

Distribution de quatre espèces de Copépodes bathypélagiques dans l'ouest du Pacifique équatorial et tropical sud

J.-A. GUEREDRAT*

(Reçu le 20 novembre 1968)

Abstract—The material was collected in 110 oblique hauls with an Isaacs-Kidd Midwater Trawl having a nylon mesh No. 000 (aperture 0.9–1 mm) in the cod-end, in varying layers from the surface to 1200 m in the western equatorial and south tropical Pacific. *Megacalanus princeps* and *Gaussia princeps* ascend by night to the mesopelagic layer but they are absent from the first 300 m and sometimes from 0 to 650 m in the daytime. *Paraeuchaeta hansenii* and *Metridia princeps* are never found in the upper 380 m. Vertical distribution and diurnal variations of these bathypelagic copepods seem to be influenced by the equatorial divergence where species rise to the surface and their diurnal migration amplitude is weaker. Their latitudinal distribution from 20°S to 4°N along 170°E shows an equatorial increase, where it is well known that equatorial upwelling promotes a quantitative enrichment of the phytoplankton and of the zooplankton in the upper layers.

INTRODUCTION

LES ÉTUDES quantitatives consacrées aux Copépodes bathypélagiques sont très rares ou peu détaillées dans le Pacifique et plus particulièrement aux faibles latitudes de sa partie occidentale car: (a) l'exploration systématique des couches profondes, par des filets et des types de traits capables de collecter en assez grand nombre ces espèces, n'a pas été entreprise par les grandes expéditions; (b) et les analyses quantitatives plus récentes portent principalement sur les couches superficielles. Dans ce travail, basé sur des échantillons collectés par des traits obliques profonds de chalut pélagique, nous nous proposons de décrire le long du 170°E les répartitions latitudinales de quatre espèces de Copépodes bathypélagiques et nous chercherons à mettre en évidence l'influence de la divergence équatoriale, qui caractérise la structure hydrologique des eaux superficielles, sur les distributions latitudinales et verticales de ces espèces bathypélagiques.

MATERIEL ET METHODES

Les échantillons ont été récoltés au cours de quatre croisières saisonnières *Bora*, d'environ un mois, effectuées de novembre 1965 à octobre 1966, par le N.O. *Coriolis* du Centre O.R.S.T.O.M. de Noumea, (Nouvelle Calédonie) La zone explorée se situe principalement sur le méridien 170°E, de 20°S à 5°N. Dans cette région ont été effectués 110 traits obliques de chalut pélagique Isaacs-Kidd de 10 pieds d'ouverture (Isaacs-Kidd Midwater Trawl ou IKMT 10). Le cul du chalut était constitué par un filet conique de 50 cm de diamètre d'ouverture, en nylon "Blutex" G.G. No. 000 (vide de maille 0,9 à 1 mm). Ce filet était équipé d'un débit-mètre TSK et d'un Bathykymographe (BK) "Marine Advisers". Pendant la descente et la remontée

*Centre O.R.S.T.O.M. de Noumea, Nouvelle-Calédonie.

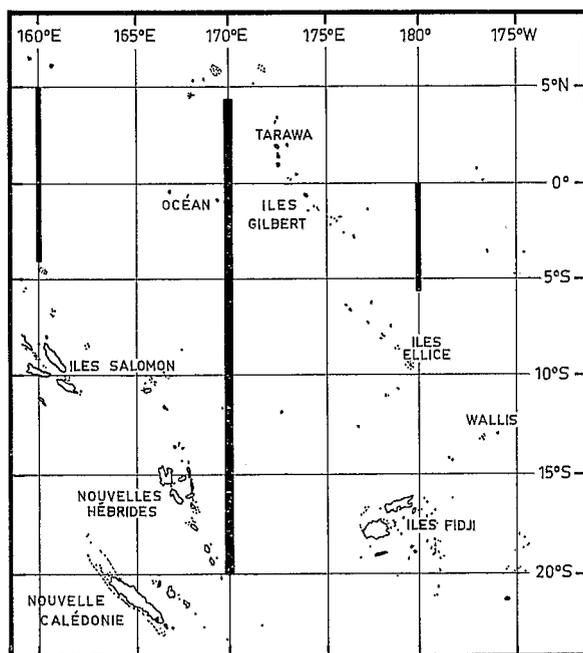


Fig. 1. Zone explorée au cours des quatre croisières *Bora*.

du chalut, le navire filait respectivement 4 et 1 à 2 noeuds. La vitesse de déroulement du câble était de 60 m/mn, et celle d'enroulement de 40 m/mn en moyenne. Quoique le treuil soit viré dès que la longueur de câble requise ait été filée, les bathykymogrammes révèlent l'existence d'un palier avant la remontée (Fig. 1).

Parmi les Copépodes bathypélagiques récoltés, seules quatre espèces ont été retenues, à cause de leur taille, qui dépasse généralement 6,5 mm et garantit un échantillonnage où l'échappement à travers les mailles No. 000 est nul ou insignifiant (REPELIN et GUEREDRAT sous presse). Ce sont: (1) *Megacalanus princeps* Wolfenden, 1904. (Synonymie: *Macrocalanus longicornis* Sars, 1905. *Megacalanus longicornis* Sars, 1925.) (2) *Paraeuchaeta hanseni* (With, 1915). (Synonymie: *Euchaeta hanseni* With, 1915. *Pareuchaeta** *hanseni* Sars, 1925.) (3) *Metridia princeps* Giesbrecht, 1889. (4) *Gaussia princeps* (T. Scott, 1894). (Synonymie: *Pleuromamma princeps* T. Scott, 1894; *Metridia scotti* Giesbrecht, 1897; *Gaussia melanotica* Wolfenden, 1905; *Metridia atra* Esterly, 1906; *Gaussia scotti* Wolfenden, 1908 et 1911; *Gaussia princeps* Sewell, 1932).

APERÇU HYDROLOGIQUE

Les échantillons récoltés représentent la population globale de couches souvent très épaisses, ou tout au moins enrichies la nuit par des individus vivant le jour dans des eaux plus profondes. Pour tenir compte des divers niveaux hydrologiques prospectés, les limites seront recherchées en considérant trois types de caractéristiques: les courants superficiels, les isothermes de 25°C à 10°C et quelques autres facteurs physico-chimiques. Les courants† du système équatorial ont été définis sur le 170°E

*Le genre créé par SCOTT (1909) auquel se rapporte SARS (1925) est *Paraeuchaeta*.

†Pour désigner les courants nous avons adopté la nouvelle nomenclature qui met en évidence la symétrie du système équatorial par rapport à l'équateur.

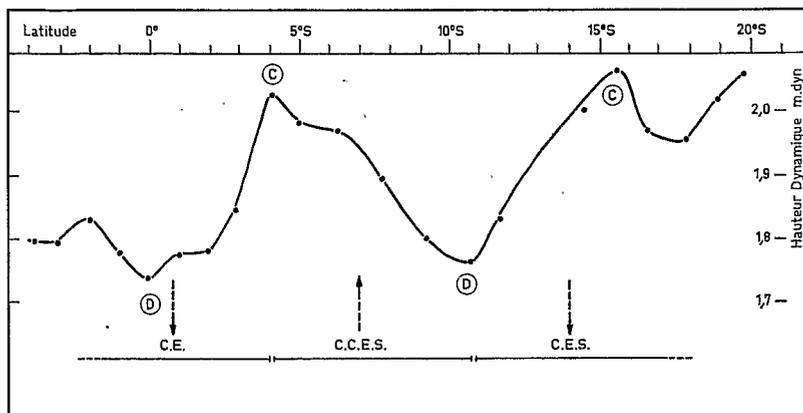


Fig. 2. Relief dynamique de la surface par rapport à 1000 db pour *Bora II* sur le 170°E. D: divergence, C: convergence, C.E.: courant équatorial, C.C.E.S.: contrecourant équatorial sud, C.E.S.: courant équatorial sud, les flèches indiquent le sens des courants.

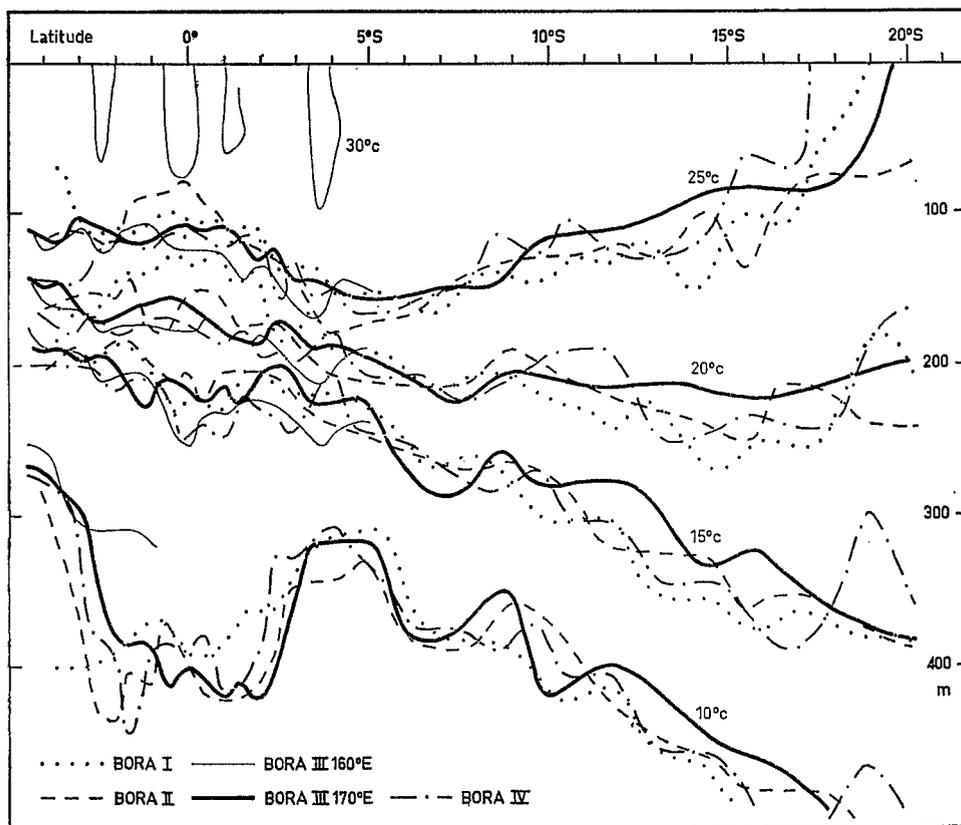


Fig. 3. Coupe de températures, pour les premiers 500 m sur le 170°E pour les 4 *Bora* et de plus sur le 160°E pour *Bora III*.

par l'étude du relief dynamique de la surface par rapport à 1000 db, au cours des 4 *Bora* (Fig. 2).

Du sud au nord les isothermes 25°C et 10°C convergent de 17°S à 4°S, avec une diminution des pentes vers 12°S (Fig. 3). Puis vers 3° ou 4°S il y a un éclatement de la thermocline. L'ascension des isothermes 20° à 25°C marque la limite sud de l'upwelling, la plongée vers 400 m de l'isotherme 10°C étant probablement la dernière manifestation en profondeur du courant de Cromwell.

Enfin les isolignes des coupes de certains facteurs physico-chimiques présentent de fortes pentes vers 11°S et 4°S. Vers 10°S ces forts gradients horizontaux et en particulier celui de la salinité entre 500 et 1000 m définissent le front entre l' "eau équatoriale intermédiaire" et l' "eau antarctique intermédiaire" (MUROMTSEV, 1958; REID, 1965).

On peut donc distinguer le long du 170°E de 4°N à 20°S trois zones: (a) de 4°N à 4°S une zone I définie par le courant équatorial, le courant de Cromwell (KOSHYLYAKOV et NEYMAN, 1965) et l'upwelling équatorial, (b) de 4°S à 11°S une zone II caractérisée par le contre-courant équatorial sud et séparée en profondeur de la zone précédente par une chute nette, quoique de faible amplitude, des teneurs en nitrate, phosphate dissous et de l'alcalinité et par une augmentation brutale du pH et du taux d'oxygène dissous, (c) de 11°S à 19°S la zone III, qui se différencie de la zone II par l'abaissement ou l'augmentation brusque des mêmes facteurs physico-chimiques observés en passant de la première à la seconde zone.

COMPORTEMENT BATHYMETRIQUE

Nous résumerons les données bibliographiques et tenterons de dégager quelques conclusions de la comparaison des traits effectués à diverses profondeurs ou à des heures différentes lors des *Bora*. Nous éviterons d'apparier de straits appartenant à des croisières différentes à cause de l'influence éventuelle du "facteur date" (MOORE and BAUER, 1960) sur la répartition bathymétrique et les migrations nycthémerales.

Megacalanus princeps Wolfenden. Quoique capturé quelques rares fois en surface la nuit (FURNESTIN, 1960; WILSON, 1942, 1950), cette espèce est "une vraie forme bathypélagique" (SARS, 1925) et est signalée en profondeur par SCOTT (1909); SEWELL (1929, 1947, 1948) et ROSE (1933). De l'examen des 4 et 8b, c, il semble que *Megacalanus princeps*, soit absente de la couche 0-300 m le jour, mais serait bien représentée la nuit dans les 400 premiers mètres, et ne paraît pas avoir de migrations verticales nettes au-dessous de 650 m.

Paraeuchaeta hanseni (With). Cette espèce est bathypélagique pour SEWELL (1947, 1948) et TANAKA (1958). WILSON (1950) et DE DECKER et MOMBECK (1965) en capturent quelques fois en surface mais surtout entre 0 et 300 brasses, ou plus (SARS, 1925). Au cours des *Bora* (Figs. 5, 10a, b, c) *Paraeuchaeta hanseni* ne se rencontre jamais, même la nuit, dans les 380 premiers mètres; elle est parfois même absente de jour dans la couche 0-650 m et il semble que sa remontée nocturne soit encore sensible à 1200 m, laissant supposer qu'une partie de la population vit en dessous de cette profondeur, le jour tout au moins.

Metridia princeps Giesbrecht. Quelques spécimens de cette espèce sont signalés en surface par WILSON (1932, 1950) mais SCOTT (1909), WOLFENDEN (1911), SARS (1925), FARRAN (1929), WILSON (1932), ROSE (1933), SEWELL (1948) et TANAKA (1963) considèrent qu'il s'agit d'une espèce profonde. Dans nos prélèvements (Figs. 6, 11a, b, c)

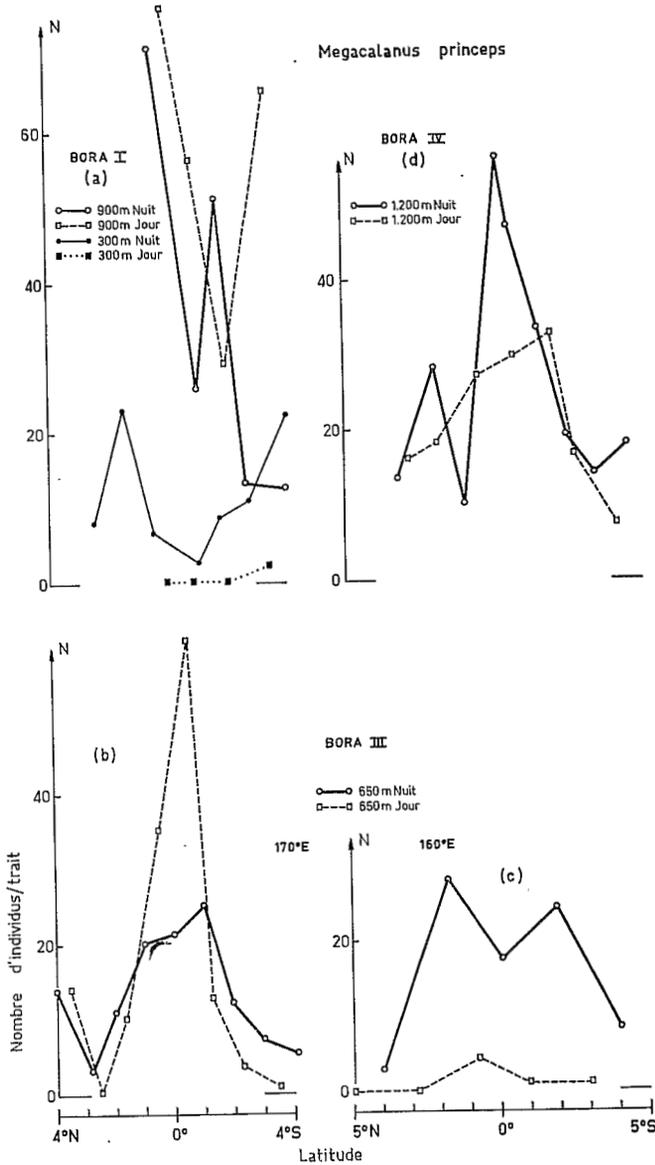


Fig. 4. Richesse comparée des différents types de traits dans la zone I pour *Megacalanus princeps*.

Metridia princeps apparaît comme étant franchement bathypélagique.

Gaussia princeps (T. Scott). WILSON (1950) en pêche en surface la nuit, mais plus fréquemment en profondeur, SEWELL (1947) entre 366 et 809 m mais signale son apparition à partir de 850 m (SEWELL, 1948). *Gaussia princeps* se présente ici (Figs. 7 et 12b, c) comme une espèce qui peuple la couche mésopélagique seulement la nuit après des migrations verticales assez importantes qui paraissent encore sensibles à 1200 m.

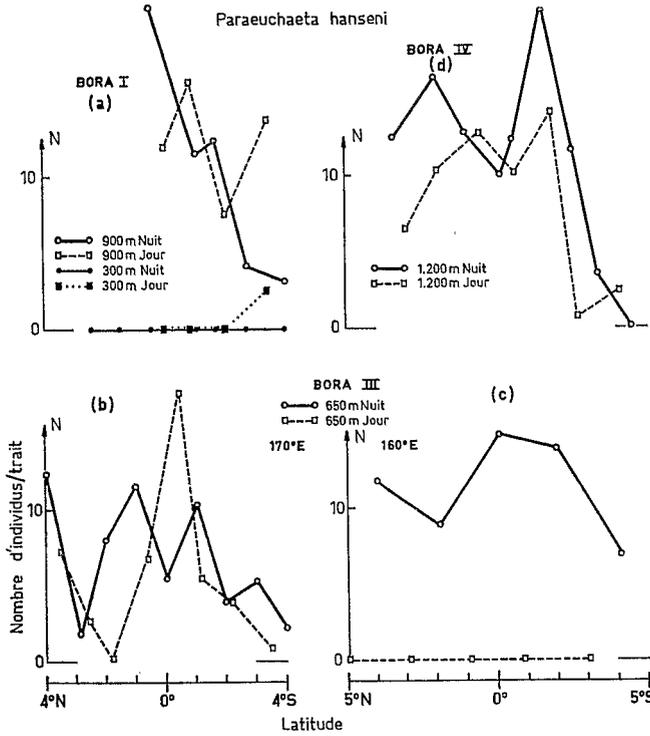


Fig. 5. Richesse comparée des différents types de traits dans la zone I pour *Paraeuchaeta hanseni*.

Metridia princeps

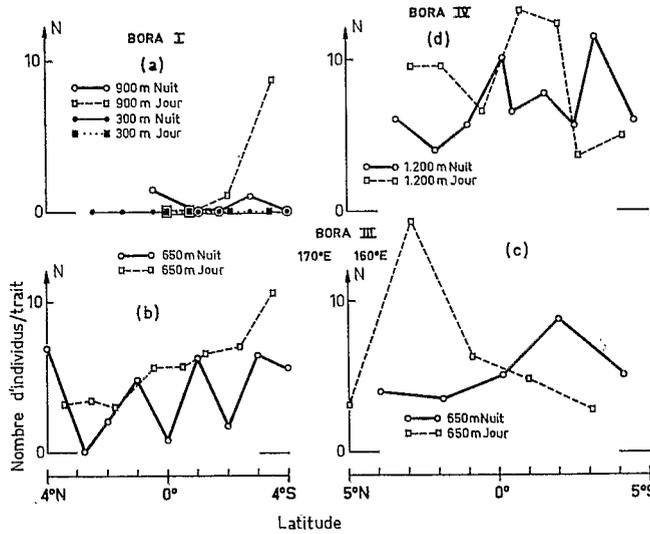


Fig. 6. Richesse comparée des différents types de traits dans la zone I pour *Metridia princeps*.

DISTRIBUTION LATITUDINALE

Pour chaque espèce, la répartition en latitude sera traitée à deux niveaux: la distribution générale et l'analyse comparative des trois zones. Pour cette étude nous ne

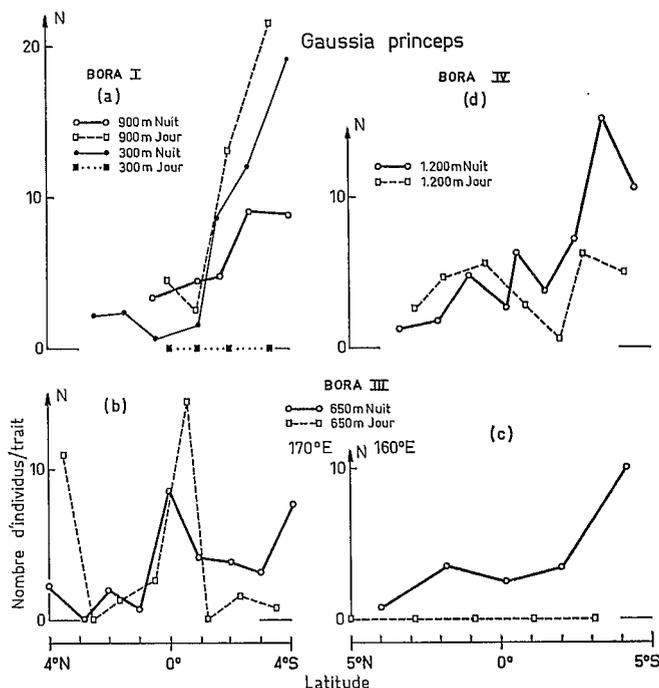


Fig. 7. Richesse comparée des différents types de traits dans la zone I pour *Gaussia princeps*.

retiendrons que 67 traits qui forment cinq ensembles homogènes. Chaque ensemble comprend une série de traits d'un seul type, effectués lors de la même croisière et couvrant le 170°E approximativement de 20°S à 4°N, définissant les *radiales* (Tableau 1). Pour chacune de ces *radiales* l'étude descriptive des courbes d'abondance sera faite.

Tableau 1. Définition des *radiales*.

Radiale No.	Croisière	Heure du début du trait	Couche explorée (m)	Long. de la col. d'eau filtrée (m)	Nombre de stations	Etendue sur le 170°E
1	Bora I	20 h 00	0- 300	5000	12	16°22S-2°36N
2	Bora II	20 h 00	0- 380	5000	14	20°00S-2°39N
3	Bora II	12 h 15	0-1000	10 000	11	18°26S-2°10N
4	Bora III	20 h 00	0- 650	5000	14	15°48S-4°00N
5	Bora IV	20 h 00	0-1200	10 000	16	19°51S-3°12N

Analyse comparative des trois zones. Dans les zones définies par les facteurs hydrologiques, les cinq *radiales* sont représentées, mais par des nombres inégaux de traits (Tableau 2) car les zones ont des étendues et des densités des traits différentes. Chaque *radiale* sera schématisée par trois valeurs comparables correspondant chacune à la moyenne des traits d'une zone (Fig. 9).

Analyse spécifique

Megacalanus princeps. L'analyse des courbes de fréquences en fonction de la latitude (Fig. 8) pour les cinq *radiales* montre en général un ou deux maximums, situés entre

5°S et 3°N. Seule la *radiale 1* présente une allure différente avec un minimum équatorial qui peut être dû à une distribution locale très irrégulière comme celle que traduisent les traits atteignant 900 m (Fig. 4a). Le diagramme de l'abondance relative de *M. princeps* (Fig. 9) montre aussi la prédominance de la zone I.

Tableau 2. Répartition des traits caractéristiques des 5 radiales dans les 3 zones.

Zones	Types de traits	Nuit-300 m Radiale 1	Nuit-380 m Radiales 2	Jour-1000 m Radiale 3	Nuit-650 m Radiale 4	Nuit-1200 m Radiale 5	Total dans la zone
Zone I		7	7	5	8	8	35
Zone II		2	3	3	3	4	15
Zone III		3	4	3	3	4	17
Total dans la radiale		12	14	11	14	16	

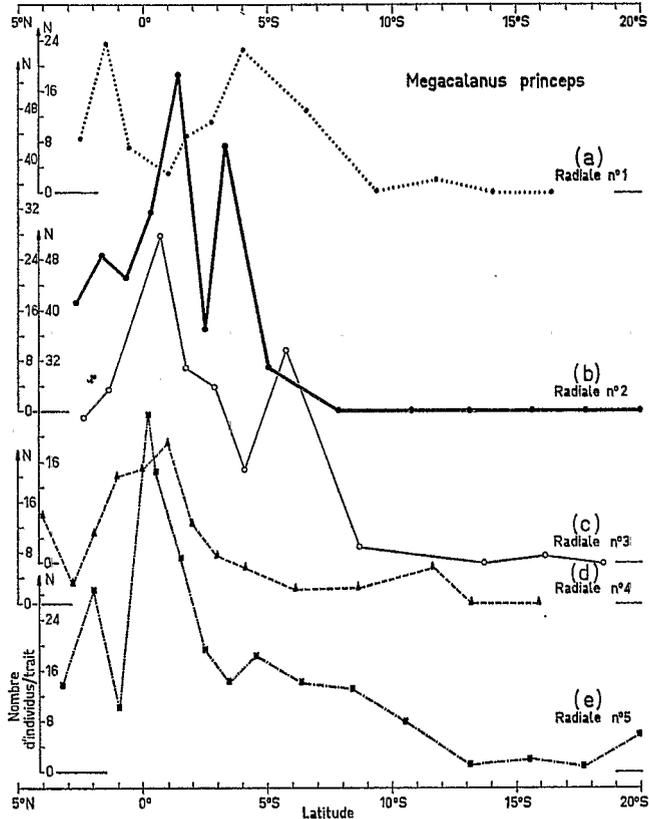


Fig. 8. Répartition latitudinale de *Megacalanus princeps* le long du 170°E au cours des 4 Bora.

Paraeuchaeta hansenii. Pour cette espèce un très léger enrichissement se manifeste près l'équateur (Fig. 10). L'étude comparative des trois zones (Fig. 9) pour les radiales où l'espèce est présente, montre la prédominance plus ou moins marquée de la zone I.

Metridia princeps. Dans la Fig. 11 seule la radiale 4 révèle la très faible augmentation d'une population sans doute sous-estimée par certaines prises de nuit si on les

compare à celles qui leur correspondent de jour (Fig. 6b). Les trois zones (Fig. 9) ne présentent pas de différence marquée entre elles. Cependant les sommes des 5 "traits types" pour les trois zones: 16,3, 13,4 et 5,4 spécimens, mettent en évidence l'infériorité de la zone III et une très légère prédominance de la zone I.

Gaussia princeps. La radiale 1 (Fig. 12a) montre un maximum bien établi allant de 5°30S à 1°30S. Les radiales 2, 3 et 5 (Fig. 12b, c, e) ont chacune un pic dans les limites de cette zone de richesse, alors que sur la quatrième radiale (Fig. 12d) on observe la valeur la plus forte vers 8°S comme le deuxième maximum de la cinquième radiale. L'étude des moyennes pour les 3 zones (Fig. 9) montre la prédominance de la seconde sauf pour la radiale 2, exception toute relative puisqu'elle est due à une station limitrophe (3°18) particulièrement riche.

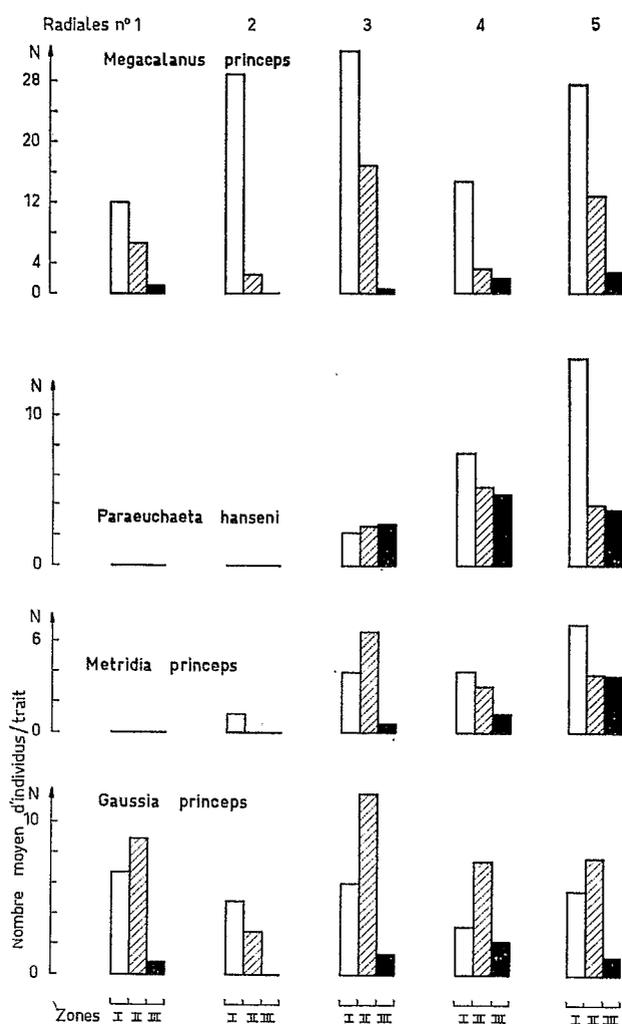


Fig. 9. Richesse comparée des 3 zones pour *Megacalanus princeps*, *Paraeucaeta hanseni*, *Metridia princeps* et *Gaussia princeps* le long des 5 radiales.

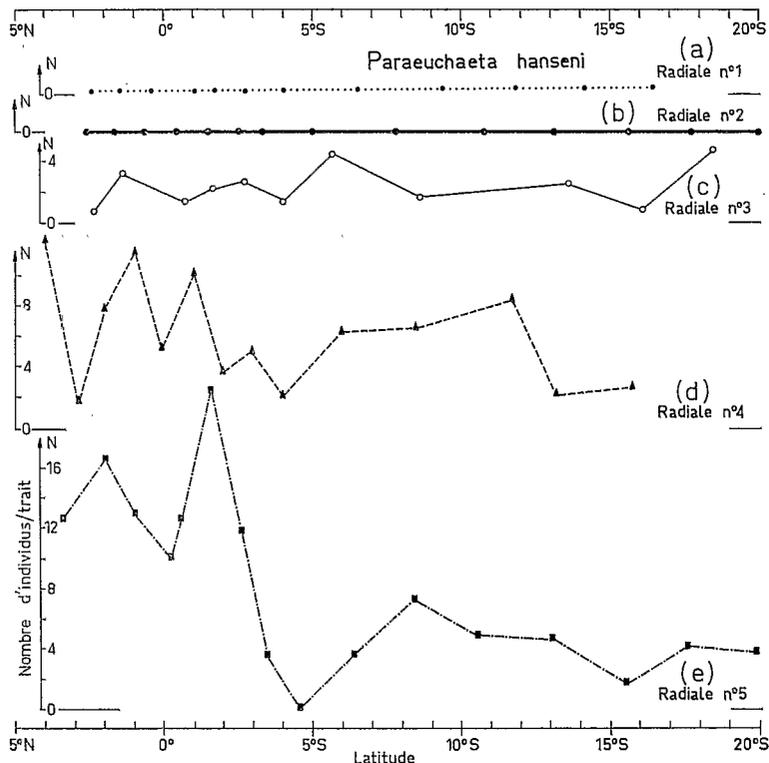


Fig. 10. Répartition latitudinale de *Paraeuchaeta hansenii* le long du 170°E au cours des 4 Bora.

DISCUSSION

L'interdépendance existant entre l'abondance des formes des couches de surface et celles des eaux profondes d'une part, les étroites relations qu'il y a, dans les eaux superficielles de la région considérée, entre la biomasse planctonique et les caractéristiques dynamiques et physico-chimiques d'autre part, nous amènent à rechercher les rapports possibles entre les distributions latitudinales observées pour les Copépodes bathypélagiques et les phénomènes hydrologiques évoqués au paragraphe 3.

Dans l'ouest du Pacifique VINOGRADOV (1962) observe un enrichissement relatif en profondeur à la limite des eaux tempérées et tropicales (approximativement à 40°N et 30°S) causé par l'arrivée d'eaux profondes étrangères, mais souligne que la décroissance (VINOGRADOV, 1958) est régulière au niveau de l'équateur. Donc la relation d'interdépendance des biomasses superficielle et profonde (BOGOROV, 1958), demeure valable pour la région qui nous intéresse.

Aux faibles latitudes le maximum de zooplancton dans la couche 0-200 m du Pacifique est lié à l'upwelling équatorial et varie avec son intensité et sa richesse en phosphate (KING et DEMOND, 1953; KING et HIDA, 1957; REID, 1962 . . .) ou en sels nutritifs (BOGOROV, BEKLEMISHEV and VINOGRADOV, 1961) de même pour le macroplancton à 350 m (KING, 1958) et le plancton entre 200 et 500 m (VINOGRADOV et VORONINA, 1963).

BOGOROV et VINOGRADOV (1960) expliquent la prédominance du zooplancton à l'équateur sur le 170°E de 0 à 100 m, par une remontée de phosphate qui provoque le

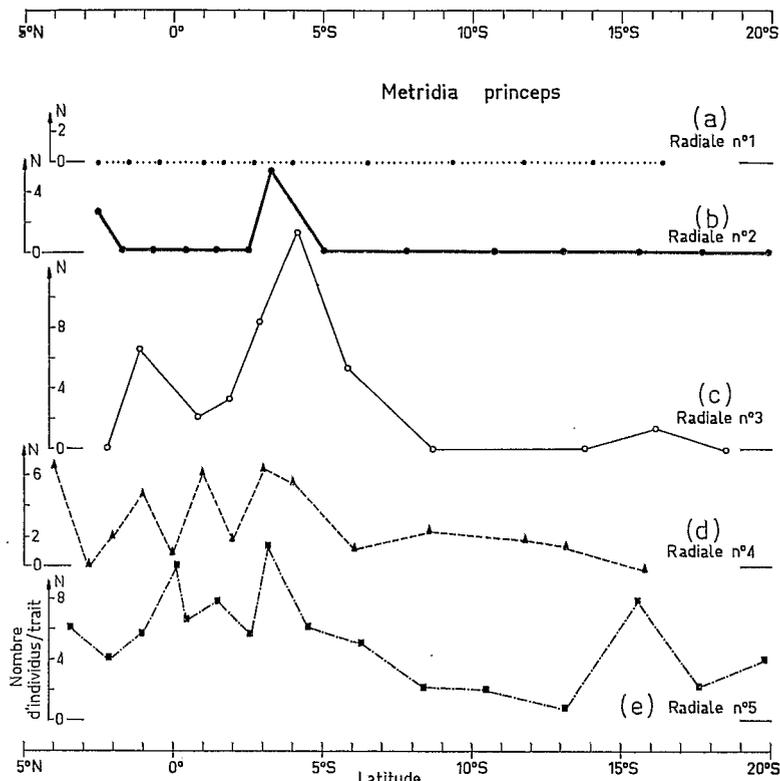


Fig. 11. Répartition latitudinale de *Metridia princeps* le long du 170°E au cours des 4 Bora.

grand développement phytoplanctonique équatorial et qui apparaît à partir de 4°S.

Au cours des 4 campagnes Bora la divergence équatoriale, a pu être observée comme un élément permanent de la structure hydrologique du système équatorial. L'étude comparative des hauteurs dynamiques de la surface par rapport à 1000 db, indique qu'à Bora II (mars 1966) l'upwelling avait sa plus forte intensité et durant cette croisière les teneurs en nitrate étaient particulièrement élevées en surface (HISARD et PRON, 1967). L'atténuation de l'upwelling équatorial d'Est en Ouest qui est généralement admise a pu être observée lors des stations occupées sur le 160°E (Bora III).

La permanence de cette structure hydrologique se reflète dans la distribution du phytoplancton. Les courbes de distribution latitudinale de la quantité de chlorophylle *a* (chl *a*) par m² pour la colonne 0-200 m, montrent pour Bora I, III et IV entre 3°S et 3°N un maximum atteignant respectivement 24, 25 et 25 mg/m² contre 21,5, 19,4 et 19,2 mg/m² pour le reste de la radiale. Cette différence s'accroît si l'on note que dans la zone équatoriale près de 80 % de la chl *a* se concentre dans la couche euphotique, alors que dans le reste de la région explorée seulement 50 % de la chl *a* se trouve dans cette couche (LE BOURHIS et WAUTHY, sous presse). En effet de 7°S à 17°S les teneurs égales ou supérieures à 0,20 mg/m³ de chl *a* se situent entre 60 et 120 m, par contre entre 3°S et 3°N on les observe de 100 à 40 m et même en surface, à Bora IV.

Sur le 160°E, où l'upwelling est moins caractérisé, l'isoline 0,20 mg/m³ va de 5°N à 3°S, mais n'intéresse que la couche 100-80 m. La diminution du maximum

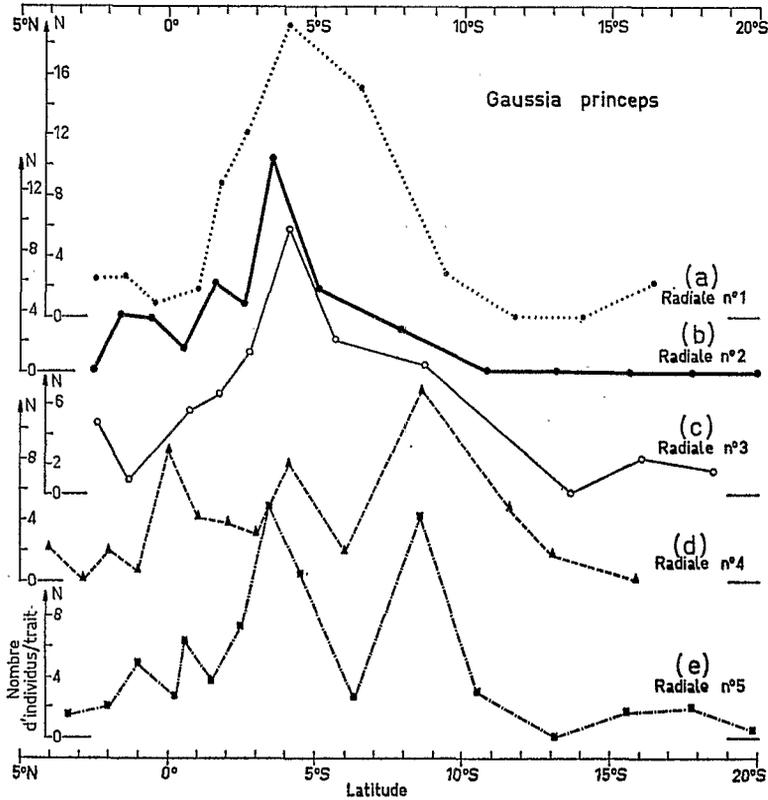


Fig. 12. Répartition latitudinale de *Gaussia princeps* le long du 170°E au cours des 4 Bora.

équatorial est très sensible; 18 mg/m², au lieu de 25 mg/m², pour la colonne 0-200 m entre 3°N et 3°S; KOBLENTS-MISHKE (1965) signale même l'extinction du maximum équatorial du phytoplancton sur le 160°E.

Donc les structures hydrologiques et la distribution du phytoplancton observées au cours des quatre croisières Bora, sont celles généralement décrites par les différents auteurs cités, et que ceux-ci relient aux fortes concentrations du zooplancton peuplant les couches superficielles de la région équatoriale.

Or pour *Megacalanus princeps*, *Paraeuchaeta hansenii* et *Metridia princeps*, qui sont trois espèces bathypélagiques, nous avons observé une distribution latitudinale du même type que celle reconnue pour les formes épi et mésopélagiques. Cette similitude confirme l'interdépendance existant entre le plancton profond et celui des eaux superficielles.

De plus, certaines hypothèses basées sur l'intensité de l'upwelling semblent pouvoir expliquer quelques unes des particularités rencontrées dans les distributions bathymétrique et latitudinale des espèces considérées.

De 0 à 650 m *Gaussia princeps*, *Paraeuchaeta hansenii* ne sont pas, et *Megacalanus princeps* presque pas, capturées de jour sur le 160°E, alors qu'elles le sont sur le 170°E (Figs. 7, 5, 4; b et c). Sur le 170°E les prises de jour égalent, et parfois même dépassent, celles faites de nuit. La nuit les récoltes sont équivalentes sur les deux méridiens no même légèrement supérieures sur le 160°E. Il ressort de cette comparaiou deux

différences de comportement: (a) les espèces sont concentrées plus près de la surface le jour sur le 170°E, (b) l'amplitude et l'intensité de leur migration nycthémerale sont plus importantes sur le 160°E.

Pour tenter d'expliquer ces deux faits nous pouvons avancer une double hypothèse en supposant que ce sont là deux conséquences de l'atténuation de l'upwelling d'est en ouest.

Pour le premier de ces faits notre hypothèse est en accord avec les observations de VOSS (1967) qui constate que les faunes méso et bathypélagiques sont amenées près de la surface par l'upwelling du Golfe de Guinée. HEINRICH (1960a) admet que des espèces du "niveau inférieur de la couche de surface", qui normalement se trouvent de 100 à 200 m, peut-être même entre 200 et 500 m, peuvent être concentrées dans les premiers 100 mètres dans la zone de divergence équatoriale. Il fait aussi remarquer (HEINRICH, 1960b) que le maximum accusé par certaines espèces d'eau profonde dans un upwelling doit être souvent considéré davantage comme le résultat d'une remontée plus importante que comme un maximum régional de la population. Par ailleurs, étudiant des espèces de la partie inférieure de la couche de surface (50-100 m) et de la zone intermédiaire (100-200 m), VINOGRADOV et VORONINA (1962) concluent qu'elles ont une répartition plus superficielle dans la zone de la divergence équatoriale que dans les zones tropicales.

Notre hypothèse pour le second fait rejoint une des remarques faites par VINOGRADOV et VORONINA (1962) qui constatent que certaines espèces (*Neocalanus gracilis*, *Nannocalanus minor* et *Pleuromamma gracilis*) ont des migrations journalières d'amplitude et d'intensité extrêmement diverses dans des eaux de structures différentes et beaucoup plus importantes au sud du système des courants équatoriaux dans l'Océan Indien. A *Bora II*, où l'upwelling était particulièrement prononcé, la répartition latitudinale de *Megacalanus princeps* présente certaines particularités. Si l'on considère la *radiale* 3 où le filet explorait la couche 0-1000 m, on s'aperçoit que le "trait-moyen" de la zone I représente 64% de l'ensemble des 3 "traits-moyens" de la *radiale* (Fig. 9), ce qui donne une certaine image de la population le long du méridien. Mais la nuit dans la couche 0-380 m, par la même méthode d'analyse, on trouve 92% de la population de la *radiale* 2 concentrée dans la zone I. Ce qui peut s'expliquer en admettant l'une des deux hypothèses suivantes: soit une distribution moins profonde, soit l'ascension nocturne plus intense ou de plus grande amplitude dans la région de l'upwelling. Les conclusions tirées de l'étude du méridien 160°E nous permettent d'opter pour une distribution plus près de la surface liée à l'upwelling particulièrement bien développé à cette époque.

L'hypothèse d'une distribution plus superficielle due à l'intensité de l'upwelling retenue pour *Megacalanus princeps*, peut aussi être avancée pour justifier dans le cas de *Gaussia princeps* la prédominance de la zone I observée uniquement pour la *radiale* 2 et la présence de *Metridia princeps* dans cette zone sur cette même *radiale*.

CONCLUSION

La présence de ces espèces bathypélagiques dans les couches mésopélagiques peut s'expliquer: (a) par des migrations nycthémerales de grande amplitude sur le 160°E où la divergence équatoriale est peu caractérisée, (b) par une répartition générale moins profonde dans la zone de divergence équatoriale.

Nous voyons ainsi que la répartition bathymétrique de ces espèces peut être reliée à la structure hydrologique sans doute par l'intermédiaire de divers facteurs, dont fait partie, très certainement, le développement du phytoplancton et du zooplancton des couches superficielles. Ce comportement bathymétrique variable explique dans une certaine mesure la diversité d'habitat reconnue par les différents auteurs cités. Par ailleurs, les distributions latitudinales observées avec leur maximum équatorial sont semblables à celles connues du phytoplancton et du zooplancton des couches supérieures, et ceci même lorsque l'on examine les traits atteignant de grandes profondeurs où le risque d'échantillonner principalement les organismes après leur ascension est assez faible. Il est fort probable que l'étude du comportement trophique des Copépodes bathypélagiques pourrait expliquer en grande partie les phénomènes d'interdépendance soulignés ici dans les distributions latitudinale et bathymétrique.

BIBLIOGRAPHIE

- BOGOROV V. G. (1958) Biogeographical regions of the plankton of the Northwestern Pacific Ocean and their influence on the deep sea. *Deep-Sea Res.*, **5**, 149-161.
- BOGOROV V. G. et M. E. VINOGRADOV (1960) Distribution de la biomasse du zooplancton dans la partie centrale de l'Océan Pacifique. (En russe) *Trudy Vses. Gidrobiol. Obshch.*, **10**, 208-223.
- BOGOROV V. G., K. V. BEKLEMISHEV and M. E. VINOGRADOV (1961) The distribution of plankton in the Pacific Ocean and its relation to geographical zonation. *Contr. 10th Pac. Sc. Cong., Honolulu, Hawaii*, August 1961.
- DE DECKER A. and F. J. MOMBECK (1965) A preliminary report on the planktonic Copepoda. *Invest. Rep. Div. Sea Fish. S. Africa*, **51**, 10-67.
- FARRAN G. P. (1929) Crustacea, Part X, Copepoda. *Br. Antarctic (Terra Nova) Exped., 1910, Nat. Hist. Rep. Zool.*, **8** (3) 203-306.
- FURNESTIN M. L. (1960) Zooplancton du Golfe du Lion et de la côte orientale de Corse. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **24** (2), 153-252.
- HEINRICH A. K. (1960a) The basic types of vertical distribution of copepods in the Central Pacific Ocean. (In Russian) *Dokl. Akad. Nauk SSSR*, **132** (4), 921-924 (transl. Com. Fish. Hawaii, 1961 by D. A. THOMPSON).
- HEINRICH A. K. (1960b) The horizontal distribution of Copepods in the Central Pacific and the factors determining it. (In Russian) *Trudy Inst. Okeanol.*, **41**, 31-41. (transl. Com. Fish. Hawaii, 1961 by D. A. THOMPSON).
- HISARD Ph. et B. PITON (1967) La distribution du nitrite dans le système des courants équatoriaux le long de 170°E. Communication No. 170. Congrès UGGI. 14ème Assemblée, Berne, Septembre 1967.
- KING J. E. (1958) Variation in abundance of zooplankton and forage organisms in the Central Pacific in respect to the equatorial upwelling. *Proc. Ninth Pacific Sci. Congr.* 1957, **16**, 98-107.
- KING J. E. and J. DEMOND (1953) Zooplankton abundance in the Central Pacific. *U.S. Fish Wild. Serv., Fish. Bull.*, **82** (54), 111-144.
- KING J. E. and T. S. HIDA (1957) Zooplankton abundance in the Central Pacific, Part II. *Fish Wild. Serv., Fish. Bull.*, **118** (57), 365-395.
- KOBLENTS-MISHKE O. I. (1965) Primary production in the Pacific. *Okean. Issled. Rez. Progr. Mezhd. Geofiz. Goda, Mezhd. Geofiz. Kom., Prez. Akad. Nauk SSSR*, **5** (2), 104-111. (Transl. Scripta Technica Inc.).
- KOSHYLAKOV M. N. and V. G. NEYMAN (1965) Some results of measurements and calculations of zonal currents in Pacific Equatorial region. *Okean. Issled. Rez. Progr. Mezhd. Geofiz. Goda, Mezhd. Geofiz. Kom. Prez. Akad. Nauk SSSR*, **5** (2), 37-49 (Transl. Scripta Technica Inc.).
- LE BOURHIS J. et B. WAUTHY (196) Quelques aspects de la distribution de la production primaire le long du méridien 170°E entre 20°S et 5°N (sous presse).
- MOORE H. B. and J. C. BAUER (1960) An analysis of the relation of the vertical distribution of three Copepods to environmental conditions. *Bull. mar. Sci. Gulf. Caribb.*, **10** (4), 430-443.

- MUROMTSEV A. M. (1958) *The principal hydrological features of the Pacific Ocean* (in Russian) Gidrometeorologicheskoe Izdatel'stvo, Leningrad (1958). (Transl. Jerusalem 1963. 417 pp.).
- REID Jr. J. L. (1962) On circulation, phosphate-phosphorus content, and zooplankton volumes in the upper part of the Pacific Ocean. *Limnol. Oceanogr.*, **7** (3), 287-306.
- REID Jr. J. L. (1965) *Intermediate waters of the Pacific Ocean*. John Hopkins Press, Baltimore, 85 pp.
- REPÉLIN R. et J. A. GUEREDRAT (1969) Efficiences comparées de filets à plancton coniques de mêmes dimensions et de mailles différentes. II. Sélectivité de la maille N° 000 pour les Amphipodes et les Copépodes (sous presse).
- ROSE M. (1933) Copépodes pélagiques. *Faune de France*, **26**, 374 pp.
- SARS G. O. (1925) Copépodes particulièrement bathypélagiques provenant des campagnes scientifiques du Prince Albert de Monaco. *Résult. Camp. Scient. Prince Albert I.* **69**, 408 pp.
- SCOTT A. (1909) The copepods of the Siboga Expedition. *Siboga Exped. Monogr.*, **29**, 323 pp.
- SEWELL R. B. S. (1929) The copepods of Indian Seas. Calanoïda. *Mem. Indian Mus.* **10**, 1-221, 223-407.
- SEWELL R. B. S. (1947) The free swimming planktonic Copepoda. Systematic account. *John Murray Exped. 1933-1934 Sci. Repts.*, **8** (1), 1-303.
- SEWELL R. B. S. (1948) The free swimming planktonic Copepoda. Geographical Distribution. *John Murray Exped. 1933-1934, Sci. Repts.*, **8** (3), 21-592.
- TANAKA O. (1958) The pelagic Copepods of the Izu region middle Japan. Systematic account. *V Publ. Seto mar. biol. Lab.* **6** (3), 88-127.
- TANAKA O. (1963) The pelagic Copepods of the Izu region middle Japan. Systematic account. *IX Publ. Seto mar. biol. Lab.* **11** (1), 7-55.
- VINOGRADOV M. E. (1958) On the vertical distribution of deep sea plankton in the west part of the Pacific Ocean. *XVth Int. Congr. Zool.* (III) paper 31, 3 pp.
- VINOGRADOV M. E. (1962) Quantitative distribution of deep-sea plankton in the western Pacific and its relation to deep water circulation. *Deep-Sea Res.*, **8**, 251-258.
- VINOGRADOV M. E. et N. M. VORONINA (1962) Aperçus sur la distribution du zooplancton de la partie nord de l'Océan Indien (en russe). *Trudy Inst. Okeanol. Akad. Nauk, SSSR*, **58**, 80-113.
- VINOGRADOV, M. E. and N. M. VORONINA (1963) Quantitative distribution of plankton in the upper layers of the Pacific Equatorial currents (in Russian). *Trudy Inst. Okeanol. Akad. Nauk, SSSR*, **71**, 22-59.
- VOSS G. L. (1967) The pelagic mid-water fauna of the Eastern Tropical Atlantic, with special reference to the Gulf of Guinea (non publié).
- WILSON C. B. (1932) The copepods of the Woods Hole region, Massachusetts. *Bull. U.S. natn. Mus.* **158**, 635 pp.
- WILSON C. B. (1942) Copepods of the plankton gathered during the last cruise of the Carnegie. *Sci. Res. Cruise VII of the Carnegie, 1928-1929, Publ. Carnegie Inst. Wash.*, **536**, 233 pp.
- WILSON C. B. (1950) Copepods gathered by the United States Fisheries Steamer *Albatross* from 1887 to 1909, chiefly in the Pacific Ocean. Smithsonian Inst. *Bull. U.S. natn. Mus.*, **14** (4), 141-441.
- WOLFENDEN R. N. (1911) Die marinen Copepoden der deutschen südpolar Expedition 1901-1903, *Dtsch. Südpol. Exped.* **12** (Zool 4), 183-380.

Reprinted from

DEEP-SEA RESEARCH
and Oceanographic Abstracts



PERGAMON PRESS

OXFORD · LONDON · NEW YORK · PARIS

B.13448