CENTRE DE NOUMÉA

OCÉANOGRAPHIE

RECUEIL de TRAVAUX

COLLECTED REPRINTS

N° 5

Adresse : CENTRE ORSTOM - B. P. A 5 - NOUMÉA - NOUVELLE-CALÉDONIE *(NEW CALEDONIA)*

© O.R.S.T.O.M. **1973**

NL. ISSN 0078-2130

O.R.S.T.O.M. - NOUMEA - OCEANOGR. - Rec. Trav. 5 - 1973

SOMMAIRE

Contents

(* Contributions with English Abstract)

— Informations sur l'activité du laboratoire en 1972 *(Progress report for 1972).*

— Carte des croisières effectuées par le laboratoire en 1972 *(cruises carried out in 1972).*

* 112. FOURMANOIR, P. - Liste des espèces de poissons contenus dans les estomacs de thons jaunes, *Thunnus albacares* (BONNATERRE) 1788 et de thons blancs, *Thunnus alalunga* (BONNATERRE) 1788 - *(List of fishes identified in the stomachs of yellowfin* Thunnus albacares *and Albacore tuna* Thunnus alalunga).

* 113. DESROSIERES, R. - Quelques stations de phytoplancton entre les îles Tuamotu et les îles Marquises (océan Pacifique Central). *(On some phytoplankton samples collected between Tuamotu and Marquesas Islands, Central Pacific Ocean).*

* 114. RANCUREL, P. - *Mastigoteuthis grimaldii* (JOUBIN, 1895), chiroteuthidae peu connu de l'Atlantique Tropical (Cephalopoda Oegopsida). (Mastigoteuthis grimaldii, *a little known Chiroteuthidae from the Tropical Atlantic ocean).*

* 115. COLIN, C., C. HENIN, P. HISARD et C. OUDOT - Le courant de Cromwell dans le Pacifique Central en Février 1970. *(The Cromwell Current in the Central Pacific Ocean in February 1970).*

* 116. GUEREDRAT, J.A. et R. FRIESS - Importance des migrations nycthémérales de copépodes bathypélagiques. *(Importance of diurnal migrations of bathypelagic copepods).*

* 117. GRANDPERRIN, R. et M. LEGAND - Aperçu sur la distribution verticale des germons dans les eaux tropicales du Pacifique sud : Nouvelle orientation de la pêche japonaise et de la pêche expérimentale. *(Outline on the vertical distribution of albacores in South Pacific waters : new trends of the Japanese and experimental fisheries).*

* 118. FOURMANOIR, P. - Notes ichtyologiques (III). *(Ichthyological notes, III.).*

* 119. MICHEL, A. and R.B. MANNING - *The pelagic larvae of* Chorisquilla tuberculata (BORRADAILE, 1907) (Stomatopoda). *(In English).*

* 120. MICHEL, A., C. COLIN, R. DESROSIERES et C. OUDOT - Observations sur l'hydrologie et le plancton des abords et de la zone des passes de l'atoll de Rangiroa (Archipel des Tuamotu, Océan Pacifique central). *(Some observations on the hydrology and plankton of Rangiroa lagoon, Tuamotu, Central Pacific Ocean).*

* 121. LEGAND, M. - Données sur la bonite à ventre rayé dans le sud-ouest Pacifique. *(Some data on Skipjack tunas in the South western Pacific Ocean).*

* 122. MICHEL, A. - Note sur les puerulus de Palinuridae et les larves phyllosomes de *Panulirus homarus* (L). *(Note on the puerulus larvae of Palinuridae and on the phyllosoma larvae of* Panulirus homarus).

123. FOURMANOIR, P. et M. GRIESSINGER - Poissons de Rangiroa. *(Fishes from Rangiroa atoll).*

* 124. FOURMANOIR, P. - Notes ichtyologiques (IV). *(Ichthyological notes,* IV).

* 125. REPELIN, R. - Etude préliminaire des Amphipodes du bol alimentaire de poissons pélagiques provenant de pêches à la longue ligne. *(Preliminary study of Amphipods found in the stomachs of pelagic fishes from longlining).*

* 126. GUEREDRAT, J.A., R. GRANDPERRIN et C. ROGER - Diversité spécifique dans le Pacifique équatorial : évolution de l'écosystème. *(Specific diversity in the equatorial Pacific ocean : evolution of the ecosystem).*

* 127. REPELIN, R. - Observations sur la distribution des Phronimidae (Crustacés amphipodes) dans le Pacifique occidental de 5°N à 20°S. *(Observations on the distribution of Phronimidae (Crustacea Amphipoda) in the Western Pacific Ocean between 5°N and 20°S).*

* 128. DESROSIERES, R. et B. WAUTHY - Distribution du phytoplancton et structure hydrologique dans la région des Tuamotu (océan Pacifique central). *(Phytoplankton distribution and hydrological structure in the Tuamotu area, central Pacific ocean).*

* 129. RANCUREL, P. - *Mastigoteuthis inermis,* espèce nouvelle de chiroteuthidae du Golfe de Guinée (Cephalopoda - Oegopsida). (Mastigoteuthis inermis, *a new species of Chiroteuthidae from Golfe de Guinée).*

* 130. ROGER, C. - Recherches sur la situation trophique d'un groupe d'organismes pélagiques (Euphausiacea) I : Niveaux trophiques des espèces. *(Investigations on the trophic position of a group of pelagic organisms (Euphausiacea) I : Trophic levels of species).*

* 131. ROGER, C. - *id.* II : Comportements nutritionnels. (id. II : *Trophic behaviour).*

* 132. ROGER, C. - *id.* III : Potentiel alimentaire du groupe. (id. III : *The group as a food source).*

* 133. ROGER, C. - *id.* IV : Relations avec les autres éléments du micronecton. (id. IV : *Relationships with other micronekton elements).*

* 134. ROGER, C. - *id.* V : Relations avec les thons. (id. V : *Relationships with tuna).*

* 135. ROGER, C. - *id.* VI : Conclusions sur le rôle des Euphausiacés dans les circuits trophiques de l'océan Pacifique intertropical. (id VI : *Conclusions on the role of Euphausiids in the food webs of the intertropical Pacific ocean).*

* 136. LEGAND, M., P. BOURRET, P. FOURMANOIR, R. GRANDPERRIN, J.A. GUEREDRAT, A. MICHEL, P. RANCUREL, R. REPELIN et C. ROGER - 1972 - Relations trophiques et distributions verticales en milieu pélagique dans l'Océan Pacifique Intertropical. *(Trophic relationships and vertical distributions in the pelagic zone of the Tropical Pacific Ocean).*

ABSTRACTS

(In English)

* 137. ROTSCHI, H., C. COLIN, C. HENIN and C. OUDOT. 1973 - *Intermediate waters North of New Guinea.* 3rd Symposium on the Cooperative Study of the Kuroshio and adjacent regions (CSK, Bangkok, May 26-30, 1973).

* 138. COLIN, C., J.R. DONGUY, C. HENIN, C. OUDOT and B. WAUTHY - 1973 - *Upper waters North of New Guinea in 1971.* 3rd Symposium on the Cooperative Study of the Kuroshio and adjacent regions (CSK, Bangkok, May 26-30, 1973).

* 139. COLIN, C., F. JARRIGE and P. RUAL - 1973 - *Equatorial current system in the Western Pacific Ocean.* 3rd Symposium on the Cooperative Study of the Kuroshio and adjacent regions (CSK, Bangkok, May 26-30, 1973).

* 140. DESROSIERES, R. - 1973 - *Dominance of Coccolithophorids in the phytoplankton of the western equatorial Pacific waters (June-July* 1971). 3rd Symposium on the Cooperative Study of the Kuroshio and adjacent regions (CSK, Bangkok, May 26-30, 1973).

* 141. DONGUY, J.R. - 1972 - *Comparison of surface data with those of unmanned spacecrafts in the Western part of the Indian Ocean.* (Comparaison de données superficielles avec celles de satellites artificiels dans la partie occidentale de l'Océan Indien). Cah. ORSTOM, sér. oceanogr., X (1) : 99-104.

* 142. FOURMANOIR, P. - 1971 - *Description of four fishes recorded for the first time in Tuamotu Islands and in New Caledonia* (Description de quatre poissons trouvés pour la première fois dans les Tuamotu et en Nouvelle-Calédonie). Cahiers du Pacifique n° 15 : 127-135.

* 143. RANCUREL, P. - 1973 - *Appeal for help in an Inquiry concerning Cetacea washed ashore* - Information Letter on Fisheries in South Pacific Islands. South Pacific Commission - March 1973 : 34-39.

* 144. RANCUREL, P. - 1973 - *Ravallec Bay beached Porpoises.* Smithsonian Institution, Center for Short-Lived Phenomena. Event n° 29-73, 8 March 1973, Rep. 1579.

* 145. ROTSCHI, H., P. HISARD and F. JARRIGE - 1972 - *The water masses of the Western Pacific at 170°E., between 20°S and 4°N.* Horace Lamb Centre for Oceanographical Research. The Flinders University of South Australia - Survey Paper n° 15, 18 pp + 92 plates. (This study has also been published in French in "Travaux et documents de l'ORSTOM" n° 19, with the title : "Les eaux du Pacifique occidental à 170°E entre 20°S et 4°N").

* 146. ROTSCHI, H. - 1971 - *Some aspects of the equatorial and intertropical circulation in the western and central south Pacific. In* : "The Ocean World", Proceedings of joint oceanographic assembly IAPSO, IABO, CMG, SCOR, 13-25 sept. 1970, Tokyo, pp. 221-223 - (This paper has also been published in : International Association for the Physical Sciences of the Ocean, Procès Verbaux n° 11, pp. 143-145).

INFORMATIONS SUR L'ACTIVITE DU LABORATOIRE D'OCEANOGRAPHIE DU CENTRE ORSTOM DE NOUMEA EN 1972

1. Travail à la mer

Le N.O. CORIOLIS ayant été affecté principalement en 1972 à des recherches minières (nodules polymétalliques) et pétrolières, dont le maître d'œuvre est le CNEXO, le laboratoire n'a disposé que de très peu de jours de mer.

En biologie, la campagne « DIAPHUS » 10 a été consacrée à la description de l'environnement biologique des germons ; 337 traits de chalut pélagique Isaacs-Kidd de 10 pieds ont été réalisés par 20°S/168°E.

En physique, la campagne « GRACE » a dû être annulée en raison d'une avarie du navire hydrographique BOUSSOLE. Le N.O. CORIOLIS a été employé, dans la période ainsi rendue disponible, à réaliser la campagne « GORGONE », au cours de laquelle ont été étudiées l'hydrologie et la circulation superficielle et subsuperficielle de la mer du Corail.

2. Recherches au laboratoire

Le dépouillement des données recueillies au cours des 7 campagnes « DIAPHUS » de 1971 a conduit à axer l'essentiel de l'activité des biologistes sur l'étude de la répartition verticale et surtout de la nutrition des thons de longue ligne. En outre, l'analyse de l'abondant matériel micronectonique récolté au cours de DIAPHUS 10 a été entamée, et poussée jusqu'à l'espèce pour les Poissons et les Euphausiacés.

En physico-chimie, une part importante de l'activité de l'équipe a été consacrée à repenser la conduite des travaux d'analyse, à la suite de l'acquisition d'un auto-analyseur TECHNICON, d'un chromatographe en phase gazeuse et d'un ordinateur PDP 8/E. En outre, l'étude du système du gaz carbonique, abandonnée depuis plusieurs années, a pu être reprise grâce à l'utilisation d'un pH mètre digitaliseur ORION 801.

3. Prévisions pour 1973

En raison des mauvais rendements de la pêche au thon à la longue ligne, 3 campagnes « DIAPHUS » devront encore être effectuées en 1973 ; en outre, elles permettront de mettre en œuvre un chalut pélagique à alevins de 40 m2 d'ouverture à la gueule, susceptible de capturer plus efficacement les proies des thons que le chalut Isaacs-Kidd de 10 pieds utilisé jusqu'ici.

En physico-chimie, deux grandes campagnes sont prévues. D'une part, la croisière « MINEPO », faisant suite au programme de la campagne « EPONITE » de 1970, étudiera les phénomènes de minéralisation à l'équateur dans le Pacifique occidental ; d'autre part, la croisière « VATE », qui a pour objet l'étude des variations temporelles des paramètres physico-chimiques et des courants à l'équateur (170°E).

4. Personnel ayant participé aux recherches en 1972

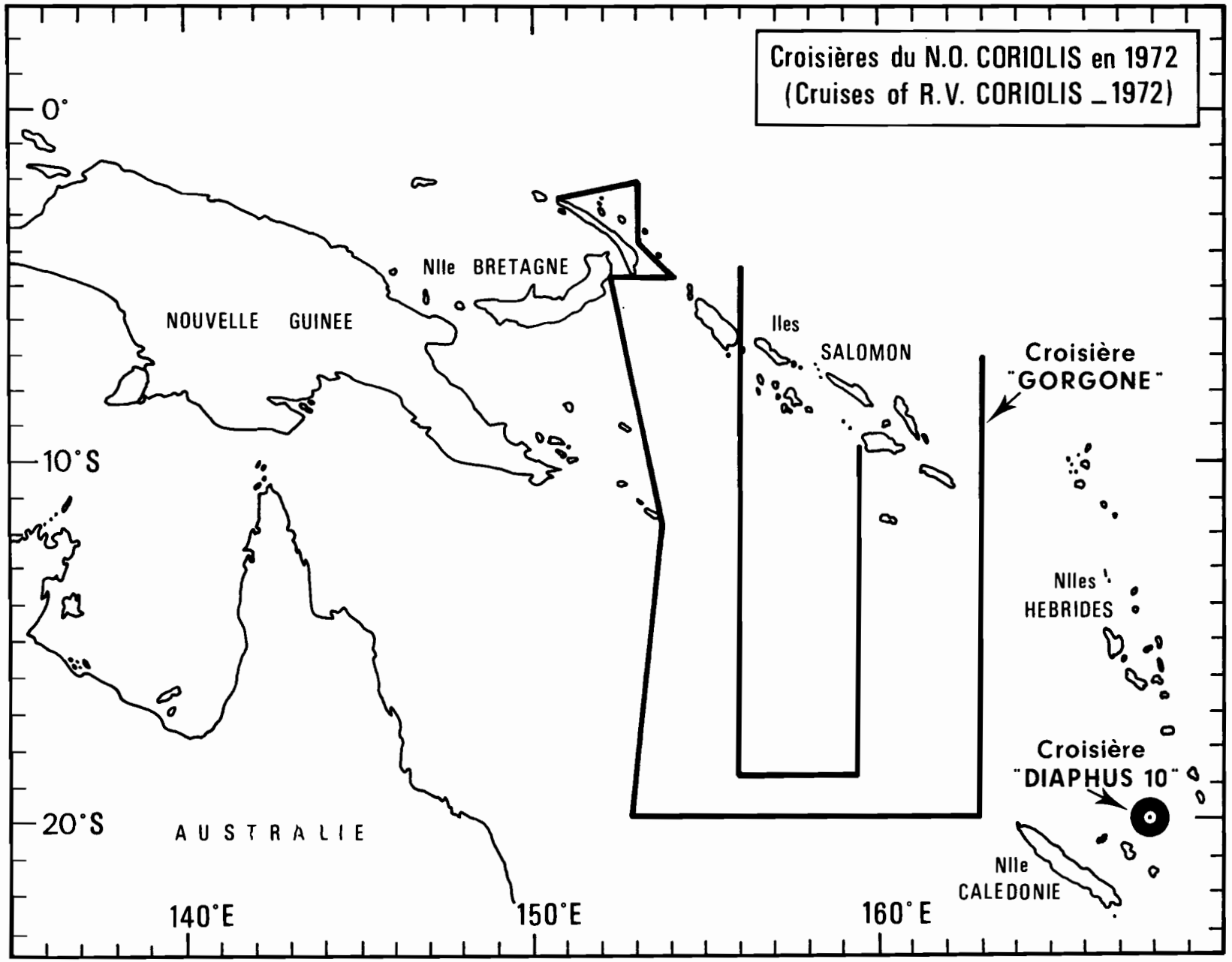
Océanographes Physiciens : H. ROTSCHI (Responsabilité du programme), C. COLIN, J.R. DONGUY, C. HENIN, P. HISARD, F. JARRIGE, C. OUDOT, F. ROUGERIE, P. RUAL.

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), J. PAGES (Bactériologie), P. RANCUREL (Céphalopodes), R. REPELIN (Amphipodes), C. ROGER (Euphausiacés), B. WAUTHY (Production primaire).

Techniciens : B. DE GEOFFROY, 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).


Croisières du N.O. CORIOLIS en 1972
(Cruises of R.V. CORIOLIS _ 1972)
0°
10°S
20°S
140°E
150°E
160°E
NOUVELLE GUINEE
NIle BRETAGNE
Iles
SALOMON
Croisière
"GORGONE"
NIles
HEBRIDES
Croisière
"DIAPHUS 10"
NIle
CALEDONIE
AUSTRALIE

LISTE DES ESPÈCES DE POISSONS CONTENUS DANS LES ESTOMACS DE THONS JAUNES, *THUNNUS ALBACARES* (BONNATERRE) 1788 ET DE THONS BLANCS, *THUNNUS ALALUNGA* (BONNATERRE) 1788.

par P. FOUMANOIR*

RÉSUMÉ

Faisant suite à l'étude des contenus stomacaux des Alepisaurus *on trouvera ici une liste des espèces de poissons observés dans les contenus stomacaux de* Thunnus albacares *Bonnaterre et de* Thunnus alalunga *Bonnaterre. Les premiers ayant été capturés à la traîne (225 thons) ou à la ligne dérivante japonaise (95 thons) et les seconds uniquement à la ligne dérivante japonaise (105 thons). 104 espèces furent notées dans les estomacs de Thons jaunes de traîne, 83 et 60 respectivement dans les estomacs de Thons jaunes et de Germons de longue ligne.*

ABSTRACT

Being a continuation of our study on Lancet-fishes (Alepisaurus) *stomach contents, we are giving a list of the fishes which are preyed upon by Tunas* (Thunnus albacares *Bon.*, Thunnus alalunga *Bon.*)

Yellowfins were obtained by trolling (275 specimens) and long lining (95). Albacores were only caught on japanese long line.

104 different species of fishes were found in stomachs of trolled Yellowfins; Albacores and Yellowfins caught on long line, provided 60 and 83 species respectively.

Après l'étude des contenus stomacaux de Poisson-Lancette (*Alepisaurus*, Cah. O.R.S.T.O.M. 1960, n° 2), il nous a paru intéressant d'établir une liste des poissons trouvés dans les thons pris à la traîne et à la ligne dérivante japonaise dans la même région sud-ouest Pacifique.

Les collections obtenues au Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa entre 1956 et 1969 ont fourni pour cette étude 2.500 poissons. La répartition étant approximativement 1650 attribués à 275 thons jaunes de traîne, 520 à 95 thons jaunes de ligne japonaise, enfin 330 appartenant à 195 thons blancs pris à la ligne japonaise.

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

Par suite de l'altération rapide des proies dans les estomacs de thons et de la présence de nombreuses formes jeunes, la détermination a été plus difficile que pour les proies d'*Alepisaurus*.

Nous avons trouvé 103 espèces de poissons chez les thons jaunes de traîne, 83 et 60 espèces respectivement chez les thons jaunes et chez les thons blancs de ligne japonaise.

Il sera intéressant dans une étude ultérieure de faire apparaître la différence de nourriture des deux thons du large en tenant compte de la proportion des espèces consommées. La liste systématique, avec 42 espèces communes, indique seulement que les deux tiers des proies du thon blanc sont retrouvées dans le thon jaune, confirmant la compétition signalée par KING et IKEHARA en 1956, IVERSEN en 1962.

La plupart des poissons mésopélagiques pris par les thons de traîne : *Astronesthes lucifer* (1 ex.), *Benthosema* sp. (21 ex.), *Taractes longipinnis* (2 ex.) *Taractes asper* (4 ex.) proviennent de régions accores aux grands fonds immédiats, principalement Lifou (Loyautés) et deux passes de la côte Ouest (pour *Benthosema*). Aucun genre d'eau profonde n'apparaît dans les contenus stomacaux des thons jaunes, très nombreux, qui ont été pris dans la région sud de Nouvelle-Calédonie pourvue d'un large plateau insulaire.

Dans le cas de la ligne japonaise, la station correspond presque toujours à un seul contenu stomacal. Le nombre de stations indiqué après chaque espèce peut donc être considéré comme le pourcentage d'occurrence, le nombre total de thons (ou de stations) étant très voisin de 100 (95 et 105).

En ce qui concerne les thons jaunes de traîne, il ne nous a pas paru possible d'établir un pourcentage d'occurrence par rapport au nombre de thons, plusieurs contenus stomacaux ayant été rassemblés dans une même station ; le pourcentage que nous indiquons à droite de la troisième colonne est la fréquence de l'espèce ou d'un groupe d'espèces par rapport aux 80 stations de traîne.

Toutes les mesures sont en millimètres.

POISSONS CONTENUS DANS LES ESTOMACS DE THONS JAUNES
(275 thons de traîne, 95 thons de ligne dérivante)

	Ligne de traîne			Ligne dérivante Japonaise		
	Nb.	Tailles limites observées*	Nb. de stations et % sur 80 stations	Nb.	Tailles limites observées*	Nb. de stations ou % d'occurrence
Ordre *ISOSPONDYLI*						
Sous-ordre CLUPEOIDEI						
CLUPSIDAE						
Sardinella sp.	2	75, 100	2			
Spratelloides gracilis (Temm. et Schl.)	1	40	1			
ENGRAULIDAE						
Engraulis japonicus (Temm. et Schl.)	60	64-78	10 15 %			
Stolephorus indicus (Van Hasselt)	6	70-88	2			
Sous-ordre GONORHYNCHOIDEI						
GONORHYNCHIDAE						
Gonorhynchus gonorhynchus (Linné)	6	45-50	1			
Sous-ordre OPISTHOPROCTOIDEI						
ARGENTINIDAE						
Glossanodon sp.				2	58, 62	1

	Ligne de traîne			Ligne dérivante Japonaise		
	Nb.	Tailles limites observées*	Nb. de stations et % sur 80 stations	Nb.	Tailles limites observées*	Nb. de stations ou % d'occurrence
Sous-ordre STOMIATOIDEI						
STERNOPTYCHIDAE						
Argyropelecus olfersi (Val.)				18	56-73	10
Argyropelecus amabilis (Ogilby)				2	60	2
Argyropelecus sp. *(olfersi* ou *aculealus)*				3		3
Sternoptyx diaphana Hermann				1	40	1
ASTRONESTHIDAE						
Astronesthes lucifer Gilbert	1	90	1			
Ordre *ANGUILLIFORMES*						
Sous-ordre NEMICHTHYOIDEI						
NEMICHTHYIDAE						
Nemichthys sp.				1	80	1
Sous-ordre CONGROIDEI						
ECHELIDAE						
Muraenichthys macroplerus Blkr	1	150	1			
Ordre *INIOMI*						
SYNODONTIDAE						
Synodus variegatus (Lac.)	2	100, 125	2 } 10 %			
Synodus sp.	46	40-50	6 }			
MYCTOPHIDAE						
Benthosema sp. (interm. fibulata et pterota)	21	60-80	3			
Lampancylus sp.	1	50	1			
PARALAPIDIDAE						
Lestidiops sphyraenopsis Mubbs				4	180-210	3
Lestidiops jayakari (Boul.)				1	157	1
Lestidiops sp.	2	150	2	3	40-160	3
Lestidium sp.	2	190	1			
Paralapididae indéterminée, en morceaux				5	65-80	5
ALEPISAURIDAE						
Alepisaurus ferox Lowe				7	390-540	4
Alepisaurus brevirostris Gibbs				3	82-230	2
Alepisaurus sp.				2	17, 22	2
Ordre *BELONFORMES*						
BELONIDAE						
Belone sp.	1	88	1			
EXOCOETIDAE						
Cypsilurus bruuni Kotthaus				2	70, 118	1
Cypsilurus sp.				5	70-200	3
Ordre *AULOSTOMIFORMES*						
FISTULARIIDAE						
Fistularia petimba Lac.	2	125-140	2 } 10 %	3	80-130	3
Fistularia villosa Klunz	6	80-270	6 }			
Aulostomus valentini (Blkr.)				1	70	1

* Longueurs standards.

	Ligne de traîne			Ligne dérivante Japonaise		
	Nb.	Tailles limites observées*	Nb. de stations et % sur 80 stations	Nb.	Tailles limites observées*	Nb. de stations ou % d'occurrence
Ordre *SYNGNATHIFORMES*						
SYNGNATHIDAE						
Hippocampus jayakari Boul.	6	4 ex. 27, 50, 60	3			
Syngnathoides bioculeatus (Blkr.)	29	80-130	2			
Corythoichthys flavofasciatus (Rup.)	19	70-80	1			
Corythoichthys haemalopterus (Blkr.)	3	35	1	21 %		
Yozia intermedia (Kaup)	9	55-115	3			
Coelonotus leiaspis Blkr	5	100-200	2			
Halicampus sp.	7	30-50	1			
Syngnathus 2 sp.	7	44-50	3			
Ordre *MUGILIFORMES*						
SPHYRAENIDAE						
Sphyraena barracuda (Walbaum)	2	30-60	2			
MUGILIDAE						
Mugil sp.	2	30	1			
MALACANTHIDAE						
Malacanthus hoedti (Blkr.) *(Dikellorhynchus)*	4	60-70	4	2	55-60	1
LATILIDAE						
(Stades *Dikellorhynchus*)						
Hoplolatilus sp. 1	10	22-42	6	16	20-35	5
Hoplolatilus sp. 2				1	26	1
Caulolatilus princeps (Jenyns)	6	22-38	3	20 %	1	43	1
Caulolatilus sp.	8	28-38	7	12	21-34	4
SERRANIDAE						
Anthias sp. 1 (L/H 2, 9-3)	49	20-50	9	16 %		
Anthias sp. 2 (L/H 2, 5)	10	20-30	4		3	20-25	2
APOGONIDAE						
Siphamia sp.	1	10	1			
PRIACANTHIDAE						
Priacanthus hamrur (Forsk.)	5	28-53	2	2	30-43	2
Pristigenys niphonia (Cuv.)	3	21-55	2	1	62	1
LUTJANIDAE						
Lutjanus sp.	13	15-38	6			
Gymnocranius sp.	2	24-29	1			
Scolopsis personatus (Cuv.)	1	48	1			
Caesio tile Cuv.	1	80	1			
Emmelichthys nitidus Rich.	75	27-50	6	7,5 %	6	75	1
Erythrocles schlegeli Rich.					3	40, 55, 57	1
ETELIDAE						
Symphysanodon typus Blkr.					2	55-60	2
Etelis oculatus Cuv.	1	45	1		1	45	1
Pristipomoides filamentosus Val.					2	40	2

* Longueurs standards

	Ligne de traîne				Ligne dérivante Japonaise		
	Nb.	Tailles limites observées*	Nb. de stations et % sur 80 stations		Nb.	Tailles limites observées*	Nb. de stations ou % d'occurrence
MULLIDAE							
Mulloidichthys flavolineatus Lac.	24	47-80	5	6,2 %			
CARANGIDAE							
Caranx armatus (Forsk.)	1	33	1				
Caranx 2 sp.	5	25-47	3		1	60	1
Magalaspis cordyla (Linné)	4	57-93	2				
Uraspis uraspis (Günther)					1	28	1
Decapterus lajang Blkr.	7	35	1	11 %			
Decapterus kurroides akaadsi Abe	1	51	1				
Decapterus sp.	6	54-200	6				
Chorinemus lol Val.	1	84	1		1	94	1
Naucrates ductor (Linné)							
CIRRHITIDAE							
Oxycirrhites, Cyprinocirrhites	3	25-30	2				
CHAETODONTIDAE							
Chaetodon sp. 1	8	25-34	4	34 %			
Chaetodon sp. 2	42	26-40	14				
Chaetodon (Tholichthys)	14	28-32	9				
Heniochus varius (Tholichthys)					13	23-28	4
Holacanthus sp.	3	20	1				
Centropyge sp.	47	11-21	8				
Sous-ordre ACANTHUROIDEI							
ACANTHURIDAE							
Acanthurus 2 sp.	6	28-37	3	11 %	34	22-55	5
Naso brevirostris Val. et *N. unicornis* Forsk.	10	24-58	6				
Sous-ordre SIGANOIDEI							
SIGANIDAE							
Siganus sp.	19	22-52	10	12 %			
Ordre *CORYPHAENIFORMES*							
CORYPHAENIDAE							
Coryphaena sp.	1	120	1				
BRAMIDAE							
Collybus drachme Snyder	30	25-90	16	20 %	20	27-105	14
Taractes asper Lowe	4	25-50	3		3	20, 25, 27	2
Taractes longipinnis (Lowe)	2	15, 19	2		3	25, 50, 190	2
Pteraclis carolinus Val.	15	20-100	5		3	10, 62, 73	3
Pteractis velifera (Pallas)	1	38	1				
Sous-ordre TRICHIUROIDEI							
GEMPYLIDAE							
Promethichthys prometheus Cuv.	1	72	1	8 %	1	110	1
Rexas solandri Cuv.	3	60-110	3		1	115	1
Nealotus tripes Johnson	2	70-120	2		1	120	1
Lepidocybium flavobrunneum Smith					2	40, 62	2
Gempylus serpens Cuv.	3	90-250	3				

* Longueurs standards.

	Ligne de traîne			Ligne dérivante Japonaise		
	Nb.	Tailles limites observées*	Nb. de stations et % 80 stations	Nb.	Tailles limites observées*	Nb. de stations ou % d'occurrence
Diplospinus multistriatus Maul				1	195	1
Gempylidae indéterminés en débris	3		3	3		3
TRICHIURIDAE						
Benthodesmus sp				2	240, 400	2
Débris de *Benthodesmus*				4		3
Sous-ordre SCOMBROIDEI						
THUNNIDAE						
Euthynnus pelamis (Linné)	41	37-230	10 } 16 %	2	140, 260	2
En mauvais état, probablement *E. pelamis*	11	27-46	3 }			
Auxis sp	1	105	1	2	215, 220	2
SCOMBROLABRACIDAE						
Scombrolabrax heterolepis Roule				2	60, 70	1
Sous-ordre STROMATEOIDEI						
NOMEIDAE						
Cubiceps gracilis Lowe				2	27, 75	2
Psenes maculatus Lütken				2	45	1
Psenes pellucidus Lütken				1	35	1
Sous-ordre CHIASMODONTOIDEI						
CHIASMODONTIDAE						
Chiasmodon sp				1	62	1
Pseudoscopelus sagamianus Tanaka	1	95	1	7	50-105	5
Sous-ordre TRACHINOIDEI						
URANOSCOPIDAE						
Uranoscopus sp	3	20	1			
Sous-ordre BLENNIOIDEI						
BLENNIIDAE						
Xiphasia setifer Swainson	36	120-270	10 12 %			
Aspidontus taeniatus (Q. et G.)	9	40-70	4	2	70, 72	1
Petroscirtes rhynorhynchus Blkr	14	40-60	5			
Petroscirtes gorrorensis Herre	2	40, 42	2	1	30	1
Cirripectus fuscoguttatus Schultz	1	23				
Cirripectus aerostaticus Jenyns	11	40-50	5			
Sous-ordre SCORPAENOIDEI						
SCORPAENIDAE						
Setarches guntheri longiceps (Günther)	6	12-14	2			
PLATYCEPHALIDAE						
Platycephalus sp	2	20	2			
DACTYLOPTERIDAE						
Dactyloptera orientalis Cuv	42	20-44	20 25 %			
Sous-ordre ECHENEOIDEI						

* Longueurs standards.

	Ligne de traîne				Ligne dérivante Japonais		
	Nb.	Tailles limites observées*	Nb. de stations et % sur 80 stations		Nb.	Tailles limites observées*	Nb. de stations ou % d'occurrence
ECHENEIDIDAE							
Echeneis sex-decimlamellala E. et G.					1	55	1
Echeneis osteochir Cuv.					5	52-54	4
Echeneis sp.					3	53-63	3
Sous-ordre GOBIOIDEI							
ELEOTRIDAE							
Eleotris sp.	1	20	1				
Ordre *TETRAODONTIFORMES*							
Sous-ordre MOLOIDEI							
MOLIDAE							
Mola mola (Linné)					1	31	1
Ranzania laevis (Pennant)					3	15, 17, 29	2
Sous-ordre TETRAODONTOIDEI							
TETRAODONTIDAE							
Tetraodon stellatus Bl. Schn.	6	10-14	5				
Tetraodon reticularis Bl. Schn.	2	12	2				
Tetraodon hispidus Lacépède	2	15	2				
Tetraodon sp.	122	5-40	17		26	20, 26	2
Tetraodon sp.	2	43	2	34 %			
Lagocephalus sp.	21	23-80	8		1	75	1
Canthigaster sp.	2	20, 26	2				
DIODONTIDAE							
Diodon sp.	1	18	1				
Chilomycterus sp.					1	80	1
OSTRACIONIDAE							
Ostracion tuberculatus Linné	30	8-35	19		2	12-25	2
Lactoria diaphana Bl. Schn.					42	10-60	14
Lactoria fornasini (Bianconi)	10	9-15			11	6-15	4
Rhinesomus reipublicae (Ogilby)	4	15-20	3		4	15-22	3
Strophiurichthys sp.					1	17	1
Sous-ordre BALISTOIDEI							
BALISTIDAE							
Xanthichthys ringens Linné	6	50-80	3		1	53	1
Balistes radula Sol. Rich	1	145	1		8	53-105	5
Balistes vidua Sol.					1	62	1
Balistes sp.	43	20-50	14	17 %	5	23-50	5
MONACANTHIDAE							
Monacanthus sp.	146	12-57	24	30 %	18	10-56	8
Pseudaluteres nasicornis (Schl.)	340	30-67	12	15 %	100	39	1
Oxymonacanthus longirostris (Bl. Schn.)	8	30-51	3				
Alutera scripta (Osbeck)	1	60	1				
Sous-ordre LOPHIOIDEI							
LOPHIIDAE							
Lophiomus sp.					1	40	1

* Longueurs standards.

On peut ajouter à cet inventaire environ 50 poissons de C.S. de thons jaunes de traîne et 20 de thons jaunes de ligne japonaise, en très mauvais état, qu'il n'était pas possible de classer.

POISSONS CONTENUS DANS LES ESTOMACS DE THONS BLANCS
(105 thons de ligne dérivante Japonaise)

	Nb.	Tailles limites observées	Nb. de stations ou % d'occurrence
STERNOPTYCHIDAE			
Argyropelecus olfersi (Val.)	7	44-60	4
Argyropelecus sp. (aculeatus, olfersi)	3	42-50	2
Sternoptyx diaphana Hermann	25	29-57	14
Myctophum sp	14	42-50	3
PARALEPIDIDAE			
Paralepis sp	2	90, 99	2
Lestrolepis sp	1	180	1
Lestidiops pacificum (Parr)	1	195	1
Lestidiops jayakari (Boul)	1	160	1
Lestidiops sp	2	140	2
OMOSUDIDAE			
Omosudis lowei Günther	1	142	1
Paralepididae indéterminés en mauvais état	5		5
ALEPISAURIDAE			
Alepisaurus ferox Lowe	3	200-350	3
Alepisaurus brevirostris Gibbs	8	190-320	4
SCOPELARCHIDAE			
Scopelarchus guntheri Alcock	4	89-92	2
CADIDAE			
Bregmaceros rarisquamosus Munro	8	35-37	1
POLYMIXIIDAE			
Polymixia berndti Gilbert	2	38, 67	2
TRACHICHTHYIDAE			
Gephyroberyx sp	1	21	1
DIRETMIDAE			
Diretmus argenteus Johnson	4	23-30	4
ANOPLOGASTRIDAE			
Anoplogaster cornuta (Val.)	9	8 ex. 9-17 1 ex. 60	9
ZEIDAE			
Zenion longipinnis Kotthaus	1	20	1
CAPROIDAE			
Antigonia capros Lowe	2	20, 24	1
Antigonia rubescens (Günther)	4	23-26	2
LATILIDAE			
Hoplolatilus sp	23	22-40	9
Caulolatilus sp	1	30	1
SERRANIDAE			
Grammalopotus laysanus Gilbert	1	28	1
Sacura margaritacea (Hilg.)	1	18	1
Anthias sp	5	17-22	2
PRIACANTHIDAE			
Pristigenys niphonia (Cuvier)	1	18	1

	Nb.	Tailles limites observées	Nb. de stations ou % d'occurrence
ETELIDAE			
Symphysanodon p. sp.	4	40	1
Pristipomoides sp.	10	30-50	7
Etelis oculatus Cuvier	3	45	3
CHAETODONTIDAE			
Chaetodon sp.	6	24-30	4
Tholichthys de *Heniochus varius*	1	26	1
Centropyge sp.	8	15-21	3
ACANTHURIDAE			
Naso sp.	10	15-28	6
BRAMIDAE			
Collybus drachme Snyder	18	40-140	10
Pteraclis velifera (Pallas)	1	140	1
Pteraclis carolinus Val.	4	26-70	3
Taracles asper Lowe	4	18-29	4
GEMPYLIDAE			
Nealotus tripes Johnson	6	77-145	5
Lepidocybium flavobrunneum Smith	5	29-90	5
Rexea solandri Cuvier	4	60-140	4
Diplospinus multistriatus Maul	4	130-155	2
Gempylus serpens Cuvier	3	90-140	3
En débris, Gempylidae indéterminés	4		3
LEPIDOPIDAE			
Lepidopus sp.	3	150-480	3
Aphanopus carbo Lowe	1	110	1
SCOMBROLABRACIDAE			
Scombrolabrax heterolepis Roule	5	43-62	3
SCOMBROPSIDAE			
Scombrosphyraena oceanica Four	6	35-60	2
STROMATEIDAE			
Cubiceps sp.	6	34	1
CHIASMODONTIDAE			
Pseudoscopelus sagamianus Tanaka	4	33-110	4
Chiasmodon sp.	3	35-40	2
BLENNIIDAE			
Cirripectus sebae (Val.)	1	28	1
SCORPAENIDAE			
Sclarches guntheri longiceps (Günther)	6	15-22	3
MOLIDAE			
Mola sp.	6	8-15	3
TETRAODONTIDAE			
Lagocephelus sp.	2	12, 40	2
OSTRACIONTIDAE			
Ostracion tuberculatus Linné	2	12, 18	2
Lactoria diaphana Bl. Schn.	5	4 ex. 14 1 ex. 36	1

	Nb.	Tailles limites observées	Nb. de stations ou % d'occurrence
Lactoria fornasini (Bianconi)	1	10	1
Rhinesomus reipublicae (Ogilby)	1	10	1
TRIACANTHIDAE			
Halimochirus alcocki Weber	1	30	1
BALISTIDAE			
Balistes vidua Sol	1	85	1

En outre environ 30 poissons en très mauvais état n'ont pu être classés.

BIBLIOGRAPHIE

BEEBE (W.), 1936. — Food of the Bermuda and West Indian tunas of the genera *Parathunnus* and *Neothunnus*. *Zoologica* 21 : pp. 195-205.

DRAGOVICH (A.), 1969. — Review of Studies of Tuna Food in the Atlantic Ocean. *U.S. Fish Wildl. Serv. Spec. Sci. Rep. Fish.* 593 : pp. 1-21.

KING (J. E.) & IKEHARA (I. I.), 1956. — Comparative study of food of bigeye and yellowfin tuna in the Central Pacific. *U.S. Fish Wildl. Serv., Fish Bull.* 57 : pp. 1-85.

MARCHAL (E.), 1959. — Analyse de quelques contenus stomacaux de *Neothunnus albacora* (Lowe). *Bull. Inst. fr. Afr. Noire.* A, 21 : pp. 1123-1136.

POSTEL (E.), 1956. — Recherches sur l'écologie du thon à nageoires jaunes *Neothunnus albacora* (Lowe), dans l'Atlantique tropico-oriental. *Bull. Inst. fr. Afr. Noire.* A, 17 : 279-318.

1964. — Sur deux lots de germons *(Germo alalunga)* capturés dans le Golfe de Guinée par les palangriers japonais. *Cah. ORSTOM, sér. Océanogr.* 2 : pp. 55-60.

REINTJES (J. W.) & KING (J. E.), 1953. — Food of Yellowfin tuna in the Central Pacific. *U.S. Fish Wildl. Serv., Fish. Bull.* 54 : pp. 91-110.

ROSSIGNOL (H.), 1968. — Le thon à nageoires jaunes de l'Atlantique, *Thunnus (Neothunnus) albacares* (Bonnaterre), 1788. *Mém. ORSTOM*, n° 25, p. 117.

QUELQUES STATIONS DE PHYTOPLANCTON ENTRE LES ILES TUAMOTU ET LES ILES MARQUISES (OCÉAN PACIFIQUE CENTRAL)

par R. DESROSIÈRES*

RÉSUMÉ

Le macrophytoplancton (observable au grossissement x 100) et le microphytoplancton (nécessitant un grossissement x 1000) de 13 stations situées en milieu pélagique tropical et à peu près réparties sur un an, ont été successivement analysés. Les Coccolithophoridés sont généralement dominants, avec plusieurs milliers de cellules par litre (principales espèces : Gephyrocapsa oceanica, Coccolithus huxleyi, Cyclococcolithus *spp.*, Umbellosphaera irregularis, Coccolithus meteori ?) ; *viennent ensuite les petits Dinoflagellés (Gymnodiniens et* Oxytoxum *cf.* variabile). *Le macrophytoplancton est secondaire sauf lorsque se produit, en quelques stations très localisées, une brusque efflorescence* (Tahlassiothrix delicatula).

ABSTRACT

Macrophytoplankton (magnification x 100) and microphytoplankton (magnification x 1000) from 13 tropical pelagic stations have been studied. Coccolithophorids are the most abundant group showing some several thousands cells per litre (main species : Gephyrocapsa oceanica, Coccolithus huxleyi, Cyclococcolithus *spp.*, Umbellosphaera irregularis, Coccolithus meteori ?*) ; small Dinoflagellates (Gymnodinians and* Oxytoxum *cf.* variabile) *are also important. Macrophytoplankton does not produce high densities except when local blooming occurs* (Thalassiothrix delicatula).

INTRODUCTION

La lecture de la monographie de SEMINA (1967) montre à quel point, jusqu'à une date récente, la composition et la distribution du phytoplancton pélagique de l'Océan Pacifique tropical sont restées mal connues. La partie occidentale est parmi les mieux connues, grâce aux travaux de WOOD (1964); dans l'est, l'expédition « East-tropac » a occupé un réseau de stations qui ont permis à ZEITZSCHEL (1970) de dégager les principaux caractères d'une vaste région. Au cœur

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

du Pacifique les études sont rares : HASLE (1959, 1960 a et b) a magistralement traité trois stations équatoriales, DESROSIÈRES et WAUTHY (en prép.) exposent quelques résultats recueillis dans les parages des Iles Tuamotu. L'étude biogéographique des Coccolithophoridés planctoniques, à l'échelle du Pacifique entier, vient d'être entreprise, avec de puissants moyens, par le Lamont-Doherty Observatory en vue d'utiliser, par analogie avec l'écologie actuelle, les coccolithes des sédiments comme indicateurs stratigraphiques et paléo-climatiques (MCINTYRE (A.), BÉ (A.W.H.), ROCHE (M.B.), 1970. Modern Pacific Coccolithophorida : a paleontological thermometer. *Trans. N.Y. Acad. Sci.*, Sér. II, 32, 6, 720-732).

Cependant, on ne parviendra à une connaissance vraiment synthétique de la nature et de l'abondance du phytoplancton qu'en accumulant des études locales. A cet égard, la méthode du microscope inversé, maintenant largement employée, constitue un bon facteur de standardisation et doit permettre une assez bonne comparaison entre les résultats des diverses recherches.

Les stations présentées ici sont situées entre les Iles Tuamotu et les Iles Marquises, dans un quadrilatère de quelques degrés de côté ; elles ont été occupées par le N.O. « Coriolis » du Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa à l'occasion de quatre croisières « Caride 1, 2, 3 et 5 », effectuées en 1968-1969 (tableau I) dans les eaux polynésiennes.

TABLEAU I
Localisation des stations

Croisière	Station	Date	Position	
Caride 1	2	13.09.1968	13°21′ S	144°51′ W
	3	14.09.1968	12°25′ S	143°52′ W
	4	15.09.1968	11°58′ S	143°35′ W
Caride 2	sans n°	18.11.1968	12°24′ S	143°37′ W
Caride 3	1	05.02.1969	13°42′ S	145°00′ W
	2	06.02.1969	12°51′ S	143°44′ W
	3	07.02.1969	11°43′ S	143°15′ W
Caride 5	1	11.09.1969	10°02′ S	141°57′ W
	2	12.09.1969	10°00′ S	142°03′ W
	3	13.09.1969	09°58′ S	142°06′ W
	4	14.09.1969	10°00′ S	141°51′ W
	5	14.09.1969	09°58′ S	142°04′ W
	6	16.09.1969	10°03′ S	142°02′ W

MÉTHODES

Prélèvements et conservation du phytoplancton.

Tous les échantillons, de 1/2 litre, ont été prélevés dans des bouteilles d'hydrologie en PVC, aux profondeurs nominales de 0, 25, 50, 100, 150 et 200 m (sauf à « Caride 2 » où les profondeurs de prise ont été 0, 22, 42, 60, 70 et 90 m). Les échantillons ont été fixés par 5 ml d'une solution de formol du commerce neutralisé à la potasse et ont été conservés dans des flacons de polyéthylène.

Étude au laboratoire.

Les récoltes ont été analysées par la méthode du microscope inversé (méthode d'Utermöhl, microscope Zeiss). La présence dans les échantillons d'organismes de dimensions très diverses a imposé une méthodologie assez compliquée qui permet de recenser la totalité de la fraction de phytoplancton convenablement fixée par le formol. Alors qu'un objectif 10 x suffit à l'examen

du « macrophytoplancton », l'observation et la reconnaissance des Coccolithophoridés (dimensions de 5 à 20 microns) exigent l'emploi d'un objectif à grand pouvoir séparateur, c'est-à-dire, dans les séries commerciales, d'un objectif à fort grossissement tel que le Planapo 100x 1,3 N.A. Zeiss à immersion. Compte tenu du diamètre du champ de vision de cet objectif à travers un oculaire 8 x (150 microns) et du diamètre de la cuvette de sédimentation (25 mm), l'examen de la totalité du fond de la cuvette impliquait un balayage optique de 4 m ; l'analyse d'un échantillon prenait dans ces conditions de un à deux jours et en fait le plus clair de ce temps était consacré à l'exploration systématique d'un « champ vide », même lorsque la densité des Coccolithophoridés atteignait plusieurs milliers de cellules par litre (ordre de grandeur fréquent en milieu tropical). Un comptage partiel eut réduit évidemment l'espace exploré, mais sans modifier la proportion des zones de vacuité (approximativement 9 champs sur 10, vides, pour un champ occupé par une cellule, en moyenne, dans un échantillon courant). La solution consistait donc à augmenter considérablement la densité sur le fond de la cuvette de sédimentation, c'est-à-dire à en réduire la surface. A cet effet, on a construit au laboratoire une cellule présentant une section d'environ 20 mm² (capacité 2 ml) à partir d'un tube de verre (diamètre intérieur 5 mm) monté dans une cuvette Zeiss de 25 ml (figure 1). Son emploi exige plusieurs manipulations mais donne des résultats très satisfaisants : les organismes sur une si faible surface présentent une densité élevée et le dénombrement en est aisé et rapide (balayage optique de 15 cm). Si compter les Coccolithophoridés est dans ces conditions facile, leur exacte identification se heurte souvent aux limites de la microscopie optique : la distinction des espèces, parfois celle des genres, se fait fréquemment sur des caractères morphologiques inférieurs au micron, or le pouvoir théorique de résolution d'un objectif 1,3 N.A. se situe entre 0,20 et 0,40 micron, résolution limite qui ne peut être observée pratiquement que sur des objets spécialement préparés à cet effet et à travers un oculaire travaillant dans des conditions optimales (microscope droit) et non avec le système optiquement défavorable du microscope inversé, utilisé, qui de plus est sans condenseur (hauteur du tube de verre : 12 cm).

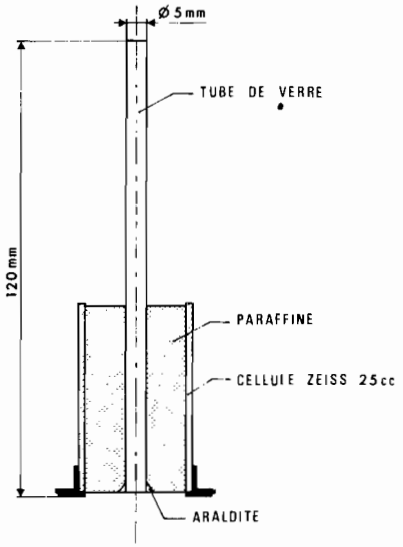


Fig. 1 — Cellule utilisée pour le comptage des Coccolithophoridés.

Pour chaque échantillon on a donc procédé aux différentes étapes suivantes :

— sédimentation en éprouvette à pied de 500 ml (48 h) ;

— siphonnage lent pour amener l'échantillon à environ 20 ml, transfert dans une cuvette à fond mince de 25 ml, sédimentation (24 h) ;

— analyse de la totalité ou d'une partie aliquote (1 bande transverse sur n du fond de la cuvette, selon la richesse) du macrophytoplancton au grossissement 100 x (objectif 10 x) ;

— siphonnage lent de la cuvette de 25 ml pour amener l'échantillon à environ 10 ml, transfert dans une éprouvette à pied de 10 ml, sédimentation (24 h) ;

— siphonnage lent pour amener l'échantillon à 2 ml, transfert dans une cuvette à section étroite ;

— analyse de la totalité ou d'une partie aliquote (1 bande transverse sur n du fond de la cuvette, selon la richesse) du microphytoplancton au grossissement 1000 x (objectif 100 x).

Tous les siphonnages sont faits en sorte qu'après transfert, un rinçage soit toujours possible.

RÉSULTATS

Il n'a pas été jugé utile de présenter ici les résultats des analyses et des comptages dans leur totalité, ni la liste exhaustive des espèces rencontrées (ces renseignements sont disponibles auprès de l'auteur), mais seulement les traits dominants des populations phytoplanctoniques.

« *Caride 1* ».

Cette croisière est nettement caractérisée par le fait que les densités observées dans les couches superficielles ne décroissent pas à partir de 100-150 m : les échantillons prélevés à 200 m sont aussi riches, pouvant laisser supposer, faute de récoltes plus profondes, la présence de phytoplancton au-delà. Cette observation vaut pour tous les groupes d'organismes. Les Coccolithophoridés dominent, homogènes sur toute la colonne, avec une teneur moyenne de 8.100 cellules par litre, maximale en surface à la station 2 avec 13.200 cellules par litre. Les espèces les plus abondantes sont *Gephyrocapsa oceanica*, *Coccolithus huxleyi*, *Cyclococcolithus* spp. (*C. leptoporus* et des formes plus petites) présentes à raison de quelques milliers par litre ; viennent ensuite *Umbellosphaera irregularis* et une espèce identifiée à *Coccolithus meteori*, à raison de plusieurs centaines par litre ; de nombreuses autres espèces sont moins bien représentées. A partir de 100-150 m apparaissent les espèces d'ombre, en particulier, comme dans l'Atlantique (LOHMANN, 1913), *Deutschlandia* spp. Après les Coccolithophoridés, les petits Dinoflagellés constituent, avec des densités de quelques centaines par litre, une fraction importante de la récolte : ce sont des Gymnodiniens non déterminés (« diamètre » de 10 à 25 microns) et plusieurs espèces mal définies d'*Oxytoxum* regroupées sous la dénomination d'*Oxytoxum* cf. *variabile* (longueur de 15 à 30 microns). Le macrophytoplancton est moins riche : trois groupes de Diatomées pennées seulement, atteignent quelques centaines d'individus par litre : *Thalassionema nitzschioides*, *Thalassiothrix delicatula* (ou *Thalassiothrix mediterranea* var. *pacifica*), *Nitzschia* groupe *delicatissima*. *Planktoniella sol*, *Nitzschia* groupe *seriata* et l'énigmatique flagellé *Danasphaera indica* sont présents à quelques dizaines par litre. Enfin une assez longue liste de Diatomées et de Péridiniens figurent dans tous les échantillons.

« *Caride 2* ».

Une seule station a été occupée, jusqu'à 90 m. Seuls sont importants des Coccolithophoridés (moyenne sur la colonne : 6.900 cellules par litre) ; *G. oceanica* est nettement dominant (3.700 cellules par litre). Gymnodiniens et *O.* cf. *variabile* atteignent quelques centaines par litre. Les nombreuses grandes espèces de Dinoflagellés et de Diatomées habituellement récoltées au filet sont présentes çà et là à raison de quelques unités par litre.

« *Caride 3* ».

Le phytoplancton des trois stations de cette croisière est confiné dans les 100 premiers mètres, les profondeurs 150 et 200 m étant toujours nettement plus pauvres. Les Coccolithophoridés sont toujours les plus abondants, dominés par *G. oceanica*, suivis des deux groupes de petits Péridiniens (même ordre de grandeur de densité qu'à « Caride 2 »).

« *Caride* 5 ».

Les 6 positions occupées 6 jours consécutifs à la même heure (07.00) à « Caride 5 » sont censées représenter une station fixe à 10°00' S, 142°00' W ; la position la plus éloignée ne s'en écarte pas de 10 milles. 6 échantillonnages de phytoplancton prélevés dans ces conditions ne pouvaient manquer d'être intéressants. En ce qui concerne les Coccolithophoridés, les Gymnodiniens et *O.* cf. *variabile*, la situation est la même qu'à « Caride 3 », avec la même décroissance à partir de 150 m. Un fait beaucoup plus remarquable est l'observation à la station 1 et, dans une moindre mesure, à la station 4, d'une efflorescence jusque vers 50-100 m de *T. delicatula* (sans doute en mélange avec *T. mediterranea* var. *pacifica* et peut-être d'autres espèces) qui peut atteindre plus

de 10.000 cellules par litre (Tableau II), alors que cette espèce ne figure dans les autres échantillons que pour quelques unités par litre. Aucun phénomène hydrologique n'a pu être décelé qui vienne à l'appui de cette poussée phytoplanctonique.

TABLEAU II

Occurrence de *Thalassiothrix delicatula* au cours de « Caride 5 » (nombre de cellules par litre ; P indique la présence de l'espèce en très petit nombre)

Profondeur	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	Station 5	Station 6
0	10 900	P	P	1 100	P	P
25	11 300	P	P	800	P	P
50	9 400	P	P	4 700	P	P
100	P	P	P	P	P	P
150	P	P	P	P	P	P
200	P	P	P	P	P	—

DISCUSSION ET CONCLUSION

C'est certainement avec le travail de HASLE (1959, 1960a) qu'une comparaison est le plus facile à établir. Cet auteur fut un des premiers à mettre en évidence l'importance des Diatomées pennées, des Coccolithophoridés et des petits Péridiniens en milieu tropical pélagique. Les échantillons analysés par HASLE, prélevés dans le courant sud-équatorial, sont plus riches que les nôtres, pouvant, en certaines circonstances, atteindre des densités de 60.000 cellules par litre en *N. delicatissima*, excéder 30.000 en Coccolithophoridés et 10 000 en Gymnodiniens, mais la nature de la population phytoplanctonique est essentiellement la même dans les deux régions. Il semble que sous l'équateur cette population puisse se développer sous l'action de l'upwelling ; en zone plus tropicale, plus stratifiée, telle que celle qui nous a intéressés ici, elle se maintient à un niveau plus bas, relativement constant tout le long de l'année, avec de brusques sautes apparemment très localisées (efflorescences en essaim) dont « Caride 5 » nous a fourni un exemple, qui contient en même temps un avertissement sur le danger de la station ponctuelle isolée.

REMERCIEMENTS.

Je tiens à dire ma reconnaissance à mes camarades du Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa qui ont effectué à bord du « Coriolis » les prélèvements destinés à cette étude.

BIBLIOGRAPHIE

DESROSIÈRES (R.) et WAUTHY (B.). — Distribution du phytoplancton et structure hydrologique dans la région des Tuamotu (Océan Pacifique central). En préparation.

HASLE (G. R.), 1959. — A quantitative study of phytoplankton from the equatorial Pacific. *Deep-Sea Res.*, 6 (1), pp. 38-59.

HASLE (G. R.), 1960a. — Plankton Coccolithophorids from Subantarctic and Equatorial Pacific. *Nytt Mag. Bot.*, 8, pp. 77-88, 3 pl.

HASLE (G. R.), 1960b. — Phytoplankton and Ciliate species from the tropical Pacific. *Skr. norske Vidensk. Akad. I. Mat. — Nat. Kl. 2*, pp. 1-50, 8 pl.

LOHMANN (H.), 1913. — Über Coccolithophoriden. *Verh. Dtsch. Zool. Gesellsch.*, pp. 143-164.

McINTYRE (A.), BÉ (A. W. M.), ROCHE (M. B.), 1970. Modern Pacific Coccolithophorida — A paleontologic thermometer. *Tans. N. Y Acad. sci.*, sér. 32, 6, 720-732.

SEMINA (G. I.), 1967. — Phytoplankton. (Russ.). *In :* The Pacific Ocean 7 (1), pp. 27-85. Moscow : Nauka. (Engl. transl. by U.S. Naval Oceanographic Office, Washington, D.C.).

WOOD (E. J. F.), 1964. — Studies in microbial ecology of australasian region. *Nova Hedwigia*, 8 (3/4), pp. 5-54, pp. 453-568, 39 pl.

ZEITZSCHEL (B.), 1970. — Primary production, phytoplankton standing stock and phytoplankton composition in the eastern tropical Pacific. Contribution in Biological Oceanography, « The Ocean World », Joint Oceanographic Assembly IAPSO, IABO, CMG, SCOR, Tokyo. 14 p. multigr.

MASTIGOTEUTHIS GRIMALDII (JOUBIN, 1895) CHIROTEUTHIDAE PEU CONNU DE L'ATLANTIQUE TROPICAL (CEPHALOPODA-OEGOPSIDA)

par P. RANCUREL*

RÉSUMÉ

Une population d'une cinquantaine d'exemplaires du Céphalopode peu connu, Mastigoteuthis grimaldii *(*JOUBIN, *1895) récoltée dans le Golfe de Guinée a été étudiée du point de vue morphologique et décrite en détails. Les allométries de croissance concernant les divers caractères habituellement utilisés en Taxonomie ont été traitées statistiquement.*

Il ressort que les quatre espèces de Mastigoteuthis *décrites possédant des organes lumineux sur le corps ainsi que des ventouses denticulées, ne peuvent être différenciées par ces caractères. Les données numériques relatives à ces espèces, et publiées par les auteurs s'inscrivent presque parfaitement dans les limites de variations de ces caractères chez* Mastigoteuthis grimaldii *du Golfe de Guinée. Il semble probable que ces quatre espèces soient synonymes, mais l'examen des types doit être effectué avant de pouvoir conclure.*

ABSTRACT

A population of about fifty specimens of the little known Cephalopod, Mastigoteuthis grimaldii (JOUBIN, *1895) collected in the Gulf of Guinea, has been studied morphologically and described with some details. Growth allometries concerning the most commonly used taxonomic caracters have been statistically treated.*

It has been seen that the four Mastigoteuthis *species described having luminous organs on the body and teethed suckers cannot be separate by these caracters. Numerical data concerning these species and published by authors enter nearly perfectly into the variation area of these caracters in* M. grimaldii *of the Gulf of Guinea. It seems these four species are probably synonyms but previous examinations of original types must be done before to conclude.*

Matériel: FP 6102 : Sud Grand Lahou, 370 m (1) ; 6104 : Sud Vridi-Abidjan, 750 m (1), 6107 : Sud Vridi, 370 m (2) ; 6109 : Sud Vridi, 370 m (3) ; 6202 : Sud Vridi, 750 m (1) ; 6203 : Sud Vridi, 750 m (1) ; 6204 : Sud Vridi, 750 m (4) ; 6205 : Sud Vridi, 370 m (3) ; 6219 : Sud Vridi, 750 m (2) ; 6222 : 4°49 N-4°00 W, 750 m (2) ;

* Océanographie biologiste, Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa, B.P. n° 4.

Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., vol. IX, n° 2, 1971, 125-145.

6223 : 4°01 N-3°59 W, 750 m (2) ; 6225 : 1°58′ N-4°00 W, 800 m (1) ; 6302 (2) ; 6304 (7) ; 6305 : Sud Vridi, 370 m (4) ; 6306 : Sud Vridi, 370 m (1) ; 6309 (2) : Sud Vridi, 800 m ; 6311 (1) ; 6313 (2) ; 6318 (3) ; Sud Vridi, 370 m ; 6331 : Sud Vridi, 800 m (2) ; 6333 : 2°59 N-400 W, 800 m (2) ; 6337 : 3°57 N-3°55 W, 800 m (1) ; 6339 : 2°56 N-3°58 W, 800 m (1) ; st 424 (1) ; 526 (1) : Sud Vridi ; GTS : Sud Lahou 300 m (7).

Au cours de ses campagnes de pêches bathypélagiques, la Reine Pokou, navire de recherches de la Côte d'Ivoire (1) a récolté un nombre important de *Mastigoteuthis*, parmi lesquels, se trouve une population de *M. grimaldii* (Joubin, 1895), comprenant les stades de développement allant du très jeune exemplaire aux animaux sexuellement mûrs.

Bien qu'abondante dans toutes les pêches bathypélagiques, cette dernière espèce n'a pas été, à ma connaissance, l'objet d'étude particulière depuis les descriptions des premières récoltes par Joubin et Chun au début du siècle.

Les espèces du genre *Mastigoteuthis* ont un très grand besoin d'une étude comparative basée sur un nombre important d'échantillons provenant de localités bien déterminées et sur la révision des types. Malheureusement, malgré la relative abondance de ces animaux, les descriptions disponibles des espèces se réduisent le plus souvent à celles des types et sont basées en général sur des échantillons en assez mauvais si ce n'est très mauvais état. Il est vrai que la fragilité du revêtement épidermique gélatineux est une véritable obsession pour le chercheur qui recueille dans ses filets des animaux « pelés », n'ayant conservé de la belle couleur rouge des téguments que des lambeaux gluants parsemant la lividité de la chair du manteau mise à nu.

Nous avons eu la chance de récolter grâce à un chalut pélagique Isaac-Kidd de 15 pieds, une cinquantaine d'échantillons en assez bon état de *M. grimaldii* (Joubin). Les récoltes ayant eu lieu à proximité immédiate d'Abidjan (Côte d'Ivoire), nous avons cru intéressant d'étudier les allométries de croissance des caractères utilisés en taxonomie et sur lesquels les auteurs ont basé les caractères spécifiques distinctifs de quelques espèces proches.

Pour les 13 espèces de *Mastigoteuthis* actuellement décrites, les caractères principaux de différenciation spécifique résident principalement en la longueur de la nageoire, la présence de photophores cutanés et l'ornementation des anneaux cornés des ventouses brachiales.

Les interrelations de ces caractères permettent d'isoler un groupe de 4 espèces chez lesquelles la longueur de la nageoire est inférieure à 75 % de la longueur dorsale du manteau, le corps parsemé d'organes photogènes particuliers et les anneaux cornés des ventouses brachiales munis de denticules ; ce sont : *M. grimaldii* (Joubin, 1895), *M. dentata* Hoyle 1904, *M. flammea* Chun 1908, *M. schmidti* Degner 1925.

La littérature est muette quant à la présence chez *M. levimana* Lönnberg d'organes photogènes, mais la garniture particulière des bras ventraux en ventouses permet d'isoler cette espèce ; il en est de même de la grande nageoire de *M. talismani*, ainsi que des anneaux cornés lisses de *M. agassizi* qui permettent de séparer ces deux espèces du groupe possédant des organes lumineux cutanés.

Pour différencier les 4 espèces que nous avons sélectionnées, les divers auteurs font principalement intervenir la proéminence des yeux, le nombre de dents du cercle corné des ventouses et les proportions du manteau.

Ce sont en fait, des caractères difficilement codifiables et reproductibles, la précision aléatoire des mesures de la largeur du manteau ou de la nageoire d'un animal dans un état parfois assez mauvais peut sembler douteuse, surtout si l'on y ajoute les rétractions parfois considérables des organismes plus ou moins gélatineux, par les fixateurs (voir R. Grandperrin et C. Caboche, 1968). Quant au nombre de denticules des ventouses, il est légèrement variable avec la taille

(1) Placé depuis sous la responsabilité de l'ORSTOM.

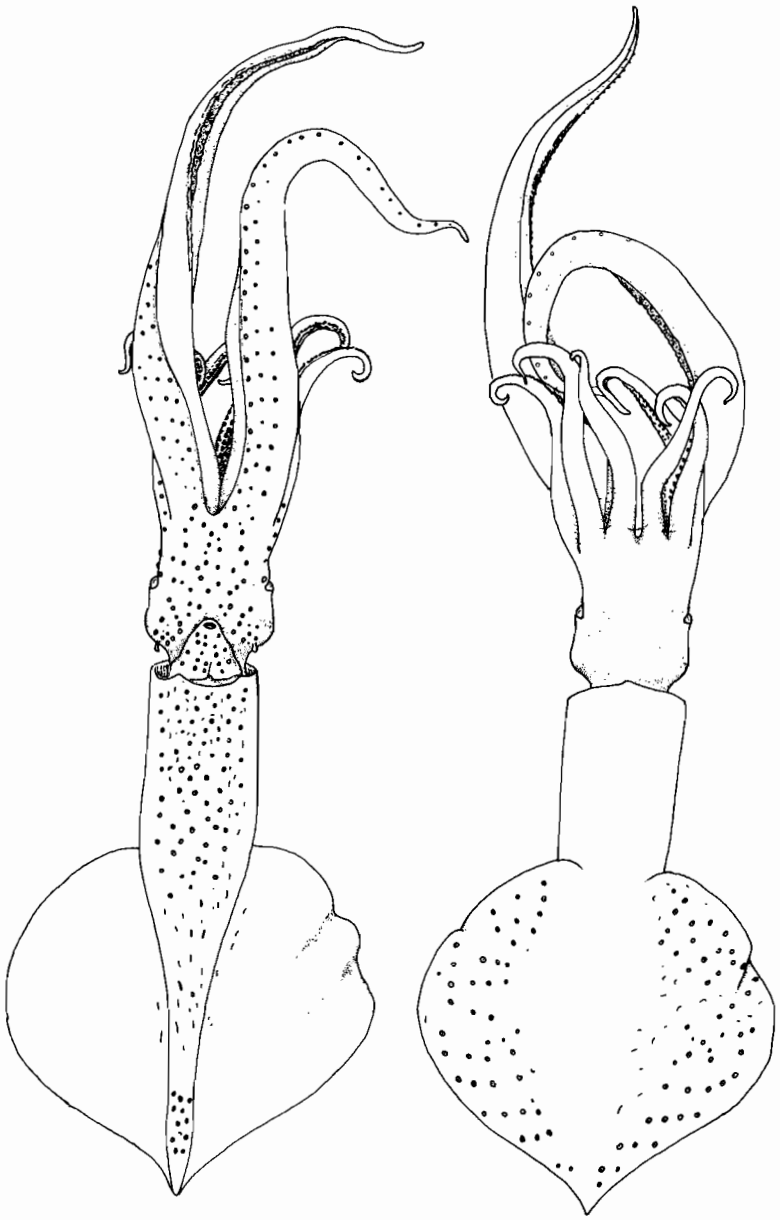


Fig. 1. — *Mastigoteuthis grimaldii*. LM. 63 mm.

et parfois difficilement observable, bien que, contrairement à ce que N. Voss (1969) a montré chez les Histioteuthidae, il semble que ce caractère soit constant et stable chez *Mastigoteuthis*, mais je n'ai examiné qu'une cinquantaine d'échantillons.

Enfin, nous devons considérer que les animaux ayant servi de type sont des exemplaires de tailles souvent très différentes et qu'une comparaison peut présenter de ce fait des difficultés dues à l'allométrie de croissance des organes mesurés.

En 1895, JOUBIN décrit sous le nom de *Chiroteuthis Grimaldii* un échantillon juvénile de *Mastigoteuthis* de 38,3 mm de longueur palléale dorsale (1) provenant de la campagne de 1888 de l'« Hirondelle » au voisinage des Açores. Il décrit l'animal comme gélatineux et transparent, l'épiderme presque entièrement enlevé, les ventouses brachiales, de 0,33 mm de diamètre à la base des bras, possèdent un cercle corné garni à sa moitié supérieure de longues dents grêles, aiguës, allant en diminuant vers les côtés, au nombre de 12 à 14 (figure 4, planche 3) ; la moitié inférieure du cercle corné est lisse, et irrégulière.

En 1907, FISCHER et JOUBIN sous le nom de *Chiroteuthopsis grimaldii* décrivent deux exemplaires du même *Mastigoteuthis*, dans un état très défectueux, récolté par le « Talisman » sur les côtes du Maroc.

Dans l'étude des Céphalopodes de la Tiefsee Expedition du Valdivia, Chun ne fait que donner à l'espèce sa place générique, et l'inclut dans le tableau dichotomique de détermination. Par contre, le même auteur, décrit, parmi les récoltes du Michael Sars en 1913, 3 gros échantillons « infortunately much frayed » sans apporter d'indications nouvelles en dehors de la présence de tentacules sur l'un des échantillons.

DEGNER, en 1925, décrit et figure avec beaucoup plus de précision un échantillon de *Mastigoteuthis* qu'il baptise *schmidti*, provenant de l'Atlantique Nord (Expédition du Thor) et qu'il sépare de *M. grimaldii* par les proportions différentes du corps, la forme de la nageoire et la protrusion des yeux de cette dernière espèce.

Entre temps, HOYLE 1904 et CHUN 1913 avaient décrit des espèces relativement proches d'aspect et de caractères, *M. dentata* des Galapagos (Albatross) et *M. flammea* de l'Atlantique Sud (Valdivia). Les caractères distinctifs sont des plus vagues en dehors de mensurations proportionnelles, de protrusion des yeux (CHUN 1913, p. 6) et d'ornementation des cercles cornés des ventouses.

Depuis les grandes expéditions, seuls, ALLAN (1945) attribue avec doute à l'espèce ici étudiée un très jeune *Mastigoteuthis* du sud-ouest de l'Australie et ADAM (1960) en signale un échantillon en mauvais état dans les collections de l'IFAN Dakar (« Gérard Tréca »).

Ce sont à ma connaissance les seules descriptions dont nous puissions disposer à l'heure actuelle.

1. *DESCRIPTION DE* MASTIGOTEUTHIS GRIMALDII *(JOUBIN) DU GOLFE DE GUINÉE*

La description ci-dessous s'applique à des animaux de taille moyenne (LM = 65 mm), les différences avec les échantillons plus jeunes seront données ensuite.

— L'animal d'apparence gélatineuse, est couvert par un épiderme très fragile, parenchymateux, très lacuneux, enveloppant les parties musculeuses bien développées.

Le manteau a une ouverture circulaire ; il est presque cylindrique dans son tiers antérieur ; puis, après un léger renflement dû aux organes digestifs, il s'affine sous la nageoire pour se terminer par une pointe entourée par l'extrémité apicale de la nageoire. Le bord palléal dorsal forme un angle très obtus, souvent peu apparent ; les angles latéraux sont bien marqués.

Les cartilages palléaux sont élevés, et se terminent ventralement par une petite pointe bien détachée (fig. 2).

(1) Les dimensions, non indiquées par l'auteur, proviennent (Tableau II) de mesures effectuées sur la figure 1 de sa planche 3. Ces mesures sont à utiliser avec précaution, car les proportions de la figure semblent ne pas être un reflet très fidèle de la réalité ; ainsi, JOUBIN dit p. 39, que les bras IV sont environ 3 fois aussi longs que les dorsaux, alors que la figure ne donne qu'un peu plus de la moitié.

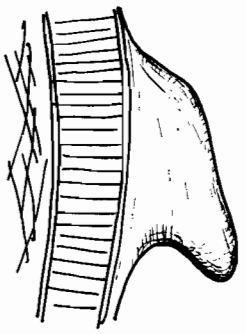


Fig. 2. — Bouton palléal de l'appareil de fixation, profil.

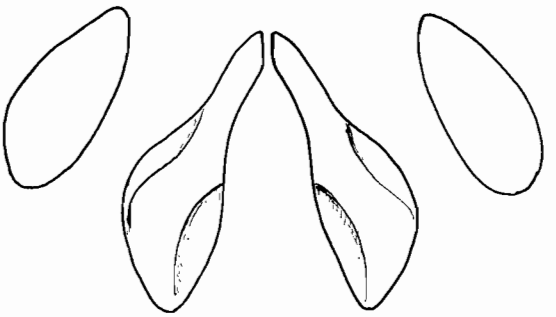


Fig. 3. — Organe siphonal.

Ventralement, sous la nageoire, l'épiderme gélatineux cache la partie effilée du manteau en la sous-tendant et donne l'impression d'un élargissement.

La nageoire, ovale, allongée, est un peu plus large que longue ; elle est musculeuse et recouvre toute la partie supérieure du manteau à son point d'insertion, sa longueur vaut les 68 % de celle du manteau et sa largeur 71 %. Les auricules antérieurs sont petits et soudés latéralement au corps. La partie apicale postérieure entoure la pointe du cône du gladius par une légère bordure. L'épaississement épidermique revêtant la nageoire donne l'impression que celle-ci est liée latéralement au corps, alors que la jonction des muscles se fait bien sur la partie médio-dorsale du manteau.

Le siphon est grand, globuleux, percé d'un orifice circulaire muni d'une valvule. Il est presque entièrement soudé à la tête par l'épiderme. Il forme avec le cou, un collier large et lisse, échancré légèrement sur son bord ventral, mais recouvre cependant le rectum.

Les cartilages de fixation sont ovales, munis d'un tragus et d'un anti-tragus bien nets.

Les taches des organes siphonaux (fig. 3) se composent dorsalement d'une tache en V renversé, renflée à l'extrémité des bras. Le rectum s'insère entièrement dans l'échancrure de cet angle. Les taches dorsales sont ovales.

La tête, quadrangulaire, est aussi haute que large, plate sur sa partie ventrale, légèrement encochée par le logement du siphon. Les globes oculaires, importants, gonflent des « joues » ventrales se terminant en arrière par un organe olfactif pédonculé, à extrémité globuleuse. Les faces latérales sont également aplaties et sont percées de l'orifice oculaire allongé vers l'avant en un sinus peu marqué. La partie supérieure de la tête est à peine bombée et limitée vers l'arrière par une dénivellation brusque sur le cou lisse.

Les bras sont le plus souvent dans l'ordre 4-2-3-1, les bras latéraux étant parfois subégaux.

Les bras I et II ont une section arrondie, avec une très légère carène dorsale. Les membranes de protection sont bien développées et aussi hautes que les ventouses.

Les bras III ont une carène dorsale plus élevée, se poursuivant jusqu'à l'extrémité. Les trois premiers bras se terminent de façon assez brusque, sans amincissement en fouet. Les ventouses sont disposées par paires, assez serrées dans le sens longitudinal, mais bien séparées transversalement. A la base des bras, elles ont un diamètre du cercle corné voisin de 0,6 mm, puis, progressivement, diminuent de taille jusqu'à l'extrémité apicale où elles se trouvent, toujours par paires, très petites et très serrées, rendant leur comptage malaisé. Sur ces trois premiers bras, leur nombre varie de 55 à 70 paires.

Les bras IV sont extrêmement développés, égaux ou supérieurs à la longueur du manteau. Très élargis, ils présentent une bande interne, bordée par les ourlets de protection et portant les ventouses. Extérieurement à cette bande, s'incurve une lame formant demi-gaîne au tentacule,

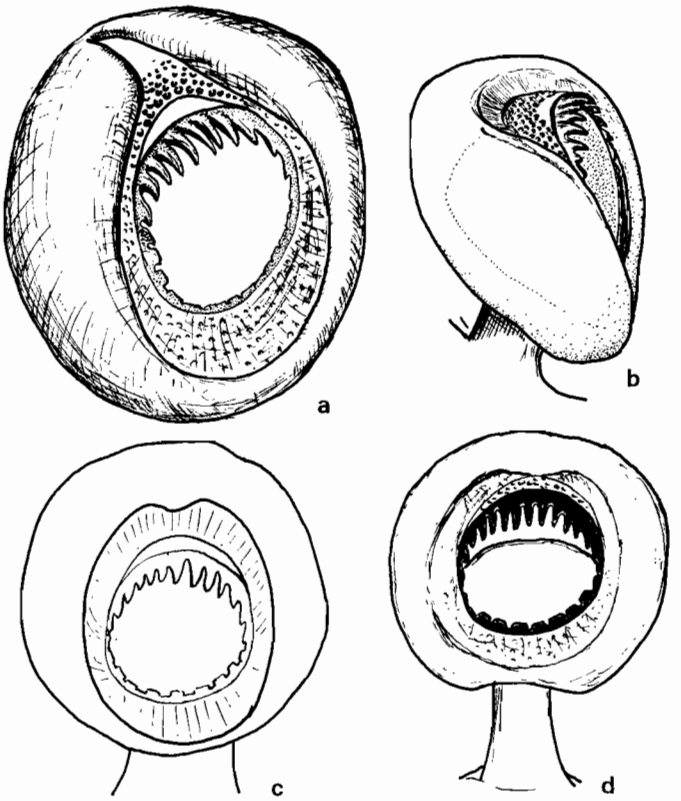


Fig. 4. — Ventouses brachiales, face, trois quarts et profil. Diamètre : 1,5 mm.

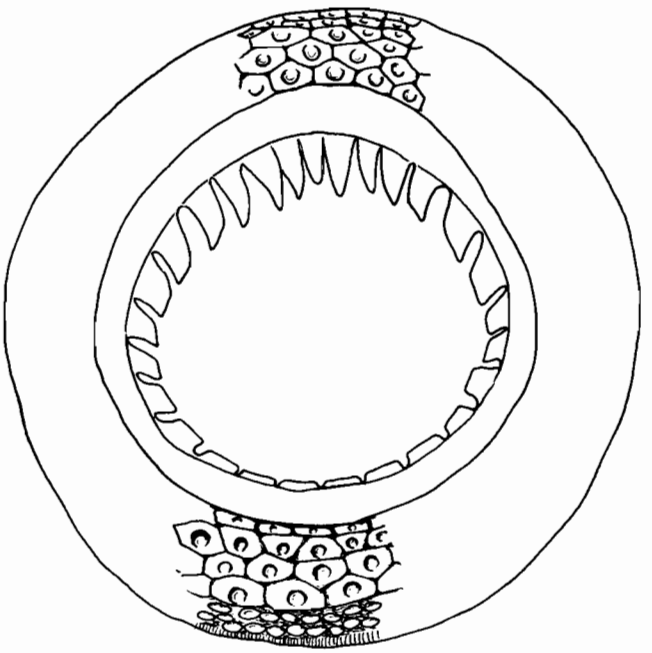


Fig. 5. — Anneau denté d'une ventouse brachiale, avec indications de la zone des plaquettes.

souvent absent par autotomisation. Cette lame a sa face interne munie de renforcements épidermiques légèrement obliques par rapport à son axe. Nous n'avons pas eu la chance d'observer ces animaux vivants, mais il semble que la jonction des bandes garnies de ventouses permettrait le développement d'une surface importante, relevée sur les bords, permettant la capture de proies flottantes par cette espèce de gouttière conduisant à l'orifice buccal. Il s'agit peut être d'une adaptation à un mode particulier d'alimentation. Les ventouses, de taille inférieure à celles des autres bras (0,5 mm) sont également au nombre d'une centaine, mais réparties sur toute la longueur des bras ; elles sont donc en paires de plus en plus obliques de la base vers l'apex et cette disposition aboutit à un arrangement pratiquement en ligne de toutes petites ventouses. Les ventouses sont globuleuses, presque sphériques portées sur un pédoncule assez court (fig. 4-5).

Deux joues encadrent l'anneau corné et forment une échancrure à la partie distale. Ces joues doivent jouer le rôle de joint et aider à la fixation de l'anneau chitineux.

L'anneau corné, circulaire, a ses bords latéraux cachés par les « joues » lui conférant un aspect ovalaire ; en outre son ouverture est convexe dans le sens longitudinal, redressant ainsi les denticules des bords distal et proximal.

L'ouverture est garnie de 8 à 12 dents, dressées sur le plan de l'ouverture. Ces dents, coniques, à pointe émoussée, ont toutes sensiblement la même longueur, les médianes étant tout de même un peu plus longues. Sur les côtés leur succède une série de denticules un peu plus bas, dont la pointe se déjette de plus en plus vers la base de la ventouse pour aboutir à une forme de créneau, plus long que haut. Ces formations, situées dans le plan de l'ouverture pour celles situées latéralement, se redressent proximalement. Cette convexité de l'anneau corné fait qu'il est difficile de voir en même temps les formations denticulaires du pourtour entier de l'anneau. Pour cela il est nécessaire d'en effectuer un montage et d'écraser légèrement la préparation. Le nombre total de denticules présents autour de l'ouverture oscille entre 27 et 29.

L'anneau denté est bordé par « la couronne des plaquettes » constituée par une triple bande de boutons granuleux, plus ou moins polyédriques, entourée elle-même par une couronne de plaques allongées en bordure.

Si l'on compare l'ornementation des ventouses avec les descriptions et les figures des auteurs, on trouve une ressemblance étroite avec la figure que HOYLE donne pour les ventouses de *M. dentata*, mais, sur cette figure, les dents en créneau ne figurent pas, la marge proximale étant entière ; la figure donnée par DEGNER pour une ventouse de son *M. schmidti* est beaucoup plus proche, bien que l'aspect de l'anneau soit plus écrasé ; il me semble difficile de différencier les deux sortes de ventouses. Quant à la figure de Joubin représentant l'ornementation chitineuse des ventouses de *M. grimaldii*, il semblerait que seule la partie redressée portant les denticules aigus ait été dessinée, la zone proximale des créneaux n'étant pas visible ; il ne faut pas non plus oublier, à ce propos, que le type ne mesurait que 58 mm de longueur palléale dorsale.

La membrane péribuccale est élevée et présente des attaches normales avec les bras, dorsales sur les bras I et II, ventrales sur les bras III et IV. Le bec est entouré d'une lèvre circulaire lisse entourant une bande muqueuse godronnée.

Tentacules.

Dans la majorité des cas les deux tentacules sont séparés des échantillons, mais ont été récoltés dans le même coup de filet ; chez certains exemplaires ils sont encore en place. Il semble donc évident qu'il s'agit là d'un cas de séparation par autotomie, la rupture ayant toujours lieu à la base de l'organe. Très flexibles, dépassant la longueur du manteau (+180 %), ils sont souvent enroulés parfois de façon inextricable chez les jeunes échantillons soit autour du corps et de la tête, soit autour d'organismes étrangers récoltés en même temps. Parfois, même, la tige tentaculaire est de section ronde de 4 mm de diamètre chez les individus ayant une longueur palléale dorsale supérieure à 80 mm. Dépourvue de ventouse sur son premier quart basal, la tige tentaculaire se couvre peu à peu d'une couche de minuscules organes de succion, limitée d'abord sur

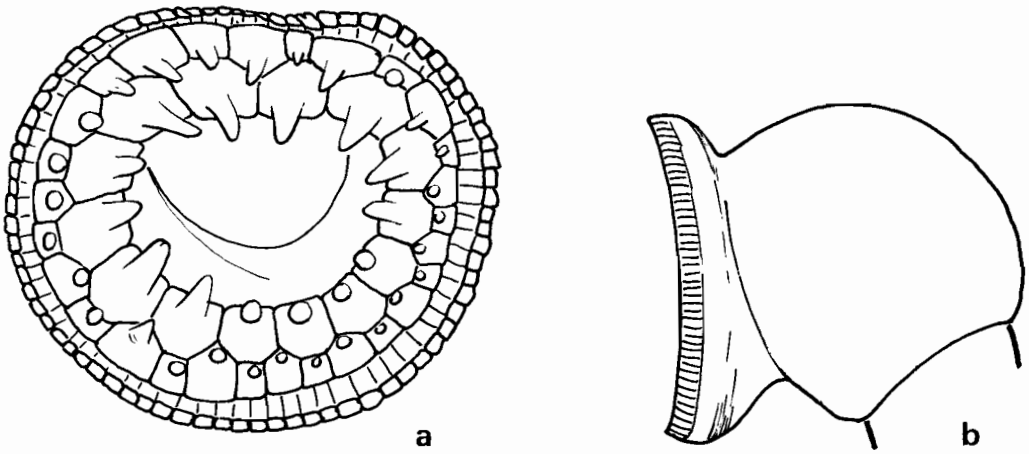


Fig. 6. — *a)* anneau corné d'une ventouse du tentacule ; *b)* ventouse tentaculaire vue de profil.

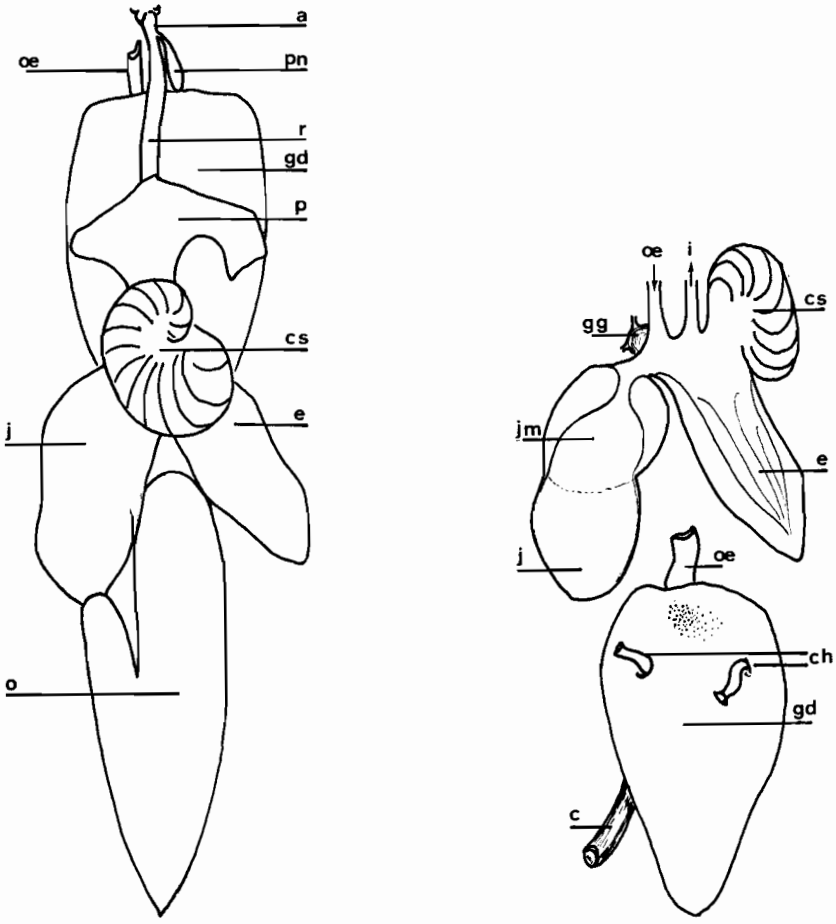


Fig. 7. — *Mastigoteuthis grimaldii.* — Appareil digestif, ♀ LM 81 mm. — a : Anus. — ch : conduits hépatiques. — cs : cœcum spirale. — e : estomac. — gd : glande digestive. — gg : ganglion gastrique. — i : intestin. — j : jabot. — jm : jabot musculeux. — o : ovaire. — œ : œsophage. — p : pancréas. — r : rectum.

sa face ventrale, puis envahissant les côtés pour tendre à se rejoindre sur la face dorsale. La massue tentaculaire est inexistante et n'offre aucun élargissement de la tige qui diminue de diamètre progressivement pour se terminer par une pointe mousse. Vers le milieu de sa longueur, seule une bande dorsale reste dépourvue de ventouse.

Les ventouses (fig. 6), de 4/10 de mm de diamètre chez les gros échantillons, sont munies d'un anneau corné circulaire fixé latéralement à une calotte hémisphérique cornée également et portée par un pédicelle de longueur sensiblement voisine du diamètre de la ventouse.

Le disque adhésif porte 2 rangées internes de plaques polyédriques munies chacune d'un denticule mousse pour la rangée la plus interne, d'un bouton obtus pour l'autre rangée ; ces deux rangs de plaquettes sont entourés d'une collerette de plaques allongées et minces jouant le rôle d'appareil adhésif.

Lors de l'ouverture de la cavité palléale, j'ai été surpris de trouver les organes digestifs baignant dans des flaques d'huile jaune rougeâtre, épaisse, collante et assez dense pour ne pas monter spontanément au-dessus de l'eau de la cuvette de dissection. Les organes digestifs se trouvent en général emplis par une grosse goutte de cette matière grasse qui diffuse rapidement au moindre accroc des tissus.

Appareil digestif.

Sur un animal en bon état (fig. 7) j'ai extrait l'appareil stomacal et dans la poche principale se trouvaient rassemblés au milieu des gouttelettes graisseuses caractéristiques, des fragments du fouet antennaire de Crustacé ayant toutes les apparences de celui d'un membre de la famille des *Pasiphaeidae* ; ces Carides sont communs le long des bords du plateau continental et nous avons récolté une grande quantité de *Glyphus marsupialis* (86 spécimens adultes) dans les estomacs de deux *Tursiops* dans les mêmes parages (1). Or, ces Crustacés possèdent de très gros œufs télolécithes colorés en rouge intense, et la matière grasse recueillie à la surface des bocaux contenant notre récolte de *Glyphus* n'était pas sans rappeler la couleur et la consistance de celle rencontrée dans les estomacs de *Mastigoteuthis ;* en outre, dans le coecum spiral de ces céphalopodes se trouvait une substance jaune ayant toute l'apparence de vitellus. Il semblerait donc que *Mastigoteuthis grimaldii* se nourrisse aux dépens des populations de Carides du groupe de *Pasiphaeidae.* Mais le diamètre des fragments de fouet antennaire rencontrés, correspond à celui d'un Crustacé aussi grand que le prédateur. L'appareil gastrique examiné étant proportionnellement de toute petite taille, il est difficile d'imaginer la possibilité d'ingérer en totalité une proie aussi grosse que son chasseur. Peut être celui-ci fait-il un choix dans le corps de sa victime, ne prélevant que la glande digestive et les œufs. Ce n'est là, bien sûr, qu'une hypothèse, basée sur des observations bien singulières.

L'œsophage, incolore après son issue de la masse buccale, passe dorsalement à la glande digestive et aboutit, coloré en rouge vineux, au point de jonction des 2 poches stomacales. Examiné par la face ventrale, la partie appelée estomac par CHUN est située sur le côté gauche (fig. 7, b). Elle est ovoïde et composée d'une partie terminale arrondie à parois minces (dans laquelle se trouvaient les débris de Crustacé), surmontée d'une masse plus arrondie entièrement constituée par un gros muscle blanc circulaire formant sphincter au voisinage de l'œsophage. Il semblerait que cette poche soit plus proche d'un jabot que d'un véritable estomac. Sur le côté droit, s'allonge la seconde poche, pointue, surmontée du coecum spiral en forme de haricot. Les parois de ces poches, lamellées et sécrétrices, sembleraient plutôt correspondre à un estomac qu'à un cœcum gastrique. Au point de jonction des deux poches se détache l'intestin postérieur, coloré en rouge, se dirigeant vers l'avant où il se termine par un rectum, après avoir reçu le débouché de la petite

(1) P. RANCUREL 1964.

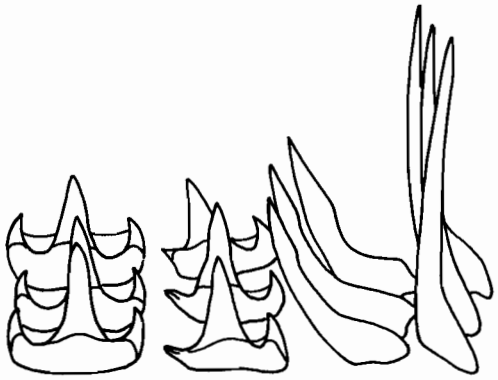


Fig. 8. — Radula, LM : 66 mm.

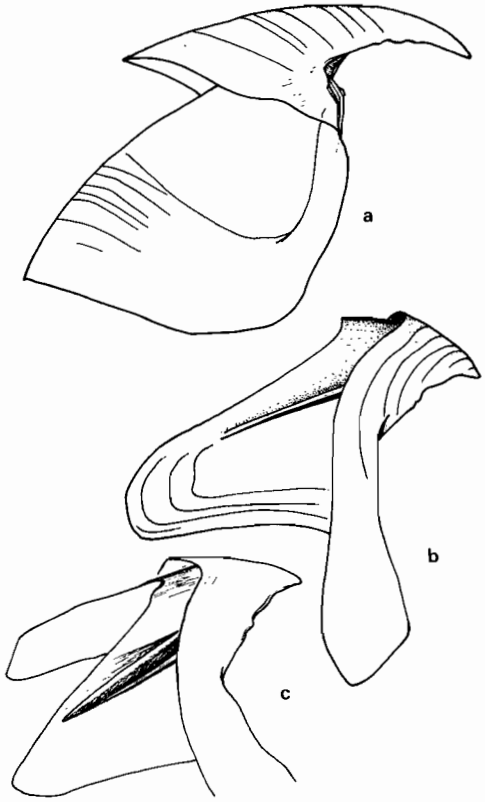


Fig. 9. — Bec : *a)* profil du bec supérieur ; *b)* du bec inférieur ; *c)* vue de trois-quarts du bec inférieur, montrant les renforcements latéraux. LM 66 mm.

poche du noir. Au voisinage de l'insertion sur les poches gastriques de l'œsophage et de l'intestin, de part et d'autre de ces conduits et du ganglion gastrique, aboutissent les canaux émanant du pancréas, très volumineux, et de la glande digestive.

Cette dernière (fig. 7, c), ovoïde, apparaît macroscopiquement constituée par une infinité de minuscules gouttelettes graisseuses jaunes, et parsemée de points de pigment rouge ; elle semble bien jouer le rôle d'organe de stockage des graisses rencontrées dans les cavités stomacales.

Ces divers organes sont emballés dans un tissu conjonctif parenchymateux, ne laissant libre que la masse des produits génitaux qui s'allonge en pointe au-delà de l'estomac.

Le schéma de l'organisation de cet appareil gastrique est très semblable à celui figuré par Chun pour *M. flammea*. L'importance plus grande du coecum spiral de ce dernier étant peut-être dû à une réplétion plus importante.

Radula (fig. 8).

Dent médiane à cuspide centrale bien dégagée entourée par deux ectocones crochus et aigus. Admédiane à mésocone largement triangulaire ; ectocone bien développé ; une amorce d'endocone se remarque sous forme d'un processus pointu dirigé vers la dent médiane. Première latérale, longue, courbée, présentant un certain élargissement vers son tiers apical. Secondes latérales longues, peu recourbées. Pas de plaque basale. Cette radula, ressemble fortement à celle de *M. cordiformis* figurée par Adam (1954), sauf en ce qui concerne la forme des premières latérales

et l'aspect moins crochu des ectocones de la dent rachidienne. Elle n'est pas non plus sans rappeler la radula rencontrée chez *Octopoteuthis*, surtout par le processus basal interne de la dent admédiane.

Bec (fig. 9).

Robuste et de taille moyenne.

La partie supérieure possède un rostre aigu légèrement recourbé. L'angle de la mâchoire forme, selon la terminologie adoptée par CLARKE (1962), un faux angle nettement creusé ; les bords de l'épaule sont arrondis et s'avancent en « gradins » qui forment à l'intérieur comme un petit bouton. Les stries d'accroissement sont bien visibles sur le rostre et le capuchon.

Le bec inférieur a un rostre court, à bords tranchants ondulés. Le capuchon est très réduit. Les ailes sont perpendiculaires à l'axe de la mandibule. Les parois latérales portent une carène plate, débordant fortement à l'extérieur et disparaissent à l'arrière dans la paroi latérale. Cette carène reste simple sur toute sa longueur.

Le bec est bien coloré, noirâtre aux extrémités, corné sur les autres parties. Sur le bec d'échantillons plus jeunes, on trouve, à la commissure du bec et des ailes (angles de la mâchoire), une partie cartilagineuse blanchâtre et translucide qui s'opacifiera chez les spécimens plus âgés.

Gladius (fig. 10).

Caractérisé par un cône très important occupant près de la moitié de sa longueur. La tige du gladius proprement dite est constituée par deux nervures latérales reliées par une lame translucide de 1,5 mm de large chez un échantillon de 81 mm de LM.

Le cône, légèrement aplati latéralement, mesure 3,5 mm de plus grande ouverture chez le même individu. Cette ouverture oblique, se termine en pointe sur une longueur de 12 mm. Trois carènes s'en détachent, l'une médiane formée par la soudure des deux parois latérales du cône, les deux autres sont latérales.

Corps.

Le *corps*, chez l'animal subadulte, est de couleur lie-de-vin claire, parsemé de petits chromatophores punctiformes ou légèrement allongés. Sur la face ventrale du corps, de la tête, des bras IV et III ainsi que sur la face dorsale de la nageoire, se voient une grande quantité d'organes lumineux jaunâtres surmontés d'un chromatophore foncé. Autour de cet organe, la couleur rougeâtre de l'épiderme s'éclaircit en laissant un cercle plus clair. Il semblerait que le nombre de chromatophores croisse avec l'âge, car on trouve tous les stades de développement de la partie luminescente du photophore, depuis le chromatophore seul jusqu'à la sphère jaunâtre coiffée d'une tâche rougeâtre. Il est donc difficile de décrire en détail la position de ces organes :

Nageoire.

Seule la face dorsale porte de gros photophores disséminés sur la moitié externe de la nageoire. Leur aspect est semblable à celui figuré par JOUBIN.

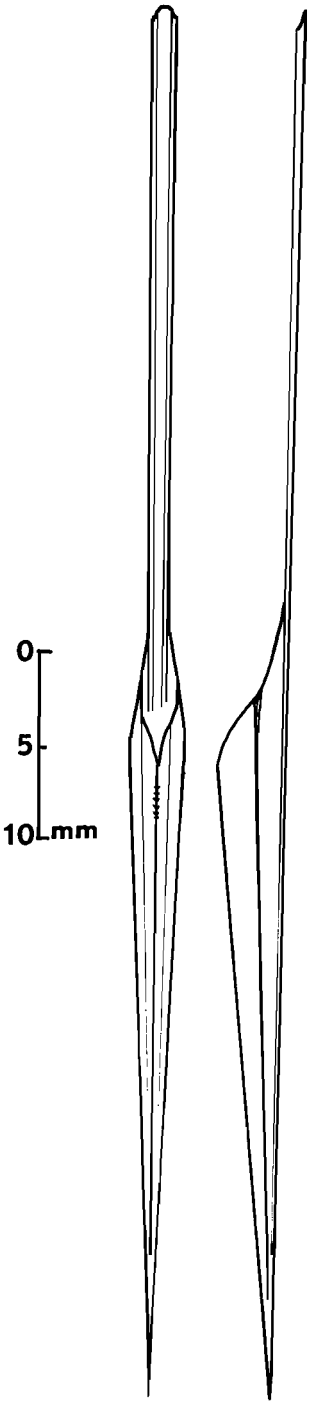


Fig. 10. — Gladius.

Bras IV : Tiers basal avec 3 rangs plus ou moins nets, le rang ventral avec organes de taille plus petite que le dorsal.

Tiers suivant : 2 rangs, le rang médian disparaissant.

Tiers distal : les 2 rangs fusionnent plus ou moins complètement, donnant un alignement grossier des organes.

Bras III : Quelques organes à la base du bras, sur le bord ventral, en liaison avec 3 organes provenant de la partie supérieure de l'œil.

Œil : Un gros organe particulièrement constant, dans l'angle ventral formé par le sinus (fig. 11). En arrière de l'ouverture oculaire existe un croissant jaunâtre assez ferme, semblable à celui existant chez *Octopodoteuthis* et *Lepidoteuthis*.

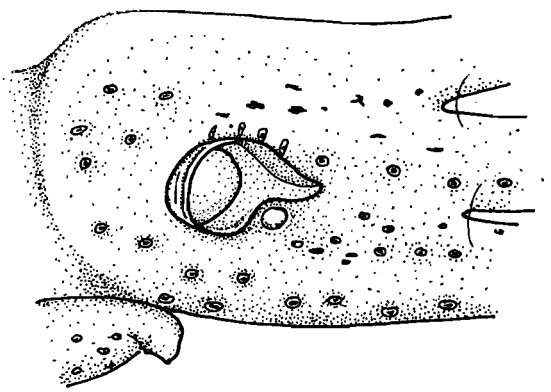


Fig. 11. — Vue latérale de la tête, montrant l'œil, le sinus oculaire et l'organe lumineux sous-oculaire.

Manteau : Répartis presque uniformément sur les faces ventrales et latérales, depuis l'ouverture palléale jusqu'à l'extrémité postérieure, les organes lumineux sont plus gros et plus distincts sur le milieu du corps au-dessus de l'élargissement gastrique, ainsi qu'à l'apex du manteau.

Cette disposition des organes lumineux est particulièrement nette chez les jeunes exemplaires encore peu colorés. Seuls les chromatophores surmontant la masse lumineuse sont visibles. Au fur et à mesure de la coloration, le nombre de chromatophores augmente et il est vraisemblable qu'après concentration du pigment rougeâtre, qui isole la cellule dans un espace plus clair, l'amas jaunâtre lumineux s'accumule peu à peu à sa partie inférieure donnant ainsi de nouveaux organes lumineux que l'on rencontre à tous les stades de déve-

loppement, les plus gros et les plus apparents étant les premiers formés. Ainsi, sur un échantillon juvénile de LM = 52 mm, seules les taches gastriques et caudales sont bien apparentes, ainsi que quelques bandes irrégulières sous la surface de la tête. Les bras IV n'ont que deux rangées à la base. Les futurs organes lumineux se distin- guent par une base plus claire autour du noyau de pigment concentré.

2. *VARIATIONS AU COURS DE LA CROISSANCE DE QUELQUES MESURES UTILISÉES EN TAXONOMIE* (fig. 12-14)

Utilisant les diverses mensurations relevées sur les échantillons du Golfe de Guinée, nous avons essayé d'établir les corrélations possibles entre les diverses mesures utilisées en systématique. Nous avons été limité dans une telle opération par l'impératif matériel de la rigueur des mesures elles-mêmes. S'il est aisé d'obtenir avec exactitude les longueurs de la nageoire et du sac palléal grâce à la rigidité du gladius, il n'en va pas de même pour la largeur de la tête, de laquelle un œil (si ce n'est les deux) présente une protrusion ou une énucléation consécutive à la capture ; il en est de même pour la longueur des bras ventraux, souvent brisés, puis régénérés, ce cycle pouvant sans doute se reproduire un assez grand nombre de fois, enlevant ainsi toute idée de corrélation avec une autre mesure plus stable. Il en est de même pour certaines mesures subissant des modifications par traumatismes lors de la capture : largeur de la tête, largeur du manteau, largeur de la nageoire.

Nous nous sommes donc borné à étudier les variations au cours de la croissance des rapports longueur palléale dorsale-largeur palléale (LM—1M, fig. 13) ; longueur palléale dorsale-longueur de la nageoire (LM—LN, fig. 12) et largeur de la nageoire par rapport à sa longueur (lN-LN, fig. 14).

LM—LN (fig. 12). La courbe représentant les mesures de ces variables obtenues pour des échantillons échelonnés entre des stades presque post-larvaires jusqu'à des individus sexuellement mûrs est constituée par une droite qui semble présenter un point d'inflexion très marqué au moment de la maturité sexuelle, et correspondant à des animaux d'une longueur palléale dorsale voisine de 85 mm.

Si l'on élimine, en un premier temps, les individus de forte taille, on obtient une droite de régression caractérisée par une pente moyenne ($p_o = 0,74$) et un point moyen de $\overline{x} = 56,56$ et $\overline{y} = 37,52$. Cette droite, de la forme $y = \overline{y}-(x-\overline{x})$ ($p_o \pm ts$) (s étant l'écart-type et t calculé au niveau de probabilité 0,05) nous donne une amplitude de variation de 10,00 mm le long de l'axe des y.

Pour cette fraction de population comprise entre des longueurs pallélales dorsales de 24 à 82 mm, la croissance du sac palléal est proportionnellement liée à celle de la nageoire par une équation de la forme $y = 0,74\ x-4,30$.

A partir de 85 mm de longueur palléale dorsale, la droite paraissant représenter les 2 variables, s'incline nettement sur l'horizontale faisant un angle très ouvert avec la précédente. Malheureusement, le très petit nombre d'échantillons (3) mesurant plus de 85 mm ne permet pas un calcul comparatif rigoureux et nous devrons nous contenter d'une droite approximative proche de l'horizontale dont les points sont assez exceptionnellement alignés ; la pente calculée de cette droite étant voisine de 0,0021.

L'examen des gonades montre que la différenciation sexuelle débute à partir du stade dont la longueur palléale dorsale est d'environ 65 mm. A partir de 80 mm les gonades entrent dans un stade de prématuration, les organes mâles deviennent bien visibles et bien différenciés, tandis

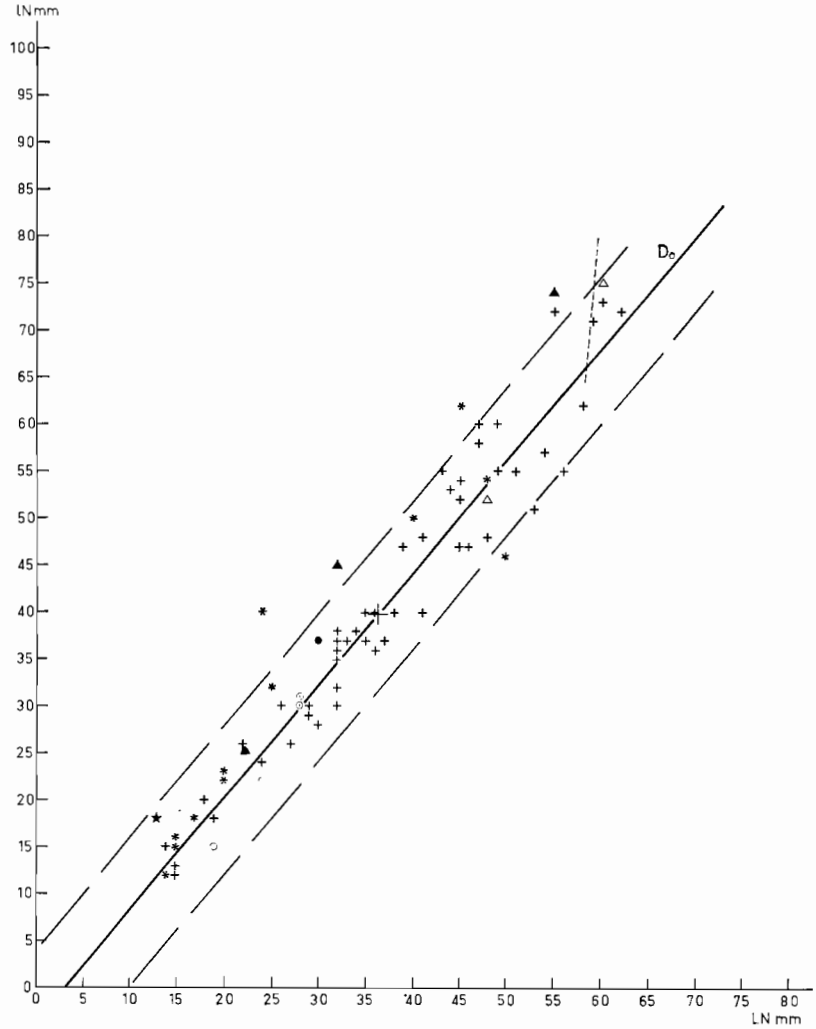


Fig. 12. — Variation de la longueur de la nageoire par rapport à la longueur du manteau, chez *M. grimaldii* et espèces voisines. Mêmes symboles que la figure 14.

que les glandes accessoires femelles commencent à augmenter de volume. Il semble évident que ce changement d'état physiologique corresponde au changement de la courbe de croissance et que le point d'inflexion de la droite marque le début de la maturation réelle des produits génitaux. A partir de ce point, la nageoire ne croîtrait plus que très lentement, alors que le sac palléal continuerait à s'allonger. De ce fait, les grands individus en notre possession (LM = 86 mm ; 100 ; 118 mm) et qui sont tous trois des femelles, ont un manteau proportionnellement beaucoup plus long que la nageoire.

Si l'on porte maintenant, sur le même graphique I les valeurs des mesures équivalentes fournies par les différents auteurs : pour *M. grimaldii* (Joubin, 1895, 1907, 1924 ; Chun, 1913, Adam, 1960), ainsi que celles des espèces voisines : *M. flammea* (Chun, 1908, Dell, 1959) *M. schmidti* (Degner, 1925) à *M. dentata* (Hoyle, 1904) au total 20 exemplaires déterminés comme *M. grimaldii* et 8 autres échantillons représentant les 3 autres espèces, on constate que toutes ces mesures entrent parfaitement dans l'intervalle des droites limites parallèles à la droite de régression, sauf un individu de Chun 1913 qui possède une nageoire anormalement longue pour l'espèce. Peut-être s'agit-il d'une erreur de mesure ou de détermination ?

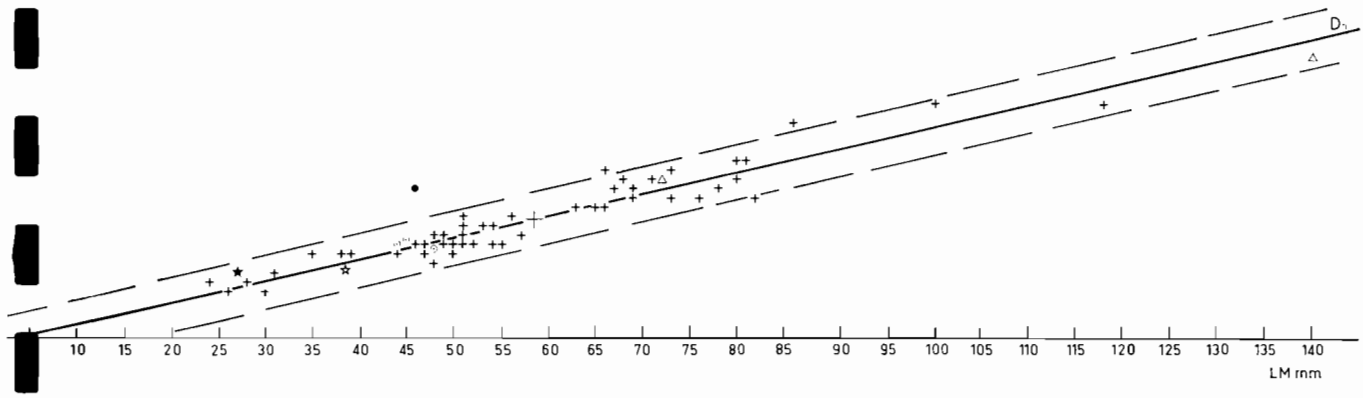


Fig. 13. — Variation de la largeur du manteau par rapport à sa longueur chez *M. grimaldii* et espèces voisines. Mêmes symboles que pour la figure 14.

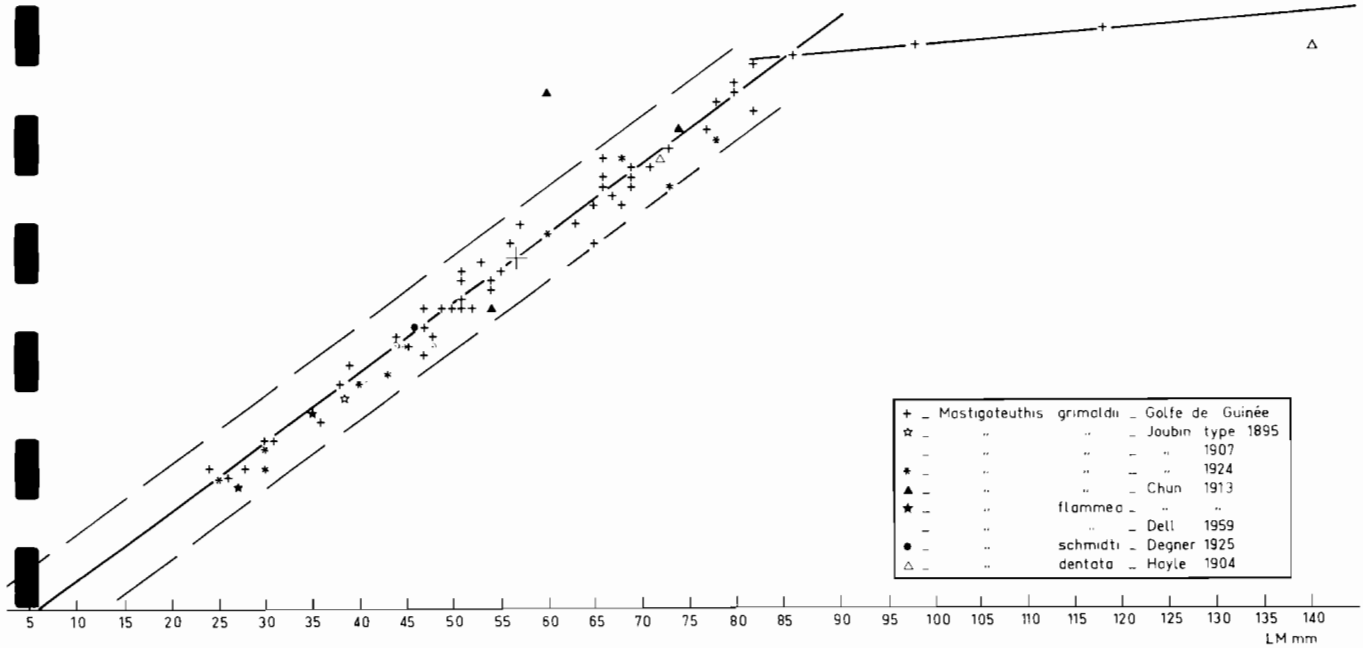


Fig. 14. — Variation de la largeur de la nageoire par rapport à sa longueur chez *M. grimaldii* et espèces voisines.

Il est également possible de s'interroger sur la validité de l'assertion de HOYLE quant au caractère sexuel secondaire résidant dans la différence de longueur de la nageoire chez le ♂ et chez la ♀ de *M. dentata*. Le mâle de *dentata* a une longueur de manteau le classant parmi le groupe en voie de maturation et ses proportions sont identiques à celles des femelles de même taille. HOYLE ne précise pas (et ses figures ne laissent pas deviner) le stade de maturation du mâle. Quant à la femelle, dont les glandes accessoires sont bien développées, ses mensurations entrent bien dans les limites de la droite de régression, tracée malheureusement avec bien peu d'échantillons pour les grosses femelles du Golfe de Guinée. Y a-t-il différenciation morphologique des femelles seules après maturation? L'absence de mâles mûrs avec spermatophores et ayant une longueur palléale dorsale comparable à celle des ♀ ne permet pas de le dire.

Si l'on pousse plus loin la comparaison et que l'on porte sur le graphique les mensurations d'espèces nettement différentes par l'absence de photophores ou de denticules aux ventouses *(iselini, glaukopis, agassizi)*, on s'aperçoit que toutes ces nouvelles informations se groupent facilement autour de la droite de régression, ce qui met une fois de plus en évidence la cohésion des espèces du genre et l'impossibilité qu'il y a de s'en tenir aux seules proportions de longueur du manteau et de la nageoire comme caractères spécifiques.

LM-IM (fig. 13). Si l'on effectue la même opération en ce qui concerne les informations longueur et largeur du manteau pour les *M. grimaldii* du Golfe de Guinée, ainsi que pour les autres espèces des auteurs, nous obtenons tout d'abord une droite de régression d'équation $y = 0{,}23\ x - 1{,}37$. Si l'on trace les droites limites pour une probabilité d'erreur de 0,05 ($\pm 2{,}82$ mm de la droite de régression) nous trouvons toutes les mesures regroupées entre ces droites aussi bien pour les *M. grimaldii* que pour les espèces voisines. Seul *M. schmidli* possède une mesure de largeur de manteau sortant de façon assez nette des limites tracées : elle serait comprise entre les limites des droites tracées pour une probabilité de 0,02. Le grand échantillon femelle de *M. dentata* de HOYLE est très proche de la droite de régression elle-même.

LN—IN (fig. 14). Examinons une autre série de couples de données représentant la longueur et la largeur de la nageoire pour le même échantillonnage. Comme nous le faisions remarquer, la mesure exacte de la largeur de la nageoire n'est pas toujours chose aisée à cause de la torsion et surtout de l'érosion des bords latéraux de l'organe ; aussi le coefficient de corrélation de ces données n'est-il que de 0,95. La droite, d'équation $y = 1{,}20\ x - 3{,}73$, montre que la nageoire, d'abord presque aussi large que longue chez les juvéniles, augmente peu à peu sa largeur par rapport à sa longueur pour devenir, à partir d'une longueur de manteau de 30 à 35 mm, plus large que longue, cette disproportion augmente régulièrement jusqu'au point d'inflexion que nous avons trouvé dans le rapport des longueurs du manteau et de la nageoire, correspondant au passage à l'état adulte. A l'extrémité supérieure du nuage de points, se trouvent groupées 6 données situées très nettement au-dessus de la droite de régression, représentant les mesures de la nageoire d'animaux de longueur palléale dorsale supérieure à 80 mm.

Si l'on admet, dans le graphique figure 12, qu'à partir de la maturation des gonades la droite représentative de la croissance de la longueur de la nageoire par rapport à celle du manteau change de pente qui tend vers zéro, il devient par contrecoup évident qu'à une certaine longueur de la nageoire, sur le graphique fig. 12, la courbe représentative de sa croissance en longueur et en largeur va être, soit pratiquement interrompue, soit prendre une orientation différente presque parallèle à l'axe des ordonnées.

Malgré leur petit nombre, le groupement de quelques informations au-dessus de la droite de régression au lieu même correspondant à la diminution de la pente du précédent graphique (fig. 12) laisse pressentir un changement d'équation de la droite indiquant un accroissement notable de la largeur de la nageoire par rapport à sa longueur au moment du changement physiologique.

Les diverses mesures utilisées, tant des échantillons du Golfe de Guinée, que des autres spécimens de la littérature, entrent pour la plupart dans la surface limitée par les droites limites

calculées pour une probabilité d'erreur de 5 % (±7,70 de la droite de régression), les mesures extérieures peuvent être attribuées à la difficulté d'obtenir des mesures exactes de la largeur de la nageoire.

Nous avons tenté également de réunir sur un même graphique les mesures de la longueur des bras ventraux en fonction de la taille dorsale du manteau. Les résultats sont extrêmement flous et dispersés, surtout pour les grands individus ; alors que les coefficients de corrélation étaient de 0,977 pour LM—LN, et de 0,95 pour les autres données, il n'atteint pas ici la valeur de 0,70. Je pense que cette anomalie est due à la grande fragilité de l'extrémité de ces bras et à leur régénération après chaque rupture, qui donne ainsi des longueurs très irrégulières et difficilement utilisables.

En conclusion, l'examen statistique d'une population de *M. grimaldii* du Golfe de Guinée, a permis de tracer les courbes de croissance des organes utilisés par les auteurs pour distinguer les diverses espèces munies d'organes lumineux cutanés. La croissance du manteau et de la nageoire est régulière jusqu'en début de la maturation des produits génitaux. A ce stade, il semblerait qu'il y ait un ralentissement de la croissance de la nageoire.

L'accroissement de la largeur du manteau par rapport à sa longueur est constant et linéaire.

L'accroissement de la largeur de la nageoire par rapport à sa longueur est régulier jusqu'à la maturation des gonades. Il semble ensuite se ralentir énormément. Il est à noter qu'au-dessous d'une longueur palléale dorsale de 30 à 35 mm la nageoire est presque aussi large que longue ; elle devient nettement plus large au-dessus. Quant aux quatre espèces voisines de *grimaldii* qui n'en diffèrent que par certaines proportions, il semble que les mesures effectuées fassent ressortir une similitude très poussée.

M. flammea présente des caractères chiffrables tout à fait semblables à ceux de *grimaldii;* seule reste la différence du nombre de denticules aux ventouses brachiales, différence déjà contestée par JOUBIN. Seul un examen du type permettrait de lever le doute.

M. dentata présente lui aussi des caractères absolument semblables à ceux des éléments extrêmes de notre population. La différence de proportion entre les nageoires du ♂ et de la ♀ relevée par HOYLE entre parfaitement dans le cadre des limites de nos droites, mais il n'est pas possible de dire si cette différence est imputable au sexe ou à une différence d'âge. Il est pourtant remarquable que, sur la portion de droite représentant la croissance du manteau par rapport à la nageoire après la maturation, ne se trouvent que des ♀ ; l'absence des ♂ pouvant simplement s'expliquer par une lacune dans les captures, ou une mortalité plus précoce.

M. schmidti, s'il présente des mesures s'intégrant parfaitement dans les graphiques représentant les croissances relatives de la longueur et de la largeur des nageoires, ainsi que la longueur du manteau et la longueur de la nageoire, se trouve un peu en dehors de la zone de probabilité entourant la droite de régression des mesures de la longueur et de la largeur du manteau.

Il ressort de ces considérations, que la similitude de *M. grimaldii*, *flammea et dentata* semble très poussée, celle de *schmidti* plus lâche et que l'examen des types concluerait certainement à la mise en synonymie des deux si ce n'est des trois espèces avec la première.

BIBLIOGRAPHIE

ADAM (W.), 1954. — Cephalopoda — Partie III-IV — Céphalopodes à l'exclusion des genres Sepia, Sepiella et Sepioteuthis : pp. 119-198. *Siboga-Expeditie.*

ADAM (W.), 1960. — Les Céphalopodes de l'Institut Français d'Afrique Noire II. *Bull. IFAN* 22, sér. A, n° 2 : pp. 465-511.

ALLAN (J.), 1945. — Planktonic cephalopod larvae from the eastern Australian coast. *Rec. Austral. Mus. 21* (6) : pp. 317-350, pl. 24-27.

CHUN (C.), 1908. — Ueber Cephalopoden der Deutschen Tiefsee Expedition. *Zool. Anz. 33*, nos 2, 3 : pp. 86-89.

CHUN (C.), 1910. — Die Cephalopoden — (Oegopsida) Wissensch. Ergeb. Dtsch Tiefsee Expedition. « Valdivia ». *18* : pp. 1-402, pls 1-61, Iéna.

CHUN (C), 1913. — Cephalopoda from the « Michael Sars » North Atlantic deep sea expedition 1910. Rep. Michael Sars N. Atl. *Deep. Sea Exp.* 1910. *III :* pp. 1-28, 2 pls.

CLARKE (.M R.), 1962. — The identification of Cephalopod « beaks » and the relationship between beak size and total body weight. *Bull. Brit. Mus.* (N.H.) Zool., *8* (10) : pp. 420-480.

CLARKE (M. R.), 1966. — A review of the systematics and ecology of Oceanic squids. *Adv. Mar. Biol. 4* Plymouth.

CLARKE (M. R.) & MAUL (G. E.), 1962. — A description of the « scaled » squid *Lepidoteuthis grimaldii* Joubin 1895. *Proc. Zool. Soc. London. 139* (1) : pp. 97-118.

DEGNER (E.), 1925. — Cephalopoda. *Rep. Danish. Ocean. Exp. Mediter. adj. seas. II.* Biology.

DELL (R. K.), 1959. — Some additional New Zealand Cephalopods from Cook Strait. *Zool. Publ. Victoria Univ. Wellington*, n° 25 : pp. 1-12.

FISCHER (H.) & JOUBIN (L.), 1906. — Notes sur les Céphalopodes capturés au cours des expéditions du « Travailleur » et du « Talisman ». *Bull. Mus. Paris. 12 :* pp. 202-205.

FISCHER (H.) & JOUBIN (L.), 1907. — Céphalopodes. Expéditions scientifiques du « Travailleur » et du « Talisman ». *Zoologie. 8 :* pp. 313-353.

GRANDPERRIN (R.) & CABOCHE (C.), 1968. — Aperçu sur l'action des procédés de conservation sur la biomasse d'organismes micronectoniques et macroplanctoniques. *J. Cons. Explor. Mer. 32*, 2 : pp. 209-215.

HOYLE (W. E.), 1886. — Report on the Cephalopoda collected by HMS Challenger during the years 1873-76. Voy. HMS Challenger *16*, pt 44 : pp. 1-246, 33 pls.

HOYLE (W. E.), 1904. — Reports on the Cephalopoda. *Bull. Mus. comp. Zool., Harvard; 43 :* pp. 1-71.

JOUBIN (L.), 1895. — Contribution à l'étude des Céphalopodes de l'Atlantique Nord. *Rés. Camp. Sci. Albert 1° Monaco*, fasc. 9 : pp. 1-63, 6 pls.

JOUBIN (L.), 1913. — Études préliminaires sur les Céphalopodes recueillis au cours des croisières de S.A.S. le Prince de Monaco. 3e note : *Masligoteuthis magna. Bull. Inst. Océanogr. 275* Monaco.

JOUBIN (L.), 1920. — Céphalopodes provenant des Campagnes de la Princesse Alice (1898-1910), 3e partie. *Rés. Camp. Sci. Albert 1° Monaco*, fasc. *54*.

JOUBIN (L.), 1924. — Contribution à l'étude des Céphalopodes de l'Atlantique Nord (4e série). *Rés. Camp. Sci. Albert 1° Monaco*, fasc. *67*.

JOUBIN (L.), 1933. — Notes préliminaires sur les Céphalopodes des croisières du « Dana » (1921-1922), 4e partie. *Ann. Inst. Océanogr.* (n.s.), *13* (1), Paris.

LÖNNBERG (A.), 1896. — Notes on some rare Cephalopods. *Ofv. Ak. Förh :* pp. 603-612.

Mc. DONALD (R.) & CLENCH (W. J.), 1934. — Descriptions of a new genus and two new species of squids from the North Atlantic. *Occ. Pap. Boston Soc. Nat. Hist. 8 :* pp. 145-152.

MASSY (A.L.), 1925. — The Cephalopoda of the Natal Museum. *Ann. Natal. Mus. 5 :* pp. 201-229.

PFEFFER (G.), 1900. — Synopsis der Oegopsiden Cephalopoden. *Mitt. naturh. Mus. Hamburg 17 :* pp. 147-198.

PFEFFER (G.), 1912. — Die Cephalopoden der Plankton Expedition. Bd III : pp. 1-815, 48 pl.

RANCUREL (P.), 1964. — Note sur la plongée profonde de *Tursiops truncatus. Cah. ORSTOM, sér. Océanogr. 2 :* pp. 135-141.

REES (W. J.) & MAUL (G. E.), 1956. — The Cephalopoda of Madeira. *Bull. Brit. Mus.* (N.H.), *Zool. 3* (6) : pp. 259-281.

SASAKI (M.), 1916. — Notes on Oegopsid Cephalopods found in Japan. *Annot. zool. jap. 9 :* pp. 89-120.

SASAKI (M.), 1920. — Report on the Cephalopoda collected during 1906 by the U.S. Bureau of Fisheries Steamer « Albatross » in the Northwestern Pacific. *Proc. U.S. Nat. Mus. 57* (1921) : pp. 163-203, pls 21-26.

SASAKI (M.), 1929. — A Monograph of the Dibranchiate Cephalopods of the Japanese and adjacent water. *J. Coll. Agr. Hokkaido*, Imp. Univ. Sapporo suppl. to vol. *20 :* pp. 1-357.

SCHWARTZ (D.), 1963. — Méthodes statistiques à l'usage des Médecins et des Biologistes. Flammarion.

SIMPSON (G. G.) & ROE (A.), 1939. — Quantitative Zoology N.Y.

VERRILL (A. E.), 1881. — The Cephalopods of the North eastern coast of America pt II : The smaller cephalopods including the « squids » and the octopi, with other allied forms. *Trans. Conn. Acad. Arts Sci. 5 :* pp. 259-446.

VOSS (G.), 1963. — Cephalopods of the Philippine Islands. *Smiths. Inst. U.S. Nat. Mus. Bull.* 234 : pp. 1-180.

VOSS (N.), 1969. — A monograph of the Cephalopoda of the North Atlantic. The Family Histioteuthidae. *Bull. Mar. Sci. 19* (4) : pp. 713-867.

TABLEAU I
Mensurations de *Mastigoteuthis grimaldii* (JOUBIN, 1895) (*)

	6102		FP 6107				FP 6109						FP 6202	
	1		1		2		1		2		3		1	
LM		56		66		52		71		36		24		48
IM	13	23,2	14	21,2	10	19,2	17	24	9	25	6	25	9	18,7
LN	38	68	45	68	32	61,5	47	66	22	61	15	62,5	29	60,5
IN	38,5	69	47	71,5	32	61,5	60	84,5	26	72,5	12	50	29	60,5
LT	13	23,2	14	21,2	10,5	20,2	22	31	11	30,6	4,5	18,8	11,5	24
IT	12	21,5	15	22,8	11	21,2	20	28	7	19	4	16,6	10,5	22
1	22	39,5	22	33,2	17	32,6	31	44	15	42	5	21	18	37,5
2	35	62,5	32	48,5	21	40,5	43	60,5	20	56	6	25	29	60,5
3	30	53,5	32	48,5	23	44,5	44	62	21	58	5	21	28	58,5
4	74	132	66	100	51	98	88	124	+47	+124	23	96	67	140

	FP 6204								FP 6205					
	1		2		3		4		1		2		3	
LM		63		67		49		44		80		47		39
IM	14	22,1	16	24	10	20,5	9	20,5	17	21,2	10	21,2	9	23
LN	41	65	44	65,5	32	65,5	29	66	55	69	32	68	26	67
IN	48	76	53	79	36	73,5	30	68,5	72	90	32	68	30	77
LT	17	27	17	25,5	10,5	21,5	9	20,5	17	21,2	11	23,5	9,5	24,4
IT	16	25,5	17	25,5	11	22,5	10	22,8	22	27,5	11,5	24,5	9	23
1	26	41,5	29	43,5	14	28,5	15	34	34	42,5	16	34	13	33,5
2	32	51	40	60	20	41	23	52	49	61	27	57,5	22	56,5
3	31	49,5	40	60	22	45	17	38,6	45	56	24	51	19	49
4	70	111	87	130	62	126	+36	+82	109	136	60	128	59	150
			♂						♀					

	FP 6219				FP 6222		FP 6223				FP 6224		FP 6302			
	1		2				1		2				1		2	
LM		86		69		45		100		65		38		55		26
IM	23	26,8	16	23	10	22,2	25	25	13,5	20,8	9	23,6	10	18,2	5	19,2
LN	59	69	45	65	30	67	60	60	39	60	24	63	36	65,5	14	54
IN	71	82,5	53	72	28	62	73	73	47	72,5	24	63	36	65,5	15	58
LT	26	30	14	20,5	10	22,2	25	25	14	21,5	85	22,2	11	20	3,5	13,5
IT	22	25,5	17	24,5	9	20	27	27	15	23	9	23,6	13	23,5	5	19,2
1	45	52	24	35	14	31	52	52	30	46	11	29	19	34,5	5	19,2
2	58	67,5	35	51	20	44,5	69	69	43	66,5	17	45	27	49,5	8	31
3	55	64	35	51	19	42	69	69	35	54	17	45	26	45,5	7	27
4	180	210	80	116	54	120	+116	+116	83	127	40	105	60	109	23	88,5
	♀						♀									

	FP 6304													
	1		2		3		4		5		6		7	
LM		50		57		51		50		54		51		78
IM	10	20	11	19,3	11,5	22,6	9	18	10	18,5	11	21,6	16	20,5
LN	32	64	41	72	35	69	32	64	34	63	33	65	54	69
IN	30	60	40	70	37	72,5	37	74	38	70,5	37	72,5	57	73
LT	10,5	21	11	19,3	9	17,6	10	20	12	22,2	11	21,6	14	18
IT	11	22	12	21	11,5	22,6	10,5	21	10	18,5	11	21,6	18	23
1	14,5	29	23	40,5	21	41	19	38	16	29,6	21	41	35	45
2	24	48	29	51	28	55	27	54	23	42,5	29	57	44	56,5
3	21,5	43	26	45,5	31	61	23	46	22	41	27	53	46	59
4	58	116	56	98,5	+45	+89	55	110	63	117	59	115	95	122
			♂											

(*) Dans les tableaux I et II, toutes les LM et les mesures placées à gauche dans chaque colonne sont exprimées en millimètres Les colonnes de droite représentent le % de la mesure par rapport à LM.

TABLEAU I

Mensurations de *Mastigoteuthis grimaldii* (JOUBIN, 1895)

	FP 6305						FP 6309				FP 6311		FP 6313			
	1		2		3		1		2		1		1		2	
LM		80		47		39		118		51		53		49	±	49
lM	17	21,2	10	21,2	9	23	25	21,2	12,5	24,5	12	22,5	11	22,5	12	24,5
LN	55	69	32	68	26	67	62	52,5	36	70,5	37	70	32	65	34	69,5
lN	72	90	32	68	30	77	72	61	40	78,8	36,5	69	40	82	40	82
LT	17	21,2	11	23,5	9,5	24,4	25	21	13	25,5	12	22,5	10	20,4	12	24,5
lT	22	27,5	11,5	24,5	9	23	—	—	14	27,5	13	23,2	12	24,5	12	24,5
1	34	42,5	16	34	13	33,5	51	43	21	41	17	24,5	17	34,8	17	34,8
2	49	61	27	57,5	22	56,5	60	51	30	59	25	47	25	51	24	49
3	45	56	24	51	19	49	60	51	28	55	22	41,5	21	43	23	47
4	109	136	60	128	59	150	137	116	62	122	55	104	61	125	65	132
	♀						♀									

	FP 6318						FP 6331				FP 6333				FP 6337		FP 6339	
	1		2		3		1		2		1		2		1		1	
LM		73		69		81		66		47		47		28		30		31
lM	15	20,5	15	21,8	19	23,5	18	27,2	11	23,5	8	17	5,5	19,5	5	16,7	7	22,5
LN	49	67	47	68	58	71,5	48	73	32	68	27	57,5	15	55,5	19	63,5	18	58
lN	60	82	58	84	62	76,5	48	73	30	64	26	55	13	46,5	18	60	20	64,5
LT	16	22	18	26	19	23,5	13	19,7	9	19,2	8	17	4,5	16	5	16,7	5,5	17,7
lT	—	—	20	29	19	23,5	19	29	11	23,5	8,5	18	4,5	16	4,75	15,8	6	19,3
1	32	44	34	49,5	40	49,5	29	44	16	34	11	23,5	4,5	16	7	23,4	9	29
2	42	57,5	46	66,5	50	62	42	64,5	23	49	18	38,5	6	21,5	9	30	12	39
3	40	55	39	56,5	44	54,5	42	64,5	22	47	17	36,2	6,5	23	7	23,4	11	35,5
4	+75	+103	83	120	100	123,5	87	142	56	119	46	98	21	75	30	100	32	103
			♀		♀		♀											

	St 526		GTS 6-8														St 424	
	1		1		2		3		4		5		6		7		1	
LM		76		73		68		54		82		80		66		65		51
lM	15	19,7	18	24,6	17	25	12	22,2	15	18,3	18,5	23	14	21,2	14	21,6	9,5	18,6
LN	51	67	49	67	43	63,5	35	65	53	64,5	56	70	46	70	45	69	32	63
lN	55	72,5	55	75,5	55	81	40	74	51	62	55	69	47	71	54	83	34	67
LT	16	21															10,5	20,6
lT	17	22,4									pas de		pas de		pas de		10	19,6
1	37	49									tête		tête		tête		14	27,5
2	46	60,5															23	45
3	44	58															23	45
4	105	138	100	137	98	144	67	124									60	118
			♀		♀				♂		♂		♀					

TABLEAU II

Mensurations de *M. grimaldii* et espèces affines dans la littérature

	JOUBIN 1895		FISCHER et JOUBIN 1907				CHUN 1913					
LM		38,3		41		25		60		74		54
lM	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
LN	22,3	58	24	58,5	19	76	55	91,5	51	69	32	59
lN	25,3	66	22	54	15	60	74	123	—		45	83,5
LT	8,15	21,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
lT	10,4	27	11	27	6	24	—	—	—	—	—	—
1	18,5	48	14	34	10	40	—	—	—	—	—	—
2	—	—	17	41,5	16	64	—	—	—	—	—	—
3	—	—	13	31,5	13	52	—	—	—	—	—	—
4	41,5	108	41	100	34	135	98	163	—	—	—	—

	JOUBIN 1924													
	3881		3415		3526		3086		3036		3028		3281	
LM		25		28		30		30		36		36		40
lM	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
LN	14	56	15	53,5	17	57	15	50	20	58,5	20	58,5	24	60
lN	12	48	15	53,5	18	60	16	53,5	22	61	23	64	40	100
LT														
lT														
1														
2														
3														
4			±40	±143	±40	±133	±35	±117	±50	±139	±60	±166	±70	±175

	JOUBIN 1924 (suite)										ADAM 1960		ALLAN ? 1945	
	3078		3452		3015		3452		3086					
LM		43		60		68		73		78		±45		13
lM													4	30,8
LN	25	58	40	67	48	70,5	45	62	50	64	30	67	6	46
lN	32	74,5	50	83,5	54	79,5	62	85	46	59	+30	+67	10	77
LT											11 à 12	25	2	15,4
lT													2	15,4
1											20	44,5	1	7,7
2											—		3	23
3											—		1	7,7
4	±74	±172			±110	±162			±115	±147	55	122	6	46

	M. dentata Hoyle 1904				*M. schmidti* Degner 1925		*M. flammea* Chun 1908				*M. flammea* Dell. 1959					
LM		72		140		46		27		35		45		44		48
lM	17	23,5	30	21,4	16	35,8	7	26	—	—	10,5	23,5	10	22,8	9,5	19,8
LN	48	67	60	43	30	65	13	48	21	60	28	62	28	63,5	28	58,5
lN	52	72	75	53,5	37	80	18	67	—	—	30	66,5	30	68	31	65
LT							5	18,5	8	22,8	10,5	23,5	12	27,3	10	21
lT	17 ?		25 ?				5,5	20,4	8	22,8	10,5	23,5	13	29,5	9,5	19,8
1	38	53	53	38	18	39	7	26	14	40	17	28	18	41	17	35,5
2	47	65,5	70	50	27	59	12	44,5	15	43	26	58	32	73	33	69
3	45	62,5	70	50	28	61	10,5	39	11	31,5	27	60	32	73	22	46
4	87	120	130	93	56	122	45	166	40	115	65	144	79	180	82	170
	♂															

LE COURANT DE CROMWELL DANS LE PACIFIQUE CENTRAL EN FÉVRIER 1970

par C. COLIN, C. HENIN, Ph. HISARD et C. OUDOT*

Résumé

Les campagnes effectuées par le « CORIOLIS » entre 170 °E et 140 °W, le long de l'équateur dans l'Océan Pacifique, permettent une étude détaillée de la structure du champ des courants équatoriaux et en particulier du Courant de Cromwell.

A 170 °E, le Courant de Cromwell est bi-cellulaire ; à 140 °W, il n'a plus qu'un seul maximum de vitesse mais d'après Knauss *(1966), selon les conditions météorologiques, il peut avoir, à cette longitude, deux aspects différents.*

Entre 140 °W et 156 °W, les mesures détaillées d'hydrologie et de courants que le « Coriolis » a effectuées en février 1970, pendant la campagne CASSIOPÉE, donnent une image très précise du Pacifique Central.

L'évolution de la teneur en sels nutritifs et en oxygène le long des surfaces isanostères met en évidence des mécanismes d'enrichissement différents de part et d'autre du sommet de la thermocline ; ces mécanismes sont intensifiés là où la turbulence est maximum, c'est-à-dire d'une part entre le Courant Équatorial et le Courant de Cromwell, et d'autre part entre le Courant de Cromwell et le Courant Équatorial Intermédiaire. De ce fait, le Courant de Cromwell apparaît comme un facteur important de l'enrichissement des eaux équatoriales : il s'enrichit par diffusion turbulente au contact du Courant Équatorial Intermédiaire, au travers de l'Eau Équatoriale à 13 °C, et cède une partie de cette richesse au Courant Equatorial, soit par mélange turbulent dans le Pacifique Occidental, soit par mélange turbulent associé avec la circulation verticale induite par les alizés, dans le Pacifique Central.

Le Courant de Cromwell apparaît ainsi, non seulement comme un courant de compensation dynamique du Courant Équatorial mais aussi comme un courant de compensation de la circulation générale des sels nutritifs de la zone équatoriale de l'Océan Pacifique.

Abstract

The numerous cruises prosecuted by the R.V. "CORIOLIS" (Centre O.R.S.T.O.M.—Nouméa) along the equator between 170 °E and 140 °W allow a study of the evolution of the Cromwell Current. At 170 °E, it has a double-cell structure ; at 140 °W, it has only one velocity maximum but it can be very different according to the meteorological conditions (Knauss, *1966*).

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

Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., vol. IX, n° 2, 1971, 167-186.

In February 1970, the R.V. "CORIOLIS" undertook the "CASSIOPÉE" cruise between 140 °W and 156 °W in order to study the Cromwell Current, in an area where we could hope that strong changes occurred due to zonal change in the thermal structure; there, the thermocline layer arises, the homogeneous surface layer becomes thinner and vanishes; there also, the East component of the Trades is maximum and so is the dynamic slope of the sea surface. Between 156 °W and 140 °W, the current pattern is well described through the "CASSIOPÉE" data; at 156 °W, the velocity maximum is at 0°30'S and the northern less saline waters reach the equator. At 148 °W, on the contrary, it is the southern more saline waters which reach 0°30'N; these features suggest that the Cromwell Current meanders.

The double-cell structure of the Cromwell Current is not clearly apparent between 156 °W and 140 °W but the East-West components of the velocity evidence very often a secondary velocity maximum. At 0°30'N-148 °W, the velocity maximum and the hydrological properties related to it, well suggest the presence of the upper cell of the Cromwell Current as described at 170 °E.

Between 170 °E and 140 °W, it is possible through the UAO/PO_4-P and NO_3/PO_4 correlations to put in light two different biochemical structures between 0 and 500 m depth; turbulent exchanges are suggested between the upper part of the Cromwell Current (above the thermocline top) and the Equatorial Current. These exchanges lead to an enrichment of the surface waters and, West of 156 °W when the Trades are weak and the thermocline layer deep, this process is of a great importance to supply upwelling.

At the level of the "13 °C Equatorial Water", Jones (1970) has shown that turbulence is strong and consequently it is possible to explain the enrichment of the Cromwell Current waters from West to East by exchanges with the Intermediate Equatorial Current which flows westward below it and carries nutrient rich waters.

So, the Cromwell Current is described as an important link in the biochemical circulation; it is directly related with enrichment processes which are known as a whole under the name "upwelling", and moreover, it brings from West to East, from deep layer to shallow layer, waters with a high nutrient content.

INTRODUCTION

Les mesures effectuées à l'équateur par Knauss (1960 ; 1966) à l'est de 140 °W, celles de Burkov et Ovchinnikov (1960) et de Masuzawa (1967 ; 1968) à l'ouest de 140 °E décrivent en détail la structure des courants équatoriaux dans les deux régions extrêmes de l'Océan Pacifique. Entre 130 °E et 140 °E, au nord de la Nouvelle-Guinée, le Courant de Cromwell est difficile à différencier du Contre-Courant Équatorial Nord ; vers 140 °E, il s'individualise tout en conservant une position au nord de l'équateur et une partie commune avec le Contre-Courant Équatorial Nord. Son origine exacte est incertaine : Kort *et al.* (1966) suggèrent qu'une partie importante du flux du Courant de Cromwell prend naissance vers 132 °E dans les couches profondes de la zone équatoriale ; Tsuchiya (1968) souligne le rôle important que joue l'eau de la Mer du Corail dans la formation du Courant de Cromwell. A 140 °W, le Courant de Cromwell semble avoir atteint une vitesse maximale et est symétrique par rapport à l'équateur ; à l'est de 140 °W, il remonte vers les couches superficielles et sa vitesse diminue ; il se disperse au voisinage des Iles Galapagos soit en profondeur, soit en surface lorsque les alizés faiblissent (Jones, 1969).

La plupart des modèles de circulation des courants équatoriaux mettent l'accent, pour rendre compte de l'existence du Courant de Cromwell, sur la pente dynamique de la surface de la mer le long de l'équateur et sur la divergence équatoriale induite par les alizés. Tsuchiya (1961) ayant montré l'absence de pente dynamique de la surface de la mer et de l'upwelling

équatorial au nord de la Nouvelle-Guinée, les premiers modèles de circulation mettaient en doute l'existence du Courant de Cromwell dans le Pacifique Occidental. L'observation d'un contre-courant équatorial subsuperficiel au nord de la Nouvelle-Guinée a par conséquent remis en question la nature du Courant de Cromwell et sa continuité le long de l'équateur.

1. *OBSERVATIONS DU COURANT DE CROMWELL DANS LE PACIFIQUE CENTRAL*

Les observations effectuées de 1966 à 1968 à l'équateur par le laboratoire d'océanographie du Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa ont mis en évidence, à 170 °E, le caractère bicellulaire du Courant de Cromwell. La cellule supérieure, située dans la couche homogène superficielle, est étroitement liée au flux du Courant Équatorial qui l'entoure ; elle n'est pas en équilibre géostrophique et elle disparaît lorsqu'en régime de vent d'ouest, le courant de surface est dirigé vers l'est ; elle est composée d'eau ayant la même caractéristique hydrologique que l'eau du Courant Équatorial et une anomalie thermostérique supérieure à 400 cl/t. La cellule inférieure, permanente, est située dans la thermocline et se trouve en équilibre géostrophique ; elle est reliée au flux du Contre-Courant Équatorial Nord par un pont continu de flux est ; elle est composée d'eau provenant du Contre-Courant Équatorial Nord, d'eau Subtropicale du Pacifique Sud et pour un pourcentage assez important d'eau de la Mer du Corail caractérisée par une teneur élevée en oxygène ; son anomalie thermostérique est comprise entre 160 et 350 cl/t (Hisard et Jarrige, 1967 ; Noël et Merle, 1967 ; Hisard *et al.*, 1970 ; Colin et Rotschi, 1970).

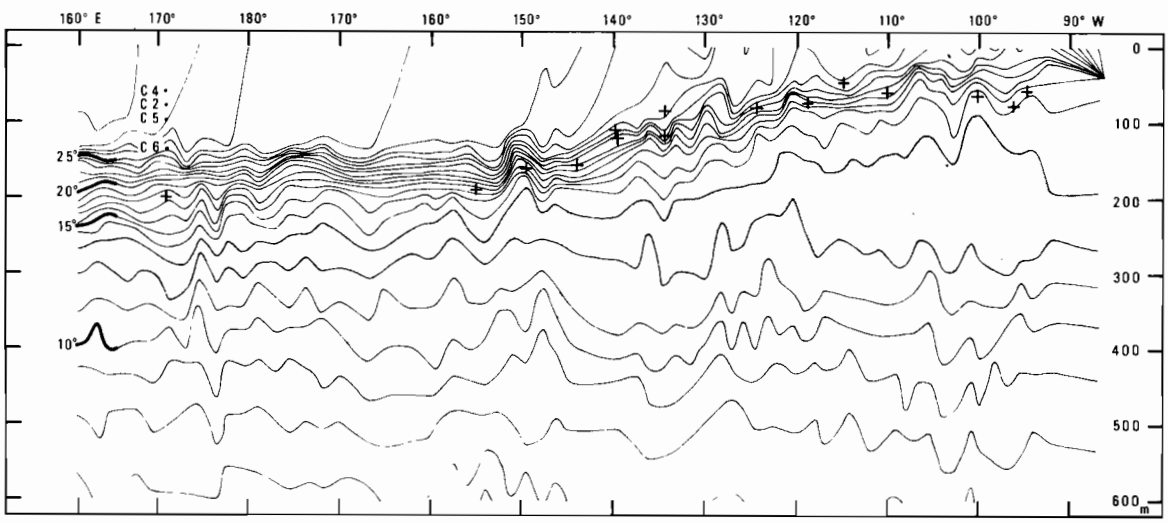


Fig. 1. — Distribution verticale de la température le long de l'équateur de l'océan Pacifique (novembre 1964-février 1965). Le maximum de vitesse du Courant de Cromwell est indiqué par des croix ; le maximum de vitesse de la cellule supérieure du Courant de Cromwell à 170° E est indiqué par des points pour les différentes campagnes CYCLONE (C 2 à C 6). La zone ombrée représente l'Eau Équatoriale à 13 °C.

La cellule supérieure est située au-dessus de la thermocline dont la profondeur à 170 °E, est supérieure à 100 m ; le long de l'équateur la thermocline remonte d'ouest en est ; cette remontée s'accentue vers 140 °W et à l'est de cette longitude la forte réduction de l'épaisseur de la couche homogène superficielle suggère que la cellule supérieure du Courant de Cromwell pourrait ne plus

exister (fig. 1). De fait, les observations effectuées à 140 °W n'ont mis en évidence qu'un seul maximum de flux est ; cependant, KNAUSS (1960 ; 1966) a obtenu deux images très différentes du Courant de Cromwell en avril 1958 et en septembre 1961. En avril 1958, les alizés étaient très faibles (4 à 5 m/s) et le Courant Équatorial à peine présent à l'équateur ; sur une couche homogène superficielle peu épaisse (40 m), les effets apparents de l'upwelling étaient faibles (T° en surface 27,0 °C). Le Courant de Cromwell particulièrement bien développé avec un flux de 40.10^6 m^3/s, était en équilibre géostrophique et l'on observait un éclatement prononcé de la thermocline ; la teneur maximale en oxygène du Courant de Cromwell était élevée (3,36 ml/l), laissant supposer un pourcentage élevé d'eau de la Mer du Corail. En septembre 1961, les alizés soufflaient avec une intensité de 6 à 8 m/s ; le Courant Équatorial était présent à l'équateur ; la couche homogène superficielle avait une épaisseur de 90 m et l'on notait l'existence d'un upwelling équatorial prononcé (T° en surface 23,4 °C). Le Courant de Cromwell était moins fort qu'en 1958, son flux n'étant que de 22.10^6 m^3/s ; il n'était pas en équilibre géostrophique ni associé avec un éclatement de la thermocline ; la teneur en oxygène du Courant de Cromwell était faible (3,00 ml/l) laissant supposer un pourcentage plus faible d'eau de la Mer du Corail. Ainsi à 140 °W, selon les conditions météorologiques, le Courant de Cromwell a des caractéristiques qui se rapprochent plus ou moins de l'une ou l'autre des deux cellules de flux est observée à 170 °E.

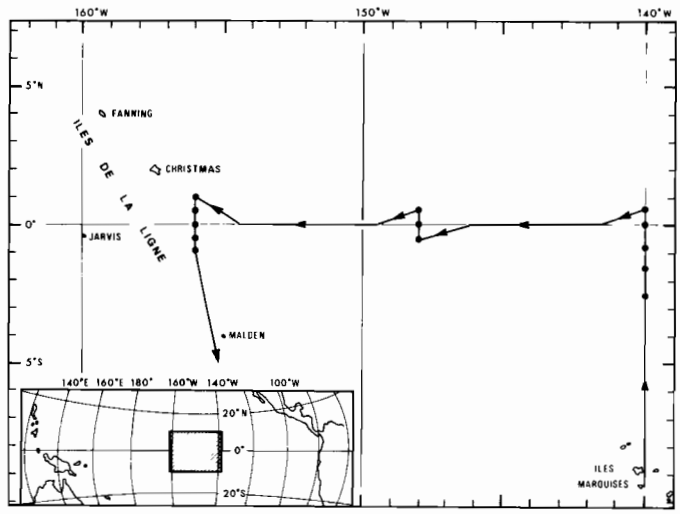


Fig. 2. — Campagne CASSIOPÉE du CORIOLIS. Position des stations.

Lors de la campagne « CARIDE 3 » du « CORIOLIS », en février 1969, campagne d'échantillonnage biologique le long de l'équateur entre 135 °W et 155 °W, des mesures directes de courant ont mis en évidence la structure bicellulaire du Courant de Cromwell à l'ouest de 150 °W et sa disparition vers l'est. Toutefois la densité des observations ne fut pas suffisante pour permettre une description détaillée de l'évolution de cette structure.

La campagne « CASSIOPÉE » exécutée le long de l'équateur entre 140 °W et 156 °W, du 15 janvier au 11 février 1970, a comporté trois courtes sections méridiennes à 140 °W, 148 °W et 156 °W (fig. 2). A toutes les stations, chaque distribution verticale a été mesurée 3 à 4 fois afin de définir un profil moyen de chaque paramètre.

Les profils hydrologiques comprenaient 23 niveaux de prélèvements entre la surface et 550 m de profondeur en une seule palanquée de bouteilles en plastique (Niskin) équipées chacune de trois thermomètres (Yoshino). A chaque profondeur de prélèvement, nous avons déterminé les paramètres suivants : température (±2/100 °C), salinité (±3/1000 °/oo), oxygène (±0,05 ml/l), phosphate (±0,03 µatg/l) nitrate (±0,05 µatg/l pour une concentration inférieure à 2,0 µatg/l, ±0,5 µatg/l pour une concentration supérieure à 2,0 µatg/l), nitrite (±0,02 µatg/l) et à certaines stations le silicate (±0,2 µatg/l pour une concentration inférieure à 10 µatg/l et ±2,5 µatg/l pour une concentration supérieure à 10 µatg/l). Toutes les analyses ont été faites à bord du CORIOLIS immédiatement après les prélèvements, en utilisant les méthodes décrites par STRICKLAND et PARSONS (1968) ; les résultats ont été déposés au N.O.D.C.

Les mesures de courant ont été effectuées avec deux courantographes Hydro-Products

(modèle 501 B modifié) espacés de 800 mètres ; chaque profil comprenait des mesures d'une durée de 5 à 10 mn tous les 10 à 20 m entre 0 et 300 m de profondeur et tous les 50 m de 300 à 500 m de profondeur. Les premières stations de courantométrie ont été exécutées relativement à une bouée radar ancrée ; il existe une assez bonne concordance entre les valeurs de la dérive du bateau calculées par rapport à la bouée radar, celles déduites de l'enregistrement du courantographe profond, en supposant immobile la couche 800-1.500 m, et enfin celles obtenues en considérant la surface isanostère 160 cl/t comme surface de mouvement nul. Après la perte de la bouée radar, nous avons adopté cette surface comme surface de référence ; elle correspond en effet à une structure hydrologique caractéristique, l'Eau Équatoriale à 13 °C, qui sépare le Courant de Cromwell du Courant Équatorial Intermédiaire (STROUP, 1969 ; HISARD et RUAL, 1970).

2. *STRUCTURES HYDROLOGIQUES ASSOCIÉES AUX COURANTS*

Le Courant Équatorial, entre 156 °W et 140 °W, a une vitesse moyenne de 50 cm/s qui croît légèrement d'est en ouest (fig. 3a, 3b et 3c). L'épaisseur du courant qui est de 60 m environ à 140 °W, augmente à 100 m à 156 °W ; l'épaisseur de la couche homogène superficielle croît

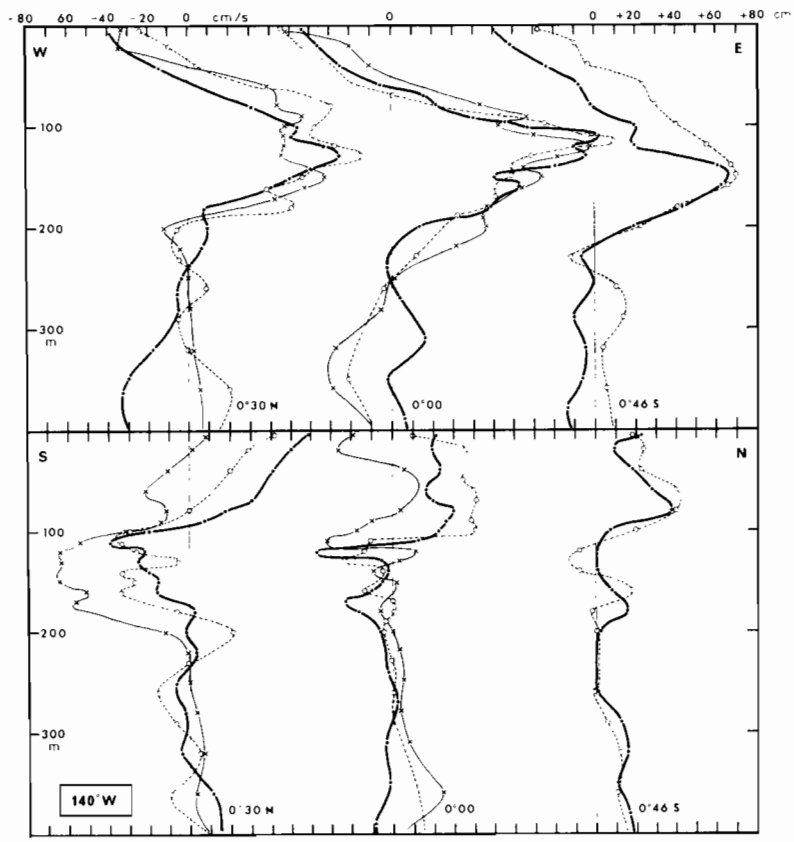


Fig. 3 a. — Profils verticaux des composantes zonales et des composantes méridiennes de la vitesse à 140° W. Les composantes ouest et sud sont comptées négatives.

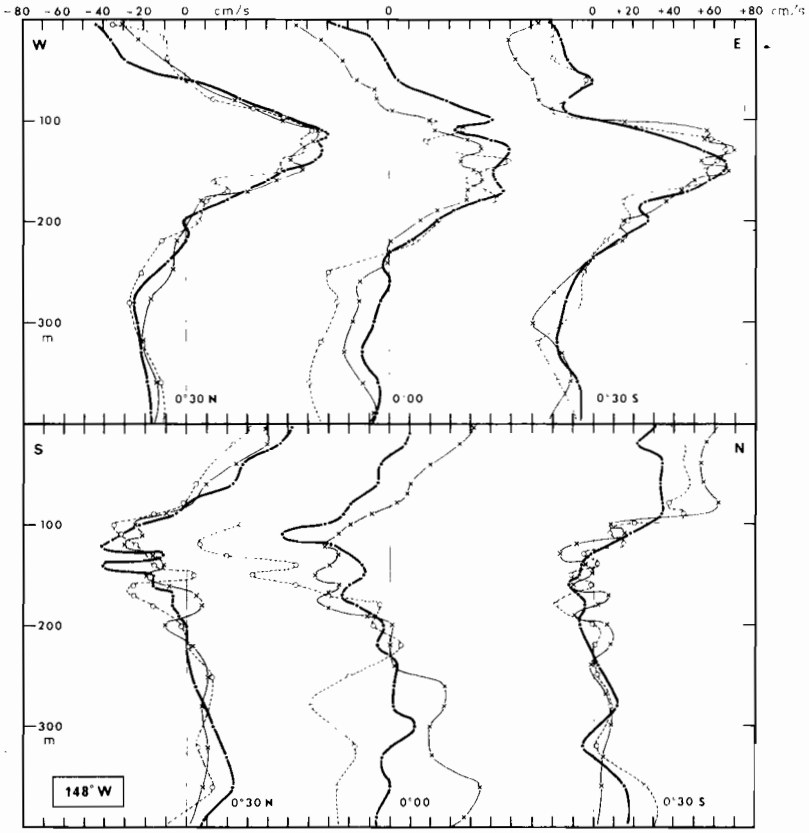


Fig. 3 b. — Profils verticaux des composantes zonales et des composantes méridiennes de la vitesse à 148° W. Les composantes ouest et sud sont comptées négatives.

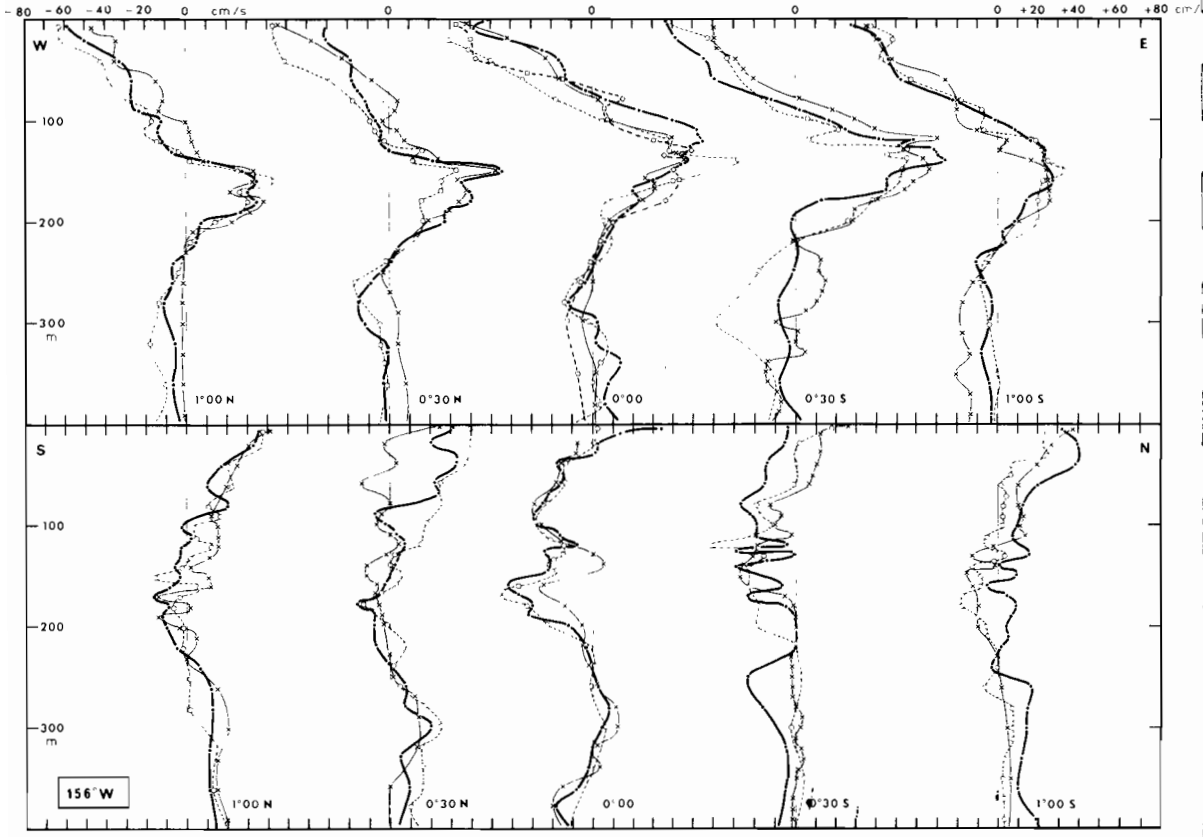


Fig. 3 c. — Profils verticaux des composantes zonales et des composantes méridiennes de la vitesse à 156° W. Les composantes ouest et sud sont comptées négatives.

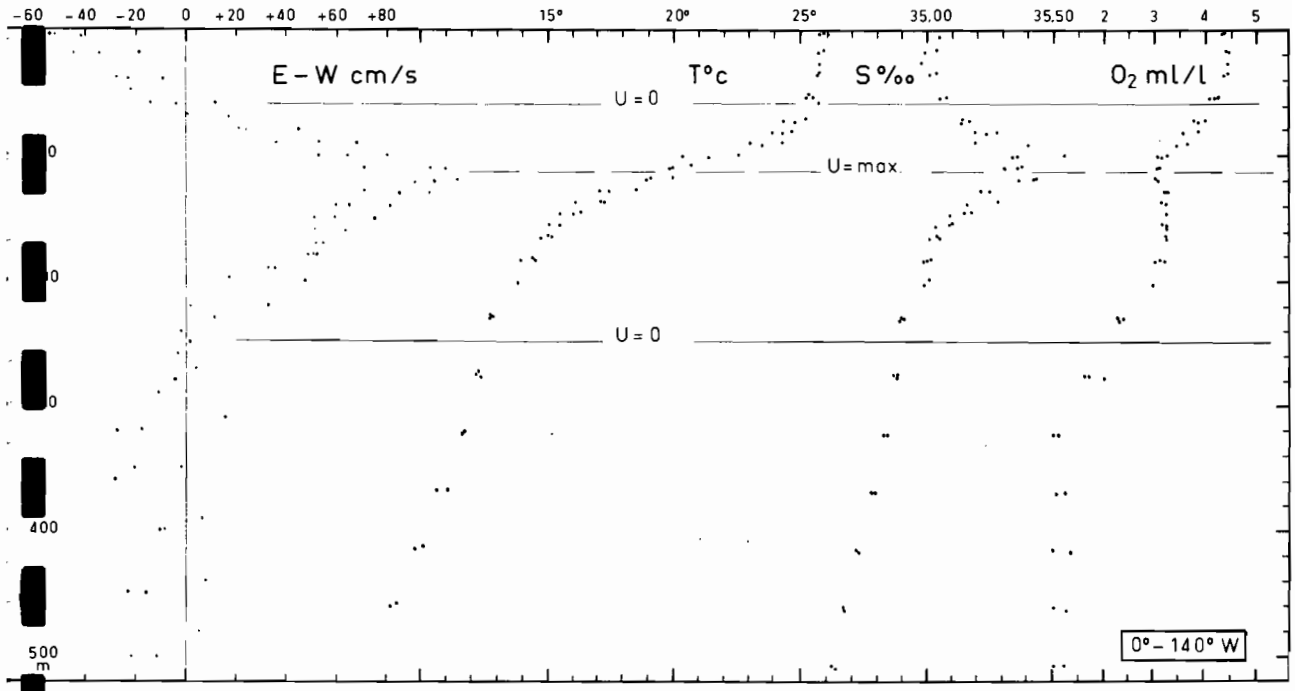


Fig. 4 a. — Profils verticaux de la composante zonale de la vitesse (est positif), de la température, de la salinité et de l'oxygène à 0°-140° W.

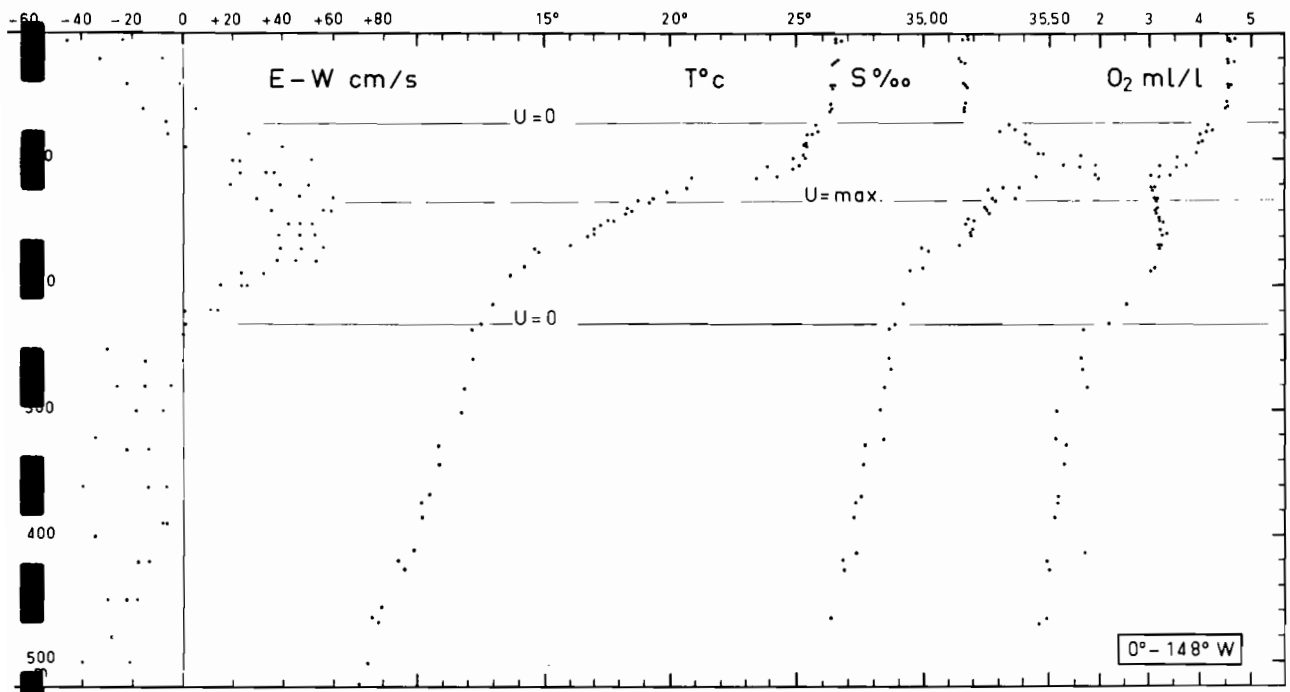


Fig. 4 b. — Profils verticaux de la composante zonale de la vitesse (est positif), de la température, de la salinité et de l'oxygène à 0°-148° W.

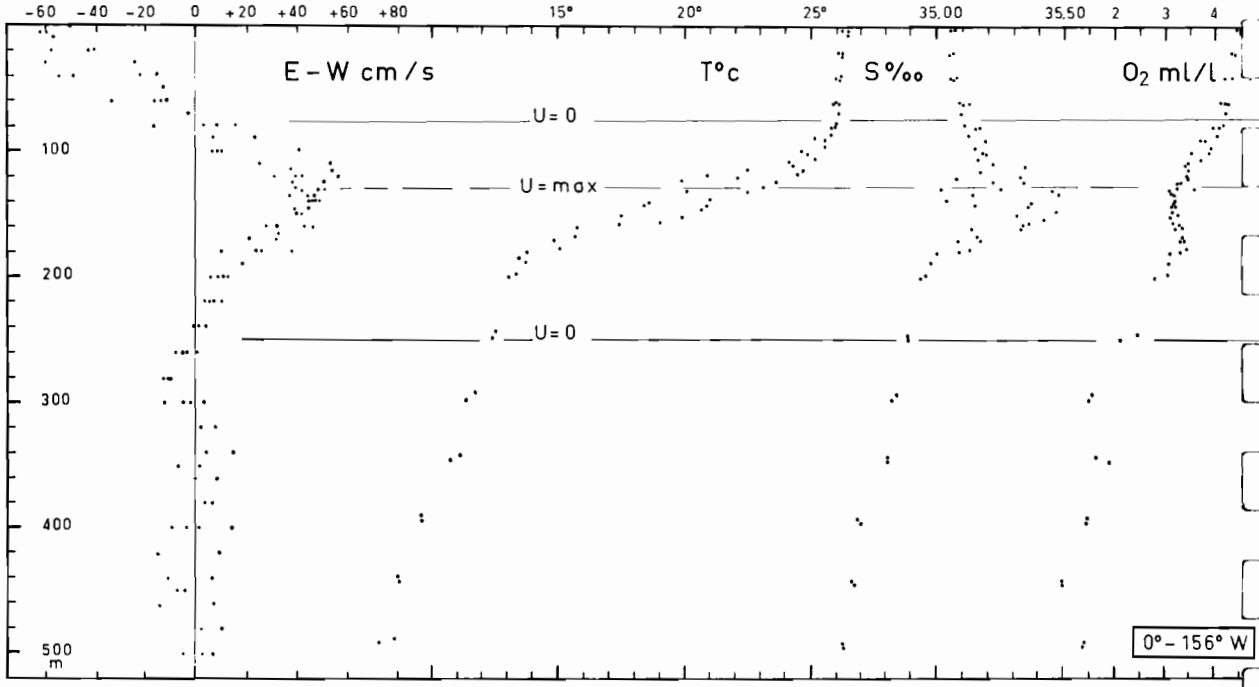


Fig. 4 c. — Profils verticaux de la composante zonale de la vitesse (est positif), de la température, de la salinité et de l'oxygène à 0°-156° W.

de la même manière (fig. 4a, 4b et 4c). Relativement aux eaux adjacentes, celles du Courant Équatorial sont riches en sels nutritifs et froides ; leur salinité qui est voisine de 35,0 ‰ passe par un maximum à 148 °W ; ceci suggère une plus grande avancée vers le nord à cette longitude, des eaux plus salées du sud et par conséquent un déplacement vers le nord du Courant Équatorial.

Le Courant Équatorial a une composante nord bien marquée qui est plus grande à 1 °N et 1 °S qu'à l'équateur ; les observations ayant été effectuées en régime de vent E-NE, d'intensité moyenne 8 m/s, la circulation superficielle ne peut pas être en équilibre car un vent E-NE d'après Cromwell (1953) induit une divergence située au nord de l'équateur.

La vitesse maximale du Courant de Cromwell qui est de 70 cm/s environ à 156 °W, croît à 100 cm/s à 140 °W ; la profondeur du maximum de vitesse diminue légèrement d'ouest en est jusqu'à 140 °W où elle est égale à 110 m. A 156 °W, le maximum de vitesse est très nettement situé à 0°30′ S alors qu'à 140 °W, il est équatorial. D'une manière générale, le Courant de Cromwell a une composante méridienne dirigée vers le sud dont le maximum d'intensité est un peu au-dessus du maximum de flux est ; ce dernier est étroitement associé au maximum vertical de salinité et au minimum subsuperficiel d'oxygène que l'on observe sous l'oxycline (fig. 4a, 4b et 4c) sauf à l'équateur et 148 °W où le maximum de salinité est situé au-dessus du maximum de flux est et correspond à un maximum secondaire de vitesse (fig. 4b).

Le Courant de Cromwell est généralement associé à l'éclatement de la thermocline à l'équateur ; on peut comme l'ont fait Montgomery et Stroup (1962) caractériser cet éclatement par l'épaisseur de la couche d'eau qui sépare les isothermes 25 °C et 15 °C ; à l'équateur et 156 °W, cette épaisseur est de 75 m, à 140 °W, elle est de 97 m ; l'éclatement de la thermocline s'accentue par conséquent d'ouest en est et en même temps le Courant de Cromwell semble accélérer ; ceci peut être considéré comme un indice de l'équilibre géostrophique du courant.

L'asymétrie du Courant de Cromwell à 156 °W est illustrée nettement par la distribution

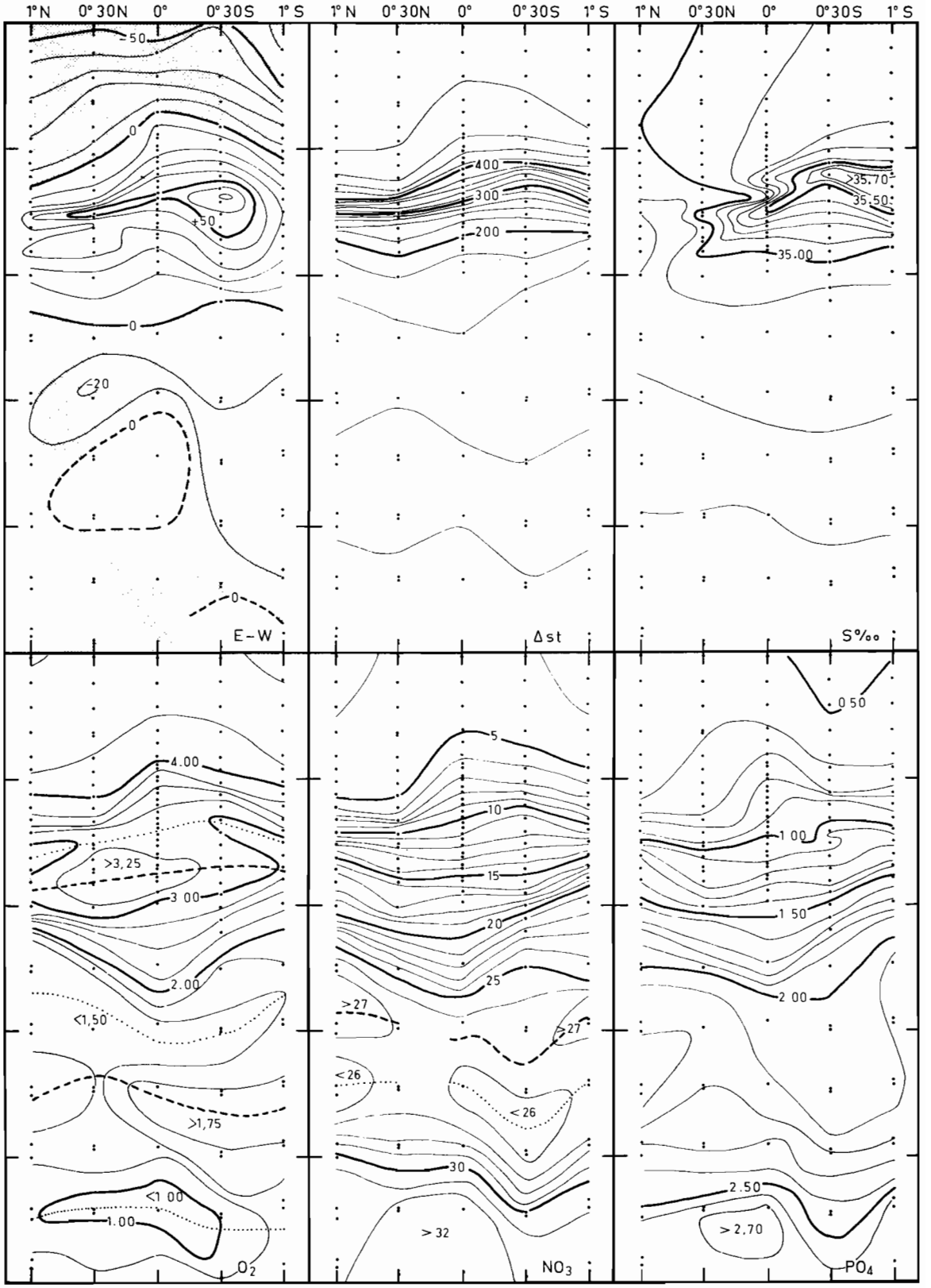


Fig. 5. — Distributions verticales de la composante zonale de la vitesse (en cm/s ; ouest compté négatif et hachuré), de l'anomalie thermostérique (cl/t), de la salinité (‰), de l'oxygène (ml/l), du nitrate et du phosphate (µatg/l), à 156° W.

des différents paramètres étudiés (fig. 5). En outre, sous le Courant de Cromwell, entre 250 et 500 m de profondeur, la distribution de l'oxygène, du nitrate et du phosphate révèle une structure nouvelle ; le minimum d'oxygène des eaux équatoriales intermédiaires est séparé en deux vers 350 m de profondeur par une couche de teneurs plus élevées ; les deux minima d'oxygène ainsi différenciés ont respectivement une anomalie thermostérique de 150 cl/t et de 120 cl/t. D'après Reid (1965), il peut s'agir de la superposition des deux minima d'oxygène originaires respectivement des côtes du Pérou et des côtes de Californie.

3. *EXTENSION MÉRIDIENNE DES MASSES D'EAU. CARACTÉRISATION HYDROLOGIQUE DES FLUX*

Le diagramme T-S des stations entre 140 °W et 156 °W (fig. 6) illustre le caractère frontal du plan équatorial pour la circulation méridienne ; il reflète la complexité de cette circulation et montre l'équilibre qui existe entre l'eau Subtropicale du Pacifique Sud (maximum de salinité à 350 cl/t) et l'eau du Contre-Courant Équatorial Nord (dont la salinité est relativement homogène, voisine de 34, 80-34, 90 °/oo).

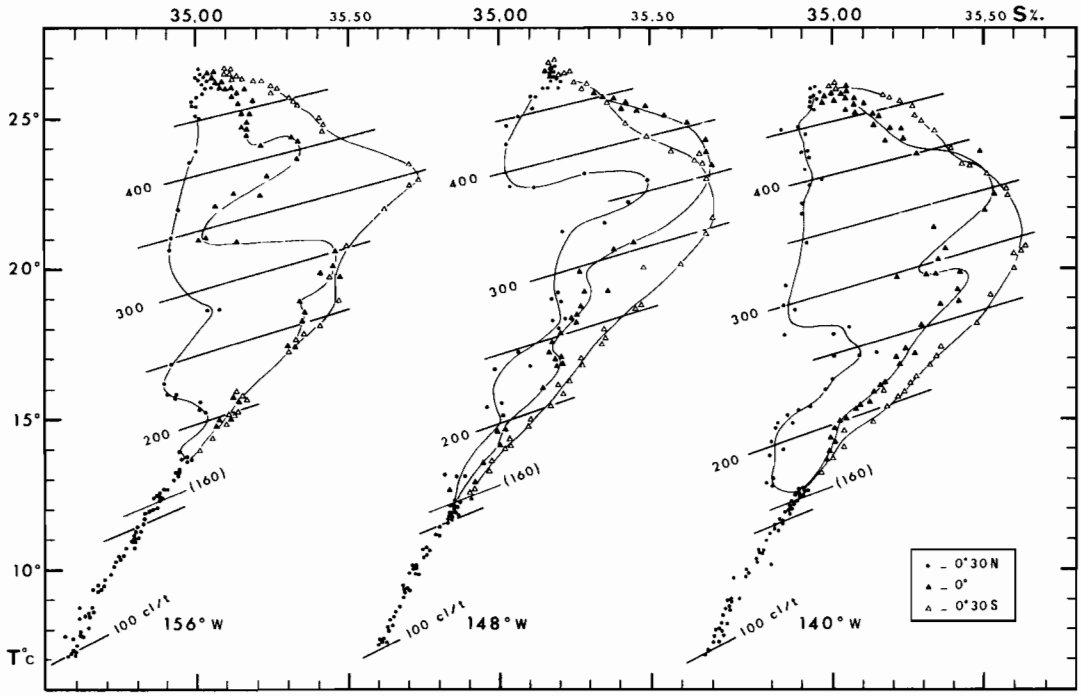


Fig. 6. — Diagrammes T-S à 156° W, 148° W et 140° W aux trois latitudes 0°30′ N, 0° et 0°30′ S ; les lignes obliques composent le réseau des lignes d'égale anomalie thermostérique, tous les 50 cl/t.

A 156 °W, on observe à l'équateur un minimum de salinité vers 350 cl/t ; il indique l'avancée des eaux dessalées du nord jusqu'à l'équateur ; parallèlement le noyau de vitesse du Courant de Cromwell est déplacé à 0°30′ S (fig. 5). A 140 °W, il y a prépondérance à l'équateur de la masse d'eau salée méridionale ; à 148 °W, elle atteint même 0°30′ N ainsi que l'indique la présence à cette latitude d'un maximum de salinité vers 350 cl/t. L'extension méridienne de ces masses d'eau peut être illustrée par le calcul de la salinité moyenne par tranches d'anomalie thermos-

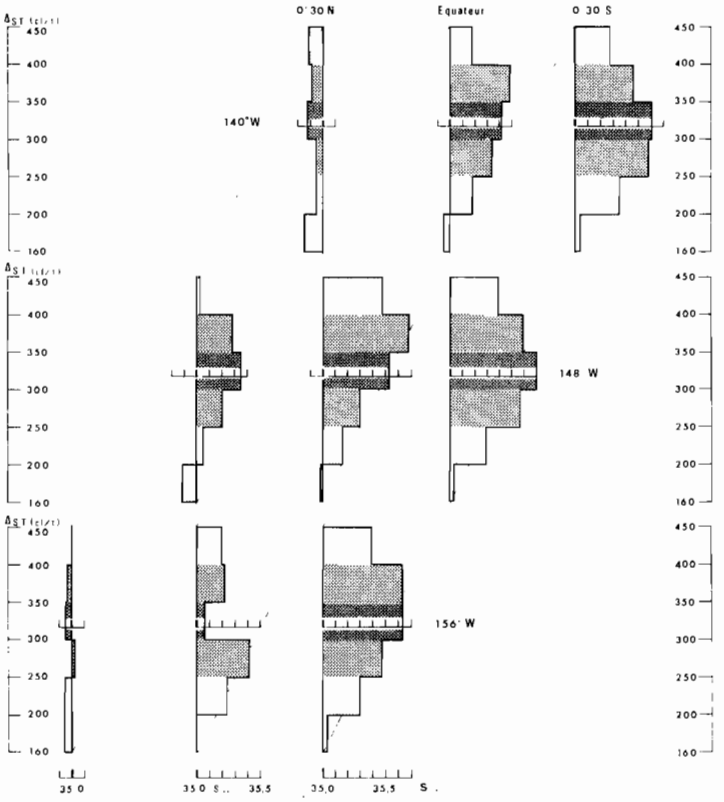


Fig. 7. — Salinité moyenne par tranche d'anomalie thermostérique tous les 50 cl/t, comptée à partir de la valeur 35,0 ‰, à 156° W, 148° W et 140° W pour les trois latitudes 0°30′ N, 0° et 0°30′ S.

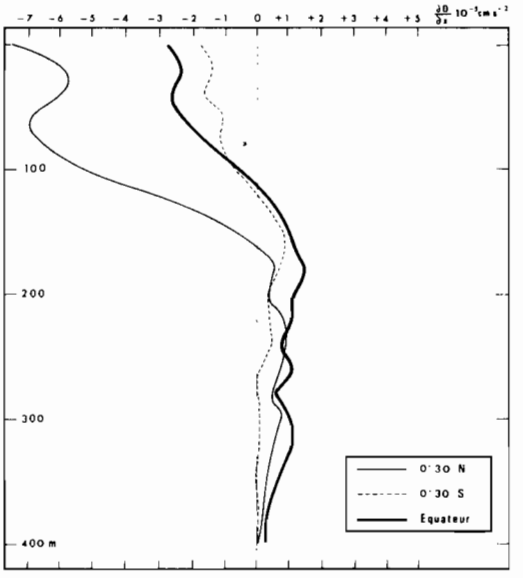


Fig. 8. — Profils verticaux du gradient zonal de l'anomalie de hauteur dynamique $\frac{\delta D}{\delta x}$ entre 156° W et 140° W (gradients comptés positifs vers l'est).

térique 50 cl/t (fig. 7) ; la différence d'extension méridienne à 148 °W et à 156 °W entre les eaux méridionales salées et les eaux de type nord de salinité plus faible est ainsi mise en évidence ; on note aussi la diminution progressive de la salinité moyenne d'ouest en est à la base du Courant de Cromwell (160-200 cl/t) à l'équateur et à 0°30′ N alors qu'elle ne varie pas à 0°30′ S. Il existe donc, dans le Courant de Cromwell, des gradients zonaux qui peuvent être importants ; cette différence de structure méridienne entre des longitudes voisines suggère que la circulation n'est pas purement zonale mais que les courants méandrent. Pour WYRTKI (1967), de tels gradients zonaux qu'il avait observés entre 156 °W et 157°20′ W, indiquent que le Courant de Cromwell ne peut pas être en simple équilibre géostrophique et qu'il n'est pas stationnaire.

Il est toutefois possible de rendre compte de l'existence du Courant de Cromwell par les seules données hydrologiques en admettant comme ARTHUR (1960) qu'il y a équilibre entre les forces de pression et les forces de frottement ; la distribution verticale du gradient zonal de l'anomalie de hauteur dynamique entre 156 °W et 140 °W (fig. 8) montre que ce gradient, négatif en surface, change de signe vers 150 m de profondeur et passe par un maximum vers 180 m de profondeur. Dans l'hypothèse d'ARTHUR, une telle variation suggère l'existence d'un contre-courant subsuperficiel un peu au-dessus de la profondeur où le gradient s'annule. FOFONOFF et MONTGOMERY (1955) avaient déjà noté l'importance que pouvait jouer ce gradient pour la mise en évidence du Courant de Cromwell à l'équateur.

TABLEAU I

Transport zonal par unité de largeur du Courant Équatorial et du Courant de Cromwell (T = Sudz) pour différentes couches isanostères. Le transport ouest est compté négatif Unité : $10^5 cm^2/s$.

	156° W				148° W				140° W			
	0°30′N	0°	0°30′ S	T moyen	0°30′N	0°	0°30′ S	T moyen	0°30′N	0°	0°30′ S	T moyen
Entre surface et U = O	—2,50	—2,65	—1,70	—2,28	—1,35	—1,20	—1,85	—1,46	—1,05	—1,50	—1,45	—1,33
Entre U = O et 400 cl/t.....	+0,28	+0,70	+0,75	+0,58	+1,66	+0,82	+0,08	+0,85	+0,89	+0,84	+0,62	+0,78
Entre 400 et 300 cl/t.....	+0,52	+0,62	+1,00	+0,71	+1,24	+0,38	+0,91	+0,84	+1,00	+1,33	+0,80	+1,04
Entre 300 et 200 cl/t	+0,94	+1,61	+2,22	+1,59	+1,58	+2,40	+2,28	+2,08	+3,11	+3,92	+2,98	+3,33
Entre 200 et 160 cl/t.....	+0,73	+0,83	+1,22	+0,92	+0,47	+1,39	+1,59	+1,15	+1,56	+2,94	+1,10	+1,86
T total vers l'est.	+2,47	+3,76	+5,19	+3,81	+4,95	+4,99	+4,73	+4,89	+6,56	+9,03	+5,50	+7,03

Le transport zonal par unité de largeur du courant a été calculé pour chaque station à partir du profil vertical moyen de la composante zonale de la vitesse, puis l'on a évalué le transport moyen à chaque longitude (tableau I). Dans le Courant Équatorial, il augmente d'est en ouest et principalement entre 148 °W et 156 °W ; dans l'hypothèse d'un flux zonal, il y a donc entre ces deux longitudes et entre 0°30′ S et 0°30′ N, un apport d'eau assez important qui peut provenir de la circulation méridienne ou être le résultat de la circulation verticale liée à la divergence équatoriale. Nos observations ne nous ont pas permis de mettre en évidence une divergence équatoriale, si ce n'est peut-être entre l'équateur et 0°30′ N à 156 °W, sans doute parce que la circulation superficielle n'était pas en équilibre avec le vent régnant. L'imprécision sur la détermination du flux méridien interdit une évaluation du bilan général du transport.

Au contraire, le transport zonal moyen par unité de largeur du Courant de Cromwell croît d'ouest en est, et surtout entre 148 °W et 140 °W ; à 140 °W, il est peu éloigné de celui calculé par KNAUSS (1966) en septembre 1961 à cette même longitude ; il est maximum entre 200 et 300 cl/t et dans cette couche il représente environ 50 % du transport total vers l'est ; dans la couche 160/200 cl/t il est environ 25 % du transport total ; TSUCHIYA (1968) a montré l'importance de l'eau de la Mer du Corail dans cette couche. A la station 0°30′ N-148 °W, le transport zonal est aussi élevé dans la partie supérieure du Courant de Cromwell (d'anomalie thermostérique supérieure à 400 cl/t) que dans la couche 200-300 cl/t ; cette particularité semble devoir être rattachée aux particularités hydrologiques déjà décrites à cette longitude.

4. *ÉVOLUTION DANS LE PACIFIQUE CENTRAL DE LA STRUCTURE BICELLULAIRE DU COURANT DE CROMWELL*

A l'équateur et 170 °E, le Courant de Cromwell est bicellulaire (fig. 9a) ; à la séparation entre les deux cellules de flux est, au voisinage du sommet de la thermocline, le vecteur vitesse tourne vers le sud et il apparaît un minimum de salinité indiquant l'avancée, du nord vers l'équateur, des eaux de type nord. Le diagramme T-S correspondant à cette structure est spécifique.

En février 1969, à l'ouest de 150 °W (campagne « CARIDE 3 » du CORIOLIS), le Courant de Cromwell présentait encore deux maxima de vitesse (fig. 9b) et l'on notait l'existence entre eux, au sommet de la thermocline, d'un maximum de composante sud associé à un minimum de salinité ; de plus, il y avait à cette profondeur une forte inversion de température dynamiquement stable. L'identité de cette structure avec celle observée à 170 °E est évidente.

Lors de la campagne « CASSIOPÉE », entre 140 °W et 156 °W, les profils verticaux de vitesse présentaient de nombreuses irrégularités, certaines permanentes sur tous les profils d'une même station ; mais il était difficile d'identifier une structure bicellulaire. Cependant, des mesures bathythermiques ont mis en évidence une inversion de température associée à l'intrusion vers l'équateur, au sommet de la thermocline, d'eau dessalée venant du nord ; cette structure est particulièrement visible à 0°30′ N-148 °W (fig. 9c). Le maximum de vitesse de flux est était situé à la profondeur de cette inversion de température, où l'anomalie thermostérique était voisine de 400 cl/t. Cette structure que nous n'avons pas retrouvée à 156 °W semble indiquer la persistance de la cellule supérieure dans le Pacifique Central. Le double maximum de flux est que l'on observe sur les trois profils de la station 1° N-156 °W (fig. 3c) est de nature différente ; il se trouve bien au-dessous du sommet de la thermocline, à une profondeur où l'anomalie thermostérique est voisine de 200 cl/t ; on note pourtant encore une rotation vers le sud du vecteur vitesse et à cette profondeur la salinité est minimum.

Le Courant de Cromwell présente donc des degrés de complexité ignorés jusqu'à présent ; c'est probablement l'étude de la circulation méridienne liée à celle de la météorologie à l'équateur qui peut permettre, avec des moyens d'enregistrement en continu, d'améliorer nos connaissances ; malheureusement la circulation méridienne est d'une approche directe difficile.

L'implication de ces structures dynamiques sur les mécanismes d'enrichissement équatorial est essentielle ; on sait en effet qu'à 170 °E, la cellule supérieure est associée aux effets apparents de l'upwelling équatorial ; la cellule inférieure en revanche peut exister en dehors de tout phénomène de divergence équatoriale.

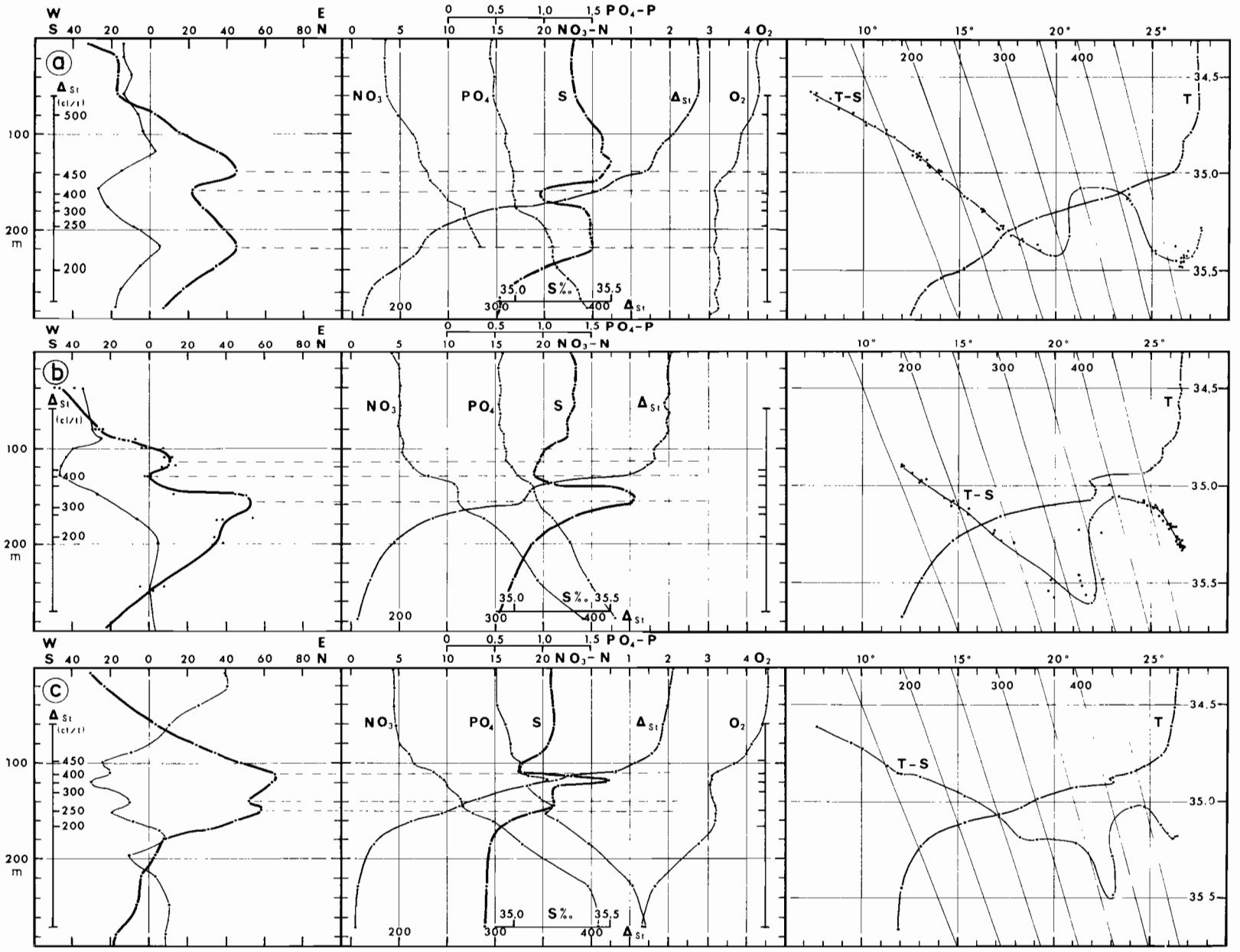


Fig. 9. — Profils verticaux des principaux paramètres hydrologiques à : *a)* 0°-170° E, août 1967, « CYCLONE 6 » ; [illegible]-153° W, février [illegible], « CARIDE 3 [illegible] 0°30' [illegible] 8° W [illegible]ier 1[illegible] CAS[illegible]ÉE ». [illegible] gau[illegible]

5. *MÉCANISMES D'ENRICHISSEMENT A L'ÉQUATEUR*

Les eaux du Courant Équatorial sont plus froides et ont une teneur plus élevée en sels nutritifs que les eaux adjacentes ; ce phénomène désigné globalement sous le nom d'« upwelling équatorial » diminue d'intensité d'est en ouest. Plusieurs mécanismes peuvent expliquer l'enrichissement des eaux du Courant Équatorial :

1. le transport advectif d'est en ouest des eaux riches du Courant de Pérou,
2. la divergence des dérives superficielles à l'équateur induites par les vents,
3. un mélange vertical intense lié à la structure verticale du champ de courant et de densité.

D'après CROMWELL (1953), s'il n'y avait pas de réapprovisionnement continu le long de l'équateur, les eaux équatoriales du Pacifique Central seraient rapidement épuisées en sels nutritifs par la photosynthèse ; les données de productivité primaire et les mesures de sels nutritifs effectuées lors de la campagne « ALIZÉ » le long de l'équateur de 90 °W à 160 °E, ont confirmé cette estimation (WAUTHY, communication personnelle).

Pour que la divergence des dérives superficielles induites par les alizés puisse enrichir les eaux équatoriales, il faut que la force d'entraînement des vents d'est soit suffisamment importante et que la thermocline ne soit pas trop profonde. Par exemple, quand dans le Pacifique oriental elle est inférieure à 0,25 dyn/cm², ce qui équivaut à un vent de 2,8 m/s, le courant superficiel est dirigé vers l'est (RODEN, 1962) ; de même, la pente zonale des isobares le long de l'équateur est maintenue par une tension de vent de 0,33 dyn/cm² (NEUMAN, 1960). On peut supposer qu'à l'ouest de 170 °W, où cette force atteint une valeur voisine de 0,20 dyn/cm² (HIDAKA, 1958) et où la couche homogène superficielle a une épaisseur supérieure à 100 m, les conditions ne sont pas réalisées pour un enrichissement lié seulement à la divergence équatoriale induite par les vents.

Un mélange vertical important, capable de provoquer un enrichissement par diffusion turbulente sans transport vertical effectif, peut expliquer le maintien d'est en ouest de la richesse des eaux équatoriales du Pacifique Occidental et en être le principal responsable. En effet à l'ouest de 150 °W, la cellule supérieure du Courant de Cromwell se développe dans la couche homogène épaisse où le gradient vertical de densité est faible et où le gradient vertical de vitesse peut être important ; il peut donc y avoir turbulence, le nombre de Richardson étant petit, entre le sommet de la thermocline et la surface.

En même temps que cette diffusion turbulente, il se produit une sédimentation de la matière organique qui est ralentie au sommet de la thermocline ; le minimum d'oxygène que l'on observe immédiatement sous l'oxycline est probablement l'indice d'un début de minéralisation. La circulation zonale intense assure le transport vers l'ouest des sels nutritifs et de la matière organique dans la partie supérieure de la couche homogène ; en revanche, les éléments reminéralisés et ceux qui diffusent vers le haut à travers le sommet de la thermocline sont entraînés vers l'est ; il se produit ainsi des mécanismes d'advection différentielle du type de la circulation en estuaire. REDFIELD *et al.* (1963) ont montré que ces mécanismes conduisaient à une augmentation de la concentration des éléments dans la direction d'où provient le courant de surface. Ainsi, le Courant de Cromwell dans sa partie supérieure contribue d'une part à l'enrichissement des eaux de surface par diffusion turbulente, et d'autre part au maintien de la richesse de la zone orientale par transport vers l'est des éléments reminéralisés. C'est ainsi que de 170 °E à 140 °W, malgré une productivité élevée, la teneur en nitrate et en phosphate ne décroît que très légèrement dans le Courant Équatorial (entre 0 et 60 m de profondeur) et elle augmente d'ouest en est dans la partie supérieure du Courant de Cromwell (entre 60 et 100 m), c'est-à-dire dans le sens de l'écoulement, bien que ce courant se rapproche de la surface (tabl. II).

A une profondeur supérieure à 100 m, on peut supposer que la circulation est isentropique ; dans la partie inférieure du Courant de Cromwell (Δst compris entre 160 et 350 cl/t), on observe un enrichissement en sels nutritifs dans le sens du transport, d'ouest en est, et parallèlement, la teneur en oxygène diminue (tabl. III). En revanche, le Courant Équatorial Intermédiaire

TABLEAU II

Teneurs en nitrate et en phosphate (µatg/l) entre la surface et 100 mètres de profondeur, à l'équateur et 170 °E (août 1967) et à l'équateur et 140 °W (octobre 1967). Campagnes CYCLONE 6 et DIADÈME du CORIOLIS.

Prof.	Nitrate		Phosphate	
	170° E	140° W	170° E	140° W
0	3,0	5,9	0,44	0,60
20	3,2	5,8	0,44	0,60
40	3,4	5,8	0,47	0,60
60	4,0	6,0	0,47	0,62
80	4,8	6,0	0,52	0,65
100	6,2	7,4	0,60	0,70

TABLEAU III

Teneurs en nitrate et en phosphate (µatg/l) et teneurs en oxygène (ml/l) en fonction de l'anomalie thermostérique (cl/t), à l'équateur et 170 °E (août 1967) et à l'équateur et 140 °W (octobre 1967). Campagnes CYCLONE 6 et DIADÈME du CORIOLIS.

Vst	Prof.		Nitrate		Phosphate		Oxygène	
	170° E	140° W	170° E	140° W	170° E	140° W	170° E	140° W
400	150	098	07,8	07,3	0,69	0,69	3,30	3,85
350	155	112	08,5	09,1	0,70	0,80	3,32	3,05
300	166	122	09,6	10,4	0,84	0,90	3,24	3,05
250	186	141	11,3	13,0	0,98	1,02	3,22	3,10
200	230	157	13,8	16,0	1,14	1,26	3,32	3,00
180	242	168	15,5	17,6	1,18	1,35	3,32	2,95
160	272	217	19,8	20,4	1,52	1,60	3,18	2,65
140	318	324	23,7	29,6	1,88	2,38	2,48	0,70
120	396	390	28,0	32,6	2,10	2,64	2,10	0,80
100	510	590	31,1	35,4	2,44	2,72	2,00	1,10

sous-jacent (Δst inférieure à 160 cl/t) qui coule d'est en ouest, est plus riche à l'est et cette richesse diminue dans le sens de l'écoulement ; il entraîne les eaux du minimum d'oxygène du Pacifique Oriental où s'est produit une minéralisation intense. Entre ces deux courants existe une couche de très faible stabilité verticale qui s'épaissit d'ouest en est (fig. 1) : l'Eau Équatoriale à 13 °C (STROUP, 1969). JONES (1970) a montré que dans cette couche l'indice de Richardson était faible et la turbulence élevée ; on peut donc supposer qu'entre ces deux courants, les phénomènes d'échange par diffusion turbulente sont importants et rendent compte ainsi, au moins en partie, de l'enrichissement des eaux de la partie inférieure du Courant de Cromwell vers l'est.

La consommation en oxygène entre 156 °W et 140 °W, dans la partie inférieure du Courant de Cromwell, correspond à une production de nitrate par minéralisation moitié de l'enrichissement observé ; le rapport ΔO/ΔN est en effet de 9,7, alors que le rapport théorique est de 17,2 ; ROTSCHI et WAUTHY (1970) ont trouvé une valeur similaire dans la couche homogène en oxygène du Courant de Cromwell. Ainsi l'enrichissement par mélange dans le Courant de Cromwell a un effet aussi important que la seule minéralisation.

L'étude des diagrammes de corrélation UAO/PO^4-P permet d'illustrer ces mécanismes d'enrichissement et de préciser leurs variations. A l'équateur et 170 °E, le diagramme de corré-

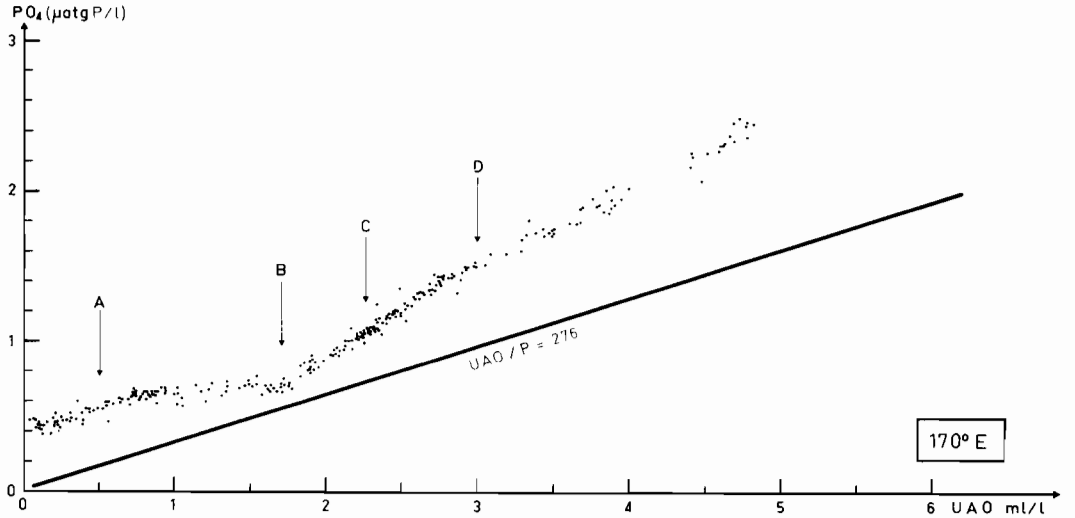


Fig. 10. — Diagramme de corrélation UAO/PO_4-P à l'équateur et 170° E (août 1967, CYCLONE 6) : *A)* limite entre le Courant Équatorial et la cellule supérieure du Courant de Cromwell ; *B)* limite entre les deux cellules du Courant de Cromwell ; *C)* maximum de vitesse de la cellule inférieure du Courant de Cromwell ; *D)* limite entre la cellule inférieure du Courant de Cromwell et le Courant Équatorial Intermédiaire.

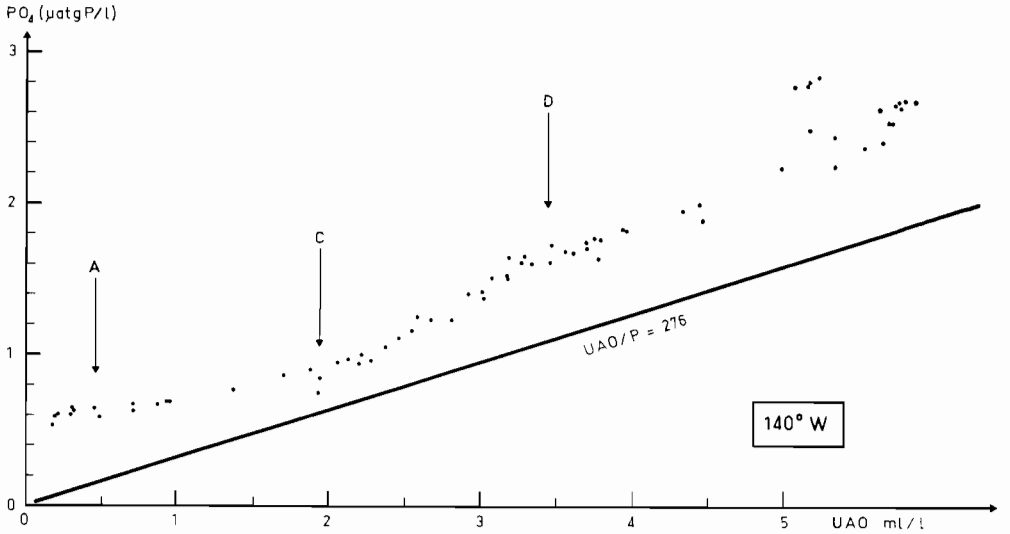


Fig. 11. — Diagramme de corrélation UAO/PO_4-P à l'équateur et 140° W (septembre 1969, CARIDE 5) : *A)* limite entre le Courant de Cromwell et le Courant Équatorial Intermédiaire ; *C)* maximum de vitesse du Courant de Cromwell ; *D)* limite entre le Courant de Cromwell et le Courant Équatorial Intermédiaire.

lation UAO/PO_4-P illustre de façon remarquable la structure bicellulaire du Courant de Cromwell (fig. 10) ; la cellule supérieure (AB) a une droite de régression identique à celle du Courant Équatorial et dont la pente est proche de la pente théorique (UAO/PO_4-P = 276) ; pour l'UAO comprise entre 1 et 1,7 ml/l, la brusque variation de température liée au passage de la termocline affecte le diagramme de corrélation. En revanche, la cellule inférieure (BD) a une droite de régression UAO/PO_4-P dont la pente est très différente de celle de la droite théorique. On sait que la cellule inférieure du Courant de Cromwell est composée d'eaux d'origines très différentes : l'eau du Contre-Courant Équatorial Nord, et l'eau de la Mer du Corail, en particulier, dont les teneurs

en phosphate préformé sont différentes. A l'équateur et 140 °W (fig. 11), le Courant de Cromwell (AD) est toujours représenté par deux droites de régression UAO/PO_4-P de pente différente ; comme à 170 °E, la rupture de pente s'y produit au sommet de la thermocline où l'on observe de plus le maximum unique de vitesse.

L'étude des diagrammes de corrélation UAO/PO_4-P confirme donc la structure bicellulaire du Courant de Cromwell. Elle permet de préciser que cette structure est non seulement une réalité dynamique mais qu'elle correspond aussi à une réalité biochimique. Dans le Pacifique Central, si la distinction entre les deux maxima de flux est est impossible, il semble néanmoins que la dualité biochimique du Courant de Cromwell de part et d'autre du maximum de vitesse soit une réalité. A la profondeur de ce maximum, le gradient vertical de densité est élevé, le gradient vertical de vitesse est nul, ce qui correspond à une très forte valeur du nombre de Richardson ; la turbulence doit donc être minimum.

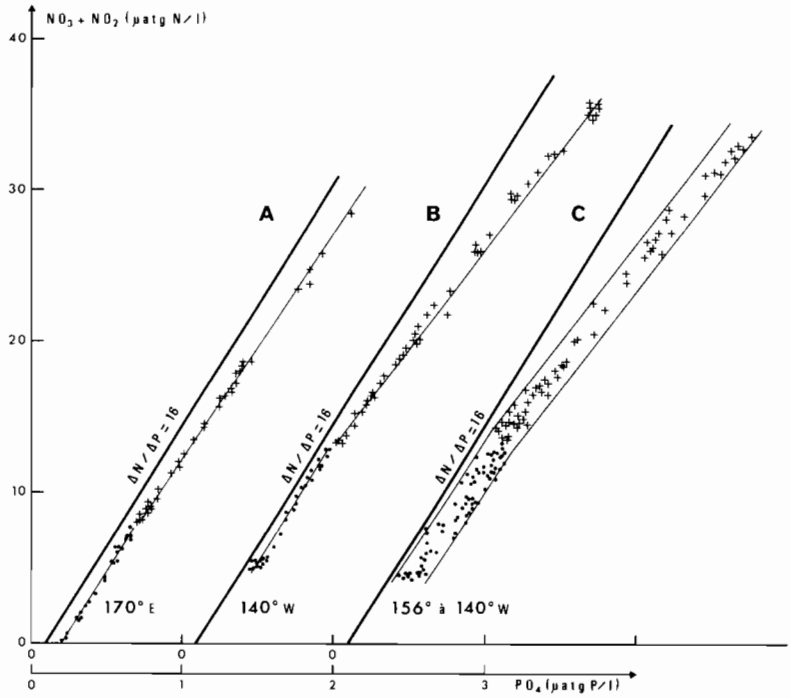


Fig. 12. — Diagramme de corrélation Nitrate/Phosphate : *A)* à l'équateur et 170° E, juillet 1967, CYCLONE 5 ; *B)* à l'équateur et 140° W, septembre 1969, CARIDE 5 ; *C)* à l'équateur de 156° W à 140° W, février 1970, CASSIOPÉE. — Les points et les croix différencient les deux droites de régression.

Dans les cent premiers mètres, l'UAO est altérée par les échanges avec l'atmosphère alors que les diagrammes de corrélation Nitrate/Phosphate ne sont modifiés que par des mécanismes biochimiques. A l'équateur et 170 °E, le diagramme N/P se compose de deux droites de pente différente : la première qui correspond au groupe « Courant Équatorial-Cellule supérieure du Courant de Cromwell » a une pente de 15,4 très voisine de celle de la droite théorique (16), tandis que la deuxième qui correspond au groupe « Cellule inférieure du Courant de Cromwell-Courant Équatorial Intermédiaire » a une pente de 13,9, statistiquement différente de la première au risque de 1 % (fig. 12, A). A l'équateur et 140 °W, la différenciation entre les deux droites de régression est plus apparente (fig. 12, B) ; la première a une pente de 16,3 qui n'est pas statistiquement différente de la pente théorique et la deuxième une pente de 13,1 qui est statistiquement différente de la pente de la droite correspondante à 170 °E. Ainsi, entre 170 °E et 140 °W, la

pente de la droite de régression du groupe « Courant Équatorial-Cellule supérieure du Courant de Cromwell » ne s'est pas modifiée et les processus de consommation et de minéralisation qui ont eu lieu dans ces deux courants se sont produits dans un rapport identique et proche du rapport théorique. En revanche, le groupe « Cellule inférieure du Courant de Cromwell-Courant Équatorial Intermédiaire » a une droite de régression N/P dont la pente s'éloigne de la pente théorique.

6. *CONCLUSION*

A 170 °E, le Courant de Cromwell est bicellulaire ; la cellule supérieure forme avec le Courant Équatorial un système qui caractérise la couche homogène superficielle ; la cellule inférieure est située dans la thermocline et est reliée au Contre-Courant Équatorial Nord.

A 140 °W, les observations de Knauss (1960 ; 1966) montrent que le Courant de Cromwell peut avoir deux aspects très différents selon les conditions météorologiques ; sa structure rappelle selon les cas les traits spécifiques de l'une ou l'autre des deux cellules occidentales.

Les observations effectuées entre 140 °W et 156 °W en février 1970 n'ont pas nettement mis en évidence l'évolution vers l'est de la structure bicellulaire du Courant de Cromwell ; cependant elles permettent une description détaillée de la structure verticale du champ de courant et des propriétés hydrologiques qui lui sont associées.

L'analyse des variations zonales des teneurs en sels nutritifs précise quelques aspects de l'« upwelling équatorial ». Il existe tout le long de l'équateur deux systèmes biochimiques distincts auxquels participe le Courant de Cromwell ; au-dessous de la thermocline dans le Courant Équatorial Intermédiaire, les eaux sont riches en éléments nutritifs reminéralisés ; ces éléments diffusent par mélange turbulent au travers de l'Eau Équatoriale à 13 °C, dans la partie inférieure du Courant de Cromwell. Ce faisant, ce courant ramène d'ouest en est et des couches profondes vers les couches superficielles, des eaux riches en sels nutritifs. Au-dessus de la thermocline, le Courant de Cromwell participe directement à l'enrichissement des eaux équatoriales : à l'ouest de 150 °W environ, les phénomènes de diffusion turbulente qui se développent dans la couche homogène superficielle entre la cellule supérieure du Courant de Cromwell et le Courant Équatorial contribuent au maintien de la richesse des eaux de surface et suppléent à la faiblesse de la circulation verticale. A l'est de 150 °W, le Courant de Cromwell se rapproche de la couche superficielle, ses eaux participent alors directement à la divergence équatoriale induite par les alizés ; au voisinages des îles Galapagos, à certaines époques de l'année, le Courant de Cromwell fait surface et enrichit directement la couche superficielle.

Ainsi le Courant de Cromwell représente non seulement un important courant de compensation dans l'équilibre général des masses d'eau, mais il représente aussi un courant de compensation biochimique essentiel qui intervient directement dans le mécanisme d'enrichissement des eaux équatoriales et dans le phénomène de l'upwelling.

BIBLIOGRAPHIE

Arthur (R. S.), 1960. — A review of the calculation of ocean currents at the equator. *Deep-Sea Res.*, 6 (4), pp. 287-297.

Burkov (V. A.) et Ovchinnikov (I. M.), 1960. — Études des courants équatoriaux au nord de la Nouvelle-Guinée (en russe). *Trud. Inst. Okeanol., Akad. Nauk SSSR*, XL, pp. 121-134.

Colin (C.) et Rotschi (H.), 1971. — Aspects géostrophiques de la circulation à l'équateur. *C.R. Acad. Sci.* Paris, série B, t. 271, pp. 929-932.

CROMWELL (T.), 1953. — Circulation in a meridional plane in the central equatorial Pacific. *J. mar. Res.*, 12 (2), pp. 196-213.

FOFONOFF (N. P.) et MONTGOMERY (R. B.), 1955. — The Equatorial Undercurrent in the light of the vorticity equation. *Tellus*, 7, pp. 518-521.

HIDAKA (K.), 1958. — Computation of the wind stresses over the oceans. *Rec. oceanogr. Wks. Jap.*, pp. 77-123.

HISARD (Ph.) et JARRIGE (F.), 1967. — Le Courant de Cromwell à 170° E et sa structure physico-chimique. Abstr. Pap., *14e Gen. Ass. I.U.G.G., I.A.O.P.*, Berne, V, 5.

HISARD (Ph.), MERLE (J.) et VOITURIEZ (B.), 1970. — The Equatorial Undercurrent at 170° E in March and April 1967. *J. mar. Res.*, 28 (3), pp. 281-303.

HISARD (Ph.) et RUAL (P.), 1970. — Courant Equatorial Intermédiaire de l'Océan Pacifique et contre-courants adjacents. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.* VIII (1), pp. 21-45.

JONES (J. M.), 1969. — Surfacing of Pacific Equatorial Undercurrent : direct observations. *Science*, 163, pp. 1449-1450.

JONES (J. M.), 1970. — Recent observations of the current structure in the Eastern Equatorial Pacific Ocean. *15 Ass. I.A.P.S.O., Tokyo.* Abstr. Pap., 143.

KNAUSS (J. A.), 1960. — Measurement of the Cromwell Current. *Deep-Sea Res.*, 6 (4), pp. 265-286.

KNAUSS (J. A.), 1966. — Further measurements and observations on the Cromwell Current. *J. mar. Res.*, 24 (2), pp. 205-240.

KORT (V. G.), BURKOV (V. A.) et CHEKOTILLO (K. A.), 1966. — Nouvelles données sur les courants équatoriaux dans la partie occidentale de l'Océan Pacifique (en russe). *Dokl. Akad. Nauk SSSR*, 171 (2), pp. 337-339.

MASUZAWA (J.), 1967. — An oceanographic section from Japan to New Guinea at 137° E in January 1967. *Oceanogr. Mag.*, 19 (2), pp. 95-118.

MASUZAWA (J.), 1968. — Second cruise for C.S.K., Ryofu-Maru, January to March. *Oceanogr. Mag.*, 20 (2), pp. 173-185.

MONTGOMERY (R. B.) & STROUP (E. D.), 1962. — Equatorial waters and currents at 150° W in July-August 1952. *Johns Hopk. oceanogr. Stud.*, 1, 68 p.

NEUMANN (G.), 1960. — Evidence for an equatorial undercurrent in the Atlantic Ocean. *Deep-Sea Res.*, 6 (4), pp. 328-334.

NOEL (J.) et MERLE (J.), 1969. — Analyse des courants superficiels et sub-superficiels équatoriaux durant une période de 6 jours à 170° E. *Cah. Océanogr.*, VII, pp. 663-671.

REDFIELD (A. C.), KETCHUM (B. M.) & RICHARDS (F. A.), 1963. — The influence of organisms on the composition of sea-water. The Sea, 2, 26-77. M. N. Hill, Edit. *Interscience, N.Y.*

REID (J. L.) Jr., 1965. — Intermediate waters of the Pacific Ocean. *Johns Hopk. Oceanogr. Stud.*, 2, 85 p.

RODEN (G. T.), 1962. — Oceanographical aspects of the eastern equatorial Pacific. *J. Geophys. Res.*, 68 (2), pp. 455-478.

ROTSCHI (H.) et WAUTHY (B.), 1969. — Remarques sur le Courant de Cromwell. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, VII (2), pp. 27-43.

STRICKLAND (J. D. H.) & PARSONS (T. R.), 1968. — A practical handbook of seawater analysis. *Fish. Res. Board Canada. Bull.* 167, 311 p.

STROUP (E. D.), 1969. — The thermostad of the 13-C Water in the Equatorial Pacific Ocean. Ph. D. thesis. *Johns Hopk. Univ. Press*, Baltimore, U.S.A., 205 p.

TSUCHIYA (M.), 1961. — An oceanographical description of the Equatorial Current system of the Western Pacific. *Oceanogr. Mag.*, 13 (I), pp. 1-30.

TSUCHIYA (M.), 1968. — Upper waters of the intertropical Pacific Ocean. *Johns Hopk. Oceanogr. Stud.*, 4, 50p.+ 4 dépl.

WYRTKI (K.), 1967. — Oceanographic observations during the Line islands expedition, Feb.-March 1967. *Hawaii Inst. Geophys.*, 34 p., H 16-67-17.

IMPORTANCE DES MIGRATIONS NYCTHÉMÉRALES DE COPÉPODES BATHYPÉLAGIQUES

par J.-A. GUEREDRAT *et* R. FRIESS*

RÉSUMÉ

Pour l'étude des migrations nycthémérales de quatre espèces de Copépodes bathypélagiques, sur l'équateur, dans le Pacifique Central, des prélèvements ont été effectués à l'aide d'un chalut pélagique « ISAACS-KIDD *de 10 pieds* », *le cul de chalut était constitué d'un filet à maille n° 000 (vide de maille 0,9 mm-1 mm). 395 traits obliques, de la surface à diverses profondeurs, ont eut lieu aux différentes heures du jour et de la nuit. Pour chaque espèce la position de la limite, entre la zone profonde où elle est présente et la zone superficielle où elle est absente, varie avec l'heure. Cette limite peut être représentée par une courbe sinusoïdale de régression de la profondeur en temps, de la forme* $z = z_0 + a \cos (3t + \varphi)$. *Pour* Gaussia princeps, Megacalanus princeps *et* Paraeuchaeta hanseni, *la corrélation profondeur-temps est forte et l'équation traduit les migrations nycthémérales au seuil de* $1^o/_{oo}$, *et leurs amplitudes sont respectivement 460, 340 et 130 m, alors que* Metridia princeps *ne semble pas migrer. L'importance des amplitudes et leur diversité sont soulignées. Les plus grandes coïncident approximativement avec les variations diurnes des isolumes.*

ABSTRACT

For the study of the diurnal migrations of four bathypelagic Copepods species in the equatorial Central Pacific, collects have been made with an ISAACS-KIDD *Midwater Trawl 10 foot, having a mesh n° 000 (aperture 0,9-1 mm) in the cod-end. 395 oblic hauls from surface to various depths took place at the different day and night hours. For each species the boundary position between the deep zone where it is caught and the superficial one where it is not varies in time. This boundary may be represented as a sinusoïdal regression curve of depth in time:* $z = z_0 + a \cos (\omega t + \varphi)$. *For* Gaussia princeps, Megacalanus princeps *and* Paraeuchaeta hanseni *the depth-time correlation is strong and the equation is a significant expression* ($P < 0{,}001$) *of the diurnal migration, and their amplitudes are respectively: 460, 340 and 130 m, when* Metridia princeps *does not seem to migrate. The extend of amplitudes and their variation and diversity are emphasized. The greatest fit roughly with the diurnal isolumes variations.*

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

Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., vol. IX, n° 2, 1971, 187-196.

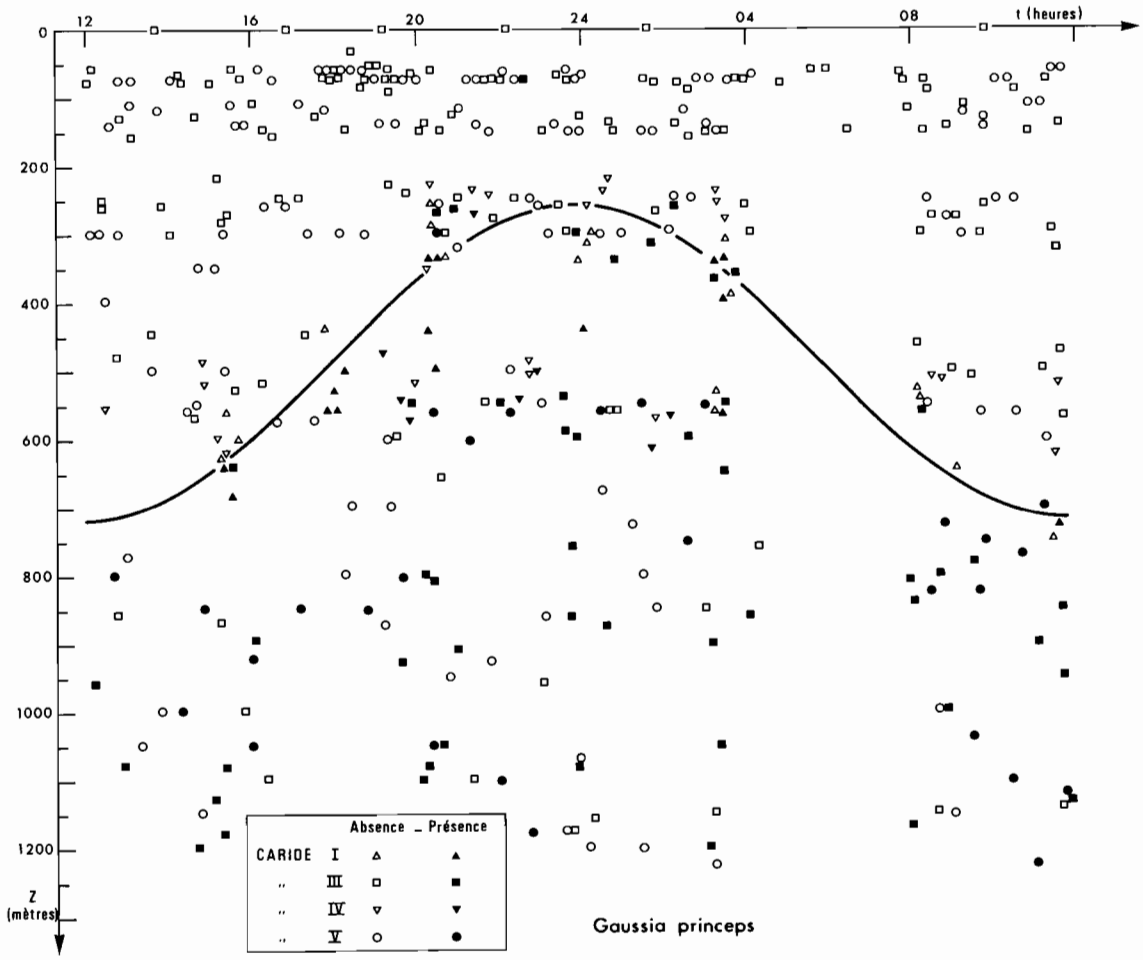


Fig. 1. — *Gaussia princeps*. Répartition des collectes, courbe de régression d'équation : $z = 487\text{-}230 \cos wt$.

INTRODUCTION

Signalées, pour la première fois par CUVIER en 1817, les migrations nycthémérales, qu'effectuent la plupart des organismes du zooplancton, constituent un phénomène non négligeable dans leur comportement général. Dans certains groupes il convient de mettre en évidence ces migrations et de les souligner, surtout quand elles présentent une importance particulière pour quelques espèces. Quoique cette activité varie avec le sexe, le stade biologique, l'état physiologique et soit même en relation avec la structure hydrologique (GUEREDRAT, 1969), elle présente des caractéristiques spécifiques dont nous nous proposons d'évaluer quelques-unes d'entre elles pour quatre espèces de Copépodes bathypélagiques, prélevées dans les eaux équatoriales du Pacifique Central.

1. *MATÉRIEL ET MÉTHODES*

Les Copépodes bathypélagiques étudiés ici sont : *Megacalanus princeps* Wolfenden, 1904 ; *Paraeuchaela hanseni* (WITH, 1915) ; *Metridia princeps* (GIESBRECHT, 1889) et *Gaussia princeps*

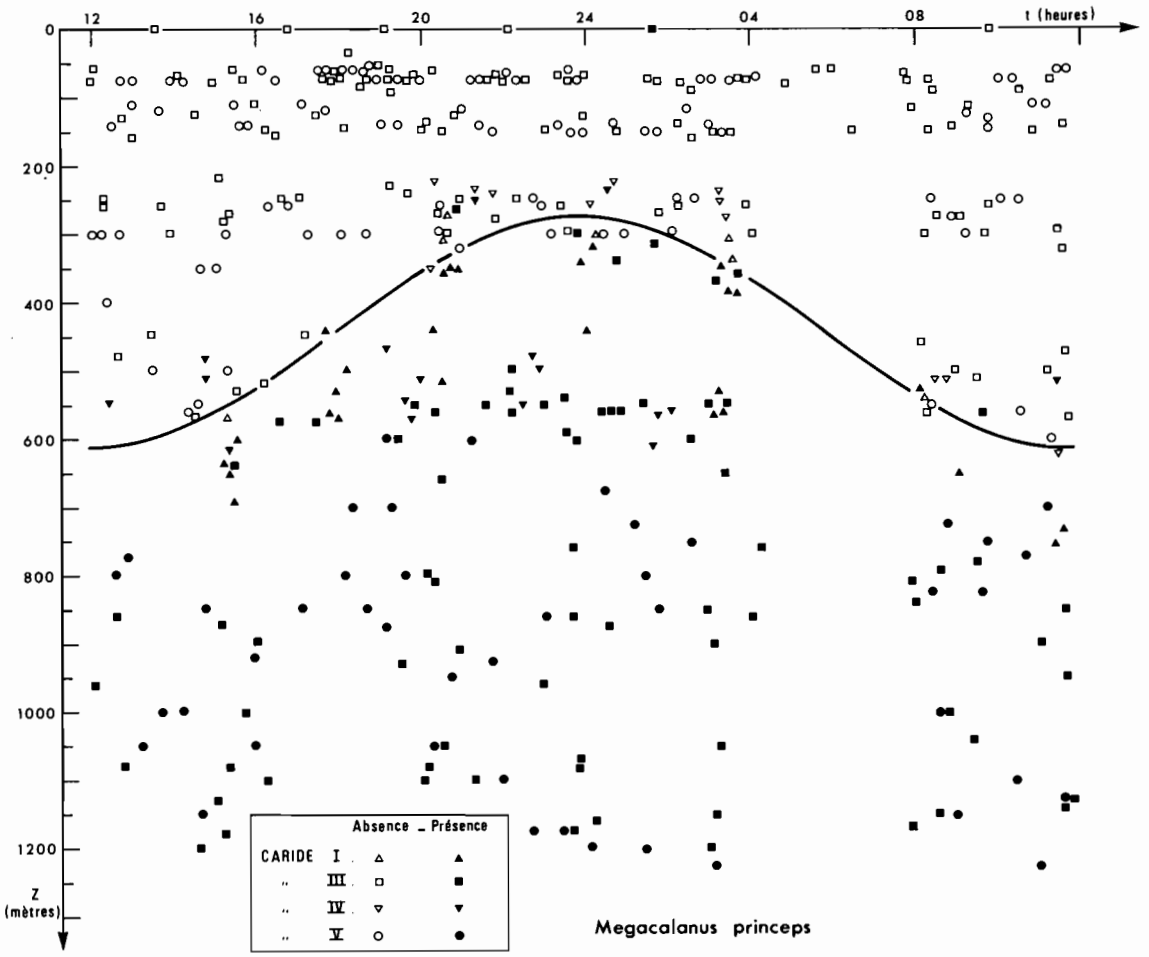


Fig. 2. — *Megacalanus princeps.* Répartition des collectes, courbe de régression d'équation : $z = 441\text{-}170 \cos wt$.

(T. Scott, 1894). Le prélèvement de ces espèces, relativement rares, nécessitait l'emploi d'un engin ayant une grande surface d'ouverture. Le chalut pélagique (Isaacs-Kidd midwater trawl) de 10 pieds ayant une embouchure de 9 m², a été utilisé. Le cul de chalut est un filet conique de 50 cm de diamètre d'ouverture et de maille n° 000 (vide de maille compris entre 0,9 et 1,0 mm). Un bathykymographe et un « Depth-distance-recorder », gréés sur le chalut, donnent les profils bathymétriques du trait en fonction, respectivement, du temps et de la longueur de la colonne d'eau filtrée.

L'engin de pêche n'avait aucun système de fermeture, car les mécanismes capables de fermer d'aussi grands filets sont rares ou peu efficients aux profondeurs qui nous intéressent. Les dispositifs qui obstruent seulement le cul de chalut ou le collecteur sont à proscrire, car la plupart des organismes demeurent en amont du mécanisme de fermeture et sont rejetés après le fonctionnement du système. Lors d'échantillonnage de couches successives, apparaît un important phénomène de « contamination » de certains niveaux, par les organismes qui, quoique capturés dans les couches précédemment échantillonnées, n'ont traversé le mécanisme de fermeture qu'ultérieurement et se retrouvent alors dans un collecteur qui ne correspond pas à la profondeur de leur capture. Ainsi nous avons utilisé un chalut pélagique, sans système ouvrant-fermant, pour échantillonner diverses couches allant de la surface à différentes profondeurs. Ce type de prélèvement nous a conduits à adopter une méthode d'analyse particulière.

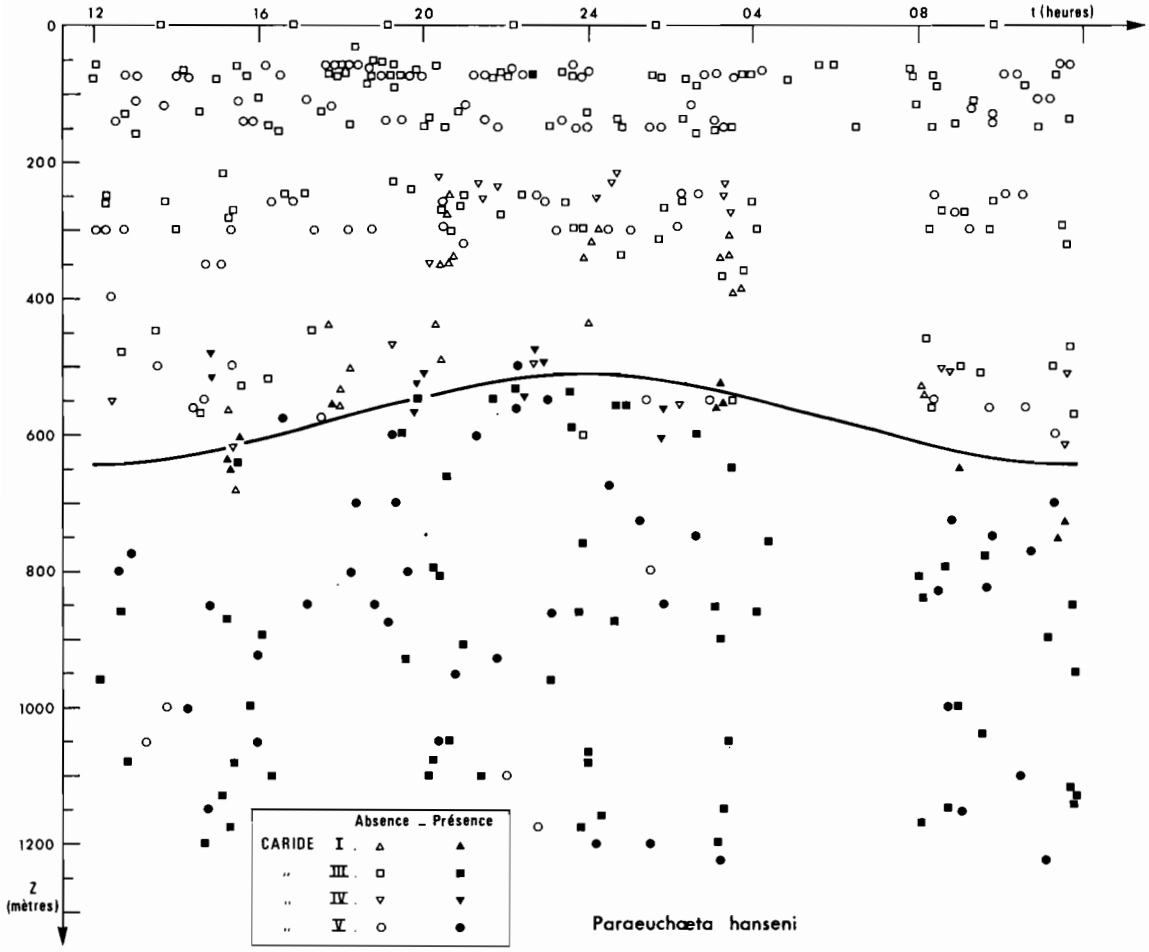


Fig. 3. — *Paraeuchaeta hanseni*. Répartition des collectes, courbe de régression d'équation : $z = 576\text{-}65 \cos wt$

L'étude initiale portait sur la séquence équatoriale de la croisière « Caride V » (Michel *et al.*, 1971), c'est-à-dire, sur 143 récoltes faites à l'équateur autour du méridien 140 °W à 5 minutes de longitude près, ce pendant huit jours. Le nombre de traits, ayant leur profondeur maximale aux environs de la limite supérieure de la distribution verticale des espèces étudiées, nous a paru insuffisant, nous avons donc associé à ce matériel d'autres prélèvements. Nous avons ainsi introduit les trois séquences équatoriales de « Caride III » (Michel *et al.*, 1970) soient 186 récoltes, 36 traits de « Caride I » (Repelin *et al.*, 1969) et 30 traits de « Caride IV » (Bourret *et al.*, 1970). Les traits de ces trois croisières ont été effectués au cours de séquences s'étalant sur l'équateur de 135 °W à 155 °W. Une séquence comprenait un certain nombre de nycthémères occupés chacun par une série de traits obliques échantillonnant de la surface à une profondeur donnée, chaque jour une couche d'épaisseur différente était prospectée. Cette association nous a semblé possible car entre les migrations de ces diverses périodes aucune différence notable n'a été observée. De plus, ce regroupement offre une image générale de la migration, au-delà d'éventuelles variations annuelles, de l'ensemble de la population.

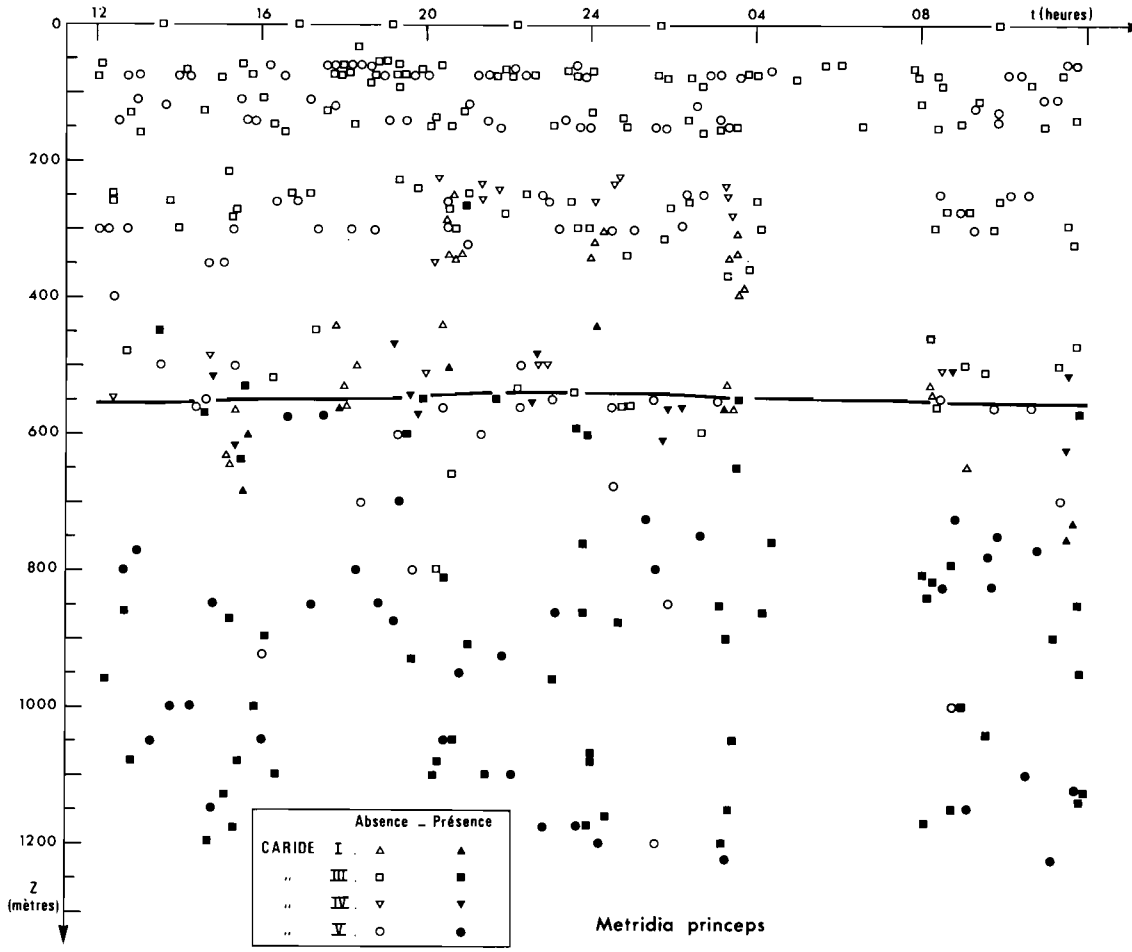


Fig. 4. — *Metridia princeps*. Répartition des collectes, courbe de régression d'équation : $z = 545\text{-}7 \cos wt$.

2. *MÉTHODE D'ANALYSE*

Dans le diagramme profondeur-temps, des quatre figures, chaque pêche est représentée par un point dont l'abscisse est l'heure moyenne de trait et l'ordonnée la profondeur maximale de la couche échantillonnée. De plus, pour une même croisière ces points sont figurés différemment selon que l'espèce a été capturée ou pas. S'individualisent ainsi une zone superficielle où l'espèce n'est pas recueillie et une zone profonde où elle l'est. Ces deux zones sont nettement distinctes, sauf dans le cas de *Gaussia princeps*, où la zone profonde est peu homogène car certains de ses traits n'ont pas permis la capture de cette espèce qui dans le Pacifique a une très faible densité dans les eaux équatoriales (GUEREDRAT, 1969). A la limite de deux zones, nous pouvons déterminer des couples « présence-absence » en associant pour une même valeur, ou deux valeurs très voisines, de l'abscisse. les deux points les plus proches appartenant chacun à une zone. En retenant parmi ces couples ceux formés de points distants de moins de 28 m, en moyenne, nous obtenons à 14 m près la position bathymétrique des spécimens les moins profonds de la population étudiée.

Cette méthode nous permet de limiter notre étude de la migration nycthémérale aux seuls

organismes qui, à tout instant, occupent, dans la distribution verticale, la partie supérieure de la couche habitée. Cette limitation à une subpopulation confère une plus grande homogénéité à nos données car, il existe des différences de comportement dans l'intensité des réactions dans les migrations nycthémérales des individus d'une même espèce selon qu'ils appartiennent au sommet ou à la base de la population (MOORE, 1955 ; MOORE et O'BERRY, 1957).

Des diagrammes préliminaires n'ayant pas fait apparaître des différences significatives entre les migrations des mâles et des femelles, les adultes des deux sexes ont été regroupés pour *Megacalanus princeps*, *Metridia princeps* et *Gaussia princeps*, par contre seules les femelles de *Paraeucheata hanseni* figurent dans nos données, car les quelques rares mâles appartenant à ce genre, que nous avons capturés, n'ont pas été identifiés au niveau de l'espèce.

3. *RÉSULTATS*

La distribution des couples de points « présence-absence » retenus, met en évidence une migration du type classique pour trois des espèces. Différents auteurs dont CASSIE (1963) avaient déjà noté essentiellement que : vers midi les organismes commencent à monter vers la surface, atteignent leur profondeur minimale à minuit puis s'enfoncent de nouveau, parfois à l'aube s'observe une remontée, la profondeur maximale étant atteinte à midi. De 04 à 08 heures, les activités étaient consacrées aux stations hydrologiques et aux récoltes de phytoplancton. Dans cet intervalle de temps nos prélèvements sont donc très rares et nous ignorons s'il existe la remontée à l'aube que souligne CUSHING (1951) et que nous avons notée très nettement pour l'espèce neustonique *Labidocera acutifrons* (GUEREDRAT, 1970).

Le schéma d'une telle migration peut s'exprimer par une fonction sinusoïdale, dont nous déterminerons l'équation de régression. Le test statistique de cette régression nous indiquera, avec quelle « précision » et dans quelle mesure une telle équation traduit le phénomène de migration verticale mis en évidence par nos prélèvements et notre méthode d'analyse. Des études analogues ont été faites par KING et HIDA (1954) et LEGAND (1958) pour exprimer le logarithme du volume du zooplancton en fonction de l'heure de prélèvement pour quelques profondeurs. Pratiquement nous avons effectué une transformation de la variable temps (t) en posant $X = \cos(\omega t + \varphi)$, où $\omega = \frac{2\pi}{T}$, T étant la période du phénomène soit 24 heures, et $\varphi = 0$ car les extrémums se situent effectivement à $t = 12$ et 24 heures. Puis nous avons déterminé l'équation de la droite de régression de la profondeur (z) en X, soit : $z = aX + b$, où a est la pente et b la profondeur d'équilibre ; d'où la fonction sinusoïdale $z = z_0 + a \cos\omega t$, avec $z_0 = b$. Les équations pour les quatre espèces sont groupées dans le tableau I.

Pour trois espèces la corrélation entre la profondeur et l'heure est forte, les amplitudes des migrations nycthémérales sont très importantes et l'équation sinusoïdale traduit bien le phénomène au seuil de 1‰. Par contre, pour *Metridia princeps* le coefficient de corrélation très faible indique que la profondeur est quasiment indépendante de l'heure, cependant la très faible migration qui se dessine s'exprime par une équation sinusoïdale significative au seuil de 5 %.

TABLEAU I
Équations des migrations nycthémèrales et test de signification

Espèces	*Gaussia princeps*	*Megacalanus princeps*	*Paraeuchaela hanseni*	*Metridia princeps*
Nombre de traits	38	34	24	26
$z = z_0 + a\ (X-\overline{X})$	487-230 cosωt	441-170 cosωt	576-65 cosωt	545-7 cosωt
Coefficient de corrélation	0,963	0,946	0,805	0,131
t calculé et t aux seuils de **1 ‰ et *5 %	21,40 > 3,590**	16,70 > 3,63**	6,36 > 3,79**	2,21 > 2,06*

Les courbes sinusoïdales obtenues sont significativement représentatives des migrations nycthémérales mises en évidence par notre matériel et notre méthode. Cependant, il existe certaines imprécisions dans nos données qui ne nous permettent pas de nous prononcer sur quelques points. Par exemple l'insuffisance de prélèvements entre 04 et 08 h conduit à une image simplifiée du comportement des organismes ; et l'expression actuelle ne saurait rendre compte d'une éventuelle remontée à l'aube. De même la formule de la vitesse (v) déduite de l'équation du mouvement sinusoïdal : $v_t = a\omega \sin\omega t$ (tableau II), ne rend pas compte de l'infériorité très probable de la vitesse ascensionnelle par rapport à celle de la plongée, qu'observent HARDY et BAINBRIGE (1954) au cours d'expériences.

TABLEAU II
Paramètres des migrations nycthémérales

Espèces	*Gaussia princeps*	*Megacalanus princeps*	*Paraeuchaela hanseni*	*Metridia princeps*
Taille moyenne (mm)	10,75	9,52	8,99	7,32
Profondeur (m) de jour	717	611	641	552
Amplitude (m)	460	340	130	14
Vitesse théorique moyenne (m/h)	38	28	11	1
Vitesse théorique maximale instantanée (m/h)	60	44	17	2

Enfin, il n'est pas possible de préciser si, comme l'indique la courbe, les migrations, même à très faible vitesse, s'amorcent dès 12 et 24 h, ou si elles ne commencent réellement que, quelques heures après les valeurs de ces extrémums. CUSHING (1951) note que dans certains cas, l'ascension commence dès midi.

Il faut tout particulièrement souligner l'importance des variations verticales déterminées pour trois des espèces étudiées. Des amplitudes et des vitesses ayant les mêmes ordres de grandeur ont été signalées pour des organismes de tailles généralement plus grandes que celles des Copépodes indiqués dans le tableau n° II.

Remarquons que les valeurs des amplitudes de migration s'ordonnent comme celles des tailles moyennes de chaque espèce. Ces tailles ont été déterminées sur une cinquantaine de spécimens par espèce. Cependant, les faibles différences qui existent entre les longueurs des individus

sont sans commune mesure avec celles qui s'observent pour les amplitudes. Ainsi dans un groupe dont les types morphologiques sont très semblables, la recherche d'éventuelles relations entre l'aptitude à d'importantes migrations verticales et les dimensions de l'organisme ne doivent pas porter uniquement sur la longueur. En effet, le volume ou la plus grande surface perpendiculaire à l'axe de l'individu quand il migre doit intervenir lors des déplacements passifs. Alors que l'importance des mouvements actifs dépend très probablement de la masse musculaire dont la puissance est sans doute liée au volume de l'organisme.

Mais c'est principalement la longueur des individus qui est connue. Les amplitudes observées pour les Copépodes bathypélagiques sont comparables à celles que signalent : AIZAWA (1969) qui situe certaines Sergestides et Pénéides entre 700 et 400 m le jour et de 110 à 200 m la nuit ; et BRINTON (1967) qui note des migrations de plus de 300 m pour sept espèces des genres *Euphausia* et *Thysanopoda*.

De telles distantes à couvrir nécessitent des vitesses assez importantes surtout si elles ne sont pas parcourues en ligne droite, quoique HARDY et BAINBRIDGE (1954) signalent des mouvements directs pour les grandes formes. HARDY et GUNTHER (1935) attribuent à *Calanus simillimus* des vitesses de l'ordre de 50 m/h, et HARDY et BAINBRIDGE (1954) observent pour *Calanus finmarchicus* et *Euchaeta norvegica* des vitesses de pointe de 66 et 135 m/h durant deux minutes et des moyennes sur une heure de 15 et 60 m/h, qui sont du même ordre de grandeur que celles mises en évidence ici pour des organismes de plus grande taille mais, qui doivent soutenir de telles vitesses pendant une plus grande période.

Il semble que la lumière joue un rôle important dans les migrations des espèces bathypélagiques, puisque à ces profondeurs, elle est le seul facteur dont l'intensité présente des fluctuations nycthémérales. Son existence y est admise par CLARKE et BACKUS (1964) qui situent vers 1000 m la profondeur maximale à laquelle les animaux dotés d'yeux peuvent utiliser la lumière provenant de la surface pour la vision. Plus précisément WATERMAN *et al.*(1939) signalent qu'à 600 brasses il y a encore assez de lumière pour stimuler l'œil d'un Crustacé.

A ces profondeurs la lumière est pourtant très faible, par exemple MOORE (1950) figure à midi pour 150, 300 et 400 brasses de profondeur des intensités qui ne sont plus égales qu'aux 10^{-10}, 10^{-27}, et 10^{-29} de celle de la lumière solaire incidente.

Cependant les fluctuations d'intensité entre le jour et la nuit sont de l'ordre de grandeur des migations. En effet, MOORE (1950) note qu'un animal qui à midi est à 300 brasses (540 m), trouvera la même intensité lumineuse le soir à 150 brasses (270 m), or ces profondeurs sont approximativement celles (611 et 271 m) où se rencontre de jour et de nuit *Megacalanus princeps* d'après nos observations.

Sans exclure la possibilité d'interventions de divers autres facteurs, il apparaît ici, comme dans les principales études sur les migrations nycthémérales, que le rôle de la lumière doit être souligné. Ce facteur peut, en effet, d'après ENRIGHT et HAMMER (1967), entraîner une réponse photocinétique, ou stimuler un rythme endogène ou déclencher (FRIEDRICH, 1969) un comportement trophique par l'intermédiaire du phytoplancton strictement lié à l'activité solaire et les premiers organismes des premiers maillons de la chaîne alimentaire. Ces conséquences peuvent apparaître isolément, ou être combinées.

Dans un milieu dont les conditions générales sont relativement stables et l'éclairement faible, nous observons cependant des variations nycthémérales très différentes, ce qui semble prouver que le stimulus déclenche un rythme endogène dont l'amplitude de réaction est essentiellement spécifique.

4. *CONCLUSION*

En nous basant sur la présence et l'absence de quatre espèces de Copépodes bathypélagiques, dans diverses couches, aux différentes heures du jour et de la nuit, nous avons déterminé les équations sinusoïdales qui expriment les migrations nycthémérales de ces organismes. Sans rechercher la causalité de ce phénomène, nous avons simplement indiqué la similitude des variations bathymétriques de certaines isolumes avec celles de quelques espèces au cours des 24 heures.

Il nous semble intéressant de souligner l'importance des vitesses et amplitudes des migrations observées pour trois de ces espèces, car les migrations constituent un phénomène fondamental dans le comportement général des animaux. Sur le plan physiologique, de telles distances, parcourues à de telles vitesses, entraînent une dépense énergétique qui doit représenter une grande partie du métabolisme général et, l'on conçoit que de pareilles dépenses ne puissent être supportées que lorsque le stade biologique permet certains états physiologiques, d'où les modifications qui peuvent intervenir dans l'importance des migrations. Sur le plan écologique, toute la colonne d'eau parcourue par une espèce lors de sa migration verticale doit être considérée comme faisant partie, dans une certaine mesure, de son habitat et elle appartient à l'écosystème qui s'y développe. Son comportement est alors lié aux caractéristiques physico-chimiques et biologiques qui varient le long de cette colonne d'eau. Mais aux profondeurs qui nous intéressent, les gradients verticaux des différents facteurs du milieu sont très faibles et, ceci peut expliquer que les amplitudes de migration aient de telles importances, si l'on admet que souvent les frontières hydrologiques limitent généralement les phénomènes migratoires. A ces profondeurs, les espèces eurybathes ne sont pas nécessairement eurytopiques pour les autres caractéristiques du milieu. Par contre l'absence de migration nycthémérale de *Metridia princeps* ne semble pas être une contrainte imposée par l'environnement physique.

BIBLIOGRAPHIE

AIZAWA (Y.), 1969. — Vertical distributions and migration of meso and bathypelagic shrimps in the neighbouring sea of Japan. *Bull. Plankton Soc. Japan*, 16 (1), pp. 60-63.

BOURRET (Ph.) *et al.*, 1971. — Croisière CARIDE 4 : Zooplancton-Micronecton. *O.R.S.T.O.M. Nouméa Océanogr.* Rapp. 38 multigr.

BRINTON (E.), 1967. — Vertical migration and avoidance capability of Euphausiids in the California current. *Limnol and Oceanogr.*, 12 (9), pp. 451-483.

CASSIE (R. M.), 1963. — Microdistribution of plankton. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 1, pp. 223-252. Harold Barnes, Ed. London.

CLARKE (G. L.) & BACKUS (R. M.), 1964. — Interrelations between the vertical migration of Deep Scaterring layers, bioluminescence and changes in daylight in the sea. *Bull. Inst. Oceanogr. Monaco ;* 64 (1318), 36 p.

CUSHING (D. H.), 1951. — The vertical migration of planktonic Crustacea *Biol. Rev., G. B.*, 26, pp. 158-192.

ENRIGHT (J. T.) & HAMMER (W. H.), 1967. — Vertical diurnal migration and endogenous rhythmicity. *Sciences*, 157, pp. 937-941.

GUEREDRAT (J.-A.), 1969. — Distribution de quatre espèces de Copépodes bathypélagiques dans l'ouest du Pacifique équatorial et tropical sud. *Deep-Sea Res.*, 16, pp. 361-375.

GUEREDRAT (J.-A.), 1970. — Note sur les migrations nycthémérales de *Labidocera acutifrons* (Crustacé-Copépode). *J. Cons. internation. Explor. Mer*, 33 (2), pp. 293-296.

HARDY (A. C.) & BAINBRIDGE (R.), 1954. — Experimental observations on the vertical migrations of plankton animals. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 33, pp. 409-448.

KING (J. E.) & HIDA (T. S.), 1954. — Variations in zooplankton abundance in Hawaiian waters, 1950-1952. *U.S. Fish Wild Serv. Spec., Sci. Rept. Fish.* 118, pp. 1-66.

LEGAND (M.), 1958. — Variations diurnes du zooplancton autour de la Nouvelle-Calédonie. *Rapp. Scient. Inst. Fr. Océanie. Sect. Océanogr.* 6, Rapp. *multigr.* 42 p.

MICHEL (A.) *et al.*, 1970. — Croisière CARIDE 3. Zooplancton-Micronecton. *O.R.S.T.O.M. Nouméa Océanogr.* Rapp. 37 multigr.

MICHEL (A.) *et al.*, 1971. — Croisière CARIDE 5. Zooplancton-Micronecton. *O.R.S.T.O.M. Nouméa Océanogr.* Rapp. 41 multigr.

MOORE (H. B.), 1950. — The relation between the scattering layer and the *Euphausiacea. Biol. Bull.* 99, pp. 181-212.

MOORE (H. B.), 1955. — Variations in temperature and light response within a plankton population. *Biol. Bull.* 108 (2), pp. 175-181.

MOORE (H. B.) & O'BERRY (D. L.), 1957. — Plankton of the Florida current IV. Factors influencing the vertical distribution of some common Copepods. *Bull. mar. Sci. Gulf Caribbean.* 7 (4), pp. 297-315.

REPELIN (R.) *et al.*, 1969. — Croisière CARIDE 1 : Zooplancton-Micronecton. *O.R.S.T.O.M. Nouméa Océanogr.* Rapp. 35 multigr. 64 p.

WATERMAN (T. H.) *et al.*, 1939. — Diurnal vertical migrations of deep water plankton. *Biol. Bull.* 76, pp. 256-279.

APERÇU SUR LA DISTRIBUTION VERTICALE DES GERMONS DANS LES EAUX TROPICALES DU PACIFIQUE SUD : NOUVELLE ORIENTATION DE LA PÊCHE JAPONAISE ET DE LA PÊCHE EXPÉRIMENTALE

par R. GRANDPERRIN* et M. LEGAND*

RÉSUMÉ

Des pêches expérimentales à la longue ligne profonde et à la ligne verticale ont montré qu'en zone tropicale, l'habitat des germons (Thunnus alalunga) *s'étendait bien au-delà de la couche pêchée commercialement. Seul l'emploi de la ligne verticale expérimentale permettra de préciser leur distribution verticale car la détermination des niveaux de capture de la longue ligne est trop imprécise, et sa manipulation trop lourde pour un échantillonnage profond. Sur le plan de l'efficacité, les premières comparaisons entre ces deux techniques ont montré que les rendements de la ligne verticale pour toutes les espèces, étaient comparables, sinon supérieurs à ceux de la longue ligne traditionnelle, même dans les couches superficielles.*

ABSTRACT

Deep horizontal longline tests and vertical longline tests carried out in tropical areas have shown the swimming layers of albacore (Thunnus alalunga) *extend generally far deeper than the layer ordinary fished by commercial boats. To determine the swimming depth of albacore, experimental vertical longlines must be developped rather than deep horizontal longlines because they are simpler to operate and give a better estimation of hooking levels. Vertical longlines are more efficient than horizontal longlines even for normal fishing.*

INTRODUCTION

Dans les eaux tropicales et équatoriales du Pacifique, les pêcheurs japonais, coréens et formosans utilisent des longues lignes dont les hameçons se situent à des profondeurs généralement comprises entre 50 et 150-175 mètres. Ils capturent des thons à nageoires jaunes *(Thunnus*

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

albacares), des marlins et des germons *(Thunnus alalunga)*. Si la tranche d'eau ainsi prospectée est caractéristique de l'habitat des thons jaunes et des marlins, par contre, des pêches profondes expérimentales et des repérages par échosondage ont montré que les germons présentent une distribution verticale s'étendant au-delà de ces profondeurs. Bien que cette espèce soit de haute valeur marchande, l'approfondissement du niveau des hameçons que nécessiterait sa capture préférentielle entraînerait une augmentation considérable du coût de l'effort de pêche. C'est la raison pour laquelle les bateaux de pêche industrielle continuent à utiliser traditionnellement le montage superficiel. Cependant, compte tenu de l'accroissement de la demande en thons sur le marché mondial et des baisses de rendements en thons jaunes et en marlins observées depuis quelques années, baisses qu'on peut attribuer à une surexploitation, les japonais s'intéressent depuis 1965 à la répartition verticale des germons qu'ils veulent préciser en prévision de l'éventuelle exploitation rentable, à l'aide d'une technique nouvelle, d'un stock moins touché par la pêche qu'il ne l'avait paru. Le moyen de prospection mis en œuvre est la palangre verticale ; c'est le plus simple et le plus rigoureux.

Parallèlement, le Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa, dont les premiers essais de longue ligne remontent à 1956, a progressivement modifié ses montages afin d'aboutir à un approfondissement de certains des niveaux de pêche en vue de la capture presque sélective des germons sur les hameçons les plus profonds. Par ailleurs, les premiers essais de palangre verticale sont en cours, les lignes utilisées étant sensiblement les mêmes que celles décrites par SAITO *et al.* (1970). Les difficultés techniques inhérentes aux premières manipulations de ce nouvel engin ne permettent pas encore d'en tirer des résultats. Cette note provisoire a pour but, en comparant les résultats de longue ligne expérimentale effectuée par l'O.R.S.T.O.M. dans le Pacifique sud tropical à ceux de longue ligne et de palangre verticale des japonais, de faire ressortir des conclusions préliminaires sur la distribution verticale des germons tropicaux.

1. *MATÉRIEL ET MÉTHODES*

Les différentes lignes utilisées successivement à bord de l'« ORSOM » III jusqu'en 1962, puis du « CORIOLIS » à partir de 1964, ont été décrites par ANGOT et CRIOU (1959), LEGAND et GRANDPERRIN (1969), GRANDPERRIN *et al.* (1969). En 1970, deux montages furent mis en service bout à bout : l'un de 70 éléments de 6 hameçons chacun pêchant entre 70 et 140 m, l'autre de 40 éléments de 10 hameçons chacun pêchant entre 200 et 325 m, soit un total de 820 hameçons répartis le long de 40 km de ligne-mère. Les profondeurs aux différents niveaux ont été estimées à partir de la forme en chaînette que prend la ligne, à partir de la distance radar moyenne entre les deux extrémités et de quelques mesures de contrôle réalisées à l'aide de profondimètres, de tubes Kelvin et d'échosondage. Dans le tableau I sont reportés les nombres d'hameçons par classe de profondeurs de 25 m. Toutes les données ont été regroupées depuis 1959, année où l'utilisation de *Cololabis saira* comme appât devint systématique.

2. *RÉSULTATS*

2.1. Résultats O.R.S.T.O.M. : longue ligne.

Deux régions ont été prospectées : la première, autour de la Nouvelle-Calédonie, à des latitudes allant de 12° à 23°S, c'est-à-dire à l'intérieur de la zone 10° à 30° S à germons pour le Pacifique tropical occidental, la seconde, en Polynésie Française, à des latitudes allant de 10° à 25° S, c'est-à-dire là aussi à l'intérieur de la zone 10° à 35° S à germons pour le Pacifique tropical

TABLEAU I

Nombre d'hameçons, nombre de germons capturés à la longue ligne par le Centre O.R.S.T.O.M. de NOUMÉA et rendements par classes de profondeurs de 25 m

Classes de Profondeurs (m)	Pacifique sud-ouest				Pacifique sud-central			
	nb. de h.	nb. de G.	Rdt % par classe	Rdt % par couche	nb. de h.	nb. de G.	Rdt % par classe	Rdt % par couche
0- 24	0	—	—	—	0	—	—	—
25- 49	327	3	0,92		0	—	—	
50- 74	0	—	—		80	0	0	
75- 99	1 090	14	1,28		0	—	—	
100-124	2 682	19	0,71	1,50	780	2	0,26	0,3
125-149	3 512	76	2,16		820	3	0,37	
150-174	1 057	15	1,42		860	8	0,93	
175-199	4 039	67	1,66		820	9	1,10	
200-224	88	2	2,27		700	16	2,29	
225-249	456	6	1,32	1,58	2 048	17	0,83	1,24
250-274	456	5	1,10		2 008	27	1,34	
275-299	912	15	1,65		4 016	55	1,37	
300-324	456	8	1,76		2 088	23	1,11	
Total.....	15 075	230	1,46	1,46	14 220	160	1,12	1,12

Abréviations :
nb. de h. : nombre d'hameçons
nb. de G. : nombre de germons
Rdt. % : rendement pour 100 hameçons.

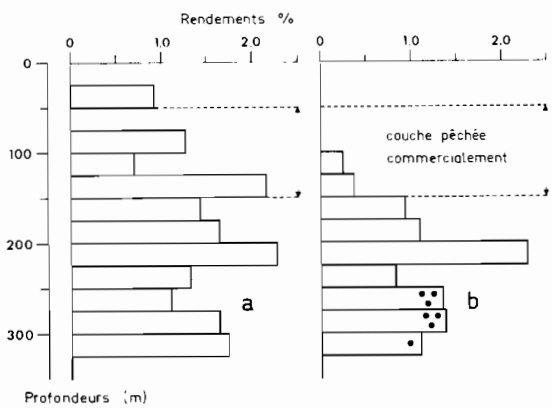


Fig. 1. — Distribution verticale des rendements en germons capturés à la longue ligne par le Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa.
1 a : Pacifique sud-ouest.
1 b : Pacifique sud-central.
● : Position de captures de jeunes germons pesant entre 4,0 et 9,5 kg.

central. Sur le tableau I et la figure 1 sont reportés les rendements pour 100 hameçons pour l'une et l'autre de ces régions. On constate que :

1. la couche 50-150 m prospectée commercialement ne correspond, pour les deux zones, qu'à une partie de la couche où sont présents les germons ;
2. le rendement moyen entre 50 et 150 m est soit du même ordre de grandeur (Pacifique sud-ouest) soit plus bas (Pacifique sud-central) que celui obtenu entre 150 et 325 m, ce qui signifie que les germons sont sans doute aussi abondants, sinon plus, en-dessous de la couche prospectée commercialement que dans celle-ci ;
3. le rendement au niveau le plus profond prospecté (300-325 m) est, pour les deux zones, voisin du rendement total moyen, ce qui signifie que la couche fréquentée par les germons dépasse probablement 325 m.

Tous ces différents points sont confirmés par les résultats japonais empruntés à SAITO *et al.* (1970) et à KAMIJO (1969).

2.2. Résultats japonais : longue ligne et palangre verticale.

SAITO *et al.* (1970) exploitent les essais réalisés en 1969 dans une zone allant de 17° à 19° S, entre les Fidji et les Nouvelles-Hébrides (175° à 171 °E) ; 3 stations longue ligne sont effectuées au même endroit, la ligne pêchant chaque fois à des profondeurs différentes (tableau II). Malgré

TABLEAU II

Nombre d'hameçons, nombre de germons capturés à la longue ligne et rendements par niveaux dans le sud-ouest Pacifique en 1969 (d'après SAITO *et al.*, 1970)

Niveaux prospectés (m)	nb. de h.	nb. de G.	Rdt %
126 à 192.....	375	8	2,1
186 à 246.....	380	9	2,4
242 à 298.....	378	14	3,7
	1 133	31	

Rendement moyen : 2,73 %.

le faible nombre de captures, il semble qu'on puisse en conclure, ce qui ne ressortait pas des résultats O.R.S.T.O.M., que dans la couche 125-300 m, les rendements en germons augmentent avec la profondeur. Simultanément, sont réalisés plusieurs essais de palangre verticale (tableau III, figure 2). On constate que :

TABLEAU III

Nombre d'hameçons, nombre de germons capturés à la ligne verticale et rendements pour différentes profondeurs dans le Pacifique sud-ouest en 1969 (d'après SAITO *et al.*, 1970).

Profondeurs (m)	nb. de h.	nb. de G.	Rdt %
150	148	4	2,70
197	148	7	4,73
243	147	7	4,76
289	147	8	5,44
335	146	1	0,68
382	146	5	3,42
	882	32	

Rendement moyen : 3,62 %.

1. les germons sont présents de 150 à 400 m ;
2. le rendement total moyen y est de 3,62 % contre 2,73 % pour la longue ligne ;
3. le rendement (3,42 %) au niveau le plus profond est voisin du rendement total moyen, ce qui

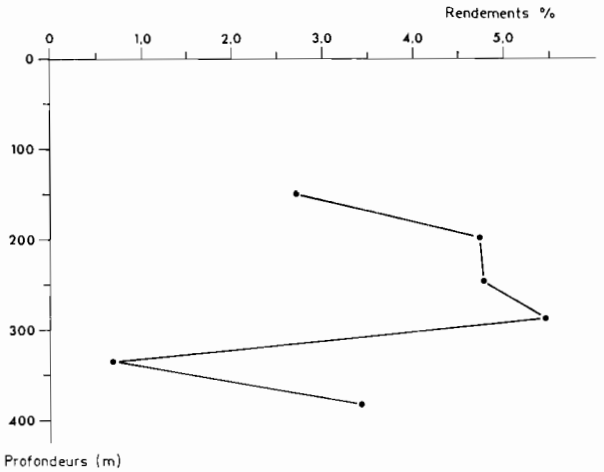


Fig. 2. — Distribution verticale des rendements en germons basée sur les profondeurs des hameçons de la ligne verticale (d'après SAITO *et al.*, 1970).

signifie que la distribution verticale s'étend probablement encore au-delà de cette profondeur.

KAMIJO (1969) exploite des résultats obtenus dans l'Océan Indien. Il compare les captures de lignes verticales pêchant de 85 à 240 m à celles d'une longue ligne dont il ne précise pas le niveau des hameçons. Les rendements obtenus sont, là aussi, légèrement en faveur de la ligne verticale, bien qu'elle n'ait pas pêché très profond.

3. *DISCUSSION ET CONCLUSION*

La pêche industrielle à la longue ligne telle que pratiquée actuellement en zone tropicale avec des montages superficiels conduit à une surexploitation des thons jaunes et des marlins dont les rendements ne cessent de décroître depuis quelques années de façon systématique. Par contre, elle ne permet pas la capture des germons dans la totalité de la couche où ils vivent, car celle-ci s'étend plus en profondeur. L'exploitation industrielle des ressources de toute cette couche au moyen de la longue ligne impliquerait obligatoirement un rallongement des orins. Or, s'ils dépassent 100 mètres, de gros problèmes de manipulation interviennent qui sont dus aux risques de rupture par augmentation de la tension sur la ligne mère au moment du virage et à l'obligation d'installer alors un treuil secondaire pour les virer indépendamment. Il en résulte des contraintes incompatibles avec un travail en routine dont les conditions actuelles sont déjà extrêmement dures. Une mutation de la technique de pêche s'avère donc nécessaire dans les années à venir. Encore faut-il, au préalable, acquérir une meilleure connaissance de la distribution verticale des germons.

Seul l'emploi de la ligne verticale expérimentale permet de recueillir des données précises sur les niveaux auxquels interviennent les captures. En effet, étant donné la configuration même de la longue ligne dans l'eau et les déformations qu'elle est amenée à subir durant toute la durée de son immersion, il est difficile de déterminer la profondeur des hameçons alors que, dans le cas de la ligne verticale, l'erreur sur l'estimation des niveaux est inférieure à 3 %. D'autre part, comme l'a montré WATANABE (1961) pour les thons jaunes et les marlins, les poissons mordent souvent durant le filage et le virage, alors que la ligne est en mouvement, ce qui fausse l'évaluation de la profondeur de leur capture. Comme la ligne verticale, de par la présence de son lest, met environ 4 fois moins de temps à couler que la longue ligne (SAITO *et al.*, 1970) les risques d'erreur en sont d'autant réduits. La répartition verticale des germons semble ne pas s'arrêter à 400 m : c'est donc au-delà qu'il faudrait placer des hameçons, jusqu'à des profondeurs où les rendements deviendraient nuls. BRUN (1965, communication personnelle) rapporte des cas de capture à 600 m autour de Tahiti. Seule une exploration systématique de tous les niveaux jusqu'aux plus profonds permettra d'apporter une contribution décisive à la connaissance de la biologie de ce poisson. Quelques résultats prometteurs ont déjà été obtenus par le Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa en Polynésie Française où 7 jeunes germons pesant entre 4,0 et 9,5 kg ont été capturés à la longue ligne sur les niveaux les plus profonds (figure 1). Il se pourrait que d'aussi petits individus, dont la présence est, à notre connaissance, signalée pour la première fois sous ces latitudes, appartiennent à une population effectuant la totalité de son cycle en zone tropicale, les adultes, relativement eurythermes par rapport aux jeunes pouvant remonter dans les couches superficielles

alors que les juvéniles, très sténothermes devraient s'enfoncer pour retrouver, en profondeur, les conditions de températures des zones tempérées où ils sont capturés en surface. Si elle était vérifiée, cette hypothèse pourrait appuyer une théorie de bipolarité avec submergence au niveau de l'équateur, permettant ainsi d'envisager l'éventualité d'échanges nord-sud à travers le Pacifique entre les deux populations définies par ROTSCHILD et YONG (1970). Sur le plan purement scientifique, un important programme de ligne verticale est donc à développer.

Sur le plan de l'efficacité, la longue ligne était considérée jusqu'à présent comme l'engin commercial de capture le plus efficace pour les thons profonds. Plusieurs montages et tests réalisés ont montré que non seulement les rendements de la ligne verticale étaient meilleurs dans les couches profondes à germons mais qu'ils étaient comparables, sinon meilleurs pour toutes les espèces, dans les couches plus superficielles. Les japonais veulent donc développer la ligne verticale en tant que nouvel engin ayant, à tous les niveaux, une plus grande efficacité que la longue ligne traditionnelle. Son emploi commence à se répandre, quelques bateaux de pêche l'utilisant en routine. Des difficultés d'ordre technique restent à surmonter, notamment lors du lovage des lignes. Ces difficultés, dont la conséquence est une augmentation des durées de filage et de virage, à nombre d'hameçons égal, par rapport à la longue ligne, entraînent une augmentation du coût de l'effort de pêche traditionnellement défini par la mise à l'eau de 100 hameçons. De récents essais de matériau flottant en polypropylène effectués à bord du navire école de la Faculté des Pêches de l'Université d'Hokkaido au Japon sont, à ce point de vue, très prometteurs. Il n'est pas douteux que cette technique remplacera progressivement la longue ligne dans les années à venir.

BIBLIOGRAPHIE

ANGOT (H.) et CRIOU (R.), 1959. — La pêche du thon à la longue ligne. Ses possibilités dans les eaux voisines de la Nouvelle-Calédonie. *O.R.S.T.O.M., IFO, Océanogr. Nouméa*, 29 p. multigr.

GRANDPERRIN (R.), BOURRET (P.), MICHEL (A.) et MARTEAU (J.), 1969. — Résultats des stations de longue ligne expérimentale effectuée dans le Pacifique Sud-Central par le Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa en 1969. *O.R.S.T.O.M. Nouméa, Océanogr.* Rapport n° 39, 34 p. multigr.

KAMIJO (K.), 1969. — On vertical long line gear for tuna. Rapport dactylographié, 9 p. (Kanagawa Prefectural Fisheries Experimental Station).

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 Océanogr.* Rapport n° 30, 33 p. multigr.

ROTSCHILD (B. J.) & YONG (M. Y.), 1970. — Apparent abundance, distribution, and migrations of albacore *(Thunnus alalunga)*, on the North Pacific longline grounds. *U.S. Fish Wild. Serv., Spec. Sci. Rep. Fish.*, 623, 37 p.

SAITO (S.), ISHII (K) & YONETA (K.), 1970. — Swimming depths of large sized albacore in the South Pacific Ocean. I. Fishing of albacores by a newly designed vertical longline. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 36 (6), pp. 578-584.

WATANABE (M.), 1961. — Study of tuna hooked layer by long line. *Rep. Ser. Kanagawa Pref. Fish. Exp. Stat.*, 4, 10 p.

NOTES ICHTYOLOGIQUES (III)*

par P. FOURMANOIR**

RÉSUMÉ

Les 25 espèces présentées dans ces notes ont été prises au chalut pélagique à l'exception de Lophotus lacepede *pris à la ligne japonaise. Trois d'entre elles cependant,* Hoplolatilus *sp,* Oxycirrhites *sp. et* Liopropromа meteori *sont d'origine continentale. Un* Benthodesmus *adulte de forme relativement courte, semble être décrit pour la première fois.*

Après la mention, dans « Notes ichtyologiques I », d'un deuxième exemplaire de Kali kerberti, *l'inventaire des Chiasmodontidae du Pacifique équatorial, s'enrichit de trois exemplaires de* Gargaropteron pterodactylops, *espèce auparavant représentée par l'unique exemplaire africain. Une description d'*Amarsipus carlsbergi *Haedrich 1969 se justifie par la forme un peu changeante de cette petite espèce. Elle est suivie d'une courte liste des autres espèces de Stromaleoidei.*

ABSTRACT

All the 25 species described in these notes were captured in a pelagic trawl with the exception of Lophotus lacepede *which was caught on a Japanese line. Three of these species are of continental origin:* Hoplolatilus *sp.,* Oxycirrhites *sp. and* Liopropromа *sp. One relatively short adult* Benthodesmus *seems to be described for the first time.*

After the record in "Ichtyological Notes I" of a second example of Kali kerberti, *the list of equatorial Pacific Chiasmodontidae has been enriched with three examples of* Gargaropteron pterodactylops *a species formerly represented by only a single african example. A description of* Amarsipus carlsbergi *Haedrich 1969 is justified by the slightly changing form of this small species. This is followed by a short list of the other* Stromateoidei *species.*

---

* Les notes ichtyologiques (I) sont parues dans les Cahiers O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., vol. VIII, n° 2, 1970, pp. 19-33 avec les résumés anglais et français des 2 premières notes.

Les notes ichtyologiques (II) sont parues dans les Cahiers O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., vol. VIII, n° 3 1970, pp. 35-46.

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

ARGENTIDINAE

Microstoma microstoma (Risso) 1810

PROVENANCE : Cyclone V, 11 ; 3°28′ S, 169°50′ E, 21.7.67 à 1 h 14, trait oblique 0-1200 m, L.S. 50 mm.

DESCRIPTION :

D. 10 A. 9

Les ventrales sont situées en avant de la dorsale à une distance égale aux 2/3 de la base de cette dernière.

PARALEPIDIDAE

Stemonosudis gracile (Ege) 1933

PROVENANCE : Cyclone V, 2 ; 0°25′ S 169°54′ E, 19.7.67 à 17 h 14, trait oblique 0-1200 m, L.S. 82 mm. Contenu stomacal d'*Alepisaurus* 22.7.68, 16°35′ S 167°15′ E, L.S. 73 mm.

DESCRIPTION :

D. 10 A. 35-36 P. 12

Rappelons qu'une deuxième espèce *Stemonosudis elongata* (Ege) a également été trouvée dans le S.W. Pacifique dans les contenus stomacaux d'*Alepisaurus*.

SCOPELARCHIDAE

Scopelarchus michaelsarsi Koefoed 1955

PROVENANCE : Bora IV, 11 B ; 1°32′ S 170°00′ E, 30.9.66 à 22 h 30, trait oblique 0-1100 m, L.S. 34 mm.

DESCRIPTION :

D. 9 A. 18 P. 20 L.l. 40

Par ses longues pectorales noires, le petit nombre de rayons à l'anale, la position des ventrales sous le milieu de la base de la dorsale, notre exemplaire correspond bien à *michaelsarsi*. L'espèce était surtout connue dans les eaux tempérées de l'Atlantique.

Scopelarchus cavei Marshall 1955

PROVENANCE : Cyclone III, 1 ; 0°02′ S 169°58′ E, 19.7.67 à 13 h 19, trait oblique 0-1200 m, L.S. 93 mm — Cyclone III, 3 ; 0°41′ S 169°54′ E, id., 21 h 17, trait oblique 0-1200 m, L.S. 9,5 mm. Ainsi que de nombreuses autres stations Cyclone et Caride.

DESCRIPTION :

D. 9 A. 21 P. 21 L.l. 43 (ex. de 93 mm)

Comme chez *michaelsardi*, la pectorale est noire (exemplaire de 93 mm) avec cinq rayons inférieurs clairs.

Benthalbella alatus Fourmanoir 1970

Trois nouveaux exemplaires ont été recueillis aux stations suivantes :
Maruru 18 A, 8°04′ N 149°08′ W, 19.3.70 à 23 h 20, larval net 200-750 m, L.S. 62 mm-Bora II, 10 B ; 170° E 1°24′ S, 13.3.66 à 20 h 40, trait oblique 0-320 m, 2 ex. 29 mm.

Les formules de l'exemplaire de 62 mm sont : D. 8 A. 21 P. 26 L/H 4,8

Il est un peu plus pigmenté que l'exemplaire-type de 48 mm, avec la base de la dorsale noire.

La forme courte (L/H 4,8), les crochets des dents linguales dirigés vers l'arrière presqu'à l'horizontale, les longues pectorales, distinguent les deux exemplaires de *dubius* (Marshall) espèce voisine par le nombre identique de rayons de nageoires et l'allongement des ventrales.

Chez les jeunes exemplaires de 29 mm à formule D. 9 A. 22 P. 25, on remarque une tache noire oblongue médiane à l'extrémité du pédoncule caudal débordant sur la nageoire.

Benthalbella infans Zugmayer 1911

PROVENANCE : Caride III, 170 ; 0°07′ N 152°40′ W, 15.2.69 à 9 h 05, trait oblique 0-510 m, 2 exemplaires 60 mm. Caride II, 8 ; 12°18′ S 143°31′ W, 18.11.68 à 12 h 20, trait oblique 0-680 m, 74 mm.

DESCRIPTION :

D. 9 A. 21 P. 27

L'espèce n'était connue que dans l'Atlantique.

DERICHTHYIDAE

Derichthys serpentinus Gill 1884

PROVENANCE : Cyclone VI, 14 ; 04°23′ S, 169°36′ E, 4.9.67 à 5 h 41, trait oblique 0-1200 m, L.S. 195 mm — Caride I, 64 ; 0°03′ N 148°50′ W, 28.9.68 à 11 h 49, L.S. 120 mm.

Le plus grand exemplaire connu long de 27 cm a été pris dans l'Atlantique. La maturité est atteinte à partir de 14 cm. Notre exemplaire de 195 mm est de coloration gris-brun uniforme, celui de 120 mm est jaunâtre, sans pigmentation.

NESSORHAMPHIDAE

Nessorhamphus ingolfianus Schmidt 1930

PROVENANCE : Caride I, 61 ; 0°01′ S 143°09′ W, 27.9.68 à 0 h 02, trait oblique 0-250 m, L.S. 95 mm — Caride I, 100 ; 0°04′ S 150°45′ W 4.10.68 à 18 h, trait oblique 0-560 m, L.S. 115 mm. — Caride III, 28 ; 0°02′ N 136°14′ W, 15.8.69 à 20 h 35, trait oblique 0-150 m, L.S. 152 mm — Bora III, 10 B ; 0°50′ S 170°00′ E, 21.6.66 à 20 h 40, trait oblique 0-620 m, L.S. 150 mm.

MESURES DE L'EXEMPLAIRE DE 152 MM.

T. 23 mm H. 5,9 mm. Dorsale à 32 mm du bout du museau, anale à 98 mm. Nombre de pores à la ligne latérale 132.

MELANONIDAE

Melanonus zugmayeri Norman 1930

PROVENANCE : Caride 2, 40 ; 0°03′ N 137°00′ W, 27.11.68 à 20 h 46, trait oblique 0-350 m, L.S. 128 mm.

Deux exemplaires seulement ont été observés.

BROTULIDAE

Brotula multibarbata (Tem. et Schl.)

PROVENANCE : Cyclone I, 30 ; 0°36′ S 169°32′ E, 26.11.66 à 2 h, trait oblique 0-140 m, L.S. 40 mm — Cyclone III, 16 ; 5°12′ S 169°54′ E, 22.7.67 à 8 h 19, trait oblique 0-1200 m, 3 ex. L.S. 13 mm — S.G. 4, 210 ; 23° S 110° E, 12.9.62 à 21 h 30, profondeur 0-260 m, L.S. 38 mm.

DESCRIPTION :

D. 127 A. 106 P. 27 Sér. d'écailles env. 155 (chez l'ex. de 40 mm)

Les écailles sont teintées légèrement de brun. La caudale et les rayons de la dorsale et de l'anale voisine sont bruns. La dorsale a 11 points bruns régulièrement espacés le long d'une ligne longitudinale. L'espèce est commune dans les collections de larves de poissons. Un exemplaire de 38 mm a été trouvé dans l'estomac d'un thon jaune.

CHIASMODONTIDAE

Gargaropleron pterodactylops Smith 1964.

PROVENANCE : Cyclone III, 8 ; 2°13′ S 169°47′ E, 4.5.67 à 01 h 23, trait oblique 0-1100 m, L.S. 36 mm — Bora II, 14 A, 2°10′ N 169°58' E, 17.3.66, trait oblique 0-1050 m, L.S. 37 mm. Cyclone IV, 1 ; 0°170° E, 13.6.67 à 1 h 15, 0-1200 m, L.S. 25 mm.

DESCRIPTION :

a. exemplaire de 36 mm.
D. XII, 23 A. 24 P. 12 V. 6
H. 10 mm, T. 15,2 mm, Rayon P. 15,2 mm, rayon V. 22 mm
Bouche 11, 8 mm, œil 3 mm.

b. exemplaire de 37 mm.
D. , 23 A. 24 P. 12 V. 6 H. 7,8 mm

L'exemplaire de 36 mm a les nageoires bien préservées à l'exception de la caudale. Les membranes des pectorales et des ventrales sont noires, les rayons sont clairs comme le corps qui n'est pas pigmenté.

Par rapport à l'exemplaire-type récolté au Natal, le seul jusqu'à présent signalé, on relève les différences suivantes : P. 12 au lieu de P. 11 (type).

c. exemplaire de 25 mm.
D. XII, 23 A. 26 P. 13 H. 4,8 mm

4 bandes transverses pigmentées de brun, la dernière fait le tour du pédoncule caudal en comprenant la base des cinq derniers rayons de la dorsale et de l'anale.

LATILIDAE

Hoplolatilus sp. n° 2 (Fig. 1)

PROVENANCE : Bora II 8 A ; 4°03′ S 170°01′ E 11.3.66 à 13 h 54, trait oblique 0-820 m, L.S. (sans le rostre) 13 mm.

Dans une note ichtyologique précédente (Cah. O.R.S.T.O.M., Océanogr. VIII, 2, 1970, nous avons décrit deux formes pélagiques jeunes (stade *Dikellorhynchus*) de deux espèces d'*Hoplolatilus* proies d'*Alepisaurus* et de *Thunnus albacares* de la Nouvelle-Calédonie et des Nouvelles-Hébrides.

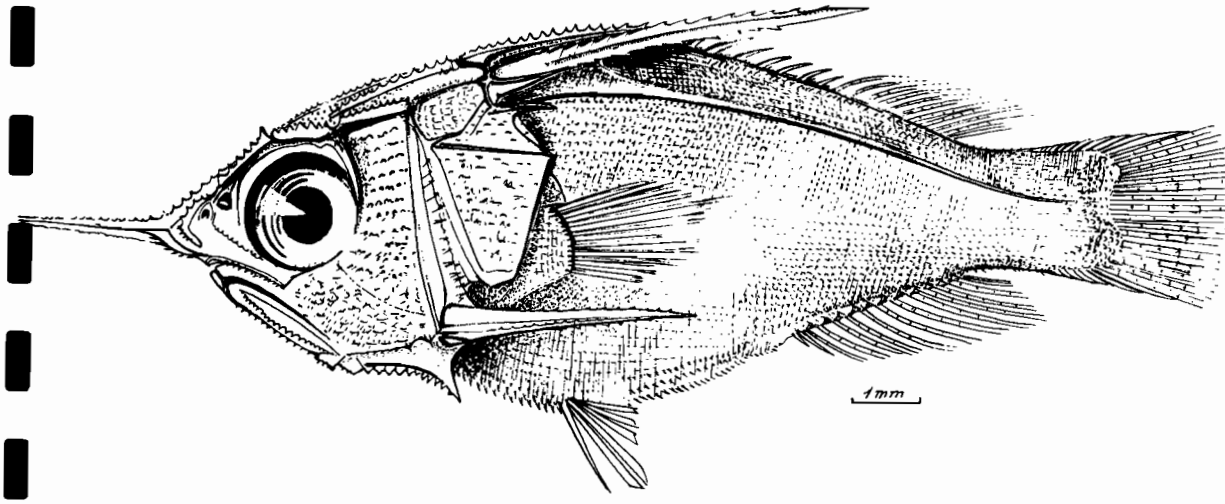


Fig. 1. — *Hoplolatilus* sp. n° 2, L.S. 13 mm (sans le rostre).

L'un des deux *Hoplolatilus* n'était représenté que par un exemplaire de 26 mm (rostre compris) alors que l'autre était très abondant.

Les deux formes étant voisines et l'exemplaire unique étant mal préservé on pouvait hésiter à considérer ce dernier comme le représentant d'une autre espèce.

La validité de cet *Hoplolatilus* est maintenant confirmée par la récolte de l'exemplaire de 13 mm.

DESCRIPTION :

D. X, 13 A. II, 13 P. 16 Séries d'écailles env. 100 Br. 9+1+18.

On remarque à nouveau chez cet exemplaire les caractères distinctifs suivants : la très longue épine ptérotique, l'allongement des épines III-IV-V de la dorsale et malgré la rupture de la plupart des rayons à leur extrémité, l'élévation de la deuxième dorsale et de l'anale.

Le nombre de branchiospines est plus élevé que chez l'autre *Hoplolatilus*, les séries d'écailles paraissent un peu moins nombreuses. En admettant que *Hoplolatilus fronticinctus* Günther, de l'île Maurice, est la première des deux espèces dont nous avons décrit les stades jeunes, il reste à trouver l'adulte de cette deuxième espèce.

CIRRHITIDAE

Oxycirrhites sp. (Fig. 2)

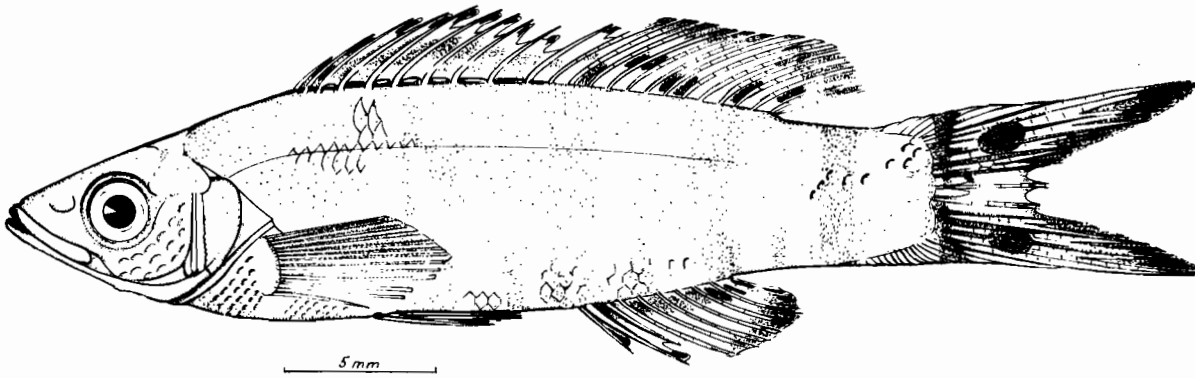


Fig. 2. — *Oxycirrhites* sp., L.S. 30 mm.

PROVENANCE : Cyclone III, 8 ; 169°47' E 2°13' S le 4.5.67 à 01 h 23, trait oblique 0-1100 m.

DESCRIPTION :

D. X, 13 A. III, 7 P. 14

Nombre d'écailles à la ligne latérale 51, 4 rangées de larges écailles au-dessus de la ligne latérale.

Branchiospines 3+1+9, les deux dernières de la partie supérieure et inférieure de l'arc branchial sont très petites. Les longues branchiospines sont situées sur l'arc inférieur ; elles portent une douzaine de fines épines.

Les canines très petites ne se distinguent pas des autres dents qui sont villiformes et au nombre d'une vingtaine à la mâchoire supérieure, d'une douzaine à la mâchoire inférieure.

Bord libre du préopercule faiblement denticulé. Joues recouvertes de 3 rangées d'écailles.

Museau moyennement allongé compris 2,8 fois dans la longueur de la tête. Profil dorsal de la tête presque droit.

Corps allongé, oblong. L/H 3,6.

Dorsale épineuse à membrane profondément incisée. La 5e épine est la plus longue. L'épine X nettement plus longue que l'épine IX est séparée de cette dernière par un intervalle très large. La 2e dorsale montre une faible diminution des rayons médians, les rayons antérieurs ont la longueur de la plus longue épine dorsale et anale.

La caudale très échancrée a des lobes pointus.

La pectorale a 14 rayons, 5 inférieurs et 2 supérieurs non divisés. Les rayons inférieurs sont cependant peu différenciés.

La coloration du corps est blanc jaunâtre avec quelques bandes grises imprécises, verticales. Le bord des lèvres est gris. Il y a deux bandes transverses gris-noir sur le pédoncule caudal. Les larges taches noires circulaires sur les nageoires et en particulier les deux taches de la caudale sont caractéristiques.

Le lieu de provenance, à une cinquantaine de milles de Océan I, indique une possibilité de vie pélagique pour cette espèce. La caudale fourchue, la forme élancée et la pectorale aux rayons inférieurs peu différenciés sont des caractères de l'adaptation.

L'exemplaire unique est déposé au Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa, ses principales mesures sont les suivantes :

L.S. 30 mm Tête 8,5 mm Hauteur 8,5 mm

RANDALL, qui a examiné le spécimen, a remarqué une similitude certaine avec *Oxycirrhites lypus* la seule espèce du genre.

Le museau court, principale différence avec les formes jusqu'à présent connues de *lypus* (53 mm à 86 mm), ne serait alors qu'un caractère préjuvénile. L'écartement des épines de la dorsale IX-X pourrait diminuer pendant la croissance. Dans une seconde hypothèse, le jeune spécimen aurait la forme définitive d'un *Oxycirrhites* nouveau.

SERRANIDAE

Liopropoma sp. (fig. 3)

PROVENANCE : Croisière Bora II, 11 A, 169°55' E 0°41' S, 14.3.68 à 13 h 37, trait oblique 0-1000 m, L.S. 17 mm — Cyclone I, 4 ; 18°18' S, 169°58' E, 16.11.66 à 16 h, 0-183 m, L.S. 24 mm.

DESCRIPTION :

D. VI-I-I, 12 A. III, 9 P. 15 Br.4+1+11

Corps allongé, comprimé. Profil dorsal bas presque rectiligne du museau à la dorsale.

Tête allongée. Six arcs branchiostèges. Les trois dernières branchiospines sur l'arc inférieur

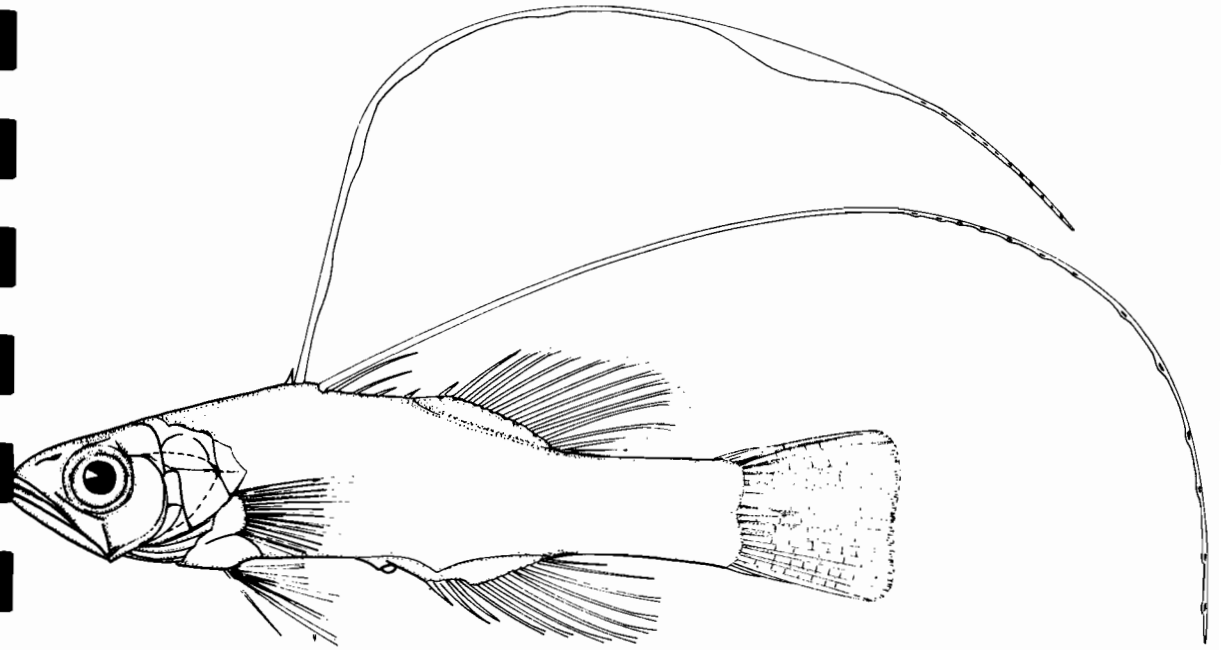


Fig. 3. — *Liopropoma* sp., L.S. 17 mm.

sont très courtes ; à l'angle, les deux plus longues, sont égales à deux fois le filament branchial correspondant. L'opercule est traversé par une longue épine longitudinale.

L'origine de la dorsale est en arrière de la base des pectorales. Les rayons épineux II, III se différencient d'une façon remarquable en formant deux longs filaments pigmentés de brun-rouge à leur partie distale, les emplacements pigmentés sont marqués par des renflements dans le cas du rayon III. Le reste de la nageoire épineuse est normal.

Les rayons mous de la dorsale et de l'anale, divisés près de leur extrémité, sont longs et fragiles ; trois rayons seulement étaient intacts au moment de l'examen. Le dernier rayon de la dorsale et de l'anale est divisé dès la base.

Les ventrales paraissent longues, dépassant sans doute un peu l'anus. Les rayons de la caudale étant également cassés, le bord de la nageoire n'est pas d'un tracé certain sur la figure.

Il ne reste plus d'écailles et il ne paraît pas possible de compter leurs emplacements.

Dans le formol la coloration est jaunâtre, sans pigmentation en dehors de celle des filaments de la dorsale.

Dimensions en mm de l'exemplaire déposé au Museum National d'Histoire Naturelle de Paris

L.S. 17 H. 5 T. 6,8 péd. caudal : L. 4 H. 3
2e épine D1.27 3e épine 28 4e épine 2 Base D2. 3,5
Dernier rayon A. 2,2

Pour le choix du genre (*Liopropoma* Gill, 1861) nous avons suivi la plus récente publication sur les Liopropominae de Randall. Notre espèce se place aussi dans les *Chorististium* Gill, 1962 de la clef plus ancienne de Schultz (U.S. Nat. Bull. 202 : 372-373).
L'exemplaire est identique à *Flagelloserranus meteori* Kotthaus 1970. Les épines préoperculaires n'apparaissent qu'à un fort grossissement.

TRICHIURIDAE

Benthodesmus tenuis (Gunther) 1877

PROVENANCE : Caride I, 10 ; 12°53′ S 140°22′ W, 13.9.68 à 17 h 59, trait oblique 0-630 m, L.S. 300 mm — Caride I, 75 ; 0°01′ N 145°55′ W, 30.9.68 à 3 h 21, trait oblique 0-850 m, L.S. 225 mm — Caride V, 147 ; 0°02′ N 139°53′ W, 22.9.69 à 18 h 11, trait oblique 0-1200 m — Caride V, 185 ; 0°00′ 139°53′ W, 25.9.69 à 2 h 38, trait oblique 0-600 m, L.S. 185 mm.

DIMENSIONS ET NOMBRE DE RAYONS A LA DORSALE.

L.S. 300	T. 40	H. 8	L/H	37,5	133 rayons
L.S. 225	T. 32	H. 6	L/H	37,5	135 rayons.

Benthodesmus elongatus (Clarke) 1879

PROVENANCE : Caride I, 64 ; 0°03′ N 143°50′ W, 28.9.68 à 11 h 49, trait oblique 0-490 m, L.S. 245 et L.S. 260 mm.

DIMENSIONS ET NOMBRE DE RAYONS A LA DORSALE.

L.S. 245	H. 6	L/H 40	135 rayons
L.S. 260	H. 6,1	L/H 42	130 rayons.

La détermination de cette espèce est basée sur la proposition de SMITH (1968), de reconnaître, en *elongatus* et *simonyi* (Steindachner) 1891, une seule espèce dont le caractère principal est la situation des ventrales sous l'extrémité postérieure de la base des nageoires pectorales.

Sans doute en raison de leur petite taille, nos deux exemplaires ont un nombre de rayons inférieur à celui des autres *elongatus* répertoriés (426 à 1190 mm, 142 à 154 rayons)

Benthodesmus sp. (fig. 4)

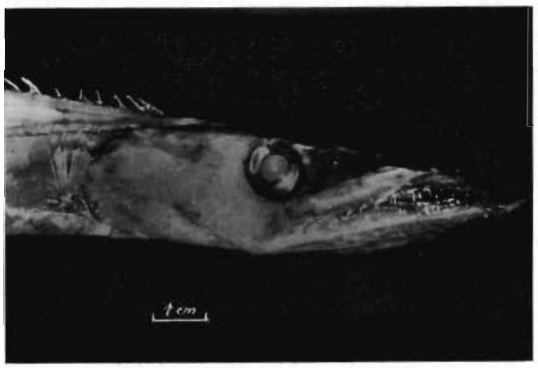


Fig. 4 *a*. — *Benthodesmus* sp., L.S. 490 mm. Détail de la tête.

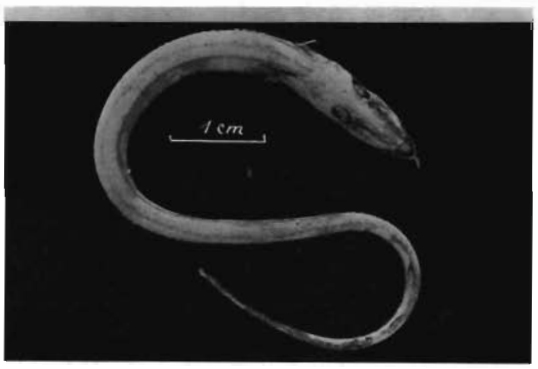


Fig. 4 *b*. — *Benthodesmus* sp., L.S. 490 mm. Vue dorsale.

PROVENANCE : Caride IV, 28 ; 0°06′ S 137°08′W, 26.6.69 à 18 h 45, trait oblique 0-470 m, L.S. 490 mm.

DESCRIPTION :

Corps allongé (L/H 19), tête déprimée, corps peu comprimé, dorsale à 122 rayons, nombre inférieur à tous ceux qui ont été donnés pour un *Benthodesmus* de cette taille, nageoire anale avec seulement 72 rayons.

Les ventrales, difficiles à distinguer, sont situées sous la partie antérieure de la base des pectorales. Elles ont une forme d'écaille.

Les branchiospines qui sont de très petites épines transparentes sont au nombre de 11 (4+1+6)

La coloration est brun-noir, plus foncé sur la tête et la région ventrale.

Par sa forme robuste, et le nombre inférieur de rayons de nageoires l'espèce ne peut faire partie du groupe *tenuis* ou du groupe *elongatus*, elle est probablement nouvelle.

AMARSIPIDAE

Amarsipus carslbergi Haedrich 1969 (fig. 5)

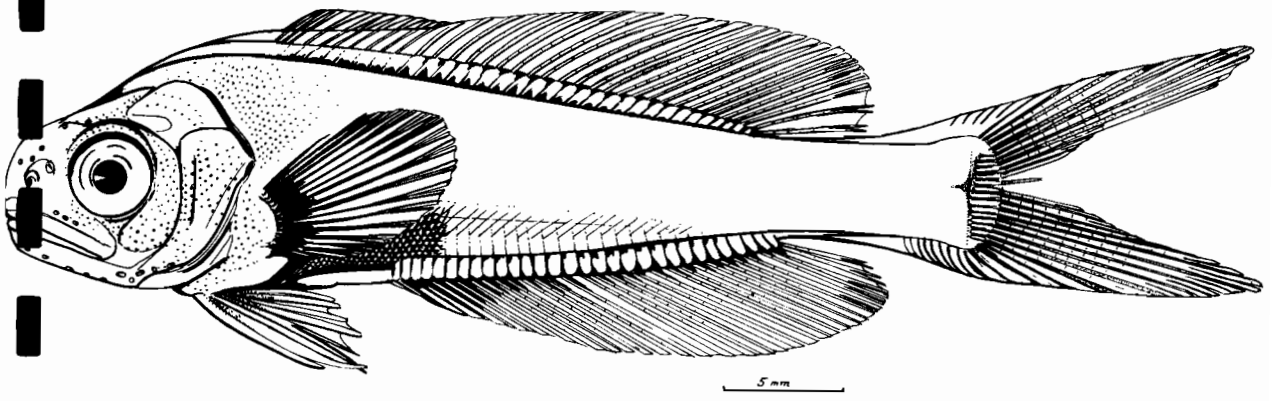


Fig. 5. — *Amarsipus carlsbergi* Haedrich 1969, L.S. 39 mm.

Provenance : Cyclone V, 2 ; 0°25′ S, 169°54′ E, le 19.7.67 à 17 h 13, trait oblique 0-1200 m, L.S. 39 mm — Caride I, 70 ; 0°04′ S 144°50′ W, 29.9.68 à 8 h 14, trait oblique 0-780 m, L.S. 34 mm.

Description :

D. 10-11+26-25 A. 30 P. 18 V. 1,5 Br. 6+1+14

Forme allongée, comprimée à l'exception de la tête qui est large. La disposition de la dorsale et de l'anale et la longue caudale fourchue rappellent *Coryphaena*, le profil de la tête, salmoniforme, rappelle *Centrolophus*, le long pédoncule caudale *Tetragonurus*.

Les pores céphaliques nombreux sont disposés principalement au-dessus de la mâchoire supérieure, sous la mâchoire inférieure, au-dessus des narines et de l'œil.

Les branchiospines sont disposées suivant la formule 6+1+4.

La nageoire dorsale commence au-dessus de l'insertion de la pectorale. Les 10 rayons antérieurs, minces, ont leur base protégée par un étui, prolongement de la crête céphalique. Leur extrémité est élargie comme chez les 26 rayons plus larges qui leur succèdent. Les rayons ne sont nettement fourchus que dans la moitié postérieure de la dorsale. L'anale est semblable à la dorsale mais sans rayons antérieurs différenciés.

La pectorale est arrondie. Les ventrales sont très avancées en position jugulaire. La caudale fourchue a des lobes très allongés.

Il n'a pas été possible de compter toutes les séries d'écailles, un grand nombre manquant. Par approximation, on arrive cependant à un nombre voisin de 140 écailles pour la ligne latérale.

L'exemplaire est un peu pigmenté antérieurement, la majorité du corps est jaune-pâle. Les filaments branchiaux sont semés de quelques pigments.

L'espèce a des caractères primitifs de *Centrolophidae* (six éléments hipuraux au squelette caudal).

Les mesures en mm de l'exemplaire le mieux préservé, déposé au Mus. Nat. Hist. Nat. de Paris sont les suivantes :
L.S. 38 L.T. 55 H. 11 T. 9,5
H. péd. caudal 3,8 ; longueur lobe caud. 18

CENTROLOPHIDAE

Psenopsis anomala (Temminck et Schlegel) 1850

PROVENANCE : Bora II, 14 A ; 2°10′ N 169°58′ E, 17.3.66 à 13 h 31, trait oblique 0-1050 m, L.S. 18 mm — Cyclone I, 30 ; 0°36′ S 169°32′ E, 25.11.66 à 14 h, trait oblique 0-73 m, L.S. 62 mm — Cyclone I, 25 ; id. 23.11.66 à 2 h, trait oblique 0-146 m, 2 ex. L.S. 29 et 38 mm.

NOMEIDAE

Psenes pellucidus Lütken, *Psenes maculatus* Lütken, déjà observés dans les contenus stomacaux de *Neothunnus albacares* et *Alepisaurus*, sont communs dans les récoltes du chalut pélagique.

Cubiceps pauciradiatus Günther est cependant l'espèce la plus abondante. Comme provenance, citons seulement deux stations parmi une trentaine où nous l'avons notée : Cyclone III, 16 ; 4°12′ S 169°39′ E, 5.5.67 à 13 h 19, trait oblique 0-1030 m, L.S. 54 mm — Bora II, 168, 0°16′ S 179°30′ E, 24.3.66 à 20 h 45, trait oblique 0-230 m, 32 ex. de 8 à 15 mm.

C'est probablement en raison de sa petite taille et de la fragilité des nageoires que l'espèce n'a pu être identifiée dans les contenus stomacaux.

REGALECIDAE

Regalecus glesne (Ascanius) 1788

PROVENANCE : S. D 4-142-62, 10°30′ S 110° E, 28.10.62, L.S. 112 mm.

DESCRIPTION :

D. 6+341 Br. 9+30 (10 très petites)

Nous avons trouvé une autre larve un peu plus grande, à la formule de la dorsale 7+241, la partie postérieure étant coupée.

TRACHIPTERIDAE

Desmodema polystictum (Ogilby) 1897

PROVENANCE : Caride I. 5 A, 36 ; 0°02′ N 137°51′ W, 23.9.68 à 23 h 15, trait oblique 0-950 m, 2 ex. L.S. 43 et 46 mm — Id. 42 ; 0°15′ N 138°48′W, 24.9.68 à 23 h 43, trait oblique 0-1260 m, L.S. 45 mm — Id. 1 ; 14°53′ S 146°30′ W, 12.9.68 à 9 h 29, trait oblique 0-440 m, L.S. 20 mm — Id. 120 ; 0°04′ N 154°07′ W, 6.10.68 à 20 h 32, trait oblique 0-500 m, L.S. 34 mm.

Zu cristatus (Bonelli) 1820

PROVENANCE : Caride I, 5 A, 42 (v. st. Desmodema) L.S. 45 mm — Bora III, 14 B ; 3°03′ N 170°05′ E, 25.6.66 à 21 h, trait oblique 0-620 m, L.S. 25 mm (D. 6+112)

LOPHOTIDAE

Lophotus lacepede Giorna 1809 (fig. 6)

Fig. 6 a. — *Lophotus* lacepede Giorna.
Tête de l'exemplaire de 1 120 mm.

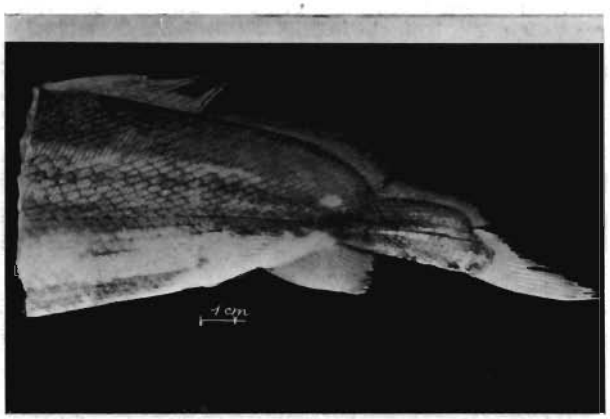


Fig. 6 *b*. — *Lophotus* lacepede Giorna.
Région caudale de l'exemplaire de 1 120 mm.

PROVENANCE : Calmar IV, 11°41′ S 155°22′W, 25.7.69, profondeur de l'hameçon 260 m, L.S. 1120 mm — Tahiti, coll. S.M.C.B., L.S. 1150 mm.

DESCRIPTION :

D. 250 A. 18 V. 5

Ligne latérale 196 tubules à partir du préopercule+25 tubules sur la tête en avant du préopercule.

Br. 4+1+9

L.S. 1150 T. 148 H. 180 O. 41

Fil. dorsal 270 — P. 75. Plus longs rayons de D. 70 — Base de l'anale 24 (longueurs exprimées en mm).

On remarque sur l'exemplaire de Tahiti un rebroussement du trajet antérieur de la ligne latérale, qui, au lieu de se prolonger jusqu'au sommet de la crête, change de direction à 25 mm de celle-ci pour atteindre le 9e rayon de la dorsale.

Le deuxième exemplaire long de 1120 mm n'a pas été conservé entier. La tête et la région postérieure ont été formolés. Les branchiospines ont la formule 3+1+9 — L'anale a 19 rayons. Dans la région caudale on compte 32 rayons dorsaux qui forment une nageoire rudimentaire distincte des 14 rayons de la caudale proprement dite.

La tête mesure 140 mm de long, l'œil 40 mm

D'après WALTERS et FITCH (1960), les variations de *Lopholus lacepede* en ce qui concerne la dorsale sont de 220 à 263 et de 12 à 19 pour l'anale. Celles-ci sont suffisamment importantes pour considérer *Lopholus lacepede*, *Lopholus capellei* Temm. et Schl. *Lopholus cristatus* comme synonymes.

D'après BOURRET, qui a dirigé la croisière CALMAR IV, la chair rose du Lophotus de 1120 mm était excellente.

BIBLIOGRAPHIE

FITCH (J. E.) & LAVENBERG (R. J.), 1968. — Deep-water Fishes of California. *University of California Press, Berkeley and Los Angeles:* 155 p., 74 fig.

HAEDRICH (R. L.), 1969. — A new family of aberrant Stromateoid fishes from the equatorial Indo-Pacific. *Dana Rep. n° 76:* 14 p., 10 fig.

KOTTHAUS (A.), 1970. Flagelloserranus a new genus of Serranid fishes with the description of two new species. *Dana Rep.* n° 78 : p. 32, 25 fig.

MARSHALL (N. B.), 1955. — Studies of Alepisauroid fishes. *Discov. rep.*, XXVII : pp. 307-315, fig. 1-3, pl. XIX.

SMITH (J. L. B.), 1968. — New and interesting fishes from deepish water off Durban, Natal and Southern Mozambique. *Oceanogr. res. inst. Durban, invest. rep.*, n° 19 : pp. 14-16 *(Benthodesmus)*.

WALTERS (V.) & FITCH (J. E.), 1960. — The families and genera of the Lampridiniform (Aliotrignath), suborder Trachipteroidei. *California Fish Game*, 46-(4) : pp. 441-451.

IMPRIMERIE A. BONTEMPS, LIMOGES (FRANCE) — Dépôt légal : 4e trimestre 1971

THE PELAGIC LARVAE OF *CHORISQUILLA TUBERCULATA* (BORRADAILE, 1907) (STOMATOPODA)

BY

A. MICHEL and R. B. MANNING

Reprinted from: CRUSTACEANA, Vol. 22, Part 2, 1972

LEIDEN
E. J. BRILL

THE PELAGIC LARVAE OF *CHORISQUILLA TUBERCULATA* (BORRADAILE, 1907) (STOMATOPODA)

BY

A. MICHEL *) and R. B. MANNING **)

INTRODUCTION

The larval stages of most stomatopods are unknown. Recent studies on the family Squillidae with the recognition of additional genera and families (Manning, 1962, 1968, 1969; Serène, 1962) have helped clarify the systematic position of adults. It now appears necessary to extend our knowledge of the larvae. Earlier studies (Brooks, 1892; Giesbrecht, 1910; Komai, 1924; Komai & Tung, 1929; Gurney, 1937, 1946; Manning, 1962; Manning & Provenzano, 1963) suggest that the larval development of stomatopods occurs in three distinct phases, one embryological, one propelagic, and one pelagic, ended by the stomatopodic molt at which time some adult characters begin to appear in the postlarvae. The present report concerns only the pelagic larvae and the first postlarvae of *Chorisquilla tuberculata*, one of the rarest of the Indo-West Pacific stomatopods.

METHODS

Larvae and postlarvae were sorted from micronectonic collections taken by an Isaacs-Kidd ten foot Midwater Trawl or were found in the stomach contents of the yellowfin tuna, *Thunnus albacares* (Bonnaterre), caught along the New Caledonian barrier reef. Two broad areas were sampled, one located between the parallels 24°S and 05°N and the meridians 160°E and 180°E, and the other in the coastal area west of the Marquesas Islands.

The late larval stages were reared on board N.O. "Coriolis" in glass jars of 100 cc capacity with sea water filtered through glass wool. Late larvae were held with the aim of obtaining metamorphosis to the postlarva in experiments designed to produce identifiable postlarvae from known late larvae. This method has been employed with success by Alikunhi & Aiyar (1942), Alikunhi (1944a-b, 1950, 1952, 1959, 1967) and by Manning (1962) to identify larvae with adults.

With sufficient material it is possible to reconstruct the larval series from the last larval stage. The exact number of molts occurring from hatching to meta-

*) Oceanographer, Centre O.R.S.T.O.M., Noumea, New Caledonia.

**) Chairman, Department of Invertebrate Zoology, Smithsonian Institution, Washington, D.C., U.S.A.

morphosis cannot be determined using planktonic material alone because of the absence of propelagic stages. For this reason the larval stages have been identified here by stage numbers n-1, n-2, n-3, etc..., with the postlarvae as stage n.

Drawings were made from preserved specimens using a stereoscopic microscope with a camera lucida.

The descriptions are based on several specimens of each stage. Measurements were made with an ocular micrometer. Total length (TL) was measured from the base of the rostrum to the median posterior margin of the telson for the larvae and from the tip of the rostrum to the apex of the submedian spines for the postlarvae. Carapace length (CL) was measured from the base of the rostrum or of the rostral plate to the median posterior margin of the carapace.

125 larvae and 51 postlarvae were examined.

RESULTS

One of the late larval stages reared in the aquarium underwent metamorphosis to the postlarva at night 24 hours after the specimen was caught. The adult characters exhibited by the postlarva were adequate to identify it with *Chorisquilla tuberculata* (Borradaile, 1907).

Among the larvae, 8 stages were recognized. On the basis of planktonic material, it is difficult to determine whether the observed stages represent consecutive molts or whether intermediate molts also occur. In the series reported here the development of the characters compared to the length suggest that only one molt is involved in each stage.

DESCRIPTION

Larval stages. — All the larvae show a larval carapace with long spines, a second maxilliped modified into a raptorial claw and an abdomen with 5 pairs of functional pleopods. Morphological changes in each stage are primarily concerned with the appearance and modification of different appendages; changes during development are summarized in table I and the table II [1]).

Larval carapace (fig. 1A, B; fig. 3A, C). — The carapace is easily recognizable by its globular form and its long spines. The rostrum bears 2 or 3 spinules on its ventral margin until stage n-5 at which time they disappear; the anterolateral and posterolateral spines are long and pointed, and at the base of the last pair there is a ventrally-directed spinule. The median dorsal spine is also long and remains until the late stages. The ventral surfaces of the lateral margins are finely denticulated. The carapace extends to the last thoracic somite.

Eyes. — Stalked at all stages. The cornea in the postlarva has the characteristic bilobed appearance.

---

[1]) For the n-8 stage only the raptorial claw has been illustrated; the unique specimen was not dissected.

TABLE I

Summary of the characters of the larval stages of *Chorisquilla tuberculata*

Stages	CL range	TL mean	A_2 groups of hairs	Ischimeral articulation of raptorial claw	Thoracic appendages 1	3	4	5	6-7-8	Epipods	Gills	Uropods	6th abdominal segment
n - 8	2.0	4.0	—	terminal	dactylus absent	bud	bud	bud	—	1	—	—	—
n - 7	2.6-3.7	5.0	—	sub-terminal	,,	slightly longer and curved	slightly longer	slightly longer	—	2	—	bud bilobed	—
n - 6	4.2	5.8	3-4	,,	,,	longer, curved apex constricted	longer, curved	longer, curved	bud	5	bud	bud basal process with 1 spine	separate from telson
n - 5	4.5-4.7	6.9	4-5	,,	dactylus bud	dactylus formed	apex constricted	apex rounded	two-segmented bud	,,	present	basal process with 2 spines exopod : 1 spine	,,
n - 4	5.0-5.6	9.0	5-6	,,	,,	,,	dactylus formed	apex constricted	endopod present, exopod one segment	,,	,,	exopod: 2 spines	,,
n - 3	6.0-6.6	10.5	7-8	,,	,,	,,	,,	dactylus formed	exopod elongate	,,	,,	exopod: 3 spines	,,
n - 2	7.2-8.0	12.4	8-9	,,	sub-chelate	,,	,,	,,	exopod two-segmented	,,	,,	exopod: 4 spines	,,
n - 1	7.8-9.6	16.0	8-11	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,	exopod: 6 spines	,,
n	3.5-4.2	19.0	8-11	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,	exopod: 9 spines	,,

TABLE II

Changes in anterior appendages and mouth parts during development

Stages	Antennule	Antennal endopod	Antennal scale	Mandible	First maxilla	Second maxil
n — 8	2 flagella: inner 2 seg., outer 1 seg.	bud	present 11 or 12 setae	present	endopod as lobe with one seta	1 seg. with
n — 7	,,	,,	16 setae	,,	,,	,,
n — 6	3 flagella; middle bud, outer 2 seg.	1 seg.	numerous setae	,,	,,	,,
n — 5	inner 3 seg. middle 1 seg.	3 seg.	,,	,,	,,	2 seg.
n — 4	—	,,	,,	palp appears	endopod present with two setae	,,
n — 3	inner 4 seg. outer 3 seg.	,,	,,	palp present 1 seg.	,,	,,
n — 2	—	,,	,,	,,	,,	,,
n — 1	inner 6 seg. middle 2 seg. outer 5 seg.	,,	,,	,,	,,	,,
Postlarva	flagella completely segmented	flagellum completely segmented	,,	palp three-segmented	,,	,,

Antennules (fig. 2Q, R; fig. 4G). — In stage n-8 the antennule has a three-segmented stalk with 2 flagella, the internal two-segmented, the external with 1 segment bearing 4 setae. In stage n-6 the external flagellum is separated into 2 parts, the smaller carrying 3 groups of setae. The number of groups of setae increases to 8-11 in the last stage.

Antennae (fig. 2S, T; fig. 4E). — In stage n-8 the antenna has the bud of 1 flagellum and the antennal scale has 11 or 12 setae. The flagellum increases in length with growth.

Mandible and maxillae (fig. 5C, D, E). — The mouth parts are present in stage n-8. A mandibular palp appears as a bud in stage n-4. In stage n-8 the proximal endite of the first maxilla has 7 teeth and the distal endite 1 strong tooth flanked by 1 seta proximally and 2 distally; the proximal seta disappears in stage n-5. In stage n-1 the number of teeth on the proximal endite is 14. The second maxilla appears with 1 setose segment in n-8 and is two-segmented in stage n-5. Development of the anterior appendages is summarized in Table II.

Maxillipeds. — The first maxilliped (fig. 2U, V; fig. 3D, E) is clearly segmented in n-8, but the dactylus is not differentiated; it becomes visible in stage n-5 and is subchelate in stage n-2. The epipod is present from stage n-7 onward.

The second maxilliped (fig. 1C, D; fig. 4A) is a functional claw in stage n-8; in later stages only the location of the ischiomeral articulation changes: it is terminal in n-8, but it becomes subterminal in n-6 and the merus projects posteriorly beyond the articulation with the ischium in stage n-1. The dactylus has a proximal tubercule on its inferior margin and the propodus has a strong fixed proximal

spine. The tip of the dactylus enters a ridge of the propodus. The epipod is present in all stages.

The 3rd, 4th and 5th maxillipeds (fig. 2F to J; fig. 4I) each exhibit a progressive development which is characteristic of the stages. They appear as small buds in n-8, as short, finger-like projections in n-7, and they are recurved in n-6. In n-5 the third ends in a claw, the fourth is pointed and the fifth is rounded.

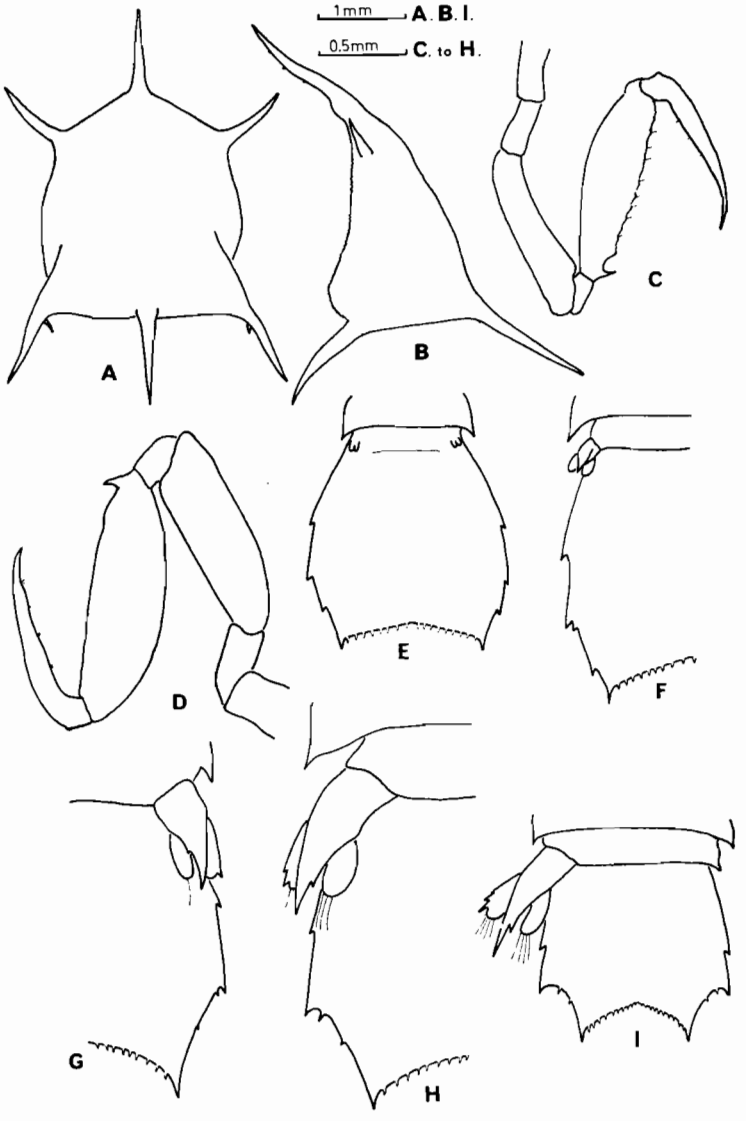


Fig. 1. *Chorisquilla tuberculata* (Borradaile, 1907). A and B, carapace stage n-7; C, raptorial claw stage n-8; D, raptorial claw stage n-7; E to I, telson and uropods stages n-7 to n-3.

In n-4, the third and fourth end in a claw whereas the fifth is pointed. In n-3 all 3 claws are functional. The epipods appear in n-6.

Walking legs (fig. 2A to E; fig. 4C). — These also have a characteristic development: they are absent in n-7, appear as buds in n-6, and as finger-like projections with the appearance of the endopod as a bud in n-5. The endopod and exopod are more elongate in n-4, but in n-3 the exopod appears constricted and in n-2 it is segmented. In n-1 the articulation between the proximal and distal exopod segments is clearly visible.

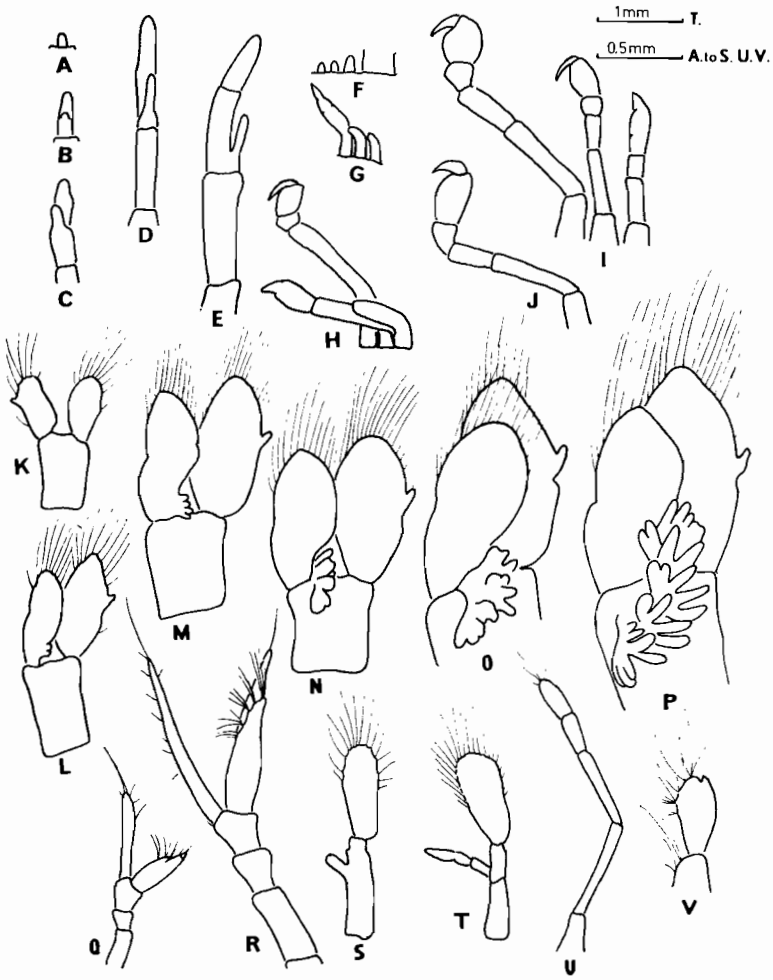


Fig. 2. *Chorisquilla tuberculata* (Borradaile, 1907). A to E, 6th thoracic appendage stages n-6 to n-2; F to J, 3rd, 4th, 5th thoracic appendages stages n-7 to n-3; K to P, pleopods stages n-7 to n-2; Q and R, antennule stages n-7 and n-3; S and T, antenna stages n-7 and n-5; U and V, first maxilliped stages n-7 and n-4.

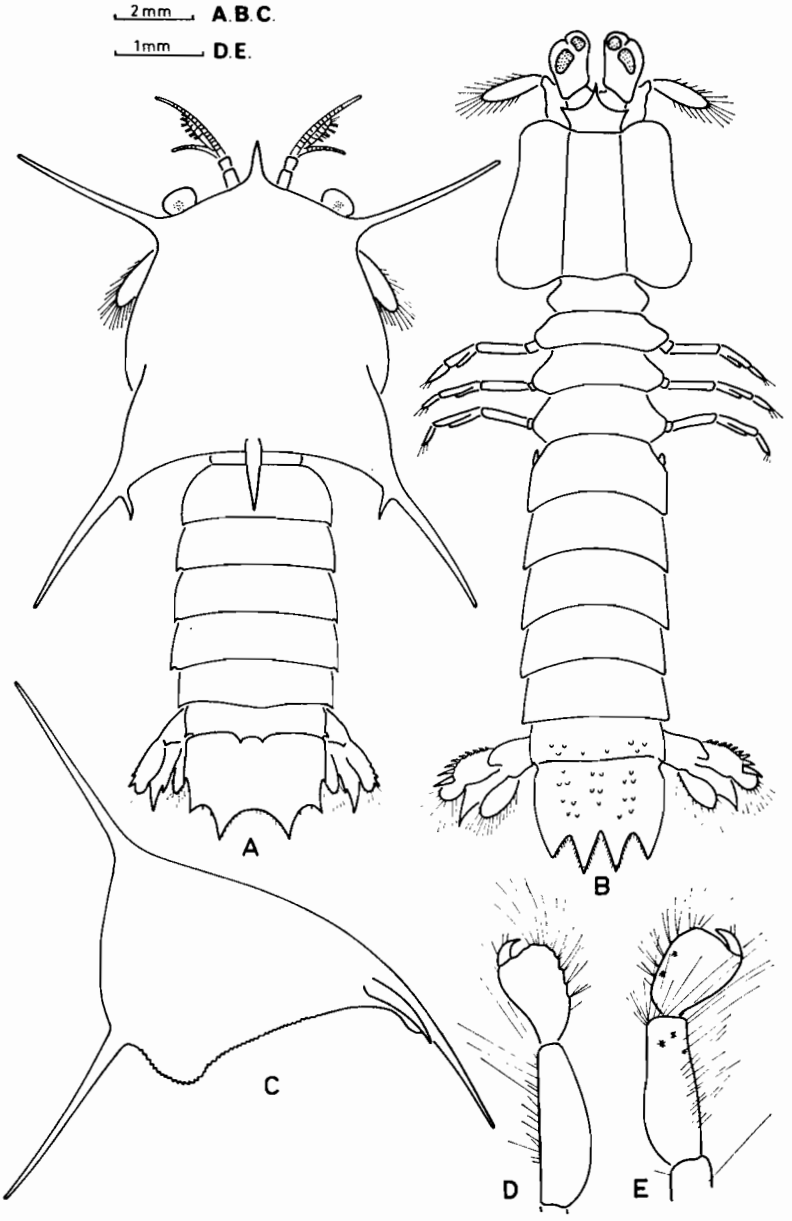


Fig. 3. *Chorisquilla tuberculata* (Borradaile, 1907). A and C, last larva; B, postlarva; D and E, first maxilliped last larva and postlarva.

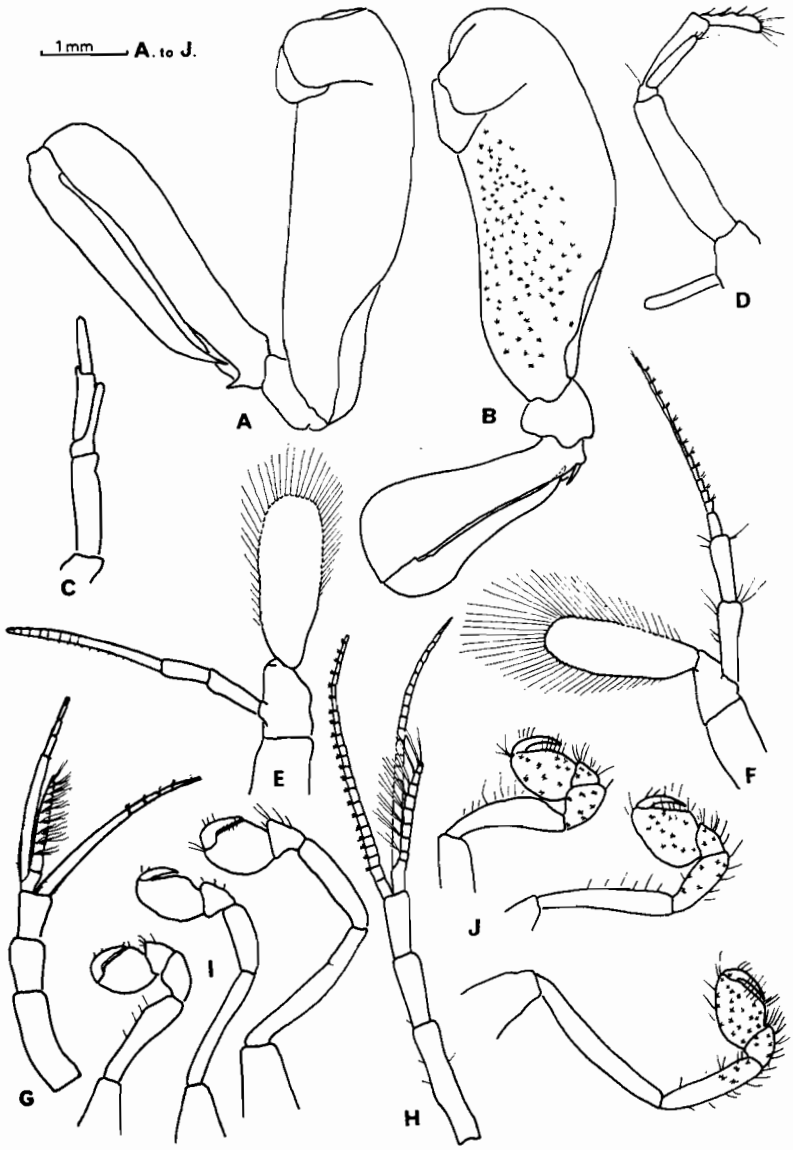


Fig. 4. *Chorisquilla tuberculata* (Borradaile, 1907), last stage and postlarva. A and B, raptorial claw; C and D, 8th thoracic appendage; E and F, antenna; G and H, antennule; I and J, 3rd, 4th, and 5th thoracic appendages.

The male organ appears in stage n-2 at the base of the eighth pair of thoracic appendages.

Abdomen. — The abdomen is five-segmented in n-7; the sixth is separated from the telson only in n-6. The pleura of the abdominal somites terminate in posteriorly directed spines. Submedian spines of the sixth segment appear in n-7. Five pairs of biramous pleopods, each with a functional appendix interna comprising 2 small hooked spines, are present from stage n-8. The gills appear in n-6 and increase in size with development (fig. 2K to P; fig. 5A).

Uropods (fig. 1E to I; fig. 5B, F). — The uropods are absent in n-8, but small, bilobed buds appear in n-7. In n-6 the basal process has only 1 spine and

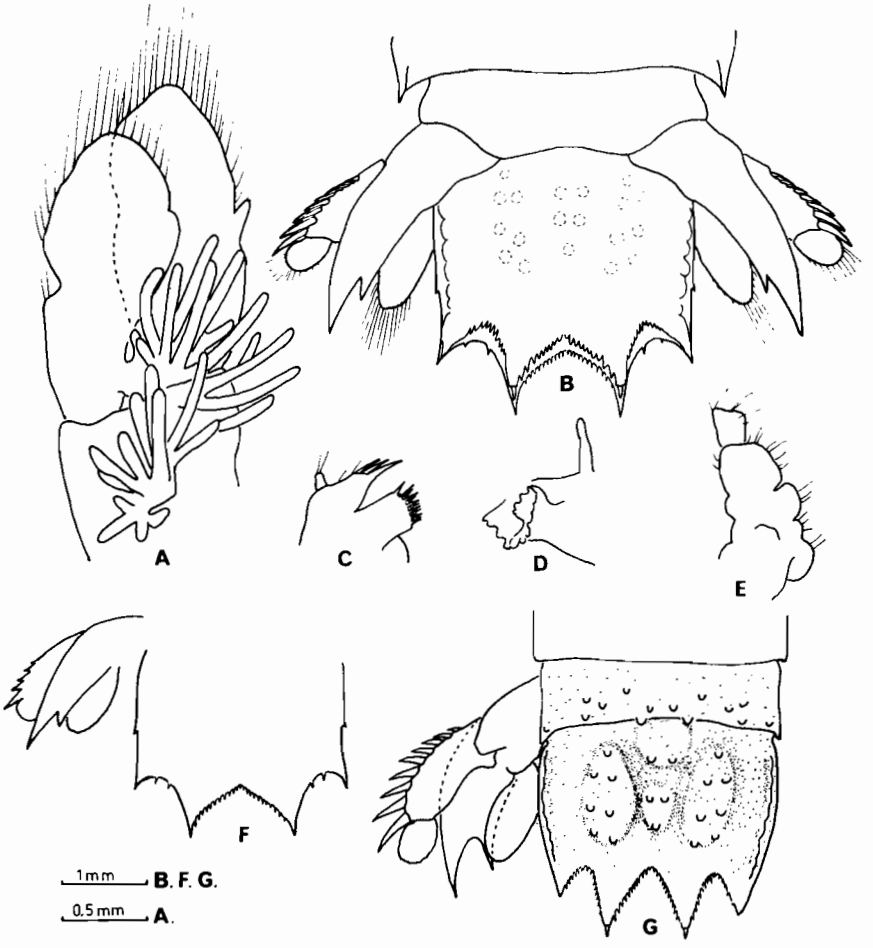


Fig. 5. *Chorisquilla tuberculata* (Borradaile, 1907). A, pleopod stage n-1; B, telson and uropods stage n-1; C to E, first maxilla, mandibula, and second maxilla stage n-1; F and G, telson and uropods of the metamorphosed specimen (F from the cast).

the exopod and endopod both lack setae. In n-5 an internal spine appears on the lateral margin of the basal process, 1 spine is visible on the external exopod margin, and 1 seta is present on the endopod. In n-4 there are 2 spines and 2 setae on the exopod and 3 setae on the endopod; the uropods reach the level of the first lateral tooth of telson. In n-3 there are 3 spines and 5 setae on the exopod and 4 setae on the endopod and in n-2 4 spines are visible on the exopod and the number of setae increases. In n-1 5 or 6 spines are visible on the exopod and the uropods reach the level of the second lateral tooth.

Telson (fig. 1E to I; fig. 5B, F). — There are three pairs of fixed lateral teeth and one pair of fixed submedian teeth on the telson in n-7. In n-6 a denticle appears at the base of the second lateral tooth; in subsequent stages only the second pair of lateral teeth and the submedian pair will undergo any great changes. In the last stage the first pair will be represented only by small spines, and 2 denticles are present between the intermediate and submedian teeth. There are on each side 8 to 9 submedian denticles in the early stages and 10 to 12 in the late stages.

The illustrations were drawn from a single specimen of each stage; there are some minor variations between the larvae of the same stage, the meaning of which will be discussed below. The most easily recognizable characters for the determination of stages n-8 to n-1 are the form of the posterior six pairs of thoracic appendages.

COMPARISON BETWEEN LAST LARVA AND POST LARVA

During metamorphosis comparatively great transformations occur in the Stomatopoda (figs. 3, 4, 5). In the last stage some postlarval characters appear under the cuticle, including the outline of the future carapace, the teeth of the uropodal exopod, and the denticles between the submedian and intermediate teeth of the telson. The most striking change is the loss of the large larval carapace, with its long spines and fixed rostrum, and its replacement by a short carapace bearing a movable rostral plate with a strong median spine and angled anterolateral corners. The eyes become clearly bilobed.

There are no significant changes in the antennules and antennae except for the clear segmentation of the flagellum. The maxillae and maxillipeds 1 to 5 do not change in shape but differ through the appearance of chromatophores. The propodus and dactylus of the raptorial claw become broader and the fixed spine at the basis of the propodus becomes movable. Numerous black chromatophores appear on the external and internal side of the merus of the claw. The pereiopods are ornamented with spines and setae.

Abdominal somites 1 to 5 have their pleura rounded, without posterior spines. The anterolateral plates of abdomen become articulated. The internal spine of the basal process of the uropod remains shorter than the external. In the post-

larva, the sixth abdominal somite and telson present great changes. The ornamentation of the telson appears as four dorsal bosses, the submedians not extending posteriorly beyond the apex of the median excavation in the posterior margin. The surface of all dorsal bosses is tuberculate with 4 + 3 tubercles for the submedian, 3 for the median posterior and 2 for the median anterior. The posterior margin is divided into four triangular teeth, 2 submedians, with movable apices, and 2 intermediates; 14 to 15 intermediate and 11 to 12 submedian denticles are present on each side. The first pair of lateral teeth disappear. The lateral margin of the telson is provided with a carina which shows a series of 7 tubercles. The sixth abdominal somite has four tuberculate bosses. The development of these characters in the postlarva allow its identification with the adult *Chorisquilla tuberculata* described by Borradaile (1907) and Komai (1938).

Coloration. — The larvae are strikingly transparent when alive except for the green eyes, a feature which allows their ready recognition in unsorted plankton samples. Postlarvae are also almost transparent, with the pigmentation appearing lightly on the carapace, thoracic and abdominal somites, and telson.

DISTRIBUTION

The larvae were collected along the meridian 170°E from 20°S to 02°N; they seeem to originate from the neighboring island groups, the New Hebrides, Santa Cruz, Ellice, and Gilbert Islands. They also were collected along the great barrier reef of New Caledonia and in the western area of the Marquesas Islands.

It appears that *C. tuberculata* described previously from Providence Island, western Indian Ocean, and Japan, has a wide geographic range as a result of its long pelagic life.

As most of the other stomatopod larvae, the young of *C. tuberculata* live during the day in the upper layer, 0-100 m, with a night vertical migration to near or at the surface. We also point out the occurrence of postlarvae far from islands over depth of 4000 to 5000 meters.

DISCUSSION

Brooks (1886) mentioned a single larva taken near Kandavu Island, Fiji, and refered it to *Lysioerichtus* group. From his figure it seems that this larva is similar to one of the stages of *C. tuberculata.*

In stage n-8 *C. tuberculata* presents the same characters of development as the stage IV of *Gonodactylus oerstedii* Hansen described by Manning & Provenzano (1963): no vitellus, first maxilliped terminating in setae, and mandibles and maxillae 1 to 2 present. If the development is similar for these two species of the same family, *C. tuberculata* would go through 11 stages from hatching to the last pelagic stage, the first three stages being propelagic. This is comparable to the results of Giesbrecht (1910) who reported 8 stages for *Squilla mantis* (Lin-

naeus) and 9 stages for *Platysquilla eusebia* (Risso); Komai & Tung (1929) reported 9 stages for *Oratosquilla oratoria* (De Haan). Gohar & Al-Kholy (1957) described 6 stages for *Gonodactylus falcatus* (Forskål), but as noticed by Manning & Provenzano (1963) the appearance of the postlarval characters under the cuticle was not mentioned; this suggests that these authors might have overlooked some stages.

Among the larvae and postlarvae we have examined separately a group originating from the offshore stations and another originating from the stations near the coast. Of particular interest is the observed difference in the number of groups of setae on the flagella of the antennules. All the late larvae and postlarvae collected near the Marquesas Islands or near New Caledonia have 8 to 9 groups of setae, but the late stages and postlarvae collected off offshore have 10 to 11 groups (table III); in some early stages, the offshore specimens have supplementary groups in comparison with specimens of the same stages from the nearshore series. These observations lead us to believe, as suggested by Michel (1968), that the development of stomatopod larvae does not normally occur offshore: some supplementary molts may take place without change in length and these can be detected by the number of groups of setae. Probably the delay between consecutive molts is also increased and would explain the occurrence of early stages far from the coast.

TABLE III

Number of groups of setae on the antennule

	Offshore group	Coastal group
Last larval stage	10 larvae: 10-11	5 larvae: 8-9
First postlarval stage	8 postlarvae: 10-11	34 postlarvae: 8-9 *)

*) Post-larvae of the coastal group originate from the Marquesas Islands and New Caledonia.

This phenomenon is similar to the findings of Robertson (1968) in the development of the phyllosoma larvae of *Scyllarus americanus*. He showed that the temperature and the amount of available food were important factors for larval development. He described seven stages and, depending upon the conditions of rearing, he obtained the postlarva after stage VI or with a poor diet after stage VIII or IX. He found similar morphological differences between the reared larvae and planktonic material. The duration of intermolt also differed with temperature and available food. Costlow (1965) found evidence that molting and growth were independent and controlled by separate endocrine systems and that the diet or the presence or absence of some trace elements would delay or even stop development. These factors impart variability in the number of stages as well as in the duration of intermolts, and are evident in the form of minor morphological differences in the larvae.

It appears that for the pelagic larvae, drifting by oceanic currents far from

the coast is often the rule and not the exception. Prevailing conditions may change rapidly, and the amount of food in the open sea is generally poorer than in coastal waters. Temperature may vary greatly during the drift and some trace elements may be absent. All of these factors could result in the observed variation in morphological features of larvae presumably of the same stage and may affect the numbers of stages as well.

RÉSUMÉ

Le maintien en aquarium d'une larve de Stomatopode et l'obtention après sa métamorphose d'une post-larve identifiable ont permis d'attribuer une série larvaire comprenant 8 stades pélagiques à l'espèce *Chorisquilla tuberculata*. Larves et post-larves sont décrites. Il semble que les légères différences morphologiques que l'on peut observer chez les spécimens d'une même stade soient à attribuer à un développement anormal dans les eaux du large.

LITERATURE CITED

ALIKUNHI, K. H., 1944a. Growth stages of Lysiosquilla tigrina Nobili. Current Science, **13**: 18-19.

——, 1944b. Final pelagic larva of Squilla hieroglyphica Kemp. Current Science, **13**: 237-238.

——, 1950. Observations on some larval and post-larval stomatopods. J. Bombay nat. Hist. Soc., **49** (1): 101-107.

——, 1952. An account of the stomatopod larvae of the Madras plankton. Rec. Indian Museum, **49**: 239-319.

——, 1959. Notes on a collection of stomatopod larvae from the Bay of Bengal, off the Mahanadi estuary. Journ. zool. Soc. India, **10**: 120-147.

——, 1967. An account of the post-larval development, moulting and growth of the common stomatopods of the Madras coast. Symposium Crustacea, **2**: 824-939, figs. 1-194, pls. 1-3. (Marine Biological Association of India).

ALIKUNHI, K. H. & R. G. AIYAR, 1942. On some Squilla larvae from the Madras plankton. Current Science, **11** (2): 56-58.

BORRADAILE, L. A., 1907. Stomatopoda from the western Indian Ocean. Trans. Linn. Soc. London, (2) **12**: 209-216.

BROOKS, W. K., 1886. Report on Stomatopoda collected by H.M.S. Challenger during the years 1873-1876. Rep. sci. Res. Challenger (Zool.), **16**: 1-116, pls. 1-16.

——, 1892. The habits and metamorphosis of Gonodactylus chiragra. Mem. nation. Acad. Sci., **5** (4): 353-360.

COSTLOW, J. D., 1965. Variability in larval stages of the blue crab, Callinectes sapidus. Biol. Bull., **128** (1): 58-66.

GIESBRECHT, W., 1910. Stomatopoda. Fauna Flora Golfes Neapel, **33**: 1-239.

GOHAR, H. A. F. & A. A. AL-KHOLY, 1957. The larval stages of three stomatopod Crustacea. Publ. mar. biol. Sta. Al-Ghardaqa, **9**: 85-130.

GURNEY, R., 1937. Notes on some decapod and stomatopod Crustacea from the Red Sea, III-IV. Proc. zool. Soc. London, **107** B (3): 319-336.

——, 1946. Notes on stomatopod larvae. Proc. zool. Soc. London, **116** (1): 133-175.

KOMAI, T., 1924. Development of Squilla oratoria de Haan, 1. Change in external form. Mem. Coll. Sci. Kyoto imp. Univ., (B.) **1** (3): 272-283.

——, 1938. Stomatopoda occurring in the vicinity of Kii Peninsula. Annot. zool. Japon., **17** (3-4): 264-275.

KOMAI, T. & Y. M. TUNG, 1929. Notes on the larval stages of Squilla oratoria, with remarks on some other stomatopod larvae found in the Japanese seas. Annot. zool. Japon., **12**: 187-237.

MANNING, R. B., 1962. Alima hyalina Leach, the pelagic larva of the stomatopod crustacean Squilla alba Bigelow. Bull. mar. Sci. Gulf Carib., **12** (3): 496-507.

——, 1968. A revision of the family Squillidae (Crustacea, Stomatopoda), with the description of eight new genera. Bull. mar. Sci. Gulf Carib., **18** (1): 105-142.

——, 1969. Notes on the Gonodactylus section of the family Gonodactylidae with descriptions of four new genera and a new species. Proc. biol. Soc. Washington, **82**: 143-166.

MANNING, R. B. & A. J. PROVENZANO, JR., 1963. Early developmental stages of the stomatopod crustacean Gonodactylus oerstedii Hansen. Studies on the development of stomatopod Crustacea, 1. Bull. mar. Sci. Gulf Carib., **13** (3): 467-487.

MICHEL, A., 1968. Dérive des larves de Stomatopodes de l'Est de l'Océan Indien. Cah. O.R.S.T.O.M., (Océanogr.) **6** (1):

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. Gulf Carib., **18** (2): 294-342.

SERÈNE, R., 1962. Révision du genre Pseudosquilla (Stomatopoda) et définition de genres nouveaux Bull. Inst. océanogr. Monaco, **1241**: 1-27.

Received for publication 10 June 1970.

OBSERVATIONS SUR L'HYDROLOGIE ET LE PLANCTON DES ABORDS ET DE LA ZONE DES PASSES DE L'ATOLL DE RANGIROA (ARCHIPEL DES TUAMOTU, OCÉAN PACIFIQUE CENTRAL)

par A. MICHEL*, C. COLIN*, R. DESROSIÈRES* et C. OUDOT*

RÉSUMÉ

Pour tenter d'évaluer l'importance des échanges d'eaux sur les populations planctoniques d'un lagon, des observations ont été effectuées dans l'atoll de Rangiroa en fin de période estivale et de période hivernale.

Le lagon de Rangiroa se présente comme une cuvette dont le bord extérieur se situe au niveau des eaux du large et permet à ces dernières, sous l'action des houles, de pénétrer par endroits après déferlement sur la crête algale externe. Deux passes seulement entaillent dans la partie nord le bord de cette cuvette ; elles présentent des courants alternatifs de l'ordre de 3 à 4 noeuds, dus à l'action de la marée, et permettent l'écoulement de l'eau du lagon vers le large.

Les eaux extérieures, qui baignent les côtes nord et sud, semblent avoir des origines différentes. Dans une zone englobant les passes et s'enfonçant de 3 à 4 milles à l'intérieur du lagon l'eau est un demi-degré plus froide que l'eau superficielle océanique et que celle du lagon proprement dite. Ce phénomène serait provoqué par un entraînement et une remontée d'eau extérieure sous-jacente plus froide, sous l'action des courants de passes. Cependant le renouvellement de l'eau dans l'ensemble du lagon, paraît suffisamment rapide pour qu'il n'y ait pas formation d'une eau très différente de celle du large ; elle présente toutefois une salinité légèrement plus élevée et une pauvreté marquée en sels nutritifs.

Le phytoplancton du lagon se différencie de celui récolté à l'extérieur par la présence de quelques espèces, Nitzschia *cf.* seriata, Rhizosolenia calcaravis et Exuviaella vaginula *bien adaptées à ce biotope et capables de présenter des efflorescences marquées.*

Les biomasses zooplanctoniques récoltées par un filet de 1 mètre de diamètre et de maille 2 ont été mesurées par pesée humide. Autour de l'atoll, les valeurs pour la couche 0-150 mètres se situent autour de 8 mg/m³ pour les traits de jour et de 18 mg/m³ pour les traits de nuit ; les variations de trait à trait sont faibles quelle que soit l'époque. Par contre, dans le lagon, les biomasses sont bien supérieures et les fluctuations de trait à trait importantes surtout en fin de période hivernale ; elles varient de 75 mg/m³ à 2750 mg/m³.

Le zooplancton extérieur de la couche 0-150 mètres présente la physionomie caractéristique d'un plancton océanique tropical avec toutefois un enrichissement important en organismes méroplancto-

* Centre O.R.S.T.O.M., Nouméa, Nouvelle Calédonie.

Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., vol. IX, n° 3, 1971 : 375-402.

niques. Dans le lagon, les espèces rencontrées sont en faible nombre mais leur abondance est élevée; elles ne se trouvent à l'extérieur en quantité notable qu'à proximité des voies d'échange montrant ainsi une certaine tendance à l'endémisme. Les Chétognathes Sagitta enflata, Sagitta oceania *et les Copépodes* Undinula vulgaris, Chantocalanus pauper *forment la base de l'holoplancton permanent et leur densité respective dépasse rarement 100/m³. D'autres espèces, présentes par intermittences, sont capables de poussées importantes; c'est le cas de la Salpe* Thalia democratica, *du Ptéropode* Creseis virgula conica *et de l'Appendiculaire* Oikopleura rufescens, dont les densités atteignent souvent *1000/m³. Le mélange des deux faunes dans la zone des passes est beaucoup plus visible à l'extérieur qu'à l'intérieur mais n'intéresse de toute facon qu'une faible zone. La comparaison avec le zooplancton d'autres lagons des Tuamotu montre une grande analogie de composition.*

Il apparaît que les populations planctoniques d'un lagon sont en grande partie dépendantes de la production de matière organique particulée par le récif qui emprunte lui-même une partie de son énergie à l'écosystème océanique. Les agrégats se formeraient à partir du mucus et seraient colonisés ensuite par des micro-organismes pendant leur séjour dans le réseau intra-cavitaire du récif. En régime normal une partie de cette réserve serait relâchée chaque jour dans le lagon et un certain équilibre s'instaurerait; par contre lors de fortes houles il y aurait une sorte de lessivage de tout le réseau récifal et un apport massif de matière organique dans le lagon. L'abondance de ces agrégats, susceptibles d'être utilisés directement par les organismes planctoniques ou d'être reminéralisés, provoqueraient alors les fortes poussées observées. L'ensemble aquatique d'un atoll apparaît donc comme formé de deux écosystèmes stables (océanique et récifal) et d'un instable (lagunaire); les variations de ce dernier seraient la conséquence des fluctuations des apports d'eau océanique par-dessus la couronne récifale.

Abstract

To evaluate the influence of water exchange on the planktonic populations of a lagoon, some observations have been made on Rangiroa Atoll (Tuamotu) in the late summer and winter time.

Due to the swell action, oceanic water flows over the reef into the lagoon after breaking on the algal ridge. Only two passes are located on the north coast of the atoll; they show strong alternative tidal currents and allow the water lagoon outflow. Outside, oceanic waters of the north and south coast seem to have a different origin. Lagoon water characteristics are closed to oceanic surface water ones, salinity is slightly higher and nutrient salts are very low. Inside in an area of 3 miles around the passes the water was one half degree cooler than superficial oceanic water and typical water of the lagoon; some deeper outside water will be transported into the lagoon on the dependence of the pass currents. The rate of refreshment seems sufficient to prevent the water from obtaining any special physical or chemical characteristics in the whole lagoon.

Lagoon phytoplankton is individualised by the presence of three species N. *cf* seriata, E. vaginula *and* Rh. calcaravis *well adapted to that biotope and able to present strong outbursts.*

Zooplankton biomass collected with a one meter conical net (mesh n° 2) has been evaluated by wet weight. Around the atoll in the 0-150 meter layer, positional and seasonal variations are small. The values for the day catches were around 8 mg/m³ and for the night catches aound 18 mg/m³. In the lagoon values are much higher, positional and seasonal variations are important. The data range from 75 mg/m³ to 2750 mg/m³.

Outside zooplankton of the 0-150 meter layer is typical of the oceanic tropical waters with the surimposition of meroplanktonic organisms. In the lagoon the species number is low but the abundance of each is great and they are found outside in appreciable number only in the vicinity of the passes showing then a character of endemicity. Chaetognaths S. enflata, S. oceania *and Copepods* U. vulgaris, C. pauper *formed the bulk of the permanent holoplankton and their density rarely exceeds*

100 ind./m³. Some other species are intermittent but may show strong developments such as Salpa T. democratica, *Pteropod* C. virgula conica *and Appendicularian* O. rufescens. *Their density is often around 1000 ind./m³. The mixing of oceanic and lagoon plankton is more visible outside than inside and concerns only a small area. Comparison with other Tuamotu lagoon plankton shows similar compositions.*

It appears that plankton populations of a lagoon are dependent mainly on the production of particulate organic matter by the reef which takes his energy through oceanic zooplankton and zooxanthellae. Aggregates would issue from mucus and be colonized by microorganisms during their formation in the mesh structure of the reef. Under normal conditions a part of that stock would be release everyday in the lagoon and an equilibrium would occur but during period of strong swells it would happen a sort of washing of the whole reef and a heavy inflow of organic matter in the lagoon. Thus the main factor of the strong outbursts would be the abundance of the aggregates which may be consumed directly by the zooplanktonic organisms or may be remineralized before used by phytoplankton.

The aquatic complex of an atoll thus appears as formed of two stable systems the oceanic and reef ecosystems and of one more instable, the lagoon ecosystem ; the variations of the last one would depend on the fluctuations of the inflow of oceanic waters above the coral reef.

INTRODUCTION

L'exploitation des ressources de la mer s'orientant à l'heure actuelle vers des solutions nouvelles, on est amené à rechercher des sites favorables à l'implantation d'élevages marins. Les atolls, dont les lagons forment de gigantesques aquariums naturels en tout point accessibles à la pénétration humaine et dont les ouvertures avec le large peuvent dans la plupart des cas être aisément contrôlées, semblent particulièrement propices à la réalisation de certains essais. En Polynésie Française, l'archipel des Tuamotu contient de nombreux types de lagons, depuis ceux largement ouverts aux influences extérieures jusqu'à ceux complètement fermés, fournissant ainsi des biotopes très divers. Avant d'entreprendre des travaux plus spécialisés sur leur exploitation artificielle, il paraît utile de saisir le mécanisme des échanges d'eaux et d'évaluer l'apport ou la perte d'organismes qu'il provoque car la stabilité des populations en dépendra.

En effet, ces lagons retiennent un volume d'eau, souvent considérable, dont le renouvellement se fait par des apports extérieurs. Les échanges sont conditionnés par la morphologie de la couronne récifale et, selon l'importance relative de la barrière corallienne et de ses échancrures, seront nuls ou très importants. Des études réalisées sur le plancton des lagons (Johnson 1949, 1954, Gilmartin 1958, Michel 1969) ont montré l'existence d'un holoplancton particulier comprenant un faible nombre d'espèces bien représentées. La spécificité de cet holoplancton, plus ou moins marquée suivant les lagons, paraît être en relation étroite avec le système des communications et l'importance des échanges avec les eaux du large. En effet, le plancton océanique entraîné dans le lagon est à l'origine des populations capables de se développer et de se reproduire dans ce biotope où les conditions sont différentes de celles du large : proximité du fond, luminosité, turbidité et particularités de certains caractères physico-chimiques. Ces facteurs seront létaux ou limitants pour un grand nombre d'espèces qui ne feront, au mieux, que transiter un certain temps dans les eaux du lagon. Par contre, l'épanouissement des espèces qui y trouveront des conditions favorables sera d'autant plus grand que ces espèces ne seront plus en compétition avec le reste du plancton ; leur installation définitive reste cependant encore sujette aux échanges lagon-océan qui doivent être tels qu'une partie de l'eau entrante séjourne suffisamment longtemps dans le lagon, avant d'être rejetée, pour laisser aux organismes le temps de se reproduire et de se multiplier. Une étude préliminaire des échanges au niveau des passes et des fluctuations planctoniques a été tentée lors de deux courts séjours du N. O. CORIOLIS, du Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa, dans l'atoll de Rangiroa.

MÉTHODES

Les différents prélèvements et mesures ont été effectués à deux périodes de l'année. La première étude a eu lieu au cours de la croisière CALMAR 3, les 22 et 23 mars 1969, à la fin de l'été. La deuxième étude a eu lieu au cours de la croisière CARIDE 5, du 5 au 8 septembre et du 2 au 3 octobre, en fin de période hivernale.

Lors des deux études, des prélèvements phytoplanctoniques et zooplanctoniques ont été réalisés autour de l'atoll, à proximité de la couronne récifale, en vue de déterminer les espèces susceptibles de pénétrer dans les eaux du lagon ; des opérations analogues ont été faites dans la partie du lagon accessible à la navigation pour obtenir un aperçu des populations intérieures. Lors de la deuxième étude, on a adjoint à ces prélèvements plusieurs stations hydrologiques, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur, et une investigation plus détaillée de la zone des passes a été réalisée. Au total les opérations suivantes ont été faites :

Mesures physiques :

— stations hydrologiques : mesures de température, salinité, nitrates, phosphates, jusqu'à 500 mètres à l'extérieur, jusqu'au fond dans le lagon ; stations A_1 à A_4 et B_1 à B_7 ;

— enregistrement en continu de la température de surface ;

— courantométrie au mouillage avec courantomètres Fjeldstadt et Hydro-Products.

Phytoplancton :

— prélèvement de ½ litre d'eau de mer aux profondeurs 0, 25, 50, 100, 150, 200 mètres à l'extérieur du lagon et tous les 5 mètres, jusqu'au fond, à l'intérieur ; soient 26 stations. Fixation au formol pur neutralisé à la potasse à raison de 5 cc pour ½ litre. Étude après sédimentation au microscope inversé.

Zooplancton :

— l'engin de prélèvement utilisé a été un filet conique de 1 m de diamètre et de maille 2 (vide de maille entre 320 et 330 μ). La profondeur atteinte et le volume d'eau filtrée par le filet ont été mesurés au moyen d'un « depth-distance-recorder » et d'un courantomètre ; 81 traits ont été réalisés.

A l'extérieur du lagon, des traits obliques ont été faits à chaque station dans la couche 0-150 mètres ; ils ont été doublés lors de la deuxième étude. A l'intérieur du lagon, la proximité des fonds et la présence de nombreux pâtés de coraux rendent impossible l'exploration de toute la couche d'eau par traits obliques et interdisent l'emploi des traits horizontaux profonds. Seuls les traits verticaux sont utilisables pour obtenir un échantillonnage du fond jusqu'à la surface. Il faut souligner l'inadaptation du « CORIOLIS » à ce genre d'étude lagunaire ; en effet, son tirant d'eau lui interdit de naviguer dans l'ensemble du lagon et la réalisation de traits de plancton sans risque de déchirer les filets l'oblige souvent à mouiller, ce qui ralentit considérablement les opérations.

Les méthodes employées lors de ce travail ont été les méthodes classiques d'océanographie au large. Elles ne permettent que de dégrossir le problème et d'avoir une idée qualitative ou, au mieux, semi-quantitative des phénomènes. Pour arriver à obtenir une évaluation quantitative précise des échanges, il faudrait mettre en œuvre d'autres engins (sondes en continu, analyseur automatique, photographies aériennes, etc.) pour pouvoir observer les variations de certains facteurs dont l'évolution, de toute évidence, doit se faire très rapidement dans le temps et dont les études ponctuelles ne peuvent rendre compte. Le prélèvement du zooplancton par pompage semblerait aussi beaucoup plus adapté que le prélèvement au moyen de filets, en particulier pour

les organismes les plus petits ; il permettrait aussi, dans certaines conditions, d'échantillonner le plancton vivant dans le réseau intra-cavitaire du récif.

La position des stations est fournie par les figures 1 à 2 et le détail des opérations effectuées fait l'objet du Rapport de croisière n° 46 Océanographie du Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa (COLIN *et al.* 1970).

DONNÉES GÉNÉRALES

1. — **Situation.**

L'atoll de Rangiroa (fig. 1), situé par 15°05 S et 147°40 W fait partie de l'archipel des Tuamotu il est un des plus grands du monde, mesurant 42 milles le long de son plus grand axe orienté ESE-WNW pour 18 milles le long d'un axe N-S. Une description géomorphologique et bionomique de l'atoll de Mururoa situé dans le même archipel a été réalisée par CHEVALIER *et al.*, (1969) ; GUILCHER *et al.*, (1969) dans une étude des récifs coralliens des Iles de la Société fournissent des éléments géomorphologiques de comparaison avec quelques atolls des Tuamotu. Les mêmes traits généraux s'observent à Rangiroa et on se bornera à décrire ici les caractères particuliers qui vont conditionner les échanges d'eaux entre le lagon et l'océan et les circulations propres au lagon.

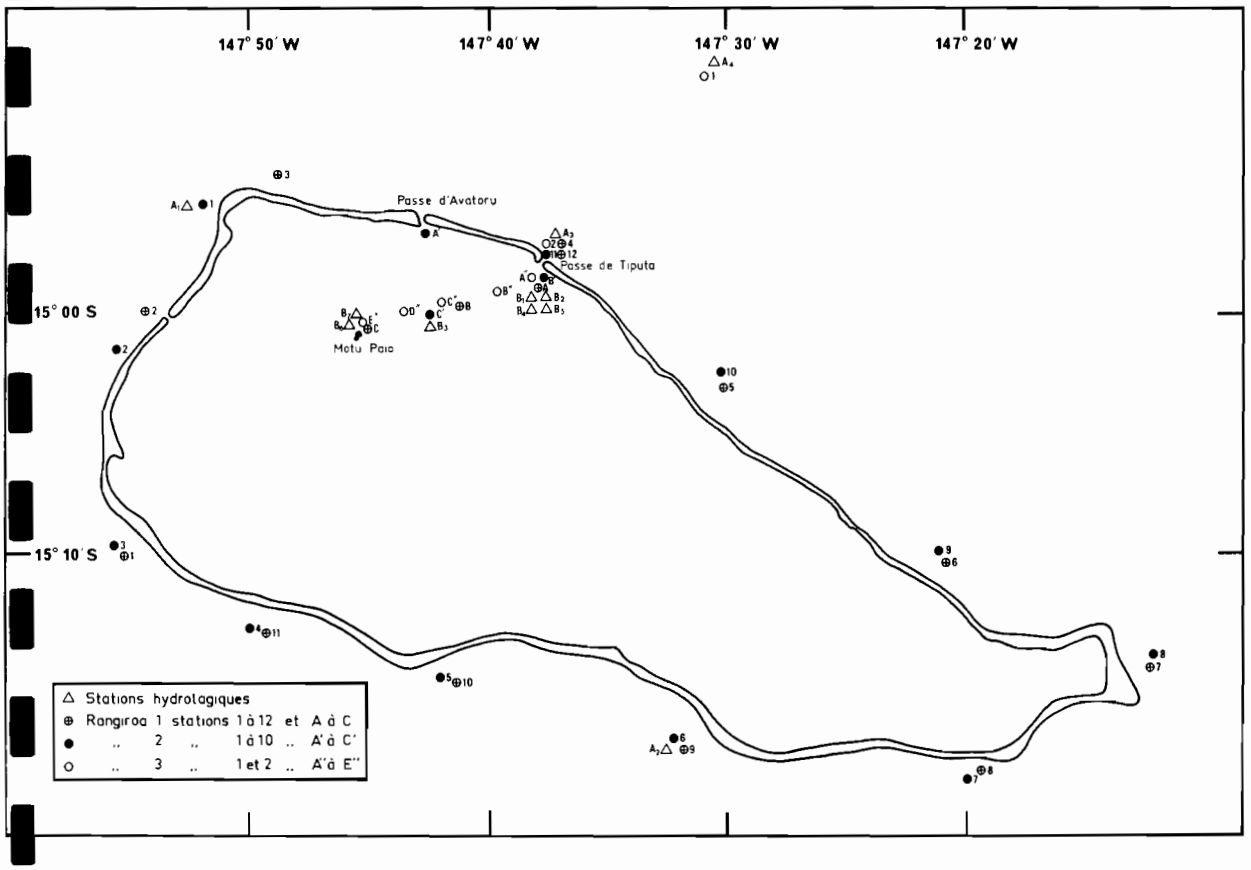


Fig. 1. — Position des stations.

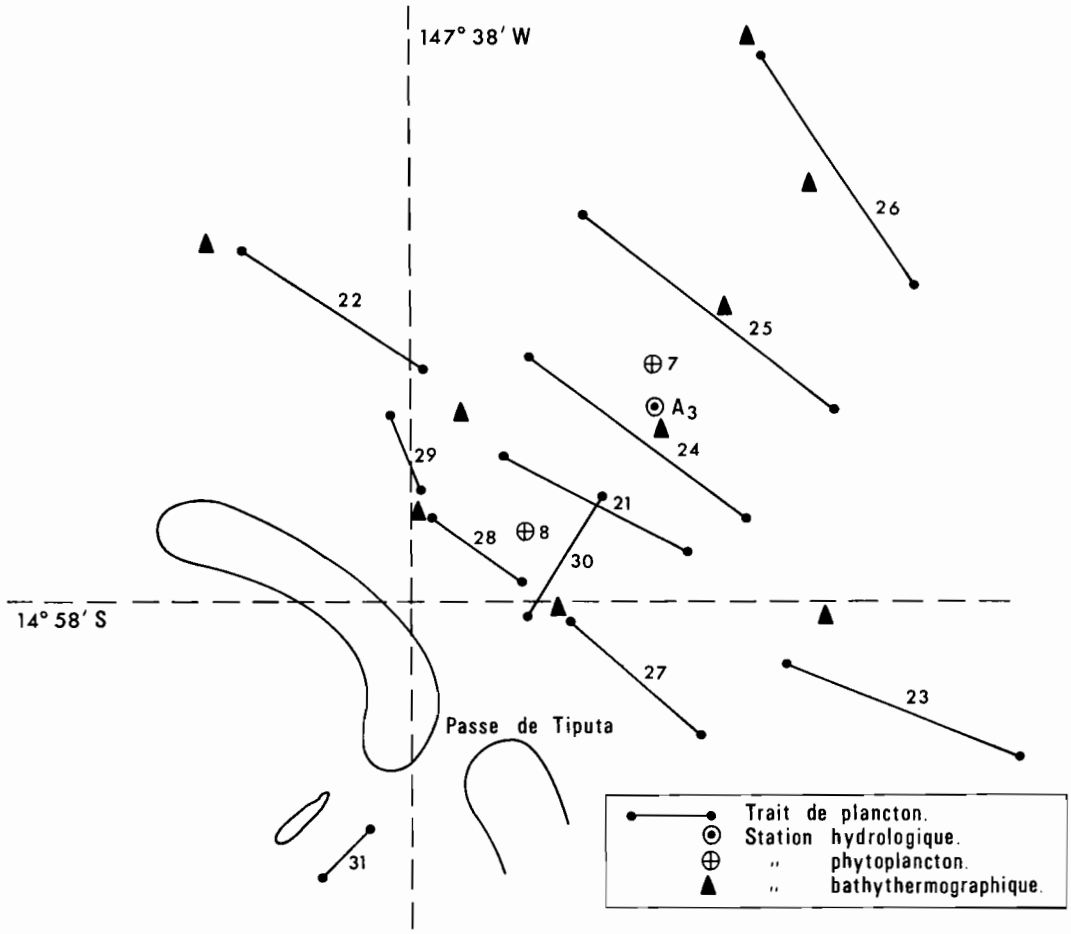


Fig. 2. — Détail des opérations à l'extérieur de la Passe de Tiputa.

2. — **Facteurs des échanges d'eaux.**

2.1. — Facteurs climatiques.

Les vents dominants dans cette région sont les alizés qui soufflent du secteur est ; ils provoquent une houle qui se brise sur les côtes au vent de l'atoll et se diffracte sous le vent A cette action qui est la plus fréquente, se superpose l'action de houles occasionnelles de grande amplitude provenant du sud ; ces dernières houles sont complètement indépendantes des vents locaux. Le déferlement de ces deux types de houle sur l'atoll va avoir tendance à faire pénêtrer de l'eau océanique, dans le lagon, par dessus la couronne récifale.

La marée est de type semi-diurne avec une amplitude de l'ordre de 1 mètre. Elle provoque des fluctuations du niveau extérieur de l'atoll qui renforce ou affaiblit l'action de la houle et entraîne des mouvements d'eau alternatifs dans les passes profondes. Quant à l'action éventuelle de l'eau de pluie, il semble qu'elle soit assez faible, la moyenne annuelle des chutes étant de l'ordre de 1.500 à 1.800 mm.

2.2. — Morphologie de l'atoll.

Les données suivantes proviennent du travail de Guilcher *el al.* (1969), et de nos observations personnelles. La couronne récifale a une largeur moyenne d'environ 600 mètres. Les côtes

nord et nord-est sont formées par de nombreux îlots (motu) constituant une barrière quasi-continue. Les houles normales engendrées par les alizés rencontrent cet obstacle et l'eau du large ne peut pénétrer dans le lagon que par quelques chenaux (hoa) ouverts sur le lagon et pratiquement fermés sur l'extérieur qui ne sont souvent fonctionnels que par vents forts ; en certains points cependant la pénétration serait plus fréquente. Sur la côte sud et sud-ouest les motu sont beaucoup plus rares et largement séparés les uns des autres, il existe en particulier dans de très larges zones un vaste platier récifal. Cette absence d'obstacles permet au déferlement des houles du sud de pénétrer dans le lagon ; la présence de gros blocs sur ce platier prouve la violence des transports d'eaux qui peuvent s'y produire. Sur tout le pourtour de l'atoll et subissant l'action des houles, la crête récifale externe a une largeur d'environ 25 mètres, elle est essentiellement constituée d'algues calcaires encroûtantes roses de la famille des Lithothamniées *(Porolithon onkodes* et *Porolithon craspedium)*. Cette crête externe joue un rôle essentiel dans les échanges d'eaux car si elle laisse passer le déferlement de l'eau océanique dans le lagon, sa partie la plus élevée qui affleure à mi-marée interdit, dans les conditions normales, le retour de l'eau vers le large.

Dans l'archipel des Tuamotu les passes profondes sont généralement situées au nord-ouest des atolls ; à Rangiroa elles sont situées plein nord à l'abri de l'action directe des houles normales. Il existe deux passes, Tiputa et Avatoru, dont les largeurs respectives sont de 240 et 300 mètres et dont les seuils, situés légèrement à l'intérieur du lagon, se trouvent pour la première à une profondeur de 14 mètres et pour la seconde à une profondeur de 6 mètres. Des courants très forts existent dans ces passes avec formation d'une zone de turbulence extérieure ou intérieure suivant le sens de la marée. Il existe aussi d'après la carte une passe pour pirogues, que nous n'avons pas visitée, au nord-ouest de l'île, mais sa faible profondeur ne doit permettre que des échanges restreints.

2.3. — Morphologie du lagon.

A l'exception de la zone des passes qui a été hydrographiée, on possède très peu d'indications sur les profondeurs du lagon mais, d'après la carte générale, il semble que certains secteurs, en particulier à l'est et à l'ouest, sont peu profonds et parsemés de pinacles de corail ; les fonds les plus importants se situent vers le centre du lagon et dans la zone nord où ils peuvent atteindre 34 mètres.

3. — **Échanges d'eaux.**

Guilcher *et al.* (1969), distinguent trois types possibles d'échanges entre le lagon et l'océan : (1) débordement des houles au-dessus de la crête récifale ; (2) courants alternatifs dans les passes profondes ; (3) courant de vidange du lagon par-dessus les récifs sous le vent.

Il semble d'après la morphologie de la côte sous le vent à Rangiroa que le troisième type soit peu important dans les conditions normales et que les deux premiers types prédominent.

La crête algale externe empêche le retour de l'eau vers le large ; il se produit donc un apport continu d'eau océanique par-dessus la barrière récifale. L'importance quantitative de ces entrées dépend de la hauteur de la marée mais surtout de l'action des houles. Cette eau excédentaire doit trouver une voie de sortie et s'écoule par les passes profondes. Dans la passe de Tiputa les intensités des courants de surface relevés, d'août à octobre 1968, par la mission hydrographique de la Marine Nationale (fig. 3) varient de 0 à 4 nœuds, la moyenne se situant autour de 3 nœuds. Ces courants sont généralement liés à la marée ; les durées de courant sortant et de courant entrant sont à peu près égales, l'étale dure peu de temps et la renverse s'établit brusquement. Cependant ce régime régulier peut être perturbé lors de fortes entrées d'eaux par-dessus le récif.

Le lagon de Rangiroa se présente donc comme une cuvette dont les bords extérieurs sont au niveau des eaux du large permettant à ces dernières sous l'action des houles de pénétrer par endroits dans le lagon ; deux ouvertures entaillent les bords de cette cuvette et permettent l'écou-

lement de l'eau du lagon vers l'extérieur. Le niveau de l'eau dans le lagon est sensible à ces échanges d'eaux. Dans l'atoll de Mopelia, situé dans l'archipel voisin des Iles-sous-le-vent, GUILCHER *et al.* (1969) ont observé des augmentations brusques de niveau de 40 à 60 cm à la suite de forte houles du sud, les courants de vidange n'étant pas suffisants pour contrebalancer les entrées. VON ARX (1954) a constaté pour Bikini et Rongelap, dans l'archipel des Marshall, des différences de niveau de la mer de 50 cm sous l'action du vent entre le bord externe de la côte au vent et le bord interne ce qui favorise encore l'entrée d'eau océanique. Ce dernier auteur a essayé à partir de diverses évaluations d'établir un bilan des échanges d'eaux pour ces deux atolls. Il estime que le tiers de l'eau qui entre dans le lagon provient de l'apport des houles, mais l'atoll de Bikini possède davantage de passes profondes et l'on peut donc s'attendre à trouver pour Rangiroa une alimentation de ce type plus importante en proportion. Le reste des échanges a lieu au niveau des passes et VON ARX admet que seulement 30 % de l'eau qui a pénétré à marée montante se maintient dans le lagon, le reste étant rejeté lors du reflux ; la zone d'influence sensible au balancement des marées autour des passes n'excéderait pas 5 km. A partir de ces données, le bilan indique qu'à Bikini un volume équivalent à celui du lagon est échangé avec l'océan en 39 jours en période des vents dominants et que cette durée peut doubler en période des calmes. Aucune mesure permettant de quantifier les échanges n'a été faite à Rangiroa mais la forme de la couronne et des passes suggère un renouvellement plus lent.

OBSERVATIONS PHYSICO-CHIMIQUES

1. — **autour de l'atoll.**

La plupart des observations physico-chimiques ont été faites en fin de période hivernale lors du deuxième séjour du « N.O. CORIOLIS » à Rangiroa ; seule une couverture bathythermographique a été réalisée en période estivale.

Pour préciser les conditions hydrologiques régnant autour de l'atoll, trois stations A_1, A_2, A_3 ont été occupées, situées respectivement, à l'ouest de l'atoll, au sud et dans l'axe de la passe (fig. 1) ; entre les stations plusieurs profils bathythermiques ont été réalisés (fig. 4) ; la température de surface était enregistrée en continu sur un thermographe ; pendant la période des observations, le vent soufflait d'est-sud-est ; cette direction se trouve alors être à peu près parallèle à celle des côtes nord et sud de l'atoll ; étant donné les dimensions de celui-ci, si l'on applique la théorie d'Ekman à la circulation littorale, il doit en résulter un reflux des particules d'eau de la couche superficielle le long de la côte sud et un afflux le long de la côte nord ; ces phénomènes semblent être confirmés par les structures thermiques relevées autour de l'atoll ; en période estivale le même phénomène avait déjà été mis en évidence.

Les mesures de salinité et les dosages de sels nutritifs (fig. 5), effectués aux trois stations hydrologiques aux mêmes niveaux isanostériques montrent une certaine analogie entre les stations A_1 et A_3 qui, en revanche sont différentes de la station A_2 ; les masses d'eau baignant les côtes nord et sud de l'atoll semblent donc avoir des origines différentes ; au niveau du maximum de salinité de l'eau tropicale, sur la surface isanostérique 360 cl/t, l'eau au sud de l'atoll est moins salée qu'au nord (36,18 ‰ pour 36,25 ‰) ; en revanche sur la surface isanostérique 280 cl/t, c'est-à-dire en-dessous du maximum de salinité, l'eau est beaucoup plus salée au sud qu'au nord (36,17 ‰ pour 35,96 ‰) et beaucoup plus pauvre en sels nutrifis (1,0/µatg $N\text{-}NO_3$/1 pour 4,0, µatg $N\text{-}NO_3$/1) ; ces différences observées peuvent être dues à la remontée d'eau froide évoquée précédemment, et à la position de la côte sud de l'atoll, plus proche du centre de formation de l'eau centrale du Pacifique sud. La situation constatée lors de cette étude est liée aux conditions météorologiques qui sont le plus souvent rencontrées et doit présenter un certain caractère permanent. Pour des vents anormaux d'autres situations pourraient s'établir.

Les résultats des observations météorologiques sont consignés dans le tableau n° 1.

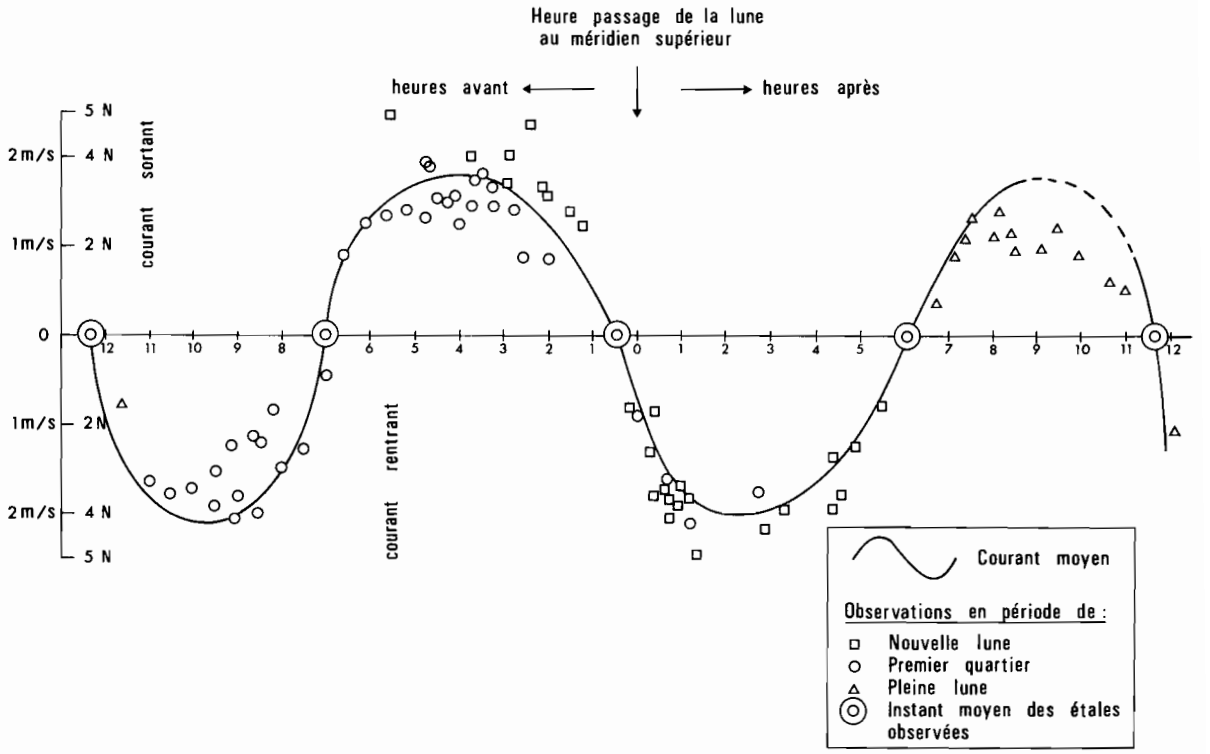


Fig. 3. — Intensité des courants de surface relevés dans la Passe de Tiputa en août et octobre 1968 par la Mission hydrographique de la Marine Nationale en Polynésie Française (Données provisoires).

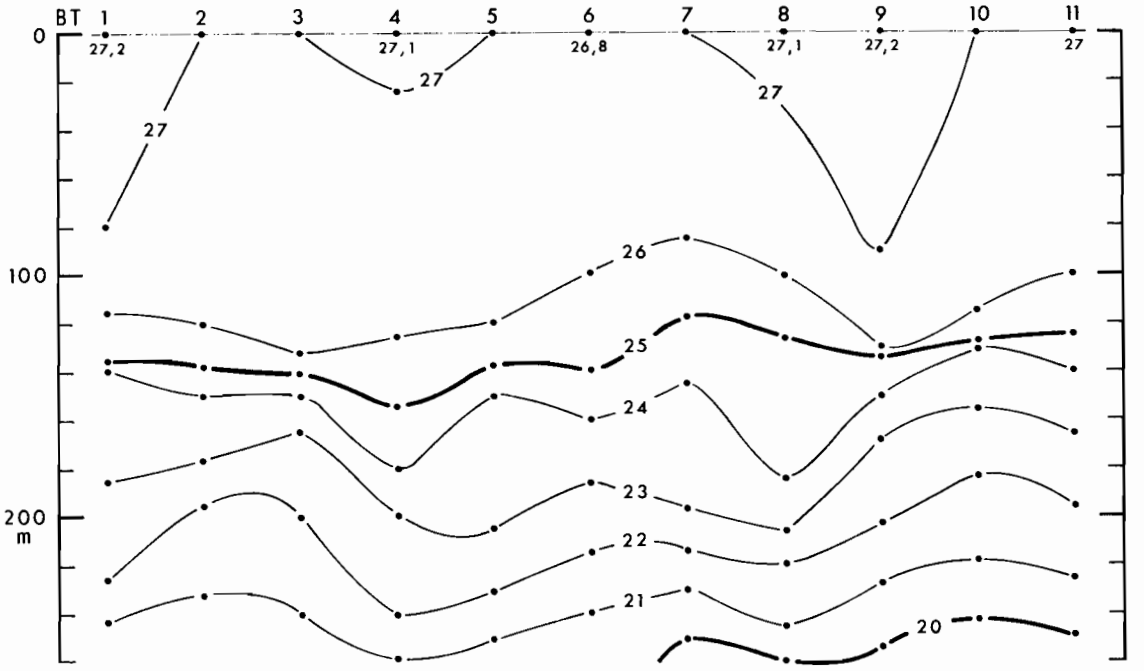


Fig. 4. — Profil bathymétrique autour de l'atoll.

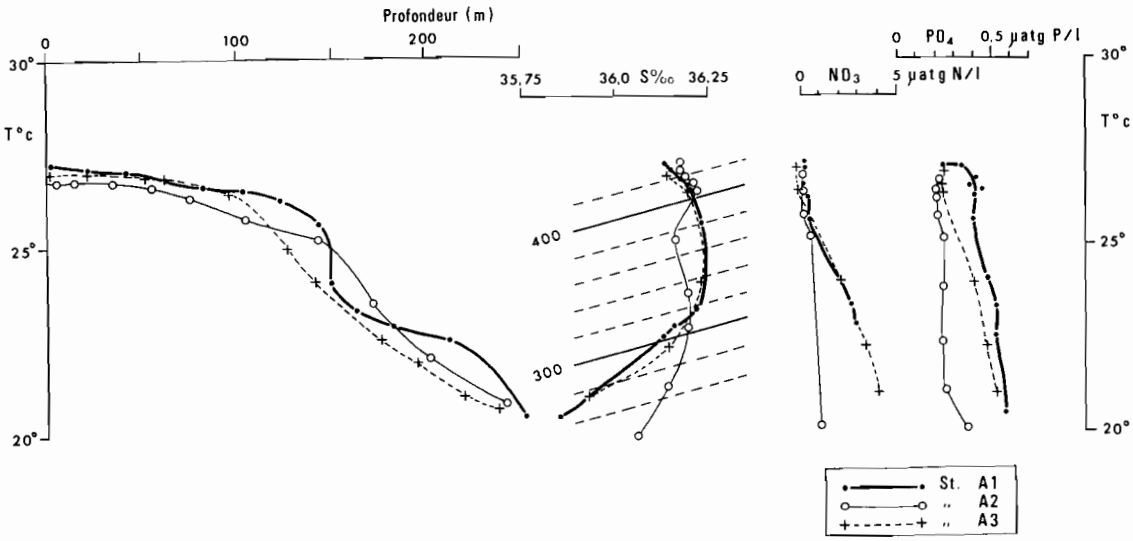


Fig. 5. — Salinité et sels nutritifs aux stations hydrologiques A_1, A_2, A_3.

TABLEAU 1

RANGIROA 2. — *Vents régnant autour de l'atoll*

Station	*Heure*	*Direction*	*Force*
BT 1	16 h 00	120	11 m/s
BT 2	20 h 00	110	10 m/s
BT 3	22 h 10	110	10 m/s
BT 4	01 h 00	110	10 m/s
BT 5	03 h 30	110	11 m/s
BT 6	06 h 00	110	9 m/s
BT 7	11 h 00	110	10 m/s
BT 8	13 h 30	110	10 m/s
BT 9	16 h 00	110	9 m/s
BT 10	20 h 00	090	9 m/s
BT 11	20 h 45	090	9 m/s

TABLEAU 2

Caractéristiques de l'eau aux stations B_2 et B_1

Profondeur (m)	B 6				B 7			
	T° C	S°/oo	PO_4 P µatg/l	NO_3 N µatg/l	T° C	S°/oo	PO_4 P µatg/l	NO_3 N µatg/l
0	27,81	36,356	0,10	0,02	27,98	36,366	—	0,01
4	27,72	36,369	0,11	0,03	27,90	36,364	0,08	0,01
8	27,73	36,364	0,12	0,02	27,88	36,370	0,10	0,01
12	27,79	36,356	0,12	0,01	27,95	36,372	0,12	0,01
16	27,78	36,379	0,12	0,02	27,93	36,365	0,12	0,01
20	27,70	36,379	0,13	0,03	27,79	36,359	0,12	0,06

2. — **à l'intérieur du lagon.**

Les mauvaises conditions météorologiques et les difficultés de navigation n'ont pas permis de s'enfoncer très loin à l'intérieur du lagon ; les stations ont toutes été effectuées sur une radiale allant de la passe de Tiputa au Motu Paio situé à 5,5 milles de la côte Nord (fig. 1) ; seules les dernières stations (B_6, B_7) peuvent être considérées comme dégagées des influences directes des passes et jugées plus représentatives des eaux du lagon proprement dites ; l'eau en ces stations était à cette époque, par rapport à l'eau extérieure, aussi chaude et plus salée (+0,15 ‰) et présentait une pauvreté marquée en sels nutritifs. Les résultats des mesures sont consignés dans le tableau n° 2.

3. — **dans la zone des passes.**

A l'extérieur.

Au niveau des passes d'Avatoru et de Tiputa où les échanges d'eaux sont les plus importants, un phénomène particulier existait au moment des mesures estivales ; la comparaison de deux stations (A_4 et A_5), l'une à 10 milles au large de la passe (Tiputa) et l'autre devant la passe (fig. 1), montre en surface pour cette dernière, une température plus faible (—0,3 °C), une salinité plus forte (+0,05 ‰) et une richesse plus grande en nitrate ; ceci est en accord avec un brassage des eaux subsuperficielles, phénomène confirmé par les profils B.T. qui montrent une zone homogène en température pour les trente premiers mètres ; l'effet le plus marquant consiste en une brusque chute de la température de surface, de 0,5 °C, au moment où l'on pénétre dans le lagon ; cette chute a lieu légèrement à l'extérieur de la passe lorsque le courant est sortant, légèrement à l'intérieur quand le courant est rentrant (fig. 6) ; les enregistrements du thermographe montrent que cette baisse de température intéresse dans le lagon toute la zone comprise entre les passes d'Avatoru et de Tiputa ; quand on s'enfonce vers le Sud la température augmente de nouveau progressivement et à partir de 3 à 4 milles on retrouve les caractéristiques propres de l'eau du lagon.

A l'intérieur.

Des observations prolongées à la limite intérieure de la passe de Tiputa, répétées à un mois d'intervalle (stations B_1-B_2, B_4-B_5), font apparaître une liaison entre le régime de la marée et les propriétés physico-chimiques de l'eau superficielle : pour un courant rentrant l'eau est plus chaude, moins salée et plus riche en phosphate que pour un courant sortant (tableau 3).

TABLEAU 3

Caractéristiques hydrologiques de l'eau aux stations B_1 et B_2

Courant sortants St. B_1)				Courant rentrant (St. B_2)			
Prof. m	T° C	S°/°°	PO_4	Prof. m	T° C	S°/°°	PO_4
3	26,45	36,271	0,10	0	26,84	36,213	0,19
8	26,35	36,268	0,10	5	26,73	36,211	0,19
13	26,38	36,284	0,10	10	26,72	36,217	0,18
18	26,37	36,282	0,31	15	26,72	36,240	0,14
23	26,45	36,280	—	18	26,71	36,243	0,14

Des mesures de courant effectués à l'aide d'un courantomètre Fjelstadt ont montré qu'en profondeur la direction du courant sur le fond (1 nœud dans le 175) était opposée à celle enregistrée pour le courant de surface (1,5 nœud dans le 350) ; le même phénomène a été observé lors du courant rentrant.

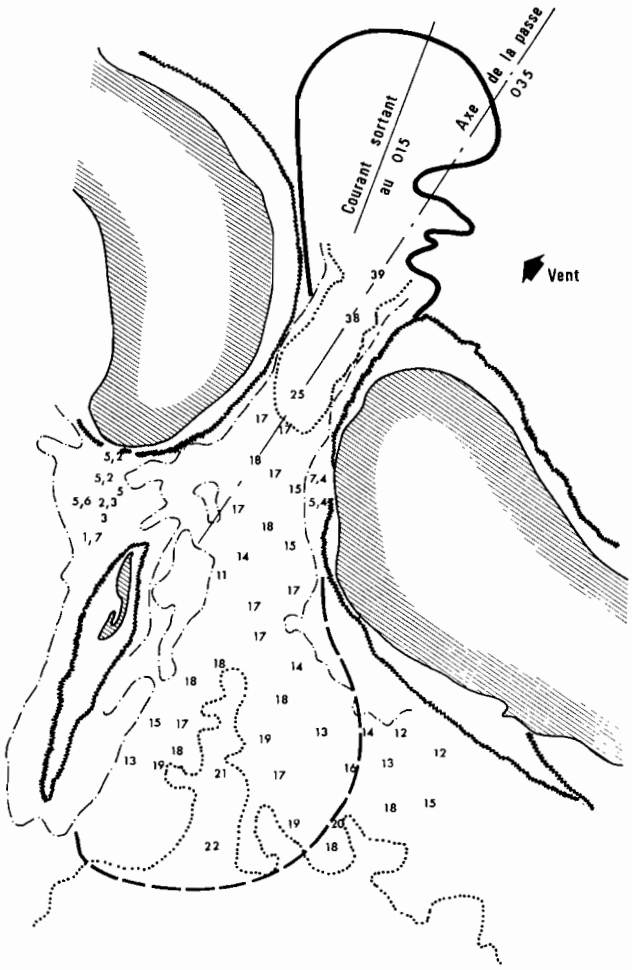


Fig. 6. — Zone d'extension visible en surface des courants entrants et sortants dans la passe de Tiputa.

Au niveau de la passe de Tiputa, on a noté une modification de la structure hydrologique ; cette modification est liée aux courants de marée et la baisse de température observée ne peut vraisemblablement provenir que de l'apport d'eau extérieure subsuperficielle plus froide (fig. 7) ; en effet, si l'on considère le courant sortant, celui-ci se jette dans les eaux du large avec des vitesses pouvant atteindre 4 nœuds ; il en résulte un brassage entre l'eau du lagon et l'eau superficielle extérieure, phénomène mis en évidence par la station A_5 ; étant donné la topographie bathymétrique de la passe, côté extérieur, cette eau est reprise lors de la marée montante ainsi que de l'eau sous-jacente plus froide ; cette dernière s'écoule alors au ras du seuil et se trouve mélangée à l'eau de surface plus chaude par le phénomène « d'upwelling » constaté à l'intérieur du lagon ; il se produit alors un refroidissement de l'eau de surface, à proximité des passes ainsi qu'une homogénéisation de l'eau sous-jacente (St. B_2) ; cette eau est reprise par la marée descendante, vient buter contre le seuil, et la couche supérieure s'échappe par la passe alors que la couche inférieure fait retour dans le lagon d'où les inversions constatées pour la température (St. B_1) et la direction du courant ; l'eau de surface du lagon, plus froide que l'eau du large, provoque par ce mécanisme le décrochement de la température, constaté par le thermographe, à l'extérieur de la passe.

Le 5 septembre, jour de mauvaises conditions météorologiques, on a observé au mouillage d'Avatoru une perturbation dans le régime régulier des passes ; après une renverse particulièrement brusque le courant n'est resté rentrant que pendant deux heures avant de s'inverser de nouveau. Cette faible durée de rentrée des eaux semble correspondre à une surélévation du niveau des eaux du lagon due à l'augmentation des apports d'eaux extérieures sous l'effet du vent et des fortes vagues. Le trop-plein ne peut s'écouler que par les passes et, dans de telles conditions, la sortie des eaux s'oppose à la rentrée des eaux du large à marée montante.

Toutes ces données concernent l'extérieur du lagon et à l'intérieur la zone proche des passes. Aucune station n'a pu être faite au centre même du lagon et aucune mesure n'a été réalisée sur les portions de la couronne récifale où l'eau océanique déferle. Aussi les constatations suivantes sont extraites des études effectuées dans d'autres lagons du Pacifique. Emery (1956) observe, dans l'atoll de Johnston, des températures de surface uniformes pour les eaux du lagon avec toutefois un cycle diurne net dont l'amplitude des variations est en rapport avec la profondeur et l'importance des échanges d'eaux avec le large. Wells (1951) relève la température le long d'une ligne parallèle au rivage intérieur de l'atoll d'Arno (Archipel des Marshall), il observe des valeurs

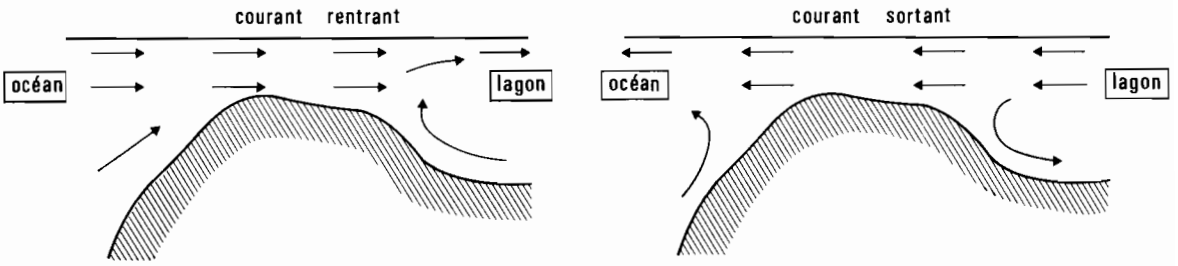


Fig. 7. — Schéma des échanges lagon-océan au niveau des passes.

oscillant entre 28,2 °C et 30,9 °C ; les baisses de température correspondent aux arrivées d'eau extérieure. D'Hauteserre (1970) a étudié les variations et les différences de température pour les eaux de surface océaniques et celles du lagon de l'atoll d'Hao situé 3 degrés plus sud que Rangiroa. Au cours de l'année la température moyenne des eaux de surface du lagon varie de 25,3 °C en août à 28,2 °C en mars ; quant à celle du large elle passe pour les mêmes mois de 25,5 °C à 27,8 °C : la température du lagon est supérieure à celle du large pendant 9 mois de l'année, légèrement plus basse de juillet à septembre. Quant à la salinité, différents travaux ont montré que ses variations sont très faibles dans les lagons tant que les communications avec le large restent importantes.

Tout laisse supposer qu'à Rangiroa des phénomènes analogues se produisent. La comparaison des températures de surface avec celles relevées à Hao met en évidence une différence de l'ordre de 2 degrés en faveur de Rangiroa que ce soit en période estivale ou hivernale ; l'amplitude annuelle serait toutefois moins marquée et il paraît probable que les eaux de surface du large sont toute l'année plus froides que celles du lagon. Une partie des eaux du large, déferlant sur le platier ou pénétrant par les hoa, arrive donc au contact d'eau plus chaude et aura tendance à s'enfoncer, remplaçant ainsi l'eau de fond du lagon. Ce processus a une grande importance pour la biologie des espèces qui vivent dans les zones les plus profondes du lagon, car l'eau océanique a été sursaturée en oxygène dissous au cours de son déferlement sur la crête récifale. Guilcher *et al.* (1969) ont d'ailleurs signalé dans l'atoll de Mopelia que, lors des périodes de calme où les apports d'eaux sont très faibles, il peut se produire des stratifications nettes de l'oxygène dissous avec diminution sensible de la teneur en profondeur ; cette stratification cesse dès que l'action des houles se fait sentir. L'action du vent sur le lagon est aussi prépondérante pour brasser les eaux issues de la barrière récifale et empêcher les processus de stratification. Von Arx (1954) observe de grandes différences dans les circulations verticales : sous l'influence du vent la couche de surface, entre 0 et 10 mètres, se déplace rapidement alors que la circulation est beaucoup plus lente pour la couche profonde ; quant aux circulations horizontales elles dépendent de la forme des cuvettes et de la direction du vent. En certains points du lagon prennent naissance des « upwellings » capables d'enrichir les couches superficielles en éléments provenant du fond. Il faut aussi noter que dans les zones de faible profondeur la turbulence de l'eau est capable de remettre en suspension pendant un certain temps des sédiments coralliens avec leurs populations benthiques et la matière organique qu'ils retiennent.

Il apparaît, en conclusion, que le renouvellement de l'eau dans l'atoll de Rangiroa est suffisamment important pour qu'il n'y ait pas formation d'eau dont les caractéristiques soient franchement différentes de celles du large. La salinité reste pratiquement inchangée et seul l'abaissement de température de 0,5 °C dans la zone des passes, s'il se révèle être un caractère permanent, serait le trait le plus marquant de l'action des échanges d'eaux.

PHYTOPLANCTON

1. — **Méthode.**

Les récoltes de phytoplancton ont été analysées par la classique méthode d'Utermohl (microscope inversé utilisé : Zeiss). Les échantillons sont examinés deux fois, dans deux cuves de sédimentation différentes, d'une part au grossissement 100 pour reconnaissance et comptage du « macrophytoplancton » (Diatomées, sauf les plus petites, rares dans nos échantillons, Dinoflagellés, sauf les petites formes d'*Oxyloxum* et petits Cymnodiniens, fréquents dans nos échantillons), d'autre part au grossissement 1000 pour le recensement du « microphytoplancton » (Coccolithophoridés, *Oxyloxum* sp., Gymnodiniens). Le détail de la technique et du matériel employé est décrit par DESROSIÈRES (1971). Compte tenu des conditions d'observation (microscope optique inversé) la détermination des Coccolithophoridés, sauf pour les espèces particulièrement reconnaissables (exemple : *Umbellosphaera irregularis*), doit être considérée comme purement indicative.

2. — **Extérieur.**

Tout autour du récif le phytoplancton présente les caractéristiques normales d'une flore tropicale pélagique. Le « microphytoplancton » est dominant avec les Coccolithophoridés, présents à raison de quelques milliers par litre, et les petits Péridiniens (Gymnodiniens et *Oxyloxum* cf. *variabile*). Selon les croisières, en mars d'une part, en septembre-octobre d'autre part, les espèces dominantes de Coccolithophoridés ont varié, mais au stade rudimentaire de la connaissance où nous nous trouvons, cela n'implique pas une relation de type saisonnier. En mars, *Coccolithus meteori* et *U. irregularis* dominent jusque vers 50 m ; au-delà *Gephyrocapsa oceanica* et *Coccolithus huxleyi* sont les plus abondants ; vers 150-200 m apparaissent, et sont parfois dominantes, les espèces d'ombre : *Deutschlandia* sp. et quelques espèces indéterminées. En septembre ces espèces se maintiennent à des densités de plusieurs centaines par litre, mais elles sont toutes supplantées par *Umbilicosphaera mirabilis* (ou *Cyclococcolithus sibogae*?) qui atteint plusieurs milliers par litre ; *U. mirabilis* reste important en octobre mais n'est plus dominant. Le « macrophytoplancton », malgré l'abondance des espèces représentées, est rare ; aucun phénomène d'efflorescence n'a été observé.

3. — **Intérieur.**

Les stations que, faute d'une pénétration profonde du navire dans le lagon, nous considérons comme représentatives de l'intérieur de l'atoll, ont fait apparaître deux situations totalement différentes en mars et en septembre-octobre. En mars, on assiste à l'épanouissement de trois espèces de « macrophytoplancton » : *Nitzchia* cf. *seriata*, *Rhizosolenia calcaravis* et *Exuviaella vaginula* (tableau 4) toutes les autres espèces étant pratiquement éliminées. En septembre-octobre le phytoplancton du lagon est composé d'éléments pélagiques, en particulier de Coccolithophoridés (parmi lesquels *G. oceanica* semble le plus tolérant), mais jamais en grand nombre. Les espèces mentionnées ci-dessus sont présentes en faible quantité, à côté de cette flore importée du large, qui paraît ne subsister qu'en l'attente de conditions favorables à leur efflorescence. Peuvent donc être considérées comme « lagunaires » les trois espèces *N.* cf. *seriata*, *R. calcaravis* et *E. vaginula* qui, au moins dans la région de Rangiroa aux époques de nos récoltes, sont absentes des eaux du large mais toujours présentes dans le lagon où elles peuvent manifester un exceptionnel développement. On peut adjoindre à ces espèces spécialement acclimatées aux conditions écologiques du lagon le Dinoflagellé *Ceratium massiliense*, qui, bien que jamais représenté par un très grand nombre d'individus, figure dans presque toutes les prises du lagon et jamais à l'extérieur du récif, sauf comme nous allons le voir, au niveau de la passe.

TABLEAU 4

RANGIROA 1, nombre de cellules phytoplanctoniques par litre pour les espèces prédominantes

RA 1		*E. vaginula*	*N. cf. seriata*	*R. calcaravis*
St. 12	0 m.....	500	500	500
	25 m.....	500	500	400
	50 m.....	200	Présent	300
	100 m.....	—	—	—
St. A	0 m.....	2 600	900	700
	5 m.....	2 800	700	500
	10 m.....	2 000	1 390	400
	15 m.....	3 600	1 100	500
St. B	0 m.....	3 200	1 900	400
	5 m.....	4 100	3 400	400
	10 m.....	3 800	3 900	500
	15 m.....	2 600	3 300	500
St. C	0 m.....	5 500	3 400	600
	5 m.....	7 300	4 200	1 800
	10 m.....	12.000	3 500	1 400
	15 m.....	11.500	3 900	1 300
	20 m.....	10.000	3 800	1 600

4. — **Échanges.**

Quelques observations portant sur le phytoplancton permettent de suivre le mouvement des eaux au niveau de la passe de Tiputa. La manifestation la plus nette est la présence jusqu'à 50 m en nombre assez important, à la station 12 de RA 1, à l'extérieur de la passe, des trois espèces en plein développement dans le lagon alors que l'échantillon prélevé à 100 m présente un caractère spécifiquement pélagique. Cette station a été occupée en courant sortant. Les deux couples de stations B'1 et B'2 de RA 2 et A''1 et A''2 de RA 3, occupées devant la passe à l'intérieur du lagon, présentent en courant rentrant les caractéristiques du large (dominance des Coccoliphoridés absence de *E. vaginula* et de *C. massiliense*), en courant sortant les caractéristiques du lagon (présence d'*E. vaginula* det de *C. massiliense*). De même dans l'échantillon de surface de la station 2 de RA 3, à l'extérieur de la passe, la forte densité de la matière organique et la présence de *C. massiliense* témoignent de l'influence lagunaire.

Les quelques indications bibliographiques sur le phytoplancton des lagons coralliens sont difficilement comparables entre elles car les prélèvements ont été réalisés avec des méthodes différentes ; MOTODA (1969) signale dans le lagon des Palau 1620 cellules/1 de diatomées après filtration sur un filet fin et 45000 cellules/1 après sédimentation. A partir de ce dernier chiffre et sous certaines hypothèses cet auteur estime la productivité du lagon à 0,08-0,09 gC/m²/jour et celle des eaux du large avoisinantes à 0,04 gC/m²/jour. JOHNSON (1949, 1954) travaillant avec un filet trouve dans l'archipel des Marshall un « standing crop » faible pour les lagons bien que supérieur à celui du large. Des efflorescences de *Rhizosolenia* sp. et *Chaetoceros* sp. dont la durée est de l'ordre de quelques jours ont été observées. MARSHALL (1968) dans le lagon de Wake peu profond avec forte influence océanique constate une concentration plus faible qu'au large et identifie une grande diversité d'espèces.

Ces quelques données, ajoutées à celles recueillies à Rangiroa, laissent supposer l'existence dans les lagons semi-fermés d'un phytoplancton à caractère particulier. Il se différencie de celui du large par la présence de quelques espèces particulièrement adaptées à ce biotope et capable

sous certaines conditions de présenter des phénomènes d'efflorescence courts mais très marqués. Il reste à déterminer si ces derniers sont en relation avec un cycle saisonnier où sont provoqués par les fluctuations des conditions météorologiques qui entraînent des différences notables dans les échanges d'eau avec l'océan. L'importance de ces efflorescences devra être prise en considération pour connaître la valeur exacte de la productivité d'un lagon pour laquelle l'estimation de MOTODA semble minimum.

ZOOPLANCTON

1. — **Biomasses** (tableau 5).

Les biomasses ont été évaluées par pesée humide après centrifugation suivant la méthode décrite par GRANDPERRIN et MICHEL (1969). Les organismes de grande taille présents accidentellement dans ces récoltes avaient été préalablement retirés.

Au cours du mois de mars, la moyenne obtenue pour les traits de jour, à l'extérieur du lagon, est de 9 mg/m³. Durant la nuit, l'apparition en surface de certains organismes, tels les Euphausiacés, qui sont de jour plus profonds, entraîne une augmentation jusqu'à 21 mg/m³ La moyenne pour 24 heures se situe donc autour de 15 mg/m³. Il n'apparaît pas de différence notable entre les valeurs des différentes stations autour de l'atoll. A l'intérieur du lagon, entre la passe de Tiputa et le Motu Paio (fig. 1), on constate un accroissement sensible de la biomasse qui atteint alors, pour les stations A et B, 71 et 78 mg/m³. La station 12 avec ses 14 mg/m³ est une station de transition entre les stations du lagon et celles du large. Quant à la station C, la valeur de la biomasse en surface est faible, analogue à celle trouvée à l'extérieur. Le rapport moyen biomasse intérieure sur biomasse extérieure avoisine 8, seule la valeur de jour ayant été retenue pour l'extérieur car les organismes présents de nuit dans les couches superficielles ne pénétrent qu'occasionnellement dans le lagon.

Au cours du mois de septembre la moyenne des traits de jour extérieurs s'établit à 7 mg/m³ pour 15 mg/m³ de nuit. La moyenne journalière de 12 mg/m³ est donc inférieure à celle observée en période estivale, ce qui pourrait s'expliquer, entre autre, par la différence de température des eaux de surface entre ces deux périodes provoquant des variations du méroplancton. Dans le lagon, au mouillage devant la passe d'Avatoru, on retrouve des valeurs de 74 mg/m³ au moment où le courant rentrant tend à faire pénétrer dans le lagon des eaux océaniques plus pauvres. Devant la passe de Tiputa les valeurs en biomasse sont très élevées, aboutissant à une moyenne de 799 mg/m³ à 3000 mg/m³ sans que la profondeur maximale d'immersion du filet paraisse jouer un rôle. Plus à l'intérieur du lagon la moyenne s'accroît encore puisqu'elle atteint 2750 mg/m³. Ces valeurs sont dues à des essaims de Salpes et d'Appendiculaires aussi le rapport moyen biomasse intérieure sur biomasse extérieure, qui avoisine 100, a peu de sens puisqu'il porte sur des organismes dont la teneur en eau est très différente. Cependant, sans pouvoir être chiffrée avec précision, la production secondaire semblait particulièrement forte à cette époque.

Les valeurs des biomasses pour les traits effectués dans la zone extérieure de la passe de Tiputa montrent nettement l'influence du lagon (fig. 2). Pour les stations les plus éloignées du courant de sortie on retrouve des valeurs analogues à celles observées autour de l'atoll, 11 mg/m³ pour la moyenne des stations 25 et 26, 16 mg/m³ pour la moyenne des stations 21, 22, 24 et 27. Par contre pour les traits réalisés très près de la passe, l'augmentation est sensible et la moyenne s'élève à 37 mg/m³. Le trait 31, situé dans la passe, a fourni une valeur de 58 mg/m³, intermédiaire entre les valeurs élevées du lagon et celles plus basses du large. L'influence du lagon se fait sentir surtout à l'ouest de la passe en relation probable avec la dérive due aux vents d'est. Les apports sont très rapidement dilués et, géographiquement, la zone modifiée quantitativement semble peu importante.

En l'absence de toute donnée sur la quantité de plancton que le lagon perd, chaque jour, par les passes, une estimation grossière a été tentée. En prenant comme intensité moyenne du

TABLEAU 5

Biomasse plancton (mg/m³)

RANGIROA 1		RANGIROA 2								RANGIROA 9					
St.	Bm.	St.	Bm.	St.	Bm.	St.	Bm.	St.	Bm.	St.	Bm.	St.	Bm.	St.	Bm.
1	10	1	26	16	5	31	58	C'_2	2040	A''1	149	A''_{16}	42	E''2	1925
2	7	2	23	17	6	A'_1	57	C'_3	3780	A''_2	142	A''_{17}	43	E''_3	409
3	8	3	10	18	7	A'_2	99	C'_4	3320	A''_3	35	A''_{18}	15	E''_4	112
4	8	4	13	19	14	A'_3	54			A''_4	49	A''_{19}	24	1	15
5	10	5	14	20	20	A'_4	99			A''_5	47	A''_{20}	26	2	7
6	16	6	14	21	15	A'_5	65			A''_6	47	A''_{21}	13		
7	30	7	12	22	17	B'_1	756			A''_7	6	A''_{22}	28		
8	18	8	10	23	20	B'_2	3100			A''_8	46	A''_{23}	17		
9	19	9	12	24	18	B'_3	300			A''_9	28	B''_1	89		
10	26	10	11	25	13	B'_4	135			A''_{10}	29	B''_2	444		
11	15	11	8	26	9	B'_5	720			A''_{11}	24	C''_1	421		
12	14	12	10	27	16	B'_6	1320			A''_{12}	19	C''_2	530		
A	78	13	10	28	42	B'_7	347			A''_{13}	15	D''_1	163		
B	71	14	5	29	19	B'_8	460			A''_{14}	9	D''_2	311		
C	11	15	5	30	71	C'_1	1850			A''_{15}	5	E''_1	2524		

$\overline{m}$ ext. jour = 8,5 mg/m³
$\overline{m}$ ext. nuit = 21 mg/m³
$\overline{m}_t$* = 15 mg/m³
$\overline{m}_{AB}$ = 74 mg/m³

$\overline{m}$ ext. jour = 7 mg/m³
$\overline{m}$ ext. nuit = 15 mg/m³
$\overline{m}_t$ = 12 mg/m³
$\overline{m}_{A'}$ = 74 mg/m³
$\overline{m}_{B'}$ = 890 mg/m³
$\overline{m}_{C'}$ = 2750 mg/m³

$\overline{m}$ ext. = 11 mg/m³
$\overline{m}$ A = 37 mg/m³
$\overline{m}$ B = 266 mg/m³
$\overline{m}$ C = 475 mg/m³
$\overline{m}$ D = 237 mg/m³
$\overline{m}$ E = 1 142 mg/m³

*m_t : moyenne sur 24 h.

courant de sortie 2 nœuds pendant 5 heures et en évaluant la section de la passe de Tiputa à 4000 m^3 on arrive à une sortie d'eau d'environ 74.10^6 m^3. La quantité de plancton trouvée dans la passe étant de 58 mg/m^3 on aboutit ainsi à une perte de 4,3 t de plancton humide par marée. Le courant rentrant diminue cette perte en ramenant dans le lagon une quantité de plancton que l'on évalue au 1/4 de ce qui était sorti. La perte globale est donc de 3,2 t pour la seule passe de Tiputa pendant une marée complète. En extrapolant ceci à la passe d'Avatoru et à une journée on arrive à un chiffre de 10 t/jour. Cette décharge du plancton lagunaire dans l'océan est probablement une des causes de la richesse particulière de cette zone en poissons. On peut rapprocher ce chiffre de la valeur relevée par FOURMANOIR (communication personnelle) concernant la capture des poissons d'intérêt commercial effectuée dans la passe d'Avatoru et qui est de l'ordre de 10 t/mois.

Au cours du mois d'octobre, les valeurs de biomasse à l'extérieur sont analogues à celles relevées en septembre montrant ainsi la stabilité du plancton côtier océanique. On retrouve toujours à l'intérieur du lagon des valeurs plus élevées allant de 37 mg/m^3 près de la passe à 475 mg/m^3 à la station C″ et 1242 mg/m^3 à la station E″.

Les biomasses zooplanctoniques des espèces capturées par le filet conique de 1 mètre de diamètre et de maille 2 sont donc nettement plus fortes à l'intérieur qu'à l'extérieur. Les variations d'abondance sont de faible amplitude autour de l'atoll, quelle que soit la saison, alors qu'elles semblent très importantes dans le lagon particulièrement en septembre et octobre.

La comparaison de ces résultats avec ceux de MICHEL (1969) pour l'atoll de Mururoa montre que les valeurs extérieures sont voisines puisque l'on obtenait respectivement 21 mg/m^3 pour les stations de jour dans la couche 0-50 mètres et 13 mg/m^3 dans la couche 0-300 mètres. Quant aux valeurs relevées dans ce dernier lagon, abstraction faite du poids des méduses, leur moyenne était de 151 mg/m^3 donnant un rapport avoisinant 7 avec le plancton extérieur de la couche 0-50 m. Ce rapport est donc très proche de celui obtenu en période estivale à Rangiroa.

2. — **Étude descriptive.**

Le plancton des abords de l'atoll et celui du lagon reflètent dans leur organisation et leur composition l'influence de la couronne récifale. Cette influence se manifeste : (1) physiquement par l'action de la structure propre du récif sur la répartition du plancton ; (2) biologiquement par la production abondante de formes méroplanctoniques issues des adultes benthiques ou nectoniques.

En effet, la notion de microbiotope est primordiale dans un récif dont les réseaux intracavitaires sont très développés (PERES et PICARD, 1969). Certains organismes sont capables de se rassembler en essaims denses dans les anfractuosités du récif pour éviter une luminosité trop forte ou échapper aux différents prédateurs. EMERY (1968) qui a effectué des prélèvements par pompage direct dans les mailles du récif a d'ailleurs mis en évidence un plancton qualitativement tout à fait différent de celui observé dans l'eau libre du lagon. Nous avons observé à plusieurs reprises, en plongée, des essaims particulièrement denses de Copépodes formant une sorte de manteau au-dessus des pâtés de corail et des bancs compacts de larves de poissons réfugiées dans les anfractuosités les plus sombres. Il en résulte, dans ce milieu particulier, une structuration de la biomasse planctonique qui n'existe pas au large et rend d'autant plus difficile l'évaluation qualitative et surtout quantitative des populations par les méthodes classiques de prélèvement. Quant aux organismes méroplanctoniques, ils restent la plupart du temps groupés aussi en essaims, leurs apparitions sont intermittentes et leur durée de vie très variable. Ils participent cependant de façon active aux réseaux trophiques et à la structure générale du plancton ; leurs besoins alimentaires ne seront satisfaits qu'aux dépens des populations phytoplanctoniques et zooplanctoniques permanentes ou encore aux dépens d'autres formes méroplanctoniques. Le maintien d'un holoplancton individualisé dans le lagon impliquera donc que sa productivité soit suffisante pour pouvoir répondre à cette demande, en sus de ses besoins propres.

2.1. — ZOOPLANCTON EXTÉRIEUR (tableau 6).

Outre l'évaluation de leur biomasse les récoltes ont seulement fait l'objet d'une étude qualitative rapide, sans comptage précis, dans le seul but d'obtenir une physionomie du plancton extérieur. La couche explorée ne dépasse pas 150 mètres. Aucune variation saisonnière n'a été mise en évidence. Pour l'holoplancton on constate, lors des traits de jour, une prédominance des Chétognathes (7 à 8 espèces) et des Copépodes (60 à 70 espèces) parmi lesquelles *Scolecithrix danae*, *Candacia oethiopica*, *Euchaeta marina* et *Coryceus* sp. sont les plus abondantes. Plusieurs espèces de Siphonophores et de Ptéropodes thécosomes se trouvent fréquemment dans les récoltes. Quant aux autres groupes ils sont représentés en plus faibles nombres. Les traits de nuit sont caractérisés par la montée en surface d'une quantité plus importante de Copépodes et par l'apparition d'Euphausiacés (plus de 10 espèces) et de Sergestides dans les eaux de surface. Aucun phénomène d'essaim particulièrement important n'a été noté lors des différentes investigations.

Le méroplancton montre une prédominance des larves de Crustacés divers, de zoés et mégalopes de décapodes et de larves de Stomatopodes. Lors des traits de nuit on note des apparitions massives d'Ostracodes qui, de jour, sont généralement au contact du fond.

Le plancton extérieur de la couche 0-150 mètres présente donc une physionomie très proche de celle d'un plancton océanique en équilibre qui, sous ces latitudes, présente peu de variations saisonnières (VINOGRADOV *et al.* 1970). De nombreuses espèces coexistent en mélange sans qu'aucune ne prédomine réellement. L'influence possible des organismes méroplanctoniques sur cet équilibre stable paraît faible car la superficie de la couronne récifale est somme toute, de peu d'importance comparée au volume des eaux du large. En outre, les eaux de surface entraînées par les vents dominants ne stagnent pas autour de l'atoll et les larves sont rapidement disséminées. Bien différente est la physionomie du plancton lagunaire.

2.2. — ZOOPLANCTON DU LAGON (tableau 6).

Au cours du mois de mars aux stations A et B les récoltes sont principalement constituées par deux Chétognathes, *Sagitta enflata* et *Sagitta oceania*, présents à des concentrations de 1 à 10/m³ et par un mélange de trois Copépodes *Undinula vulgaris*, *Chantocalanus pauper* et *Coryceus latus*, à raison de 65/m³. Il y a une prédominance très forte de la première espèce qui représente 98,5 % de l'effectif des Copépodes alors que les deux autres ne comptent respectivement que pour 1,1 % et 0,4 %. La station B présente en outre des Amphipodes, 12/m³ et un nombre important d'Ostracodes, 87/m³ (essaim monospécifique avec toutes les femelles porteuses d'œufs prêts à éclore) ; la présence dans le plancton de ces derniers organismes de jour est peu fréquente dans les lagons où ce groupe a tendance à vivre au contact des sédiments du fonds et à ne migrer en eau libre que pendant la période nocturne. A cette même station le Ptéropode *Creseis virgula conica* est récolté à raison de 5/m³. La station C, où seule une récolte de surface avait été effectuée montre la présence de *S. enflata*, et l'absence quasi totale des Copépodes. Le méroplancton est constitué par des zoés et des mégalopes pouvant atteindre la densité de 36/m³, par des larves de Stomatopodes et des larves de Crustacés divers. Larves et œufs de Poissons sont présents à des concentrations de 1 à 3/m³. Quelques autres groupes sont représentés par quelques unités, *Lucifer* sp., ophiopluteus. Aucune concentration particulière en matière organique n'est visible dans ces récoltes.

Début septembre, trois stations ont été occupées à l'intérieur du lagon : A′ et B′ situées respectivement devant les passes d'Avatoru et Tiputa et C' située plus à l'intérieur entre la passe de Tiputa et le Motu Paio. En A′ et B′ on retrouve les deux Chétognathes *S. enflata* et *S. oceania* à des densités de 3 à 100/m³ suivant les traits. Pour les Copépodes on trouve toujours U. *vulgaris* accompagné de *C. pauper*, *Calanus minor* et *C. latus* ce dernier toujours faiblement représenté. La proximité des passes introduit un certain nombre d'autres espèces. L'ensemble des Copépodes représente une densité variant de 31 à 225/m³. Les valeurs plus élevées, par rapport à celles de mars, observées pour ces espèces pourraient provenir en partie d'une technique de récolte différente ; en effet en mars les traits ont été faits obliquement bateau en marche, en septembre ils ont

TABLEAU 6

Espèces les plus fréquemment rencontrées dans le zooplancton

	Extérieur		Lagon
Chétognathes.....	*Pterosagitta draco* *Sagitta hexaptera* *Sagitta bipunctata* *Sagitta pacifica* *Sagitta enflata* *Sagitta oceania**		*Sagitta enflata* *Sagitta oceania*
Ptéropodes.....	*Creseis acicula clava* *Creseis virgula conica* *Creseis virgula virgula* *Diacria quadridentata* *Diacria trispinosa* *Euclio pyramidata* *Atlanta peroni*		*Creseis virgula conica*
Copépodes.....	*Scolecithrix danae* *Euchirella curticauda* *Undeachaeta plumosa* *Pleuromamma abdominalis* *Pleuromamma gracilis* *Pleuromamma xiphias* *Candacia elongata* *Candacia œthiopica* *Candacia spp.* *Paracandacia simplex* *Labidocera acutifrons* *Labidocera sp.* *Oithona plumifera* *Sapphirina sp.* *Nannocalanus minor* *Haloptilus longicornis* *Eucalanus sp.*	*Corycaeus sp.* *Euchaeta marina* *Euchaeta sp.* *Paraeuchaeta sp.* *Euchirella sp.* *Chirundina streetsi* *Copilia mirabilis* *Oncea spp.* *Heterorhabdus papiliger* *Chantocalanus pauper* *Euaetidus Giesbrechti* *Eucalanus attenuatus* *Lucicutia sp.* *Acartia spp.* *Oithona spp.* *Neocalanus robustior*	*Undinula vulgaris* *Chantocalanus pauper* *Calanus minor* *Corycaeus latus* *Copilia sp.*
Euphausiacés.....	*Stylocheiron carinatum* *Stylocheiron suhmii* *Stylocheiron microphthalma* *Stylocheiron affine* *Stylocheiron longicorne* *Stylocheiron abbreviatum*	*Euphausia brevis* *Euphausia tenera* *Euphausia paragibba* *Thysanopoda aesualis*	absence
Siphonophores.....	Plusieurs espèces		absence
Tuniciers.....	Plusieurs espèces		*Thalia democratica*** *Oikopleura rufescens* *Oikopleura longicauda*

* *Sagitta oceania:* d'après Dallot S. (communication personnelle) les *S. oceania* de Rangiroa diffèrent des *S. neglecta* de Madagascar par certains des caractères mis en évidence par Tokioka, cependant l'individualité de l'espèce *oceania*, dont on conservera le nom dans cette étude, vis-à-vis de *neglecta* pourrait être douteuse.

** *Thalia democratica:* formes solitaires et agrégées avec les palpes latéraux de l'ouverture atriale bifurqués distalement, probablement variété *orientalis* Tokioka.

été réalisés verticalement bateau mouillé et il est possible que ces derniers ramènent comparativement plus d'organismes que ceux effectués à plus grande vitesse.

Outre ces espèces, on observe un développement très important de l'Appendiculaire *Oikopleura rufescens*, mélangé à quelques individus d'*Oikopleura longicauda*, surtout en B' où un trait a révélé des densités de l'ordre de 2000/m³. Quelques Salpes *Thalia democratica* font leur apparition à des taux de 0 à 12/m³. Le Ptéropode *C. virgula conica* est présent en B' à raison de 103/m³. Liés aux Appendiculaires il faut signaler la présence dans les récoltes d'amas informes de matière organique. L'examen microscopique a révélé que ces amas étaient constitués par des logettes d'Appendiculaires où se distinguent très nettement deux filtres. Ces logettes rejetées s'accumulent en grand nombre et jouent le rôle de piège pour de nombreux organismes qui présentent des expansions aiguës. On y trouve en particulier de nombreuses cellules de *Chaetoceros* cf. *peruvianum* de grande taille (environ 100 cellules/m³), des Radiolaires, des echinopluteus et ophiopluteus. Le méroplancton présente à ces stations de grandes variations d'abondance avec une nette prédominance des zoés, mégalopes et larves de Crustacés divers. Les œufs de Poissons sont particulièrement abondants et atteignent en B' 172/m³.

La station C' plus à l'intérieur a une physionomie différente, elle est dominée par la présence de *T. democratica* à des taux de 340 à 850/m³ et de *C. virgula conica* à des taux de 600 à 1300/m³. Par contre, les Appendiculaires ont disparu et avec eux la matière organique en suspension. *S. enflata* est toujours présente à des densités de 1 à 10/m³ alors que *S. oceania* a fortement décru. La densité des Copépodes, dont la quasi-totalité est constituée par l'espèce *U. vulgaris*, est très faible par rapport à celle des stations A' et B' variant de 3 à 22/m³. Quant au méroplancton, il marque aussi une pauvreté générale.

Un mois après, début octobre, 4 stations B'' à E'' ont été occupées sur une radiale entre la passe de Tiputa et le Motu Paio. *T. democratica* prédomine toujours, son aire d'extension a progressé jusqu'à l'embouchure de la passe, les concentrations sont élevées atteignant 1300/m³ en E'' Les Appendiculaires sont présents en B'' avec 70/m³, ils diminuent en C'' et sont pratiquement inexistants en E''. Quant à *C. virgula conica* il ne présente plus que des densités de 37 à 55/m³ en B'' et C'' et de l'ordre de la dizaine en D'' et E''. Les espèces *S. enflata*, *S. oceania* et les 3 Copépodes sont toujours présents mais à des concentrations faibles, de 1 à 3/m³ pour les Chétognathes et de 2 à 41/m³ pour les Copépodes. Le méroplancton est constitué de larves de Décapodes et de divers Crustacés, 0 à 16/m³. La station A'', au niveau de la passe, est caractérisée par une abondance particulière en œufs de Poissons pouvant atteindre 163/m³ ; les zoés et mégalopes sont présentes à raison parfois de 46/m³. Les Salpes sont beaucoup moins abondantes qu'aux stations précédentes avec des densités de 0 à 33/m³. Les Appendiculaires sont faiblement représentés ainsi que *C. virgula conica*, de 0 à 17/m³.

Au total, le plancton du lagon de Rangiroa n'a été observé que sur la radiale Tiputa-Motu Paio et dans la zone proche des passes. L'absence de stations situées plus au centre du lagon ne permet pas d'acquérir une certitude quant à la physionomie exacte du plancton typiquement lagunaire. En effet, les mesures physiques ont montré que l'influence de l'eau océanique tout au moins par l'abaissement de température intéresse en période hivernale pratiquement toute la zone d'investigation et serait donc susceptible de provoquer certaines différences.

2.3. —

En résumé, peu d'espèces holoplanctoniques sont présentes dans le lagon en comparaison avec le large mais leur abondance est particulièrement élevée et elles présentent un certain caractère endémique. Les Chétognathes *S. enflata S. oceania* associés aux Copépodes *U. vulgaris* et *C. pauper* forment la base du plancton permanent récolté par le filet conique de 1 mètre, maille 2. Les restrictions méthodologiques ne permettent pas d'accorder une valeur significative aux variations observées pour ces espèces mais elles atteignent rarement la densité de 100/m³. En plus de ce fond commun, il y a lors de la période hivernale des poussées très importantes d'autres organismes, surtout des filtrants : c'est le cas de *T. democratica* de *C. virgula conica* et d'*O. rufes-*

cens qui ont atteint des densités pouvant dépasser 1000/m³. A signaler la relation qui semble exister entre l'abondance du macrophytoplancton en mars au moment où les organismes filtrants sont absents et sa pauvreté en septembre-octobre au moment où ils prédominent. Le méroplancton est dominé par la présence des stades zoes et mégalopes de Décapodes brachyoures et de larves de Crustacés divers dont la composition varie en relation avec les émissions de larves par les organismes du récif. Le seul fait remarquable est la présence dans les stations avoisinant la passe d'une densité élevée d'œufs de poissons à certaines époques. Cette abondance pourrait indiquer la présence d'une aire privilégiée de ponte, pour certaines espèces, en rapport avec l'action mécanique des courants dans cette zone.

3. — **Mélange lagon océan.**

Au niveau des voies d'échange, on peut s'attendre à trouver en mélange les populations du large et celles du lagon brassées par l'action des courants de marée. Ce mélange se manifeste nettement dans les récoltes des stations avoisinant les passes.

A l'intérieur du lagon, on trouve quelques Siphonophores et quelques Euphausiacés, constituants typiquement océaniques à cette époque. Suivant les sens du courant, les traits effectués en une même station A′, B′, A″, présentent une récolte proche soit de celles effectuées à l'intérieur du lagon, avec peu d'espèces relativement bien représentées, soit de celles du large avec en particulier un grand nombre d'espèces de Copépodes. Notons que cette action du large vers l'intérieur semble faible, elle n'est visible que pour les stations situées très près des passes et cesse dès que l'on pénètre dans le lagon ; les conditions particulières qui interviennent alors ne convenant pas au développement de la plupart des espèces océaniques.

Par contre, l'influence du lagon sur l'extérieur semble plus importante, d'abord en raison de la prédominance quantitative du plancton intérieur et aussi parce que ces espèces sont tout à fait capables de subsister à l'extérieur du lagon rentrant simplement en compétition avec les autres espèces océaniques.

Une étude plus détaillée de la zone extérieure de la passe de Tiputa (fig. 2) a été faite début septembre. Il s'avère que les traits 23 et 26 présentent des récoltes typiques du plancton océanique, par contre, tous les autres traits prouvent l'influence de la décharge du lagon et présentent en quantité importante des constituants plus typiquement intérieurs tels *S. oceania*, *S. enflala*, *U. vulgaris*, *C. virgula conica*, des Appendiculaires et aussi un grand nombre d'œufs de Poissons. L'influence est encore marquée au trait 22 déjà éloigné de la passe. La décharge du lagon se poursuit le long de la côte nord de l'atoll sous l'influence des vents dominants d'est. Ceci est matérialisé par la station 3 extérieure effectuée au mois de mars qui, bien que située loin de la passe, présentait dans sa récolte un fort pourcentage d'éléments propres au lagon alors que ceux-ci faisaient défaut pour toutes les autres stations extérieures. Il semblerait que les courants tourbillonnaires (fig. 6) de sortie d'eau du lagon soient capables d'isoler certaines lentilles d'eau qui conserveraient assez longtemps une individualité biologique.

4. — **Comparaison avec le plancton d'autres lagons des Tuamotu.**

Qualitativement et quantitativement le zooplancton du lagon et des abords extérieurs de Rangiroa paraît très proche de celui observé à Mururoa (MICHEL 1969). Les mêmes espèces *U. vulgaris*, *C. pauper*, *S. enflala* et *S. oceania* forment dans les deux cas la quasi-totalité de l'holoplancton permanent du lagon. Il apparaît aussi que certains groupes ne sont présents en quantité notable que par intermittence. C'était le cas à Mururoa pour les Cténophores et les Méduses en avril-mai 1967, pour *Linuche unguiculala* (méduse capable de recouvrir entièrement des portions du lagon sur une épaisseur de 20 centimètres) en février 68, et à Rangiroa, en septembre-octobre 1970, pour les Salpes, les Appendiculaires et les Ptéropodes qui, nous l'avons vu, formaient des

concentrations très importantes. Quelques groupes semblent avoir une préférence très nette pour les eaux du large ce sont les Euphausiacés et les Siphonophores.

Rose (1953) étudie quelques pêches réalisées avec un filet de maille 140-160μ dans les lagons voisins de Takapoto, Takaroa, Takume et Hikueru. Les Chétognathes *S. enflata* et *S. neglecta* (voir note 1 du tableau 5) sont présents ainsi qu'*U. vulgaris* et *C. latus*. *C. pauper* n'est pas signalé mais par contre trois autres espèces *Paracalanus parvus*, *Oithona nana* et *Calanopia minor* étaient parfois très abondantes. Leur absence dans les récoltes de Mururoa et Rangiroa est probablement due, pour les deux premières, à la maille du filet que nous avons employé : ces deux espèces sont de petite taille et doivent échapper à travers la maille de 333μ alors qu'elles sont collectées par celle de 150μ. Pour les Copépodes de petite taille on retrouverait aussi dans le lagon seulement 2 à 3 espèces bien représentées. Rose signale aussi *Labidocera acutifrons* qui a été collecté en très peu d'exemplaires à Mururoa et Rangiroa.

Ces différentes données et d'autres résultats non encore publiés (Renon : communication personnelle) tendent à prouver qu'il existe de grandes variations de population à l'intérieur d'un lagon et que des poussées phyto- ou zooplanctoniques de grande amplitude et de faible durée peuvent se produire. Ceci contraste grandement avec l'équilibre du plancton océanique et il paraît primordial d'essayer de dégager les facteurs responsables de ces phénomènes.

5. — **Équilibre de l'écosystème lagunaire.**

Au milieu de l'océan, un récif corallien et son lagon forment une entité tout à fait originale qui paraît très riche comparée aux eaux oligotrophes environnantes. En réalité, un atoll, dans son milieu aquatique, met en présence trois écosystèmes : l'écosystème océanique, l'écosystème récifal et l'écosystème lagunaire. Les deux derniers sont étroitement liés au premier et ne peuvent fonctionner en circuit fermé car le renouvellement de leur eau est assuré par l'eau océanique qui sera ensuite plus ou moins modifiée, lors de son passage sur le récif et dans le lagon, avant d'être restituée à l'extérieur par le système des passes. Aussi, il paraît impossible de parler de l'équilibre du plancton lagunaire en le dissociant de celui du plancton océanique et surtout de l'étude de la couronne récifale car de nombreuses relations lient ces trois systèmes.

La biocénose planctonique du large et le complexe biocénotique récifal à l'échelle d'une année se présentent comme des systèmes stables. A ces latitudes, les variations observées pour le plancton océanique sont faibles ; il n'existe pas de poussée saisonnière importante, l'apport des sels nutritifs se produisant par un mélange vertical permanent quasi-stationnaire (Vinogradov *et al.* 1970). La couronne récifale paraît immuable d'une saison à l'autre ne faisant que compenser les pertes dues aux assauts des houles du large. Outre les algues calcaires, cette couronne est dominée par l'association des zooxanthelles et des coraux, les premières vivant dans les tissus des seconds. Pendant longtemps les rapports exacts de cette association n'ont pu être précisés. D'après Yonge (1930, 1963) et Yonge et Nicholls (1931 a, 1931 b) le zooplancton océanique formerait l'essentiel des ressources alimentaires nécessaires à la croissance des coraux. Cependant Odum et Odum (1955), Sargent et Austin (1949, 1954), Kohn et Helfrich (1957) pensent que la faible quantité de zooplancton océanique des eaux adjacentes ne saurait être responsable des hautes productivités primaires évaluées par des bilans d'oxygène le long de radiales récifales. Pour ces auteurs ce seraient les zooxanthelles, et éventuellement des Chlorophycées endosquelettiques (Odum et Odum, 1955), qui joueraient le rôle principal dans l'association, fournissant aux Madréporaires directement ou indirectement les éléments nutritifs nécessaires.

Les travaux de Johannes *et al.* (1970) aux Bermudes concilient les deux théories et montrent que si la quantité de zooplancton recueillie au voisinage des coraux semble de très loin insuffisante pour satisfaire leurs besoins énergétiques, elle reste essentielle par l'apport qu'elle procure en éléments divers dont le plus important serait le phosphore. Ce dernier élément paraît particulièrement bien utilisé dans l'association car les zooxanthelles permettent son recyclage alors qu'en leur absence il serait rapidement excrété et perdu pour le complexe ; ce phénomène explique ainsi

qu'une faible quantité de zooplancton soit suffisante pour satisfaire les besoins des coraux. Cependant COLES (1969) a observé en aquarium que les besoins énergétiques de certains coraux étaient largement compensés par l'ingestion d'*Artemia salina* pendant une période de 10 heures. Il apparaît donc que c'est la quantité de zooplancton *in situ* qui limite l'action prédatrice des coraux et non leurs possibilités intrinsèques.

Autour de l'atoll de Rangiroa, la biomasse planctonique en place, récoltée avec le filet de maille 2, est faible mais il ne faut pas perdre de vue : (1) que la totalité du microzooplancton échappe à travers les mailles du filet utilisé ; (2) que les couches d'eau de surface entraînées par les vents dominants ne stagnent pas contre les bords du récif et que la biomasse en place est donc constamment renouvelée par un flux d'organismes du large, tant et si bien qu'en dépit d'un « standing crop » peu élevé la quantité totale disponible sur 24 heures sera beaucoup plus forte ; (3) que la structure alvéolaire du récif pourra jouer un rôle important en retenant dans ses mailles un plancton particulier qui échappe aux échantillonnages classiques (EMERY, 1968) mais participe aux réseaux trophiques.

Si des travaux ultérieurs semblent nécessaires pour préciser en différents lieux la part d'énergie exacte fournie par chacune des deux sources il apparaît, dès maintenant, qu'elles sont toutes les deux nécessaires. Il en résulte, de toute façon, une couronne de haute productivité primaire située entre le lagon et le large. En effet si les évaluations effectuées jusqu'à présent sur différents atolls montrent des variations importantes, 0,5 g C/m²/jour (SARGENT et AUSTIN, 1954), 9 g C/m²/jour (ODUM et ODUM, 1955), 7,5 g C/m²/jour (KOHN et HELFRICH, 1957), 3,7 g C/m²/jour (QASIM, 1970), elles sont toujours très nettement supérieures aux valeurs de productivité primaire obtenues dans les eaux tropicales du large et qui sont de l'ordre de 0,05 à 0,15 g C/m²/jour (RYTHER, 1963). Le renouvellement de l'eau du lagon se faisant en majeure partie par passage sur la couronne, l'influence de cette haute productivité risque d'être grande. Ainsi il paraît extrêmement difficile d'établir une frontière nette entre le récif et le lagon d'autant que les fonds proches et les pâtés de coraux disséminés dans le lagon constituent, en quelque sorte, des expansions de l'écosystème récifal à travers l'écosystème lagunaire.

Si les facteurs, proximité des fonds, luminosité, turbidité peuvent être invoqués pour expliquer le caractère particulier à tendance endémique du plancton du lagon et le faible nombre d'espèces qu'on y rencontre, ils sont très constants et ne sauraient être responsables des variations observées sur ces populations. Seul, le facteur entrée d'eau est susceptible, nous l'avons vu, de présenter de grandes fluctuations à court terme sous l'action des houles lointaines ou des conditions météorologiques locales ; l'eau qui pénètre par les passes reste de l'eau océanique et ce n'est que celle qui franchit par déferlement la barrière récifale qui pourra modifier ses caractéristiques biologiques et particulaires. C'est donc très probablement dans les variations d'interaction de l'eau océanique et de la couronne récifale qu'il faut rechercher la cause des fluctuations planctoniques dans le lagon.

Ces fluctuations se traduisent par des efflorescences et des poussées d'espèces au sein même des eaux du lagon et ne proviennent pas d'un apport extérieur d'organismes. Ce phénomène a donc obligatoirement pour origine un enrichissement des eaux soit en sels nutritifs soit en agrégats ou particules de matière organique rapidement reminéralisables ou directement assimilables. Or, dans le lagon, les échanges verticaux de grande amplitude ne peuvent exister et les seules sources d'apports en ces éléments sont : (1) l'eau océanique par les sels nutritifs qu'elle contient ; (2) la barrière récifale par les produits d'excrétion résultants des divers processus biologiques des organismes qui y vivent et par son action possible sur la formation d'agrégats à partir de matière organique minérale dissoute ; (3) les sédiments du lagon par la matière organique piégée et les populations de microorganismes qu'ils contiennent.

Dans les couches superficielles, l'eau océanique est autour de l'atoll pauvre en sels nutritifs, quoiqu'elle puisse s'enrichir partiellement sous l'action de remontées locales telle celle observée sur la côte sud de Rangiroa. L'importance de cette action doit donc être mineure pour l'équilibre du plancton lagunaire car, autrement, on observerait des fluctuations analogues sur les populations du pourtour extérieur immédiat.

Par contre, l'action de la couronne récifale semble être primordiale car elle modifie profondément la teneur de l'eau océanique qui la franchit en matière organique particulée. Cette constatation a été faite par MARSHALL (1965, 1968), JOHANNES (1967) et QASIM et SANKARANARAYANAN (1970). Ces particules, visibles à l'œil nu, réduisent considérablement la visibilité dans les lagons ; elles sont constituées de matière organique informe sur laquelle sont agglomérés des microorganismes, bactéries, ciliés, petits flagellés et diatomées (JOHANNES, 1967). Le mécanisme exact de leur formation est encore discuté, QASIM et SANKARANARAYANAN (1970) exposent les différentes théories proposées et il apparaît que les produits d'excrétion des organismes récifaux, déchets organiques, mucus, émission de zooxanthelles ou de substances solubles, pourraient être le facteur prépondérant. Cependant les agrégats que l'on trouve dans les eaux du lagon ne paraissent pas avoir quitté le récif immédiatement après leur formation car ils sont déjà fortement colonisés par les microorganismes (JOHANNES 1967). Il y a donc de grandes chances pour que ces agrégats transitent le temps nécessaire à leur colonisation dans le réseau intracavitaire du récif, dont l'importance a été signalée par PERES et PICARD (1969) pour les édifices récifaux, avant d'être rejetés dans le lagon.

L'action de la troisième source est complémentaire de la seconde car la matière organique piégée dans le sédiment, accompagnée des populations de microorganismes benthiques ou semi-benthiques qui y vivent, peut être remise en suspension sous l'action de fortes turbulences des eaux du lagon. Ce phénomène aboutira aussi à la formation de matière organique particulée susceptible d'être reprise par les organismes planctoniques.

Ces deux dernières sources constituent une sorte de production « paraprimaire » (PERES et PICARD 1969), et représentent très probablement la quasi totalité des apports pour le lagon ; la barrière récifale restitue par ce moyen une partie de l'énergie excédentaire qu'elle a fixée à partir de l'assimilation des zooxanthelles et de l'apport du zooplancton océanique. Les relations possibles entre les trois écosystèmes sont schématisées dans la figure 8.

En régime normal, une certaine quantité de matière minérale dissoute et de matière organique particulée est donc disponible pour l'entretien et l'évolution des populations du lagon et un certain équilibre tend à s'instaurer. Par contre, sous l'action de fortes houles, il pourra se produire une sorte de lessivage des différentes flaques du platier, d'ordinaire semi-closes, mais surtout du réseau interne du récif où peuvent s'accumuler les agrégats organiques. Les courants intracavitaires, créés par le passage de grandes quantités d'eau, provoqueront alors dans le lagon un apport massif de matière organique qui pourra après reminéralisation être mobilisée par le phytoplancton ou être utilisée directement par les organismes planctoniques. En effet, l'examen des contenus stomacaux des Copépodes observés à Eniwetok par JOHANNES (1967) a montré qu'ils étaient formés en majeure partie de bactéries mélangées à un matériel non identifiable et que le phytoplancton reconnaissable n'intervenait que pour moins de 1 %. D'autre part, les organismes filtrants, Appendiculaires et Salpes, semblent particulièrement bien adaptés pour les utiliser. Ce mécanisme provoquerait donc les fortes poussées observées et expliquerait que ce phénomène intéresse exclusivement les populations intérieures au lagon.

En conséquence la productivité du plancton du lagon sera évidemment bien différente suivant que l'on se trouve en période d'équilibre ou en période de fortes poussées. Pour Rangiroa, l'estimation grossière du rapport de la surface de la portion de la couronne récifale par dessus laquelle l'eau pénètre sur la surface du lagon est égale à 1/42. Si l'on admet pour valeur de la productivité primaire de la couronne une valeur moyenne de 4 g C/m²/jour, le lagon pour égaler égaler cette productivité n'aurait à fournir que 0,09 g C/m²/jour ce qui est l'ordre de grandeur des productivités normales des eaux océaniques de cette région. Il est probable que cette valeur est dépassée et que la productivité primaire globale des eaux du lagon est supérieure à la productivité primaire totale de la couronne récifale.

En conclusion, les apports d'eau extérieure semblent primordiaux pour expliquer la dynamique et les variations des populations phytoplanctoniques et zooplanctoniques d'un lagon, leur limitation conditionne le maintien d'un certain caractère d'endémicité et serait responsable des poussées observées. Les espèces récoltées semblent particulièrement adaptées au milieu lagunaire

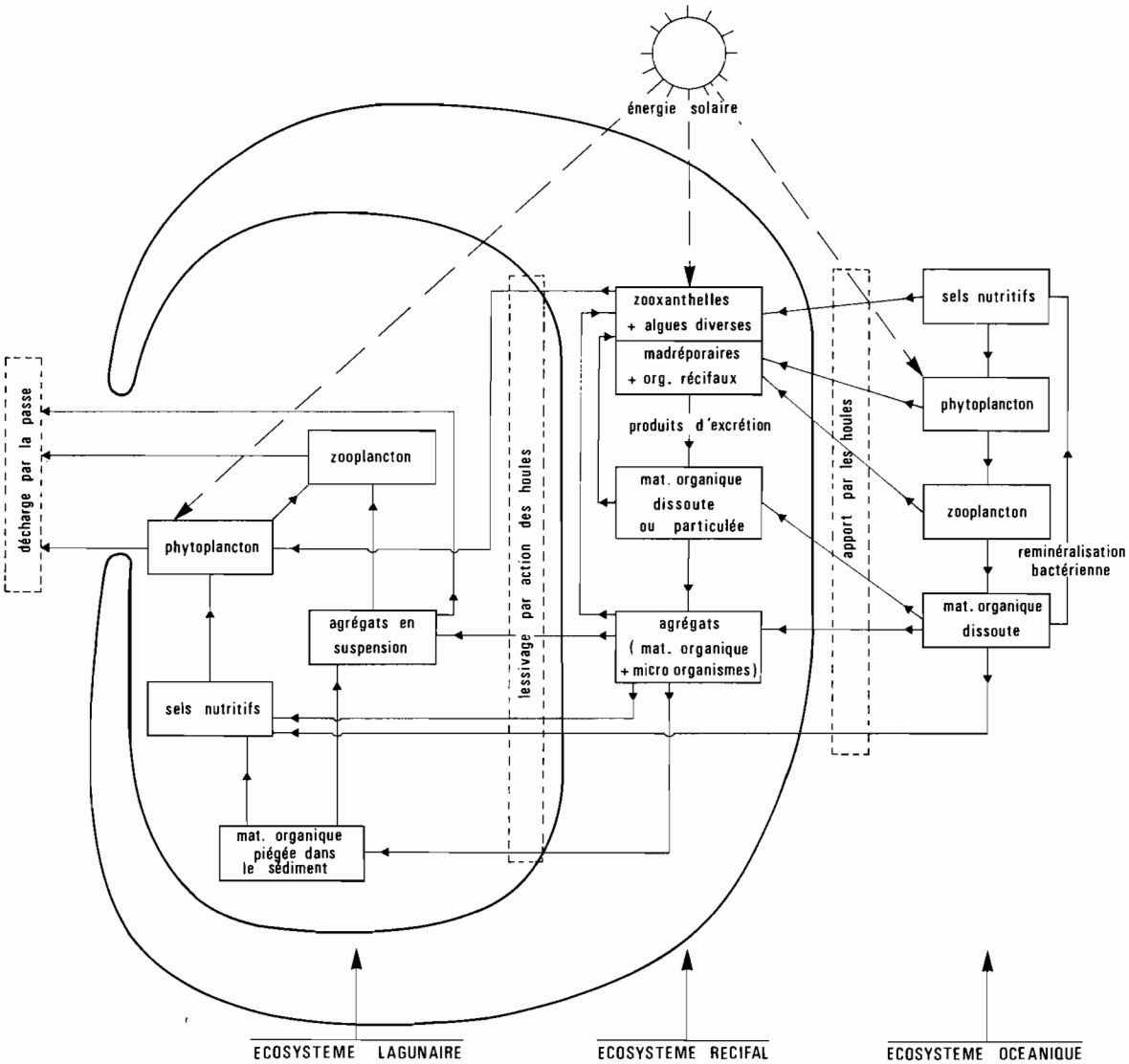


Fig. 8. — Schéma des transferts entre les trois écosystèmes : lagunaire, récifal et océanique.

et l'énergie initiale de l'écosystème du lagon provient, en grande partie, de l'écosystème récifal qui, par l'assimilation des zooxanthelles et l'utilisation d'une partie de l'énergie provenant de l'écosystème océanique, produit beaucoup plus qu'il ne consomme. En définitive, l'ensemble aquatique d'un atoll est constitué de deux écosystèmes en équilibre et d'un écosystème instable dont les variations seraient étroitement liées aux processus de renouvellement de l'eau.

Cette étude ne repose que sur quelques séries de prélèvements ce qui semble bien peu en raison des fluctuations observées. Il faudrait pouvoir connaître la périodicité, la durée et l'évolution exacte de ces phénomènes pour acquérir des certitudes quant à leur origine. Les quelques idées réunies ici demandent à être vérifiées par des mesures appropriées réalisées tout au long d'une année avec des moyens matériels adaptés à ce type particulier d'étude ; elles ne représentent pour l'instant que des hypothèses de travail et ne prétendent qu'à servir de point de départ à l'élaboration de futurs travaux.

Nous tenons à remercier MM. Dallot S., Fenaux R., Frontier S., et Gueredrat J. A., qui ont bien voulu déterminer pour nous certaines espèces.

Manuscrit reçu le 25 juin 1971.

LITTÉRATURE CITÉE

CHEVALIER (J. P.), M. DENIZOT (J. L.) MOUGIN (Y.) PLESSIS et (B.) SALVAT, 1969. — Étude géomorphologique et *bionomique* de l'atoll de Mururoa (Tuamotu). *Cahiers du Pacifique*, 12, 1-144.

COLES (S. L.), 1969. — Quantitative estimates of feeding and respiration for three scleractinian corals. *Limnol. Oceanogr.*, 14, 949-953.

COLIN (C.) (R.) DESROSIÈRES (R.) GRANDPERRIN, (A.) MICHEL, et (C.) OOUDOT, 1970. — Rapport de croisière n° 46 Centre O.R.S.T.O.M., de Nouméa.

DESROSIÈRES (R.), 1971. — Quelques stations de phytoplancton entre les Iles Tuamotu et les Iles Marquises (Océan Pacifique central). *Cah. O.R.S.T.O.M., Océano.*, IX, 2.

EMERY (A. R.), 1968. — Preliminary observations on coral reef plankton. *Limnol. Oceanogr.*, 13, 2, 293-303.

EMERY (K. O.), 1956. — Marine Geology of Johnston Island and its surrounding shallows, Central Pacific Ocean. *Bull. of the Geol. Soc. of Amer.*, 67, 1505-20.

GILMARTIN (M.), 1958. — Some observations on the lagoon Plankton of Eniwetok Atoll. *Pacific Sci.*, 12, 3, 31

GRANDPERRIN (R.) et (A.) MICHEL, 1969. — Évaluation des poids humides de micronecton après centrifugation. *Mar. Biol.*, 4, 2, 139-142.

GUILCHER (A.), (L.) BERTHOIS, (F.) DOUMENGE, (A.) MICHEL, (A.) SAINTREQUIER, et (R.) ARNOLD, 1969. — Les récifs coraliens de Mopelia et de Bora-Bora (Iles de la Société). *Mémoires O.R.S.T.O.M.*, 38.

HAUTESERRE (A. d'), 1970. — La température de la mer dans les atolls. *Mél. Mar.*, 68, 44-52.

JOHANNES (R. E.), 1967. — Ecology of organic aggregates in the vicinity of a Coral reef. *Limnol. Oceanogr.*, 12, 189-195.

JOHANNES (R. E.), (S. L.) COLES, (N. T.) KUENZEL, 1970. — The role of zooplankton in the nutrition of some scleractinian corals. *Limnol. Oceanogr.*, 10, 261-267.

JOHNSON (W. M.), 1949. — Zooplankton as an index of water exchange between Bikini Lagoon and the open sea. *Trans. of the Amer. Geophys. Union*, 30 (2), 238-44.

JOHNSON (W. M.), 1954. — Plankton of northern Marshall Islands *US. Geol. Surv. Prof. Pap.*, 260 F, 310-314.

KOHN (A. J.) and (P.) HELFRICH, 1957. — Primary organic productivity of a Hawaïan Coral reef. *Limnol. Oceanogr.*, 2-3, 241-251.

MARSHALL (H. G.), 1968. — Marine phytoplankton collected at Wake Island. *Hydrobiologia*, 32, 1-2, 145-149.

MARSHALL (N.), 1965. — Detritus over the reef and its potential contribution to adjacent waters of Eniwetok atoll. *Ecology*, 3, 343-344.

MARSHALL (N.), 1968. — Observations on organic aggregates in the vicinity of Coral reefs *Mar. Biol.*, 2-1, 50-54.

MICHEL (A.), 1969. — Plancton du lagon et des abords extérieurs de l'atoll de Mururoa. *Cahiers du Pacifique*, 13, 81-131.

MOTODA (S.), 1969. — An assessment of Primary productivity of a coral reef lagoon in Palau, Western Caroline Islands, based on the data obtained during 1935-37. *Rec. Oceanogr. works*, 10, 1, 65-75.

ODUM (H. T.) and (E. P.) ODUM, 1955. — Trophic structure and productivity of a windward coral reef community on Eniwetok atoll. *Ecol. Monogr.*, 25, 291-320.

PÈRES (J. M.) et (J.) PICARD, 1969. — Réflexions sur la structure trophique des édifices récifaux. *Mar. Biol.*, 3-3, 227-232.

QASIM (S. Z.) and (V. N.) SANKARANARAYANAN, 1970. — Production of particulate organic matter by the reef on Kavaratti atoll (Laccadives). *Limnol. Oceanogr.*, 15-4, 574-578.

QASIM (S. Z.), 1970. — Organic production of some communities on an atoll in the Laccadives. Symposium on Indian Ocean, Abstract nç 310.

ROSE (M.), 1953. — Quelques renseignements sur le plancton des Tuamotu. *Bull. Mus. Hist. Nat.*, 2° Ser., 25, 5, 456-462.

RYTHER (J. H.), 1963. — Geographic variations in productivity. *In* The Sea. Interscience Publishers New York-London, 2, 347-380.

SARGENT (M. C.) and (T. S.) AUSTIN, 1949. — Organic productivity of an atoll. *Am. Geophys. Union Trans.*, 30, 245-249.

SARGENT (M. C.) and (T. S.) AUSTIN, 1954. — Biologic Economy of Coral reefs. *U.S. Geol., Surv., Prof., Pap.*, 260-E.

VINOGRADOV (M. E.), (I. I.) GITELZON and (Yu. I.) SOROKIN, 1970. — The vertical structure of a pelagic community in the tropical Ocean. *Mar. Biol.*, 6, 187-194.

VON ARX (W. S.), 1954. — Circulation systems of Bikini and Rongelap lagoons Bikini and nearby atolls, Marshall Islands. *U.S. Geol. Surv. Prof. Pap.*, 260 B.

WELLS (J. W.), 1951. — The coral reefs of Arno Atoll, Marshall Islands. *Atoll Research Bull.*, 9, 15.

YONGE (C. M.), 1930. — Studies on the physiology of corals : I. feeding mechanisms and food. *Gl. Barrier Reef Exped.*, 1928-1929 *Sci. Rep.*, 1, 14-57.

YONGE (C. M.), 1963. — Biology of Coral reef. *Advan. Mar. Biol.*, 1, 209-260.

YONGE (C. M.) and (A. G.) NILHOLLS, 1931 A. — Studies on the physiology of corals IV. The structure, distribution and physiology of zooxanthellae. *Gl. Barrier Reef Exped.*, 1928-1929 *Sci. Repl.*, 1, 135-176.

YONGE (C. M.) and (A. G.) NICHOLLS, 1931 B. — Studies on the physiology of corals V. The effect of starvation in light and darkness on the relation shipbetween corals and zooxantellae. *Gl. Barrier Reef Exped.*, 1928-1929 *Sci. Rep.*, 1, 177-211.

DONNÉES SUR LA BONITE A VENTRE RAYÉ DANS LE SUD-OUEST PACIFIQUE

par M. LEGAND

RÉSUMÉ

L'étude porte sur un échantillonnage limité, fait à la traîne de 1956 à 1960 par l'ORSOM III le long des côtes de Nouvelle Calédonie et dans les régions voisines. Les bonites ont été observées en surface le long et à l'extérieur du récif barrière de Nouvelle Calédonie, jamais à l'intérieur. Elles furent également rencontrées moins rarement que les autres thons dans les eaux de surface éloignées des côtes. La distribution des tailles des captures présente un mode très net pour une longueur de 50 cm. Les bonites sont présentes toute l'année le long des côtes de Nouvelle Calédonie. Mâles et femelles sont à peu près également abondants. Les gonades en voie de maturation n'ont été observées qu'au-delà d'une longueur de 45-50 cm, principalement en janvier. Les gonades ne montrent aucun développement en automne et en hiver. Des juvéniles mesurant de 4 à 14 cm et même 25 cm ont été trouvés en nombre important dans les estomacs de thons à nageoires jaunes et de bonites à ventre rayé capturées à la traîne et à la longue ligne dans la région. Ils n'ont été trouvés dans les estomacs que d'août à février.

ABSTRACT

This paper deals with a limited sampling made with trolling lines from 1956 to 1960 by the O.R.S.T.O.M. research vessel ORSOM III along new caledonian coast and in neighbouring areas. Skipjacks were observed in surface waters mainly along the barrier reef and outside, never inside, but were less infrequently met in surface than yellowfin in the true pelagic areas. The coastal skipjacks have a modal size of 50 cm (standard length) and were present all the year round in this region. Sex ratio is very near of the unit. Riping gonads are found over 45-50 cm s. l., mainly in january. Any development of gonads was observed in autumn nor in winter. Juveniles from 4 to 14 cm and even 26 cm (s. l.) were found in great number in the yellowfin and skipjack stomach contents, as much for the trolling as for the long line fishes. They were present in these stomachs only from august to february.

L'ORSOM III exécuta de 1956 à 1960 de nombreux jours de pêche à la traîne. Il captura une assez grande quantité de thons à nageoires jaunes et un nombre plus réduit de bonites à ventre rayé (*Euthynnus pelamis* L.) ou skipjack. Ces pêches visant l'étude des thons à nageoires jaunes, les bonites prises incidemment sur les mêmes lieux de pêche, parfois dans les mêmes bancs, n'ont fait jusqu'à présent l'objet d'aucune publication même provisoire.

Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., vol. IX, n° 4, 1971 : 403-409.

I. *Répartition des captures dans le temps et dans l'espace*

Des bonites ont été capturées ou vues un peu partout le long de la Nouvelle Calédonie et des Iles Loyauté. Cependant *Euthynnus pelamis* n'a jamais été pris à l'intérieur du lagon néo-calédonien, hydrologiquement peu différent des eaux du large, alors que *Euthynnus alleteratus* (Raf.) y est abondant et que le thon à nageoires jaunes, *Thunnus (Neothunnus) albacares* (Lowe) pénètre parfois très loin à l'intérieur de ce lagon. Au-delà de quelques milles du récif extérieur et dans la région limitée par la Nouvelle Calédonie, les Hébrides et les Salomons, l'ORSOM III, qui avait toujours au moins quelques lignes de traîne en pêche, n'a rencontré que très rarement des Thunnidés en surface. Lorsque des bancs étaient aperçus, il s'agissait presque toujours de bonites à ventre rayé et souvent d'individus nettement plus grands que ceux généralement observés le long des côtes.

Dans le tableau 1 sont indiqués pour chaque mois de l'année : (1) le nombre J de jours de pêche dont le total, pour les cinq années d'observations, s'éleve à 146 ; (2) le nombre moyen N de bonites capturées par jour de pêche ; (3) à titre de comparaison le nombre N′ de thons à nageoires jaunes capturés simultanément. On constate que les bonites sont, comme les thons à nageoires jaunes, présentes toute l'année dans la région étudiée ici, mais que le nombre de celles que l'on capture à la traîne y est, en moyenne, quatre fois plus faible.

TABLEAU 1

Captures mensuelles de bonites (N) et de thons à nageoires jaunes (N′) en nombre d'individus par jour de pêche ; J, nombre de jours de pêche

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
N	1,4	6,7	1,0	1,7	8,0	—	2,6	1,6	0,3	0,7	1,3	1,0	1,6
N′	2,8	26,1	3,3	8,5	11,0	—	2,3	8,3	1,5	8,5	1,0	9,1	6,8
J	15	8	34	6	2	0	7	22	6	17	6	23	146

II. *Distribution des tailles*

La figure 1 représente la distribution des longueurs standard pour les bonites capturées sur les côtes néo-calédoniennes et dans le Sud-Ouest Pacifique, aux Nouvelles Hébrides et aux îles Gilbert. On notera surtout que la longueur de 40 cm est, pour la pêche à la traîne, la taille à la première capture. Les fréquences augmentent à partir de 45 cm et un mode très net existe de 49 à 51 cm, suivi de modes secondaires d'importance décroissante. La longueur standard de 50 cm correspond bien au maximum de fréquence caractéristique des pêches de surface, les bonites capturées à la longue ligne étant toujours de taille supérieure (MIYAKE, 1968). Il est intéressant de comparer les nombres de poissons capturés, répartis en classes de longueur de 3 cm, durant les deux périodes d'octobre à mars (été) et d'avril à septembre (hiver). Les valeurs qui figurent dans le tableau 2 ont été calculées à partir des résultats bruts ramenés à 30 jours de pêche par mois. Bien que la classe de 49 cm soit prédominante en toutes saisons, on constate durant l'hiver une abondance plus marquée des individus des classes inférieures (40 à 46 cm) et durant l'été une abondance plus grande des classes supérieures (52 à 64 cm). Si l'on admet que la majorité

des bonites pêchées à la traîne provient d'une seule classe d'âge, cette augmentation moyenne de la taille des captures correspondrait à la croissance linéaire de cette classe d'âge au cours de l'année.

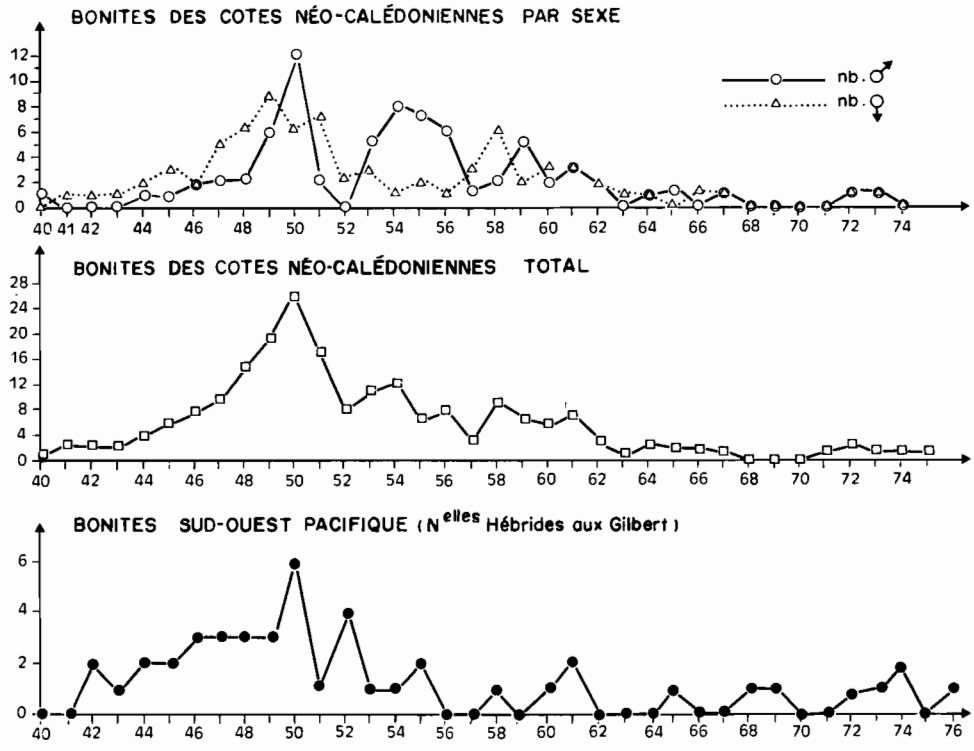


Fig. 1. — Répartition en taille (longueur standard en cm) des Bonites à ventre rayé, capturées à la traîne, par l'ORSOM III en Nouvelle-Calédonie et dans les régions avoisinantes.

TABLEAU 2

Nombre de bonites capturées pour des classes de taille de 3 cm, durant les saisons d'été et d'hiver

Nombre de poissons capturés	Classes de taille en cm								
	40	43	46	49	52	55	58	61	64
Été	0,5	3,5	6,9	13,8	7,5	3,5	4,6	2,9	0,3
Hiver	0,1	1,3	0,5	20,8	6,5	2,6	1,4	1,0	0,0

III. *Sex-ratio et maturation sexuelle*

La proportion de mâles était de 48 % pour 148 individus provenant de Nouvelle Calédonie et de 54 % pour 44 individus d'autres provenances. Le sex-ratio est donc très voisin de l'unité.

La maturation des gonades a été évaluées par un indice chiffré de 0 pour une gonade non ou peu développée, à 1 pour une gonade estimée proche de la maturité. Les valeurs intermédiaires retenues, 0,25-0,50-0,75, correspondent à des stades successifs de maturation. Les valeurs obtenues sur 148 individus, mâles et femelles de 40 à 60 cm, figurent dans le tableau 3. On constate que la valeur moyenne de l'indice augmente régulièrement avec la taille de 40 à 60 cm et que c'est

seulement à partir de 45 cm que des valeurs égales à l'unité ont été observées. Les bonites qui commencent à être capturées à la traîne à partir de 40 cm n'ont donc pas encore pondu ; elles commencent à le faire pour des tailles comprises entre 45 et 60 cm.

TABLEAU 3

Indice de maturation sexuelle en fonction de la taille des bonites (sexes réunis)

Indice de maturation sexuelle	Classes de taille en cm 40	45	50	55	60
0,00	3	6	5	0	0
0,25	2	17	14	4	0
0,50	1	2	6	5	5
0,75	1	17	19	22	7
1,00	0	2	2	3	5
Effectifs des classes.....	7	44	46	34	17
Valeur moyenne de l'indice.....	0,27	0,45	0,49	0,68	0,75

Dans le tableau 4, les indices de maturation de 153 individus de toutes tailles ont été regroupés par mois. Des valeurs moyennes supérieures à 0,50 se trouvent seulement durant la période d'été, de septembre à mars, avec un maximum en janvier. On peut donc, à un mois près, fixer en janvier la date moyenne des pontes dans la région étudiée.

TABLEAU 4

Indice de maturation sexuelle en fonction de la saison (toutes tailles et sexes réunis)

Indice de maturation	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
0,00	0	0	0	2	1	—	6	7	0	0	0	9
0,25	0	0	11	0	3	—	7	19	0	0	0	0
0,50	0	0	9	0	0	—	0	5	1	4	1	1
0,75	7	1	11	1	0	—	0	2	1	2	4	25
1,00	9	0	5	0	0	—	0	0	0	3	0	5
Effectif.....	16	1	36	3	4	—	13	33	2	9	5	31
Valeur moyenne de l'indice.....	0,89	0,75	0,57	0,25	0,19	—	0,13	0,27	0,62	0,72	0,70	0,78

Des gonades vides ont été observées assez fréquemment et Matsumoto a signalé de nombreuses larves de *E. pelamis* dans plusieurs échantillons de plancton prélevés par l'ORSOM III dans la région Nouvelle Calédonie - Loyauté - Nouvelles Hébrides. Une partie des pontes au moins doit donc se produire à proximité des lieux où les pêches à la traîne ont été faites.

IV. *Prédation des E. pelamis juvéniles*

P. FOURMANOIR a trouvé 59 *E. pelamis* juvéniles dans 373 estomacs de thons de longue ligne ou de traîne et 15 dans 55 estomacs de bonites mais aucun dans les estomacs de germons et d'*Alepisaurus* pourtant capturés en même temps que certains des thons à nageoires jaunes dont

les contenus stomacaux ont été étudiés. Ceci permet d'affirmer tout d'abord que les jeunes *E. pelamis* sont largement présents aussi bien dans les eaux proches des côtes (estomacs de *E. pelamis et de T. albacares* de traîne) que dans les eaux plus strictement pélagiques (*T. albacares* de longue ligne). En outre, on peut dire que la bonite à ventre rayé juvénile est une proie, occasionnelle certes, mais quantitativement assez importante dans le bilan annuel de l'alimentation du thon à nageoires jaunes et de la bonite à ventre rayé elle-même. Ces conclusions sont conformes aux analyses publiées par d'autres auteurs (Reintjes et King 1953, King et Ikehara 1956, Waldron et King 1963) qui, pour des régions différentes du Pacifique, citent des pourcentages globaux de bonites juvéniles atteignant en volume 5 à 10 % de la nourriture présente dans les estomacs de thons à nageoires jaunes et 22 % de celle des bonites à ventre rayé.

Nous avons vu que les germons, comme les *Alepisaurus* capturés en général plus profondément ne semblent pas consommer *E. pelamis* dont les jeunes se concentrent probablement dans la couche superficielle. Par contre, il faudrait sans doute ajouter les marlins à la liste des prédateurs, en particulier le marlin rayé et le marlin bleu, grands consommateurs de bonites dans le Pacifique central tout au moins (Strasburg 1969) (1).

Tableau 5

Distribution dans le temps et distribution en taille des bonites à ventre rayé juvéniles observées dans les estomacs de thons à nageoires jaunes et de bonites à ventre rayé (nombres entre parenthèses).

	Longueur totale en cm											
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	21-26
Août	4											
Septembre									2			
Octobre	15				(3)	(3)		(7)				
Novembre			(2)									
Décembre											1	
Janvier				3		2	9			1		3
Février à juillet	aucune bonite observée dans les estomacs											

Le tableau 5 indique la distribution dans le temps et la distribution en taille des *E. pelamis* juvéniles qui ont pu être mesurés dans les estomacs de thons àa nageoires jaunes et de bonites à ventre rayé capturées à la traîne ou à la longue ligne sur les côtes de Nouvelle Calédonie et dans les régions voisines. On notera l'absence de juvéniles dans les contenus stomacaux examinés durant la période de février à juillet. Sans doute des données sérieuses sur l'alimentation des marlins dans la région amélioreraient-elles nos connaissances, à cause de l'aptitude de ces prédateurs à capturer des bonites de plus grande taille et ainsi aurions-nous peut-être des renseignements sur les tailles qui nous manquent entre 26 et 40 cm. Quoiqu'il en soit le cycle entier de la bonite à ventre rayé parait bien se dérouler dans la région étudiée, au moins en ce qui concerne une partie du stock que l'on y pêche.

(1) Lors d'une station récente de pêche profonde sur les récifs extérieurs de l'Ile des Pins, Fourmanoir a trouvé des bonites à ventre rayé adultes dans 2 estomacs du requin *Hexanchus vitulus* Springer et Walker 1969, sur 6 examinés. Il est à noter que Forster *et al.* (1970), traitant de cette espèce, signalaient déjà que le seul estomac sur cinq examinés qui n'était pas vide contenait un *Euthynnus* (Océan Indien, Est de Diégo-Suarez). *H. vitulus* normalement profond semble donc pouvoir chasser en surface la nuit et le faire de façon très efficace en se groupant en meutes. La possibilité de cette prédation inattendue doit donc être ajoutée à celle des marlins.

CONCLUSION

Les données récentes sur la croissance des bonites à ventre rayé (BROCK *in* SHOMURA, 1966) indiquent que les plus petites que nous avons pêchées à la traîne étaient dans leur deuxième année. Ceci paraît concorder avec nos propres observations, notamment avec l'existence d'un maximum de pontes en janvier et de la maturité sexuelle atteinte pour une taille supérieure à 45 cm soit en gros au bout de deux ans. Aux îles Hawaï, une croissance de 45 à 60-65 cm correspondrait à peu près à une année d'existence (ROTSCHILD, 1965). Enfin des observations faites sur des individus marqués ont montré une croissance maximale de 4,36 kg en un an dans le Pacifique Central Nord (YAMASHITA et WALDRON, 1952) et de 2,7 kg dans les zones plus tempérées du Pacifique Est (SCHAEFER, CHATWIN et BROADHEAD, 1961). Un allongement annuel de l'ordre de 10 à 15 cm, correspondant à une augmentation de poids de l'ordre de 2,5 kg paraît en conséquence vraisemblable pour les classes de taille principalement pêchées à la traîne en Nouvelle Calédonie. On peut donc penser que les jeunes bonites nées au cours de l'été commenceraient à être capturées à la traîne en hiver l'année suivante, dans la zone côtière, alors qu'elles sont encore immatures. La majorité d'entre elles atteindrait sa maturité sexuelle vers deux ans, pour une taille moyenne d'environ 55 à 60 cm, et s'éloignerait vers le large dans le courant de l'été suivant. Ce schéma cohérent avec nos connaissances actuelles laisse subsister beaucoup d'imprécisions sur la biologie des bonites à ventre rayé dans le Sud Ouest Pacifique ; nous espérons cependant qu'il pourra servir à orienter les recherches sur cette espèce encore très mal connue.

Manuscrit déposé le 6 juillet 1971.

BIBLIOGRAPHIE

BROADHEAD (G. C.) et ORANGE (C. J.), 1960. — Species and size relationships within schools of Yellowfin and Skipjack Tunas, as indicated by catches in the eastern tropical Pacific Ocean. *Bull. Intern. Am. Trop. Tuna Comm.*, 4 (7) : 447-492.

BRUN (M.) et KLAWE (W. L.), 1968. — Landings of Skipjack and Yellowfin Tuna at Papeete Market (Tahiti). *Comm. Fish. Rev.*, 30, n° 4, Apr. 68 : 62-63.

FORSTER (G. R.), BADCOCK (J. R.), LONGBOTTOM (M. R.), MERRETT (N. R.), THOMSON (K. S.), 1970. — Results of the Royal Society Indian Ocean Deep Slope Fishing Expedition 1969. *Proc. Roy. Soc. London*, B, 175 : 367-404.

HIGGINS (B. E.), 1966. — Sizes of Albacore and Bigeye, Yellowfin, and Skipjack Tunas in the Major Fisheries of the Fisheries of the Pacific Ocean Thomas A. Manar (Ed). Proceedings of the Governor's Conference on Central Pacific Fisheries Ressources 1966 State of Hawaï, : 169-196.

JONES (S.) et SILAS (E. G.), 1963. — Synopsis of biological data on Skipjack *Katsuwonus pelamis* (Linnoeus) 1758 (Indian Ocean). FAO Fisheries Reports n° 6, 2, 663-694.

JOSEPH (J.) et CALKINS (T. P.), 1969. — Population dynamics of the Skipjack Tuna *(Katsuwonus pelamis)* of the eastern Pacific Ocean. *Bull. Inter. Am. Trop. Tuna Comm.*, 13 (1) : 1-273.

KING (J. E.) et IKEHARA (I. I.), 1956. — Comparative study of food of Bigeye and Yellowfin Tuna in the Central Pacific. *U.S.Fish and Wildlife Serv. Fisheries Bull.*, 108, 57 : 59-86.

KLAWE (W. L.) et MIYAKE (M. P.), 1967. — An annotated bibliography on the biology and fishery of the Skipjack Tuna *Katsuwonus pelamis* of the Pacific Ocean. *Bull. Inter. Am. Trop. Tuna Comm.*, 12 (4) : 137-363.

MIYAKE (M. P.), 1968. — Distribution of Skipjack in the Pacific Ocean based on records of incidental catches by the japanese longline tuna fishery. *Bull. Inter. Am. Trop. Comm.*, 12 (7) : 509-608.

NAKAMURA (E. L.), 1961. — The establishment and behaviour of Skipjack Tuna *(Katsuwonus pelamis)* in captivity. Pacific Tuna Biology conference Honolulu, August 1961. Manuscript, 23 pp.

NAKAMURA (E. L.) and UCHIYAMA (J. A.), 1966. — Length-Weight relations of Pacific Tunas Thomas A. Manar (Ed.). Proceedings of the Governor's Conference on Central Pacific Fisheries Ressources, State of Hawaï : 197-201.

ORANGE (C. J.), 1961. — Spawning of Yellowfin Tuna and Skipjack in the eastern tropical Pacific as inferred from studies of gonad development. *Bull. Inter. Am. Trop. Tuna Comm.*, 5 (6) : 457-526.

POSTEL (E.), 1963. — Exposé synoptique des données biologiques sur la bonite à ventre rayé *Katsuwonus pelamis* (Linn. 1758) (Atlantique et Méditerranée). FAO Fisheries Reports, n° 6, 2 : 515-537.

REINTJES (J. W.) et KING (J. E.), 1953. — Food of Yellowfin Tuna in the Central Pacifique. *U. S. Fish and Wildlife Serv. Fishery Bull.*, 81, 54 : 87-110.

ROBINS (J. P.), 1952. — Observations on the distriburion of Striped Tuna *Katsuwonus pelamis* L. in eastern Australian waters, and its relation to surface temperature. *Ausl. J. Mar. Pres. Wat. Res.*, 3, n° 2 : 101-110.

ROTSCHILD (B. J.), 1965. — Hypothesis on the origine of exploited Skipjack Tuna *(Katsuwonus pelamis)* in the eastern and central Pacific Ocean. *U.S.Fish and Wildlife Serv. Sp. Scient. Rep. Fisheries*, 512 : 1-20.

SCHAEFER (M. B.), CHATWIN (B. M.) et BROADHEAD (G. C.), 1961. — Tagging and recovery of Tropical Tunas 1955-1959. *Bull. Inter. Am. Trop. Tuna Comm.*

SCHAEFER (M. B.) et ORANGE (C. J.), 1956. — Studies of the sexual development and spawning of Yellowfin Tuna: *(Neothonnus macropterus)* and Skipjack *(Katsuwonus pelamis)* in three areas of the eastern Pacific Ocean, by examination of gonads. *Bull. Inter. Am. Trop. Tuna Comm.*, 1 (6) : 282-349.

SHOMURA (R. S.), 1966. — Age and growth studies of four species of Tunas in the Pacific Ocean. Thomas A. Manar (Ed.). Proceedings of the Governor's conference on Central Pacific Fishery Ressour;es, State of Hawaï : 203-220.

STRASBURG (D. W.), 1969. — Billfishes of the Central Pacific Ocean. *U.S. Fish and Wildlife Serv. Ciro.*, 311 : 1-11.

UCHIDA (R.), 1966. — The Skipjack Tuna Fishery in Hawaï. Thomas A. Manar (Ed.) Proceedins, Governor's conference on Central Pacific Fishery Resources, State of Hawaï : 147-159.

WALDRON (K. D.), 1963. — Synopsis of biological data on Skipjack *Katsuwonus pelamis* (Linnoeus 1758) (Pacific Ocean). Fao Fisheries Reports, n° 6, 2 : 695-748.

WALDRON (K. D.), 1964. — Fish Schools and bird flocks in the Central Pacific Ocean 1950-1961. *U.S. Fish. Wilds Serv. Spec. Sci. Rep.* (464) : 1-20.

WALDRON (K. D.) et KING (J. C.), 1963. — Food of Skipjack in the Central Pacific. FAO Fisheries Reports, n° 6, 3 : 1.431-1.457.

YAMASHITA (D. T.) et WALDRON (K. D.), 1959. — Tagging Skipjack in Hawaian waters. *Pacif. Sci.*, 13, (4) : 342-347.

NOTE SUR LES PUERULUS DE PALINURIDAE ET LES LARVES PHYLLOSOMES DE PANULIRUS HOMARUS (L)

CLEF DE DÉTERMINATION DES LARVES PHYLLOSOMES RÉCOLTÉES DANS LE PACIFIQUE ÉQUATORIAL ET SUD-TROPICAL (DÉCAPODES)

par A. MICHEL*

ABSTRACT

The puerulus *of* Palinuridae *collected in the south tropical and equatorial Pacific area were related to the species* Palinurellus wieneckii, Panulirus longipes femoristriga, Panulirus penicillatus, Panulirus homarus *and* Panulirus versicolor. *Identification of the phyllosoma larvae of* Panulirus homarus *is provided and key is given for the 14 different species of phyllosoma larvae found in the area.*

RÉSUMÉ

Les puerulus *de* Palinuridae *récoltés dans le Pacifique tropical sud et équatorial ont été attribués aux espèces* Palinurellus wieneckii, Panulirus longipes femoristriqa, Panulirus penicillatus, Panulirus homarus *et* Panulirus versicolor. *L'identification présumée des larves phyllosomes de* Panulirus homarus *a été donnée et la clef de détermination des larves phyllosomes récoltées dans la région a été établie.*

INTRODUCTION

Les caractères génériques d'identification des puerulus de Palinuridae ont été définis par GORDON (1953) pour les genres *Justitia* Holthuis, *Palinurus* Fabricius, *Jasus* Parker et *Panulirus* White ; en outre, pour ce dernier genre, SHRINIWAS DESHMUKH (1966) a établi une clef de détermination de différentes espèces. Lors des récoltes micronectoniques effectuées par le laboratoire d'Océanographie du centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa, quelques puerulus ont été capturés : ils appartiennent aux genres *Palinurellus* (Von Martens) et *Panulirus* et représentent cinq espèces distinctes.

La présence de puerulus de *Panulirus homarus* (L.) laisse supposer que cette espèce se trouve, dans le secteur indo-pacifique, en des lieux où jusqu'à présent elle n'avait pas été signalée. Ce fait la replace parmi les adultes possibles de la série des larves phyllosomes attribuée à *Panulirus penicillatus* (Olivier) par PRASARD et TAMPI (1959) puis à *Panulirus versicolor* (Latreille) par

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

Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., vol. IX, n° 4, 1971 : 459-473.

MICHEL (1969) sur des considérations de fréquence respective larves-adultes. L'attribution à *P. homarus* est confirmée par la récolte de larves identiques à celles de la série précédente autour des îles Marquises, où cette espèce est abondante alors que *P. versicolor* est absente, et surtout par les caractères anatomiques d'un dernier stade phyllosome sur le point de muer.

Les travaux récents de JOHNSON (1968, 1968 a, 1968 b, 1969, 1970, 1971), de JOHNSON et ROBERTSON (1970), de ROBERTSON (1969, 1969 a, 1969 b) et de MICHEL (1968, 1969, 1970) permettent désormais l'identification de la plupart des larves phyllosomes. Aussi, une clef de détermination a été établie pour celles récoltées dans la zone du Pacifique équatorial et sud tropical.

I. Puerulus de Palinuridae

Le stade puerulus fait suite, après métamorphose, au dernier stade phyllosome. Il correspond au passage de la vie planctonique à la vie benthique : en effet, les puerulus qui viennent de muer sont capables de nager librement puisqu'on les récolte en pleine eau mais, aussitôt placés en aquarium, ils ne tardent pas à chercher refuge sur les supports mis à leur disposition. Ces puerulus sont complètement transparents à l'exception de zones pigmentées sur les flagelles antennaires ; leur morphologie générale est très proche de celle des adultes mais les caractères spécifiques ne sont pas encore apparus : en particulier, la spinulation de la carapace et de la face dorsale du somite antennulaire n'est qu'à l'état d'ébauche et tous les somites abdominaux sont lisses, sans traces de sillons tergaux transversaux.

Au total, 21 puerulus ont été récoltés et la métamorphose de deux d'entre eux en post-puerulus a été observée (Tableau 1). 18 présentent les caractères distinctifs du genre *Panulirus* tels qu'ils ont été définis par GORDON (1953), les 3 derniers se rattachent au genre *Palinurellus*.

TABLEAU 1

Caractéristiques des stations 0ù les *Puerulus* ont été récoltés

Espèce	Stade	Nb.	Date	Lieu de capture	Engin utilisé	Profond. (mètres)
P. wieneckii.....	puerulus	1	mars 1968	Archipel Tuamotu	IKMT 10*	0-300
P. longipes.....	puerulus	2	11.1.62	Mer de Corail	IKMT 5	0-150
	puerulus	2	29.4.70	N^{lle}-Calédonie	Chalut pélagique	0-150
	post-puerulus	2	—	—	élevage	—
P. penicillatus.....	puerulus	I	10.6.62	Mer de Corail	IKMT 5	0-150
	puerulus	5	2.8.57	archipel des Loyautés	contenu stomacal de thon	—
	puerulus	1	13.6.67	00°00 170°00 E	IKMT 10	0-1200
	puerulus	1	mars 1968	archipel Tuamotu	IKMT 10	0-300
P. homarus.....	puerulus	1	4.11.62	Océan Indien Est	IKMT 5	0-150
	puerulus	2	5.4.63	Océan Indien Est	IKMT 5	0-150
	puerulus	1	14.6.67	02°07′ S 170°00E	IKMT 10	0-1)00
		1	?	N^{lle}-Calédonie	contenu stomacal de thon	
P. versicolor.....	puerulus	1	13.6.67	00°00 170°00 E	IKMT 10	0-1200
	puerulus	1	mai 1968	archipel des Loyautés	bloc de corail	2

* IKMT 10 : chalut pélagique Isaacs Kidd 10 pieds.

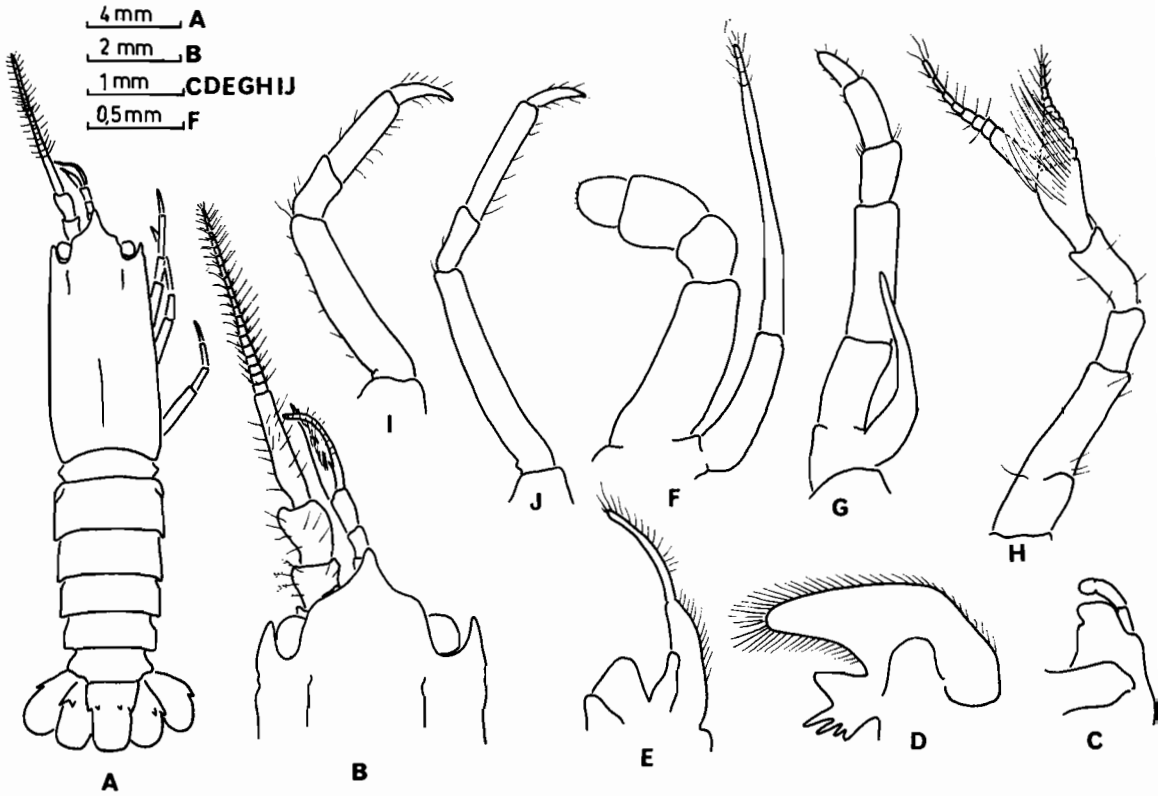


Fig. 1. — Puerulus de *Palinurellus wieneckii :* A, vue dorsale ; B, partie antérieure de la carapace ; C, mandibule ; D, maxille ; E, premier maxillipède ; F, deuxième maxillipède ; G, troisième maxillipède ; H, antennule ; I et J, péréiopode 1 et 2.

1.1. **Puerulus de Palinurellus wieneckii (de Man)** (fig. 1 ; A à J).

Les 3 puerulus récoltés sont identiques. Ils se distinguent immédiatement des puerulus de *Panulirus* par l'absence d'épines supraorbitales et dorsales sur la carapace, par la présence d'un rostre très développé et par des antennes et antennules courtes. Ils se rattachent, sans solution de continuité, au dernier stade des larves phyllosomes de *P. wieneckii* décrites par Michel (1970) pour cette même zone.

Description :

La carapace est de forme générale rectangulaire. Elle se termine antérieurement par deux fortes épines latérales et porte un rostre important qui recouvre le somite ophtalmique ; l'apex du rostre dépasse le niveau du 2e segment du pédoncule antennaire. Aucune autre épine n'est visible. A l'arrière du rostre de faibles carènes se distinguent portant de légères protubérances. Le bord externe des épines antérolatérales et le bord latéral du rostre présentent aussi de petits tubercules. L'abdomen possède des segments lisses sans sillons médians. Les pleures des segments 2, 3 et 4 se terminent par des épines postérolatérales et présentent des bords ventraux et postérieurs denticulés qui portent des soies courtes. Le telson et les uropodes sont normaux, bordés de soies sur tout leur pourtour.

Les yeux sont insérés à angle droit par rapport à l'axe longitudinal et sont englobés entre les épines antéro-latérales et le rostre. Les pédoncules antennaires et antennulaires sont de

même longueur. Les flagelles de l'antenulle sont courts, leur longueur est égale à la demi-longueur du pédoncule, l'externe est très large et possède de nombreuses soies sensorielles. Le segment basal de l'antennule est plus long que les deux autres réunis.

La longueur totale de l'antenne est à peine égale à la moitié de la longueur du puerulus. Le flagelle antennaire est court. Son apex est pointu. Le pédoncule est robuste, les segments se terminent antérieurement par des lobes.

Le sternum thoracique ne présente aucune épine à la base des péréiopodes et les angles postéro-latéraux des différents somites sont arrondis. La mandibule est aplatie et présente un palpe où l'on voit très nettement l'amorce de 3 segments, le maxille comprend un endopodite en forme de main avec ses bords pourvus de petites soies. Le premier maxillipède présente un flagelle allongé et une partie distale aplatie portant sur son bord externe une série de soies, l'endopodite est bilobé. Le deuxième maxillipède, dont les segments sont élargis, possède un exopodite avec un long flagelle. Le troisième maxillipède est allongé et présente un exopodite dont l'extrémité atteint le milieu du merus.

Le péréiopode 1 est plus court que les 3 suivants et ses segments sont plus robustes ; ce caractère s'accentue chez l'adulte. Aucune paire de pléopodes n'est visible sur le premier segment abdominal ce qui, selon Holthuis (1965), semblerait indiquer que les spécimens sont des mâles.

Distribution :

Ces 3 puerulus ont été récoltés dans la zone de l'archipel des Tuamotu au même endroit que des larves phyllosomes identiques à celles décrites par Michel (1970) pour la zone du Pacifique sud-ouest. Ceci accroit considérablement la zone d'extension de l'espèce qui, dans le Pacifique, n'avait pas été signalée ailleurs que dans les Iles Carolines (Holthuis, 1965).

1.2. **Puerulus de Panulirus.**

Les 14 puerulus de ce genre représentent 4 espèces distinctes qui sont *P. longipes femoristriga* (Von Martens), *P. penicillatus* (Olivier), *P. homarus* (L.) et *P. versicolor* (Latreille). Pour cette dernière espèce l'attribution devra être confirmée car il existe de légères différences avec les puerulus décrits par Calman (1909) et Gordon (1953). Ces puerulus sont très voisins ou identiques à des formes déjà décrites pour certaines espèces du genre ; on ne notera ici que les caractères qui permettent leur séparation et leur identification spécifique. Les différentes mensurations ont été rassemblées dans le tableau 2.

1.2.1. Panulirus longipes femoristriga (Von Martens) (fig. 2, A à G).

L'identification spécifique a été obtenue par maintien en aquarium et obtention du post-puerulus où les caractères adultes apparaissent nettement.

Description du puerulus :

La carapace présente, outre les 2 fortes épines supra-orbitales et les antéro-latérales, 3 paires de spinules ; la première paire se situe en arrière des épines supraorbitales, la deuxième paire est en position latérale en arrière des yeux, la troisième se situe à l'amorce des carènes latérales ; des spinules en formation se distinguent dans la région gastrique ; la carène centrale est peu visible bordée dans sa partie antérieure par l'ébauche de 3 paires de spinules ; les segments abdominaux sont lisses dépourvus de sillons transversaux ; l'antennule dépasse à peine le pédoncule antennaire, son pédoncule est allongé, la longueur du segment basal est légèrement inférieure à la somme des deux autres segments, la partie proximale de ce segment présente un statocyste très visible ; la longueur de l'antenne est égale à une fois et demi la longueur totale du corps, l'extrémité du flagelle est pigmenté en brun et se termine en pointe, le pédoncule ne présente aucun caractère particulier ; le sternum thoracique porte sur le dernier somite des épines postéro-latérales faibles ; le deuxième maxillipède possède un exopodite allongé dont l'extrémité atteint

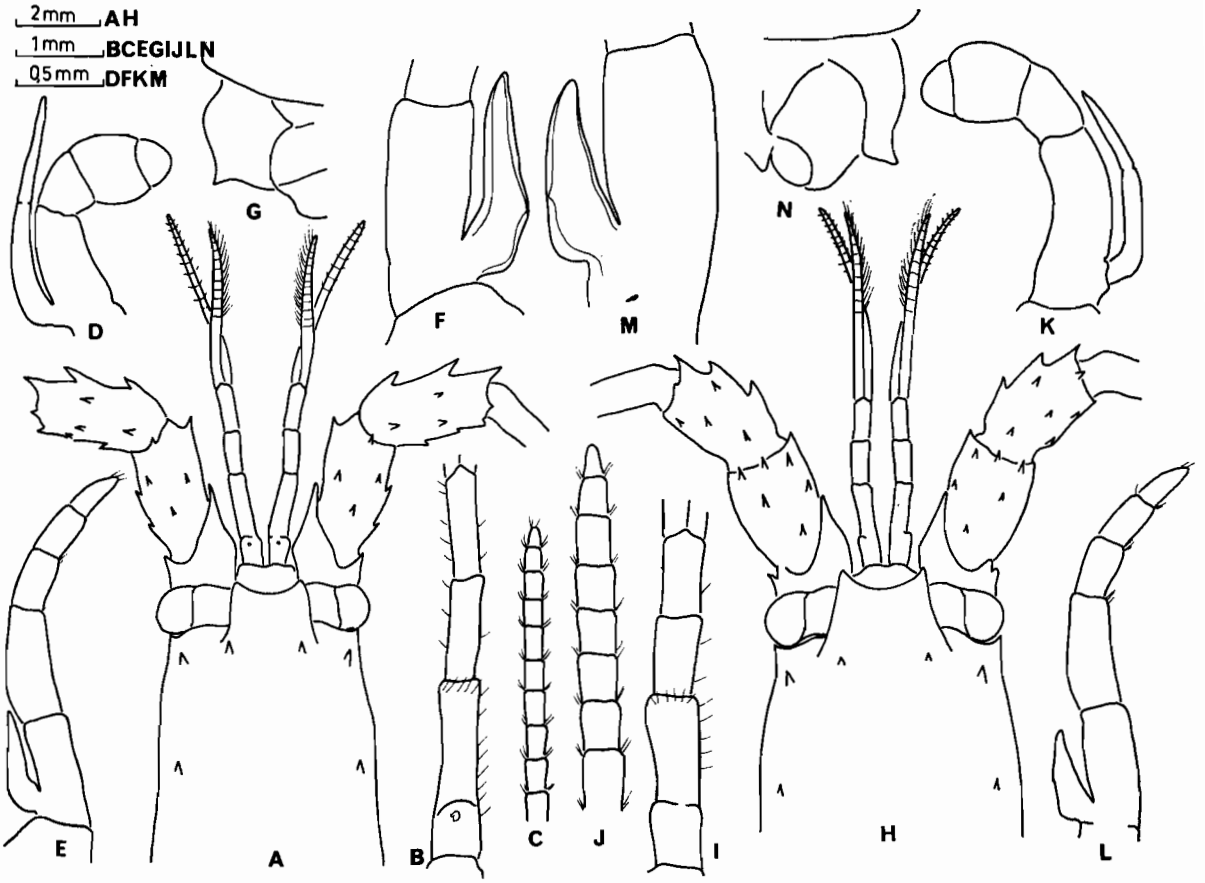


Fig. 2. — Puerulus de *Panulirus longipes femoristriga:* A, partie antérieure de la carapace ; B, antennule ; C, apex de l'antenne ; D, deuxième maxillipède ; E et F, troisième maxillipède et détail de l'exopodite ; G, extrémité postérieure du sternum thoracique (vue latérale). Puerulus de *Panulirus penicillatus:* H, parie antérieure de la carapace ; I, antennule ; J, apex de l'antenne ; K, deuxième maxillipède ; L et M, troisième maxillipède et détail de l'exopodite ; N, extrémité postérieure du sternum thoracique (vue latérale).

presque la base du dactyle ; le troisième maxillipède présente à la base de l'ischium un exopodite dont l'apex dépasse nettement l'articulation ischiomérale ; le péréiopode 1 est plus court que les deux qui le suivent mais ne présente aucun élargissement des segments.

Post puerulus :

La longueur totale a peu varié mais les caractères essentiels de l'adulte qui sont la paire d'épines sur le somite antennulaire et les sillons tergaux transversaux sur l'abdomen sont apparus ; antennules et antennes ont nettement grandi en proportion du corps et les épines postéro-latérales thoraciques ont disparu. La pigmentation s'est développée mais la coloration est très différente de celle atteinte par l'adulte. La teinte générale est marron avec des zones blanchâtres ; la base de l'antenne présente une bande violette, les segments pédonculaires sont roses et le flagelle est marron avec 5 bandes blanches ; l'antennule présente dorsalement 1 tache blanche à l'extrémité du segment basal et dans la partie antérieure du segment distal du pédoncule, le flagelle externe se termine par une zone blanche et le flagelle interne présente deux bandes blanches sur fond marron ; la carapace présente d'avant en arrière, une zone marron puis, une zone blanche légèrement rose dans sa partie médiane, une deuxième zone marron puis une zone blanchâtre

avec un liseré marron situé sur le bord median postérieur ; l'abdomen est marron à l'exception d'une zone longitudinale blanche qui débute sur le 1er segment et se termine au milieu du 5e segment, sur les 2e et 3e segment on distingue un point médian marron ; le telson et les uropodes sont blancs dorsalement et orange vif ventralement, les péréiopodes présentent des bandes alternées blanches et marrons.

Les puerulus de *P. longipes* se distinguent de ceux de *P. versicolor*, *P. japonicus*, *P. homarus*, *P. polyphagus* et *P. ornatus* par la présence de l'exopodite sur le troisième maxillipède. Ils possèdent ce caractère en commun avec ceux de *P. penicillatus* décrits ci-dessous.

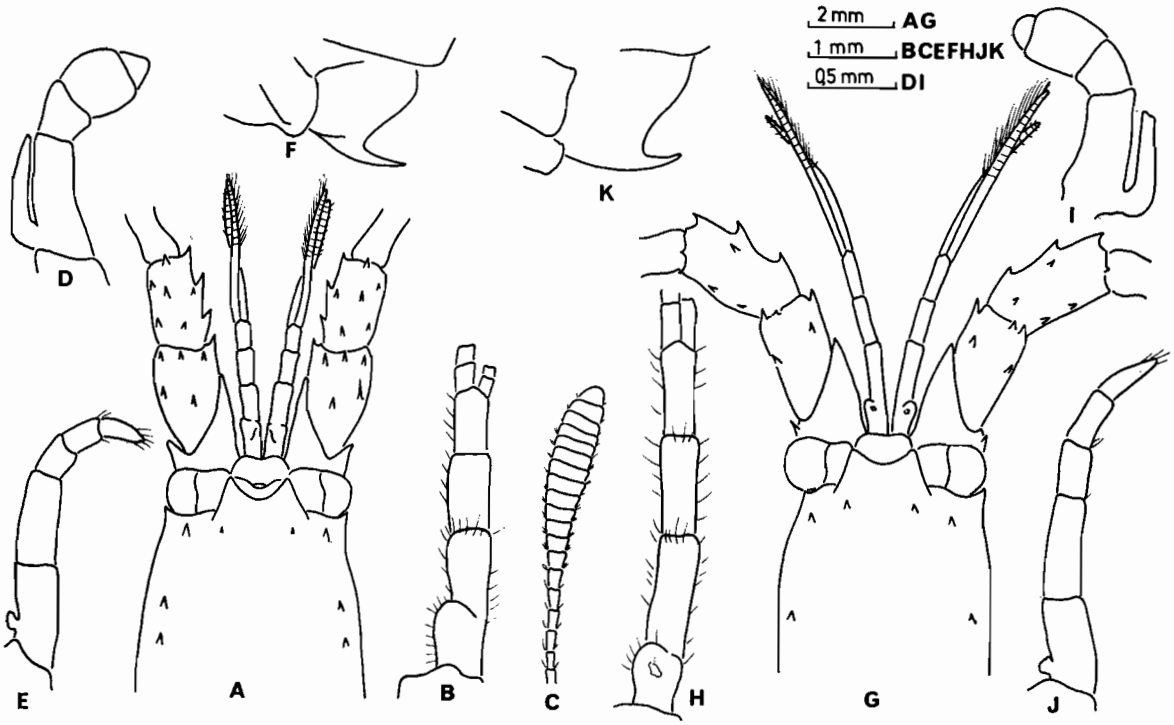


Fig. 3. — Puerulus de *Panulirus homarus :* A, partie antérieure de la carapace ; B, antennule ; C, apex de l'antenne; D, deuxième maxillipède ; E, troisième maxillipède ; F, extrémité postérieure du sternum thoracique (vue latérale). Puerulus de *Panulirus versicolor :* G, partie antérieure de la carapace ; H, antennule ; I, deuxième maxillipède ; J, troisième maxillipède ; K, extrémité postérieure du sternum thoracique (vue latérale).

1.2.2. Panulirus penicillatus (Olivier) (fig. 3, H à N).

3 puerulus ont été récoltés voisins morphologiquement de ceux de *P. longipes*. La spinulation de la carapace est identique mais certains caractères permettent de les distinguer. La longueur totale est plus grande (Tableau 2) ; le pédoncule antennulaire est plus robuste, la longueur du segment basal est supérieure à la somme des deux autres segments, le flagelle se termine par un apex pointu, il est égal à une fois et demi la longueur du corps et présente à sa partie antérieure 3 à 4 bandes pigmentées brunes ; un exopodite existe sur les 2e et 3e maxillipèdes mais il est nettement plus court que ceux observés chez *P. longipes*, celui du 2e maxillipède ne dépasse pas le milieu du corps et celui du 3e n'atteint pas l'articulation ischiomérale, les épines postéro-latérales du sternum thoracique sont légèrement plus marquées que pour *P. longipes*.

TABLEAU 2

Mensurations des puerulus et post-puerulus (à l'exception de ceux des contenus stomacaux)

Espèce	Longueur totale (mm)	Longueur de la carapace (mm)	Largeur de la carapace (mm)	Longueur de l'antennule (mm)	Longueur de l'antenne (mm)
P. wieneckii					
puerulus	25,2	12,1	5,4	6,5	10,3
puerulus	26,1	12,0	6,0	6,2	10,7
puerulus	26,3	12,3	5,7	5,9	10,2
P. longipes					
puerulus	24,8	8,8	5,8	8,2	34
puerulus	24,5	8,5	6,0	8,0	36
puerulus	25,3	9,0	6,3	8,3	?
post-puerulus	26,2	10,1	6,2	11,2	40
P. pennicillatus					
puerulus	29,1	12,2	6,7	8,9	38
puerulus	29,3	12,0	7,2	8,2	38
puerulus	28,5	11,5	7,2	9,0	39
P. homarus					
puerulus	21,0	7,9	5,6	6,7	40
puerulus	21,2	8,0	6,0	6,3	?
puerulus	21,3	8,3	5,7	7,0	?
puerulus	21,8	8,2	5,9	7,0	38
P. versicolor					
puerulus	24,2	9,1	6,5	8,5	?
puerulus	25,0	9,0	6,0	8,9	?

Le post-puerulus n'a pas été observé pour cette espèce mais la présence d'un palpe court sur le 3e maxillipède permet d'attribuer ces puerulus à *P. penicillatus* seule espèce de la zone, avec *P. longipes*, à présenter ce caractère.

1.2.3. PANULIRUS HOMARUS (L.) (fig. 4, A à F).

Cinq puerulus, dont 3 proviennent de la zone est de l'océan Indien, ont été observés ; ils présentent des caractères identiques à ceux décrits par GORDON (1953) pour *P. homarus*. La carapace possède 4 paires de spinules ; la paire située en arrière des yeux est nettement plus importante que celle située derrière les épines supra-orbitales, les 2 autres paires se suivent à la partie antérieure des carènes latérales. Les antennules sont robustes, la longueur du segment basal du pédoncule est égale à la somme des 2 autres segments. Le 2e maxillipède porte un exopodite qui atteint la base du carpe ; l'exopodite du 3e maxillipède n'est plus qu'à l'état vestigial. Pour deux spécimens les antennes étaient intactes et on a pu observer, comme le présumait GORDON (1953), que leur apex était spatulé et que leur longueur égalait le double de celle du corps, le flagelle présente un apex brun ainsi qu'une bande brune située en son milieu. Les épines postéro-latérales du sternum thoracique sont très développées.

Ces puerulus par l'apex spatulé et la longueur du flagelle antennaire se rapprochent de celui décrit par GORDON (1953) et attribué par SHRINIWAS DESHMUKH (1966) à *P. ornatus*.

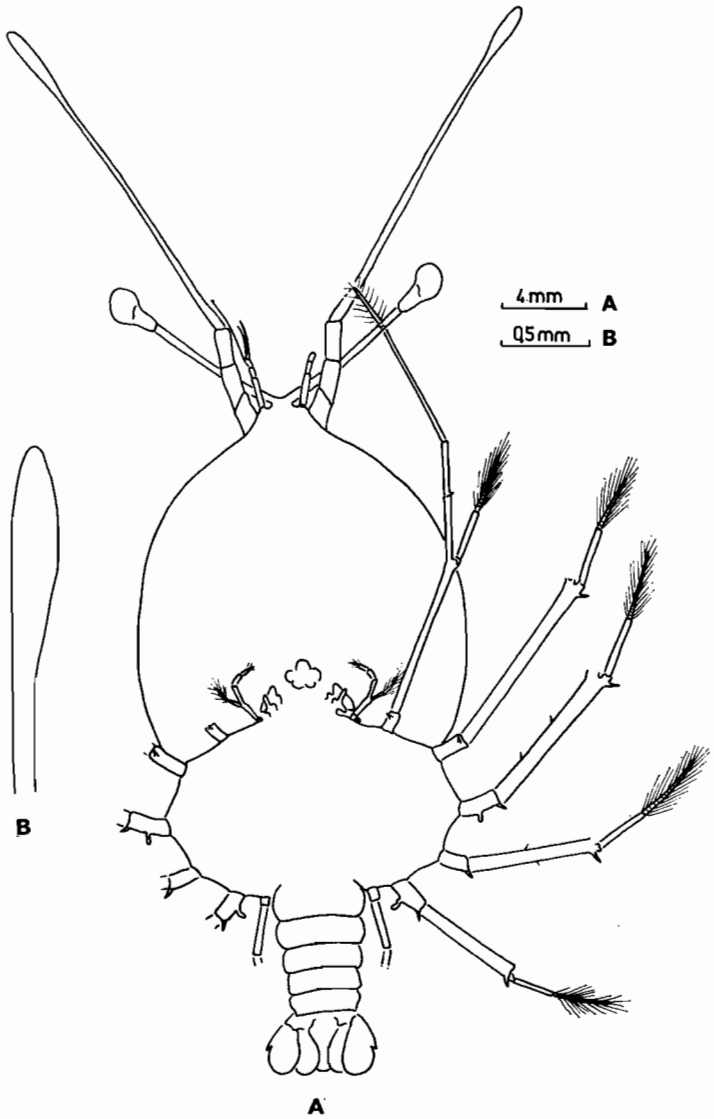


Fig. 4. — Dernier stade phyllosome de *Panulirus homarus:* A, larve ; B, apex de l'antenne.

Ils s'en distinguent cependant par l'élargissement du pédoncule antennulaire, la présence de 2 épines sur la partie antérieure des carènes latérales de la carapace et la pigmentation du flagelle antennaire.

1.2.4. Panulirus versicolor (Latreille) (fig. 3, G à L).

Deux puerulus ont été récoltés présentant des caractères très proches de ceux décrits par Gordon (1953) pour *P. versicolor*. La spinulation de la carapace est identique ; 1 paire de spinules derrière les supraorbitales, 1 paire en arrière des yeux et 1 paire à la partie antérieure des carènes latérales. Le pédoncule antennulaire est allongé ; la longueur du segment basal est égale comme pour *P. homarus* à la somme des deux autres mais les segments sont plus allongés et la portion contenant le statocyste n'occupe que le tiers du segment basal. De fortes épines postéro-latérales

sont aussi présentes sur le sternum thoracique. Par contre, on distingue nettement le vestige de l'exopodite du 3e maxillipède qui est signalé comme totalement absent dans la clef de détermination de SHRINIWAS DESHMUKH (1966).

Il semble cependant que ces puerulus ne puissent être attribués qu'à *P. versicolor* car les seules autres espèces du genre, présentes dans la région (MICHEL, 1969), sont *P. longipes*, *P. penicillatus*, *P. homarus* et *P. ornatus* dont les puerulus sont nettement distincts.

II. Larves phyllosomes de P. homarus

La récolte d'un puerulus de *P. homarus* à l'ouest des îles Gilbert prouve que cette espèce est présente en d'autres endroits du Pacifique sud-ouest qu'en Nouvelle Calédonie (MICHEL, 1969). Ceci remet donc en question l'identification des larves qui avaient été attribuées par PRASAD et TAMPI (1959) à *P. penicillatus* puis par MICHEL (1969) à *P. versicolor* sur des considérations de fréquence larves-adultes.

Les récoltes effectuées, depuis lors, autour des Iles Marquises (Pacifique Central) ou l'espèce *P. homarus* est fréquente alors que *P. versicolor* n'y est pas signalée ont montré la présence de larves phyllosomes identiques à celles décrites par les auteurs ci-dessus. En outre, un dernier stade phyllosome (fig. 5, A à B) capturé présente très nettement l'amorce de la spatulation de l'antenne que l'on observe chez le puerulus de *P. homarus*.

Notons que des larves identiques ont été capturées dans l'est de l'océan indien dans la même zone où nous avons récolté 3 puerulus de *P. homarus*. Ces larves ont été attribuées à *P. penicillatus* par CHITTLEBOROUGH et THOMAS (1970) qui mettent cependant en doute cette identification.

Tous ces faits semblent prouver que ces séries de larves sont en définitive à attribuer à l'espèce *P. homarus*. Il est possible (George, communication personnelle) que sous le nom de *P. homarus* soient rassemblées plusieurs espèces voisines mais il est probable que, comme dans le cas du groupe *japonicus*, leurs larves sont très difficiles à séparer sur des critères uniquement morphologiques.

III. Larves phyllosomes du Pacifique équatorial et tropical sud

Dans la région prospectée (fig. 7) 14 séries de larves phyllosomes ont été récoltées, 6 appartiennent à la famille des Palinuridae et 8 à celle des Scyllaridae. Leur distribution est fournie dans le tableau 3.

TABLEAU 3
Distribution des larves phyllosomes

localisation larves	Nouvelle-Calédonie Nouvelles-Hébrides	Iles Gilbert	Archipel des Tuamotu	Iles Marquises
E s p è c e s	*Panulirus penicillatus* *Panulirus longipes* *Panulirus homarus* *Palinurellus wieneckii* *Puerulus angulatus* *Scyllarides squamosus* *Scyllarus sp. I* *Scyllarus sp. II* *Scyllarus sp. III* *Scyllarus sp. IV* *Scyllarus sp. V* *Parribacus sp.* *Arctides antipodarum*	*Panulirus penicillatus* *Panulirus longipes* *Panulirus homarus* *Justitia longimanus* *Parribacus sp.*	*Panulirus penicillatus* *Panulirus longipes* *Palinurellus wieneckii* *Scyllarus sp. IV* *Arctides antipodarum* *Parribacus sp.*	*Panulirus penicillatus* *Panulirus longipes* *Panulirus homarus* *Puerulus angulatus* *Scyllarus sp. IV* *Scyllarus sp. V* *Parribacus sp.*

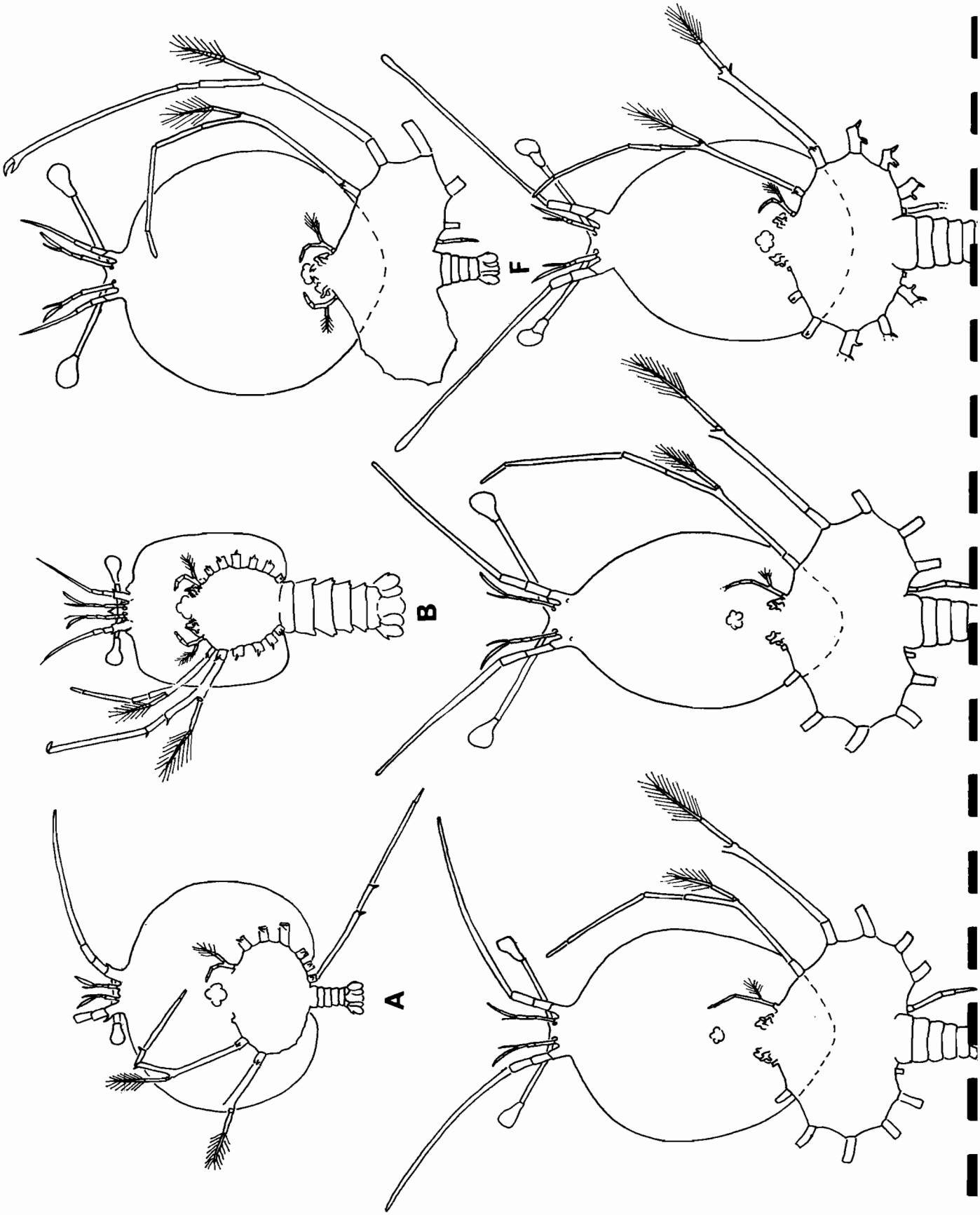


Fig. 5. — Schéma du dernier stade phyllosome de : A, *Puerulus angulatus ;* B, *Palinurellus wieneckii ;* C, *Panulirus penicillatus ;* D, *Panulirus longipes femoristriga ;* E, *Panulirus homarus ;* F, *Justitia longimanus mauritiana.*

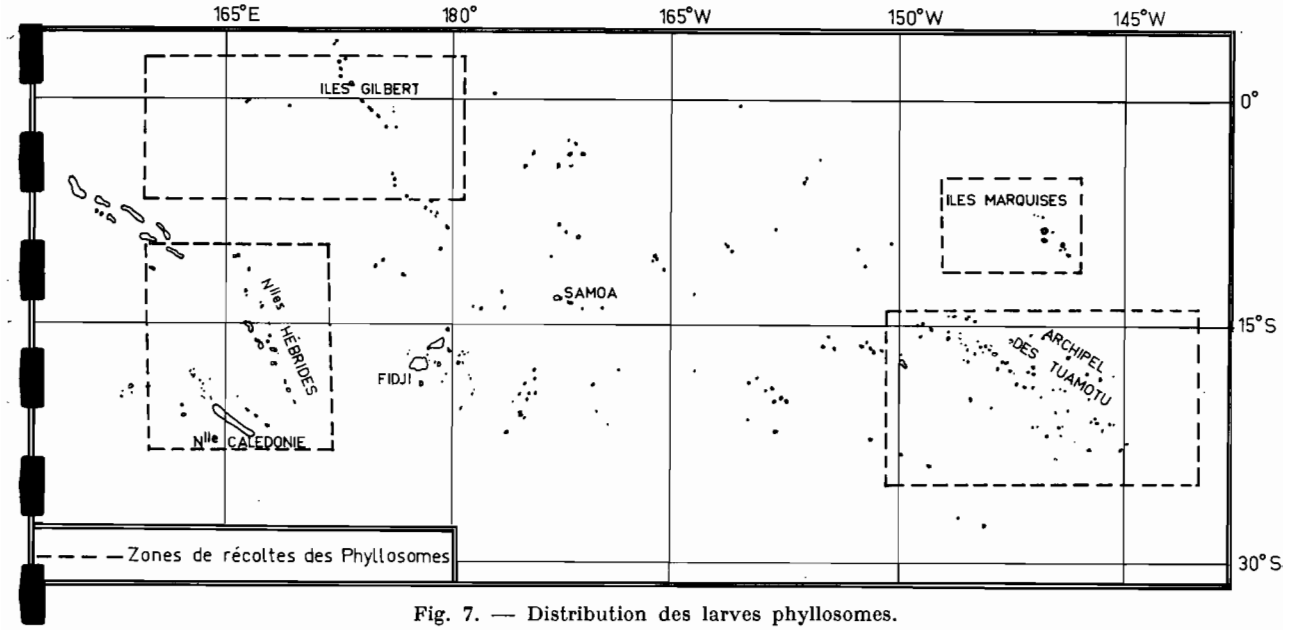


Fig. 7. — Distribution des larves phyllosomes.

La clef suivante fournit les caractères d'identification utilisables dans cette zone ; le dernier stade phyllosome ou le stade le plus avancé pour les séries faiblement représentées ont été schématisés (fig. 5 et 6). On a aussi indiqué la longueur totale moyenne des derniers stades quand ceux-ci ont été récoltés.

CLEF DE DÉTERMINATION DES PHYLLOSOMES DU PACIFIQUE SUD-OUEST

= Mxp_3 avec exopode portant des soies : Palinuridae

→ péréion beaucoup plus étroit que le céphalon qui le recouvre progressivement au fur et à mesure du développement :

— céphalon rectangulaire avec rostre dorsal :

Palinurellus wieneckii (de Man, 1881)

TL : 23 mm (fig. 5 B)

— céphalon arrondi :

Puerulus angulatus (Bate, 1888)

(fig. 5 A)

→ péréion plus large ou égal à la largeur du céphalon :

— céphalon recouvre le péréion jusqu'à la hauteur de Mxp_3 ; bouche située très en avant de l'insertion de Mx_2 ; Mx_2 et exopode de Mxp_2 se développent tardivement ; épines coxales ventrales sur Mxp_3 et P_1 à P_4 dans les stades jeunes, elles disparaissent ensuite ; pas d'épines à l'insertion des exopodites :

+ péréion plus large que le céphalon : *Panulirus longipes femoristriga* (Von Martens, 1872)

TL : 37 mm (fig. 5 D)

+ péréion aussi large que le céphalon : *Panulirus penicillatus* (Olivier, 1791)

TL : 39 mm (fig. 5 C)

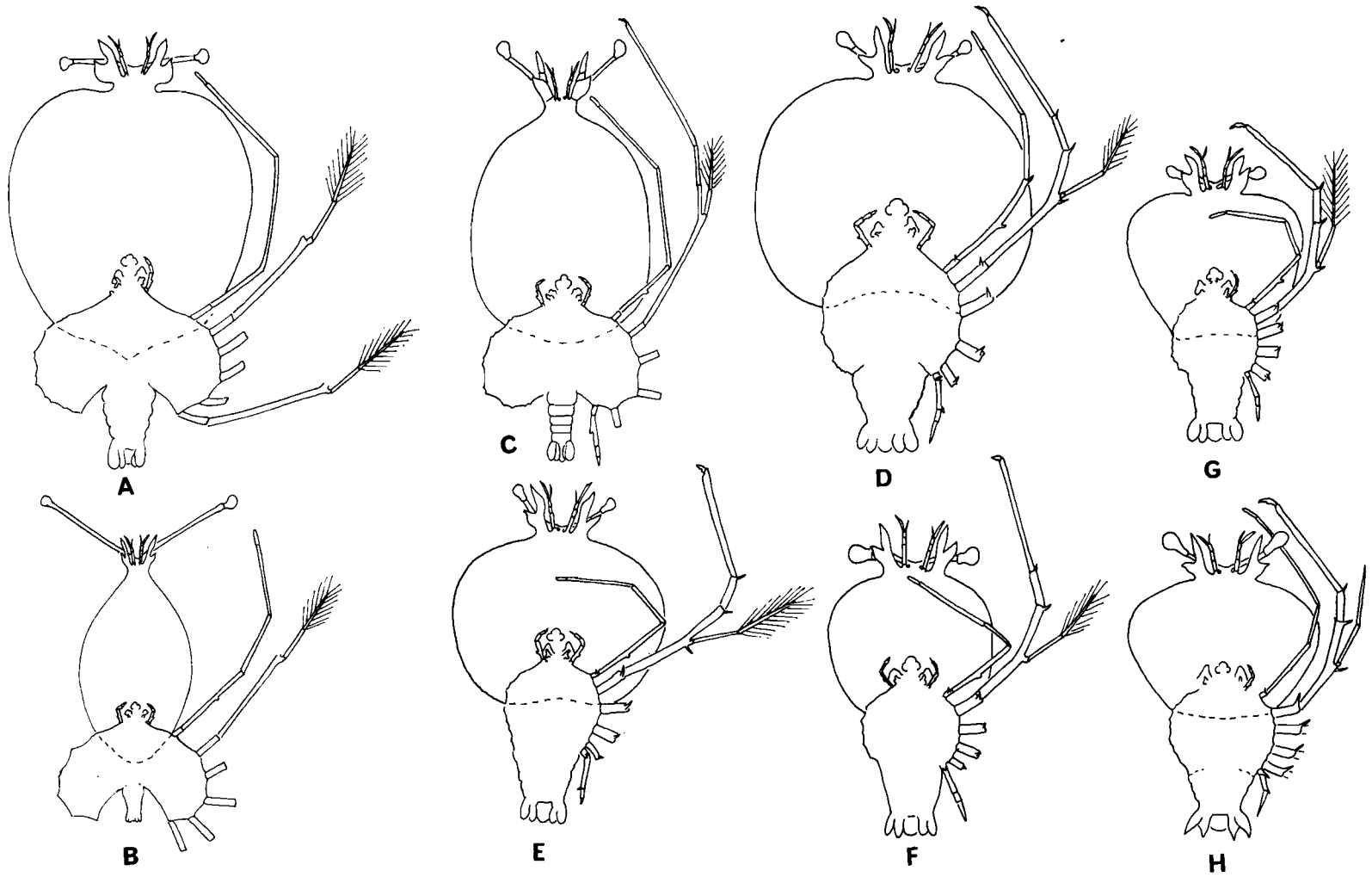


Fig. 6. — Schéma du dernier stade phyllosome de : A, *Parribacus sp.*; B, *Arctides antipodarum*? ; C, *Scyllari des squamosus*; D, *Scyllarus* sp. I ; E, *Scyllarus* sp. II ; F, *Scyllarus* sp. III ; G, *Scyllarus* sp. IV ; H, *Scyllarus* sp. V.

— bouche située à proximité de l'insertion de Mx_2 : Mx_2 et exopode de Mxp_2 se développent précocement :

+ péréion une fois ½ plus large que long, céphalon recouvre le péréion entre Mxp_3 et P_1 ; épines coxales ventrales sur Mxp_3 et P_1, dorsales de P_2 à P_4 ; épines présentes à l'insertion des exopodites :

Panulirus homarus (Linné, 1758)
TL : 34 mm (fig. 5 E)

+ péréion deux fois plus large que long ; céphalon recouvre le péréion entre Mxp_2 et Mxp_3 ; épines coxales absentes ; pas d'épines à l'insertion des exopodites :

Justitia longimanus mauritiana (Miers, 1882)
(fig. 5 F)

= Mxp_3 sans exopode ou exopode rudimentaire sans soies (derniers stades) : Scyllaridae.

→ Patte 5, avec exopode portant des soies, se développe précocement :

— céphalon aussi large que le péréion :

Parribacus sp.
TL : 83 mm (fig. 6 A)

— céphalon moins large que le péréion :

Arctides antipodarum Holthuis, 1960.
(fig. 6 B)

→ Patte 5 sans exopode :

— abdomen très étroit non élargi à la base :

Scyllarides squamosus (H. Milne Edwards)
TL : 48 mm (fig. 6 C)

— abdomen très large à la base prolongeant le péréion sans solution de continuité pour les derniers stades : genre *Scyllarus*.

+ Espèces de grandes tailles (dernier stade de 20 à 40 mm) ; épines coxales de Mxp_3 à p_5 :

. céphalon arrondi : épines thoraciques dorsales à la base des p_1 à p_4 :

Scyllarus sp. I
TL : 40 mm (fig. 6 D)

. céphalon trapézoidal, partie antérieure avec renflement portant les yeux et les antennes ; épines thoraciques dorsales, à la base des p_1 à p_4, très fortes :

Scyllarus sp. II
TL : 30 mm (fig. 6 E)

. céphalon trapézoidal, partie antérieure rectiligne, épines thoraciques dorsales absentes :

Scyllarus sp. III
TL : 21,5 mm (fig. 6 F)

+ Espèces de petites tailles (dernier stade inférieur à 15 mm) épines coxales de Mxp_3 à p_5 ; céphalon trapézoidal :

. uropodes larges, partie postérieure en pointe ; épines coxales normales :

Scyllarus sp. IV
TL : 12 mm (fig. 6 G)

. uropodes étroits très pointus ; épines coxales très longues :
Scyllarus sp. V
TL : 13 mm (fig. 6 H)

Dans la plupart des cas, les caractères morphologiques sont suffisamment nets pour permettre de séparer les larves des différents genres quel que soit leur stade de développement. Par contre, pour les espèces ceci n'est plus exact et les premiers stades de certaines séries d'un même genre se révèlent trop proches pour que l'on puisse les identifier d'après les critères ci-dessus. C'est le cas, en particulier, pour les 4 premiers stades de *P. penicillatus* et *P. longipes femoristriga* (MICHEL, 1969).

L'attribution des larves du type *Phyllamphion* aux genres *Palinurellus* et *Puerulus* a été suggérée par BELLOC (1959). Les larves de *Palinurellus wieneckii* ont été décrites par MICHEL (1969 a) pour le Pacifique sud-ouest. L'attribution des larves du deuxième type *Phyllamphion* à l'espèce *Puerulus angulatus* est raisonnablement supportée par la récolte de 2 spécimens adultes, le long des côtes de Nouvelle-Calédonie, et la connaissance des formes larvaires des autres genres de Palinuridae.

L'identification des larves de *P. penicillatus* et *P. longipes* a été faite d'après les travaux de JOHNSON (1968) et de MICHEL (1969 b). L'attribution des larves à l'espèce *Justitia longimanus mauritiana* repose sur le travail de JOHNSON et ROBERTSON (1970).

Pour les Palinuridae il faut noter l'absence dans les récoltes des séries larvaires de *P. versicolor* et de *P. ornatus* dont les adultes sont abondants en Nouvelle-Calédonie et dans les Iles adjacentes. Il est possible que ces deux espèces présentent un développement plus court avec une vie larvaire se passant essentiellement à l'intérieur du lagon. Il paraît cependant curieux qu'aucune larve n'ait été récoltée au voisinage extérieur des passes. Il reste la possibilité qu'elles soient confondues avec les larves d'une autre série, dont elles ne se distingueraient pas morphologiquement, mais ceci est peu probable au vue des différences qui les séparent, à l'état adulte, des autres espèces du genre.

Pour les Scyllaridae, le clef montre que les déterminations spécifiques sont encore à préciser. Plusieurs espèces de *Parribacus* sont signalées dans la zone d'étude : *Parribacus caledonicus* Holthuis connue seulement de Nouvelle-Calédonie, *Parribacus scarlatinus* Holthuis connue des îles Marshall, des îles Gilbert, des îles Phenix et qui a été récoltée en 1969 aux îles Marquises (récolte personnelle), et *Parribacus holthuisi* Forest connue de l'archipel des Tuamotu. Aucune différence n'a pu être décelée, sur le matériel étudié, entre les larves de ce genre provenant des différentes régions énumérées ci-dessus. On notera seulement que la longueur totale du dernier stade récolté, soit 83 mm, est nettement supérieure à celle du dernier stade de *Parribacus antarcticus* décrit par JOHNSON (1971) et qui est de 57 mm.

Les larves du genre *Arctides* ont été décrites par ROBERTSON (1969 b) pour *Arctides guineensis* Spengler et par JOHNSON (1971) pour *Arctides regalis* Holthuis. Dans le Pacifique sud la seule espèce signalée est *Arctides antipodarum* et nous avons pour l'instant référé les larves récoltées à cette dernière espèce ; il est cependant possible qu'il existe d'autres espèces non encore recensées.

Les larves attribuées à *Scyllarides squamosus* ont été décrites par MICHEL (1968). Cette détermination a été confirmée par JOHNSON (1971). Quant aux larves du genre *Scyllarus*, les espèces III et V sont respectivement identiques aux larves de *Scyllarus timidus* Holthuis et *Scyllarus modestus* Holthuis décrites par JOHNSON (1971). Celles de l'espèce I sont identiques aux larves *Scyllarus* sp. décrites aussi par ce dernier auteur.

BIBLIOGRAPHIE

CHITTLEBOROUGH (R. G.) and THOMAS (L. R.), 1969. — Larval ecology of the western Australian Marine Crayfish, with notes upon other Panulirid larvae from the eastern Indian Ocean. *Aust. J. mar. Freshwat. Res.*, 20 : 199-223.

GEORGE (R. W.) and HOLTHUIS (L. B.), 1965. — A revision of the indowest pacific spiny lobsters of the *Panulirus japonicus* group. *Zool. Verh.*, 72 : 1-36.

GORDON (I.), 1953. — On the puerulus stage of some spiny lobsters (Palinuridae). *Bull. Brit. Mus. (nat. hist.) Zool.*, 2, 2 : 17-42.

HOLTHUIS (L. B.), 1960. — Preliminary description of one new genus twelve new species and three new subspecies of scyllarid lobster (Crustacea Decapoda Macrura). *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 73 : 147-154.

HOLTHUIS (L. B.), 1965. — On spiny lobsters of the genera *Palinurellus Linuparus* and *Puerulus* (Crustacea Decapoda, Palinuridae). Symposium on Crustacea. Mar. Biol. Assoc. India., 3.

JOHNSON (Martin W.), 1968. — Palinurid phyllosoma larvae from Hawaiian Archipelago (Palinuridae). *Crustaceana.* (suppl.) 2 : 60-79.

— 1968 a. — On phyllamphion larvae from the Hawaiian Islands and the South China Sea (Palinuridae). *Crustaceana* (suppl.) 2 : 38-46.

— 1968 b. — Scyllarid phyllosoma larvae in the Gulf of California. *Crustaceana* (suppl.) 2 : 98-116.

— 1969 c. — Two chelate Palinurid larvae from Hawaiian and Philippine waters (Decapoda, Palinuridae. *Crustaceana.* 16, 2 : 113-118.

— 1970. — On the phyllosoma larvae of the genus Scyllarides Gill (Decapoda, Scyllaridae). *Crustaceana.* 18, 1 : 13-20.

— 1971. — The phyllosoma larvae of slipper lobsters from the Hawaiian Islands and adjacent areas (Decapoda, Scyllaridae). *Crustaceana*, 20, 1 : 77-103.

JOHNSON (Martin W.) and ROBERTSON (P. B.), 1970. — On the Phyllosoma larvae of the genus *Justitia* (Decapoda, Scyllaridae). *Crustaceana.* 18, 3 : 183-292.

MICHEL (A.), 1968. — Les larves phyllosomes et la post-larve de *Scyllarides squamosus* (H. Milne Edwards) Scyllaridae (Crustacés Décapodes). *Cah. ORSTOM, sér. Oceanogr.*, 6, 34 : 47-53.

— 1969 a. — Les larves phyllosomes du genre *Palinurellus* Von Martens (Crustacés Décapodes : Palinuridae). *Bull. Mus. Nat. Hist. Nat.* 41, 5 : 1228-1237.

— 1969 b. — Les larves phyllosomes du genre *Panulirus* (Crustacés Décapodes) du Pacifique tropical sud et équatorial. *Cah. ORSTOM, sér. Océanogr.* 7, 4 : 3-19.

PRASAD (R. R.) and TAMPI (P. R. S.), 1960. — On a collection of Palinurid phyllosomas from the Laccadive Seas. *J. mar. biol. Assoc. India*, 1, 2 : 143-164.

PRASAD (R. R.) and TAMPI (P. R. S.), 1960. — Phyllosomas of scyllarid lobsters from the Arabian sea. *J. mar. biol. Assoc. India.* 2, 2 : 241-249.

ROBERTSON (P. B.), 1969. — The early larval development of the Scyllarid lobster *Scyllarides aequinoctialis* (Lund) in the laboratory with a revision of the larval characters of the genus. *Deep Sea Research*, 16 : 557-586.

— 1969 a. — Phyllosoma larvae of a Palinurid lobster, *Justitia longimana* (H. Milne Edwards), from the western Atlantic. *Bull. Mar. Sci.*, 19, 4 : 922-944.

— 1969 b. — Biological investigations of the deep sea n° 48. Phyllosoma larvae of a scyllarid lobster, *Arctides guineensis*, from the western Atlantic. *Marine Biology*, 4, 2 : 143-151.

SHRINIWAS DESHMUKH, 1966. — The puerulus of the spiny lobster *Panulirus polyphagus* (Herbst) and its metamorphosis into post-puerulus. *Crustaceana*, 10, 2 : 137-150.

POISSONS DE RANGIROA

par P. FOURMANOIR* et M. GRIESSINGER

Cette liste de 244 espèces provient des récoltes effectuées en septembre 1969 à proximité du village d'Avatoru. Elle comporte peu d'espèces de petite taille, les pêches ayant été faites par les moyens habituels : hameçon, fusil sous marin, parc à poisson.

Nous avons noté sous le nom d'espèce, la longueur standard en cm (L.) des exemplaires récoltés. Les espèces intéressantes au point de vue économique ont été soulignées, les précisions sur les captures mensuelles en 1969 nous ont été données par Mr STEIN, directeur du Service des Pêches de Tahiti et par Mr CADOUSTEAU. (quelques synonymes ont été données pour des espèces controversées).

I. *ELASMOBRANCHES*

ORECTOLOBIDAE

Ginglymostoma ferrugineum (Lesson, 1830)

souvent capturé dans les parcs à poissons.

TRIAKIDAE

Negaprion acutidens (Rüppell, 1835)

Collection mâchoire de deux exemplaires de L.S. 100 cm et 110 cm.

Triaenodon obesus (Rüppell, 1835)

capture d'un ex. de 137 cm (L.T.).

CARCHARHINIDAE

Carcharhinus melanopterus (Quoy et Gaimard, 1824)

capture de 20 ex. de 87 à 136 cm (L.T.). En collection 4 fœtus 36 (L.T. 50) d'un exemplaire de 110,5 (L.T.).

Carcharhinus menisorrah (nec Müller & Henle), Schultz, 1953 (1)

Springer (S.) 1967, ou *Carcharhinus amblyrhynchus* (*nec* Bleeker), Fourmanoir 1961, Wheeler 1962.

Le requin gris est très abondant dans le lagon, vers le large il descend jusqu'à 180 mètres ; capture de 5 ex. de 130 à 148 cm (L.T.).

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

(1) Le paratopotype de *Carcharias menisorrah* Val. in M. & H. n° 96 662, mâle 113 cm, Mer des Indes, semble identique à *Carcharhinus falciformis*.

Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., vol. IX, n° 4, 1971 : 475-489.

Carcharhinus albimarginatus Rüppell, 1835
deux ex. observés en bordure des grands fonds.

Carcharhinus falciformis (Bibron 1841), *in* Müller & Henle
un seul exemplaire capturé au-dessus des fonds de 200 m.
En collection, mâchoire et sept fœtus de 34 à 36 cm d'une femelle de 228 cm (L.T.).

AETOBATIDAE

Aetobatis narinari (Euphrasen, 1790)

MOBULIDAE

Mobula sp.
Manta birostris (Walbaum, 1792)

II. *ACTINOPTERYGIENS*

ALBULIDAE

Albula vulpes (Linné, 1758)

ELOPIDAE

Megalops cyprinoides (Broussonet, 1782)

CHANIDAE

Chanos chanos (Forsskål, 1775)
L. 17,2 cm - 22,5 cm - 25 cm.

LAMPRIDAE

Lampris regius (Bonnaterre, 1788)

SYNODONTIDAE

Saurida gracilis (Quoy et Gaimard, 1824)
L. 10,7 cm.

PRIACANTHIDAE

Priacanthus hamrur (Forsskål, 1775)
L. 29 cm.

APOGONIDAE

Pristiapogon taeniopterus Bennett, 1835

BELONIDAE

Raphiobelone robusta Schultz, 1953
L. 38,5 cm.

Tylosurus crocodilus (Lesueur, 1821)
L. 71 cm.

HEMIRHAPHIDAE

Hemirhamphus dussumieri Valenciennes, 1846, *in* Cuv. et Val.
L. 4 ex. 19 à 20 cm.

ECHENEIDAE

Echeneis naucrates Linné, 1758
L. 22 et 47 cm.

Remora remora (Linné, 1758)
L. 6,5 (sur *Carcharhinus falciformis*).

PEMPHERIDAE

Pempheris oualensis Cuvier, 1831, *in* Cuv. et Val.
L. 14-15 cm.

BOTHIDAE

Bothus pantherinus (Rüppell, 1828)
L. 10,7-29-31 cm.

Bothus mancus (Broussonet, 1782)

Aesopia heterorhinos (Bleeker, 1856)

FISTULARIIDAE

Fistularia petimba Lacepéde, 1803
L. 51 cm.

Aulostomus valentini Bleeker, 1853
L. 40 cm.

SYNGNATHIDAE

Corythoichthys flavofasciatus conspicillatus (Jenyns, 1842)
L. 6 cm.

HOLOCENTRIDAE

Holocentrum spiniferum (Forsskål, 1775)
L. 29 cm.

Holocentrum operculare Valenciennes, 1831, *in* Cuv. et Val.
L. 17,5 cm.

Holocentrum sammara (Forsskål, 1775)
L. 13,4-16,3-17,7 cm.

Holocentrum laeve Günther, 1859
L. 14-15,5 cm.

Holocentrum lacteoguttatum Cuvier, 1829, *in* Cuv. et Val.
L. 11,5-11,7-12,2 cm.

Holocentrum microstomum Günther, 1859
L. 13,7 cm.

Holocentrum andamanense Day, 1870
L. 15 cm.

Myripristis murdjan (Forsskål, 1775)
L. 12,5-13,4-18,5-19,5 cm.

Myripristis adustus (Bleeker, 1853)
L. 17 cm.

SCORPAENIDAE

Merinthe macrocephala (Sauvage, 1882)
L. 21 cm (profondeur 320 m).

Pterois radiata Cuvier, 1829, *in* Cuv. et Val.
L. 6,9 cm.

Scorpaenopsis gibbosa (Bloch & Schneider, 1801)
L. 16,3 cm.

Synanceia verrucosa (Bloch & Schneider, 1801)
L. 38 cm.

CEPHALACANTHIDAE

Dactylopterus orientalis (Cuvier, 1829), *in* Cuv. et Val.

CIRRHITIDAE

Paracirrhites arcatus (Cuvier, 1829), *in* Cuv. et Val.
L. 5,6 cm-7,7 cm.

Paracirrhites hemistictus (Günther, 1874)
L. 18 cm.

Cirrhitus pinnulatus (Schneider, 1801)
L. 10,8 cm.

SERRANIDAE

Epinephelus merra Bloch, 1793
L. 22 cm.

Epinephelus hexagonatus (Bloch & Schneider, 1801)
L. 16,8 cm.

Epinephelus melanostigma Schultz, 1953.
L. 32,5 cm.

Epinephelus microdon Bleeker, 1856
L. 32 cm.

Epinephelus socialis (Günther, 1873)
L. 24 cm.

Epinephelus tuamotuensis Fourmanoir, 1971
L. 32-38-52 cm (profondeur 180-260 m).

Cephalopholis argus (Bloch & Schneider, 1801)
L. 26 cm.

Cephalopholis urodelus (Bloch et Schneider, 1801)
L. 16 cm.

Cephalopholis leopardus (Lacepéde, 1801)
L. 13,9 cm.

Gracila albomarginata (Fowler & Bean, 1930)
L. 28,2-29,4 cm.

Variola louti (Forsskål, 1775)
L. 35-37,5 cm.

Variola sp.
L. 26,5-40,5 cm.

Anyperodon leucogrammicus (Valenciennes, 1828)

Plectropomus maculatus (Bloch, 1790)
l'exemplaire de 75 cm n'a pu être conservé.

Plectropomus leopardus (Lacepède, 1802)
L. 26 cm.

CARANGIDAE

Alectis indicus (Rüppell, 1828)

Caranx ignobilis (Forsskål, 1775)

Caranx melampygus Cuvier, 1833, *in* Cuv. et Val.

Caranx lugubris Poey, 1861

Caranx elacate (Jordan & Evermann, 1905)
parfois confondu avec *Caranx sexfascialus* Q. et G.

Caranx ferdau (Forsskål, 1775)
L. 29-34 cm.

Caranx nitidus Smith 1967
L. 32,5-33,5 cm.

Caranx celetus Smith 1968
Syn. Caranx *sansun* (Forsskål, 1775) (voir S. L. B. Smith, Occ. paper 15, 1968 : 182.)
L. 67 cm.

Selar crumenophtalmus (Bloch, 1793)
L. 21,5 cm.

Decapterus macrosoma, Bleeker, 1851
Syn. *D. sanctae-helenae* (Cuvier) ?
L. 29 cm.

Chorinemus tolooparah (Rüppell, 1828)
L. 32,2-34,5 cm.

Trachinotus bailloni (Lacepède, 1802)
L. 29,5 cm.

Elagatis bipinnulatus (Quoy et Gaimard, 1824)

MULLIDAE

Pseudupeneus chryserydros (Lacepède, 1802)
L. 20,5-27,5 cm.
17 ex. var. luteus.

Pseudupeneus barberinus (Lacepède, 1802)
L. 28,5 cm.

Pseudupeneus multifasciatus (Quoy et Gaimard, 1824)
L. 16,5-21 cm.

Pseudupeneus pleurostigma (Bennett, 1831)
L. 18,8 cm.

Mulloidichthys flavolineatus (Lacepède, 1802)
L. 16,2, 22,5 cm.

Mulloidichthys vanicolensis (Valenciennes, 1831), *in* Cuv. et Val.
L. 19-31,5 cm.

Upeneus arge Jordan & Evermann, 1903
L. 23,2-30,5 cm.

ZANCLIDAE

Zanclus cornutus (Linné), 1758
L. 13 cm.

CHAETODONTIDAE

Heniochus permutatus Cuvier, 1831, *in* Cuv. et Val.

Heniochus monoceros Cuvier, 1831, *in* Cuv. et Val.

Forcipiger longirostris (Broussonnet, 1782)

Chaetodon trifasciatus, Mungo Park 1797
L. 9 cm.

Chaetodon ornatissimus Cuvier, 1831, *in* Cuv. et Val.
L. 13-13,3 cm.

Chaetodon citrinellus Broussonet, 1831, *in* Cuv. et Val.
L. 8,7 cm.

Chaetodon ephippium Cuvier, 1831, *in* Cuv. et Val.
L. 16 cm.

Chaetodon lunula (Lacepède, 1803)

Chaetodon auriga (Forsskål, 1775)

Chaetodon bennetti Cuvier 1831

Chaetodon reticulatus Cuvier, 1831, *in* Cuv. et Val.
L. 10 cm.

Chaetodon falcula Bloch, 1793

Chaetodon quadrimaculatus Gray, 1833

Chaetodon pelewensis Kner, 1868

Chaetodon sp.

Hemitaurichthys thompsoni Fowler, 1923

Centropyge flavissimus (Cuvier, 1831), *in* Cuv. et Val.

Holacanthus diacanthus (Boddaert, 1772)

Pomacanthus imperator (Bloch, 1787)

LUTJANIDAE

Lutianus bohar (Forsskål, 1775)
L. 19,5 cm.

Lutianus gibbus (Forsskål, 1775)

Lutianus kasmira (Forsskål, 1775)
L. 16,3 cm.

Lutianus vaigiensis (Quoy et Gaimard, 1824)
L. 19,5-21 cm.

Lutianus monostigma (Cuvier, 1828), *in* Cuv. et Val.

ETELIDAE

Aprion virescens Valenciennes, 1830, *in* Cuv. et Val.
L. 30 cm.

Aphareus furcatus (Lacepède, 1802)
L. 27 cm.

Etelis carbunculus Cuvier, 1828, *in* Cuv. et Val.
Syn. *Etelis marshi* Jenkins 1908
L. 39 cm.

CAESIODIDAE

Pterocaesio tile (Cuvier, 1830), *in* Cuv. et Val.

LETHRINIDAE

Lethrinus miniatus (Forster) Bloch & Schneider, 1801
L. 36 cm.

Lethrinus xanthocheilus (Klunzinger, 1870)

Lethrinus sp. (caractères de *mahsena* Forsskål) 1775
L. 27,5-30 cm.

PENTAPODIDAE

Gnathodentex aurolineatus (Lacepède, 1802)

Monotaxis grandoculis (Forsskål, 1775)
L. 18,4-19-34 cm.

KYPHOSIDAE

Kyphosus cinerascens (Forsskål, 1775)

POMACENTRIDAE

Abudefduf imparipinnis (Vaillant et Sauvage, 1875)

Adudefduf sordidus (Forsskal, 1775)
L. 13 cm.

Abudefduf sexfasciatus (Lacepède, 1802)
L. 14 cm.

Abudefduf septemfasciatus (Cuvier, 1830), *in* Cuv. et Val.

Abudefduf dicki (Liénard), 1839
L. 6,7 cm.

Dascyllus trimaculatus (Rüppell, 1828)
L. 7,7 cm.

Pomacentrus lividus (Bloch & Schneider, 1801)

Amphiprion bicinctus Rüppell, 1828

KUHLIIDAE

Kuhlia sandvicensis (Steindachner, 1877)
L. 20 cm.

LABRIDAE

Epibulus insidiator (Pallas, 1770)
L. 26-27 cm.

Cheilinus undulatus Rüppell, 1835

Cheilinus trilobatus Lacepède, 1802
L. 17 cm.

Stethojulis linearis Schultz, 1960
L. 6,2 cm.

Labroides dimidiatus Valenciennes, 1839, *in* Cuv. et Val.
L. 8 cm.

Pseudocoris aurantiofasciatus Fourmanoir, 1971
L. 16 cm.

Coris gaimard (Quoy, 1824) *in* Quoy et Gaimard
L. 14,5 cm.

Coris aygula Lacepède, 1802
L. 12,9-13,5-27,5-31 cm.

Thalassoma hardwicki (Bennett, 1834)
L. 12,2 cm.

Thalassoma fuscum (Lacepède, 1802)
L. 18-19 cm.

Thalassoma purpureum (Forsskål, 1775)
L. 25 ex. 4,2 à 4,4 cm.

Thalassoma umbrostigma (Rüppell, 1835)
L. 4 ex. 3,6 à 7,5 cm.

Gomphosus tricolor Quoy et Gaimard, 1824
L. 18,2-19,5 cm.

Novaculichthys taeniourus (Lacepède, 1802)
L. 19,3-23 cm.

Hemigymnus fasciatus (Bloch, 1792)
L. 16,5-18,5-19,7 cm.

Halichoeres hortulanus (Lacepède, 1802)
L. 17,5 cm.

Halichoeres trimaculatus (Quoy et Gaimard, 1834)
L. 11,6 cm.

Halichoeres marginatus Rüppell, 1835
L. 11,2 cm.

Pseudodax moluccanus (Valenciennes, 1839), *in* Cuv. et Val.
L. 19,6 cm.

Lepidaplois axillaris (Bennett, 1831)
L. 12,6 cm.

Lepidaplois hirsutus (Lacepède, 1802)

CALLYODONTIDAE

Callyodon niger Forsskål 1775

Callyodon frenatus, Lacepède, 1802

Callyodon globiceps (Valenciennes, 1839)

Callyodon apridentatus Smith, 1956

Callyodon vermiculatus Fowler et Bean, 1928

Callyodon lunula Snyder, 1908

Callyodon jonesi (Streets, 1877)

Callyodon oviceps (Valenciennes, 1839)

Callyodon bipallidus (Smith, 1956)

Callyodon capistratoides Bleeker, 1847

Callyodon carifanus (Smith, 1956)

Callyodon sordidus (Schultz 1958) non Forsskål

Chlorurus gibbus Rüppell, 1828
Bolbometopon bicolor (Rüppell, 1828)
Pseudoscarus brevifilis Günther, 1909
Pseudoscarus chlorodon Jenyns, 1842
Hipposcarus schultzi Smith, 1950
Calotomus spinidens (Quoy et Gaimard, 1824)
Calotomus sp.

CORYPHAENIDAE

Coryphaena hippurus (Linné, 1758)

ISTIOPHORIDAE

Tetrapturus audax (Phillipi, 1887)
Tetrapturus belone Rafinesque, 1810
Istiophorus platypterus (Shaw et Noddar, 1792)

THUNNIDAE

Thunnus alalunga (Bonnaterre, 1788)
Thunnus albacares (Bonnaterre, 1788)
Thunnus obesus (Lowe, 1839)
Euthynnus affinis (Cantor, 1850)
Euthynnus pelamis (Linné, 1758)
Gymnosarda nuda Günther, 1860
Acanthocybium solandri (Cuvier, 1832), *in* Cuv. et Val.

GEMPYLIDAE

Ruvettus pretiosus Cocco, 1833

MUGILIDAE

Chelon vaigiensis (Quoy et Gaimard, 1825)
L. 23,5-24,3 cm.
Crenimugil crenilabis (Forsskål, 1775)
L. 30-37 cm.
Neomyxus chaptali (Eydoux et Souleyet, 1841)
L. 19,5 cm.

SPHYRAENIDAE

Sphyraena barracuda (Walbaum, 1792)
L. 62 cm
plus grand observé 119 cm.

Sphyraena toxeuma Fowler, 1904
L. 53 cm.

Sphyraena qenie Klunzinger, 1870
Un seul observé, long de 90 cm.

Sphyraena helleri Jenkins, 1901
L. 43-45,5 cm.

POLYNEMIDAE

Polydactylus sexfilis (Valenciennes, 1831), *in* Cuv. et Val.

SIGANIDAE

Siganus rostratus (Valenciennes, 1835), *in* Cuv. et Val.
L. 23 cm.

GOBIIDAE

Paragobiodon echinocephalus (Rüppell, 1828)
L. 1,3 cm.

Gobiodon rivulatus (Rüppell, 1828)
L. 18-2,2-2,2 cm.

Bathygobius fuscus (Rüppell, 1828)
L. 4,2 cm.

ELEOTRIDAE

Eviota afaelei Jordan et Seale, 1906
L. 2 ex., 1,4 cm.

BLENNIIDAE

Aspidontus fluctuans (Weber, 1909)
L. 6,3 cm.

Istiblennius paulus (Bryan & Harre, 1903)
L. 5,7-6,5-7,2 cm.

Istiblennius edentulus (Bloch & Schneider, 1801)
L. 10,5-12,4 cm.

OPHICHTHYIDAE

Leiuranus phoenixensis Schultz, 1943
L. 6 ex. 31 à 34,5 cm.

Ophichthys altipinnis (Kaup, 1856)
L. 65-70-86 cm.

MURAENIDAE

Lycodontis javanicus (Bleeker, 1859)

Lycodontis undulatus (Lacepède, 1803)
L. 7,5-65 cm.

Lycodontis petelli (Bleeker, 1856)
L. 5,5 cm.

Anarchias allardicei Jordan et Starks, 1906
L. 11-11,5 cm.

Echidna unicolor Schultz, 1953
L. 8,2 cm.

Siderea picta Ahlenberg, 1789

ECHELIDAE

Muraenichthys thompsoni Jordan et Richardson, 1908
L. 11,1 cm.

Schultzidia retropinnis (Fowler, 1953)
L. 5 cm.

ACANTHURIDAE

Acanthurus lineatus (Linné, 1758)

Acanthurus glaucopareius Cuvier, 1929

Acanthurus triostegus (Linné, 1758)
L. 11,2 cm, 8, 7 et 10,5 cm.

Acanthurus achilles Shaw, 1803
L. 14 cm.

Acanthurus guttatus Schneider, 1801

Acanthurus mata (Cuvier, 1829)

Acanthurus olivaceus Bloch et Schneider, 1801
L. 12 cm.

Acanthurus gahm Forsskål, 1775
L. 15,5 cm.

Acanthurus bleekeri, Günther, 1861
L. 16 cm.

Acanthurus xanthopterus Valenciennes, 1835, *in* cuv. et Val.

Ctenochaetus striatus (Quoy et Gaimard, 1824)

Zebrasoma rostratum (Günther, 1861)

Zebrasoma flavescens (Bennett, 1828)
L. 16,4 cm.

Zebrasoma veliferum (Bloch, 1795)

Callicanthus lituratus (Bloch et Schneider, 1801)

Naso unicornis (Forsskal, 1775)

Naso brevirostris (Valenciennes 1835), *in* Cuv. et Val.
L. 29-30 cm.

Naso herrei Smith 1966
L. 64 cm.

Naso vlamingi Valenciennes, 1835, *in* Cuv. et Val.
L. 28-29,4 cm.

Naso hexacanthus (Bleeker, 1855)
L. 33-43 cm.

BALISTIDAE

Rhinecanthus aculeatus (Linné, 1758)
L. 19 cm.

Balistapus undulatus (Mungo Park, 1797)
L. 12,5-15 cm.

Sufflamen bursa (Bloch & Schneider, 1801)
L. 12,5 cm.

Sufflamen chrysoptera (Bloch & Schneider, 1801)

Pseudobalistes fuscus (Bloch & Schneider. 1801)
L. 28 cm.

Pseudobalistes flavimarginatus (Rüppell, 1829)

Balistoides viridescens (Bloch & Schneider, 1801)
L. 29,5 cm.

Melichthys niger (Bloch, 1786)
L. 19,5 cm.

Melichthys vidua (Solander, 1849)
L. 13 cm.

Xanthichthys ringens (Linné, 1758)

MONACANTHIDAE

Amanses dumerili Hollard, 1857
L. 30 cm.

Amanses scopas (Cuvier, 1829)
L. 14 cm.

Osbeckia scripta (Forster, 1771)

TETRAODONTIDAE

Arothron nigropunctatus (Bloch & Schneider, 1801)
L. 16 cm.

Arothron alboreticulatus (Tanaka, 1908)

Arothron meleagris (Lacepède, 1798)
L. 16 cm.

DIODONTIDAE

Ostracion tuberculatus Linné, 1758

INDICATIONS EN KG SUR LES QUANTITÉS COMMERCIALISÉES EN 1969 POUR LES ESPÈCES LES PLUS COURANTES

Noms d'espèces	F	M	A	M	J	J	A	S
Priacanthus hamrur			55			22		45
Myripristis 2 *sp.*	622	807	482	240				
Epinephelus microdon		300	1256	5020	6104	1369		
Caranx ignobilis				48			35	105
Caranx melampygus	192	469	14		22	66	16	
Caranx lugubris			27					16
Caranx nitidus		16	21	22			6	65
Caranx celetus			100					70
Selar crumenophtalmus			192	204				
Mulloidichthys 2 *sp.*		576	834	764	723	1568	516	
Lutjanus gibbus		38	11	8	47	253	59	275
Lethrinus miniatus		313	1002	76	94	70	364	
Lethrinus sp.		23						190
Callyodontidae		298	146	65	293	165		
Thunnus albacares			140					160
Gymnosarda nuda								139
Sphyraena toxeuma			165			254	474	
Acanthurus xanthopterus		38	591	531	430	562	132	

NOMS LOCAUX DE QUELQUES POISSONS DE RANGIROA (village d'Avatoru)

AAHI	*Thunnus albacares*
ANAHE	*Crenimugil crenilabis, Neomyxus chaptali*
APAI	*Holocentrus spiniferus*
ATURE	*Selar crumenophtalmus*
ATIATIA	*Pseudupeneus barberinus*
AVAI	*Acanthurus xanthopterus*
HAAMEA	*Lutjanus bohar*
HAPUU	*Epinephelus microdon*
HAUREPE	*Istiophorus platypterus*
HAURA	*Makaira p. sp. et Tetrapturus audax*
HEREPOTI	*Naso unicornis*
MU	*Monotaxis grandoculis*
NAPE	*Ellochelon vaigiensis*
NANUE	*Kyphosus cinerascens*
NININ	*Caranx ferdau*
OEO	*Lethrinus minialus*
OHOPU	*Euthynnus pelamis (jeune)*
ONO	*Sphyraena barracuda*
PAAIHERE	*Caranx melampygus*
PAATI	*Callyodon p. sp.*
PATI	*Chanos chanos*
PILIKOA	*Cirrhitus, Paracirrhites p. sp.*
ROROA	*Acanthocybium solandri*
RUHI	*Caranx lugubris*

HONAE	*Caranx nitidus*
IIHI	*Myripristis murdjan*
	Myripristis adustus
IOIO	*Albula vulpes*
KOPA	*Priacanthus hamrur*
KUKINA	*Callyodon sp.*
KURIPO	*Naso hexacanthus*
MAITO	*Ctenochaetus strigosus*
MARAAU	*Lutianus kasmira*
MARARA	*Cypselurus p. sp.*
MARAVA	*Siganus rostratus*
MOANA	*Pseudupeneus multifasciatus*
MOI	*Polydactylus sexfilis*
TAEA	*Lutjanus gibbus*
TAHAARI	*Elagatis bipinnulatus*
TAIRE	*Upeneus arge*
TAMURE	*Lethrinus sp.*
TAREFA	*Aprion virescens*
TIAMU	*Acanthurus bleekeri*
TIATAO	*Sphyraena helleri*
	Sphyraena toxeuma
TOHEVERI	*Euthynnus pelamis*
TONU	*Plectropomus maculatus*
	Plectropomus leopardus
UMETAREI	*Callicanthus lituratus*

PRINCIPAUX OUVRAGES CONSULTÉS

HARRY (R. R.), 1953. — Ichthyological field data of Rarcia Atoll, Tuamotu Archipelago. *Atoll Research Bulletin* n° 18, 190 p., 7 fig.

RANDALL (J. E.), 1956. — A revision of the surgeon fish genus *Acanthurus*. *Pacif. Sci.* 10 (2) : 159-235, 23 fig. 3 pl.

PLESSIS (Y. B.), 1969 (1970). — Note préliminaire sur la faune de Rangiroa (Polynésie). *Bull. Mus. Hist. Nat.* 2e série, 41, n° 5 : 1306-1319.

SCHULTZ (L. P.), 1953. — Fishes of the Marshall and Marianes islands. *U.S. Nat. Mus. Bull.* 202 (1) : 665 p., 74 pl., 89 fig.

SCHULTZ (L. P.), 1958. — Review of the Parrotfishes, family Scaridae. *U.S. Nat. Mus. Bull.* 214 : 143 p, 27 pl., 31 fig.

SMITH (J. L. B.), 1963. — The fishes of the Seychelles. Dept. Ichthyology Grahamstown : 63 p., 98 pl., 3 fig.

SMITH (J. L. B.), 1966. — Fishes of the Sub. Family Nasinae with a synopsis of the Prionurinae. *Ichthyological bulletin* n° 32 : 635-682, pl. 103-104, 13 fig.