes pélagiques en particulier, les études de synthèse sur la biogéographie relatives à l'ensemble du Pacifique, ou à la zone intertropicale, sont généralement conduites à partir d'un matériel hétérogène prélevé par des méthodes diverses et à des époques différentes souvent très éloignées les unes des autres (BOGOROV et al., 1961; REID, 1962; LANG, 1965). Les analyses d'échantil-

lonnages plus homogènes sont limitées à l'une des régions, orientale (KING et HIDA, 1957), centrale (KING et DEMOND, 1953), ou occidentale de l'Océan Pacifique (BOGOROV et VINNOGRADOV, 1960; HEINRICH, 1960), ou de 140° W à 160° E (VINNOGRADOV et VORONINA, 1963) et sont basées sur des prélèvements situés le long de coupes méridiennes. Tous ces travaux montrent que, dans la région intertropicale, c'est aux environs de l'équateur que le plancton est le plus abondant. Il apparaît donc intéressant d'étudier le long de l'équateur l'évolution spatiale de la faune planctonique à travers tout l'Océan Pacifique. C'est un milieu qui se définit naturellement par son unité dynamique; les transports d'eaux prédominants s'effectuent suivant une seule direction et principalement d'est en ouest dans la couche 0 à 200 m; ils entraînent dans cette direction l'évolution des propriétés physico-chimiques (LEMASSON et PIRON, 1969) et des phénomènes de circulation verticale.

La croisière «Alizé» permet d'entreprendre ce type d'étude; elle offre, en effet, tout au long de l'équateur, un échantillonnage floristique et faunistique de la couche superficielle et une importante série de données physico-chimiques.

Après l'étude descriptive de la biogéographie, nous tenterons, par des considérations écologiques, d'interpréter les différences spécifiques qui s'observent dans les répartitions des copépodes. Puis, en utilisant la diversité spécifique des structures régionales, prises comme unité d'organisation, nous chercherons à dégager les principes qui régissent l'évolution des principales caractéristiques de l'écosystème planctonique le long de l'équateur, des Galapagos au nord des Iles Salomon.

Matériel et méthodes

Le matériel analysé dans cette étude a été récolté lors de la croisière «Alizé», effectuée, par le navire océanographique N. O. «Coriolis» du Centre O.R.S.T. O.M. de Nouméa, à travers l'Océan Pacifique. Cette campagne s'est déroulée le long de l'équateur, du 20

novembre au 10 décembre 1964 de 86° 20 W à 139° 22 W et du 18 février au 8 mars 1965 de 145° 01 W à 151° 10 E. Une telle interruption est sans doute préjudiciable à l'homogénéité chronologique des prélèvements. Cependant elle sera sans grande importance sur l'analyse écologique entreprise car, pour chaque station, tous les éléments de l'écosystème proviennent d'observations recueillies simultanément. Par ailleurs, en zone équatoriale, il est assez peu probable que les changements survenus soient d'une amplitude telle qu'il soit hasardeux de comparer les deux régions explorées.

Tout au long de cette traversée des pêches ont été effectuées à l'aide d'un filet à plancton ordinaire conique, ayant un diamètre d'ouverture de 1 m et

cercle d'ouverture, c'est-à-dire en un point où la vitesse du flux d'eau est inférieure à sa vitesse moyenne (TRANter et HERON, 1967) le volume d'eau filtrée est légèrement supérieur à la valeur théorique $\pi R^2 L$, voisine de 4000 m³.

Parmi les copépodes calanoïdes nous avons retenu 13 espèces dont l'ensemble représente plus de 80% de l'effectif total. Ces espèces ont été choisies à cause de leur grande importance numérique et de leur taille, qui permet une rétention significative (REPELIN et GUEREDRAT, 1970). Ces espèces sont:

<i>Eucalanus elongatus hyalinus</i>	(CLAUS, 1865)
<i>Eucalanus attenuatus</i>	(DANA, 1849)
<i>Eucalanus subcrassus</i>	GIESBRECHT, 1888

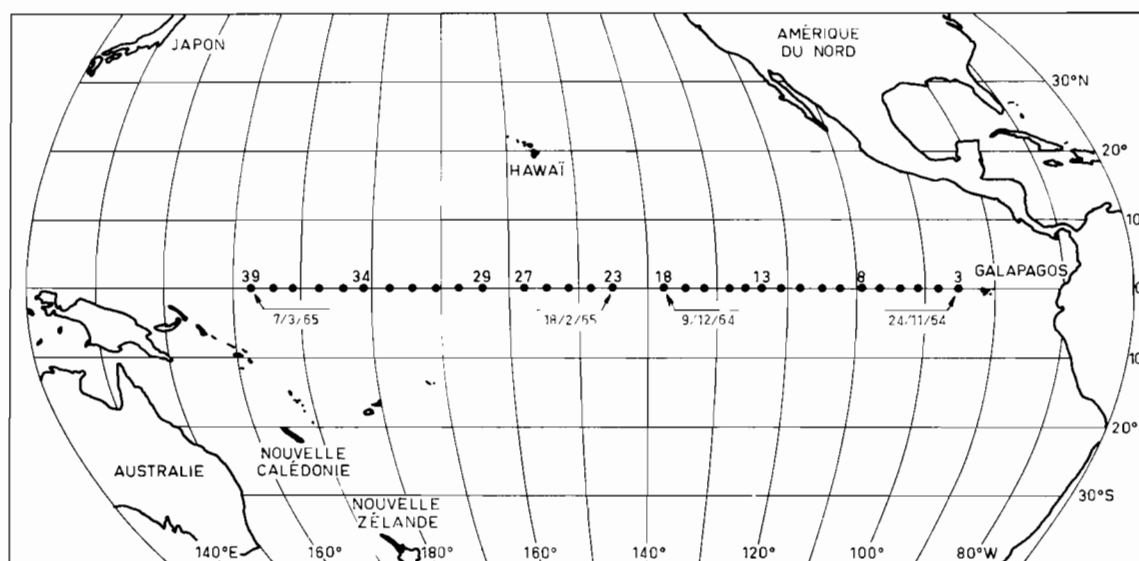


Fig. 1. Itinéraire de la croisière «Alizé». Position des stations

fait de nylon n° 000 (vide de maille compris entre 0,9 et 1 mm). Au centre du cercle d'ouverture se trouvait un débitmètre et sur le câble était fixé un profondimètre. Des traits obliques exploraient la couche 0 à 200 m. Ces pêches journalières débutaient vers 21.30 hr (heure locale) et duraient en moyenne 52 min (s = 8,8). L'échantillonnage comprend 32 prélèvements distants d'environ 3° de longitude (Fig. 1).

Grâce à l'uniformité de la méthodologie employée au cours de la croisière, le volume d'eau filtrée a très peu varié. Cependant pour permettre une meilleure comparaison des récoltes, entre elles, nous avons ramené les longueurs de la colonne d'eau filtrée, lors des traits, à la valeur standard de 5000 m qui est voisine de la longueur moyenne. Ainsi chaque échantillon correspond à une unité de longueur d'eau filtrée (L) par le filet. Le débit-mètre étant placé au centre du

<i>Eucalanus subtenuis</i>	GIESBRECHT, 1888
<i>Rhincalanus nasutus</i>	GIESBRECHT, 1888
<i>Rhincalanus cornutus</i>	DANA, 1949
<i>Undeuchaeta plumosa</i>	(LUBBOCK, 1856)
<i>Euchaeta marina</i>	(PRESTANDREA, 1833)
<i>Euchaeta concinna</i>	DANA, 1849
<i>Euchaeta media</i>	GIESBRECHT, 1888
<i>Pleuromamma xiphias</i>	(GIESBRECHT, 1889)
<i>Pleuromamma abdominalis</i>	(LUBBOCK, 1856)
<i>Pleuromamma quadrangulata</i>	(DAHL, 1893)

L'environnement est d'autre part caractérisé par 66 stations hydrologiques (ROTSCHI et al., 1967), 32 prélèvements de macrophytoplancton en surface (DESROSÈRES, 1969) et 34 évaluations des pigments photosynthétiques de 0 à 150 m (DESROSÈRES et al., 1968), tous effectués au cours de la croisière «Alizé».

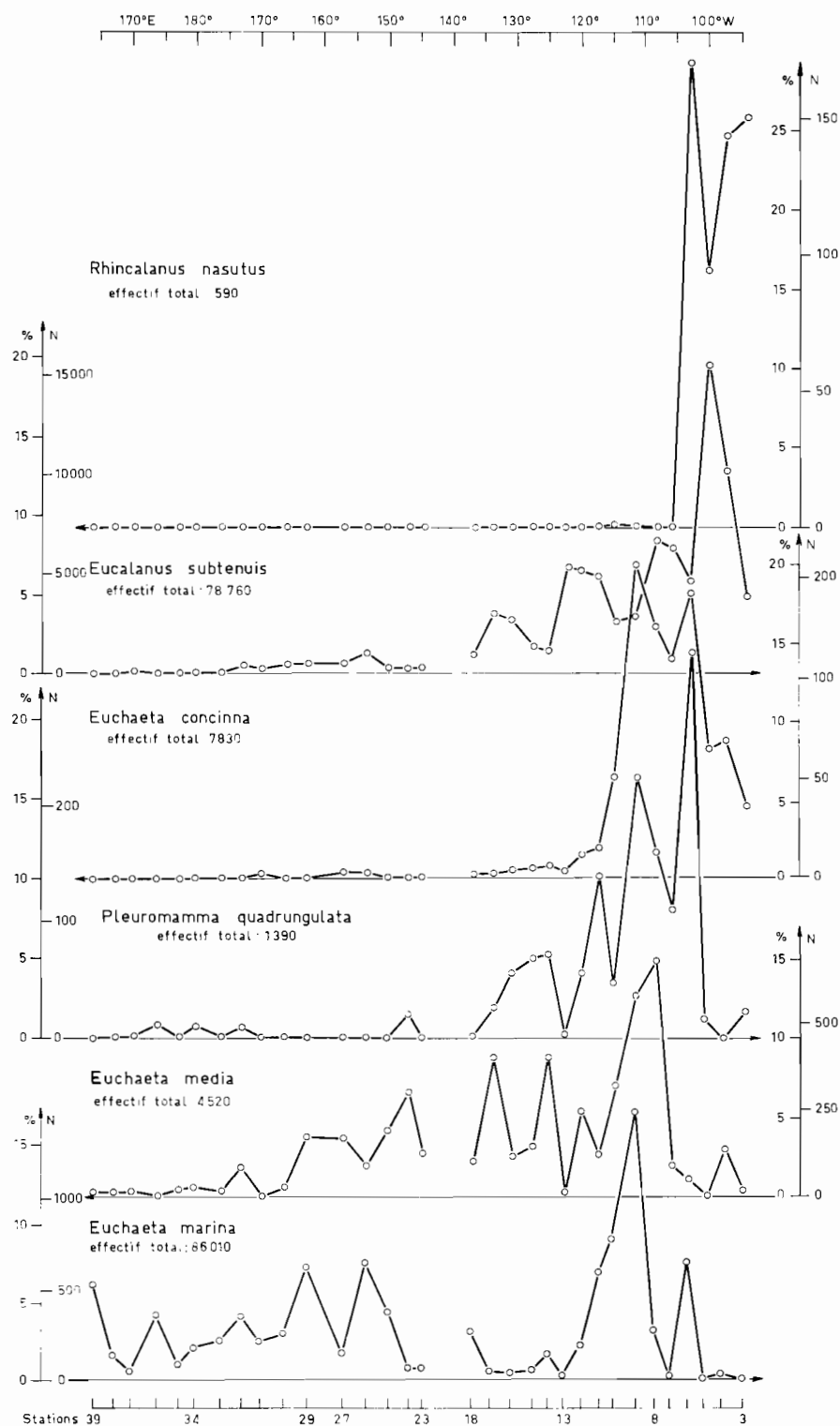


Fig. 2. Distributions longitudinales des espèces à prédominance orientale

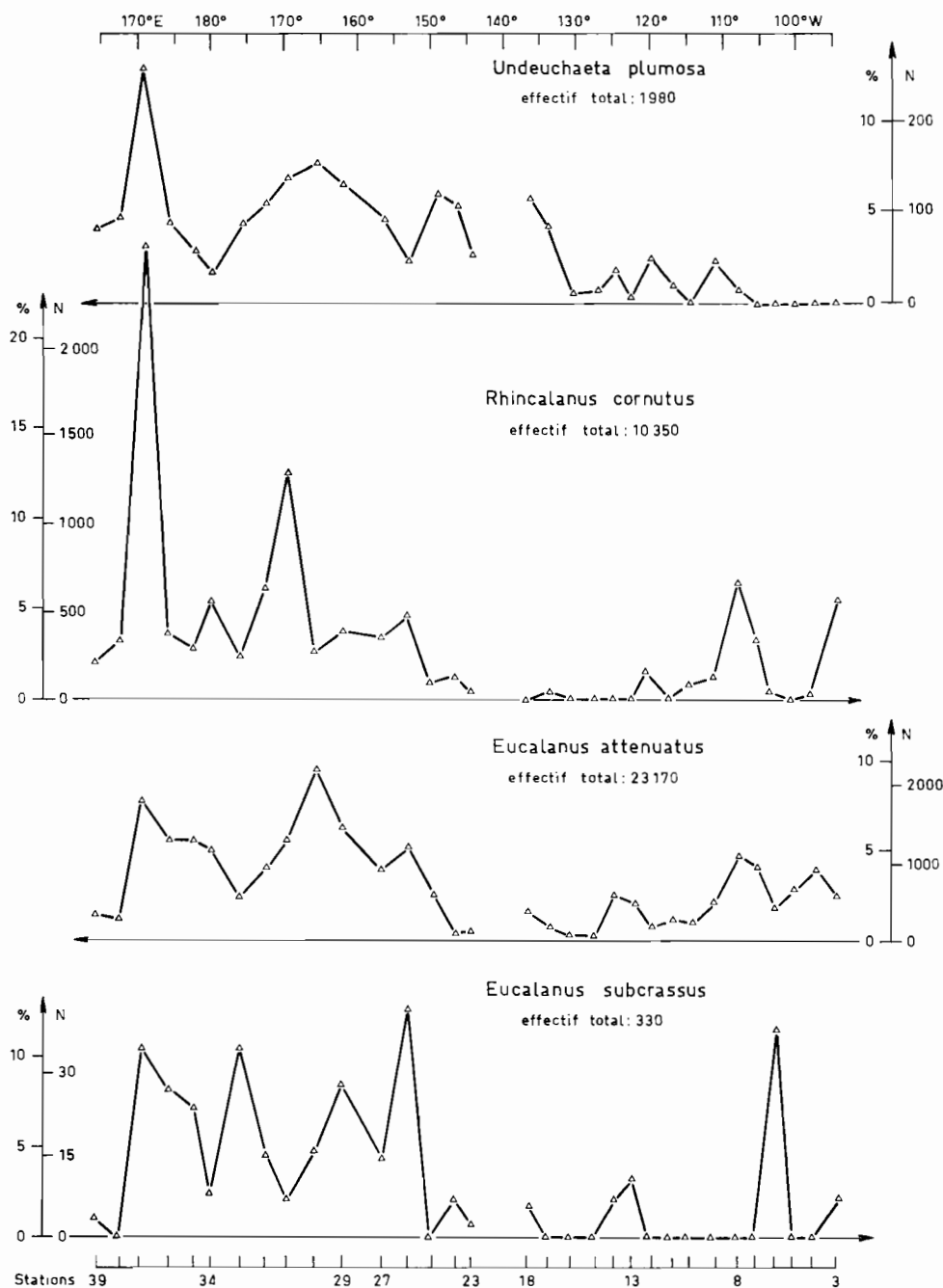


Fig. 3. Distributions longitudinales des espèces à prédominance occidentale

Distributions géographiques

Les courbes de distributions géographiques des copépodes mettent en évidence 3 types de situation le long de l'équateur. Dans le cas le plus fréquent, nous observons une décroissance des effectifs d'est en ouest, ce pour *Rhincalanus nasutus*, *Eucalanus sub-*

tenuis, *Euchaeta concinna*, *Pleuromamma quadrungulata*, *Euchaeta media*, *Euchaeta marina* (Fig. 2) et *Eucalanus elongatus hyalinus*; cette dernière espèce, non figurée, présente une répartition à peu près analogue à celle de *R. nasutus*, les trois premières stations se partageant les 81 spécimens récoltés. Par contre pour

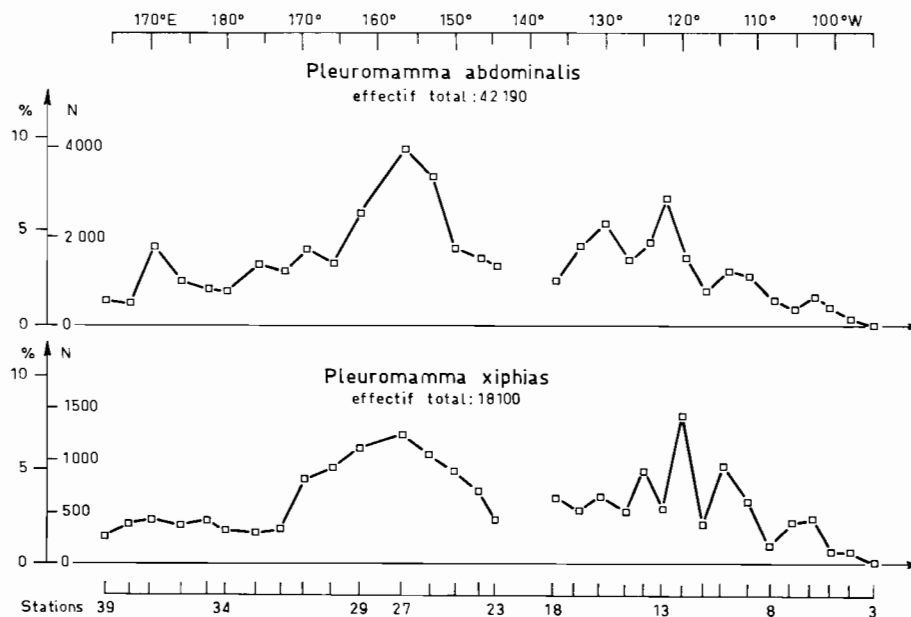


Fig. 4. Distributions longitudinales des espèces à prédominance centrale

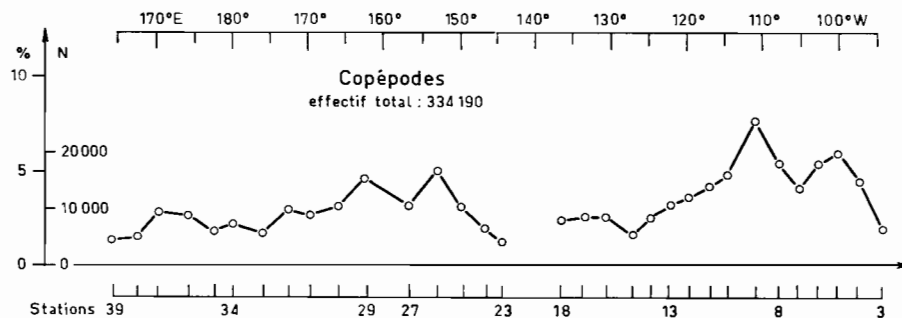


Fig. 5. Distribution longitudinale de l'ensemble des copépodes capturés

Undeuchaeta plumosa, *Rhincalanus cornutus*, *Eucalanus attenuatus* et *Eucalanus subcrassus* (Fig. 3) la partie occidentale est la plus peuplée. Enfin, les deux espèces très cosmopolites *Pleuromamma abdominalis* et *P. xiphias* (Fig. 4) ont leur développement optimal dans le Pacifique Central.

En conclusion de ces différentes évolutions quantitatives, on peut noter que la densité de l'ensemble des copépodes capturés (Fig. 5) diminue vers l'ouest, car il y a davantage d'espèces présentant ce type de décroissance, et, surtout, qu'elles possèdent les effectifs les plus élevés. Cet appauvrissement vers l'ouest a été signalé par divers auteurs pour la biomasse planctonique totale (BOGOROV et al., 1961; REID, 1962), ou plus précisément au niveau de divers taxa et, en particulier, pour les copépodes (VINOGRADOV et VORONINA, 1963).

Soulignant les différents types de distribution mis en évidence, certaines des espèces étudiées présentent des répartitions tranchées. Rappelons qu'*Eucalanus elongatus hyalinus* et *Rhincalanus nasutus* existent uniquement à l'est des méridiens 104° W et 116° W respectivement; et qu'*Undeuchaeta plumosa* n'apparaît qu'à l'ouest du 106° W; alors qu'*Euchaeta concinna* et *Pleuromamma quadrangulata* ne se rencontrent presque plus dans la région située à l'ouest du 138° W. A un moindre degré de différenciation nous observons, pour la plupart des espèces, que les effectifs moyens changent notablement aux environs des méridiens 110°, 145° et 168° W. Nous pourrions penser *a priori* que l'interruption de la croisière vers 145° W est, peut-être, seule responsable de la discontinuité observée à cette longitude; mais BOGOROV et al. (1961) situent justement à 145° W la limite occidentale de l'isoplèthe

de 100 mg/m³ de la biomasse la couche 0 à 100 (150 m) sur l'équateur.

Le long de l'équateur, de 95° W à 162° E, les 4 zones faunistiques que signalent GRANDPERRIN et RIVATON (1966) pour les poissons bathypélagiques et ROGER (1967) dans l'étude des euphausiacés, semblent exister également pour les copépodes.

Il y a donc une évolution spatiale dans la répartition des copépodes, avec des changements plus ou moins marqués. La durée de la campagne ajoute très probablement une composante liée au temps à cette transformation, mais les prélèvements d'une croisière du type «Alizé» ne permettent pas de déceler la part imputable à cette composante.

Nous nous proposons donc d'entreprendre l'étude

de l'évolution longitudinale et, s'il y a lieu les mutations, que subit la structure de l'écosystème, en place sur l'équateur lors du passage du N.O. «Coriolis».

Etude du milieu

Conditions physico-chimiques

Dans la couche 0 à 300 m, l'enfoncement des isothermes, surtout, de 90° à 140° W (Fig. 6), indique que la température, à un niveau donné, augmente d'est en ouest. Nous observons aussi une plongée vers l'ouest de la thermocline, qui se stabilise, à partir de 140° W, vers 200 m de profondeur. A l'ouest de cette longitude sa limite supérieure atteint 25 °C et son

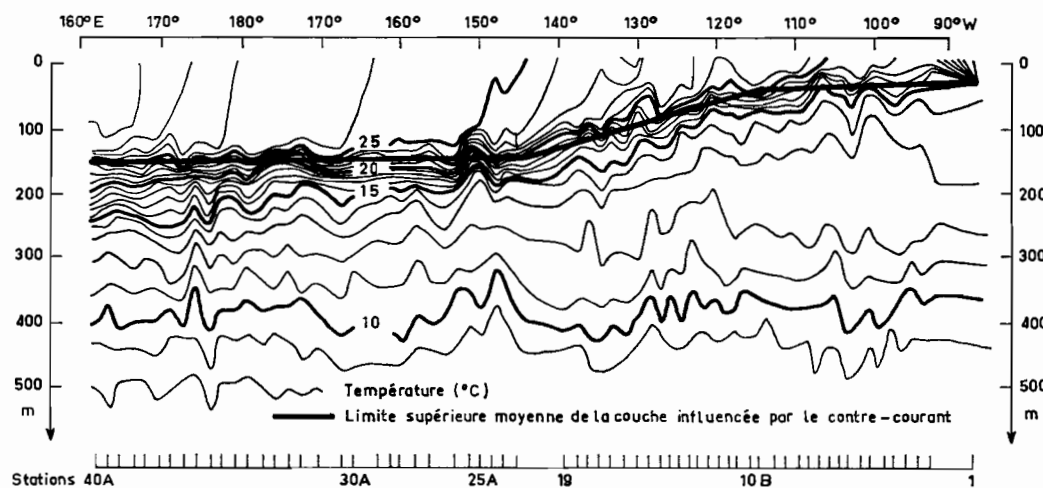


Fig. 6. Distributions longitudinales verticales de la température

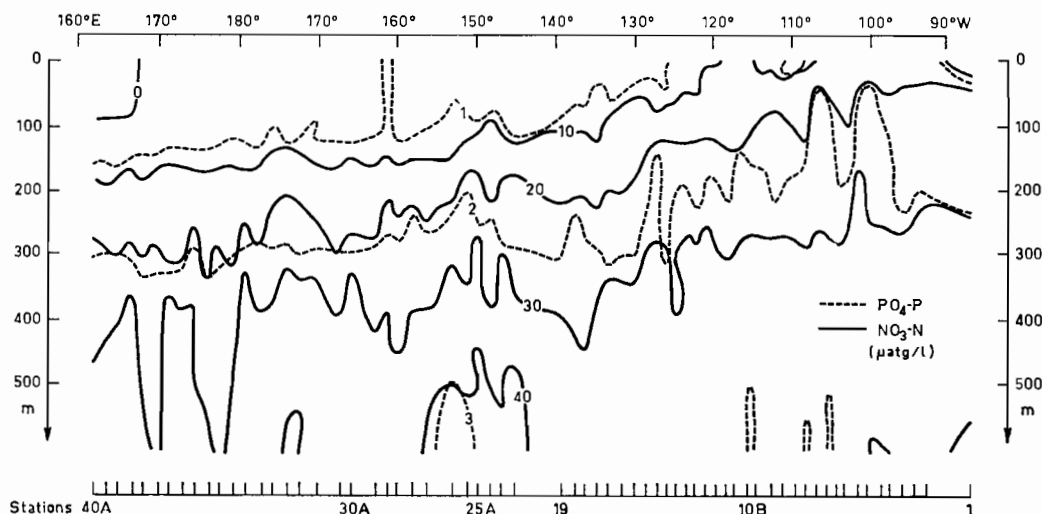


Fig. 7. Distributions longitudinales et verticales du phosphore minéral et de l'azote sous forme de nitrate dissous

gradient thermique est maximal. Cette thermocline est surmontée d'une couche isotherme, qui s'amincit vers l'est puis disparaît aux environs de 90° W.

Les distributions verticales de l'azote sous forme de nitrate et du phosphore minéral dissous, (Fig. 7) montrent aussi un enfoncement des isoplèthes vers l'ouest, qui traduit un affaiblissement des teneurs en sels nutritifs, des 300 ou 400 premiers mètres, dans cette même direction.

Dans le Pacifique occidental, le courant du Pérou porteur d'eaux froides du Sud est bien développé d'août à septembre et coïncide approximativement avec la zone d'upwelling, mais, vers l'ouest, ces eaux perdent leur individualité assez rapidement (WYRTKI,

être une convergence. AUSTIN et RINKEL (1957) estiment qu'à l'ouest du 180° l'upwelling équatorial est absent ou faiblement développé.

Distribution du phytoplancton

D'est en ouest, les distributions du phytoplancton montrent deux types d'évolution. D'une part, nous observons un appauvrissement, marqué: (a) dans la couche la plus superficielle, par la décroissance brutale de l'effectif du macrophytoplancton (Fig. 8) d'après les données de DESROSNIÈRES (1969); (b) par la diminution à tous les niveaux, mais surtout dans les 50

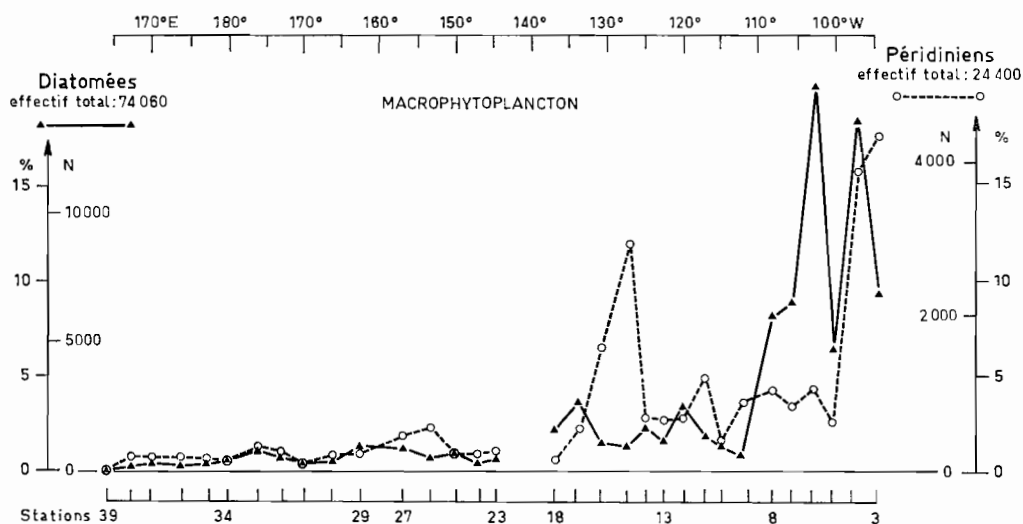


Fig. 8. Distribution longitudinale du macrophytoplancton de surface (d'après DESROSNIÈRES, 1969)

1966). Ainsi les eaux du courant équatorial se réchauffent et s'appauvrissent au cours de leur trajet.

Les gradients verticaux maximaux de la densité, du phosphore minéral et de l'oxygène dissous ont permis à LEMASSON et PITON (1969) de déterminer la limite supérieure moyenne de la couche influencée par le contre-courant de Cromwell (Fig. 6). Ce courant apparaît comme une couche relativement homogène à très faibles gradients verticaux, et s'élève en se dirigeant vers l'est. HISARD et RUAL (1970) supposent que le contre courant participe à l'enrichissement en sels nutritifs des eaux superficielles orientales.

JARRIGE (communication personnelle), traitant de la croisière « Alizé », signale que l'upwelling équatorial est plus actif à l'est qu'à l'ouest et que, de 150° W à 180°, l'upwelling résulte de la divergence due au vents et n'affecte pas les eaux situées à plus de 120 m de profondeur, enfin, qu'entre 180° et 160° E existe peut-

premiers mètres, de la teneur en chlorophylle *a* (Fig. 9); (c) malgré une variabilité très grande, par la décroissance générale de la quantité de chlorophylle *a*/m² pour la colonne 0 à 100 m.

D'autre part, on constate un enfoncement qui se manifeste: (a) dans l'approfondissement de l'isoplèthe de 10 mg/m³ de chlorophylle *a* (Fig. 9); (b) dans le fait que, au sein des 100 premiers mètres, le taux de chlorophylle *a*/m² décroît très faiblement, en moyenne de 23 à 19 mg/m², alors que le macrophytoplancton de surface diminue de façon spectaculaire; ces grandes différences d'amplitudes et de vitesses de décroissance indiquent une augmentation de l'épaisseur de la couche phytogène d'est en ouest.

La submergence de la couche phytoplanctonique et son appauvrissement sont essentiellement la conséquence des phénomènes identiques que nous avons signalés dans la distribution des sels nutritifs.

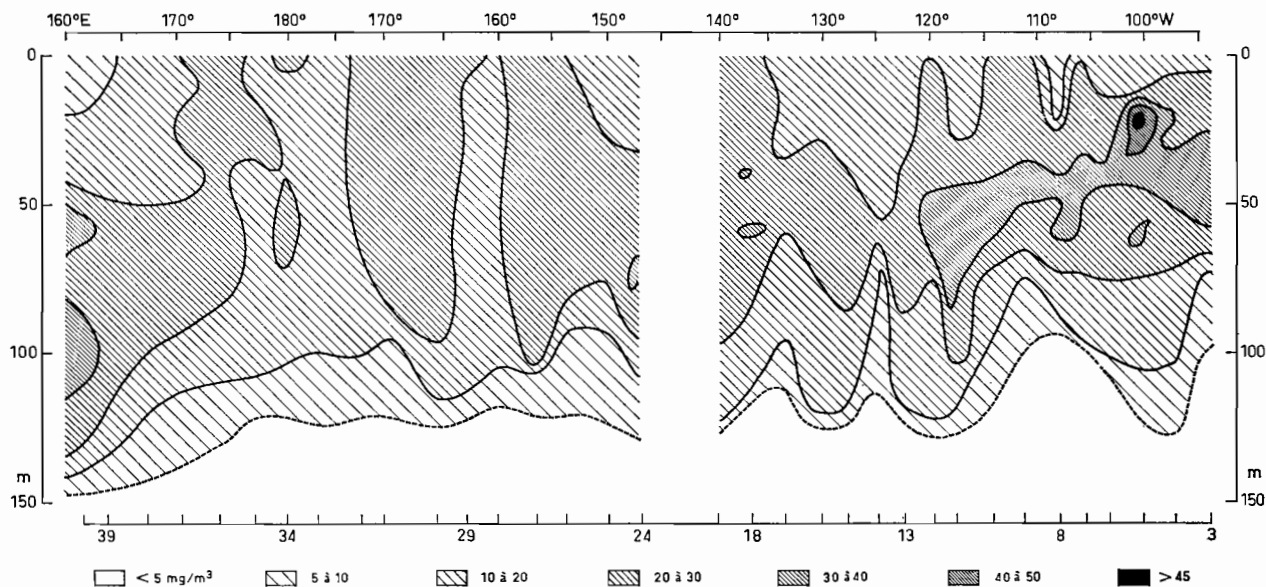


Fig. 9. Distributions longitudinale et verticale de la chlorophylle *a* (d'après DESROSÈRES et al., 1968)

Repartitions écologiques

Les caractéristiques physico-chimiques et l'abondance en phytoplancton de la région explorée nous permettent d'avancer quelques hypothèses qui peuvent expliquer les distributions des différentes espèces considérées.

Espèces à prédominance orientale

Parmi elles se trouvent 2 formes épiplanctoniques *Eucalanus subtennis* et *Euchaeta marina*. *E. subtennis* présente une répartition très voisine de celle du macrophytoplancton (Figs. 2 et 8). Cette similitude souligne la prépondérance des végétaux dans le régime alimentaire des *Eucalanus*. Notons cependant que l'espèce n'est pas strictement cantonnée dans les quelques premiers mètres où les diatomées et péridiniens ont été prélevés (DESROSÈRES, 1969). Si donc ce parallélisme traduit vraiment les rapports de l'espèce avec sa nourriture, et que celle-ci soit le principal facteur responsable de sa limitation, il nous apprend qu'*E. subtennis* s'alimente principalement lorsqu'il se trouve au voisinage immédiat de la surface.

Euchaeta marina qui, au stade adulte, a surtout un régime carnivore (VINOGRADOV et VORONINA, 1961), présente une diminution de très faible amplitude. L'espèce étant par ailleurs eurytopique l'on conçoit son cosmopolitisme le long de l'équateur; toutefois sa faible décroissance vers l'ouest est à rapprocher de celle de l'ensemble des copépodes.

Dans le même genre, *Euchaeta media* présente une décroissance régulière un peu plus marquée; en écartant, comme précédemment, l'influence du phytoplancton, puisqu'il s'agit aussi d'une espèce carnivore

(BROOKS, 1969), nous pouvons supposer qu'elle est surtout répandue dans les eaux tempérées (ROSE, 1933) et, qu'elle se rarefie dans la couche prospectée, quand celle-ci se réchauffe dans sa partie occidentale. Cette rarefaction peut être générale à tous les niveaux bathymétrique; elle peut aussi résulter de (ou être accentuée par) une concentration plus grande dans les eaux plus profondes et moins chaudes, au détriment de la couche échantillonnée. La grande amplitude de la distribution verticale de *E. media* (GRICE et HÜLSEMAN, 1965) permet une telle hypothèse.

La distribution de *Pleuromamma quadrangulata* permet les mêmes observations et appelle la même hypothèse d'un phénomène de submergence. Car, d'après STEUER (1932), l'espèce est sténotherme, bathypélagique et sténobathe, donc rare dans les 200 premiers mètres surtout dans les mers chaudes où les gradients verticaux de température sont importants. Il nous semble que l'espèce se cantonne sous la thermocline, qui représente pour elle une barrière. Donc, quand celle-ci est bien individualisée et se situe à la profondeur maximale atteinte par nos traits, *P. quadrangulata* n'y est pratiquement pas recueillie; c'est ce que nous observons à l'ouest de 150° W (Figs. 2 et 6) où se produit sans doute un phénomène de submergence.

Enfin, parmi les espèces qui présentent un maximum oriental mentionnons tout particulièrement *Rhincalanus nasutus* et *Eucalanus elongatus hyalinus*, qui sont limitées à l'est des 115° et 101° W respectivement. Ces espèces bathypélagiques se rencontrent, quelquefois, plus près de la surface en hiver ou dans les eaux froides (GRICE et HÜLSEMAN, 1965; GAUDY, 1967) et sont très rares aux basses latitudes dans les

eaux superficielles. D'après SCHMAUS et LEHNHOFFER (1927), entre 10° N et 26° S dans l'Océan Indien et de 40° N à 30° S dans l'Océan Atlantique, il y a une submergence tropicale de *R. nasutus* dont l'habitat vertical atteint la surface aux latitudes plus élevées. L'espèce disparaît de la surface quand la température dépasse 22° et 20 °C dans les deux océans précités, or précisément *R. nasutus* n'a été récolté qu'aux stations d'«Alizé» où la température de surface est inférieure à 22 °C. Il semble que ces deux espèces doivent être considérées comme allochtones. Elles viendraient du Sud, entraînées par le courant du Pérou. Leur présence dans la couche mésopélagique sur l'équateur est due sans doute à l'upwelling, qui engendre dans les eaux superficielles des conditions caractéristiques d'eaux équatoriales plus profondes, équivalentes, peut-être, à des eaux tempérées superficielles. Ces deux espèces sont indicatrices d'eau du courant du Pérou; leur disparition ou submergence rapide indique, que dans la couche superficielle, les eaux de ce courant perdent assez tôt leur individualité originelle.

Espèces à prédominance occidentale

Rhincalanus cornutus est une espèce épipélagique surtout d'eau chaude. D'après SCHMAUS et LEHNHOFFER (1927), sa répartition latitudinale et verticale est complémentaire de celle de *R. nasutus* dans l'Océan Indien et l'Océan Atlantique. Dans nos échantillons du Pacifique, *R. cornutus*, quoique collecté sur tout l'équateur, est effectivement mieux représenté dans les zones les plus chaudes où *R. nasutus* ne peut survivre.

Eucalanus attenuatus et *E. subcrassus*, deux espèces d'eaux superficielles et chaudes (SEWELL, 1929), que GAUDY (1963) associe dans un habitat commun, sont toutes deux plus abondantes dans nos prélèvements de la région occidentale chaude. VINOGRADOV et VORONINA (1963) figurent une distribution presque analogue pour *E. attenuatus*. HEINRICH (1960) qui trouve cette dernière espèce en plus grand nombre à 154° E qu'à 174° W sur l'équateur, constate qu'elle peut être abondante dans un milieu où l'alimentation est relativement rare. Cette aptitude pourrait expliquer, ici, la différence de distribution qu'elle présente avec le phytoplancton.

Espèces à prédominance centrale

Pleuromamma xiphias et *P. abdominalis*, espèces très cosmopolites et carnivores ont leur maximum de présence décalé vers l'ouest par rapport à celui des herbivores. Par ailleurs, la position de ce maximum souligne l'eurythermie de ces espèces, vivant à plus de 200 m le jour (MOORE et BAUER, 1960) et qui traversent la thermocline lors de leur migration nycthémerale.

Zonation

L'étude précédente nous a permis d'envisager diverses hypothèses écologiques pour chaque espèce. Cette analyse peut être complétée par une étude synthétique régionale.

La présence d'espèces très nettement localisées, de populations dont la densité évolue beaucoup d'une extrémité à l'autre de la zone étudiée, et les changements nets d'effectifs aux environs de certaines longitudes, laissent supposer l'existence de plusieurs zones faunistiques le long de l'équateur. Ces ensembles biologiques liés à des structures hydrologiques forment une série d'écosystèmes, que nous tenterons de décrire.

Seule la connaissance précise des multiples composantes, et leurs interactions au sein de l'ensemble, permettrait de définir de façon rigoureuse ces structures. Nous signalerons, simplement ici quelques éléments qui par leurs variations, mêmes continues, sont susceptibles d'entraîner des mutations dans la structure des eaux à travers le Pacifique équatorial.

Parmi ces facteurs rappelons l'existence, dans la couche superficielle, des apports d'eaux froides et riches du courant du Pérou et de l'upwelling, apports qui sont très importants des Galapagos à 110° W (WYRTKI, 1966). Soulignons qu'à l'ouest de 150° W la thermocline est mieux marquée et la couche isotherme plus épaisse. Aux environs de cette même longitude la limite supérieure du courant de Cromwell se situe encore vers 150 m, comme à son origine, puis s'élève et n'est plus qu'à une trentaine de mètres de la surface, près du 115° W (Fig. 6). Enfin, vers 108° W, la composante Est de ce courant diminue nettement, alors que celle qui porte vers le nord s'intensifie (HISARD, non publié). Remarquons aussi qu'à l'ouest de 180° la divergence équatoriale est peu développée (AUSTIN et RINKEL, 1957) et semble avoir été remplacée par une convergence à la fin de la croisière «Alizé».

Enfin, dans les 100 premiers mètres, la teneur en nitrate, à l'est de 110° W, est double de celle qui existe à l'ouest de 100° W (Fig. 7). Il en est à peu près de même pour le phosphate.

Il paraît possible d'individualiser 4 zones hydrologiques (A, B, C, D) séparées par les méridiens de 110°, 140° et 170° W. Remarquons que la discontinuité que nous relevons vers le 140° W n'est peut-être pas uniquement l'image de l'interruption, de plus d'un mois, de la croisière en ce point, car WYRTKI (1966) signale qu'à l'ouest de cette longitude, les «courants zonaux» caractéristiques de la région centrale du système équatorial sont bien établis.

Les effectifs du macrophytoplancton de surface, regroupés suivant le schéma de cette division, forment des ensembles homogènes différents, qui mettent en évidence une zonation floristique (Fig. 8), quoique les zones C et D soient très peu distinctes l'une de l'autre.

Zonation faunistique

Mise en évidence

Pour caractériser l'hypothèse d'une zonation dans la répartition des copépodes, nous avons déterminé, dans chaque zone, l'effectif moyen pour chacune des espèces et pour l'ensemble des récoltes (Tableau 1). Les valeurs moyennes d'une espèce seraient comparables entre elles, statistiquement, si elles provenaient de distributions normales ayant en outre des variances non significativement différentes. Or l'étude par voie graphique à l'aide du diagramme de «rankits» (in: BLISS, 1967) montre que les distributions ne sont pas normales. Au lieu de rechercher des transformations normalisantes pour les 50 distributions, il nous a paru suffisant et plus commode de recourir au test non paramétrique proposé par WILCOXON (1945) et étendu par WHITE (1952), pour la comparaison de deux distributions, sur lesquelles il n'est pas nécessaire de faire l'hypothèse de normalité. Ce test de rangement met en évidence au niveau des espèces, les différences de répartition qui existent entre les zones adjacentes (Tableau 2).

Il ressort de ce test qu'*Eucalanus subtennis* possède des répartitions caractéristiques de chaque zone et ce au seuil de 1%. Cinq autres espèces et l'ensemble des copépodes (espèces indéterminées comprises) présentent 2 limites de différenciation dans leur distribution et 6 espèces en ont une. Seule *Euchaeta marina*, forme très cosmopolite, ne comporte, dans sa distribution aucune des variations régionales escomptées. *Eucalanus elongatus* est observée uniquement dans la zone A, mais cette zone n'est pas significativement distincte de la suivante, car l'espèce n'est présente que dans une partie de la zone A. En résumé entre les zones

A — B, B — C, et C — D, respectivement, 8, 6 et 4 espèces ont des effectifs significativement différents. L'ensemble des copépodes montre une différenciation entre les zones A et B d'une part et C et D d'autre part.

Tableau 1. Moyenne par trait des densités spécifiques pour les 4 zones

Espèces	Densités moyennes			
	Zone A	Zone B	Zone C	Zone D
<i>Eucalanus elongatus</i>	20	0	0	0
<i>E. attenuatus</i>	810	294	723	1105
<i>E. subcrassus</i>	7	2	15	17
<i>E. subtennis</i>	7647	2298	417	63
<i>Rhincalanus nasutus</i>	73	0	0	0
<i>R. cornutus</i>	285	50	247	713
<i>Undeuchaeta plumosa</i>	0	34	102	97
<i>Euchaeta marina</i>	1608	3500	2872	2236
<i>E. concinna</i>	215	51	5	0
<i>E. media</i>	54	276	160	20
<i>Pleuromamma xiphioides</i>	195	707	882	361
<i>P. abdominalis</i>	325	1561	2117	945
<i>P. quadrangulata</i>	124	59	0	3
Ensemble des copépodes	16375	9691	9992	6784

Cette analyse statistique confirme bien l'existence de 4 zones dans la répartition géographique des copépodes, dans les limites spécifiques voisines de celles définies par les caractéristiques hydrographiques et floristiques. Rappelons que ces zones coïncident avec

Tableau 2. Test de rangement. Distributions zonales significativement différentes au seuil de 5% et 1%. Nombres en italique et /: 5%; en caractères gras et //: 1%

Espèces	Zones A et B		Zones B et C		Zones C et D		Conclusion schématique zones distinctes à 5/ et 1//
	Somme minimum des rangs	Seuil critique 5 % ou 1 %	Somme minimum des rangs	Seuil critique 5 % ou 1 %	Somme minimum des rangs	Seuil critique 5 % ou 1 %	
<i>Eucalanus elongatus</i>	36	32,6					A B C D
<i>Eucalanus attenuatus</i>	24 ^b	27,7	37	32,6	40	32,6	A// B C D
<i>Eucalanus subcrassus</i>	43,5	32,6	37 ^b	37,1	62	40,6	A B// C D
<i>Eucalanus subtennis</i>	27 ^b	27,7	34 ^b	37,1	31,5 ^b	35,6	A// B// C// D
<i>Rhincalanus nasutus</i>	44 ^a	49,0					A/ B C D
<i>Rhincalanus cornutus</i>	37,5	32,6	35 ^b	37,1	44	40,6	A B// C D
<i>Undeuchaeta plumosa</i>	17,5 ^b	20,3	44 ^b	49,3	58	49,0	A// B// C D
<i>Euchaeta marina</i>	39	32,6	68,5	53,6	63	49,0	A B C D
<i>Euchaeta concinna</i>	29 ^b	35,6	42 ^b	45,7	56	49,0	A// B// C D
<i>Euchaeta media</i>	22 ^a	24,9	47	34,2	21 ^b	27,7	A/ B C// D
<i>Pleuromamma xiphioides</i>	23 ^b	27,7	60	53,6	38 ^b	43,9	A// B C// D
<i>Pleuromamma abdominalis</i>	21 ^b	27,7	60	53,6	41,5 ^b	43,9	A// B C// D
<i>Pleuromamma quadrangulata</i>	51	40,6	38 ^b	45,7	70	49,0	A B// C D
Ensemble des copépodes	39 ^a	40,6	83	63,0	31 ^b	35,6	A/ B C// D

celles admises pour les distributions des poissons bathypélagiques (GRANDPERRIN et RIVATON, 1966) et des euphausiacés (ROGER, 1967), capturés de nuit dans la couche 0 à 300 m par un chalut pélagique Isaacs-Kidd lors de la croisière «Alizé».

Le Tableau 1 indique pour chaque zone la densité moyenne de l'ensemble des copépodes, ou nombre moyen d'individus par trait standard de 5000 m. Ces nombres interviennent aussi dans la Fig. 10, où ils sont proportionnels aux surfaces des cercles représentant les différentes zones. Dans ces mêmes diagrammes les divers secteurs schématisent les densités spécifiques.

Nous pouvons supposer qu'il existe un écosystème dans chaque zone. Il est difficile et, peut-être, même impossible, de saisir l'ensemble des interactions spécifiques et par rapport à l'environnement, que représente cet écosystème pour la totalité du plancton. Nous admettons que ce complexe comprend la totalité des caractéristiques des faunes partielles qui la composent, et parmi elles, celles de la taxocénose des copépodes. Ainsi, nous pourrions considérer l'étude de cette taxocénose comme une approche de la connaissance de la biocénose planctonique. Quoiqu'il faille rappeler que la sélection faite par le filet et le choix d'un nombre limité d'espèces de copépodes soient une

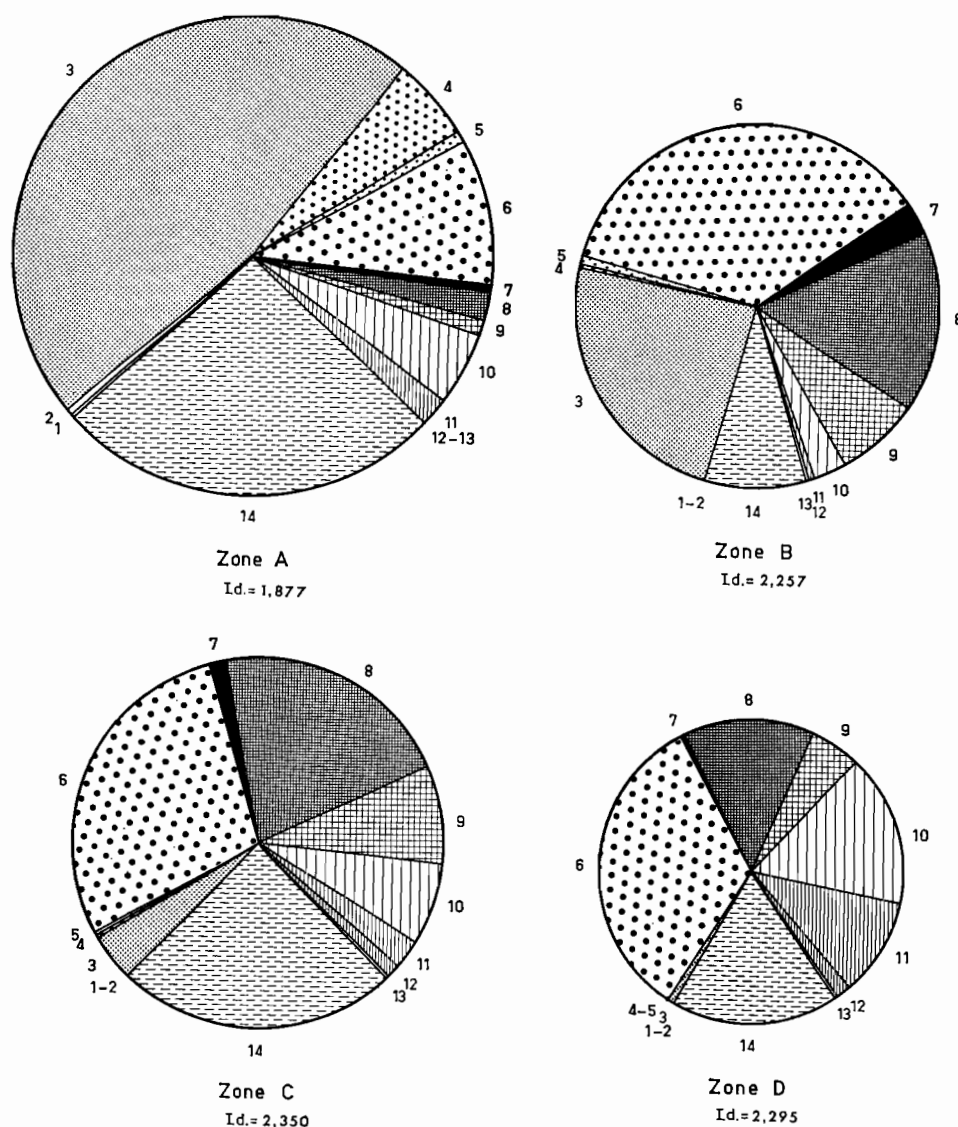


Fig. 10. Diagrammes de la diversité des 4 zones. 1: *Eucalanus elongatus*; 2: *Rhincalanus nasutus*; 3: *Eucalanus subtenuis*; 4: *Euchaeta concinna*; 5: *Pleuromamma quadrangulata*; 6: *Euchaeta marina*; 7: *Euchaeta media*; 8: *Pleuromamma abdominalis*; 9: *Pleuromamma xiphioides*; 10: *Eucalanus attenuatus*; 11: *Rhincalanus cornutus*; 12: *Undeuchaeta plumosa*; 13: *Eucalanus subcrassus*; 14: espèces indéterminées; I.d.: indice de diversité

simplification, qui entraîne une distorsion de la structure de la communauté réelle (MARGALEF, 1961), nous pouvons cependant supposer que la diversité spécifique totale est reflétée dans les différentes diversités qui peuvent être mesurées (MARGALEF, 1967a). Ainsi, nous tenterons d'évaluer le degré de maturité de la structure des écosystèmes par une étude basée sur les variations de la diversité de la population de copépodes, des 4 zones.

Diversité spécifique

Evaluation

Les diagrammes de la Fig. 10 indiquent, pour chaque zone, le nombre d'espèces présentes et leurs effectifs, c'est une représentation graphique de la diversité spécifique. Parmi les diverses expressions numériques de la diversité, nous utiliserons celle

Tableau 3. Indices de diversité et «équitabilités» dans les 4 zones

Zones	n	I	$I_{\max}$	$\frac{I}{I_{\max}}$	%	n'	$\varepsilon = \frac{n'}{n}$	%
A	12	1,877	3,585	52	4,8	40		
B	11	2,257	3,459	65	6,4	58		
C	10	2,350	3,322	71	6,9	69		
D	10	2,295	3,322	69	6,6	66		

retenue en écologie, par MARGALEF (1957). C'est l'indice dérivé de la formule de SHANNON (1948) donnant l'information d'un message soit:

$$I = - \sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i$$

où n est le nombre d'espèces et p_i le pourcentage d'individus de l'espèce i par rapport à l'effectif total de la zone. Cette mesure de la diversité a l'avantage de n'être liée à aucun modèle de distribution précis.

Aux valeurs ainsi calculées (Tableau 3) nous avons associé l'indice maximum pour chaque zone, soit: $I_{\max} = \log_2 n$, qui correspond à la distribution théorique dans laquelle toutes les espèces seraient également représentées. Nous avons déterminé les indices relatifs $\frac{I}{I_{\max}}$ permettant la comparaison des différentes zones entre elles.

LLOYD et GHELARDI (1964) soulignent l'existence de deux composantes dans cet indice de diversité: le nombre d'espèces et l'«équitabilité». Pour évaluer l'équitabilité ces auteurs préconisent de rapporter l'indice observé (I) à l'indice $I' = - \sum_{r=1}^{n'} p_r \log_2 p_r$ où p_r représente le pourcentage de l'espèce de rang r ,

selon le modèle de distribution de MACARTHUR. La détermination de p_r se fait d'après la formule:

$$p_r = \frac{1}{n'} \sum_{i=1}^{n'+1-r} \frac{1}{n'-i+1}$$

pour n' espèces, l'espèce la plus abondante ayant le premier rang. Puis I et I' sont comparés, car la distribution de MACARTHUR, quoique théorique, est plus susceptible d'être observée dans la réalité que celle de l'indice maximum. Pour éviter le rapport de deux expressions logarithmiques I et I' l'équitabilité est donnée par $\varepsilon = \frac{n'}{n}$ où n' est le nombre d'espèces qui, distribuées selon le modèle de MACARTHUR a le même indice que celui obtenu pour la population observée de n espèces.

Variations

Les variations de l'indice de diversité nous semblent être une formulation synthétique des différentes transformations des composantes du milieu, de la structure spécifique de la communauté et des interactions diverses des éléments de l'écosystème à travers le Pacifique équatorial.

MARGALEF dans plusieurs études montre que la diversité spécifique est un concept qui synthétise diverses caractéristiques de l'écosystème. Parmi les multiples composantes de l'écosystème nous passerons en revue celles que nous possédons et chercherons à établir dans quelle mesure leurs variations sont traduites par les fluctuations de la diversité, d'après les thèses de cet auteur.

MARGALEF (1967a, b) signale que la diversité est moindre dans les zones de divergence que dans celles où existent des eaux stratifiées ou une convergence. Il note qu'un environnement stable favorise la progression de l'organisation d'une communauté vers un stade de maturité supérieur donc vers un spectre de diversité plus grand. Dans les milieux pauvres en sels nutritifs et qui ont souvent (mais pas nécessairement) une grande stabilité, vivent des populations très diversifiées. Par contre, dans les zones où la production primaire est importante, un très petit nombre d'espèces animales se développe. A ce stade jeune d'une succession s'opposent les stades mûrs, caractérisés par un grand nombre d'espèces; parmi celles-ci se développent surtout celles dont le niveau trophique est élevé, ce réseau alimentaire complexe permettant une meilleure utilisation de l'énergie de l'écosystème (MARGALEF, 1963). Enfin MARGALEF (1963, 1967b) rappelle que, près de l'équateur, les écosystèmes sont souvent plus mûrs, plus spécialisés et plus diversifiés que sous les latitudes plus élevées.

D'après les idées de MARGALEF, que nous venons de résumer en les schématisant, nous pouvons tenter de comprendre l'évolution zonale de la diversité le long de l'équateur. La diversité, l'indice relatif et l'équitabilité croissent de la zone A à la zone C et,

ont une valeur légèrement inférieure en *D* qu'en *C*. La faible diversité observée dans la zone *A* serait liée à la divergence, bien caractérisée du lieu, qui s'atténue pour faire place, peut-être, au cours de la croisière «Alizé» à une convergence dans la zone *D*. Mais l'infériorité de la diversité dans la zone *D* par rapport à la zone *C* est sans doute liée à des phénomènes de stabilité dans le temps. Car d'après le Morskoï Atlas (ISAKOV, 1950) l'écart annuel des températures trimestrielles moyennes de surface, pratiquement nul dans la zone *C*, légèrement inférieur à 1 °C dans la zone *D* et voisin de 2 °C dans les zones *A* et *B*, traduit des variations dans la stabilité thermique que l'on retrouve dans la circulation verticale. En effet, la zone *D* présente des variations temporaires qui diminuent sa stabilité par rapport à la zone *C*. ROTSCHI et JARRIGE (1968) signalent que parfois l'upwelling équatorial sur le 170° E est renforcé par forts vents d'est, mais qu'il arrive aussi qu'une convergence apparaisse par vents d'ouest (ROTSCHI, 1968). Rappelons que la zone *A* est le siège d'une grande instabilité due aux variations de l'intensité de l'upwelling et des caractéristiques des eaux du sud transportées par le courant du Pérou. Cette évolution de la stabilité concorde selon les idées de MARGALEF avec les faibles diversités trouvées.

De même, dans la zone *A*, qui est la plus riche en sels nutritifs et où la production primaire est maximale, nous remarquons une faible diversité due à *Eucalanus subtenius*, qui prédomine largement avec 45% de l'effectif total (Fig. 10). En l'absence de données capables de nous permettre d'apprécier le degré de maturité de l'écosystème, nous pouvons seulement noter sur le plan trophique que les variations des effectifs des genres *Euchaeta* et *Pleuromamma*, qui se composent d'espèces dont le régime est essentiellement carnivore (MULLIN, 1966), sont telles que leur taux de participation aux effectifs des 4 zones (27, 70, 80 et 64%) s'ordonnent approximativement comme les indices de diversité.

Enfin, il semble que les apports d'eaux du sud et d'eaux profondes font que la couche superficielle de la région orientale présente des caractères écologiques moins typiquement équatoriaux que ceux de la région occidentale, où peut se développer une communauté de copépodes plus diversifiée.

Conclusions

La prospection de nuit, de la couche 0 à 200 m, le long de l'équateur, a donné des répartitions de copépodes, qui font apparaître une diminution des effectifs d'est en ouest phénomène déjà souligné, sur le plan général, par divers auteurs. HEINRICH (1960) associe cet appauvrissement de la «couche de surface» à la réduction du taux de phosphate et à l'affaiblissement des vents, donc de l'«upwelling». VINOGRADOV et VORONINA (1963) rattachent également le maximum

occidental à la zone d'«upwelling» et de divergence riche en phytoplancton. Enfin, d'après VINOGRADOV et al. (1961), la quantité de plancton varie en sens inverse de la profondeur de la thermocline dont l'existence est liée aux remontées d'eaux. Pour l'ensemble des copépodes nous avons abouti aux mêmes conclusions générales. En effet l'étude du milieu, réalisée sur les données collectées simultanément avec le plancton, nous a permis de relier à l'abondance de ce dernier dans la zone orientale la divergence bien développée, l'upwelling, les eaux du courant du Pérou, les basses températures, la richesse en sels nutritifs et en phytoplancton. Cette distribution zoogéographique indique, selon l'hypothèse de KING et DEMOND (1953), qu'aux basses latitudes, où les processus biologiques ont un rythme très rapide, le maximum de zooplancton n'est pas loin des lieux de remontées d'eaux.

De plus quelques précisions écologiques ont pu être apportées au niveau des espèces. En effet il semble que les facteurs les plus importants dans la distribution soient: la nourriture végétale (donc le phytoplancton de surface) pour *Eucalanus subtenius*; la température et la thermocline pour *Euchaeta media* et *Pleuromamma quadrangulata*; les proies pour *Euchaeta marina*; l'upwelling et le courant du Pérou pour *Eucalanus elongatus hyalinus* et *Rhincalanus nasutus*. Par contre, les 3 espèces d'eaux chaudes *Rhincalanus cornutus*, *Eucalanus attenuatus* et *Eucalanus subcrassus* sont mieux représentées à l'ouest, où la température est plus élevée.

Pour les sels nutritifs (Fig. 7) et le phytoplancton (Figs. 8 et 9) nous constatons que l'appauvrissement vers l'ouest est de moins en moins sensible pour les couches de plus en plus profondes. Sans prétendre que les copépodes étudiés participent à la formation de la couche diffusante profonde (Deep Scattering Layer — DSL), notons toutefois qu'analysant les enregistrements de la croisière «Alizé» GRANDPERRIN (1969) constate, à partir de 155° W, vers l'ouest, «un enfoncement progressif marqué des couches, de nuit». De l'observation des cartes de distribution de VINOGRADOV et VORONINA (1963) il ressort que, de 150° W à 160° E, le biomasse du zooplancton, qui passe de 200 à 50 cm³/1000 m³ dans la couche 0 à 100 m, est presque constante dans les couches 100 à 200 m et surtout 200 à 500 m.

Nous soulignons que la décroissance observée dans la couche des 200 premiers mètres est accentuée par les distributions plus superficielles de certains copépodes dans les zones de divergence intense et d'upwelling (GUEREDRAT, 1969). VINOGRADOV et VORONINA (1964) constatent que plusieurs espèces ont leur maximum le moins profond dans les zones de divergence.

L'étude de la distribution du phytoplancton, de la courantométrie et des caractéristiques physico-chimiques du milieu, nous a permis de distinguer 4 zones au sein desquelles les variations de fréquences de la majorité des espèces, sont significativement in-

férieures aux variations interzonales, définissant ainsi quatre «écosystèmes» le long de l'équateur. L'indice de diversité spécifique considéré comme l'expression numérique de la composition faunistique de ces communautés croît d'est en ouest. Il s'est avéré que les variations de l'indice de diversité semblent renseigner sur les écosystèmes en tenant compte des composantes essentielles de leur structure qui sont, la circulation verticale des eaux, leur teneur en éléments biogènes, la stabilité historique des facteurs physicochimiques, l'abondance du phytoplancton, la composition faunistique, le niveau trophique prépondérant et les apports d'eaux de latitudes plus élevées dans le cas présent.

Les vents alizés, par la divergence qu'ils conditionnent, d'une part, l'upwelling lié au courant du Pérou, d'autre part engendrent dans les couches superficielles du Pacifique oriental un écosystème d'eau tempérée qui perd de son individualité au cours du transport vers l'ouest, créant une situation qui est sans doute responsable de l'enrichissement observé sur l'équateur par rapport aux régions tropicales adjacentes. C'est principalement ce qui ressort de l'analyse des considérations écologiques au niveau des espèces et, au delà, de l'étude synthétique menée à l'aide de l'indice de diversité spécifique, qui indique, en outre, que l'écosystème acquiert une plus grande maturité, des Galapagos au nord des Iles Salomon; la toutefois semblent intervenir d'autres phénomènes liés au système hydrographique de la limite occidentale de l'Océan Pacifique.

Résumé

1. Durant la croisière «Alizé» faite le long de l'équateur dans l'Océan Pacifique de 86° 20 W à 151° 01 E, 33 traits furent exécutés à l'aide d'un filet à plancton ordinaire dans la couche 0 à 200 m, de nuit.

2. Ces échantillons montrent 3 types de distribution pour les copépodes; la principale présente la décroissance bien connue qui existe d'est en ouest.

3. Les différentes distributions, à maximum oriental, semblent être contrôlées par: (a) l'abondance du phytoplancton de surface pour *Eucalanus subtennis*; (b) la température et la thermocline pour *Euchaeta media* et *Pleuromamma quadrangulata*; (c) les proies pour *Euchaeta marina*; (d) l'upwelling et le courant du Pérou pour *Eucalanus elongatus hyalinus* et *Rhincalanus nasutus*. Les 3 espèces d'eaux chaudes (*Rhincalanus cornutus*, *Eucalanus attenuatus* et *Eucalanus subcrassus*) sont plus abondantes dans la région occidentale où la température est plus élevée. Les 2 espèces cosmopolites *Pleuromamma xiphius* et *Pleuromamma abdominalis* n'offrent aucune corrélation nette avec le biotope. La présence de certaines espèces dans les eaux superficielles de la zone A, où la divergence est intense et où existe un upwelling, accentue probablement la décroissance des effectifs observée vers l'ouest dans la couche 0 à 200 m.

4. Quatre zones délimitées par la distribution du phytoplancton, les courants, la circulation verticale et les propriétés physicochimiques du biotope, coïncident avec la zonation des copépodes vérifiée par un test de rangement au niveau des espèces.

5. Dans ces limites, les diversités spécifiques d'après $I = - \sum p_i \log_2 p_i$ et les «équivalences» ont été calculées. Les variations de la diversité rendent compte de l'évolution de l'écosystème d'après la théorie de MARGALEF. La faible diversité dans la zone orientale est liée à la divergence bien développée, aux taux élevés de sels nutritifs, à la production intense de phytoplancton, à l'instabilité dans le temps et à l'arrivée d'eaux du sud. Là, l'écosystème est dans un stade jeune de succession de populations avec un fort pourcentage d'herbivores tel qu'*Eucalanus subtennis* (45%). La diversité confirme les changements dus aux vents Alizés le long de l'équateur, surtout dans la région orientale de l'Océan Pacifique.

Littérature citée

- AUSTIN, T. S. and M. O. RINKEL: Variations in upwelling in the equatorial Pacific. Proc. Pacif. Sci. Congr. (No. 9) **16**, 67—71 (1957).
- BLISS, C. I.: Statistics in biology, 558 pp. New York: McGraw-Hill 1967.
- BOGOROV, V. G., K. V. BEKLEMISHEV and M. E. VINOGRADOV: The distribution of plankton in the Pacific Ocean and its relation to geographical zonation. Proc. Pacif. Sci. Congr. (No. 10) (Honolulu) (1961).
- et M. E. VINOGRADOV: Distribution de la biomasse du zooplancton de la partie centrale de l'Océan Pacifique. [En Russe]. Trudy hydrobiol. Sta., Kyyiv **10**, 208—223 (1960).
- BROOKS, E. R.: Further selective feeding studies of some adult copepods on food including their own nauplii. Manuscript non publié 1969.
- DESROSIÈRES, R.: Surface macrophytoplankton of the Pacific Ocean along the Equator. Limnol. Oceanogr. **14**, 626—632 (1969).
- , J. LE BOURHIS et B. WAUTHY: Mesures de production primaire de la croisière «Alizé» du N.O. Coriolis. O.R.S.T. O.M. Nouméa Océanogr. Rapp. (multigr.) **13**, 1—24 (1968).
- GAUDY, R.: Campagne du navire océanographique «Calypso» dans les eaux côtières du Brésil (janvier—février 1962) copépodes pélagiques. Recl Trav. Stn mar. Endoume **30**, 15—42 (1963).
- Note préliminaire sur la systématique et la répartition annuelle des copépodes des eaux superficielles de Tuléar (Madagascar). Recl Trav. Stn mar. Endoume (Fasc. hors série suppl.) **6**, 71—99 (1967).
- GRANDPERRIN, R.: Couches diffusantes dans le Pacifique équatorial et sud tropical. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr. **7**, 99—112 (1969).
- et J. RIVATON: Croisière «Alizé». Individualisation de plusieurs ichtyofaunes le long de l'équateur. Cah. O.R.S.T.O.M. sér. Océanogr. **4**, 35—49 (1966).
- GRICE, G. D. and K. HÜLSEMAN: Abundance, vertical distribution and taxonomy of calanoid copepods at selected stations in the northeast Atlantic. J. Zool. **146**, 213—262 (1965).
- GUEREDRAT, J. A.: Distribution de quatre espèces de copépodes bathypélagiques dans l'ouest du Pacifique équatorial et tropical sud. Deep Sea Res. **16**, 361—375 (1969).

- HEINRICH, A. K.: The horizontal distribution of copepods in the central Pacific and the factors determining it. *Trudy Inst. Okeanol.* **41**, 31—41 (1960).
- HISARD, P. et P. RUAL: Courant Equatorial Intermédiaire et contre-courants adjacents. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.* **8**, 21—45 (1970).
- ISAKOV, I. S. (Ed.) *Morskoï Atlas. T.2. Izdanié glavnogo chtaba voennomorskikh sil*, [Russ.]. 76 pp. Moskva; 1950.
- KING, J. E. et J. DEMOND: Zooplankton abundance in the central Pacific. *Fishery Bull. Fish Wildl. Serv. U.S.* **82**, 111—114 (1953).
- and T. S. HIDA: Zooplankton abundance in the central Pacific. Part II. *Fishery Bull. Fish Wildl. Serv. U.S.* **118**, 365—395 (1957).
- LANG, B. T.: Taxonomic review and geographical survey of the copepod genera *Eucalanus* and *Rhincalanus* in the Pacific Ocean, Thesis, 284 pp. Univ. California San Diego 1965.
- LEMASSEN, L. et B. PITON: Le contre-courant de Cromwell et la distribution verticale de quelques propriétés physico-chimiques des eaux équatoriales. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.* **7**, 73—81 (1969).
- LLOYD, M. and GHELARDI: A table for calculating the equitability component of species diversity. *J. Anim. Ecol.* **33**, 217—225 (1964).
- MARGALEF, R.: La teoría de la información en ecología. *Mems R. Acad. Cienc. Artes Barcelona* **32**, 373—449 (1957).
- Corrélations entre certains caractères synthétiques des populations de phytoplancton. *Hydrobiologia* **18**, 156—164 (1961).
- Succession in marine populations. *Adv. Frontiers Plant Sci.* **2**, 137—188 (1963).
- El ecosistema. In: *Ecología marina*, pp 377—453. Caracas: Fundación La Salla de Ciencias naturales Caracas 1967a.
- Some concepts relative to the organization of plankton. *Oceanogr. mar. Biol. A. Rev.* **5**, 257—289 (1967b).
- MOORE, H. B. and J. C. BAUER: An analysis of the relation of vertical distribution of three copepods to environmental conditions. *Bull. mar. Sci. Gulf Caribb.* **10**, 430—443 (1960).
- MULLIN, M. M.: Selective feeding by calanoid copepods from the Indian Ocean. In: *Some contemporary studies in marine science*, pp 545—554. Ed. by H. BARNES. London: George Allen & Unwin Ltd. 1966.
- REID, J. L., Jr.: On circulation, phosphate-phosphorus content, and zooplankton volumes in the upper part of Pacific Ocean. *Limnol. Oceanogr.* **7**, 287—306 (1962).
- REPELIN, R. et J. A. GUEREDRAT: Efficiences comparées de filets à plancton coniques de mêmes dimensions et de mailles différentes. II Sélectivité de la maille n° 000 pour les amphipodes et les copépodes. *J. Cons. int. Explor. Mer* **33**, 256—281 (1970).
- ROGER, C.: Contribution à la connaissance des euphausiacés du Pacifique équatorial. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.* **5**, 29—37 (1967).
- ROSE, M.: Copépodes pélagiques. *Faune Fr.* **26**, 1—374 (1933).
- ROTSCH, H.: Remontée d'eau froide et convergence à l'équateur dans le Pacifique occidental. *C.r. hebd. Séanc. Acad. Paris (B)* **267**, 1459—1462 (1968).
- P. HISARD, L. LEMASSEN, Y. MAGNIER, J. NOEL et B. PITON: Résultats des observations physicochimiques de la croisière «Alizé» du N.O. Coriolis. *O.R.S.T.O.M. Nouméa Océanogr. Rapp. (multigr.)* **2**, 1—55 (1967).
- et F. JARRIGE: Sur le renforcement d'un upwelling équatorial. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.* **34**, 87—90 (1968).
- SCHMAUS, P. H. and K. LEHNHOFFER: Copepoda 4: *Rincalanus* DANA, 1852 der Deutschen Tiefsee-Expedition, Systematik und Verbreitung der Gattung. *Wiss. Ergebn. dt. Tiefsee-Exped. 'Valdivia'* **23**, 355—400 (1927).
- SEWELL, R. B. S.: The Copepoda of Indian Seas. Part I. *Mem. Indian Mus.* **10**, 1—221 (1929).
- SHANNON, C. E.: A mathematical theory of communication. *Bell Syst. tech. J.* **27**, 379—423 (1948).
- STEUER, A.: Copepoda 6: *Pleuromamma* GIESBR. 1898 der Deutschen Tiefsee-Expedition. *Wiss. Ergebn. dt. Tiefsee-Exped. 'Valdivia'* **24**, 1—119 (1932).
- TRANter, D. J. et A. C. HERON: Experiments on filtration in plankton nets. *Aust. J. mar. Freshwat. Res.* **18**, 89—111 (1967).
- VINOGRADOV, M. E. and N. M. VORONINA: The distribution of different groups of plankton in accordance with their trophic level in the Indian Equatorial Current area. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. perm. int. Explor. Mer* **153**, 200—204 (1961).
- Quantitative distribution of plankton in the upper layers of the Pacific equatorial currents. I. The distribution of standing crops and the horizontal distribution of some species. [In Russ.]. *Trudy Inst. Okeanol.* **71**, 22—59 (1963).
- Quantitative distribution of plankton in the upper layers of the Pacific equatorial currents. II. Vertical distribution of some species. [In Russ.]. *Trudy Inst. Okeanol.* **65**, 58—76 (1964).
- and I. N. SUKHANOVA: The horizontal distribution of the tropical plankton and its relation to some peculiarities of the structure of water in the open sea areas. [In Russ.]. *Okeanologiya* **1**, 283—293 (1961).
- WHITE, C.: The use of ranks in a test of significance for comparing two treatments. *Biometrics* **8**, 33—41 (1952).
- WILCOXON, F.: Individual comparisons by ranking methods. *Biomet. Bull.* **1**, 80—83 (1945).
- WYRTKI, K.: Oceanography of the eastern equatorial Pacific Ocean. *Oceanogr. mar. Biol. A. Rev.* **4**, 33—68 (1966).

Author's address: J. A. GUEREDRAT
Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa
B.P. 4
Nouméa, New Caledonia

**Distribution verticale des euphausiacés (crustacés) dans
les courants équatoriaux de l'Océan Pacifique***

C. ROGER

Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa; Nouméa, New Caledonia

Abstract

Vertical distribution of euphausiids (crustaceans) in the equatorial currents of the Pacific Ocean

This paper examines data obtained from 80 stations in the Equatorial Pacific Ocean; material was collected with a 10 foot Isaacs-Kidd midwater trawl (IKMT), an opening-closing Omori larval net (LN) and a neuston surface net. The smaller fauna (average length < 10 mm) appears to remain permanently in the 0 to 160 m water layer. As far as larger fauna is concerned, by night 86 % of the euphausiids occur in the 0 to 160 m water layer, 11 % between 160 and 300 m, and 3 % in deeper water layers. In terms of biomass, these percentages are 75, 19 and 6 %, respectively, suggesting that larger animals tend to dwell in deeper water layers. The vertical distributions of the larger species by night fall into 4 main types: (1) nearly all individuals occur inside or above the thermocline (i.e., 0 to 160 m): *Thysanopoda tricuspidata*, *T. aequalis*, *Stylocheiron carinatum*, *Euphausia diomedae*, *E. paragibba*, *E. tenera*; (2) species occupy the 0 to 300 m layer, some animals crossing the thermocline and others not: *S. affine*, *Nematoscelis microps*, *T. pectinata*, *T. monacantha*, *T. orientalis*, *S. abbreviatum*, *Nematoscelis gracilis*, *Nematobrachion flexipes*; (3) whole populations remain under the thermocline

* Ce travail fait partie d'une thèse de Doctorat d'Etat, mention Sciences Naturelles, préparée sous la direction scientifique de Madame M. L. FURNESTIN, Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille. La soutenance en est prévue pour Décembre 1971.

(160 to 300 m): *S. longicorne*, *S. maximum*, *Nematoscelis tenella*; (4) deep-living species (300 to 800 m): *S. elongatum*, *T. cristata*, *Nematobrachion boopis*, *Bentheuphausia amblyops*. The specific composition of the fauna of the various layers has been deduced from these considerations. For 9 species it is evident that older individuals tend to live deeper than the younger stages. The duration of the nocturnal stay in subsurface layers, as well as the upper diurnal limits of the species, have been estimated from a series of consecutive tows. Occurrence of the larger fauna (> 10 mm average length) can be considered as quantitatively negligible during daytime hours in the 0 to 200 m water layer, except where swarming occurs. The data have been used to establish whether species belong to migrant or non-migrant types, and to determine the vertical ranges of their distributions.

Introduction

Les migrations verticales des organismes planctoniques et micronectoniques constituent un comportement dont les implications se font sentir dans tous les aspects de l'existence des individus, puisqu'il a une action sur les plans:

— écologique, en amenant les animaux à occuper deux biotopes très dissemblables de jour et de nuit;

— biologique, en dispersant les populations en fonction de l'immersion moyenne des différents stades de développement organique ou sexuel;

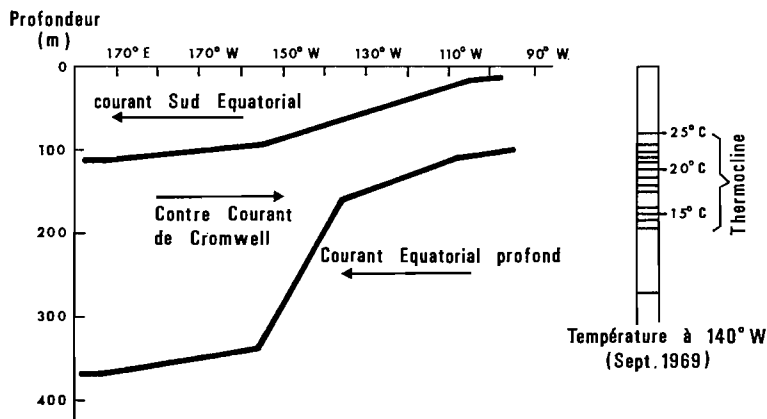


Fig. 1. Stratification dans l'Océan Pacifique Equatorial

— physiologique, en accordant des conditions optimales aux diverses phases, nutrition et assimilation en particulier, dont l'espèce migrante semble retirer un « bonus » énergétique utilisé pour la réalisation d'autres fonctions vitales (McLAREN, 1963);

— trophique, d'une part en accélérant le transport, de la surface vers les profondeurs, de la matière organique, des vitamines et des sels minéraux produits dans les couches superficielles, d'autre part en permettant ou en interdisant l'établissement de rapports prédateurs-proies entre les individus par la coïncidence ou la différence de leurs habitats diurne et nocturne.

Dans le cas des euphausiacés du Pacifique Equatorial, ces caractéristiques sont portées à leur paroxysme, aussi bien en raison de l'extrême stratification du milieu (Fig. 1) où se superposent des courants de directions opposées, que de l'importance quantitative de ce groupe aux migrations nyctémérales étendues.

Les données acquises jusqu'ici sont fréquemment confuses en raison des difficultés techniques qu'implique leur recherche; de plus, la littérature met en évidence le fait que, pour une même espèce, les distributions verticales subissent de grandes variations géographiques en fonction des conditions locales du milieu. Il est donc nécessaire d'augmenter autant que possible le nombre et la précision de ces investigations.

Les principales études réalisées dans les zones tropicales ou subtropicales sont dues à LEAVITT (1935), LEWIS (1954), BODEN (1961), BRINTON (1962, 1967), PONOMAREVA (1963, 1968), NEMOTO (1965) et BAKER (1970).

Méthodes et matériel

En raison de l'agilité des organismes à capturer, l'emploi de petits filets utilisés en traits verticaux n'a pu être envisagé; seuls de grands engins effectuant des traits obliques sont susceptibles de collecter la faune désirée, au prix d'une précision moindre sur les profondeurs atteintes, qui ne sont connues qu'a posteriori à la lecture des courbes enregistrées au bathykymograph (HESTER et al., 1963).

Le midwater trawl Isaacs-Kidd (IKMT) (ISSACS et KIDD, 1953) est l'engin le plus apte à la capture de ces organismes, mais aucun système de fermeture satisfaisant ne lui est adaptable actuellement. Les dispositifs proposés, soit la catch dividing bucket de FOXTON (1963), soit le multiple plankton sampler de BE (PEARCY et HUBBARD, 1964) n'opèrent en effet qu'au niveau de la partie terminale du chalut. Or, on a montré (MICHEL et GRANDPERRIN, 1970) que ces procédés introduisent une forte contamination, une grande partie de la récolte tourbillonnant dans la zone médiane du filet pendant le trait et ne tombant dans la partie postérieure qu'au moment où l'engin arrive en surface. Comme, par ailleurs, la méthode soustractive est inapplicable en raison de la grande variabilité des prises, ainsi que l'avait montré LEAVITT dès 1935, les chaluts non fermants ne peuvent donner

accès qu'à la connaissance des limites supérieures des distributions.

Le meilleur compromis actuel semble constitué par le filet à larves (LN) OMORI (OMORI, 1965; OMORI et al., 1965), commandé par messagers; malgré son diamètre de 1,60 m à l'embouchure, cet engin est cependant moins apte que le IKMT à la capture des organismes agiles.

Le traineau pour pêches de surface neuston net (NN) (DAVID, 1965) permet l'échantillonnage des premiers centimètres superficiels.

Le matériel dont nous disposons a été sélectionné parmi les récoltes que le N.O. « Coriolis » effectue depuis 1964 dans le Pacifique Equatorial et Tropical Sud. Nous avons retenu:

— Récoltes IKMT (chalut en mailles de 4 mm, partie terminale constituée d'un filet à plancton $\varnothing$ 50 cm en mailles de 1 mm):

- 15 stations 0 à 80, 0 à 300 et 0 à 500 m dans le Pacifique Equatorial Ouest (170° E) et Central (135° à 155° W) occupées entre 12.00 et 15.00 hrs, permettant d'estimer les limites supérieures diurnes des distributions (traits obliques);

- 16 stations 0 à 200 m consécutives (6 par 24 h) dans le Pacifique Tropical Sud-Ouest (170° E. 5° à 15° S.), délimitant les heures de présence des espèces dans les couches subsuperficielles.

— 17 stations LN Omori (mailles de 0.33 mm) réalisées de nuit dans le Pacifique Equatorial Central (146° à 150° W) indiquant les distributions verticales nocturnes dans les tranches 0 à 100, 160 à 300 et 300 à 800 m. La couche 100 à 160 m, correspondant à la thermocline, n'a pas été prospectée.

— 32 traits de surface au Neuston Net ayant collecté la faune de surface du Pacifique Equatorial et Tropical Sud sur 170° E à raison de 4 à 6 traits par 24 h.

Au laboratoire, les espèces ont été déterminées et classées par groupes de tailles selon la technique décrite par ROGER et WAUTHY (1968). Les individus d'une longueur inférieure à 10 mm n'ont pas été séparés de la catégorie petit plancton.

L'étude de ce matériel nous permet de préciser la distribution verticale des espèces suivantes: *Thysanopoda cristata*, *T. tricuspidata*, *T. orientalis*, *T. monacantha*, *T. pectinata*, *T. obtusifrons*, *T. aequalis*; *Stylocheiron carinatum*, *S. abbreviatum*, *S. maximum*, *S. elongatum*, *S. affine*, *S. longicorne*; *Euphausia diomedae*, *E. paragibba*, *E. tenera*, *E. fallax*; *Nematocelis tenella*, *N. microps*, *N. gracilis*, *N. atlantica*; *Nematobranchion flexipes*, *N. sexspinosus*, *N. boopis*; *Bentheuphausia amblyops*.

Résultats et discussion

Distribution verticale du petit plancton

Celle-ci mérite d'être considérée selon deux points de vue. D'une part, les organismes les plus gros de

cette catégorie, que l'on peut définir, d'après le tri du matériel LN, comme ayant une longueur comprise entre 4 et 10 mm, sont, pour environ le tiers d'entre eux, des euphausiacés; ils représentent les stades larvaires ou juvéniles des espèces traitées en détail dans la suite de cette étude, ou les adultes des espèces de très petite taille (*Euphausia tenera*, *Stylocheiron suhmii*, *S. microphthalma*). D'autre part, la partie fine de cette fraction, composée d'individus de 0,3 à 4 mm de long environ, constitue ce que l'on peut penser être la nourriture des euphausiacés. Le Tableau 1 indique la répartition verticale des biomasses de ces deux catégories dans le Pacifique Equatorial Central (148° W).

On constate que la couche 0 à 100 m est de très loin la plus riche, la densité de ce petit plancton y

y dominant représentant la « pluie détritique » venue de la surface.

Distributions verticales nocturnes des euphausiacés dans le Pacifique Equatorial Central (148° W)

La Fig. 2A représente la répartition bathymétrique du nombre total d'euphausiacés d'une longueur supérieure à 10 mm, récoltés de nuit au LN Omori. La distribution des biomasses est schématisée dans la Fig. 2B.

On constate: — d'une part, la très grande richesse des couches superficielles par rapport aux couches profondes; — d'autre part, que l'appauvrissement avec la profondeur est moins marqué pour les biomasses que

Tableau 1. *Distribution verticale du petit plancton. Biomasse en mg/1000 m³*

Période	Couche	Organismes de 4 à 10 mm (environ 30 % d'euphausiacés)	Organismes de 0,3 à 4 mm (nourriture des euphausiacés)
Nuit	0—100 m	25	30
	160—300 m	1,3	2,5
	300—800 m	0,7	1,0
Jour	0—100 m	Pas de données	
	160—300 m	0,5	1,0
	300—800 m	0,5	0,5

étant de 10 à 40 fois supérieure à celle des couches plus profondes. Bien que les données diurnes fassent défaut pour la subsurface, on peut penser, vu leur absence en profondeur pendant le jour, que ces formes de petite taille y demeurent également pendant les heures d'ensoleillement.

On peut tirer de ces faits les conclusions suivantes:

(1) les formes juvéniles ou larvaires des euphausiacés ne quittent pas la zone euphotique, n'y effectuant tout au plus que des migrations verticales de faible amplitude (0 à 160 m au maximum).

(2) Les euphausiacés prédatrices sont en grande partie dépendantes de la subsurface pour leur nutrition, au même titre que les phytophages; les espèces qui ne gagnent pas les couches superficielles de nuit seront essentiellement détritivores. Sur ce point, on peut d'ailleurs observer (MICHEL, communication personnelle) que les échantillons de petit plancton collectés en subsurface sont constitués d'animaux en bon état, de couleur générale rose-orangée; ceux récoltés dans la couche 160 à 300 m présentent une teinte plus brune et les organismes y apparaissent fréquemment endommagés; enfin les récoltes issues des couches profondes (300 à 800 m) se caractérisent par une teinte brun foncé à gris: les débris d'organismes morts et les mues

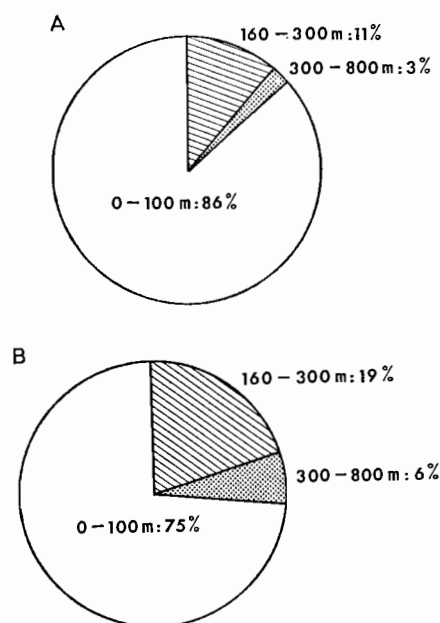


Fig. 2. Distributions verticales de nuit, dans le Pacifique Equatorial Central. (A) Pourcentage du nombre total d'euphausiacés dans les différentes couches; (B) Pourcentage de la biomasse totale d'euphausiacés dans les différentes couches

pour les nombres, ce qui signifie que la taille moyenne des animaux augmente avec la profondeur: on observe que la part des petites tailles (groupes de tailles 1,2 et 1,6 par exemple) est d'autant plus affirmée que la couche prospectée est plus superficielle, tant en nombres (Fig. 3A) qu'en biomasse (Fig. 3B).

Distributions verticales des espèces

Distributions verticales nocturnes des espèces dans le Pacifique Equatorial Central (148° W)

Le Tableau 2 indique les nombres d'individus récoltés de nuit au cours d'un trait standard de

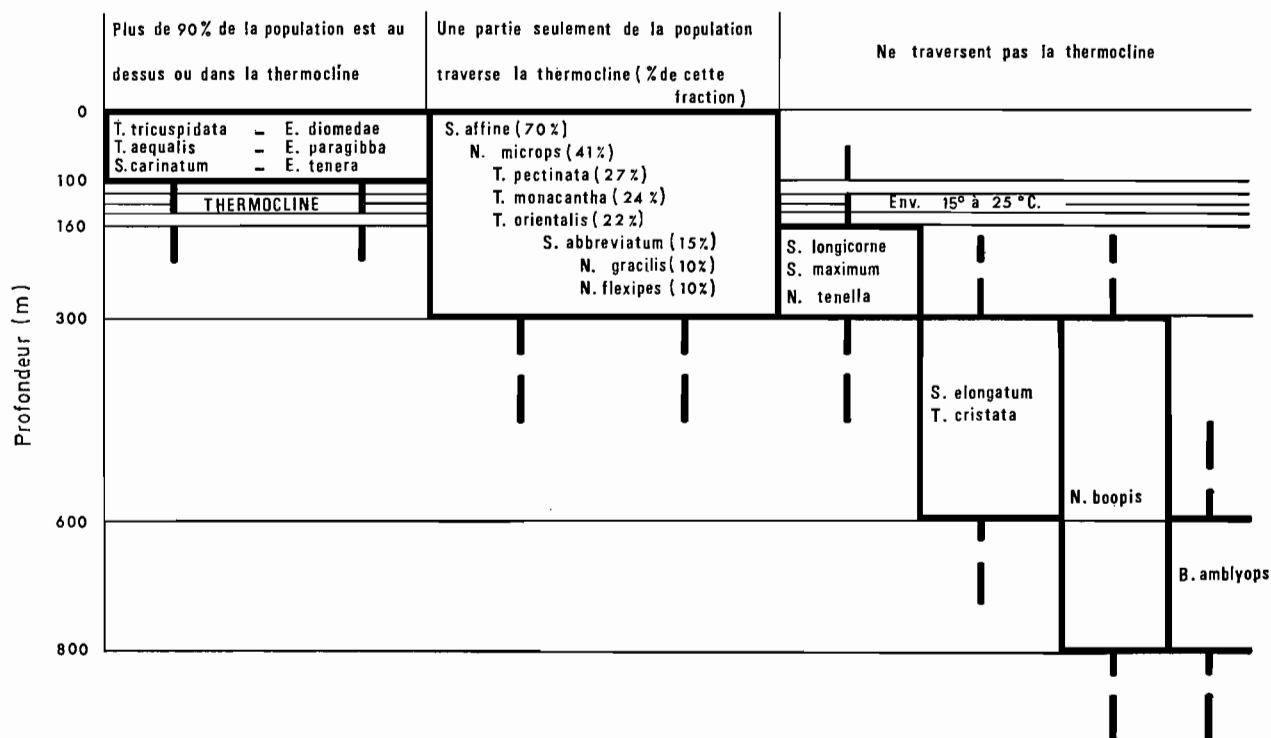


Fig. 4. Les distributions verticales de nuit, dans le Pacifique Equatorial Central

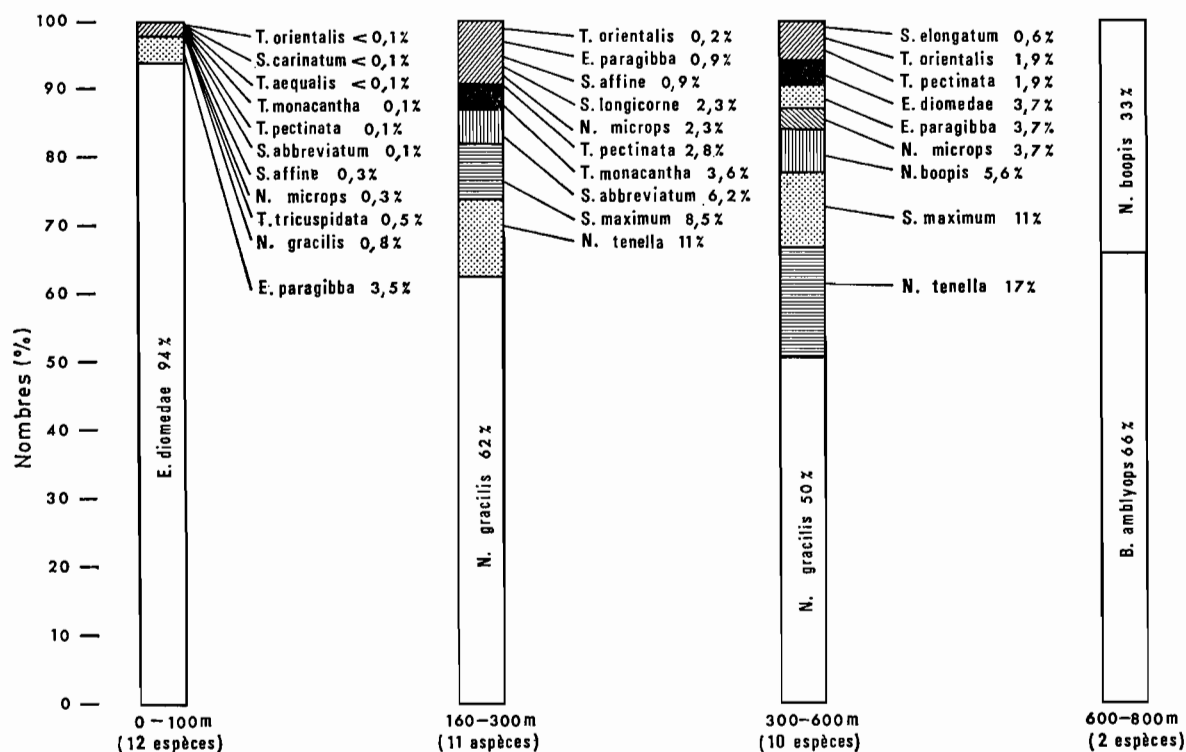


Fig. 5. Distributions verticales de nuit, dans le Pacifique Equatorial Central. Composition spécifique des différentes couches

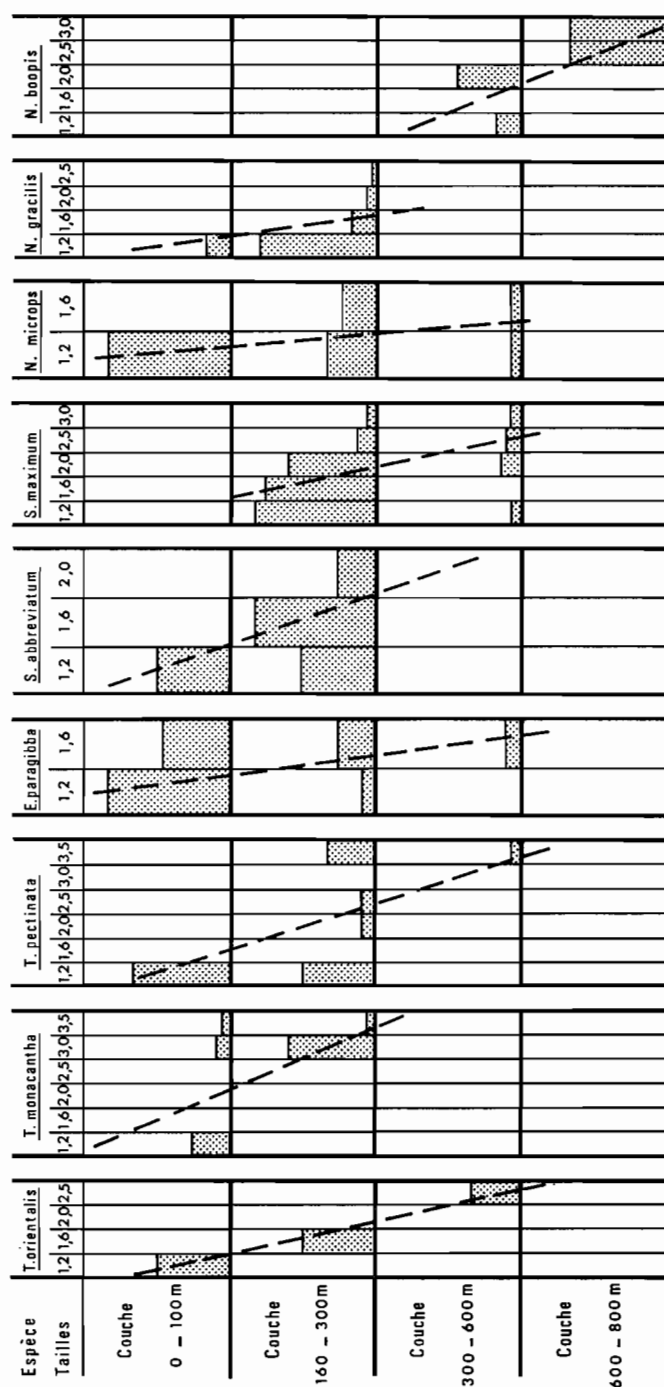


Fig. 6. Distributions verticales différentielles des groupes de tailles

tion faunistique de chaque couche, en particulier pour déterminer quelles proies seront accessibles à un prédateur dont on connaît la répartition bathymétrique.

La Fig. 5 fait apparaître des situations très tranchées. Dans la couche 0 à 100 m, *Euphausia diomedae* représente à elle seule 94% de l'effectif capturé; elle

disparaît complètement en profondeur où elle est remplacée par *Nematoscelis gracilis*, qui s'inscrit pour 62% du total entre 160 et 300 m, et 50% entre 300 et 600 m. On constate également que la dominance de l'espèce principale est moins affirmée dans les couches profondes qu'en surface, puisqu'elle décroît régulièrement de 94 à 62 puis 50%.

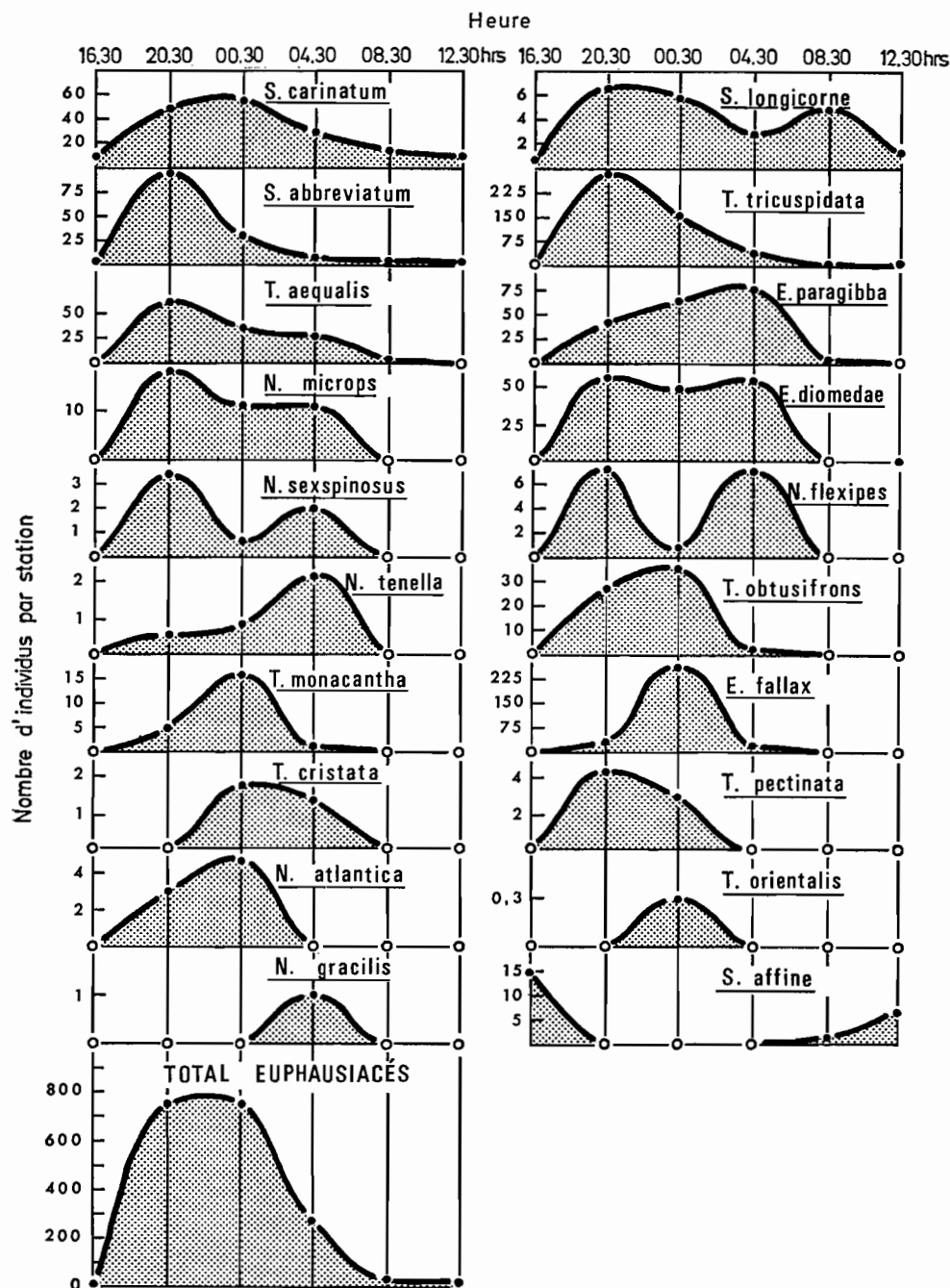


Fig. 7. La faune des 200 premiers mètres dans le Pacifique Tropical Sud-Ouest. ○ récolte nulle; ● récolte positive

En profondeur (600 à 800 m), deux espèces seulement, *Bentheuphausia amblyops* et *Nematobrachion boopis*, occupent le biotope pendant les heures nocturnes.

Distributions verticales différentielles des groupes de tailles

Nous avons vu précédemment que les individus de grande taille tendaient à être mieux représentés en

profondeur, mais il reste à établir si ce fait est dû à une différence de composition spécifique de la population selon l'immersion (les espèces de grande taille étant plus profondes), ou à ce que, au sein d'une même espèce, les animaux âgés se maintiennent plus profondément que les jeunes; dans ce dernier cas, on devra s'attendre à une dispersion de l'espèce par classes d'âges, dès que les mouvements des masses

d'eau ne seront pas les mêmes sur toute l'épaisseur du biotope, avec les conséquences biologiques que cela implique.

D'après les récoltes effectuées de nuit dans le Pacifique Equatorial Central au LN Omori, nous pouvons établir que, parmi les 10 espèces qui se trouvent dans plus d'une tranche bathymétrique et sont représentées par plus d'un groupe de tailles, 9 montrent une tendance à une répartition verticale plus profonde pour les plus gros individus (Fig. 6). Seule *Nematoscelis tenella* indique la tendance inverse. Nous pouvons donc considérer que nos données confirment l'hypothèse d'une proportionnalité approximative entre le niveau moyen d'immersion et l'âge des individus d'une espèce donnée.

Durée des séjours nocturnes dans les couches subsuperficielles

Dans la mesure où les deux biotopes des espèces migratrices, subsuperficiel de nuit, et profond de jour, diffèrent fondamentalement par la plupart de leurs caractéristiques et agissent en des sens le plus souvent opposés sur les individus (environnement, transport, nutrition, prédation...), il est important d'évaluer le temps passé dans chacun d'eux par les différentes espèces.

Bien que, là encore, nos techniques manquent de la précision souhaitable, une première approximation peut être obtenue par l'étude des traits peu profonds, réalisés par séries de 24 h. En l'occurrence, nous utiliserons les données provenant de 16 stations IKMT consécutives effectuées à raison de 6 par 24 h dans le Pacifique Tropical Sud Ouest (5° à 15° S sur 170° E). Les résultats, traduits graphiquement sur la Fig. 7, permettent de classer les espèces en plusieurs catégories, suivant la durée et la période de leur séjour nocturne en subsurface:

(1) Espèces présentes en permanence, migrations de faible amplitude: *Stylocheiron carinatum*, *S. longicorne*.

(2) Espèces présentes pendant toute la nuit, de 19.00 à 06.00 hrs environ, soit 11 h: *Thysanopoda aequalis*, *Euphausia paragibba*, *Nematoscelis microps*, *E. diomedae*, *Nematobrachion sexspinosus*, *Nematobrachion flexipes*, *Nematoscelis tenella* (cette dernière espèce surtout abondante en fin de nuit); la plupart montrent une tendance à s'enfoncer vers le milieu de la nuit.

(3) Espèces particulièrement abondantes en début de nuit, de 19.00 à 01.00 hrs environ, soit 6 h: *Stylocheiron abbreviatum*, *Thysanopoda tricuspidata*, *T. obtusifrons*, *T. pectinata*, *Nematoscelis atlantica*.

(4) Espèces présentes en milieu de nuit: *Thysanopoda cristata*: 22.00 à 05.00 hrs soit 7 h. *T. monacantha*: 21.00 à 01.00 hrs soit 4 h. *Euphausia fallax*: 22.00 à 01.00 hrs soit 3 h. *T. orientalis*: 23.00 à 01.00 hrs soit 2 h.

(5) Espèces présentes en fin de nuit: *Nematoscelis gracilis*: 03.00 à 05.00 hrs soit 2 h. (*N. tenella* se rapproche de ce type mais se rencontre au cours d'une période beaucoup plus longue).

(6) *Stylocheiron affine* constitue une catégorie à part, révélant une migration inverse d'amplitude importante, puisque l'espèce disparaît complètement de 18.00 à 06.00 hrs environ.

Tableau 3. Limites supérieures diurnes des distributions dans le Pacifique Equatorial: nombres moyens d'individus par station dans les couches 0 à 80 m, 0 à 300 m et 0 à 600 m, entre 12.00 et 15.00 hrs

Espèces	Couche		
	0 à 80 m	0 à 300 m	0 à 600 m
<i>Thysanopoda cristata</i>	0	0,2	1,3
<i>Thysanopoda tricuspidata</i>	0	0,1	156
<i>Thysanopoda orientalis</i>	0	0	7,2
<i>Thysanopoda monacantha</i>	0	0,1	29
<i>Thysanopoda pectinata</i>	0	0	5,0
<i>Thysanopoda aequalis</i>	0,2	0,3	40
<i>Stylocheiron carinatum</i>	8,2	12	6,1
<i>Stylocheiron abbreviatum</i>	5,0	81	9,7
<i>Stylocheiron maximum</i>	0	2,0	6,1
<i>Stylocheiron elongatum</i>	0	1,3	0,7
<i>Stylocheiron affine</i>	4,5	7,0	5,6
<i>Stylocheiron longicorne</i>	0	6,2	2,2
<i>Euphausia diomedae</i>	160 ^a	44	165
<i>Euphausia paragibba</i>	1,8	0	21
<i>Nematoscelis tenella</i>	0	3,3	24
<i>Nematoscelis microps</i>	0	2,5	23
<i>Nematoscelis gracilis</i>	0	0,1	68
<i>Nematobrachion flexipes</i>	0	0	2,6
<i>Nematobrachion boopis</i>	0	0	12
<i>Bentheuphausia amblyops</i>	0	0	0,2
Total	20 ^b 180	160	585

^a Dont 140 à une seule station. Il semble donc que des essais puissent demeurer en subsurface de jour, mais la masse de la population apparaît beaucoup plus profonde, 400 à 600 m environ.

^b Non compris *Euphausia diomedae*.

L'ensemble des euphausiacés se caractérise par une courbe très régulière centrée sur les heures 20.30 hrs et 00.30 hrs. De 06.00 à 18.00 hrs, ce groupe peut être considéré comme quantitativement négligeable dans la couche 0 à 200 m. Deux stations effectuées au LN Omori dans le Pacifique Equatorial Central dans la couche 50 à 120 m, ont mis en évidence le «vidage» spectaculaire de la subsurface à l'aube: à 04.30 hrs, 978 euphausiacés (dont 944 *Euphausia diomedae*) étaient capturées au cours d'un trajet très bref de 370 m; à 07.30 hrs, le filet, après un trait de 1.110 m, ne contenait aucune euphausiacé. Il faut cependant rappeler qu'il s'agit ici d'organismes d'une longueur supérieure à 10 mm environ. Nous avons vu

que, en ce qui concerne les individus plus petits, la subsurface reste peuplée pendant le jour.

Estimation des limites supérieures diurnes

En réalisant des traits à profondeur croissante, on peut obtenir avec un engin non fermant (en l'occurrence un IKMT) une idée sur la limite supérieure des distributions par le critère présence-absence, ainsi qu'une localisation approximative de la masse de la population par l'analyse des richesses respectives des différents types de traits. Le Tableau 3 rassemble les observations effectuées dans le Pacifique Equatorial, par traits obliques réalisés entre 12.00 et 15.00 hrs jusqu'aux profondeurs de 80, 300 et 600 m. Si l'on ne tient pas compte des quelques individus isolés qui

peuvent se trouver plus profondément ou plus superficiellement que la majorité de la population, on peut estimer approximativement les limites supérieures diurnes des différentes espèces aux valeurs suivantes:

— 50 à 150 m: *Stylocheiron carinatum*, *S. abbreviatum*, *S. affine*, *S. longicorne*;

— 300 à 400 m: *S. maximum*, *S. elongatum*, *Nematoscelis tenella*, *N. microps*, *Euphausia diomedae* (à l'exception des essaims qui peuvent demeurer en surface);

— 400 à 500 m: *Thysanopoda cristata*, *T. tricuspidata*, *T. orientalis*, *T. monacantha*, *T. pectinata*, *T. aequalis*, *Euphausia paragibba*, *Nematoscelis gracilis*, *Nematobrachion flexipes*, *Nematobrachion boopis*;

— 600 à 700 m: *Bentheuphausia amblyops*.

Tableau 4. Neuston net: fréquence de capture des espèces dans les récoltes de surface et nombre moyen (m) d'individus par station

(A) Zone tropicale (170° E—20° S à 5° S). 18 stations

Espèces	Heure					
	12.00 hrs	16.00 hrs	20.00 hrs	00.00 hrs	04.00 hrs	08.00 hrs
<i>Euphausia paragibba</i>	0	0	$\frac{3}{5}$ $m = 20$	$\frac{1}{2}$ $m = 12$	$\frac{1}{2}$ $m = 1,0$	0
<i>Euphausia brevis</i>	0	0	$\frac{1}{5}$ $m = 3,0$	$\frac{2}{2}$ $m = 4,0$	$\frac{1}{2}$ $m = 0,5$	0
<i>Euphausia tenera</i>	0	0	0	$\frac{1}{2}$ $m = 0,5$	$\frac{1}{2}$ $m = 1,5$	0
<i>Stylocheiron carinatum</i>	0	0	$\frac{1}{5}$ $m = 0,6$	$\frac{2}{2}$ $m = 1,5$	0	0
<i>Stylocheiron elongatum</i>	0	0	$\frac{1}{5}$ $m = 0,2$	0	0	0
<i>Thysanopoda tricuspidata</i>	0	0	$\frac{1}{5}$ $m = 0,4$	0	0	0
Larves et indéterminés	0	$\frac{1}{3}$ $m = 0,3$	$\frac{3}{5}$ $m = 10$	$\frac{2}{2}$ $m = 16$	$\frac{1}{2}$ $m = 4,0$	$\frac{3}{3}$ $m = 3,0$
Total	0	$\frac{1}{3}$ $m = 0,3$	$\frac{4}{5}$ $m = 34$	$\frac{2}{2}$ $m = 34$	$\frac{1}{2}$ $m = 7,0$	$\frac{3}{3}$ $m = 3,0$

(B) Zone équatoriale (170° E—0°). 14 stations

Espèces	20.00 hrs ^a	23.00 hrs	02.30 hrs	12.00—14.00 hrs
<i>Euphausia tenera</i>	0	$\frac{1}{4}$ $m = 0,5$	0	0
<i>Euphausia diomedae</i>	0	$\frac{1}{4}$ ^b	$\frac{2}{3}$ $m = 0,6$	0
Larves et indéterminés	0	$\frac{1}{4}$ $m = 0,2$	$\frac{1}{3}$ $m = 1,0$	$\frac{1}{6}$ $m = 0,6$
Total	0	$\frac{2}{4}$ $m = 0,7^c$	$\frac{2}{3}$ $m = 1,6$	$\frac{1}{6}$ $m = 0,6$

^a 1 seule station.

^b 1 essaim de 2,260 individus adultes.

^c Non compris l'essaim ci-dessus.

La surface

32 traits au neuston net dans le Pacifique Tropical Sud Ouest et Equatorial permettent de déterminer les espèces qui atteignent l'extrême surface. Le Tableau 4, qui résume ces observations, indique que peu d'euphausiaces habitent les premiers centimètres superficiels. Les formes juvéniles et larvaires apparaissent les plus constantes, ne s'enfonçant qu'en milieu de journée. Les adultes, par contre, ne s'observent que de nuit. Les plus fréquemment rencontrées (*Euphausia paragibba*, *E. diomedae*, *E. brevis*, *E. tenera*, *Stylocheiron carinatum*) ne se capturent qu'en petits nombres, à l'exception des essaims possibles (*E. diomedae*). *Thysanopoda tricuspidata* peut figurer occasionnellement. La présence de *S. elongatum* est accidentelle, le caractère profond de cette espèce étant bien établi; un seul spécimen a d'ailleurs été pris en surface. On peut également remarquer que le peuplement de l'extrême surface s'avère sensiblement plus important en zone tropicale qu'en zone équatoriale, hormis les cas d'essaims.

Conclusions

L'ensemble des informations recueillies au cours de cette étude permet de caractériser les différentes espèces en fonction de leur habitat vertical, et d'établir les catégories suivantes pour le Pacifique Equatorial:

(A) Non migrants ou petits migrants

— épipélagiques: *Stylocheiron carinatum* 0 à 150 m, *Euphausia tenera* 0 à 150 m, *S. affine* 50 à 200 m, *S. abbreviatum* 50 à 300 m, *S. longicorne* 50 à 300 m;

— mésopélagiques: *Nematoscelis tenella* 150 à 500 m, *S. maximum* 150 à 500 m;

— profonds: *S. elongatum* 300 à 600 m, *Nematobrachion boopis* 300 à 800 m, *Thysanopoda cristata* 300 à 800 m, *Bentheuphausia amblyops* 600 à 800 m.

(B) Grands migrants, plus ou moins liés à la DSL (niveau jour: 400 à 800 m):

— tous les individus, ou presque, se situent de nuit dans ou au-dessus de la thermocline (0 à 160 m) (*Euphausia diomedae*, *Thysanopoda tricuspidata*, *T. aequalis*, *E. paragibba*); — une partie de la population ne passe pas au-dessus de la thermocline (160 à 300 m) (*Nematoscelis microps*, *T. pectinata*, *T. monacantha*, *T. orientalis*, *Nematoscelis gracilis*, *Nematobrachion flexipes*).

Résumé

1. Cette étude est basée sur 80 stations réalisées dans l'Océan Pacifique Equatorial et Tropical Sud-Ouest à l'aide d'un chalut pélagique Isaacs-Kidd 10 pieds, d'un filet ouvrant-fermant à larves type Omori, et d'un traineau neuston net pour pêches de surface.

2. Les petites formes, définies par une longueur inférieure à 10 mm, sont, pour la plupart, présentes en permanence dans la couche 0 à 160 m.

3. De nuit, 86 % des euphausiaces de plus de 10 mm de long se trouvent dans la couche 0 à 100 m, 11 % entre 160 et 300 m, 3 % entre 300 et 800 m. En biomasse, ces proportions s'établissent à 75, 19 et 6 % pour ces mêmes couches, indiquant que la taille moyenne des individus croît avec la profondeur.

4. Au niveau des espèces, on observe 4 principaux types de répartition verticale nocturne:

— tous les individus ou presque se retrouvent au-dessus de ou dans la thermocline (0 à 160 m) (*Thysanopoda tricuspidata*, *T. aequalis*, *Stylocheiron carinatum*, *Euphausia diomedae*, *E. paragibba*, *E. tenera*);

— l'espèce se répartit entre 0 et 300 m, une partie seulement de la population montant au-dessus de la thermocline (*S. affine*, *Nematoscelis microps*, *T. pectinata*, *T. monacantha*, *T. orientalis*, *S. abbreviatum*, *Nematoscelis gracilis*, *Nematobrachion flexipes*);

— les organismes se rassemblent sous la thermocline sans la franchir (160 à 300 m) (*S. longicorne*, *S. maximum*, *Nematoscelis tenella*);

— l'espèce demeure en profondeur (300 à 800 m) (*S. elongatum*, *T. cristata*, *Nematobrachion boopis*, *Bentheuphausia amblyops*).

5. La composition spécifique de la population nocturne des différentes couches est déduite des résultats précédents.

6. Il est montré que, pour 9 espèces, les animaux ont tendance à occuper un biotope d'autant plus profond qu'ils sont plus âgés.

7. La durée des séjours nocturnes en subsurface, ainsi que les limites supérieures diurnes des distributions, ont été estimées pour les différentes espèces. Sauf dans le cas d'essaims persistant en subsurface pendant le jour, les euphausiaces adultes sont quantitativement négligeables dans la couche 0 à 200 m pendant les heures d'ensoleillement.

8. L'ensemble des données recueillies permet de préciser le biotope des diverses espèces et l'ampleur de leurs migrations nyctémérales.

Littérature citée

- BAKER, A. DE C.: The vertical distribution of euphausiids near Fuerteventura, Canary Islands (Discovery SONDA Cruise 1965). J. mar. biol. Ass. U.K. 50, 301—342 (1970).
 BODEN, B. P.: Euphausiacea from Tropical West Africa. Atlantide Rep. 6, 251—262 (1961).
 BRINTON, E.: The distribution of Pacific euphausiids. Bull. Scripps Instn Oceanogr. 8 (2), 51—270 (1962).
 — Vertical migration and avoidance capability of euphausiids in the California Current. Limnol. Oceanogr. 12 (3), 451—483 (1967).
 DAVID, P. M.: The neuston net — a device for sampling the surface fauna of the ocean. J. mar. biol. Ass. U.K. 45 (2), 313—320 (1965).
 FOXTON, P.: An automatic opening-closing device for large plankton nets and midwater trawls. J. mar. biol. Ass. U.K. 43 (2), 295—308 (1963).

- HESTER, F. J., D. C. AASTED and R. W. GILKEY: The bathykymograph, a depth-time recorder. Spec. Sci. Rep. U.S. Fish Wildl. Serv. (Fish.) 411—415 (1963).
- ISAACS, J. D. and L. W. KIDD: Isaacs-Kidd midwater trawl: final report — Scripps Instn. Oceanogr. Oceanogr. Equip. Rep. SIO Ref. 53/3, 1—18 (1953).
- LEAVITT, B. B.: A quantitative study of the vertical distribution of the larger zooplankton in deep water. Biol. Bull. mar. biol. Lab., Woods Hole 68, 115—130 (1935).
- LEWIS, J. B.: The occurrence and vertical distribution of the Euphausiacea of the Florida Current. Bull. mar. Sci. Gulf Caribb. 6 (3), 179—199 (1954).
- McLAREN, I. A.: Effects of temperature on growth of zooplankton, and the adaptive value of vertical migration. J. Fish. Res. Bd Can. 20 (3), 685—727 (1963).
- MICHEL, A. et R. GRANDPERRIN: Sélection du chalut pélagique Isaacs-Kidd 10 pieds. Mar. Biol. 6, 200—212 (1970).
- NEMOTO, T.: Euphausiids in the Kuroshio region. Inf. Bull. Planktol. Japan 12, 24—36 (1965).
- OMORI, M.: A 160 cm opening-closing plankton net. I: Description of the gear. J. oceanogr. Soc. Japan 21 (5), 212—218 (1965).
- , R. MARUMO and Y. AIZAWA: A 160 cm opening-closing plankton net. II: Some notes on the towing behavior of the net. J. oceanogr. Soc. Japan 21 (6), 245—252 (1965).
- PEARCY, W. G. and L. HUBBARD: A modification of the Isaacs-Kidd midwater trawl for sampling at different depth intervals. Deep Sea Res. 11 (2), 263—264 (1964).
- PONOMAREVA, L. A.: Euphausiids of the North Pacific, their distribution and ecology. (Translated 1966 by Israel Program for Scientific Translations — OPST Cat. No. 1368). 154 pp. 1963.
- Euphausiids of the Red Sea collected in summer 1966 by R.V. "Academician S. Vavilov". Mar. Biol. 1, 263—265 (1968).
- ROGER, C. et B. WAUTHY: Sur une technique de détermination de groupes de tailles, applicable à l'étude de certains organismes planctoniques. J. Cons. int. Explor. Mer 32 (2), 216—225 (1968).
- Author's address: Dr. C. ROGER
O.R.S.T.O.M.
B. P. 4
Nouméa
New Caledonia

Date of final manuscript acceptance: March 29, 1971. Communicated by J. M. PERES, Marseille

EUPHAUSIIDS OF THE EQUATORIAL AND SOUTH TROPICAL
PACIFIC OCEAN : ZOOGEOGRAPHY, ECOLOGY, BIOLOGY
AND TROPHIC RELATIONSHIPS (Abstract)

C. ROGER

(Ph. D. - 1971 - Publication expected in Mémoires ORSTOM).

—

The Equatorial and South Tropical Pacific remains poorly investigated in the fields of the biology and even of the zoogeography of plankton organisms. Compared to the data available until now, the cruises performed since 1964 by R.V. CORIOLIS from the Centre ORSTOM of Noumea (New Caledonia) represent a considerable contribution, owing to the number of observations (30 main cruises) as well to the permanence of the research programs and methods used, and to the synoptic aspect of investigations which include a large scale of topics, from phytoplankton to tuna.

Among this abundant material, 600 collects of zooplankton and micronekton have been selected to study the zoogeography, ecology, biology and trophic relationships of one of the most important groups of pelagic organisms, the Euphausiids, which interest lies in their abundance (nearly 10% of the total planktonic and micronektonic biomass) as well as in the role they play in the economy of tropical seas. The study covers the Equatorial Pacific from Galapagos Isl. to New Guinea, and the South Tropical Pacific from 130° W to 160° E.

1. - Methods

Owing to the difficulty to sample in a representative way a pelagic group which belongs to both categories plankton and micronekton, the field methods have been submitted to as many tests as possible. The best actually available net seems to be the 10-foot Isaacs-Kidd Midwater Trawl (IKMT), able to capture the largest specimens (see ROGER 1968 - Cah. ORSTOM Sér. Oceanogr. VI (1) p. 3-11); however, the selection curve of the net is compound (resulting from the presence of 2 different sizes of mesh : 1 mm and 4 mm), so that we have :

- at first, determined as precisely as possible the characteristics of the tows, such as maximum depth (by Bathykymograph), shape of the course (by Depht-Distance-Recorder), speed of the net related to water during the successive stages of the tow etc...
- in the second place, estimated the distorsion of the sample obtained with regard to the actual population. In this purpose, the selectivity of the IKMT has been defined both by comparing its performances to that of conventional nets, and by reference to biological laws allowing to calculate corrective factors to be applied to the different size groups in view of evaluating the actual population (see ROGER, 1968 - Mar. biol. 2 (1) p. 66-70).

The conclusions of this analysis are that the larger Euphausiids are satisfactorily caught by the IKMT, but that less than 1% of the smaller specimens (average length 10 mm) are kept in the sample; an evaluation of the percentage of animals retained is given for each size group.

In the laboratory, a method of automatic sorting of the animals by size groups has been devised (see ROGER and WAUTHY - 1968 - J. Cons. 32 (2) p. 216-225); this procedure, which precision is less than that of the individual measurement of the specimens, allows the treatment of a very large number of animals (more than 400 000 for this study).

The analysis of distribution of the numbers of Euphausiids caught has shown that the Normal distribution is rarely observed. In most cases, it is necessary to make use of a normalization transformation before applying the statistical tests.

2. - Zoogeography

As a whole, 34 species have been identified, and their distributions defined more accurately in these regions.

Quantitatively, by using the corrective factors previously calculated, the genus Euphausia appears prevailing (63%), followed by Stylocheiron (25%), Nematoscelis (9%), Thysanopoda (3%) and Nematobrachion (0,4%); the genus Bentheuphausia (B. amblyops), although fairly common at depths exceeding 1 000 meters, is quantitatively negligible (1 200 specimens over 400 000 in our samples).

The available material has allowed to study 5 areas :

- Western Equatorial Pacific ("area A") : 170°E
- South Western Tropical Pacific ("area B") : 170°E / 15-25°S.
- Central Equatorial Pacific ("area C") : 135 - 155°W
- Central South Tropical Pacific ("area D") : 130 - 145°W / 15-25°S.
- Eastern Equatorial Pacific ("area E") : 92 - 140°W.

The equatorial zone is permanently richer than the tropical one; furthermore, the population density increases from West to East on the Equator, and from East to West in the tropics. The contrast is very conspicuous between areas enriched by divergence ("area C" : 1 032 animals per tow) and those where oligotrophic conditions prevail ("area D" : 115 animals per tow).

Concerning the qualitative aspect, a double faunistic evolution has been revealed :

- from South to North, the species of the tropical zone are progressively replaced by those of the equatorial zone (see ROGER, 1968 - Cah. ORSTOM sér. océanogr. VI (2) p. 83-96).
- from East to West on the Equator, the faunistic composition of the populations shows marked changes, so that it is possible to define an Eastern fauna, a Western fauna and a transpacific fauna (see ROGER, 1967 - Cah. ORSTOM sér. océanogr. V (1) p. 29-37).

In most cases, it appears that the percentage of small individuals is higher when the population density is great.

3. - Spatial distribution

The distributional features of the species have been investigated from two different points of view :

- the swarms occurring in Euphausia diomedae, Stylocheiron abbreviatum and Thysanopoda tricuspidata have been estimated; for the two first species, the swarms would represent, at least at certain times of the day, nearly half of the whole population, each swarm consisting of several hundreds of thousands individuals. In T. tricuspidata, the swarms are much smaller (some thousands specimens each) and affect less than one fifth of the whole population.
- excluding the case of swarms, it has been shown that even in the most homogeneous distributions, the Euphausiids are always overdispersed ($a = \frac{\sum S^2 - m}{m^2} = 0.15$ to 1.10).

4. - Difference between Day and Night catches

Night catches have proved to be systematically richer than day catches, whatever the depth reached by the net. It is shown that this fact results from the combination of two kinds of reasons :

- vertical migrations of animals, the depth occupied by day being much greater than the night one
- escapement of organisms through the large (4 mm) meshes of the anterior and middle parts of the net. As a matter of fact, the terminal section of the net (fine mesh) induces a "pression wall" at its mouth, so that the catch remains whirling in the middle part of the IKMT (large mesh), allowing the animals to escape proportionally to the duration of their stay in the net. In this way, the percentage which escapes is higher when the specimens are caught at great depth (day situation) than near the surface (night situation).

5. - Seasonal variations

The seasonal variations of abundance are very weak in tropical and equatorial regions, because of the feebly pronounced climatic alternation. Nevertheless, such fluctuations do exist for each species, the ratio between the richer and poorer season being 1.5 to 8.0 depending on species.

Moreover, it seems that the nature of these variations is not the same in the different regions of the Equatorial Pacific :

- near 170°E (Western part), the fluctuations in abundance of each species are weak, but all the species fluctuate at the same time, this being probably due to the attenuation of the equatorial divergence during southern summer. The result is that the curve of abundance for the whole group exhibit noticeable seasonal variations (ratio: 1.6).
- in the Central and Eastern parts on the contrary, the environmental conditions are even more constant and the fluctuations of the different species are not synchronous, so that the variations of the whole population are almost non-existent (ratio : 1.2).

6. - Vertical distributions (see ROGER 1971 - Mar. Biol. 10(2)
p. 134-144).

The vertical migrations and distributions of organisms are determining in two important fields :

- geographical distribution of species, water mass movements being different at different depths; if the age classes have not the same mean level of concentration, the species is spread out by size groups.
- trophic relationships, the availability of a species for predators depending on the respective vertical distribution, migrations and rythms of both of them.

The smaller Euphausiids (average length less than 10 mm) appear to remain permanently in the 0 to 160 m water layer.

As far as larger fauna is concerned, by night 86% of the Euphausiids occur in the 0 to 160 m water layer, 11% between 160 and 300 m, and 3% in deeper water layers. In terms of biomass, these percentages are 75%, 19% and 6% respectively, this being due to both facts that average size of deep-living species is larger than that of epipelagic ones, and that for most species the older animals tend to dwell in deeper water layers.

In the daytime, occurrence of this larger fauna can be considered as quantitatively negligible in the 0 to 200 m water layer, except where swarming occurs.

At specific level, the vertical distributions of species fall into 4 main types :

- (1) small epipelagic species, confined to the 0-200 m layer :
S. carinatum, E. tenera, S. affine.
- (2) non-migrating mesopelagic species, 50-500 m layer : S. abbreviatum,
S. longicorne, N. tenella, S. maximum.
- (3) non-migrating deep-living species : S. elongatum (300-600 m),
N. boopis and T. cristata (300 - 800 m), B. amblyops (600 - 1 000 m).
- (4) migrating species, more or less connected with Deep Scattering Layers. This group can be divided into :

- Nematoscelis sp. : day 200 - 600 m; night : 100 - 300 m
- E. diomedae, T. tricuspidata, E. aequalis, E. paragibba : day 400 - 600 m; night 0 - 160 m
- T. pectinata, T. monacantha, T. orientalis, N. flexipes : day 400 - 600 m; night 100 - 300 m.

The specific composition of the fauna of the various layers has been deduced from these considerations.

The durations of the nocturnal stays of migrating species in subsurface layers have been estimated from a series of consecutive tows.

The main point brought into evidence in the course of this study is the existence of two categories of species, identified by their daytime upper vertical limit of distribution, trophic meanings of which are absolutely different :

- species which have a daytime upper vertical limit shallower than 200-300 meters remain available for epipelagic predators (mostly fishes, feeding principally during the daytime), which are in turn eaten by longline tunas. These species, which participate in this way to the trophic chains leading to tuna, are the non-migrating epi - and mesopelagic, to which are added the most superficial fringe of the populations of E. diomedae, N. microps, N. gracilis and sometimes T. tricuspidata.
- on the contrary, the other species, in which all the individuals are deeper than 300 m in the daytime, are inaccessible to the epipelagic predators, and will participate to food chains almost completely independant from those leading to tunas.

7. - Ecology

Broadly speaking, Euphausiids can be considered as largely independant from environmental conditions, which influence upon their distributions is obvious only on a very extensive scale; this is due to 3 main kinds of facts :

- excepting a few epipelagic species, Euphausiids are : either vertically migrating animals, this behaviour implying that they are unaffected by many of the environmental parameters (in the Equatorial Pacific, a migrating specimen encounters temperature changes as great as 18°C during a 24 hours period, for example); either deep-living species, that is inhabiting a biotope marked by a great uniformity on wide areas.
- they stand at a relatively high level in the food chains, so that the fluctuations of available resources, due to enrichment or impoverishment processes, reach them after being reduced by the succession of lower links.
- usually, relationships between animals distribution and physico-chemical factors appear only when taxonomic levels lower than species are considered.

The ecological study of the 5 areas previously determined has been based on the calculation of the SHANNON-WIENER Index of specific diversity :

$$I_s = - \sum p_i \cdot \log_2 p_i$$

With the use of this index, the distinctive features of the populations have been revealed.

The Equatorial zone appears as a coherent system, showing progressive changes from East to West : the Eastern part is biologically "young", enriched by the Peru current and by an active equatorial divergence; the biomass is high and the diversity low (0.4 to 1.2); going westward, the biomass falls while the diversity increases conversely ($I_s = 1.2$ to 2.2 between 125° W and 180° ; $I_s = 2.2$ to 2.7 west of 180°) (see GUEREDRAT, J.A., R. GRANDPERRIN and C. ROGER. Cah. ORSTOM sér. Oceanogr., in press).

Diversity is even higher in the tropical oligotrophic areas ($I_s = 2.7$ to 3.7).

On the other hand, a measure of the propensity of the different species to inhabit or not the same area has been devised. This measure, referred to as "MISFIT Quotation", is a graphical rank comparison of the percentages of the whole Euphausiid populations represented by the species taken in pairs for the different areas. The shape of this quotation shows an almost linear relationship with the Spearman's R index; the value obtained for a pair is the higher as the species tend to inhabit different biotopes.

Three main ecological groups have thus been revealed :

- Equatorial group : S. affine, N. gracilis, E. diomedae, T. monacantha, N. tenella, T. orientalis (these last two species being transitional with the Tropical group)
- Tropical group : S. maximum, S. longicorne, N. boopis (transitional with Equatorial group); T. pectinata, N. sexspinosus, T. tricuspidata, T. aequalis, S. abbreviatum, T. cristata, S. elongatum. To this group are connected N. flexipes, T. obtusifrons, T. subaequalis, E. fallax, E. brevis, E. mutica, N. atlantica which are exclusively tropical.
- Intermediate group (no clear ecological affinities) : N. microps, E. paragibba, S. carinatum.

8. - Reproduction and growth

Despite the misty picture obtained for the seasonal size structure of pelagic populations from warm water high sea regions, where reproductive processes are nearly permanent, some suggestions are proposed about the life cycles of the most abundant species.

Ovarian maturation is described, and separated into 4 main stages.

Fecundity, expressed as the number of ripe eggs in the mature (st. IV) ovary, is proving much lower than that of cold or temperate species : 80 for E. diomedae and N. tenella, 40 to 54 for all the species of the genus Thysanopoda except T. aequalis (24), less than 10 for deep-living species N. boopis and B. amblyops. This low fecundity is counterbalanced by a more rapid cycle and earlier maturity.

The fecundation threshold has been defined as regard to animal size (age) and ovarian stage.

As far as the weak fluctuations of the size structure of the populations are reliable, following features can be suggested : life span of T. tricuspidata, T. monacantha, T. aequalis, N. tenella, E. diomedae and N. boopis appears to be 1 year approximately (10 to 15 months); it should reach 2 years for deep-living B. amblyops. The corresponding mean monthly growth in total length is 1.0 mm for E. diomedae and B. amblyops; 1.2 mm for T. aequalis; 1.4 mm for N. boopis; 1.6 mm for N. tenella; 2.0 mm for T. tricuspidata and T. monacantha. Sexual maturity is got as soon as 8-10 months but females seem to participate to only one spawning period and die soon after. Spawning occurs all the year round but can be more intense for some species between September and April.

It is suggested that small epipelagic species (i.e. S. longicorne, S. microphthalma, S. affine, E. tenera etc...), subjected permanently to very high temperatures (20-25°C) could present even more rapid cycles than the species here considered, which belong to migrant mesopelagic or bathypelagic types.

9. - Trophic relationships

Trophic relationships are the determining factor of biological equilibrium, as the existence and abundance of any population depend on the ratio nutrition - predation which defines it.

9.1. - Nutrition of Euphausiids

Until now, the works done on this subject provided in most cases only qualitative lists of items found in the stomachs. The drawbacks of this kind of investigations are that only a small part of the stomach content is recognizable in this way, and moreover that the remains identified belong only to the food consumed which had the most resistant structures.

In order to study the trophic level of species, it has been necessary to take into account the whole content of the stomach, to establish if its origin was plant or animal or both. The binocular examination of the opened stomachs has proved to make possible the discrimination between phyto and zooplankton; the first one keeps its green-color during several months even when animals are preserved in 10% formalin; animal food looks like whitish or brownish material.

More than 3 000 specimens have been examined in this way, each stomach being quoted "V" if more than 80% of its content were phytoplankton, "A" if this same percentage was animal food, "VA" if phyto - and zooplankton were

of comparable importance; the trophic level of each species has been defined as the percentage $\left[\frac{A}{A + (VA/2)} \right]$, which measures the part of animal food among the aliments.

Main results are as follows :

- T. aequalis, N. boopis, S. abbreviatum and T. orientalis are strictly carnivorous species.
- N. gracilis, N. flexipes, T. monacantha and T. pectinata are mainly carnivorous, but consume some phytoplankton to meet their food requirements.
- T. cristata, N. microps, E. diomedae and N. tenella are typically euryphagous species, zoo - and phytoplankton occurring in almost similar proportions in the stomachs.
- in T. tricuspidata and B. amblyops phytoplankton predominates, but zooplankton represents 1/5 to 1/3 of the whole food.
- E. paragibba and E. gibboides are strictly phytophagous.

Two remarks are to be done :

- on the whole, zooplankton is more important than phytoplankton as food for tropical Euphausiids : 12 species over 16 consume more zoo - than phytoplankton.
- classing of all the morphologically differentiated species (genus Nematoscelis, Nematobrachion, Stylocheiron) into carnivorous type is an oversimplification leading to serious mistakes in trophic studies; such species as N. microps and N. gracilis consume large quantities of phytoplankton. In the same way, several morphologically primitive species, such as T. aequalis, T. monacantha or T. pectinata are far from strictly phytophagous species.

On the other hand, the analysis of the fluctuations of the repletion index of stomachs during the 24 hours period, allowed to establish the main features of the feeding behaviour :

- it exists a rythm of the feeding activity for most species, revealed by a sinusoid type curve of the repletion index.
- in most cases, this rythm is not synchronous with the day/night alternation : for several species, an increase of the feeding activity is evident as soon as 14 h (2 p.m.) approximately, i.e. before the nocturnal ascent of animals towards the surface, when they are still concentrated in the 300 - 600 m water layer. Feeding remains usually intense by night (8 p.m. to sunrise) in the rich subsurface layers. Inversely, nutrition is slackened in deserted subsurface (0-300 m) layers between sunrise and sunset, as well as in deeper layers from midnight to noon approximately.

Finally, the knowledge of the trophic levels of most of the species leads to the definition of the trophic structures of populations from the various areas. It is shown that the percentage of carnivorous forms is inversely correlated with population density. Thus, the trophic picture confirms that obtained through the analysis of zoogeographical and ecological (specific diversity) features : in the Equatorial and South Tropical Pacific, the areas E, C, A, B, D in that order are inhabited by populations more and

more scanty and diversified, where the proportion of carnivorous forms is more and more important.

9.2. - Euphausiids as food for pelagic predators

Qualitatively, it has been shown since many years that Euphausiids constitute a rich source of A and B 12 vitamins. Quantitatively, we have previously established that this group accounts for nearly 10% of the whole planktonic-micronektonic biomass in these regions.

It only remains to define on what conditions these organisms are available to predators, i.e. what are the factors determining their utilization. These appear to be of 3 main kinds :

- a suitable individual size ratio predators/preys. In view of evaluating what amount of food the Euphausiids represent in the different size classes, estimation have been made of the percentages of their total biomass accounted for by the animals of the various size groups (mean measurements) :

• animals	7 - 9 mm length	& 1 - 4 mg wet weight	: 7.9 %
• "	9 - 13 "	& 4 - 11 "	: 25.4 %
• "	13 - 16 "	& 11 - 20 "	: 43.9 %
• "	16 - 18 "	& 20 - 37 "	: 14.8 %
• "	18 - 23 "	& 37 - 65 "	: 3.3 %
• "	23 - 26 "	& 65 - 120 "	: 2.5 %
• "	26 - 33 "	& 120 - 220 "	: 1.2 %
• "	> 33 "	& > 220 "	: 0.9 %

qualitatively, most organisms measuring more than 20 mm (total length) and weighting more than 50 mg (wet weight) belong to : Thysanopoda sp., S. maximum, N. boopis and B. amblyops. Inversely, most of the smaller specimens belong to Euphausia sp., Nematoscelis sp. and Stylocheiron sp. (except S. maximum).

- the vertical distributions and migrations of species, which lead or not to the simultaneous presence of the preys and their predators in the same water layer. It has been shown previously (see paragraph 6) that, from the trophic point of view, Euphausiids can be divided into two main groups according as they remain or not during the daytime in layers (shallower than 300 m) where epipelagic fishes, which are in turn the preys of the large pelagic tunas, are feeding at this time.
- although probably less important, the type of spatial distribution has an effect upon the availability of preys; it is suggested that swarming of preys is favourable for their utilization by predators.

9.3. - Their main predators, and their participation to pelagic food webs of the Equatorial and South-Tropical Pacific.

Attention has been paid especially to the utilization of Euphausiids by the fishes characteristic of the two main trophic categories of pelagic warm water regions :

- on the one hand, micronektonic mesopelagic fishes, more or less connected with Deep Scattering Layers; these fishes are caught in

large quantities by midwater trawls, but are not consumed by tuna, owing to their absence from the 0-300 m layer in the daytime, i.e. during the hours of feeding activity of the large longline subsurface tunas of these regions.

- on the other hand, the epipelagic fishes, inhabiting permanently the 0-300 m layer, which are the preys of tunas during the daytime. These fishes, faster swimming than the mesopelagic ones, are rarely caught by midwater trawls, and most of the available specimens originates from tunas stomachs.

9.3.1. - Euphausiids as food for mesopelagic fishes (main families : Gonistomidae and Myctophidae).

These fishes (overall length usually between 30 and 50 mm) account for more than 50% of the whole average catch of IKMT, in terms of biomass. Nearly 2 000 stomach contents of these fishes, belonging to species selected as to represent more than 90% of this Ichthyofauna, have been examined. Main results are as follows :

- on the whole, Euphausiids account for 8% by volume (even more by weight) of the total food ingested by these fishes, this percentage rising 21% if the genus Cyclothone is not considered. They represent one of the most frequent item found among the food of Vinciguerrria nimbaria (larger specimens only), Gonistoma rhodadenia, Triphoturus microchir, Lampanyctus niger, L. hubbsi, L. festivus, Symbolophorus evermanni, Diaphus termophilus, D. regani, D. lutkeni, D. theta, D. elucens, D. malayanus, D. lucidus, D. splendidus, Sternoptyx diaphana and Bregmaceros sp.
- qualitatively, 45% of the Euphausiids ingested belong to the genus Euphausia, 40% to genus Stylocheiron and 13% to genus Nematoscelis. The genus Thysanopoda, Nematobrachion and Bentheuphausia are almost absent, this being due to their size too important for these small predators : 90% of the Euphausiids they capture have an overall length ranging between 7 and 18 mm.
- as a matter of fact, it is observed in most cases an almost linear correlation between predator size and both frequency of occurrence of Euphausiids in the stomachs and size of Euphausiids ingested.
- the analysis of the fluctuations of the occurrence of Euphausiids in the stomachs over the 24 hours period leads to recognize 3 different phases :
 - maximal occurrence by night from 22 h. to 02 h. (10 p.m. to 2 a.m.), followed by a fall between 02 h. and 08 h. (2 a.m. to 8 a.m.).
 - minimal occurrence between 08 h. and 16 h. (8 a.m. to 4 p.m.)
 - a strong increase from 16 h. to 18 h. (4 p.m. to 6 p.m.), followed by a light fall between 18 h. and 20 h. (6 p.m. to 8 p.m.) which corresponds to the sunset ascent of animals toward the surface.

- Moreover, the species of Euphausiids ingested during these different phases are not the same : Euphausia sp. are consumed by night (in subsurface layers) as well as during the daytime (in deeper layers); small Stylocheiron mainly by night in subsurface layers; Nematoscelis sp. and Stylocheiron abbreviatum principally at the time of vertical migrations (sunset and sunrise), when the predators cross their biotope, intermediate between subsurface and deeper layers.
- this analysis leads to suggest a scheme for the predatory behaviour of these mesopelagic fishes against Euphausiids :
 - . the smaller fishes (less than 40 mm overall length) consume almost uniquely the smaller Euphausiids (Euphausia tenera, Stylocheiron carinatum, S. affine, S. longicorne, S. microphthalma, S. suhmii), encountered only by night in subsurface layers.
 - . the larger fishes (more than 40 mm overall length) on the contrary, are able to feed on larger Euphausiids, i.e. on the migrating Euphausia diomedae hunted by night in subsurface layers and during the daytime in deeper waters, as well as on the species of intermediate layers (Stylocheiron abbreviatum, Nematoscelis sp.) encountered during their vertical migrations (sunrise and sunset).

9.3.2. - Euphausiids as food for epipelagic fishes (main families : Bramidae and Paralepididae).

These fishes, which are eaten by tunas, ingest noticeable quantities of Euphausiids, this being the way by which these crustaceans participate to food webs leading to tunas. As a matter of fact, large subsurface tunas, which have very likely in the South Pacific a daytime feeding activity, do not utilize directly Euphausiids as food, because the large specimens which could be suitable preys for them occupy during the light hours deeper water layers.

1 200 stomach contents of these epipelagic fishes have been observed, leading to the following conclusions :

- quantitatively, Euphausiids account for 10% by volume (even more by weight) of the whole food ingested. Their main predators are : Bramidae (Collybus, Taractes, Pteraclis), Paralepididae (Paralepis, Macroparalepis), and a Gempylidae (Diplospinus multistriatus) which is the main prey of Alepisaurus sp., juveniles of which are eaten by tunas.
- qualitatively, the Euphausiids ingested pertain mainly to the genus Stylocheiron (64%) and Nematoscelis (15%). On the contrary Euphausia sp., which were a so important food for mesopelagic fishes, provide here only 12% of the Euphausiids consumed.

In other words, epipelagic fishes which are the preys of tunas eat principally upon species which stay during the daytime in the subsurface (0-300 m) layers, but not on those which occupy at this moment deeper layers and come to the subsurface only at night, i.e. at a time when these fishes have a reduced feeding activity.

These investigations suggest accordingly that pelagic food webs concerning the D.S.L. (migrating mesopelagic) fauna are largely independant, since

lower links, from those which lead to epipelagic systems including longline tunas. The latter would depend mainly from subsurface resources, and have probably reduced possibilities to make use of the biomass of migrant or deep-living fauna.

9.3.3. - Euphausiids as food for other pelagic fishes.

Very few material was available concerning this point. However, the examination of a few hundreds of stomachs from Selar crumenophthalmus (Carangidae) and Skipjack tuna Euthynnus (Katsuwonus) pelamis, leads to the suggestion that several species of Euphausiids (Euphausia fallax, Thysanopoda tricuspidata) are a major food source for some fishes of economic interest.

*
* *

TEMPERATURE INVERSIONS IN THE EQUATORIAL PACIFIC (Abstract)

F. JARRIGE

(International Symposium on the Oceanography of the South Pacific -
Wellington - New Zealand - 9.15 Feb. 1972).

During most of the cruises of the R.V. "Coriolis" in the Equatorial Pacific along the meridian 170°E , temperature inversions have been observed in the thermocline layer. For the three cruises CYCLONE 2, CYCLONE 3 and CYCLONE 4, these inversions have been analyzed and studied. Their thickness is generally less than 15 meters and in the meridian plane they horizontally extend over 20 nautical miles at most. The order of magnitude of the temperature differences is some tenths of a degree. Such features suggest a laminae structure of the water masses which can be found in this region. Among all the observed temperature inversions, two types can be distinguished : one corresponding to inversions bound to high salinity gradient, and another corresponding to inversions located in the core of the Equatorial Undercurrent.

No density inversions have been observed and the temperature inversions can be considered stable from a mechanical point of view. A model of formation of these inversions is proposed and from theoretical considerations, formation conditions are given : high salinity gradient or strong advection motion.

For all the observed inversions, one of these two conditions is filled at least. The equatorial region is the boundary between the South Pacific Subtropical Water of high salt content, and water masses of low salinity from the northern hemisphere and many salinity fronts are observed.

For the temperature inversions located in the core of the Equatorial Undercurrent, the vertical salinity gradient is correlated with the meridian gradient of the N-S component of the velocity : when the salinity gradient condition is not filled, there is a convergence of the meridian velocity, and this type of inversions can be considered as an effect of it. That gives some reality to such a convergence which has been found by numerous authors in their theoretical model of equatorial circulation.

CURRENTS AT THE EQUATOR IN THE WESTERN PACIFIC OCEAN
- EVOLUTION BETWEEN 140°W AND 140°E - WIND INFLUENCE
(Abstract)

Ch. COLIN, Ph. HISARD, P. RUAL

(International Symposium on the Oceanography of the South Pacific -
Wellington - New Zealand - 9.15 Feb. 1972).

Eight "Cyclone" cruises of the R.V. "Coriolis" along the 170°E meridian between 4°S and 4°N, where current measurements were carried out with a close spacing (30 n.m, 20 m) have given some evidence of several typical currents. It was of interest to look for other evidences of these currents along the equator.

Currents at 170°E.

Under the Equatorial current which has two main cores at 2°30S and 2°30N, lies the Equatorial Undercurrent, centred on the equator, which is divided into two cells, respectively 100m and 200m deep; the upper cell is situated at the bottom of the mixed layer; it is not in geostrophic balance and seems to be induced by the wind; the lower one, within the thermocline, is very steady and in geostrophic balance.

Evolution through the Pacific Ocean.

The two cells of the Equatorial Undercurrent are clearly distinct in the western Pacific from New Guinea to about 150°W - 160°W; further east the thermocline rises from 100m to about 30m, and the Undercurrent has only one core, within the thermocline, at a depth of 100m; this core presents the characteristics of both cells or of the lower one only : these characteristics depend upon the presence or absence of the trade-wind at the surface.

In the western and in the eastern Pacific where the trade-wind can be replaced by west winds, the Equatorial current vanishes at the equator and is replaced by an eastward current at the surface. Below this eastward current a westward core replaces the upper cell of the undercurrent, but the lower cell remains unchanged.

PRELIMINARY REPORT OF THE CORIOLIS CRUISE NORTH OF
NEW-GUINEA IN JANUARY - FEBRUARY 1971 (Abstract)

J.R. DONGUY; C. HENIN; Ph. HISARD

—

(International Symposium on the Oceanography of the South Pacific -
Wellington - New Zealand - 9.15 Feb. 1972).

—

North of New-Guinea the equatorial current system is strongly influenced by the monsoon rhythm.

The R.V. Coriolis has carried out two trans-equatorial cruises north of New-Guinea in january-february 1971 (FOC 1) and in june-july 1971 (FOC 2) including 4 meridional sections with hydrological casts and current measurements from 4°N to the coasts of New-Guinea, New Britain and Salomon Islands along 142°30E, 146°E, 150°E and 154°E.

The aim of this paper is to give a preliminary description of the currents system during the northern winter cruise FOC 1. In this area the wind which was blowing from the southeast in august 1970 and from the northeast in november switched to the northwest in the beginning of december. Thus during the cruise, a very shallow (<50m) eastward surface current of low salinity was present at the equator. It was certainly the remains of a larger countercurrent which started in december 70 when the wind stress reversed. This surface current was consistent with the equatorial surface convergence evidenced by meridional distribution of nutrient salts. However, along the north coast of New-Guinea a south-eastward surface current induced a strong coastal divergence which was consistent with the observed nutrient enrichment of surface waters.

The Equatorial current was divided in two branches by the eastward equatorial surface current but in subsurface at the equator, these two branches were linked by an intensified westward core which was flowing at the bottom of the homogeneous surface layer whose maximum velocity was 70 to 80 cm/s at 100 m depth and volume transport was 15 to 20 10^6 m³/sec.

The current velocity pattern and hydrographic features permit a clear identification of the undercurrent whose core had a velocity up to 60 cm/s at a depth of 220 m clearly distinct from the north equatorial countercurrent but related to it by a continuous eastward flow. The undercurrent was associated to a strong meridional gradient of salinity, a spreading of the thermocline and an homogeneous core of oxygen at the depth of maximum velocity.

During the Cyclone cruises at 170°E, the equatorial undercurrent has been observed as a double-cell structure, the upper layer being located in the homogeneous upper-layer above the top of the thermocline and the lower cell staying in the discontinuity layer. Here north of New-Guinea the lower cell was present but an intensive westward core substituted for the upper cell. The cruise FOC 1 corroborates the reversal of the eastward upper cell of the equatorial undercurrent when an eastward surface current driven by a west wind substitutes for the Equatorial current at the equator.

SURFACE CONDITIONS IN SOUTH TROPICAL PACIFIC
FROM AUSTRALIA TO POLYNESIA (Abstract)

J.R. DONGUY, C. HENIN, F. ROUGERIE, A. LE CORVAISIER

(International Symposium on the Oceanography of the South Pacific -
Wellington - New Zealand - 9.15 Feb. 1972).

From 1956 to 1961 the R.V. ORSOM III of the Centre ORSTOM de Nouméa and the R.V. GASCOYNE of CSIRO (Division of Fisheries and Oceanography) have carried out many cruises in the Coral Sea. From 1965 to 1970 the R.V. CORIOLIS was working in the South Tropical and Equatorial Pacific; these researches have led to identify two superficial zonal current systems, one in the western Pacific, another one in the central Pacific. In each of them, there is an eastward current at about 10°S . It was thus necessary to revise the usual schemes of the circulation in the Coral Sea to adjust them to the conditions found at 170°E and also to establish if both eastward flows were continuous between 170°E and 140°W though separated by 50° of longitude.

The dynamic conditions of the Coral Sea are strongly influenced by the monsoon. In austral summer, during the northwest monsoon a warm and low salinity eastward flow comes from the north of New-Guinea. Eastwards, this flow is divided in two, forming the South Equatorial Countercurrent and the South Tropical Countercurrent. The first of these countercurrents is thoroughly associated to the South Trade Wind Convergence zone. In austral winter a saltier westward flow is pushed by the southeast tradewind. This flow is separated in two parts by the South Equatorial Countercurrent. The South Equatorial Current goes through the Coral Sea south of Solomon islands; a part of this current joins the Equatorial Current through the Vityaz Straight, the other one supplies the South Tropical Countercurrent. The countercurrents forming on the spot are saltier than during austral summer.

In the central Pacific, existing data (REID 1961, BURKOV 1966) give very little details on the circulation. The data of R.V. CORIOLIS and those supplied by the N.O.D.C. have been used to draw the mean dynamic topography between 170°E and 130°W , from the equator to 20°S . The existence of the eastward flow is confirmed but the dispersion of the data between 180° and 160°W does not allow to establish if it is continuous. In June-July 1970 the R.V. CORIOLIS has thus carried out the cruise DANAIDES from 6°S to 20°S along 164°W , 170°W and 177°W meridiens in order to fill this oceanographic gap. The completed mean surface dynamic topography shows two independant circulation systems; east of 180° the southern subtropical convergence is identified at about 15°S with a direction approximately WNW-ESE. Northward a divergence and then a convergence enclose the eastward flow found at 140°W at about 10°S . This flow belongs to a cyclonic cell with a western boundary at 180° . West of 180° is the circulation system found by MERLE, ROTSCHI, VOITURIEZ (1969); the South Equatorial Countercurrent belongs to a cyclonic cell with an eastern boundary at 180° . The discontinuity at 180° is very clear but this front is probably moving on both sides of this meridian.

H. ROTSCHI

(International Symposium on the Oceanography of the South Pacific --
Wellington - New Zealand - 9.15 Feb. 1972).

From november 1965 to may 1968, the R.V. Coriolis, research vessel of the Centre ORSTOM de Nouméa, sailed 11 oceanographic cruises along the meridian 170°E, between 20°S and 4°N. The results of this work show a thorough dependence of the water masses properties upon their movements. Two hydrological situations corresponding to fundamentally different surface conditions are discussed : the distributions in southern hemisphere winter, when the dominant surface wind is the tradewind and the distributions in summer, when in the western equatorial Pacific, the surface wind reverses, blowing from the northwest.

The climatic changes, affect mainly the surface circulation at the equator. In winter the current is westward and in summer it is eastward. But in the first case, below the surface westward current and above the top of the thermocline, there is an eastward current upper core of a two cores Cromwell current system. In the second case, the situation is reversed. In and below the thermocline, the currents are not affected by the surface conditions. They are the second main core of the Cromwell current at about 200 m and from 300 m downwards the westward equatorial intermediate current embedded in an eastward flow. In the tropical region, the zonal circulation characterized, in a general westward flow, by the south equatorial counter-current at about 10°S and the south tropical countercurrent near 20°S, does not seem to have marked seasonal variations.

In winter time, the vertical temperature distribution shows a typical spreading of the isotherms of the thermocline, an upward slope of the isotherms near the surface indicating upwelling and in the tropical region, a reversal of the slope of the upper isotherms of the thermocline bound to the two geostrophic countercurrents. In the salinity distribution, at the surface, equatorial surface water and subtropical surface water of the south Pacific are easily identified. In subsurface the highly saline subtropical water of the south Pacific extends over a large region and crosses the equator. In the equatorial region isolated masses of low and high salinity indicate that the Cromwell current gets its hydrological originality west of 170°E. The north Pacific intermediate water shows at 2°N. The form of the isohalines suggests convergence in the upper part of the thermocline. The density distribution points out the core of the Cromwell current at about 200 m, the limit of which is close to 300 m. Below this depth appears the westward equatorial intermediate current embedded in an eastward flow. The upwelling shows also clearly. The same hydrological features appear in the distribution of the nutrient salts. Oxygen permits an easy identification of the Cromwell current, of the equatorial intermediate current, of the Perou and Central America minima and of the antarctic intermediate water.

In summer time, low salinity water from the north of New-Guinea flows along the equator and the equatorial upwelling is replaced by a surface convergence affecting the homogeneous layer in which the concentration of the nutrients decreases, thus reducing the productivity. No other important changes occur.

MINERALIZATION SOUTH OF THE EQUATOR IN RELATION
WITH EQUATORIAL FERTILITY (Abstract)

LOUDOT, C., P. RUAL and B. WAUTHY

(International Symposium on the Oceanography of the South Pacific -
Wellington - New Zealand - 9.15 Feb. 1972).

All the cruises of the R.V. "Coriolis" in the Western Equatorial Pacific have pointed out a nitrite accumulation layer which has been found at the top of the thermocline, in a convergence zone near 5°S. A special cruise called EPONITE has been devoted to the study, along the 167°E meridian, of this phenomenon, which is of particular importance, because of its location just south of the highly fertile equatorial upwelling zone. The nitrite is an intermediary step in the mineralization cycle of the organic nitrogen. But it can also be produced by bacteria or by phytoplankton cells reducing nitrate. The presence of nitrite in a well oxygenated layer raises the question of its origin.

The EPONITE cruise has been carried out, while the tradewinds were blowing from the east-northeast. In the mixed layer the result was : north of the Equator, a surface divergence and an upwelling, south of the Equator, a surface convergence with a frontal zone. Underneath, in the lower part of the thermocline, laid the salinity maximum of the South Pacific Subtropical Water.

The vertical distributions of density and others parameters, like pigments, forbid all vertical relationships between the nitrite maximum and the content of the overlaying waters. The Cromwell theoretical model of the meridional circulation with a northeast tradewind indicates that the rich heavy water upwelled north of the Equator, sinks in the frontal zone south of the Equator and flows southward below the warm homogeneous layer. In its motion the water would carry the nitrite either as nitrite, either as nitrogenous organic matter, which is slowly mineralized, away from the rich equatorial upwelling area. The nitrite could thus be only an intermediate step, and a nitrate maximum, south of the nitrite one, would be a further step.

In case of a switch of the wind to the southeast the horizontal divergence and upwelling south of the Equator would upwell the nutrients accumulated along the previous convergence zone and support the equatorial fertility.

ON THE ECOLOGY OF THE FAMILY PHRONIMIDAE (CRUSTACEA-AMPHIPODA)

IN THE WESTERN PACIFIC (Abstract)

R. REPELIN

(International Symposium on the Oceanography of the South Pacific -
Wellington - New Zealand - 9.15.Feb. 1972).

From December 1965 to August 1967, the R.V. "Coriolis" of the Centre ORSTOM de Nouméa (New-Caledonia) carried out 9 cruises in the western Pacific along 170°E.

Nine species of the family Phronimidae not previously reported from this area were identified. The most abundant of them were quantitatively analyzed and their distributions plotted between 5°N and 20°S.

The greatest densities of individuals are noted in equatorial waters but there is evidence of a temporary decrease when a convergence takes the place of the upwelling. Only 6 species appear in these nutrient rich waters. These are : Phronima sedentaria, P. atlantica, P. solitaria, P. pacifica, P. curvipes and Phronimella elongata.

Phronimids in tropical waters are collected in small numbers. Nine species are recognized and 3 of them (P. colletti, P. bucephala and P. stebbingi) do not occur north of 8°S.

MICRONEKTON IN THE EQUATORIAL AND TROPICAL

SOUTH PACIFIC OCEAN (Abstract)

M. LEGAND, P. BOURRET, A. MICHEL

(International Symposium on the Oceanography of the South Pacific -
Wellington - New Zealand - 9.15 Feb. 1972).

The equatorial and tropical waters of the Central Pacific Ocean have been surveyed with Isaacs-Kidd midwater trawls, large pelagic trawl, and various nets, down to 1200 m. Procedures and results of those day and night collections are discussed for the different gears.

The vertical distributions of the principal micronektonic taxa are given in detail. Most of the fishes and the crustaceans can be classified into three ecological groups :

- 1/ Subsurface fauna : those organisms stay day and night in the upper 450m (epipelagic fishes, fishes and squids found in stomach contents of the large pelagic predators and in the pelagic trawl, Phronimidae and meroplanktonic animals).
- 2/ Deep non-migrant fauna : its components stay at night at their daytime level, though the upper limit of their distribution may rise slightly at night. Most of these organisms are concentrated between 450 and 850m (genus Cyclothone, Sternoptyx diaphana, Mysids).
- 3/ Interzonal fauna : elements of that fauna migrate at night from their daytime habitat, between 450 and 850m, to the upper layers and are even found at the surface. However part of the population of some migrants remains during the night at its daytime level. (Myctophidae, Gonostomidae, Euphausiids, Sergestids).

These distribution patterns are closely related to the feeding habits. Variations of the migratory behaviour with different factors (regions, seasons, thermocline, light, life cycle) are discussed for some fishes and euphausiids, and the trophic implications are considered. Relationships between the standing crops of the plankton and the micronekton are given for the equatorial and tropical regions of the South Pacific.

NUTRIENTS IN HYDROLOGICAL STUDIES (Abstract)

OUDOT, C. and F. ROUGERIE

(International Symposium on the Oceanography of the South Pacific - Wellington - New Zealand - 9.15 Feb. 1972).

Nutrients, although they are not conservative properties, are often used in hydrological studies. Sometimes their distribution is more influenced by the physical processes than by the biochemical ones and sometimes the nutrients concentrations help to date the water masses. For a long time nutrients analysis was difficult and required a lot of cares. Now the simplification of analytical methods, more and more automated, make that they are easily carried out on board.

The vertical distribution of nutrients, determined by the biological activity on a large scale, can reflect the vertical motion of water. The nutrients such as nitrate and phosphate are the best indicators for upwelling and sinking in the surface layer. The nitrite by its particular vertical distribution, can sometimes indicate a subsuperficial convergence. The meridional distribution of silicate, less symmetrical with respect to the Equator than the nitrate or phosphate one, allows to see the intrusion of north water type or south water type at the Equator.

At the time of the first studies of the Equatorial Undercurrent, Knauss had shown that it was homogeneous because the vertical oxygen gradient was very small. In fact this homogeneity does not result from vertical mixing, as shown by the vertical gradients of nutrients, but from the superposition of several water masses, with the same oxygen content. The double-cell structure of the Equatorial Undercurrent in the Western Pacific becomes indistinct and even disappears in the Central Pacific. Nevertheless, chemical considerations such as nutrients and oxygen, allow to point out the influence of each cell and to show that the upper cell belongs to the superficial circulation system.

The South Equatorial Counter Current, recognized in the Western Pacific as an eastward flow, carrying less saline waters, has been accurately described thanks to chemical properties, such as nutrients and oxygen.

INFLUENCE OF THE EQUATORIAL DIVERGENCE UPON THE ZOOGEOGRAPHY
AND VERTICAL DISTRIBUTION OF SOME BATHYPELAGIC COPEPODS IN
THE PACIFIC OCEAN (Abstract)

J.A. GUEREDRAT

(International Symposium on the Oceanography of the South Pacific -
Wellington - New Zealand - 9.15 Feb. 1972).

The equatorial zone in the Pacific Ocean is dominated by the equatorial currents system with a divergence along the equator. In the upper layers it is well established that an enrichment is linked with this divergence, it seems to us that the same occurs for the bathypelagic copepods.

The equatorial enrichment is studied with four types of comparison :

- a) with stations along the 170°E including the equator and with two sets of stations at 142°W one on the equator the other at 10°S;
- b) between the central and western regions on the equator;
- c) among different periods of the year at the equator.

These comparisons show that :

- a) In the equatorial divergence the greatest biomasses of zooplankton and the largest numbers of Megacalanus princeps Paraeuchaeta hanseni and Metridia princeps exist.
- b) Along the equator at 142°W the zooplankton and stocks of bathypelagic copepods are more important than at 170°E owing to the decrease of the upwelling intensity.
- c) At 170°E the temporary replacement of the divergence by a convergence produces a drop of the zooplankton biomass and later of the numbers of bathypelagic copepods.

In the upper layer upwellings involve generally an ascent of species to the surface and a reduction of the amplitude of their diurnal migration. Apparently the bathypelagic copepods react in the same way.

SHARKS OF NEW-CALEDONIA (Abstract)

FOURMANOIR, P. and P. RANCUREL

(International Symposium on the Oceanography of the South Pacific -
Wellington - New Zealand - 9.15 Feb. 1972).

28 species of sharks have been observed in New-Caledonia :

Isuridae : Isurus oxyrinchus, Carcharodon carcharias -

Alopiidae : A. vulpinus, A. superciliosus -

Sphyrnidae : S. mokarran, S. lewini -

Carcharhinidae : (Carcharhinus) albimarginatus, amblyrhynchus (Wheeler,
Ommaney), leucas, limbatus, melanopterus, milberti, obscurus, sorrah,

Prionace glauca, Galeorhynchus cuvieri -

Triakidae : Negaprion acutidens, Mustelus manazo (200m), Triaenodon obesus -

Orectolobidae : Ginglymostoma ferrugineum, Stegostoma fasciatum,

Galeorhinus japonicus -

Squalidae : Squalus blainvillei (250-400m), Etmopterus lucifer (400m),

Isistius brasiliensis -

Scyliorhinidae : Galeus sp. (700m).

(The indications of depth in this list are given for the deep-water species).

We have to mention the abundance of C. milberti. In the S.E , where the continental shelf is relatively wide, it can be found between 0-240 m at a distance of 8 miles from the shore. In this area it is difficult to find either C. amblyrhynchus or C. albimarginatus usually the most common sharks near the bareer reef.

There is also an abundance of Squalus blainvillei and Hexanchus vitulus in waters deeper than 200 m.

AN ATTEMPT TO DETERMINE THE TIME OF DEATH OF CATCHES
DURING LONGLINE FISHING (Abstract)

J. PAGES

—

(International Symposium on the Oceanography of the South Pacific -
Wellington - New Zealand - 9.15 Feb. 1972).

—

Body temperatures of tunas caught by long line were measured at different locations. The pattern of heat distribution was observed on "live" and "dead" fishes. It was attempted to determine the rate of cooling and its relation to time, ambient temperature and body measurements. A further attempt was made to know, from the temperature, the depth of capture. The results are not clear.

—

.

.

.

.

.

.

BIOLOGICAL INVESTIGATIONS ON SOME IMPORTANT SPECIES OF
EUPHAUSIACEA (CRUSTACEA) FROM THE EQUATORIAL AND SOUTH
TROPICAL PACIFIC (Abstract)

C. ROGER

(International Symposium on the Oceanography of the South Pacific -
Wellington - New Zealand - 9.15 Feb. 1972).

Despite the misty picture obtained for the seasonal size structure of pelagic populations from warm water high sea regions, where reproductive processes are nearly permanent, some suggestions can be proposed about the life cycles of Thysanopoda tricuspidata, T. monacantha, T. aequalis, Nematoscelis tenella and Euphausia diomedae inhabiting the Central Equatorial Pacific.

All these five species appear to have a longevity of one year approximately (10 to 15 months); sexual maturity is reached as soon as 8-10 months, but females seem to participate to only one spawning period and die soon after. The corresponding mean monthly growth in total length is 1.0 to 2.0mm depending on species. The rapid cycle and early maturity are counterbalanced by a low fecundity, 24 to 80 according to species.

It is suggested that small epipelagic species, subjected permanently to very high temperatures (20-25°C) could present even more rapid cycles than the species here considered which belong to the mesopelagic migrant type.

COASTAL BENTHIC OCTOPODS (MOLLUSCA-CEPHALOPODA) OF
NEW CALEDONIA (Abstract)

P. RANCUREL

-

(International Symposium on the Oceanography of the South Pacific -
Wellington - New Zealand - 9.15 Feb. 1972).

-

Among the octopods dwelling in the new-caledonian lagoon, three species are important because of their size and their abundance. The biggest and most abundant species is Octopus cyanea very common in all reefs of the central and western Pacific. It is well known and has been the subject of a fairly great number of studies.

The other two main species have a statute still discussed by teuthologists. The best known, (Octopus nivosus) is a little octopod living on the sandy or muddy flat reefs of the Pacific and Indian oceans. It has been sometimes confused with another species, Octopus horridus, which has a similar distribution. We have captured individuals of these two species at the same places and their study in vivo could probably help to reconsider the problem.

The third species is represented by a reddish, long armed octopus usually considered similar to the mediterranean species Octopus macropus. But the presence on the north Pacific coast of a very similar species Octopus variabilis raises the problem of their identity. Night catches at light of a great number of individuals of this last species could also clear up the problem after comparison with mediterranean-atlantic species accurately identified.

Some other smaller species are actually under study.

AMPHIPODS CONSUMED BY LONGLINE PELAGIC FISHES FROM THE
WESTERN SOUTH PACIFIC (Abstract)

R. REPELIN

(International Symposium on the Oceanography of the South Pacific -
Wellington - New Zealand - 9.15 Feb. 1972).

A study was made of Amphipods eaten by tunas and lancetfishes (Alepisaurus ferox). The fishes were caught from the R.V. "ORSOM III" of the Centre ORSTOM, Nouméa, New-Caledonia, in the course of exploratory longline fishing in the western tropical Pacific Ocean.

In subsurface waters, the major families upon which these predators feed are Phronimidae, Phrosinidae and Platyscelidae. The greatest part of the ingested representatives of these families consists of adult females.

Amphipods found in stomach contents of the fishes Sternoptyx diaphana and Collybus drachme, consumed by tunas and lancetfishes, were also examined. These predators feed on small sized Amphipods. The most numerous families are the Phrosinidae, the Hyperiididae and the Promidae.

FEEDING HABITS OF DEEP SWIMMING TUNAS (Abstract)

LEGAND, M. and R. GRANDPERRIN

(International Symposium on the Oceanography of the South Pacific -
Wellington - New Zealand - 9.15 Feb. 1972).

Feeding habits of long-line tunas, albacore (Thunnus alalunga) and yellowfin (Thunnus albacares) are studied in the south central and west Pacific Ocean. Occasionally, references are made to the lancet fish (Alepisaurus ferox) and to the troll line yellowfin. Their food is compared to the fauna sampled with an Isaacs-Kidd midwater trawl and a fish-larvae midwater trawl.

Though they are micronekton and macroplankton feeders, there is a large difference between the micronekton they feed on and the micronekton caught by trawls. Prey fishes and net fishes are almost entirely different in species. For Cephalopoda, there is a good agreement between species but tunas preys are regularly bigger. Whereas all Amphipods are well sampled by trawls, tunas feed only on the largest species. As for Euphausiids, which are very important in the net catches, they are found only occasionally in the stomachs.

These differences are explained by differences in vertical distributions of micronekton and tunas and by the feeding time of tunas. The hooking rate of deep swimming tuna and lancet fish appears to be roughly constant in the 50-450 layer. These fishes seem to be essentially day - feeders, feeding mainly on active surface species which escape the net.

As a conclusion a surface ecosystem can be defined which includes tropical deep swimming tunas and their preys. Its lower limit is situated around 450 m. It would have very limited relationships with the deep ecosystem.

THE DEEPWATER FISH SCOMBROSPHYRAENA OCEANICA FROM THE CARIBBEAN
SEA, WITH COMMENTS ON ITS POSSIBLE RELATIONSHIPS (Abstract)

FRASER, T.H. and P. FOURMANOIR

(The J.L.B. Smith Institute of Ichthyology - Rhodes University -
Grahamstown - Special publication n° 8 - 1971 - 7 pp.) .

The fish Scombrosphyraena oceanica is recorded from the Atlantic
Ocean for the first time. A redescription is given. This genus is
tentatively placed in the Percichthyidae. The family Scombroidae is
shown to be an artificial grouping.

SEASONAL VARIATIONS OF SPECIFIC DIVERSITY OF COPEPODS IN
THE INDIAN OCEAN ALONG THE 110°E. (Abstract)

J.A. GUEREDRAT

(Symposium on Indian Ocean and Adjacent seas - Cochin - India
12 - 18 Jan. 1971).

This study deals with 39 copepods species collected during 6 cruises carried out during one year, in the Indian Ocean along the 110°E from 32°S to 9°S.

With the object of making a comprehensive study of the ecosystems in position and of their time evolution, the specific diversity ($H = -\sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i$) and equitability have been measured.

From 32°S to 9°S the usual increasing gradient of species diversity from the poles toward the equator is masked by some hydrological cycles. The less diversified communities are also associated with the tropical water where it overlaps the subtropical water. Mixed communities with high diversity appear along the boundary of the subtropical oxygen minimum water.

The diversity accounts well for seasonal variations in the southern part of the transect. From may to july the copepods community, with its highest diversity, reaches its most mature level, and coincides with the initial stage of phytoplankton population. Later appear the periods of the maximal abundance of copepods, followed by other taxa. In the northern part, the sequences of this succession are seasonally less marked, the different stages are shorter and the maximal abundance lasts longer.

ECOLOGICAL ASPECTS OF THE PLANKTON AND MICRONEKTON IN THE
EASTERN INDIAN OCEAN (Abstract)

LEGAND M., BOURRET Ph., GUEREDRAT J.A.

MICHEL A., REPELIN R., ROGER C.

(Symposium on Indian Ocean and Adjacent seas - Cochin - India -
12.18 Jan. 1971).

This paper represents a combination of partial studies published by the Centre ORSTOM of Noumea. The data come from 93 hauls with a 5 ft Isaacs-Kidd midwater trawl (mesh aperture of the cod-end 0.336 mm) taken during one year along the 110°E between 32 and 9°S.

The four categories : plankton, macroplankton, micronekton and gelatinous organisms display succession in time of peak abundances of those trophic levels originating with the june-july phytoplankton spring.

Analyses of different groups on a species level show that distributions of certain organisms and characteristics of water masses and surface currents are related.

The Stomatopod larvae and the epipelagic Copepods apparently follow the movements of water masses of the South Equatorial Current and the West Australian Current. Most of the Copepods, Phronimidae, and some Fishes like Vinciguerria nimbaria appear to be distributed in relation with subsurface (100-200m) low oxygen tropical and subtropical waters. Two species of deep-water Copepods supersede each other at 12°S which is an approximative latitudinal limit for two subsurface (200-500m) waters. The distribution of Euphausiids species in the Temperature-Oxygen diagrams shows their relationships with the hydrological properties.

The seasonal fluctuations of abundance are often related to the reproductive cycles of the different species and differ somewhat in the North and the South of the prospected zone. In the northern part of that zone, the main reproductive period extends from september to december and is sometimes followed by a secondary peak of reproduction; however some may have more than two maxima of sexual activity and some may even reproduce all the year round. In the south there is only one maximum which frequently occurred later than in the north.

That type of survey could afford some evidence on latitudinal distributions, since one must keep in mind that it is difficult to assign the observed variations to fluctuations of the same population rather than to possible migrations across the meridian of various communities drifting with east-west surface and subsurface currents.

THE USE OF THE BATHYSONDE BISSETT-BERMAN 9060 (Abstract)

F. JARRIGE

-

(International Marine Science Symposium - University of New South Wales - Sydney - Australia - 16.17 Aug. 1971).

-

The STD BISSETT-BERMAN Model 9060 is a self contained salinity / temperature / depth graphic recorder. Depth is sensed by a pressure transducer, temperature by a platinum resistance thermometer. Conductivity is sensed and transformed in salinity by mean of an automatic compensation for the effect of temperature and pressure changes. The measured data is continuously recorded by an X1X2Y plotter. During several cruises of R.V. Coriolis, the STD Bissett-Berman has been used with hydrographic casts or alone. The examination of several records and the comparison with data of hydrographic casts has permitted to know what kind of work can be provided. Especially due to the trembling, the practical limits of accuracy have been reduced from those given by the manufacturer, to the following values: 0.05 gr/lit for salinity, 0.1°C for temperature, 5m for depth. For instance, the salinity track is almost unreadable, if not false, in the very extremes when they are sharp and near a large temperature gradient.

The meridian distribution of salinity across the equator in the western Pacific is complex, because in the undercurrent, there is a mixing of high salinity water mass of southern origin, and a low salinity water mass from northern hemisphere. The salinity distribution drawn from STD records gives more details than the distribution obtained by classical sampling (reversing bottles). The laminae structure of such a mixing is suggested by the vertical profiles of temperature and salinity. In classical hydrological analysis of water masses (TS diagram) a continuous record, even if false in absolute value, can be very helpful to determine the shape of a TS curve: more realistic values are obtained for graphic interpolation. About dynamic computations, the choice of few characteristic points in the first hundreds meters permits to obtain rapidly a very good estimation of dynamic height.

In conclusion, it has appeared that short period time studies cannot be undertaken because of the practical way the bathysonde has to be manipulated, neither the actual studies of microstructure in mixing regions, except the temperature inversions which are very well observed. But the main interest of this apparatus is to be found in its use for hydrological surveys during biological cruises when only little time is left to physical observations.

CIRCULATION IN THE WESTERN EQUATORIAL AND SOUTH TROPICAL
PACIFIC OCEAN IN RELATION TO ENRICHMENT PROCESSES (Abstract)

P. HISARD, F. JARRIGE and H. ROTSCI

(12 th. Pacific Science Congress - Canberra - Australia -
18 Aug. - 3 Sept. 1971).

According to previous observations, it has been long supposed that there were very little chances for an upwelling to take place at the equator in the western Pacific; surface temperature charts indicated a possible upwelling only east of 170°E in February and of 170°W in August.

The observations of the R.V. Coriolis of the Centre ORSTOM of Noumea have shown on the contrary that at 170°E upwelling was taking place at the equator all year around but during the periods when the wind is blowing from the west, mostly during the northern winter. This upwelling is evidenced by the cooling of the surface water.

The direct current measurements in the equatorial zone have shown that the Equatorial undercurrent had two velocity cores, one at about 100m deep located at the top of the thermocline, and another at a depth of about 200m, well within the thermocline. They are separated by a layer in which there is a strong southward component of the current. At the equator, the north-south component of the current indicates a convergence at the level of the upper part of the thermocline and a divergence at the surface. The latest is associated to surface convergences both sides of the equator and thus strongly supports earlier theoretical models of the meridional circulation.

Other clues of the presence of a convergence in the upper part of the thermocline and of an equatorial upwelling are found in the thermal structure of the equatorial zone. Thermal fronts have been observed both sides of the equator. Below the surface, in the upper part of the thermocline as well as within the thermocline, thermal inversions are always found which are due to intrusion of water originating in the northern hemisphere; they imply a convergence at these levels. Similarly, the vertical distribution of the nutrients indicates clearly an equatorial enrichment of the upper homogeneous layer.

A detailed study of the relative distribution of the oxygen and of the nutrients such as phosphate and nitrate shows that the part of the equatorial circulation which is above the thermocline has chemical characteristics distinct from that of the deeper waters. They depend on the meridional circulation. Further, the variations of the chemical properties in the east-west direction can be explained in terms of differential advection, as an estuarine circulation, and imply specific vertical exchanges.

Other observations at 170°E, in the south inter-tropical area, indicate that at the boundaries of the South-Equatorial Countercurrent and of the newly discovered South-Tropical Countercurrent, there were zones of surface divergence at the southern limit of the eastward currents and of surface convergence at their northern limit. Such mechanisms have also been observed in the Central Pacific as far east as 164°W. At the divergence bound to the South-Equatorial Countercurrent the swiftest of both, an enrichment of the upper layer is observed in the distribution of the nutrients. Conversely the convergence is associated to typical vertical distribution of the same nutrients.

Thus, in the Western Equatorial and South-Tropical Pacific Ocean one may expect that the equatorial area and a region close to 10°S have a higher potential productivity than the adjacent waters.

ON TROPHIC RELATIONSHIPS AT HIGHER LEVELS OF
THE FOOD CHAIN IN THE TROPICAL PACIFIC OCEAN
(Abstract)

M. LEGAND, P. BOURRET, P. FOURMANOIR, R. GRANDPERRIN, J.A. GUEREDRAT
A. MICHEL, P. RANCUREL, R. REPELIN and C. ROGER

(12th. Pacific Sciences Congress - Canberra - Australie -
18 Aug. - 3 Sept. 1971).

This article tentatively synthesizes recent studies of the trophic relationships within the equatorial and tropical pelagic community by the team of the "Centre ORSTOM" - Nouméa (Nouvelle-Calédonie).

All data was collected during cruises of the R.V. "CORIOLIS" in the Equatorial and South Tropical regions of the Central and Western Pacific Ocean. More than 1500 samples have been collected using a 10 feet Isaacs-Kidd midwater trawl and a one-meter plankton net attached (0.33 mm mesh width), from average depths of 1100 m, 850 m, 550 m, 270 m, 130 m and 70 m, during periods of daylight and darkness. Additional sampling was done using a closing-opening ORI-33 (Mouth diameter : 1.6 m) and a pelagic trawl for larval fishes (50 m² surface opening). Tunas and Alepisaurus were caught using troll-lines, horizontal long-lines fitted and set in the Japanese way, and vertical long-lines.

I. - VERTICAL ZONATION OF THE PELAGIC FAUNA :

Part one describes diel changes in the vertical distributions of the plankton, micronekton and nekton principal components; species by species when it was possible (Fishes, Amphipods, Euphausiids), and according to various taxonomic groupings for other organisms. Some details are given on

the sampling procedures out at sea and on the processing of the samples in the laboratory : different methods for analysing data from oblique hauls are briefly discussed.

On the whole, the micronektonic fishes were caught only below 450 m in the daytime and up to the surface layers during the night. According to their diel changes in vertical distribution those tropical and equatorial micronektonic fishes may be classified into two ecological groups, i.e. :

- 1/ - deep non-migrants : three species of the genus Cyclothone, C. alba, C. acclinidens and C. pallida, which together account for 62% of the total number of micronektonic fishes, and the hatchet-fish Sternoptyx diaphana, apparently undertake only low range vertical migrations, their maximum density being located day-and-night between 500 m and 800 m.
- 2/ - midwater migrants : the habitat of which is confounded with that of the non-migrants species during daytime, and which move at night to the upper layers and even to the surface. There is no difference between the day and night catches in the column of water 1200 m-deep for most of the Myctophids studied : Lepidophanes photothorax, L. longipes, Lampanyctus hubbsi, Ceratoscopelus warmingi, Diaphus termophilus, D. fulgens, D. fragilis, D. regani, D. lutkeni, Diogenichthys laternatus, D. atlanticus, Hygophum reinhardtii and H. proximum. Differences observed for Vinciguerrria nimbaria, Lampanyctus niger and Symbolophorus evermanni may be due to daytime avoidance and juveniles escapement through the meshes, combined with possible diel changes in the spatial distribution and patchiness. The range of the vertical migration varies from 200 m (e.g. Diaphus regani and D. fulgens) to 700 m (e.g. Ceratoscopelus warmingi and Symbolophorus evermanni), and in most cases only one part of the population of a migrant fish do ascend at night, the other part staying at its daytime level. Distribution patterns may change with location and time of the sampling, with physiological events and generally speaking with growth of the fishes (e.g. Lampanyctus niger).

Variations of the vertical distribution with the size of the animals were also noticed for larvae and post larvae of the family Cranchiidae (Cephalopoda) : young larvae being constant surface dwellers while deeper sub-adults migrate at night from 900 m up to 300 m. Some Onychoteuthidae may have reverse migration.

During the night, 75% of the total biomass of the thirty or so Euphausiids identified is concentrated in the 0-150 m layer. In the day-time the small size species have a tendency to stay in that layer, while larger species are more abundant between 450 m and 700 m. The principal species have been classified into four ecological groups according to their vertical distribution :

- 1) small-size epipelagic species which occupy the upper 200 m layer : Stylocheiron carinatum, Euphausia tenera, S. affine;
- 2) midwater non-migrant species which inhabit the 50-500 m layer : S. abbreviatum, S. longicorne, Nematoscelis tenella, S. maximum;
- 3) deep non-migrant species : S. elongatum (300-600 m), Nematobrachion boopis and Thysanopoda cristata (300-800 m), Bentheuphausia amblyops (600-1000 m);
- 4) migrating species which move at night from their daytime level (400 m to 800 m) up to within the mixed layer, E. diomedae, T. tricuspidata, T. aequalis, E. paragibba, or in a broader layer including the D.S.L., N. microps, N. gracilis, T. pectinata, T. monacantha, T. orientalis and N. flexipes.

Amphipods of the outstanding family Phronimidae are constant surface dwellers, being absent below 450 m and most abundant day and night in the 0-110 m layer. The range of their diel vertical migrations may not exceed a dozen meters (e.g. Phronima atlantica) while the range of others (e.g. P. sedentaria and Phronima semilunata) may be larger.

Day and night vertical distributions are also given for some other typical groups of the micronekton : midwater larger Copepods, Carids, Sergestids, Peneids, Mysids, Heteropods, Pteropods and meroplanktonic organisms.

Thus the micronektonic organisms are far from being uniformly distributed in the surveyed waters, and most of them are concentrated in usually well limited layers. The depths of the concentration levels vary on a diel basis and following their respective positions, the components of the micronekton collected with a 10 ft. Isaacs-Kidd midwater trawl were arranged into three faunas :

- superficial fauna : surface to 450 m, day-and-night,
- deep fauna : below 450 m, day-and-night,
- interzonal fauna : below 450 m by day, and between the surface and about 950 m by night.

Thunnus alalunga, T. obesus and T. albacarres were caught virtually from the surface down to 400 m and even deeper, the hooking rates being fairly uniform all through that layer. The lancet-fish Alepisaurus ferox possibly has a maximum around 150 m.

II. - TROPHIC INTER RELATIONSHIPS OF THE PELAGIC FAUNA

Part two gives a provisional account of the feeding habits of some micronektonic fishes, of the organisms eaten by tunas and of tunas themselves.

About 2000 fish stomach contents have been analyzed, and the micronektonic fishes collected with a 10 ft. Isaacs-Kidd trawl are shown to feed on a wide variety of preys, with a marked predominance of Copepods and small Euphausiids for the smaller species and the smaller sizes, and of large Euphausiids, Fishes and Fish larvae while their size increases. Myctophids display rather different nutritional rythmes, for instance Lepidophanes, N. valdiviae and D. lutkeni feed all day long with the same intensity, while T. microchir and L. hubbsi feed at night, the former at the beginning and the latter at the end of the night. The Gonostomatid V. nimbaria also feeds in the early night and its digestion is almost completed before dawn. As it is the case for some species (e.g. S. diaphana and D. multistriatus) the weight of the stomach content may increase with the body weight, following a logarithmic law.

Fishes preyed on by tunas, and from whom only larvae and post-larvae are collected with nets, may be classified into three categories according to their diets :

- Centropyge and Anthias prey on copepods,
- Taractes, Collybus, Pteraclis and young Alepisaurus feed on larger Crustaceans and on Fishes,
- Pseudoscopelus, Lestidiops and Scombrolabrax are strictly ichthyophagous.

The ichthyofauna eaten by the latter two categories is almost entirely composed of superficial organisms, such as the larvae of deep-water and interzonal fishes, as well as the young stages of surface fishes. The genus Stylocheiron supersedes the other Euphausiids in the stomach contents thus giving some ground to suggest that those fishes feed mainly by day, from the surface down to 400 m.

It is deduced from these observations that both fishes from the Isaacs-Kidd midwater trawl and fishes from the tunas stomach contents commonly feed in the upper layers : the former being night-feeders and the latter day-feeders.

The fauna found in the stomachs of the deep-swimming tunas which inhabit the tropical regions surveyed is far different from the micronekton sampled with a 10 ft. Isaacs-Kidd midwater trawl, as already noticed by various authors. Cephalopods are much more numerous in the stomachs than in the nets, and on the contrary Crustaceans, which compose between 30% and 40% of the total biomass collected with the trawl, are almost absent from the stomach contents. Coastal fishes, most of them in post-larval or juvenile stages, are important food items for the tunas caught by long-lines : 30% of the total number of ingested fishes for T. alalunga, 60% for T. albacarres. Off-shore pelagic fishes belonging to the families Bramidae, Ostracionidae, Alepisauridae, Paralepididae, Gempylidae, Chiasmodontidae, Molidae, Anoplogastridae, Exocoetidae, Scombrolabracidae, Thunnidae and Caristiidae are collected in very small numbers by the nets while they form more than 60% of the pelagic fishes eaten by the deep-swimming tunas. Only 18 species of off-shore fishes have been found, at

adult or sub-adult stages, both in the nets and in the stomach contents : the principal common species being Sternoptyx diaphana, Argyropelecus olfersi, Hoplolatilus sp, Diplospinus multistriatus and different species from the genera Psenes and Cubiceps. With the exception of Vinciguerrina nimbaria, interzonal fishes, mostly Gonostomatidae and Myctophidae, are seldom encountered in tunas stomach contents. It was observed that Alepisaurus ferox feeds on that migrant ichthyofauna much more than tunas do. Moreover tunas consume a large variety of other organisms : large females of Phronimidae, Stomatopods and Scyllarids larvae, Leptocephals, Annelids, Heteropods, Pteropods... the importance of which varies a lot according to seasons and regions, but they feed only negligibly on Euphausiids and large Crustaceous species - Ingested Cephalopods and Fishes were measured and proved to be of a larger size and in later stages than those caught by the nets.

Along with the failure of night long-lining to catch tunas, these feeding habits clearly indicate that the deep-swimming tunas of the Central and Western Pacific feed during day-time, from the surface down to 450 m and perhaps deeper.

CONCLUSIONS

The pelagic fauna from these regions have been diagrammatically divided into two ecosystems, following the vertical distributions and the trophic relationships hereby described :

- 1) The superficial system, the lower limit of which is estimated to be 450 m, includes almost the whole of zooplankton, the superficial micronektonic and nectonic fauna, and at night the migrating part of the interzonal fauna. Tunas feed exclusively within that system and their predation is limited to the large day-available species.

- 2) The deep system, beneath 450 m, includes a very poor amount of zooplankton, a part of the deep micronektonic fauna, and by day the whole interzonal fauna.

The superficial system includes the phytoplankton as a whole and then possesses its own source of energy, the deep system, on the contrary, does not have any primary production that could be compared to that of phytoplankton and derives most of its energy from the superficial system through the medium of the interzonal fauna.

CURRENT MEASUREMENTS ON BOARD THE R.V. CORIOLIS
WITH SELF RECORDING HYDRO PRODUCT CURRENTMETERS (Abstract)

P. RUAL and F. JARRIGE

—

(International Marine Science Symposium - University of New
South Wales - Sydney - Australia - 16.17 Aug. 1971).

—

The ORSTOM Centre of Noumea (New Caledonia) has made several thousand current measurements with Hydro-Product model 501 B "in situ" currentmeters.

Instruments : They consist of : i) a Savonius rotor, ii) a vane related to a compass, iii) an electronic readout package with a Rustrack paper chart recorder.

An instrument fact sheet has been issued by the N.O.I.C. (IFS 69003 sept. 1968) which gives the results of a complete series of tests. The currentmeters are not very reliable and they need to be calibrated before and after each cruise. The instrumental accuracy is then $\pm 5^\circ$ in direction and $\pm 2,5$ cm/s in speed.

Measurements : Deep sea moorings being too long to operate, the currentmeters are hung from the ship and she manoeuvres so as to cancel the surface drift. The currentmeter cable must be as vertical as possible so as to achieve a minimum drift, relative to the deep layers.

Data Processing : The data has to be corrected from all external influences and the remaining drift must be eliminated by vectorial subtraction.

Measurement Accuracy : The repetition for several times of a same current profile can give an overall evaluation of the reliability of the measurements. In deep layers the accuracy is ± 5 cm/s for each current component, in shallower layers it is ± 10 cm/s.

But this gives an actual description of the waters movements only if a good reference layer has been chosen and if the time variations of the currents can be considered as negligible during the survey.

—

THE ORGANIZATION OF THE LAST MULTIDISCIPLINARY CRUISE OF R.V. " CORIOLIS "

(Abstract)

P. HISARD, B. WAUTHY and J. PAGES

(International Marine Science Symposium - University of New South Wales - Sydney, Australia - 16-17 Aug. 1971).

From December 1965 to April 1968, ten oceanographic cruises have been achieved between 20°S and 4°N, along 170°E meridian, in the western equatorial Pacific, by the Laboratory of Oceanography of the Centre O.R.S.T.O.M., Noumea, New Caledonia, aboard N.O. "CORIOLIS", a 400 T research vessel.

The main aim was a study of the equatorial currents system from several points of view (current measurements, physical and chemical properties, phytoplankton and zooplankton) with special emphasis on the 4°S - 4°N zone. During the working of these results, evidence for an accumulation of nitrite in a subsurface layer was found at each cruise; a preliminary description of this noticeable feature stated that :

- the nitrite maximum could be associated with a constant Δ st.
- the accumulation layer was found at the bottom of the euphotic layer in the top of the thermocline near 100m depth and was about 20m thick.
- the largest values (up to 2,5 $\mu\text{g-at/l NO}_2\text{-N}$) were near 5°S in a convergence zone between the Equatorial Current and the South Equatorial Counter-Current.
- the accumulation layer seemed to fit with the maximum of chlorophyll pigments.

The permanence of this structural feature, seemingly associated with the meridian circulation, its location within a few degrees south of the highly organic productive equatorial divergence zone, the privileged position of the nitrite step in the mineralization of the organic nitrogen, prompted us to think that a thorough study of the phenomenon could throw some light on our knowledge of the nitrogen cycle; it was clear that we

had to settle a special cruise to fit the needs of sampling in a finely stratified structure and of repeating measurements for highly variable biological parameters, with a maximal input of manpower to perform on-the-spot analysis in the widest scope we could afford, according to a time-table flexible enough to be adapted to the instant hydrological situation; thus was born "EPONITE" (for Equatorial Pocket of Nitrite), a cruise with only one well delimited aim, the last in time of the multidisciplinary cruises but the first of its kind in the N.O. "CORIOLIS" activity.

EPONITE was performed between Aug. 17 and Sept. 10 1970 in two distinct steps :

Step 1 (8.20 - 23.70) : a reconnoitring transect from 12°S to 2°S along 167°E with a station every degree (17 plastic NISKIN hydrological samplers through 0-200m layer, in one cast, with T, S, O₂, NO₃, NO₂, PO₄, SiO₃ analysis; one BT and one S.T.D (Bisset-Bermann) between 0 and 800m) disclosing the nitrite layer to spread from 7°S to 3°S between 100 and 130m, a decision was made to work at 4°S, 5°S and 6°S.

Step 2 (8.24.70 - 9.5.70) : 20 NISKIN samplers in one cast to 200m made possible a close sampling (with a minimal spacing of 5m in the strong clines); the depths were selected before each cast according to the last precedent results. T, S, O₂, PO₄, NO₃, NO₂ analysis were proceeded on all samples, SiO₃, N.O.D, P.O.D, NH₃, Chl a and Phaeo a on some ten samples at each cast. One day-long work cycle went as follows :

(06.00 - a 7depth sampling for primary productivity (C 14) and phytoplankton.
(06.45 - Release of the "in situ incubation" buoy.

07.00 - a 6-depth sterile-bag NISKIN sampling for bacteriological assays and A.T.P. measurements.

08.30 - hydrological 20-depth sampling in one cast to 200m.

10.00 - S.T.D. (Bisset-Bermann). Current measurements (2 Hydro-Products 501 B).

11.45 - C 14 "in situ" buoy retrieval.

(12.00 - Larval net, closing and opening OMORI (Ø 1.60m, 0.33mm mesh) for
(15.00 studying the herbivorous zooplankton vertical distribution in the
200-150, 150-100, 100-50, 50-25 and 25-0m layers.

- Free-time to steam back on proper position.

19.00 - Hydrological cast.

22.00 - S.T.D. - Current measurements.

(24.00 - Larval net.
(04.00

The bridge was in charge for position and meteorological observations.

This cycle was repeated three times at 4°S and 5°S; at 6°S, after two cycles, we made the decision to steam back to ascertain the continuity in the layering of the distributions and a station was occupied at 5°30S for three and a half cycles; on the way back home we had a last cycle run at 7°30S to make more precise the southern boundary of the "nitrite pocket".

To give a good account of this noticeable subsurface nitrite accumulation, a nine persons team (seven scientists, two technicians) had a non stop fortnight of work at sea amounting to :

- 36 hydrological stations - Physical and Chemical analysis.
 - 25 S.T.D. and Current measurement stations.
 - 11 primary production "in situ" stations (C 14).
 - 3 A.T.P. measurements stations (21 samples).
 - 9 bacteriology stations (98 samples).
 - 12 phytoplankton stations (84 Utermöhl samples).
 - 60 by day-time and 64 by night larval-net hauls.
- C 14 counting, bacterial assays, Utermöhl phytoplankton counting, and zooplankton sorting were processed later in the lab.

This cruise will stand out as original for several reasons :

- it has been successful in polarizing the interests of some ten scientists to a unique aim.
- it made possible to concentrate the work in the upper layer since the deeper background was already known from previous routine cruises.
- it enabled us to settle a "free-cruise", flexible enough to adapt itself as the fresh results were gathered.

For our lab it will be a sort of a precedent, having shown that there is a need, beyond rigid tracked surveys or well - pre - scheduled seasonal cruises, for some free time at sea to carry out short, intense, flexible team work on specific problems.

Some of the main preliminary results are discussed.