

RECUEIL de TRAVAUX

N° 1



Sommaire

- Le laboratoire de Nouméa
- Le « Coriolis ».
- 1. LEMASSON, L. — Nature des eaux superficielles entre la Nouvelle-Calédonie et l'Australie.
- 2. LEMASSON, L. et Y. MAGNIER — Résultats des observations scientifiques de la « Dunkerquoise » : croisière « Hunter ».
- 3. CASTLE, P. H. J. — Les leptocéphales dans le Pacifique Sud Ouest.
- 4. WAUTHY, B. et J. LE BOURHIS — Considérations sur l'étude des pigments du phytoplancton marin en zone tropicale oligotrophe.
- 5. GRANDPERRIN, R. et J. RIVATON — « Coriolis », croisière « Alizé ». Individualisation de plusieurs Ichtyofaunes le long de l'Equateur.
- 6. ROGER, C. — Etude sur quelques espèces d'Euphausiacés de l'Est de l'Océan Indien (110° E).
- 7. ROGER, C. — Note on the distribution of *Euphausia eximia* and *E. gibboides* in the Equatorial Pacific.
- 8. DESROSIERES, R. — Observations sur le Phytoplancton superficiel de l'Océan Indien.
- 9. GRANDPERRIN, R. et M. LEGAND — Influence possible du système des courants équatoriaux du Pacifique sur la répartition et la biologie de deux poissons bathypélagiques.
- 10. ROGER, C. — Contribution à la connaissance des Euphausiacés du Pacifique Equatorial.
- 11. WAUTHY, B., R. DESROSIERES et J. LE BOURHIS — Importance présumée de l'ultraplancton dans les eaux tropicales oligotrophes du Pacifique Central Sud.
- 12. WAUTHY, B. et J. LE BOURHIS — Sur l'importance relative des chlorophylles a et c dans la composition pigmentaire du phytoplancton en zone tropicale oligotrophe.
- 13. LEGAND, M. — Cycles biologiques des poissons mésopélagiques dans l'Est de l'Océan Indien : 1ère note.
- 14. LEGAND, M. et J. RIVATON — id. : 2ème note.
- 15. ROTSCHI, H., P. HISARD et P. RUAL — Observation de deux fronts thermiques dans le Pacifique Equatorial Occidental.
- 16. GRANDPERRIN, R. — Etude comparative d'échantillons de macroplancton et de micronecton récoltés par trois filets différents.
- 17. ROGER, C. — Considérations sur la biologie des Euphausiacés dans les courants Equatoriaux du Pacifique.
- 18. PITON, B. et B. VOITURIEZ — Dosage des différentes formes du phosphore dans l'eau de mer.
- 19. JARRIGE, F. — On the Eastward flow of water in the western Pacific south of the Equator.

ARTICLES NON REPRODUITS DANS CE VOLUME

- * ROTSCHI, H., Y. MAGNIER, M. TIRELLI et J. GARBE — 1964 — Résultats des observations scientifiques de la « Dunkerquoise » : croisière « Guadalcanal ». **Cah. ORSTOM Oceanogr.** II (1) p. 49-154.
- * ROTSCHI, H. — 1965 — Le pH et l'alcalinité des eaux profondes de la fosse des Nouvelles-Hébrides et du bassin des Fidji. **Progress in Oceanography**, M. Sears ed., Pergamon Press London. Vol. 3, p. 301-311.
- * ROTSCHI, H. — 1967 — On some characteristics of the distribution of nutrient salts in the equatorial and south tropical Pacific Ocean. **Stud. Trop. Oceanography**. Miami 5 p. 260-272.
- * ROTSCHI, H. et L. LEMASSON — 1967 — Oceanography of the Coral and Tasman Seas. **Oceanogr. and Mar. Biol., Annual Review**, H. Barnes ed., Allen and Unwin London. Vol. 5, p. 49-57.
- * ROTSCHI, H. et L. LEMASSON — 1968 — Variations observed during two years in the western equatorial Pacific. **Advances in Fish. Oceanogr., Jap. Soc. Fish. Oceanogr.** Vol. 2, p. 13-15.
- * ROTSCHI, H. — 1966 — Propriétés chimiques des eaux équatoriales de l'Océan Pacifique. **2^o Int. Oc. Congress, Moscou.**
- * ROTSCHI, H. et L. LEMASSON — 1966 — Seasonal variations in the western equatorial Pacific. **11^o Pac. Sc. Congress. Tokyo.**
- * ROTSCHI, H. et J. NOEL — 1966 — Influence of the Cromwell current and of the south equatorial current on the horizontal distribution of some physico-chemical properties. **11^o Pac. Sc. Congress. Tokyo.**
- * MAGNIER, Y. et F. JARRIGE — 1966 — Note on the properties of the maximum of the density gradient along the Equator in the Pacific Ocean. **11^o Pac. Sc. Congress. Tokyo.**
- * LEMASSON, E. et B. PITON — 1966 — Dynamic anomaly along the Equator in the Pacific Ocean. **11^o Pac. Sc. Congress. Tokyo.**
- * HISARD, P. et F. JARRIGE — 1966 — Contribution to the study of the Intermediate waters in the Equatorial and South Intertropical regions of the Pacific Ocean. **11^o Pac. Sc. Congress. Tokyo.**
- * NOEL, J. et J. MERLE — 1967 — Analyse des courants superficiels et sub-superficiels durant une période de 8 jours à 170° E. **14^o Ass. Gén. U.G.G.I. — Berne.**
- * HISARD, P. et F. JARRIGE — 1967 — Le courant de Cromwell à 170° E, et sa structure physico-chimique. **14^o Ass. Gén. U.G.G.I. — Berne.**
- * HISARD, P. et B. PITON — 1967 — La distribution du nitrite dans le système des courants équatoriaux le long du 170° E. **14^o Ass. Gén. U.G.G.I. — Berne.**
- * ROTSCHI, H. — 1968 — Variations of Equatorial Currents. **9^o Ass. Gén. SCOR La Jolla.**
- * REPELIN, R. — 1966 — Scyphoméduses Atollidae du Bassin de Guinée. **Cah. ORSTOM Oceanogr.** IV (4) p. 21-33.
- * REPELIN, R. — 1967 — *Stygiomedusa stauchi*. n. sp., Scyphoméduse géante des profondeurs. **Cah. ORSTOM Oceanogr.** V (1) p. 23-28.

**PRESENTATION DE L'ACTIVITE OCEANOGRAPHIQUE DE L'OFFICE
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER
(O.R.S.T.O.M.) DANS LE PACIFIQUE**

Le Laboratoire de 1948 à 1964 :

La Section d'Océanographie du Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa a été créée en 1948. Ce n'est cependant qu'en 1956 que la Section, comprenant alors 3 chercheurs, commençait son travail en haute mer en participant aux croisières Equapac. L'«ORSOM III», navire commercial transformé, de 23 mètres, permit d'explorer ensuite le nord est de la Mer du Corail entre l'Île Norfolk, les récifs Chesterfield, les Salomon et les Nouvelles-Hébrides, en se bornant à l'étude des propriétés physiques et chimiques principales de l'eau, de la production primaire, de la répartition des biomasses de plancton et à des croisières de pêche aux Thons.

Ce programme était limité dans l'espace par les caractéristiques mêmes des moyens de recherche mis en œuvre ; en particulier le navire, de petite taille, lent et équipé sommairement, ne permettait pas d'assurer l'exécution des croisières avec la régularité et le plein emploi qu'eut nécessité par exemple l'étude des variations saisonnières.

Activités récentes et actuelles du laboratoire depuis 1964 :

Compte-tenu de ces limitations, il fut assez rapidement décidé par l'ORSTOM d'équiper son Centre de Nouméa d'un navire plus important. Celui-ci, le « CORIOLIS », navire de 37,50 m, construit spécialement, est sommairement présenté dans la notice incorporée au présent recueil. Le « CORIOLIS », sorti du chantier en 1964 passa ensuite quelques mois dans l'Atlantique correspondant à sa période de mise au point. Il gagna le Pacifique pour rejoindre Nouméa, emmenant à son bord de nouveaux chercheurs qui renforcèrent considérablement l'équipe initiale, et exécuta sur sa route sa première grande croisière dite « Alizé » de novembre 1964 à mars 1965, consacrée à l'étude des courants équatoriaux des Galapagos au nord des Salomon. A partir de novembre 1965, le « CORIOLIS » commença l'étude saisonnière des régions équatoriales et sud-tropicales par un cycle de croisières dénommé « Bora » durant lequel le 170° E fut parcouru quatre fois en une année, de 20° Sud à 4° Nord, les principales propriétés physiques et chimiques de l'eau étant étudiées aussi bien que plancton et micro-necton. Les changements de situation assez importants que révélaient les observations faites au cours des « Bora » incitèrent l'équipe de l'ORSTOM à entreprendre à partir de 1967 une étude beaucoup plus serrée dans le temps et dans l'espace des courants équatoriaux de cette région au moyen de croisières séparées seulement par un délai d'un mois, les croisières « Cyclone ». De nombreuses mesures directes de courants étaient adjointes aux études antérieures et l'accent était mis dans tous les travaux sur l'étude des variations à court et moyen terme.

La série « Cyclone » fut terminée début 1968 et un nouvel ensemble de croisières, les « Caride », doublé du cycle parallèle dit « Calmar », était entamé en août 1968. Il se déroule cette fois dans le Pacifique Central de 135° W à 155° W, de Tahiti à l'Équateur et comporte essentiellement une étude des variations verticales à court et moyen termes des formes micronectioniques et planctoniques des courants équatoriaux et des régions tropicales sud adjacentes à ces courants. Le cycle « Calmar » a pour objectif d'étudier parallèlement dans la même région l'alimentation et la distribution verticale des Thons de longue-ligne. Ces deux cycles occuperont la plus grande partie de 1969. Le Pacifique Central, il faut le noter, avait déjà fait l'objet des croisières d'exploration « Atoll », « Brisants » et « Diadème » intercalées entre les cycles « Alizé », « Bora » et « Cyclone ».

Personnel de Recherche

L'équipe qui travaille sur ces résultats comporte au 1er janvier 1969* 22 chercheurs affectés ou en cours de formation au Centre de Nouméa :

Océanographes physiciens : ROTSCHE, responsable de l'Océanographie Physique, COLIN, DONGUY, HISARD, JARRIGE, MERLE, OUDOT, ROUGERIE, RUAL, VOITURIEZ.

Océanographes biologistes : LEGAND, Chef de Section (Poissons micronectoniques), BOURRET (larves de poissons), DESROSIERES (phytoplancton), FOUR-MANOIR (poissons, notamment littoraux), GRANDPERRIN (necton et méthodologie), GUEREDRAT (copépodes), MICHEL (méroplancton et méthodologie), PAGES (bactériologie), RANCUREL (céphalopodes), REPELIN (amphipodes), ROGER (euphausiacés), WAUTHY (pigments, production primaire).

Techniciens : BALDASSARI, GARBE, LE CORVAISIER, MARTEAU, RIVATON, SICARD (Mme), VELAYOUDON (Mme), VIANNENC.

Le « CORIOLIS » est placé sous le commandement de M. G. de CHALVRON.

* *Plusieurs autres chercheurs et techniciens ont participé temporairement au travail de cette équipe, notamment au titre de stage de perfectionnement. Leurs noms apparaîtront dans certains des tirés-à-part rassemblés ici. Nous ne citerons que celui de notre regretté camarade LE BOURHIS (production primaire) disparu prématurément l'an dernier.*

Publications :

De même que les résultats de l'«ORSOM III» furent l'objet de publications ronéotypées (24 Rapports Scientifiques «ORSOM III») les données brutes des croisières du « CORIOLIS » sont également éditées sous forme ronéotypée : au 1er janvier 1969, 13 rapports physique-chimie, 10 rapports zooplancton-micronecton, 4 rapports production primaire du « CORIOLIS » ont été diffusés.

Le présent recueil rassemble, outre quelques articles basés sur des croisières antérieures de l'«ORSOM III» ou de navires d'autres organismes, les premiers textes issus de l'interprétation de ces résultats et n'en représente que la phase initiale. Bien qu'aucune périodicité de publication ne soit prévue, le Recueil de Travaux sera, dans la mesure du possible, édité annuellement.

LE CORIOLIS

ORSTOM

CORIOLIS

BR.7455



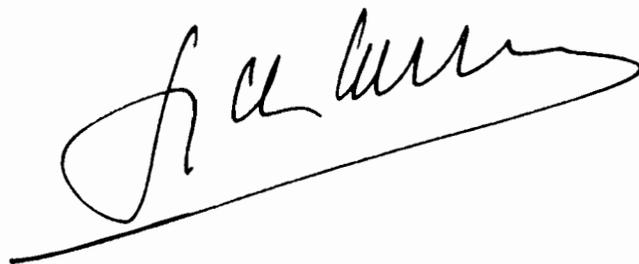
Né voilà plusieurs années, au cours d'une série d'échanges de vues entre la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et la Direction de l'ORSTOM, le projet du CORIOLIS a effectivement pris corps en 1961 et 1962. Lancé le 31 Octobre 1963, le navire, après les essais de recette et une croisière expérimentale qui l'a conduit jusqu'à Dakar, pouvait prendre la mer le 17 Octobre 1964 pour rejoindre sa base de Nouméa.

La mise en service du CORIOLIS dote l'Océanographie française d'un nouvel instrument de travail ; premier élément d'ailleurs d'un programme plus vaste, il fait état de l'expérience acquise par les équipes scientifiques de l'ORSTOM et résulte de conceptions tout à fait originales qui ont inspiré son équipement et ses aménagements. Ces seuls faits suffiraient déjà à justifier notre satisfaction en ce qu'ils témoignent de la vitalité de la Recherche océanographique française et de l'impulsion nouvelle que les Pouvoirs Publics entendent lui donner.

Mais il nous est un motif supplémentaire de souligner l'événement. En effet, le CORIOLIS a été mis à la disposition de l'ORSTOM pour lui permettre de développer le programme de recherches poursuivi dans le Pacifique Sud depuis 1949. Il prend la relève d'un navire aux moyens limités l'ORSOM III, arrivé au bout de ses possibilités, aussi bien en raison de sa vétusté que de la disproportion sans cesse grandissante entre ses moyens et les exigences du travail à la mer.

L'affectation à l'ORSTOM du CORIOLIS, qui va lui permettre de doubler le rendement des équipes scientifiques, est la reconnaissance de l'œuvre accomplie dans des conditions combien ingrates, mais avec quel dévouement, par une équipe de jeunes hommes dont la confiance en l'avenir, l'ardeur et la compétence ont permis d'affirmer brillamment la présence scientifique française dans le Pacifique Sud. Qu'il me soit permis d'être leur interprète pour remercier les différentes autorités gouvernementales et scientifiques qui ont permis cette opération.

Notre reconnaissance s'adresse également à tous ceux qui ont participé, à des titres divers, à la réalisation de ce projet; comme il nous est difficile de les nommer tous, ils nous pardonneront sûrement de faire exception pour cinq hommes, en raison de la part déterminante qui leur revient dans l'heureux aboutissement de l'opération : MM. DARDEL et PAQUE de la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique, MM. LEGAND, DELAIS et ROTHSCHI, de l'ORSTOM.

A large, stylized handwritten signature in black ink, appearing to read 'G. Camus', with a long horizontal line extending from the end of the signature.

G. CAMUS

Directeur Général de l'Office
de la Recherche Scientifique et Technique
Outre-Mer.



Madame MARÉCHAL,
épouse du Délégué Général
à la Recherche Scientifique
et Technique, baptise
le « CORIOLIS ».

LE 31 OCTOBRE 1963,

à DIEPPE, le navire océanographique « CORIOLIS » a été lancé en présence de Monsieur Gaston PALEWSKI, Ministre d'État chargé de la Recherche Scientifique et des Questions Atomiques et Spatiales, de hautes personnalités gouvernementales, des autorités locales ainsi que de représentants de la Recherche Scientifique et des organismes internationaux tels que l'UNESCO, le SCOR et la Commission Océanographique Intergouvernementale ; ce navire est le premier élément de la nouvelle flotte océanographique française.

Les Ateliers et Chantiers de la Manche ont construit le navire à la demande de l'ORSTOM, mandaté par la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique.

Les spécifications du navire ont été établies par l'ORSTOM conseillé à toutes les étapes de la construction par les services techniques spécialisés de la Marine Marchande.

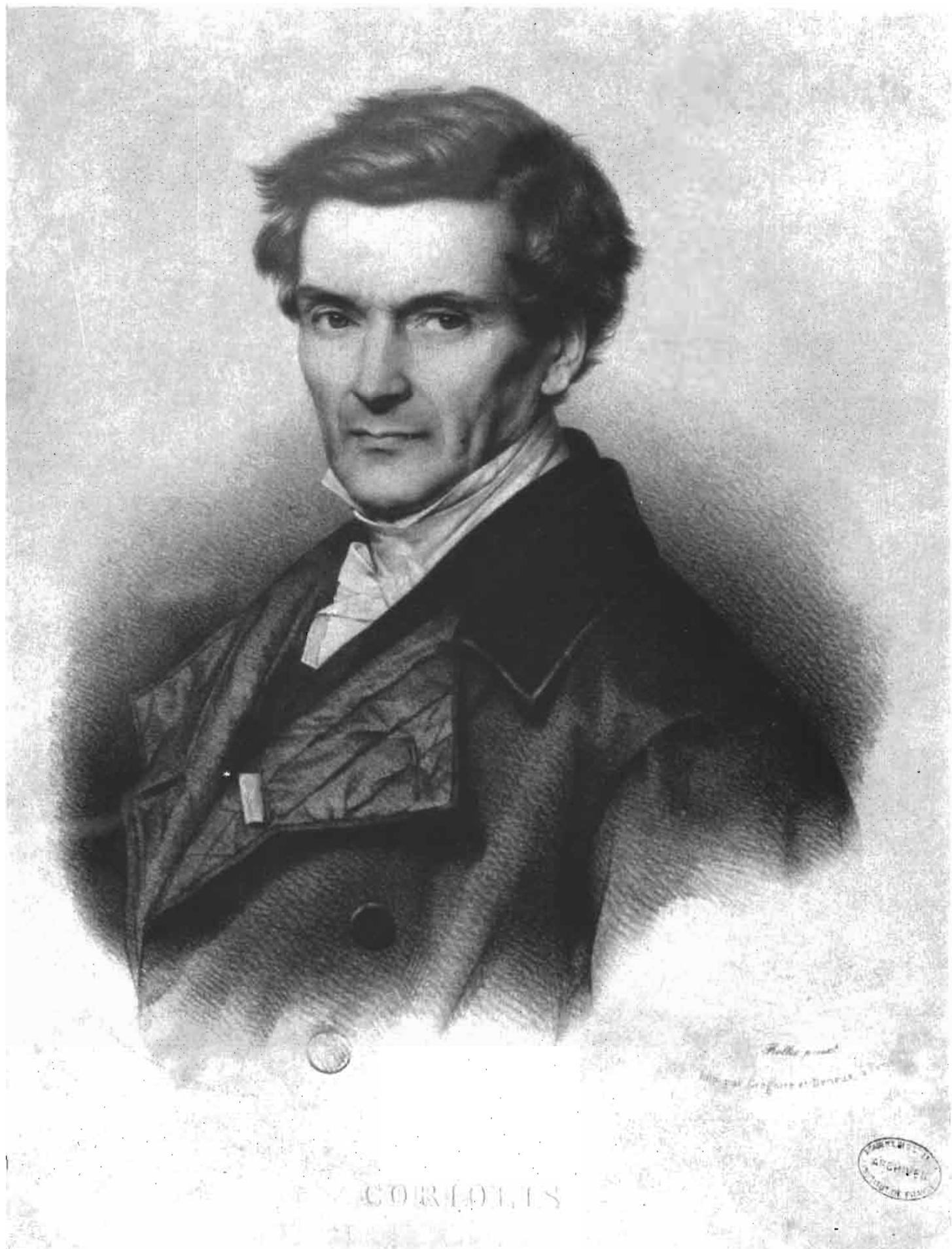
Le navire est confié, par convention, à l'ORSTOM afin de poursuivre des études d'océanographie dans les régions océaniques de Mélanésie et de Polynésie. En effet, devant l'extension des études océanographiques dans le Pacifique, il devenait indispensable de munir la station de NOUMÉA de moyens plus considérables, propres à réaliser les programmes établis. Une des premières décisions de la Délégation Générale fut de financer sur le Fonds de développement la construction d'un navire mieux adapté.



Messieurs TRIBOULET, BRASSEUR et MORIN montent à bord.

LE 17 OCTOBRE 1964,

le « CORIOLIS » a appareillé de Ouistreham (Calvados) pour rejoindre sa base de Nouméa. L'appareillage a eu lieu en présence de Monsieur Raymond TRIBOULET, Ministre délégué chargé de la Coopération; de Monsieur Pierre BRASSEUR, représentant Monsieur Louis JACQUINOT, Ministre d'État chargé des Départements et Territoires d'Outre-Mer; de Monsieur Jean MORIN, Secrétaire Général à la Marine Marchande, et de nombreuses personnalités.



CORIOLIS

BIBLIOTHEQUE
ARCHIVES
MUSEUM OF HISTORY

Gaspard-Gustave CORIOLIS (1792-1843). Ancien élève de l'École Polytechnique, Ingénieur des Ponts et Chaussées, Directeur des Études à l'École Polytechnique, Professeur à l'École Centrale des Arts et Manufactures, Membre de l'Académie des Sciences.

THÉORÈME DE CORIOLIS - 1835.

« A un instant quelconque, l'accélération totale du mouvement composé d'un mobile est la résultante de l'accélération à cet instant du mouvement relatif du mobile donné, de celle du mouvement d'entraînement du point géométrique où se trouve alors le mobile, et d'une troisième accélération complémentaire » ; cette dernière est appelée accélération de Coriolis.

Cette accélération complémentaire est égale au double du produit de la vitesse angulaire du mouvement du système de repères autour de son axe instantané de rotation et glissement, multiplié par la projection de la vitesse relative sur un plan perpendiculaire à cet axe.

Dans le domaine de l'océanographie, et plus particulièrement de la dynamique des mers, le théorème de Coriolis a d'importantes applications.

La force de Coriolis s'exerçant perpendiculairement à la direction de la vitesse des particules liquides, elles éprouvent une déviation appréciable dont l'effet donne une physionomie particulière tant à la circulation marine qu'aux marées.



Monsieur et Madame de CORIOLIS...



... Monsieur Gaston PALEWSKI signent le Livre d'Or du « CORIOLIS ». Derrière lui, à gauche, Monsieur BERRY, Président des Ateliers et Chantiers de la Manche ; à droite, Monsieur VALABRÈGUE, Président de l'ORSTOM.

L'OCÉANOGRAPHIE

constitue un domaine où notre pays se trouvait dans une position de retard préjudiciable, entre autres, à des travaux de coopération à l'échelon international, qui se sont particulièrement développés depuis quelque temps.

Aussi, le Comité Consultatif de la Recherche Scientifique, formé de douze « Sages » conseillers du Gouvernement, a-t-il choisi l'Océanographie comme thème de développement. Le « CORIOLIS » représente le premier point du programme scientifique préparé par le Comité d'exploitation des Océans, et sélectionné par le Comité Consultatif.

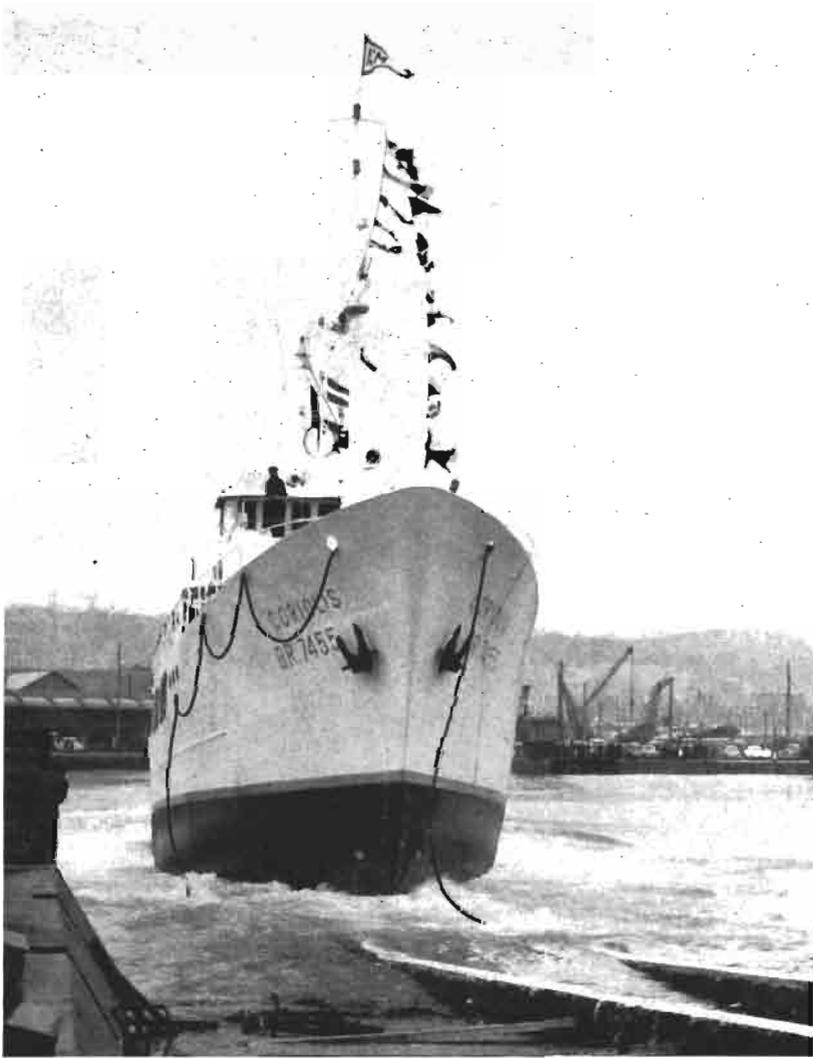
« Une meilleure connaissance des milieux océaniques aura
« des conséquences décisives sur la navigation en surface et en
« profondeur, et sur la prévision du temps, et surtout elle doit
« permettre l'exploitation des immenses richesses cachées au sein
« des mers...

« L'eau des océans est sans doute le plus grand réservoir connu
« de substances minérales...

« Immensément riche dans le domaine minéral, l'océan l'est
« peut-être encore davantage dans le domaine animal et végétal.
« La pêche maritime connaît une prodigieuse expansion...

Extrait du discours prononcé
à l'occasion du lancement
du « CORIOLIS », par
M. Gaston PALEWSKI.

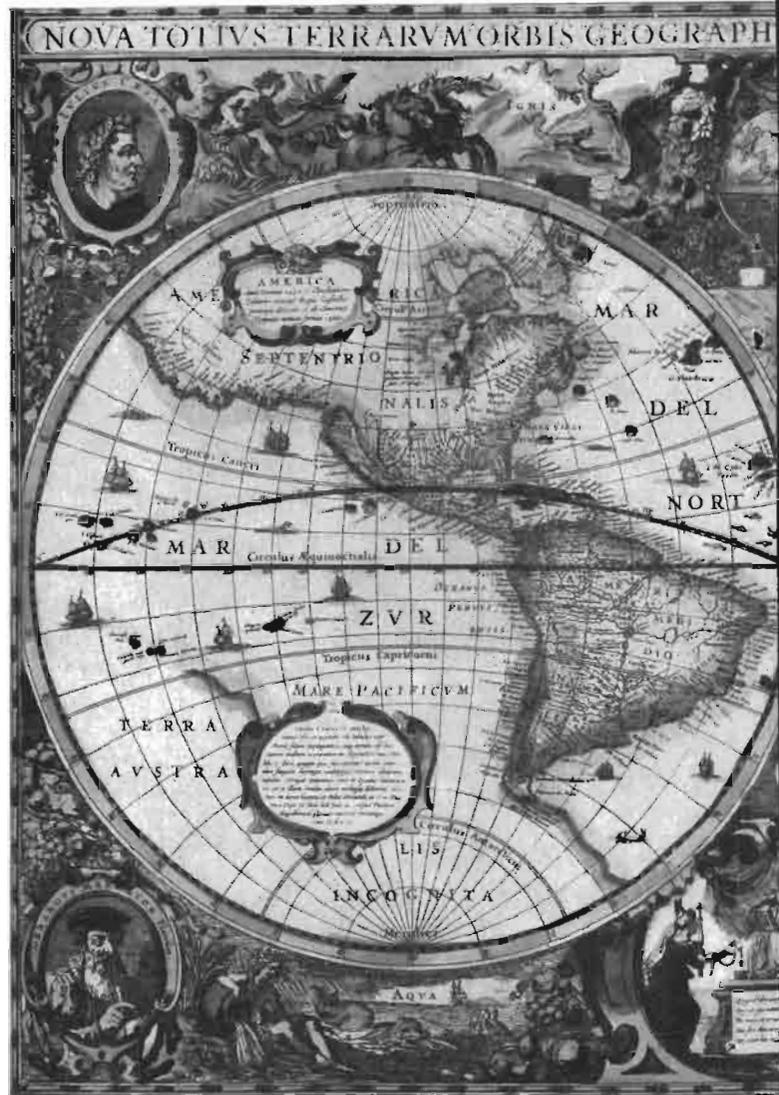
17 millions de tonnes en 1948,
30 millions de tonnes en 1957,
38 millions de tonnes en 1960 ».



DIEPPE
31 Octobre 1963, 10 h 40



OUISTREHAM
17 Octobre 1964



LE PROGRAMME

Centré sur la biologie des thons du Pacifique Sud, tendant à expliquer l'influence du milieu sur la distribution des espèces pélagiques et sur la dynamique des populations, il couvre le maximum de maillons de la chaîne alimentaire conduisant, par l'intermédiaire des différents niveaux trophiques, des sels nutritifs en solution aux espèces exploitées par l'homme.

Les études projetées s'étendront aux zones du Pacifique Sud-Ouest non couvertes par l'ORSOM III et à peine abordées par les Australiens et les Néo-Zélandais, ainsi qu'à toute la zone de la Polynésie française.

Les points essentiels du programme sont :

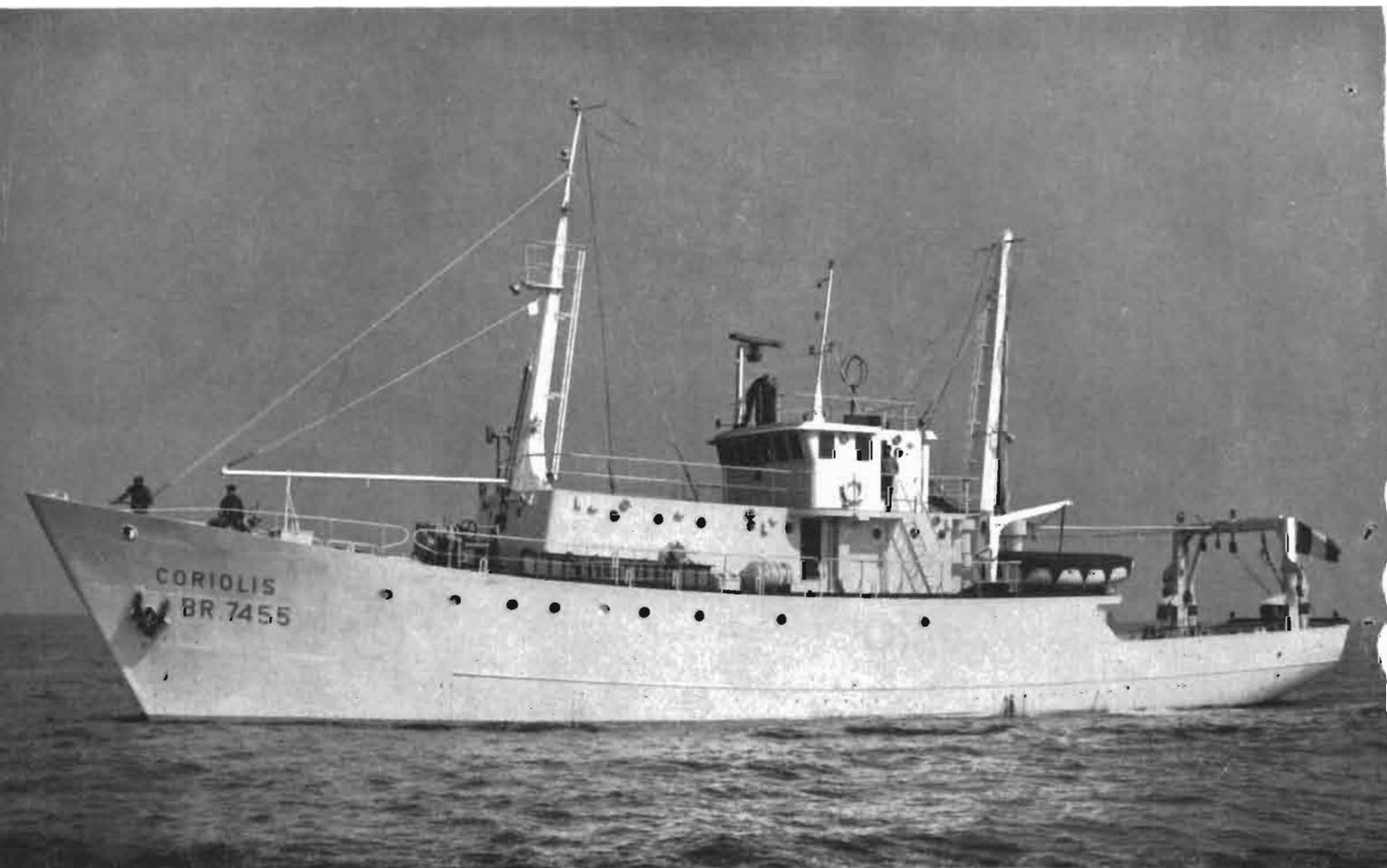
- étude détaillée de la dynamique superficielle instantanée et de la dynamique géostrophique,
- étude hydrologique des différentes masses d'eau jusqu'aux plus grandes profondeurs,



- étude du cycle des sels nutritifs, l'accent étant mis, d'une part, sur l'influence de la photosynthèse, sur la distribution des sels nutritifs dans la couche euphotique, et, d'autre part, sur les mécanismes de reminéralisation de la matière organique,
- étude de la production primaire liée à la nature des masses superficielles, à leurs propriétés chimiques et à la pénétration de la lumière,
- étude de la production secondaire : biomasses de zooplancton et de micronecton,
- étude de la production tertiaire et plus particulièrement de la biologie des thons tropicaux : stades larvaires, cycles sexuels, migrations trophiques, dynamique des populations.

L'on espère pouvoir développer, parallèlement à ces études qui amplifient géographiquement et approfondissent les travaux entrepris avec l'ORSOM III, des recherches de biochimie, quantitative d'abord, qualitative ensuite, de la matière organique en suspension et en solution, puis des recherches sur les bactéries intervenant à différents stades de décomposition de la matière organique.

Le « CORIOLIS » au cours de sa croisière d'essais.



LES CARACTÉRISTIQUES DU « CORIOLIS »

révèlent un navire de dimensions moyennes, équipé pour un travail scientifique à la mer. Étudié d'après l'expérience des chercheurs de l'ORSTOM en matière de plein emploi des moyens, ce bateau est utilisable pour l'exécution de tous programmes conjoints d'océanographie physique et biologique. Il a été conçu en fonction des aménagements nécessités par la présence de deux laboratoires totalisant 55 m² : un laboratoire dit « humide » sur le pont supérieur, un laboratoire dit « sec » sous le pont principal, tous deux prévus pour tous les travaux ayant trait à la biologie et à la physico-chimie.

Longueur : 37,60 m.

Largeur : 8 m.

Tonnage : 326 tonnes.

Rayon d'action : 7.000 milles.

Puissance : 700 ch par 2 moteurs égaux.

Hélice à pas variable.

Vitesse : de 12 nœuds à 1,5 nœud.

2 groupes électrogènes de 54 KVA, 380 V triphasé.

APPAREILS D'AIDE A LA NAVIGATION ET DE RECHERCHE :

1 pilote automatique,

1 gyrocompas,

1 radar de 50 milles couplé au gyrocompas,

1 sondeur de navigation de 600 m de portée,

1 radio graphie-phonie ondes moyennes et ondes courtes grande portée,

1 sondeur de grandes profondeurs de 12.000 m de portée,

1 treuil de chalutage à deux tambours de 4.800 m de câble de 12 mm,

2 treuils hydrauliques à plancton de 8.000 m de câble de 6 mm ou 12.000 m de câble de 4 mm,

1 treuil hydraulique de 3.000 m de câble de 4 mm,

1 treuil électrique de 600 m de câble électrique de 11 mm à deux conducteurs pour G. E. K.,

1 treuil électrique de 1.500 m de câble de 3 mm pour bathythermographe,

1 treuil à palangres à lovage automatique,

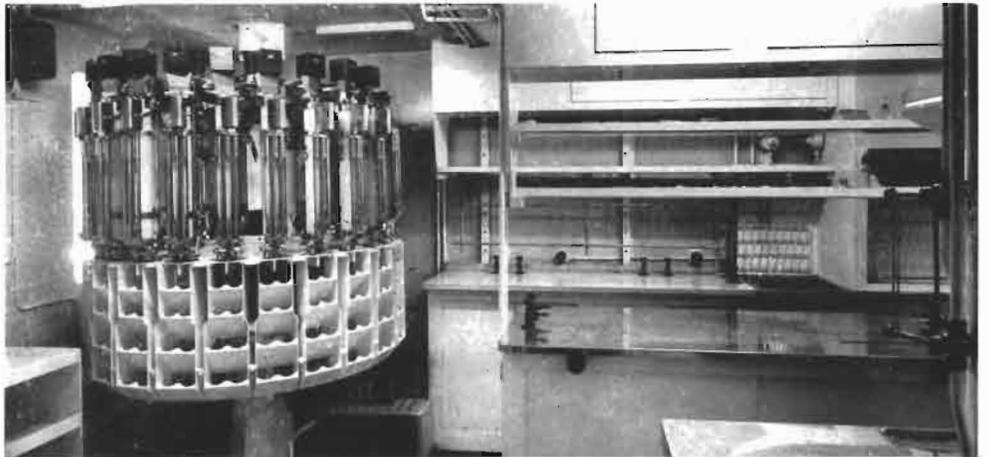
1 netzsonde avec treuil électrique de 1.500 m de câble électrique,

1 portique arrière basculant pour manipulation d'engins allant jusqu'à 1 tonne.

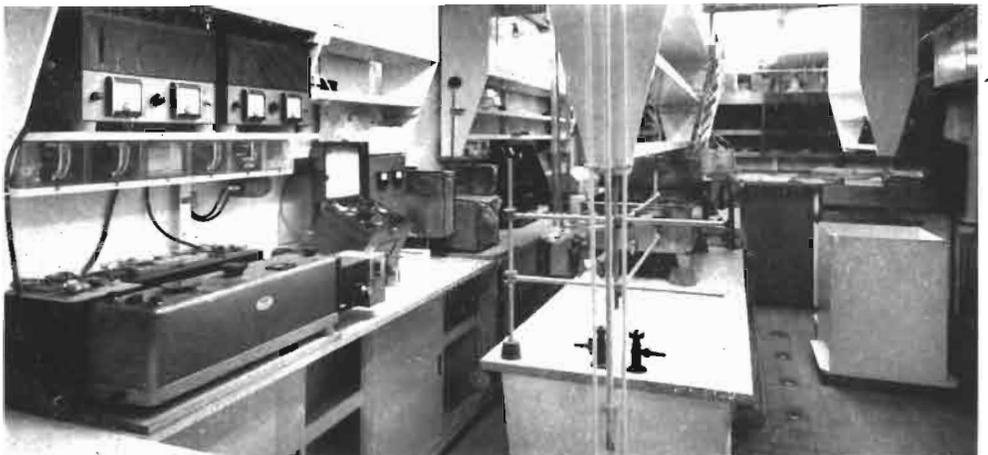
Le laboratoire supérieur.



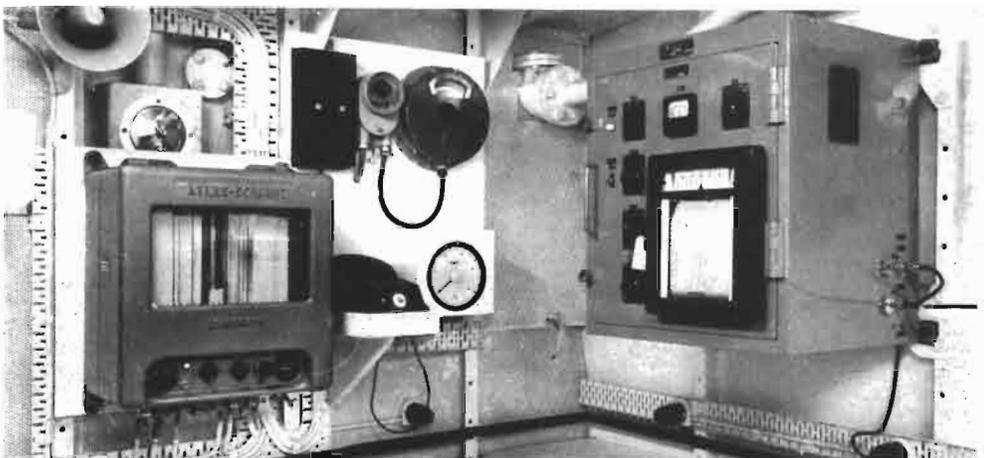
Le laboratoire supérieur.



Le laboratoire inférieur.



Le laboratoire inférieur.



ÉQUIPEMENT SCIENTIFIQUE

bouteilles et thermomètres à renversement,
bathythermographes,
thermographe enregistreur,
courantomètre à électrodes remorquées,
spectrophotocolorimètre,
colorimètre à double faisceau,
pHmètre de haute précision,
salinomètre à induction,
salinomètre à électrodes,
rampe de filtration continue pour phytoplancton,
compteur Geiger Muller,
compteur à scintillation,
titrateur automatique,
hottes, étuves et congélateur,
ultracentrifugeuse,
filets à plancton standard, tin tow net,
chaluts pélagiques type IKMWT,
chaluts pélagiques type Nedelec,
palangre flottante de 24 km.

PERSONNEL DE RECHERCHE

prenant part à la première année de campagne :

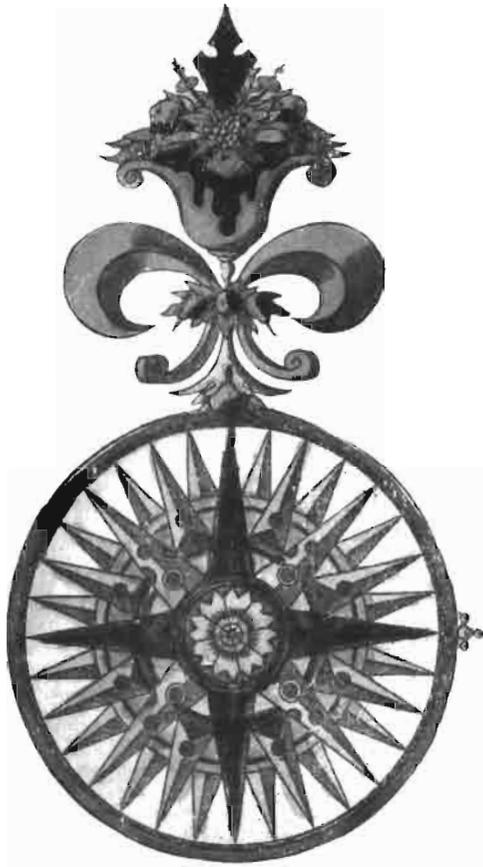
LEGAND, Océanographe biologiste
ROTSCHI, Océanographe physicien
DESROSIÈRES, Océanographe biologiste
GRANDPERRIN, Océanographe biologiste
HISARD, Océanographe physicien
LE BOURHIS, Océanographe biologiste
LEMASSON, Océanographe physicien
MAGNIER, Océanographe physicien
NOEL, Océanographe physicien
PITON, Océanographe physicien
ROGER, Océanographe biologiste
WAUTHY, Océanographe biologiste.

Assistants à la mer :

CABOCHE
GARBE
GOIRAN
LE CORVAISIER

PERSONNEL DE NAVIGATION

Capitaine : de CHALVRON
Second Capitaine : GERME
Lieutenant : LARGENTON
Radio : SAUTERAUD
Chef mécanicien : CAMPILLO
Second officier mécanicien : PARODI
Lieutenant machine : BERGASSO



CETTE PLAQUETTE A ÉTÉ RÉALISÉE PAR L'OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER. TIRÉE A 3 000 EXEMPLAIRES ET ACHÉVÉE D'IMPRIMER LE 24 DÉCEMBRE 1964 SUR LES PRESSES DE L'IMPRIMERIE LAHURE, ELLE A PU ÊTRE ILLUSTRÉE GRACE AU CONCOURS DE MONSIEUR ALLIBÉ, SUR UN DOCUMENT PRÊTÉ PAR LA BIBLIOTHÈQUE DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS (PAGE 8), DE L'ASSOCIATION DES ŒUVRES SOCIALES DE LA MARINE (PAGES 14, 15 ET 23), DE MONSIEUR BERNARD DELACROIX (PAGES 16 ET 18) ET DU JOURNAL « PARIS-NORMANDIE » (PAGES 4, 6, 7, 10, 12 ET 13).



L'« ORSOM III » en baie d'Anatom
(Nouvelles-Hébrides),

LES TRAVAUX ANTÉRIEURS DE L'« ORSOM III » dans le Sud-Ouest du Pacifique

En 1955, un petit navire à coprah de 22,50 mètres a été transformé en navire de recherches et mis à la disposition des océanographes de l'ORSTOM, à Nouméa, sous le commandement du Capitaine CRIOU.

En dépit de son minuscule laboratoire et de son équipement restreint, l'« ORSOM III » a permis de réaliser un travail considérable. Hors de toute liaison radio, hors des routes habituelles des bateaux, certaines campagnes de ce navire ont été de véritables gageures.

Les grandes croisières de l'ORSOM III :

Septembre-Novembre	1956	EQUAPAC	39 Stations
Mai-Juin	1958	ASTROLABE	40 Stations
Octobre-Novembre	1958	BOUSSOLE	40 Stations
Mai	1959	CHOISEUL	30 Stations
Mai	1960	DILLON	28 Stations
Septembre	1960	EPI	32 Stations

avec un total de 400 Stations
réparties sur une zone d'un million de kilomètres carrés

Statistique des travaux à la mer :

Stations hydrologiques : 400.
Mesures bathythermiques : 400.
Mesures de production primaire : 250.
Mesures de la concentration en chlorophylle : 170.
Mesures de la biomasse de zooplancton : 400.
Nombre d'échantillons d'eau récoltés : 4.000.
Analyses faites à bord : 20.000.

Résultats essentiels :

Étude dans le nord de la Mer de Corail d'une zone à forte productivité, où se rencontrent de grandes concentrations de thons, faisant l'objet d'une pêche intensive.

Étude de la biologie des thons du Pacifique Sud-Ouest : cycle sexuel, zone de ponte, habitudes alimentaires.

Étude de la dynamique des masses superficielles : influences relatives des eaux originaires du Pacifique central et de la zone équatoriale.

Établissement d'un bilan de transports de masses entre le Pacifique central et les Mers de Corail et de Tasman.

Étude du cycle des sels nutritifs et description de certains mécanismes de reminéralisation de la matière organique spécifiques à la Mer de Corail.

NATURE DES EAUX SUPERFICIELLES ENTRE LA NOUVELLE-CALÉDONIE ET L'AUSTRALIE

par L. LEMASSON*

INTRODUCTION

Il a été montré par Rochford, D. J. (1957-1958-1959) et Rotschi, H. (1959-1960) que les masses d'eau superficielle, intermédiaire et profonde des mers de Corail et de Tasman, sont des mélanges en proportions variables de trois masses d'eau primaires extérieures principales. Les propriétés de ces eaux, déterminées par Rochford, sont indiquées Tableau 1.

TABLEAU 1. — Propriétés des masses primaires externes

	T° C	S ‰
Eau Sud-Équatoriale (SE).....	28,2° C 28,8° C	34,70 ‰
Eau Subantarique (SA).....	Hiver (1) 9,0° C Été 11,8° C	34,70 ‰
Eau du Pacifique Central Sud Ouest.....	26,0° C	36,53 ‰

* Océanographe physicien de l'O.R.S.T.O.M., Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa (Nouvelle-Calédonie)

(1) Hiver et été australs.

En établissant des diagrammes T-S horizontaux à partir d'un grand nombre d'observations superficielles, Rochford a pu déterminer l'origine et l'évolution dans le temps et dans l'espace de ces différentes masses d'eau.

D'une façon générale, l'on rencontre les variations minimales des propriétés superficielles dans les eaux tropicales, alors qu'elles sont plus grandes dans les régions subtropicales et subantarctiques. Les variations saisonnières des propriétés des masses superficielles en mer de Tasman dépendent donc de leur teneur en eau tropicale dont les propriétés varient peu dans le temps.

OBSERVATIONS SUPERFICIELLES ENTRE NOUMÉA ET SYDNEY

Les observations ont débuté en mars 1959, et des échantillons furent récoltés systématiquement depuis cette date par les navires de la Marine Marchande entre Nouméa et Sydney (cet itinéraire est parcouru environ une fois par mois). Les renseignements obtenus dans une région limitrophe des mers de Corail et de Tasman permettent d'apporter quelques précisions sur les conditions superficielles des masses d'eau et des courants (Pl. 16).

Les salinités des échantillons ont été déterminées au laboratoire d'océanographie du Centre ORSTOM de Nouméa, par la méthode Knudsen pendant les premières années, par mesure de la conductivité ensuite (pont de salinité de Hamon et salinomètre à induction).

Les renseignements (températures et salinités) ont été rassemblés sur des cartes mensuelles, le trajet Nouméa-Sydney étant découpé en éléments de surface de 1 degré-carré. Pour chaque élément on a calculé la moyenne de 5 années d'observations. Seuls les degrés carrés comportant plus de 5 observations ont été utilisés ; chaque degré-carré comporte en général 8 à 10 mesures par mois.

A. — *Variations mensuelles de la température et de la salinité* : (planches 1-12, fig. 1).

Les isothermes sont tracées de degré en degré, et les isohalines de 0,10 ‰ en 0,10 ‰.

a) *Température* :

Au large de Sydney la température atteint un maximum voisin de 23,5° C en mars, puis elle décroît très régulièrement jusqu'à un minimum de 17,5° C vers août-septembre.

Dans le courant est australien vers 155°30 E et 31°30 S, soit au large des côtes des Nouvelles-Galles du Sud, la température varie de manière sensiblement identique ; elle atteint son maximum voisin de 25,0° C en février, et son minimum proche de 19,5° C en août.

A mi-chemin de Nouméa à Sydney vers 159°30 E et 27°30 S, le cycle annuel de la température est identique : le maximum de 25,0° C est atteint en février et le minimum de 19,8° C vers août-septembre.

Enfin, au large de Nouméa on retrouve les mêmes variations saisonnières que précédemment, ainsi que la même amplitude de 5,5° C entre le maximum de 26,0° C en février et le minimum de 20,5° C en août.

b) *Salinité* :

Au large de Sydney, la salinité atteint un minimum de 33,50 ‰ en mars puis elle croît jusqu'en juillet où elle est à son maximum de 35,85 ‰.

Dans le courant est australien vers 155°30 E et 31°30 S, le cycle annuel de la salinité est similaire ; le maximum de 35,85 ‰ en juillet est suivi d'une décroissance régulière jusqu'en mars où l'on atteint un minimum de 35,65 ‰.

Vers 159°30E, 27°30 S, on rencontre un maximum de 35,90 ‰ en juillet et un de 36,00 ‰ en février qui sont séparés par deux minimums voisins de 35,80 ‰ situés l'un en septembre, l'autre en mai.

Enfin, au large de Nouméa, on trouve un maximum en janvier, avec des valeurs voisines de 35,80 ‰, et un deuxième maximum probable de 35,90 ‰ en juin, bien que les renseignements ne soient pas aussi abondants pour ce dernier mois et ne permettent pas d'être affirmatif. Les minimums sont de 35,55 ‰ en mars et 35,60 ‰ en août.

Sur le trajet Nouméa-Sydney, on rencontre les salinités les plus fortes, supérieures à 35,90 ‰, entre 158° E c'est-à-dire à l'est du courant est australien et 164° E, et au sud de la ligne Nouméa-Sydney ; cette zone correspond à la région directement influencée par l'eau du Pacifique central.

On remarque qu'en général, les variations de la température sont inverses de celles de la salinité ; à un maximum de l'une correspond un minimum de l'autre, ce qui est caractéristique des masses d'eau sud-équatoriales.

La planche 13 montre les variations mensuelles de la température et de la salinité en trois régions différentes situées entre Nouméa et Sydney :

- a) dans le courant est australien ;
- b) à mi-chemin entre l'Australie et la Nouvelle-Calédonie (« zone centrale ») ;
- c) au large de Nouméa.

B. — *Hydrologie :*

Les courbes T-S horizontales tracées mensuellement permettent de suivre l'évolution et le mélange des masses d'eau. En outre, en utilisant les trois masses primaires extérieures définies par Rochford (1959) (Tableau 1), on peut déterminer quels sont les pourcentages respectifs de chaque masse intervenant dans le mélange en un point déterminé du trajet Nouméa-Sydney.

Tous ces résultats sont rassemblés dans les planches 1-12, fig. 2, et dans les planches 14-15.

L'aspect général des diagrammes montre que dans la partie sud de la région étudiée, la température décroît avec la salinité, ce qui indique dans le mélange avec l'eau du Pacifique central l'influence dominante de la masse subantarctique. Au contraire dans la partie nord, la température et la salinité varient en sens inverse ce qui est caractéristique d'un mélange influencé par l'eau sud-équatoriale.

Janvier-février-mars :

Les diagrammes T-S révèlent que de janvier à mars les eaux situées au large des côtes australiennes contiennent une forte proportion d'eau sud-équatoriale, puisque l'on y rencontre des températures relativement élevées de l'ordre de 24,5° C et des basses salinités voisines de 35,70 ‰.

Rochford estime que des entrées massives d'eau originaire de la zone sud-équatoriale doivent se produire de novembre à janvier dans la partie nord-est de la mer de Corail, et que pour atteindre les côtes des Nouvelles-Galles du Sud, ces eaux doivent mettre environ trois mois.

Les études entreprises en mer de Corail montrent que l'eau sud-équatoriale pénètre de novembre à janvier en quantité importante par le seuil Salomon-Santa-Cruz. Cette eau en se dirigeant vers le sud se divise en deux branches. L'une orientée vers le sud-ouest s'écoule en direction de la côte du Queensland et se mélange avec l'eau du Pacifique central pour former la masse superficielle de la mer de Corail ; elle se dirige ensuite vers le sud et est entraînée par le courant est australien : c'est cette branche que l'on retrouve au large de Sydney.

L'autre branche pourrait s'écouler le long de 170° E en direction du sud ; elle se manifeste dans les diagrammes T-S où l'on trouve au large de la Nouvelle-Calédonie des eaux chaudes et peu salées.

Au large de Sydney la proportion d'eau sud-équatoriale est de 30 à 35 % en février ; elle est plus grande au large de Nouméa : de 30 à 50 % en mars (planches 15, figures a et c).

Cette eau existe, en pourcentage plus faible, dans la zone centrale soumise à un flux plus important d'eau du Pacifique central ; dans la formation de la masse superficielle elle entre alors dans une proportion de 20 %, valeur annuelle maximale pour cette région.

Comme le résume le tableau 2, au large des côtes australiennes et néo-calédoniennes, le maximum d'influence de l'eau sud-équatoriale coïncide avec la température superficielle maximale et la salinité superficielle minimale.

TABLEAU 2 : Températures et salinités observées pendant la période de plus grande extension de l'eau sud-équatoriale.

	Large de Sydney	Large de Nouméa
T Maximum ° C.....	25,0° C Février	25,5° C Février-Mars
S Minimum ‰.....	36,65 ‰ Mars	35,55 ‰ Mars

Ces deux régions côtières, fortement influencées par l'eau sud-équatoriale, sont séparées par une zone qui sur les courbes T-S se manifeste par une forte salinité (36,0 ‰) et une température élevée (25° C à 26° C). Les eaux superficielles de cette zone sont originaires du Pacifique central. La masse du Pacifique central sud-ouest de température et de salinité élevées se déplace d'est en ouest. Entre la Nouvelle-Calédonie et l'Australie elle est largement distribuée, dans une proportion supérieure à 50 %, avec un maximum vers 160° E et 25° S à 30° S correspondant au maximum de salinité du diagramme T-S, ainsi que le long de son axe de pénétration en mer de Corail entre la Nouvelle-Calédonie et la Nouvelle-Zélande.

En janvier-février, dans cette zone centrale, le maximum de salinité indique une arrivée massive d'eau du Pacifique central qui entre pour 70 % dans la composition de la couche superficielle. Cette invasion fait ressentir ses effets jusque dans la région de Nouméa (planche 15, figures b et c). Au voisinage de Sydney par contre, cette masse a, pendant cette période, une influence très faible (planche 15, figure a).

Au large de Nouméa, le maximum de salinité apparaît dès janvier, tandis que dans la zone centrale il n'est évident qu'en février ; ce décalage dans le temps correspond à la durée du parcours à accomplir vers l'ouest à la vitesse d'un demi-nœud, par les eaux venant de l'est (Wyrski — 1960).

La troisième composante du mélange, l'eau subantarctique, n'intervient qu'en faible quantité dans toute la région pendant cette époque : 5 % dans la région de Nouméa, en février et mars ; 10 % en février dans la zone centrale et la région de Sydney. Pour l'année ce sont les proportions les plus faibles d'eau subantarctique entrant dans le mélange ; le pourcentage de cette eau augmente en direction du sud.

En résumé le premier trimestre est caractérisé par une arrivée massive d'eau équatoriale dont l'abondance est à son maximum annuel et qui remplace l'eau subantarctique, celle-ci se trouvant alors à son pourcentage le plus bas de l'année.

Avril-mai-juin :

Au cours de ce trimestre, la proportion d'eau sud-équatoriale décroît régulièrement tandis que celle de la masse subantarctique augmente d'autant ou presque (planche 15).

Dans la région de Sydney où la salinité croît régulièrement tandis que la température diminue (planche 13, figure a), la proportion d'eau subantarctique passe de 15 % en avril à 35 % en juin alors que celle de l'eau sud-équatoriale décroît de 20 % à 5 % et que le pourcentage de l'eau du Pacifique central augmente légèrement (planche 15, figure a).

Dans la zone centrale, pendant la même période, le pourcentage d'eau subantarctique passe de 20 % à 30 % et celui de la masse sud-équatoriale décroît de 20 % à 5 %.

Au large de Nouméa, le pourcentage d'eau subantarctique croît également de 10 %, alors que celui d'eau sud-équatoriale décroît de 25 % ; il se produit donc en juin une arrivée d'eau du Pacifique central qui entraîne la formation d'un maximum de salinité que l'on retrouve d'ailleurs en juillet à mi-chemin de Nouméa à Sydney.

La proportion d'eau subantarctique décroît régulièrement vers le nord ; il se produit donc de très forts mélanges verticaux particulièrement au nord de 25° S où le pourcentage de cette masse décroît brusquement.

Juillet-août-septembre :

Les courbes T-S montrent que les masses hivernales prédominent : on constate en effet un net refroidissement (1).

A l'est de Sydney la salinité est élevée (35,80 ‰) et la température comprise entre 19°C et 20°C. Ces propriétés sont caractéristiques du centre de la mer de Tasman, où se produisent d'intenses mélanges verticaux provoquant un refroidissement superficiel (Rochford — 1958).

A partir de juillet et jusqu'en octobre l'eau sud-équatoriale disparaît totalement ; elle est remplacée par l'eau subantarctique plus froide. La proportion de cette dernière passe par un maximum de 45 % en août, pour décroître régulièrement ensuite.

L'eau du Pacifique central est présente en quantité constante (planche 15, figure a).

Dans la zone centrale (planche 15, figure b) la masse sud-équatoriale ne disparaît qu'en juillet et en août, alors que le pourcentage d'eau subantarctique passe par un maximum de 35 ‰ pendant ce trimestre ; la proportion d'eau du Pacifique central est sensiblement constante.

Au voisinage de la Nouvelle-Calédonie (planche 15, figure c) la composition de la masse superficielle est constante ; c'est pendant ce trimestre et jusqu'en octobre, qu'elle contient le plus fort pourcentage d'eau subantarctique. L'eau équatoriale moins abondante l'est cependant beaucoup plus que dans le courant est australien où elle a totalement disparu, ou dans la zone centrale où elle ne réapparaît qu'en septembre. En outre, le pourcentage d'eau du Pacifique central plus faible au voisinage de la Nouvelle-Calédonie que légèrement au sud, indique un déplacement vers le sud de l'axe de pénétration de la masse du Pacifique central.

Enfin, la variation régulière, avec la latitude, de l'abondance de la masse subantarctique montre que les intenses mélanges verticaux notables en hiver dans le nord de la mer de Tasman ne se manifestent plus, tout au moins dans la zone latitudinale étudiée.

Octobre-novembre-décembre :

D'une manière générale, l'eau subantarctique se retire et est remplacée par l'eau sud-équatoriale.

Dans la région du courant est australien, l'eau équatoriale réapparaît en octobre et atteint la proportion de 20 % en décembre ; elle remplace une partie de l'eau subantarctique qui reste néanmoins abondante ; la température et la salinité ne variant pas dans le même sens, la salinité montre l'influence croissante de l'eau sud-équatoriale dans le mélange.

De même, dans la zone centrale, le pourcentage d'eau sud-équatoriale augmente légèrement, alors que celui de l'eau subantarctique diminue régulièrement. Il en va pareillement au large de la Nouvelle-Calédonie.

L'abondance relative d'eau sud-équatoriale que l'on trouve dans la partie est de la région est due à la continuation du flux de cette masse en direction du sud, le long de 170°E.

(1) L'intensité de ce refroidissement est telle qu'une partie du diagramme T-S des mois de juillet et août se trouve en dehors du triangle de mélange ; ce sont essentiellement les eaux proches de la côte australienne qui sont affectées par ce refroidissement.

CONCLUSION

ROCHFORD estime que la plus forte entrée d'eau sud-équatoriale se produit de novembre à janvier, puisqu'on trouve une forte proportion d'eau sud-équatoriale dans le courant est australien pendant le premier trimestre ; c'est la seule explication du minimum de salinité trouvé au large de l'Australie en mars.

Les observations superficielles confirment cette hypothèse.

Le flux général est en majeure partie vers le sud au début de l'année. Les eaux sud-équatoriales étant moins abondantes en août, ceci implique qu'il y a diminution du flux de ces eaux en mai.

Le flux maximum de l'eau subantarctique vers le nord se produit en juillet-août, avec une réduction notable en janvier-février.

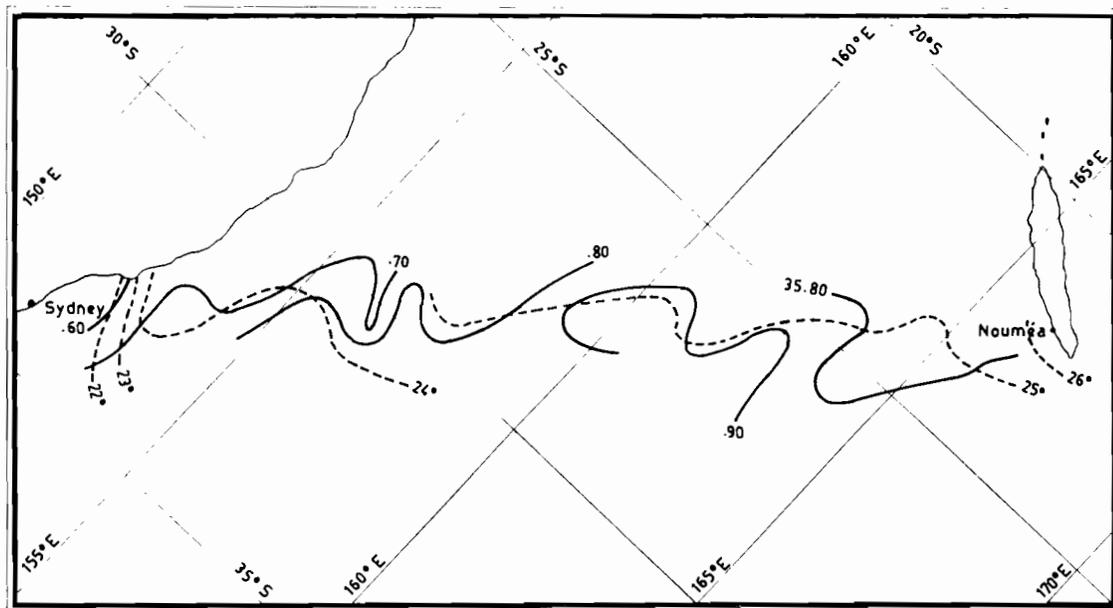
C'est en mai-juin que la pénétration de l'eau du Pacifique central est la plus forte ; néanmoins, dans toute la région étudiée, cette masse est largement représentée dans une proportion supérieure à 50 % tout au long de l'année. Son flux principal est observé entre 25° S et 30° S.

BIBLIOGRAPHIE

- ROCHFORD, D. J. 1957. — The identification and nomenclature of the surface water masses in the Tasman Sea. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.* 8.
- 1958. — The seasonal circulation of the surface water masses of the Tasman and Coral seas. *CSIRO Aust. Div. Fish. Oceanogr. Rep.* 16.
- 1959. — External Water masses of the Tasman and Coral Seas. *CSIRO Aust. Div. Fish. Oceanogr. Tech. Pap.* 7.
- ROTSCHI, H. 1959. — Hydrologie et dynamique du Nord-Est de la Mer de Corail. *Cahiers Océanographiques* XI, 10.
- 1960. — Récents progrès des recherches océanographiques entreprises dans le Pacifique Sud-Ouest. *Cahiers océanographiques*, XII, 4.
- WYRTKI, K. 1960. — The surface circulation in the Coral and Tasman Seas. *CSIRO Aust. Div. Fish. Oceanogr. Tech. Pap.* 8.

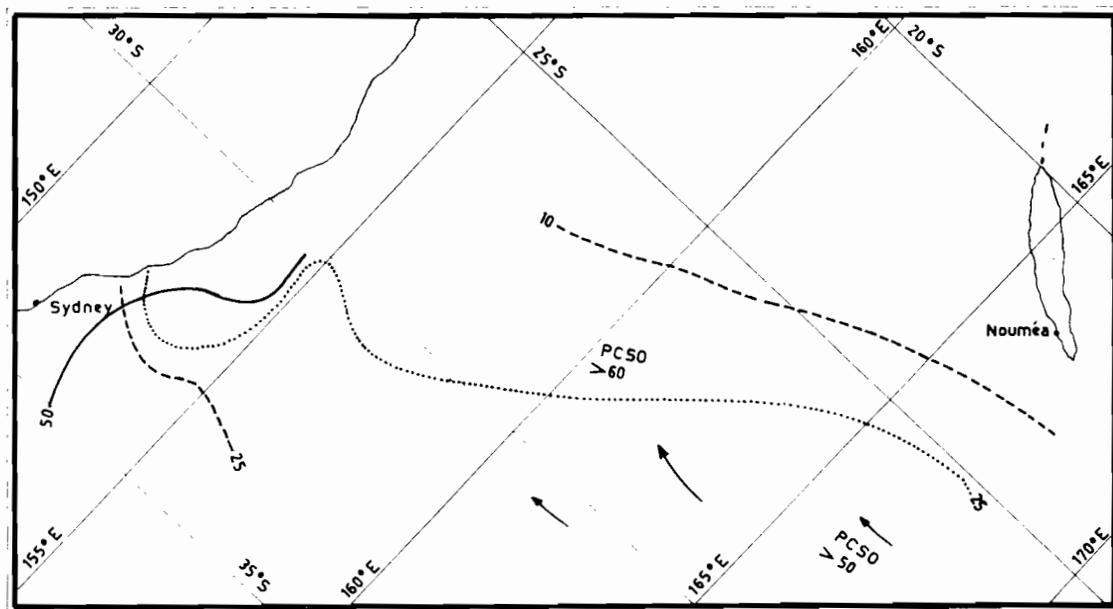
PLANCHE 1

JANVIER



— ISOHALINE
 - - - ISOTHERME

Figure 1 : Isothermes et isohalines de surface

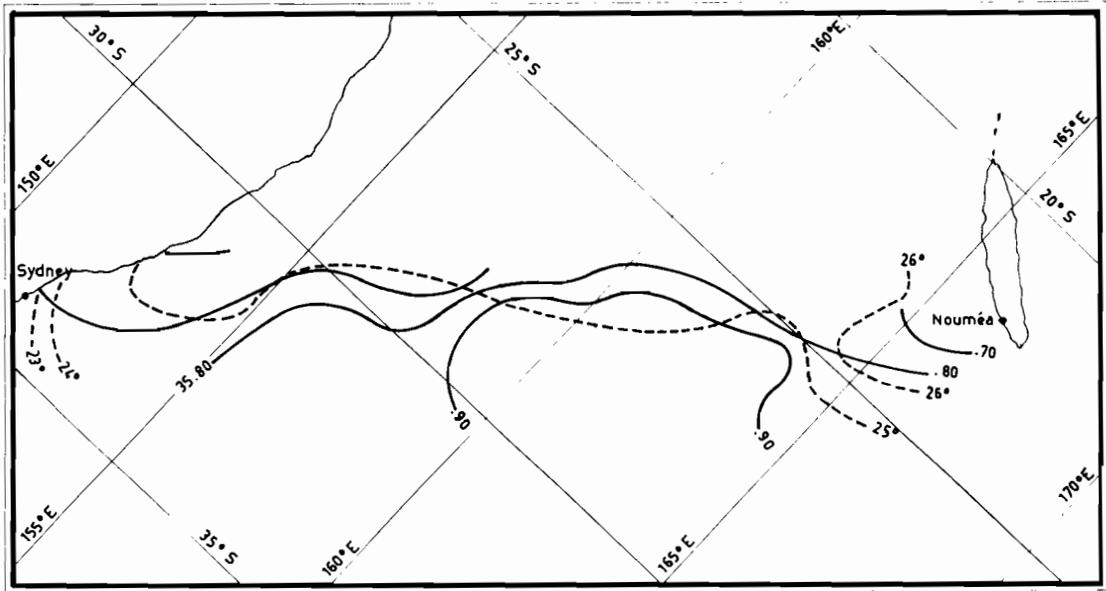


— PCSO →
 - - - SA →
 SE →

Figure 2 : Distribution superficielle en pourcentage des trois masses d'eau

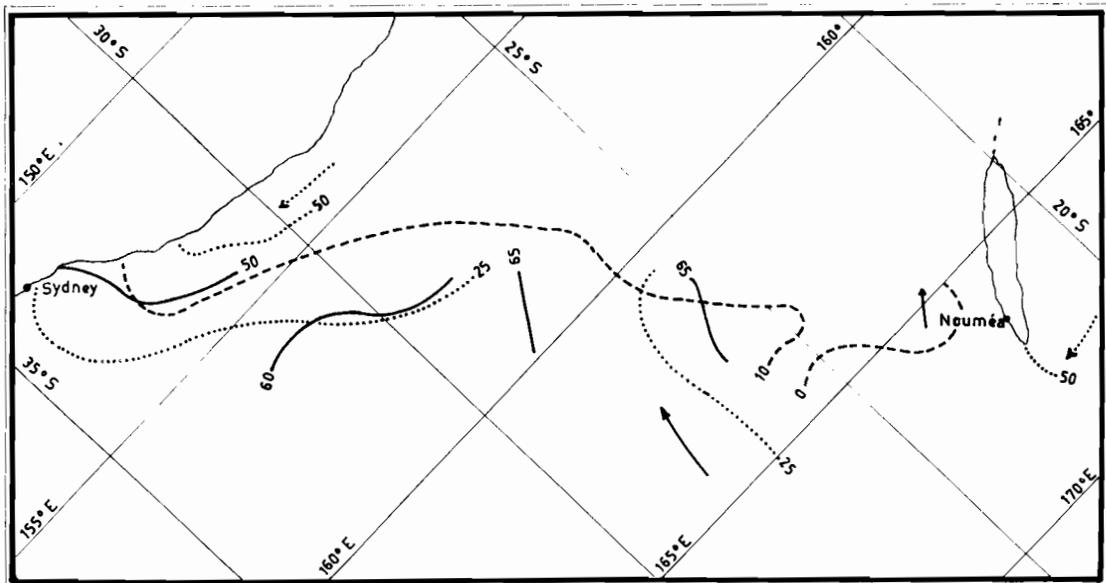
PLANCHE 2

FEVRIER



— ISOHALINE
 - - - ISOTHERME

Figure 1: Isothermes et isohalines de surface

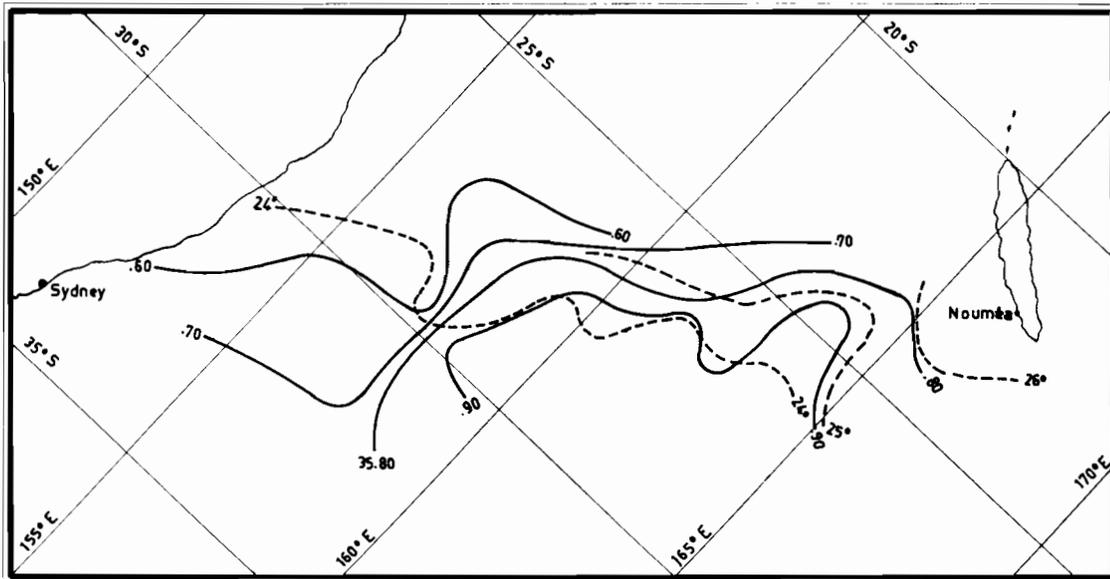


— PCSO →
 - - - SA →
 SE →

Figure 2 : Pourcentage des trois masses d'eau en surface

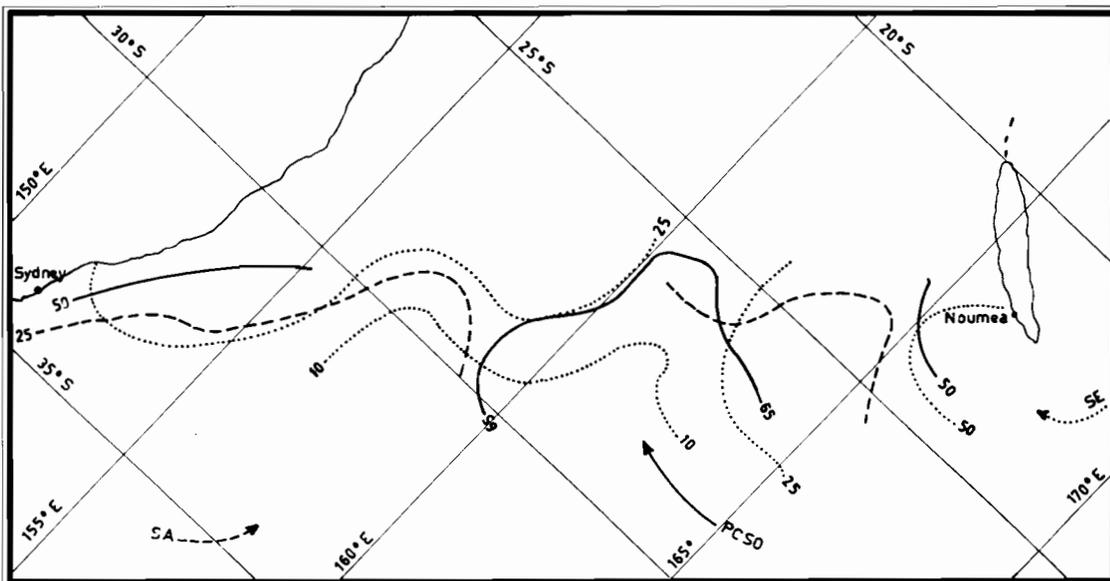
PLANCHE 3

MARS



— ISOHALINE
 - - - ISOTHERME

Figure 1: Isothermes et isohalines de surface

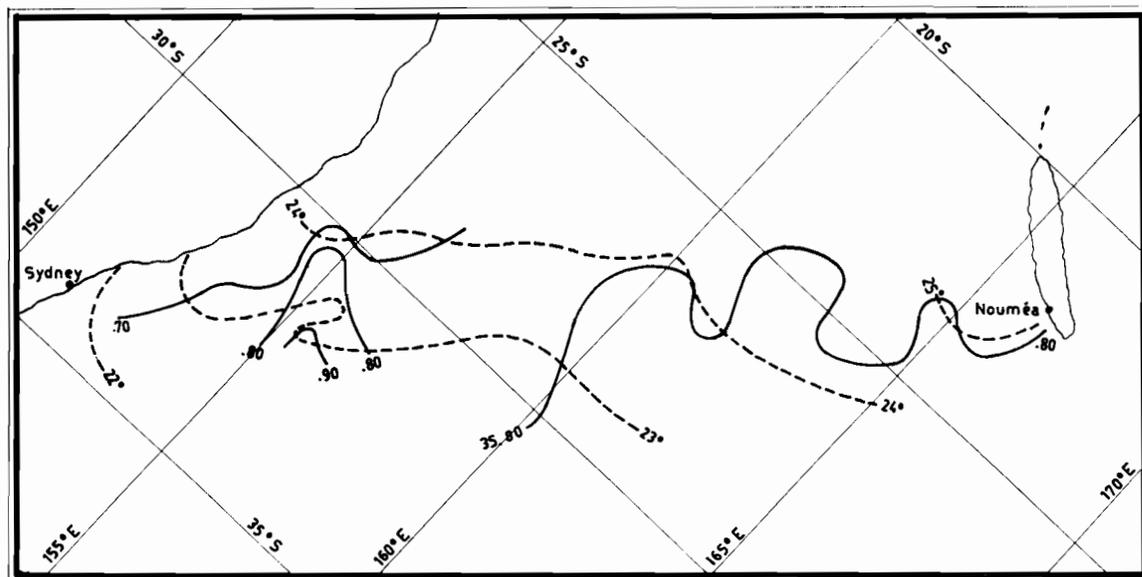


— PSCO →
 - - - SA →
 SE →

Figure 2: Pourcentage des trois masses d'eau en surface

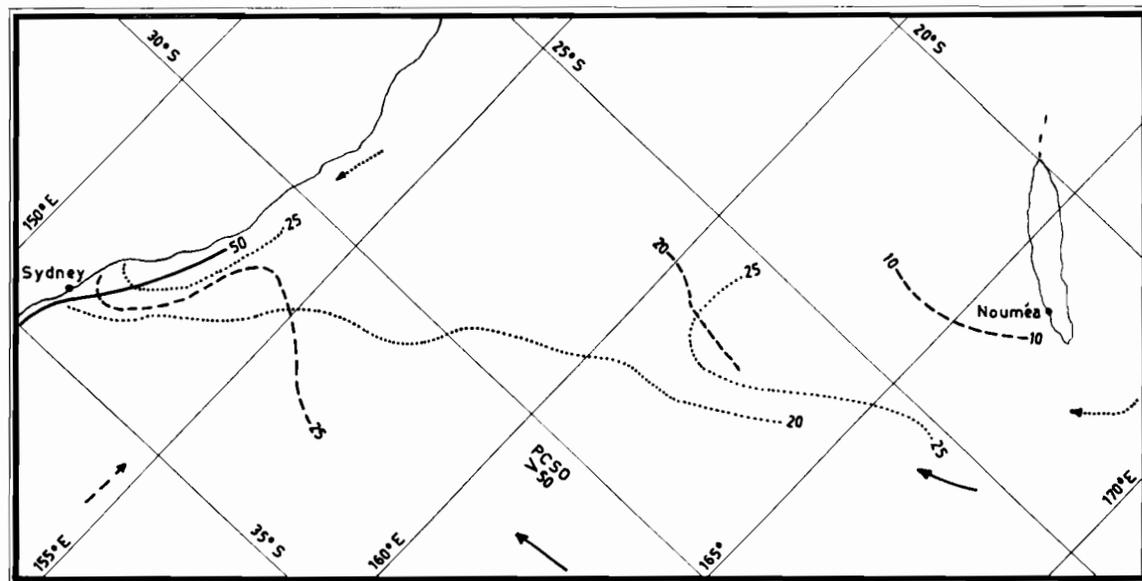
PLANCHE 4

AVRIL



— ISOHALINE
 - - - ISOTHERME

Figure 1 : Isothermes et Isohalines de surface

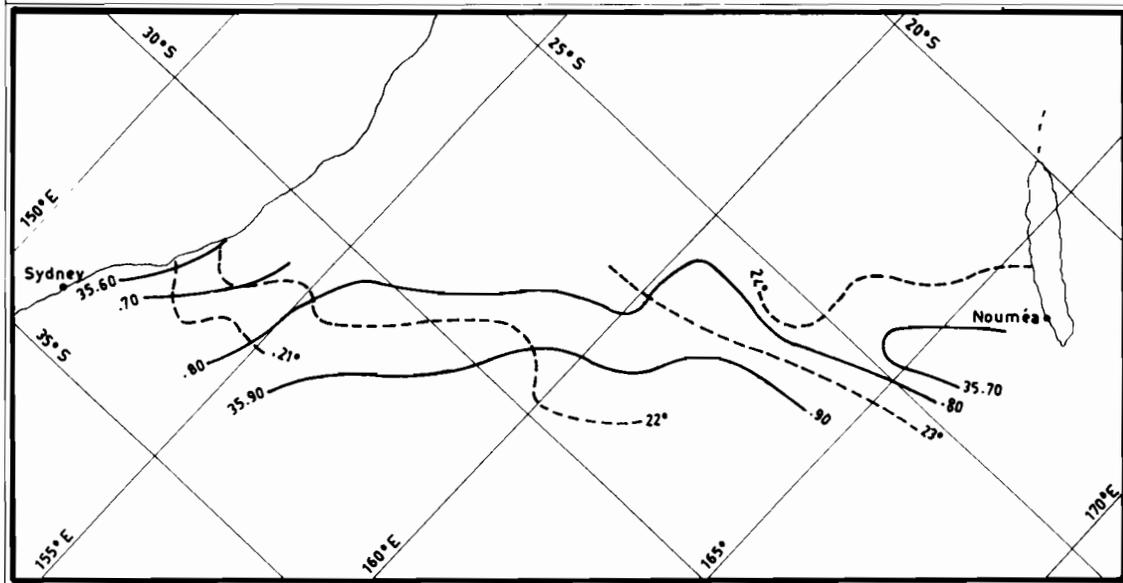


— PCSO →
 - - - SA →
 SE →

Figure 2 : Pourcentage des trois masses d'eau en surface

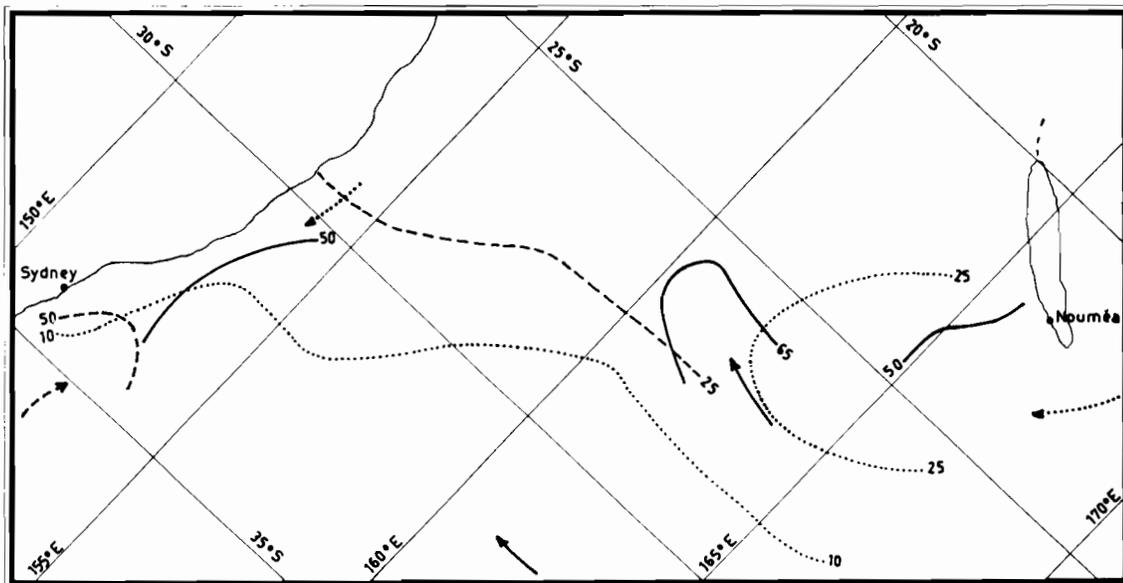
PLANCHE 5

MAI



— ISOHALINE
 - - - ISOTHERME

Figure 1 : Isothermes et isohalines de surface

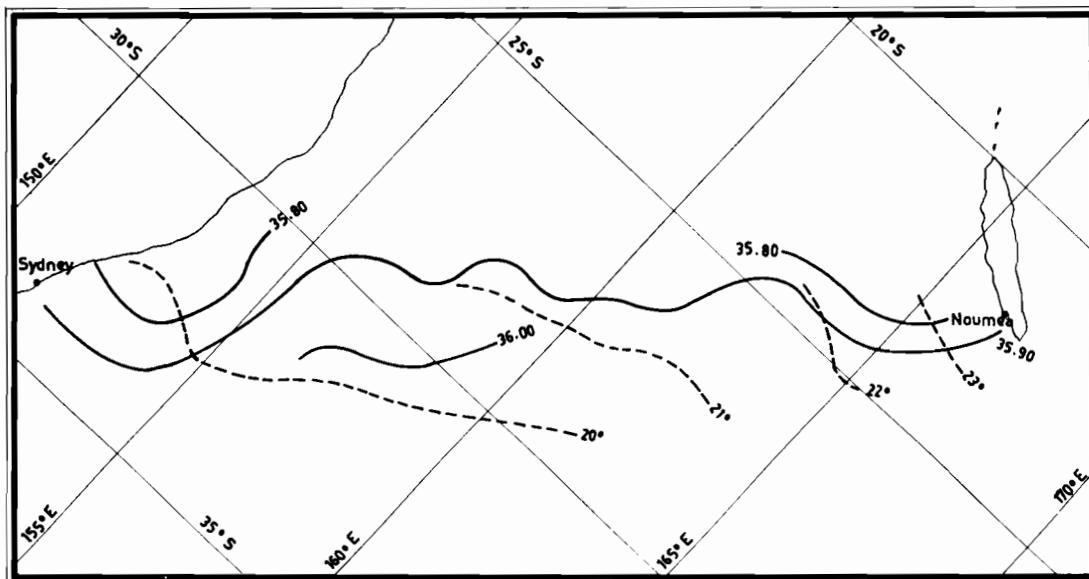


— PCSO →
 - - - SA →
 SE →

Figure 2 : Pourcentage des trois masses d'eau en surface

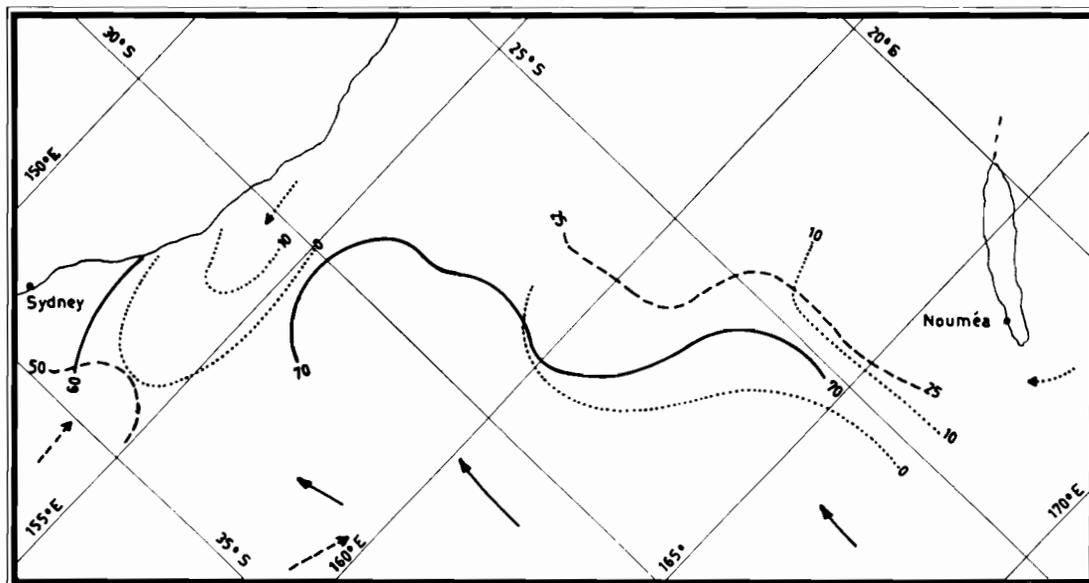
PLANCHE 6

JUIN



— ISOHALINE
 - - - ISOTHERME

Figure 1 : Isothermes et isohalines

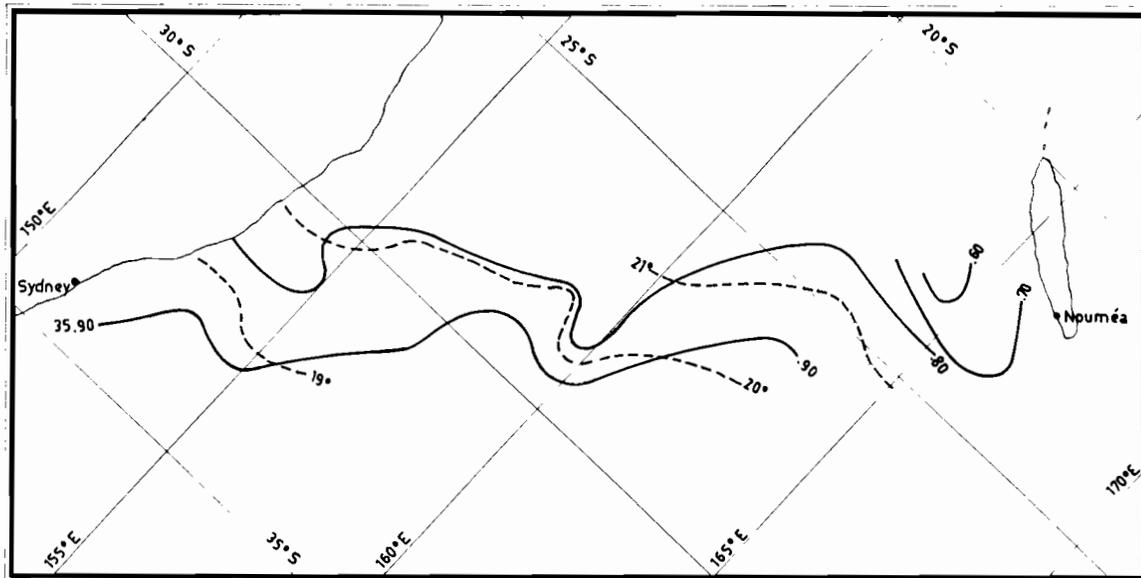


— PCSO →
 - - - SA →
 SE →

Figure 2 : Pourcentage des trois masses d'eau en surface

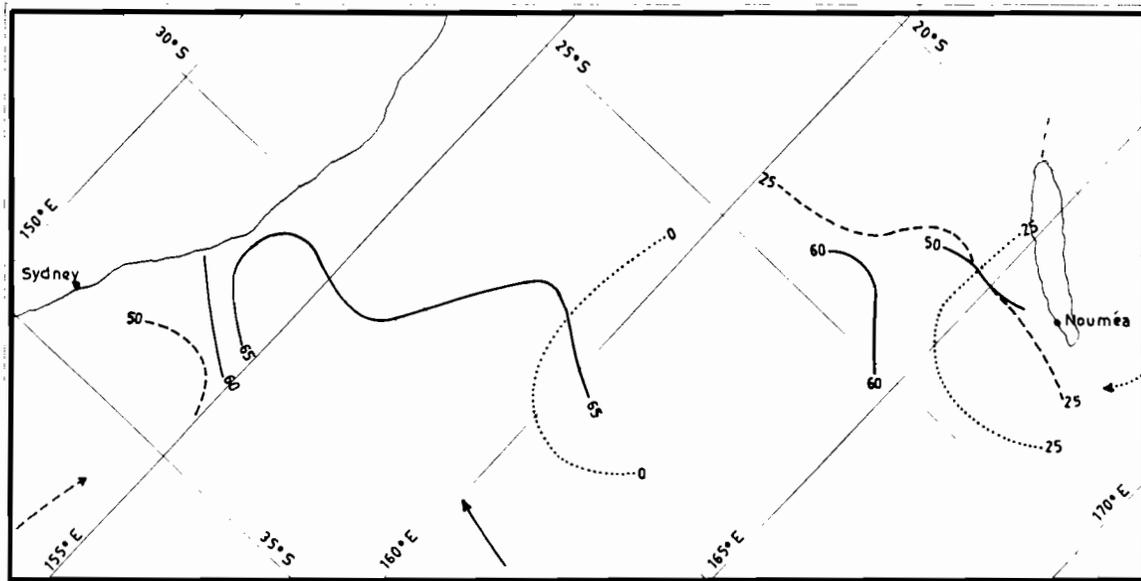
PLANCHE 7

JUILLET



— ISOHALINE
 - - - ISOTHERME

Figure 1 : Isothermes et isohalines de surface

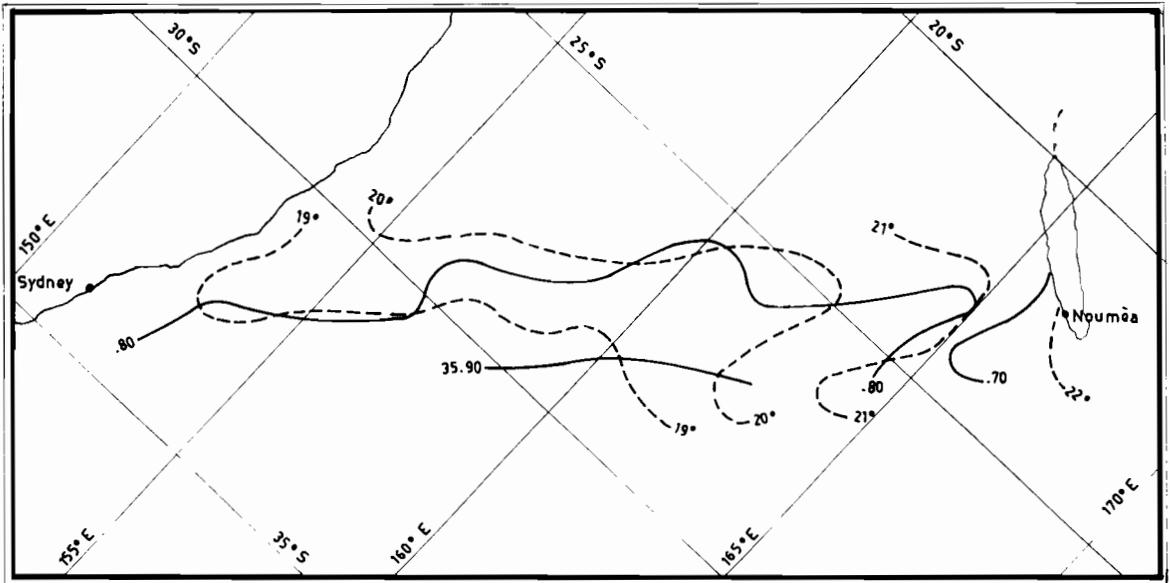


— PCSO →
 - - - SA →
 SE →

Figure 2 : Pourcentage des trois masses d'eau en surface

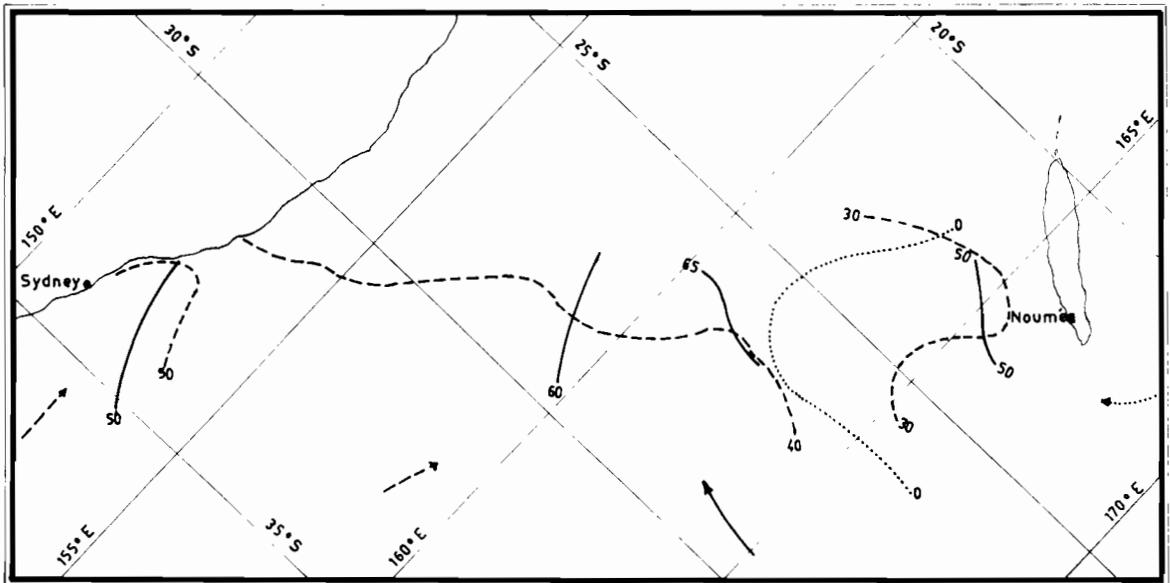
PLANCHE 8

AOÛT



—— ISOHALINE
 - - - - ISOTHERME

Figure 1 : Isohalines et isothermes de surface

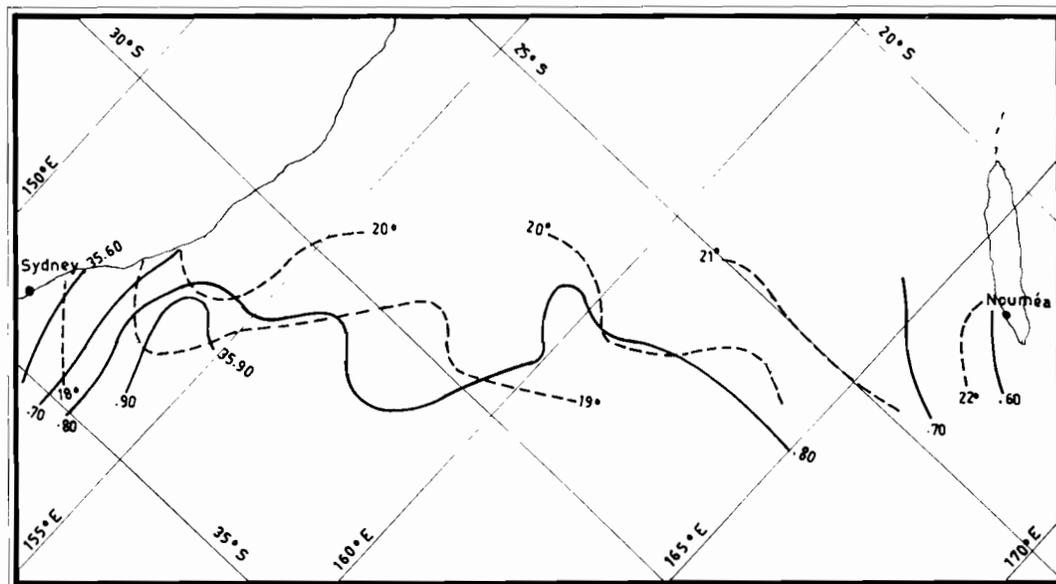


—— PCSO →
 - - - - SA →
 SE →

Figure 2 : Pourcentage des trois masses d'eau en surface

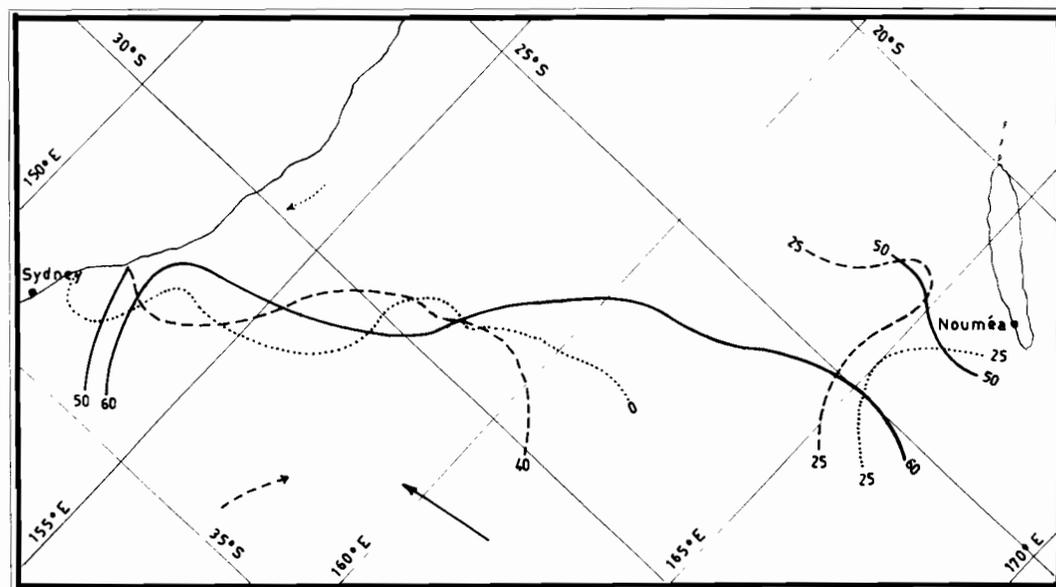
PLANCHE 9

SEPTEMBRE



— ISOHALINE
 - - - ISOTHERME

Figure 1 : Isohalines et isothermes de surface

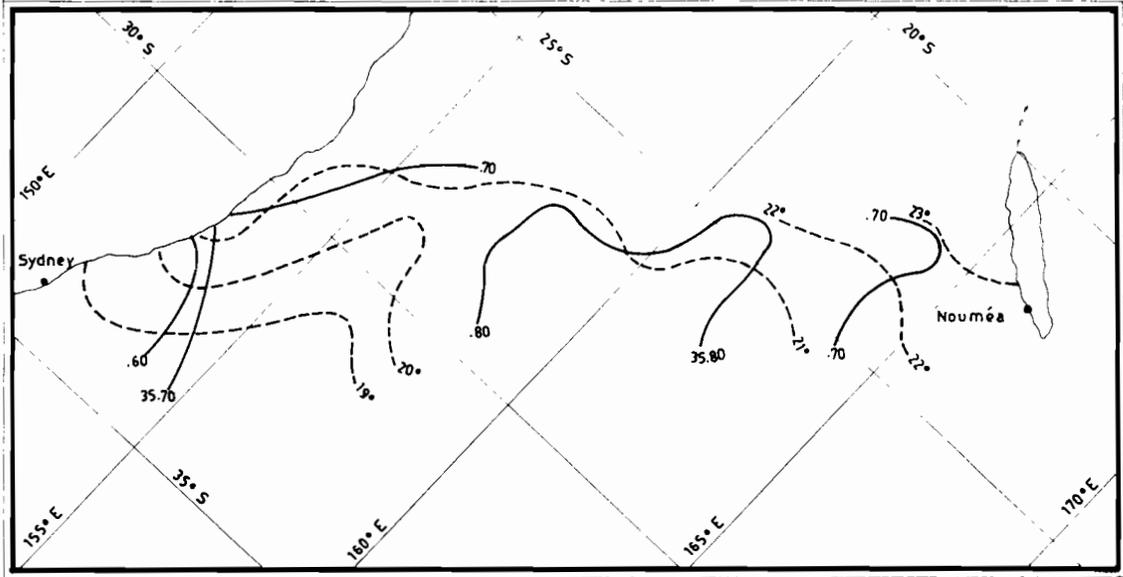


— PCSO →
 - - - SA →
 SE →

Figure 2 : Pourcentage des trois masses d'eau en surface

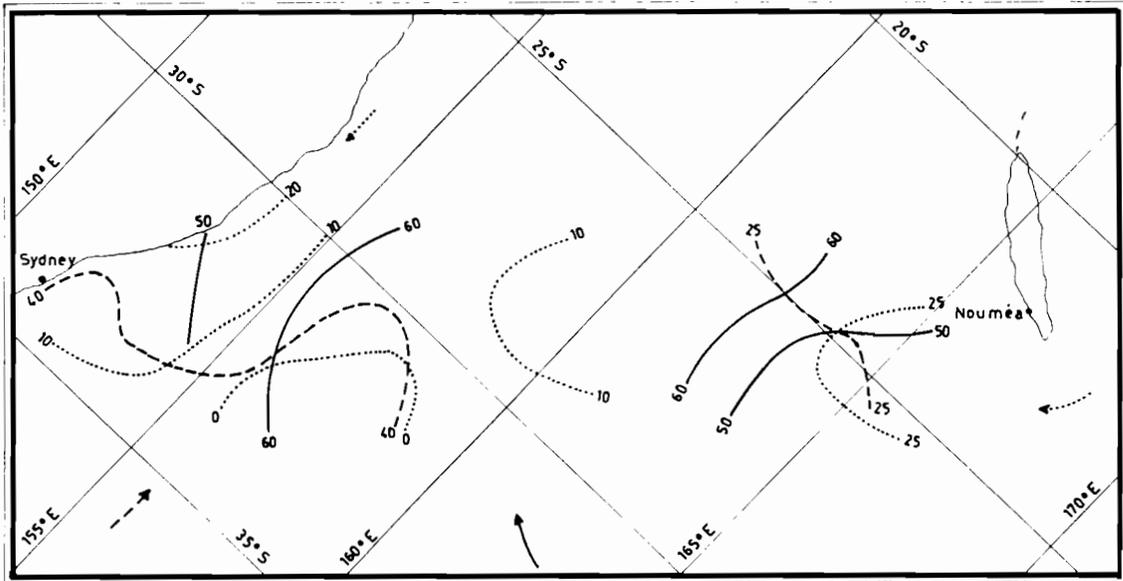
PLANCHE 10

OCTOBRE



— ISOHALINE
 - - - ISOTHERME

Figure 1 : Isohalines et isothermes de surface

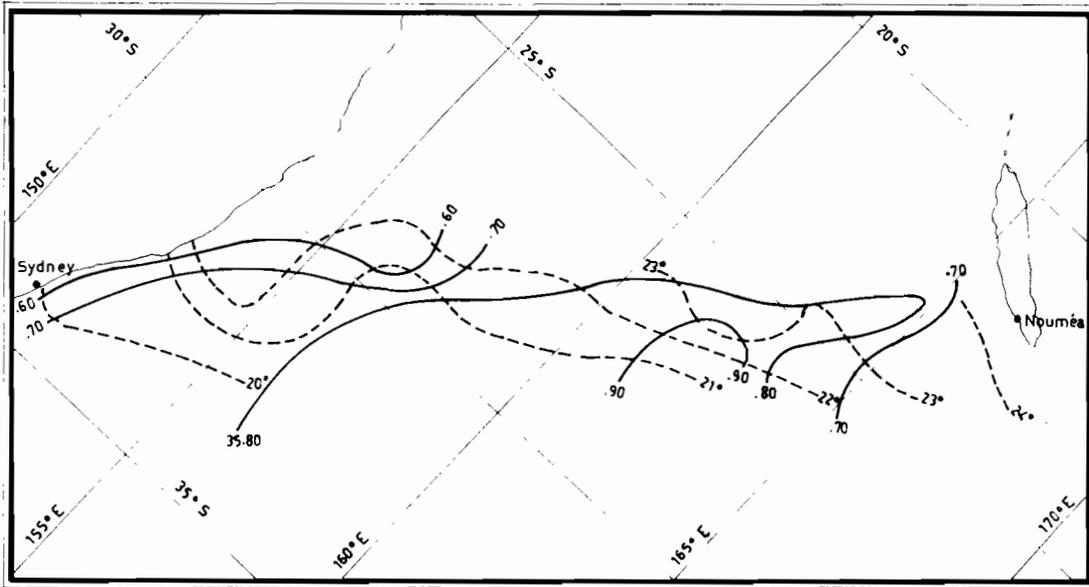


— PCSO →
 - - - SA →
 SE →

Figure 2 : Pourcentage des trois masses d'eau en surface

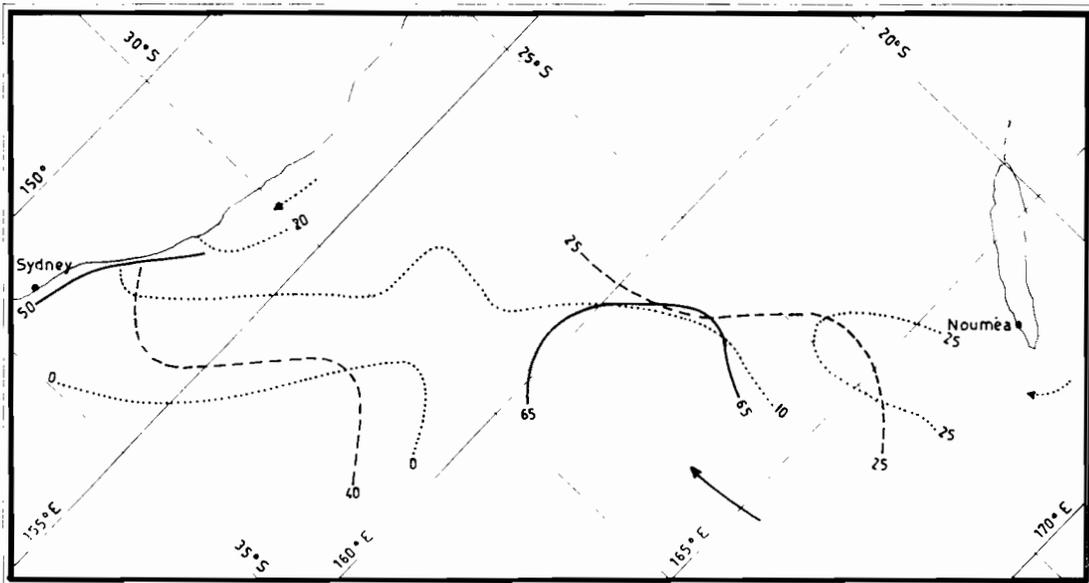
PLANCHE 11

NOVEMBRE



— ISOHALINE
 - - - ISOTHERME

Figure 1 : Isohalines et isothermes de surface

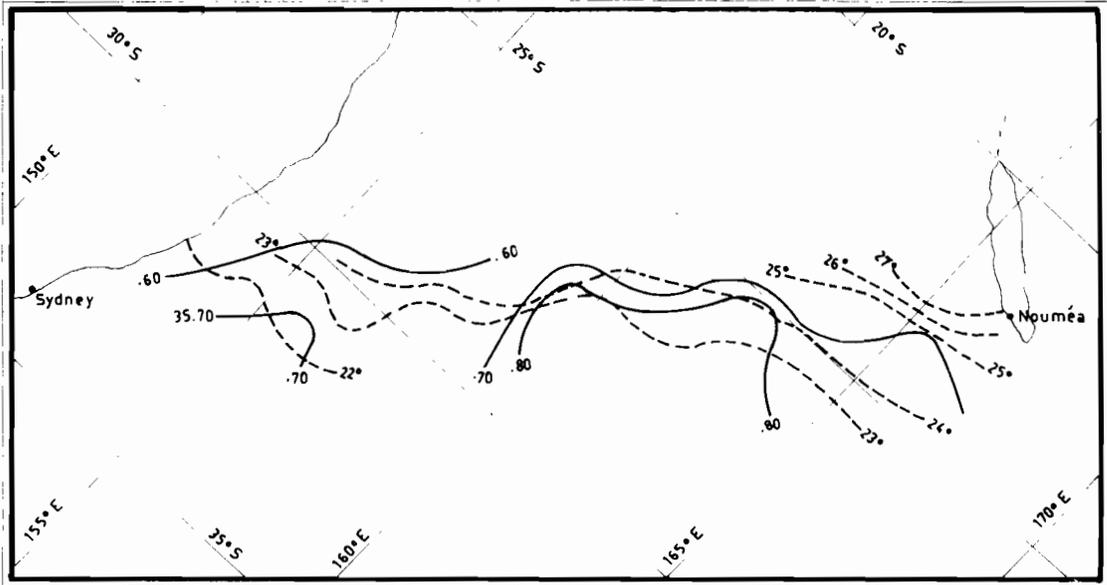


— PCSO →
 - - - SA →
 SE →

Figure 2 : Pourcentage des trois masses d'eau en surface

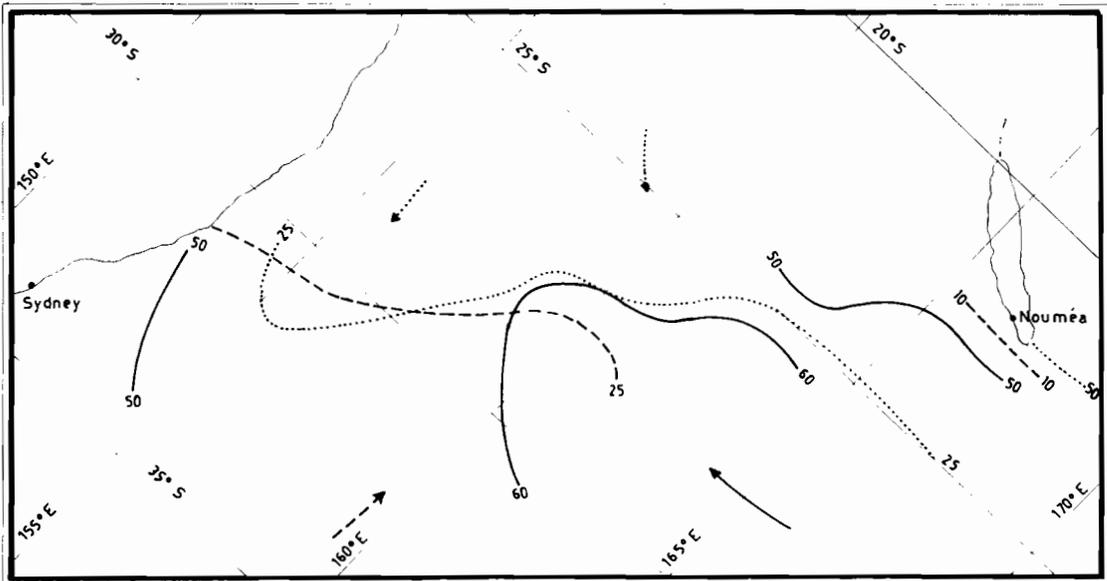
PLANCHE 12

DECEMBRE



—— ISOHALINE
 - - - - ISOTHERME

Figure 1 : Isohalines et isothermes de surface

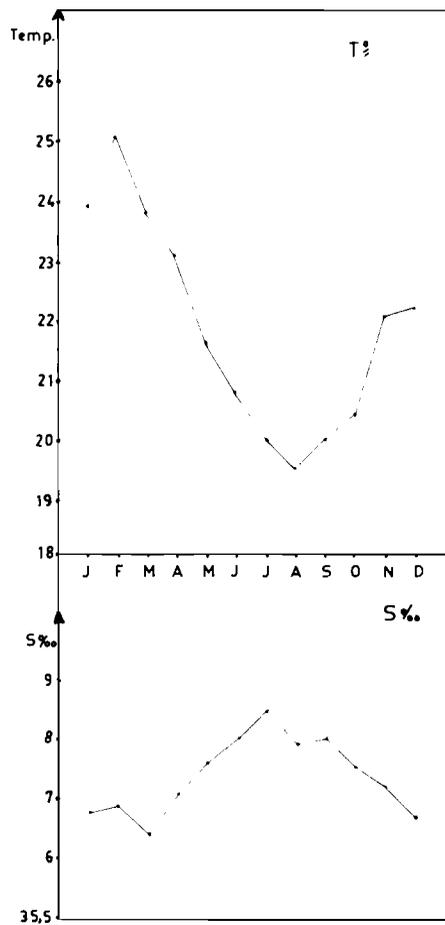


—— PCSO
 - - - - SA
 SE

Figure 2 : Pourcentage des trois masses d'eau en surface

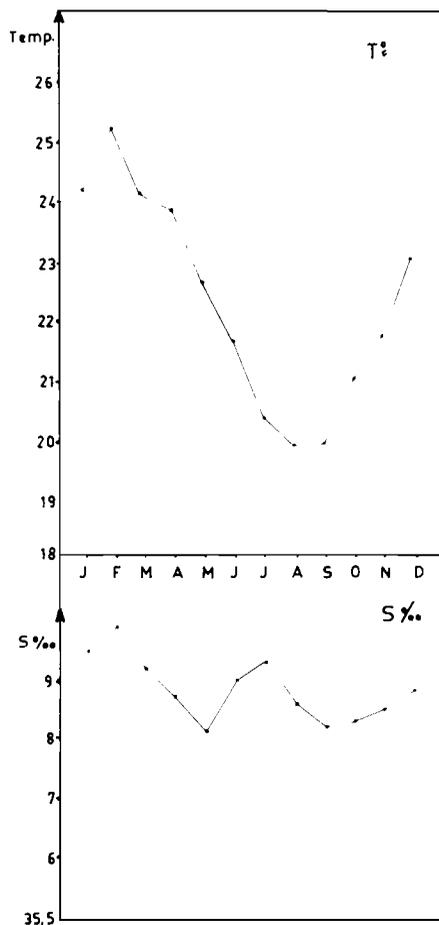
PLANCHE 13

Variations mensuelles de la température
et
de la salinité moyennes entre la Nlle Calédonie et l'Australie



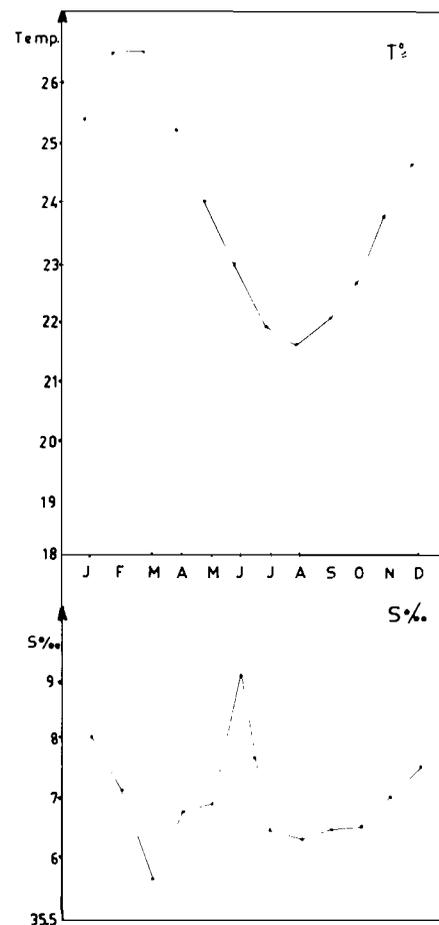
COURANT EST AUSTRALIEN

a { 154°E - 159°E
31°S - 32°S



ZONE CENTRALE

b { 159°E - 160°E
27°S - 28°S



"LARGE DE NOUMEA"

c { 165°E - 166°E
23°S - 24°S

PLANCHE 14

**Diagramme T_S de surface
entre
l'Australie sud et la Nlle Calédonie nord**

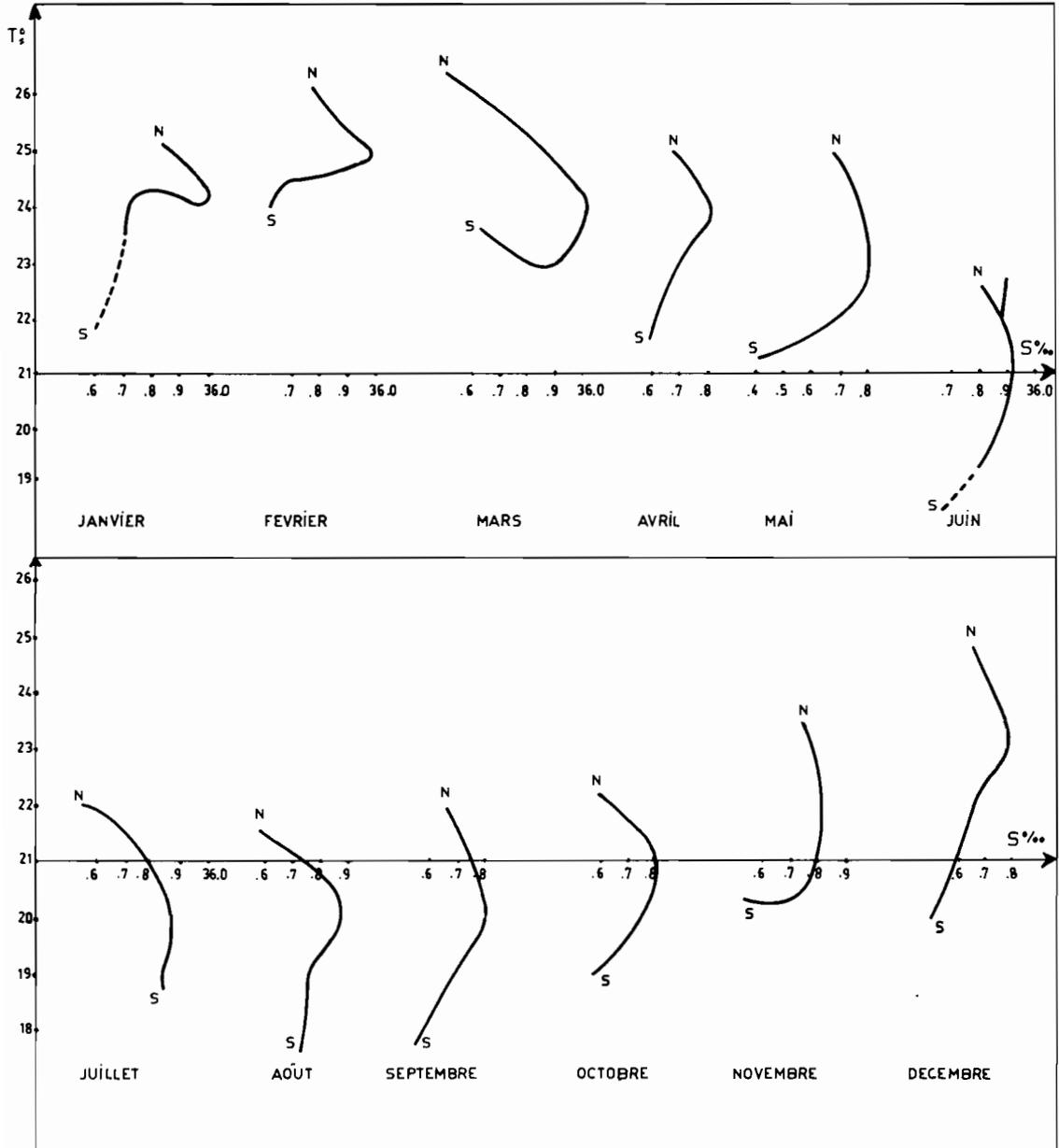


PLANCHE 15

Proportions d'eaux primaires externes (en %) entre la Nouvelle Calédonie et l'Australie

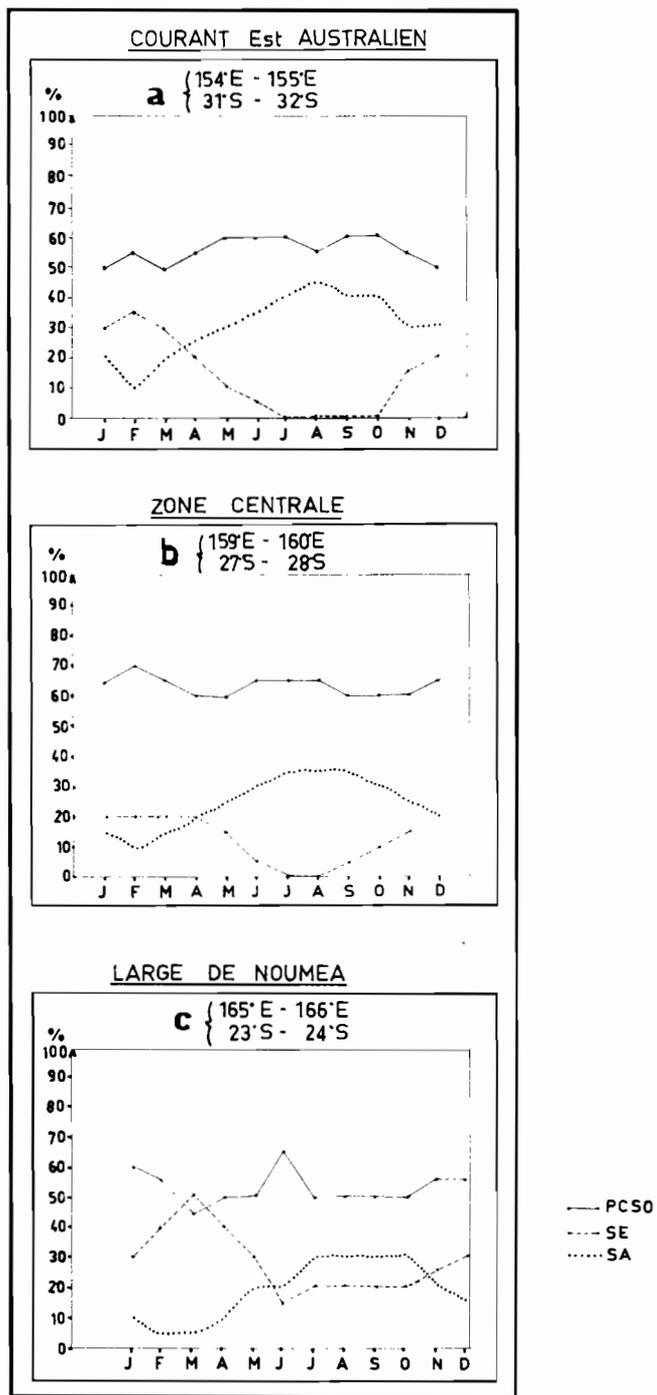
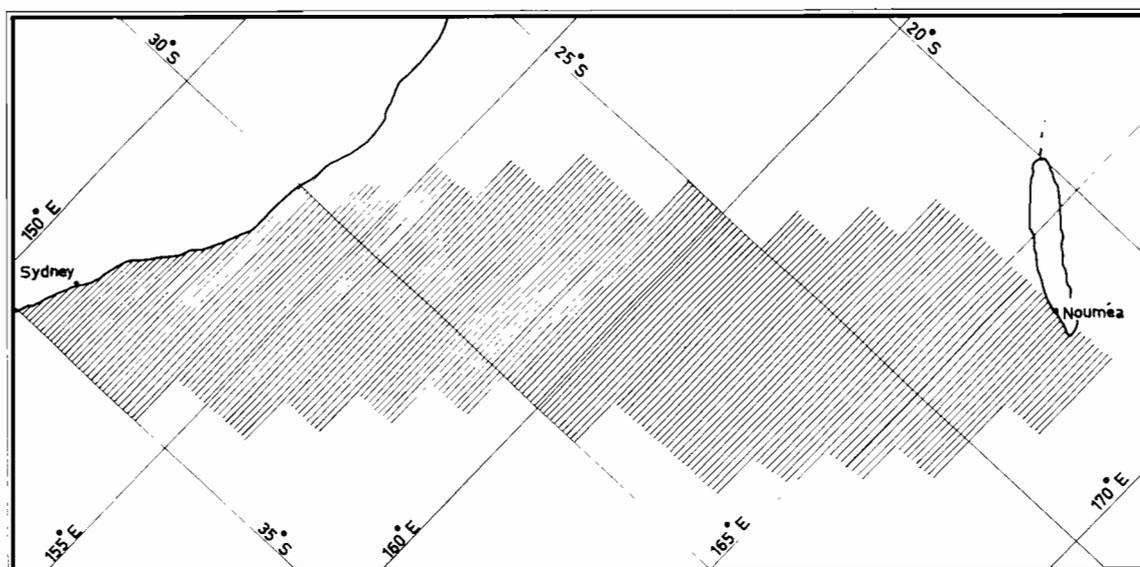


PLANCHE 16



/// ZONE DANS LAQUELLE LES PRELEVEMENTS D'EAU DE MER ET LES MESURES DE TEMPERATURE ONT ETE EFFECTUES

RÉSULTATS DES OBSERVATIONS SCIENTIFIQUES DE LA DUNKERQUOISE

sous le commandement du Capitaine de Corvette BROSSET

Croisière HUNTER

par L. LEMASSON* et Y. MAGNIER**

TABLE DES MATIÈRES.

I. Introduction	4
Programme et méthodes de travail.....	4
Bilan de la croisière.....	6
II. Résultats numériques	7
Remarques sur les méthodes analytiques et la précision des mesures	7
Liste des stations.....	8
Unités employées et signification des symboles.....	9
Résultats hydrologiques.....	9
III. Distributions superficielles et profondes	42
Distributions en surface.....	42
Propriétés du maximum de salinité.....	44
Distributions verticales.....	57
Nature des eaux étudiées.....	58
IV. Bibliographie	78

* Océanographe physicien de l'ORSTOM - Centre ORSTOM de Nouméa et Comité local d'Océanographie et d'Étude des côtes de Nouvelle-Calédonie.

** Comité local d'Océanographie et d'Étude des côtes de Nouvelle-Calédonie.

I. INTRODUCTION

La croisière HUNTER, dont l'itinéraire est donné figure 1, a été effectuée du 4 au 21 décembre 1963 par le dragueur de la Marine Nationale LA DUNKERQUOISE, placé sous le commandement du Capitaine de Corvette BROSSET. Elle avait pour but de reprendre et de préciser certaines observations faites lors de trois croisières précédentes (ROTSCHI 1958 et 1960 - ROTSCHI et MAGNIER 1962) au cours desquelles avait été étudiée la convergence tropicale située entre la Nouvelle-Calédonie et l'île Norfolk.

Cette convergence est essentiellement due aux conditions atmosphériques ; dépendant de la limite sud des alizés et de la direction générale des vents, elle se déplace selon la saison entre l'île Norfolk et la Nouvelle-Calédonie. Elle est en général assez peu marquée : d'une part le régime des vents n'est pas régulier au-dessus de cette région, d'autre part le changement de direction des alizés qui tournent du Sud-Est au Sud-Ouest ne se fait pas brutalement. Il faut plutôt parler d'une zone dont la position est sujette à des fluctuations considérables dues à la distribution momentanée des vents (WYRTKI 1960).

Les flux d'eau entre la Nouvelle-Calédonie et la Nouvelle-Zélande ont été étudiés par HAMON (1958) et ROTSCHI (1962).

La croisière HUNTER s'est déroulée dans une région plus étendue que lors des croisières BOUNTY du TIARE en juin 1958, CHOISEUL de l'ORSOM III en mai 1959 et FRANCE de LA DUNKERQUOISE en novembre 1961. Jusqu'à ce jour les observations françaises avaient porté sur la zone comprise entre la Nouvelle-Calédonie et l'île Norfolk. Cette croisière s'insérant dans le programme d'études du CLOEC de Nouvelle-Calédonie, a donc permis d'étendre le domaine des recherches jusqu'à la Nouvelle-Zélande.

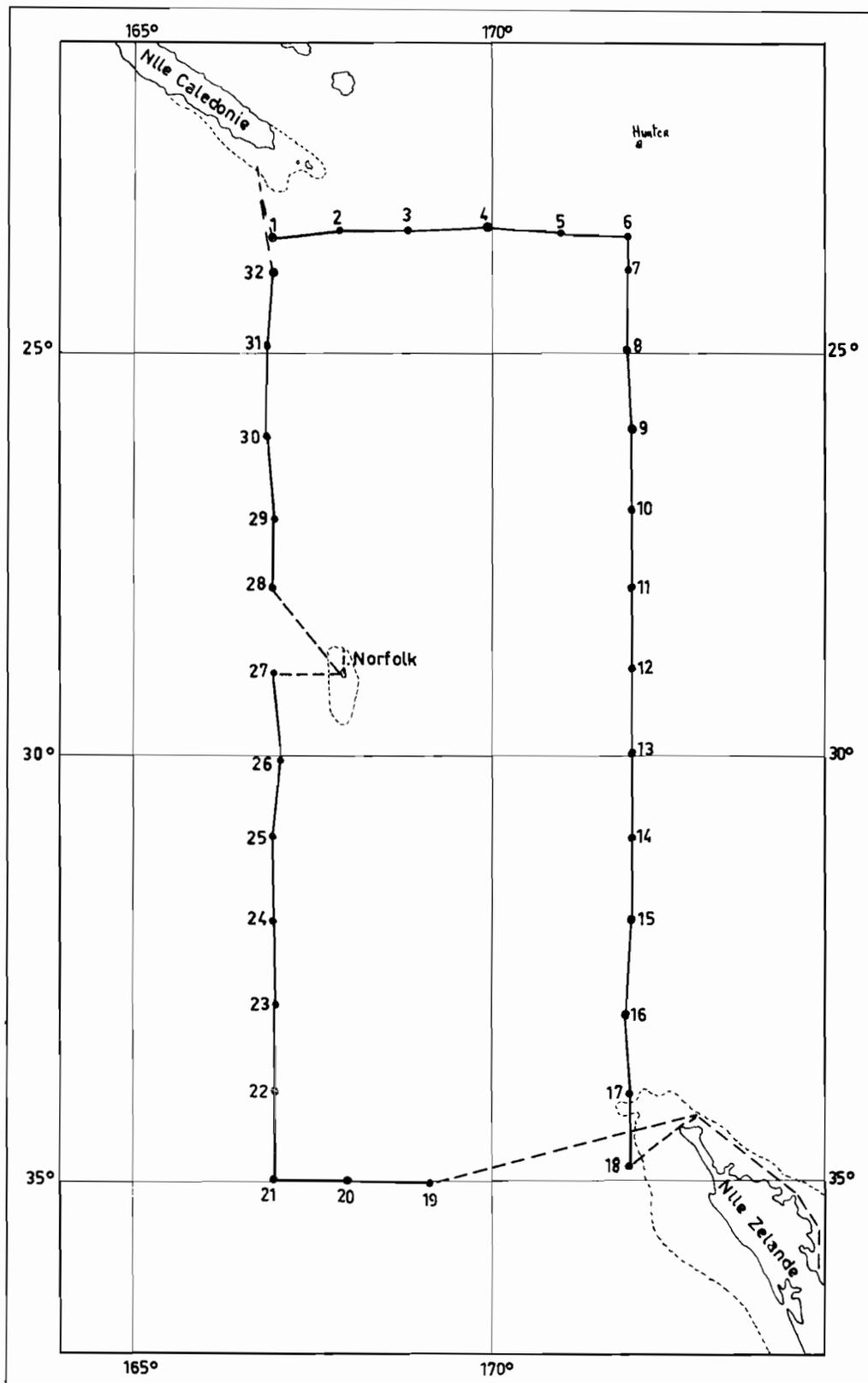
La zone étudiée couvre la région située entre 23° S et 35° S, 167° E et 172° E.

Programme et méthodes de travail.

Trente stations devaient être effectuées au total, réparties suivant deux radiales de 13 stations chacune, le long des méridiens 167° E et 172° E, et reliées par 4 stations de liaison le long du parallèle 23° S.

Un petit laboratoire installé à bord a permis de compléter les observations de température et de salinité par des déterminations de l'oxygène dissous, du pH et de l'alcalinité. Enfin, à chacune des stations devait être faite une mesure bathythermique jusqu'à 200 mètres.

Pour la réalisation de ce programme le matériel utilisé se composait de 8 bouteilles à renversement Mécaboliér équipées chacune de deux thermomètres. Deux bouteilles avaient deux thermomètres protégés gradués au 1/5 ou au 1/10 ; les cinq autres avaient un thermomètre protégé à gauche gradué au 1/5 ou au 1/10 et un thermomètre non protégé à droite gradué au 1/5. Les thermomètres utilisés étaient des Negretti et Zambra et des Richter et Wiese.

Fig. 1. — Itinéraire de la croisière *Hunter*. Position des stations.

Le bathythermographe était un J. Richard de 200 mètres. Tout ce matériel fut fourni par le CLOEC.

En moyenne, quatre stations ont été occupées par 24 heures ; pour faciliter l'exécution du travail il fut décidé d'effectuer les prélèvements avec des longueurs de câble déroulé identiques d'une station à l'autre, les profondeurs théoriques étant de : 0 - 50 - 100 - 150 - 200 - 300 - 400 - 500 - 600 - 800 - 1.000 - 1.200 mètres.

Bilan de la Croisière.

Trente-deux stations furent occupées ; deux stations non prévues le long du parallèle 35° ont été ajoutées en cours de route aux trente initialement envisagées. L'itinéraire et la position de ces stations sont indiqués figure 1.

Ne disposant au départ que de 12 thermomètres protégés, il a été décidé de faire deux palanquées successives, la première comprenant les profondeurs de 0 à 100 mètres et la deuxième de 200 à 1.200 mètres.

A la station H4 deux thermomètres protégés ont été perdus par suite de la rupture d'un porte-thermomètre. A partir de la station H5 les profondeurs théoriques de la première palanquée furent 0 et 50 m avec deux thermomètres protégés, 100 et 150 m avec un protégé et un non protégé ; la deuxième palanquée, de 200 à 1.200 m, comportait huit bouteilles parmi lesquelles celles de 300 et 800 m étaient équipées de deux thermomètres protégés.

Les conditions météorologiques et l'état de la mer n'ont pas été très favorables dans l'ensemble. Onze stations, soit près du tiers du total, ont été effectuées avec un vent égal ou supérieur à 19 nœuds, ce qui implique une forte dérive du bâtiment et des angles du câble avec la verticale supérieurs à 30° (pour la 2^e palanquée) au cours de quatorze stations. Le tableau I récapitule les fréquences des angles observés :

TABLEAU I
Fréquence des angles observés

Angle : α	$\alpha = 0$	$\alpha \leq 10$	$10 < \alpha \leq 20$	$20 < \alpha \leq 30$	$30 < \alpha \leq 40$	$\alpha > 40$
1 ^{re} palanquée.....	3	9	5	6	4	1
2 ^e palanquée.....	1	7	1	3	11	3

Le pourcentage de malfonctionnements des bouteilles à renversement a été relativement élevé puisque 21 défauts de non-renversement et de non-fermeture de bouteilles ont été enregistrés, auxquels il faut ajouter 22 prélèvements non faits lors des stations 2, 14 et 18 ; ces stations ont été stoppées par suite de l'aggravation du temps et de l'état de la mer, l'angle devenant supérieur à 50°. Au total le nombre des échantillons récoltés pour la détermination de la salinité s'élève à 348 ; le pH et l'alcalinité ont été déterminés à bord sur le même nombre d'échantillons ; 275 échantillons ont été prélevés pour la détermination de l'oxygène dissous, la fixation de l'oxygène se faisant à bord et les dosages au laboratoire du Centre ORSTOM de Nouméa après la croisière. Un relevé bathythermique a été fait au début de chaque station, soit 32 en tout.

Enfin il a été obtenu 120 mesures doubles et 220 mesures simples de la température et 220 déterminations thermométriques de la profondeur d'échantillonnage.

II. RÉSULTATS NUMÉRIQUES

REMARQUES SUR LES MÉTHODES ANALYTIQUES ET LA PRÉCISION DES MESURES :

1. Salinité :

Les mesures de salinité ont été effectuées à l'aide du salinomètre australien à induction dont la précision est de $\pm 0,003$ ‰ (N. L. BROWN and B. V. HAMON 1961).

2. Température :

Du fait du nombre insuffisant de thermomètres protégés à notre disposition, aggravé encore par la perte à la station 4 d'une paire d'entre eux, les mesures de température n'ont comporté à chaque station que 4 lectures doubles. C'est-à-dire que sur 12 mesures de température, 4 seulement proviennent de la moyenne des indications de deux thermomètres.

Sur 100 paires de températures, 15 présentaient un écart nul, 19 un écart de $0,01^{\circ}\text{C}$, 24 un écart de $0,02^{\circ}\text{C}$, 19 un écart de $0,03^{\circ}\text{C}$, 13 un écart de $0,04^{\circ}\text{C}$ et 10 un écart supérieur à $0,04^{\circ}\text{C}$.

Dans l'ensemble, la précision des mesures de température au niveau de probabilité 5 % est de $\pm 0,04^{\circ}\text{C}$ lorsque la température acceptée est la moyenne de 2 mesures et de $\pm 0,06^{\circ}\text{C}$ lorsqu'elle provient d'un seul thermomètre.

3. Immersion :

Les profondeurs de renversement ont été calculées pour chaque station à l'aide de la courbe (L-Z)/L tracée à partir des profondeurs thermométriques, aux profondeurs nominales 100, 150, 200, 400, 500, 600, 1.000 et 1.200 m.

TABLEAU II

Fréquence des écarts entre les profondeurs thermométriques et les profondeurs acceptées (en mètres)

	0	$1 \leq e \leq 5$	$6 \leq e \leq 10$	$11 \leq e \leq 20$
1 ^{re} paire.....	20	23	4	5
2 ^e paire.....	24	12	8	1
3 ^e paire.....	16	8	3	1
4 ^e paire.....	14	8	1	1
5 ^e paire.....	17	6	0	0
6 ^e paire.....	17	5	0	1
TOTAL.....	108	62	16	9

Au niveau de probabilité 5 % la précision sur la profondeur est de ± 10 m.

4. pH, Alcalinité et Gaz carbonique total :

Le pH mesuré au pH-mètre Beckman modèle G sur un seul échantillon n'est pas connu avec une précision meilleure que $\pm 0,02$ unités pH.

L'alcalinité totale, déterminée sur un seul échantillon d'après la méthode de Anderson et Robinson est évaluée avec une précision de $\pm 0,022$ milliéquivalent/litre (STRICKLAND 1960).

Les concentrations en CO_2 total, calculées à partir du pH et de l'alcalinité, sont données avec une précision d'environ 1 %.

5. Calculs dynamiques :

Le sigma-t a été déterminé au moyen de la table de l'U.S. Navy Hydrographic Office, Pub 614.

Les anomalies dynamiques aux niveaux standards ont été calculées à partir des valeurs interpolées de la température et de la salinité, selon la méthode de LA FOND (1951).

6. Oxygène dissous :

Lors des précédentes croisières océanographiques FRANCE et QUADALCANAL de LA DUNKER-
QUOISE, nous avons estimé la précision des mesures au niveau 5 % respectivement à $\pm 0,10$ ml/l
et $\pm 0,09$ ml/l de O₂. Pour la croisière HUNTER les conditions de prélèvement et de fixation à bord
furent satisfaisantes, mais les dosages en laboratoire ne purent être effectués au Centre ORSTOM
de Nouméa que du 10 au 20 janvier 1964 c'est-à-dire environ un mois après les prélèvements.
De ce fait on peut estimer que la précision des résultats n'est pas meilleure que $\pm 0,10$ ml/l O₂.

LISTE DES STATIONS.

N°	Latitude	Longitude	Date	Heure locale
1	23°31' S	166°59' E	4.12.63	16 29
2	23°25' S	167°55' E	4.12.63	23 35
3	23°25' S	168°50' E	5.12.63	05 35
4	23°21' S	169°56' E	5.12.63	11 58
5	23°32' S	171°00' E	5.12.63	17 35
6	23°32' S	171°56' E	5.12.63	22 45
7	24°00' S	171°56' E	6.12.63	02 20
8	25°00' S	171°56' E	6.12.63	08 17
9	26°00' S	172°00' E	6.12.63	14 15
10	27°00' S	172°00' E	6.12.63	20 10
11	28°00' S	172°00' E	7.12.63	02 40
12	29°00' S	172°00' E	7.12.63	08 28
13	30°00' S	172°00' E	7.12.63	15 35
14	31°00' S	172°00' E	7.12.63	21 40
15	32°00' S	172°00' E	8.12.63	04 11
16	33°05' S	171°56' E	8.12.63	16 05
17	34°00' S	171°59' E	8.12.63	17 23
18	34°48' S	172°01' E	8.12.63	22 40
19	35°02' S	169°10' E	15.12.63	13 30
20	35°00' S	168°00' E	15.12.63	18 35
21	35°00' S	167°00' E	15.12.63	23 30
22	34°00' S	167°00' E	16.12.63	04 40
23	33°00' S	167°00' E	16.12.63	09 47
24	32°00' S	167°00' E	16.12.63	20 17
25	31°00' S	187°00' E	16.12.63	20 17
26	30°05' S	167°09' E	17.12.63	01 00
27	29°00' S	167°00' E	19.12.63	11 01
28	28°00' S	167°00' E	19.12.63	17 40
29	27°15' S	167°00' E	19.12.63	23 33
30	26°13' S	166°55' E	20.12.63	06 30
31	24°56' S	166°53' E	20.12.63	12 05
32	23°59' S	167°00' E	20.12.63	17 30

UNITÉS EMPLOYÉES ET SIGNIFICATION DES SYMBOLES.

T° C	Température <i>in situ</i> , en degrés centigrades.
S ‰	Salinité, en grammes de sel par kilogramme d'eau de mer.
O ₂	Teneur en oxygène dissous, en millilitres par litre.
pH	Les valeurs indiquées sont les valeurs du pH <i>in situ</i> .
A	Alcalinité totale, en milliéquivalents par litre.
CO ₂ total	Concentration en CO ₃ H ₂ dissous, CO ₃ H ⁻ , CO ₃ ⁻ et CO ₂ libre dissous, en millimoles par litre.
σ _t	Index de densité, en grammes par litre.
δ	Anomalie de volume spécifique de l'eau de mer <i>in situ</i> par rapport à une eau de mer à 0° C et 35 ‰ S située au même niveau, en centimètres-cube par gramme.
ΣΔD	Anomalie dynamique de chaque couche, en mètres dynamiques.
ΔD ₁₀₀₀ - ΔD	Anomalie dynamique de chaque niveau par rapport au niveau de référence à 1.000 mètres ou 1.000 décibars.
σ _{s, t, p}	Index de densité <i>in situ</i> , en grammes par litre.

RÉSULTATS HYDROLOGIQUES.

Les pages qui suivent contiennent : les données d'observations rapportées avec la précision que l'on vient de définir, les valeurs interpolées de la température et de la salinité aux niveaux standards et les valeurs calculées des grandeurs dynamiques.

Les valeurs interpolées de la température et de la salinité sont déduites des courbes T/Z, S/Z et du diagramme T/S de chaque station. Il a également été tenu compte du diagramme T-S de l'ensemble de la croisière en admettant qu'il ne peut y avoir de solution de continuité dans la distribution des grandeurs physiques.

Ces considérations nous ont conduit à ne pas utiliser dans les calculs dynamiques certaines valeurs anormales de la température ou de la salinité qui sont manifestement la conséquence d'un mauvais fonctionnement des bouteilles à renversement.

Ces valeurs douteuses ont été signalées par un astérisque.

LA DUNKERQUOISE : Croisière Hunler, **Station 1**, 4 décembre 1963, 16 24 heure locale, 23°31 S, 166°59 E, vent dir. ESE, force 19 n, mer 3, temps nuageux, température de l'air 23° C, humidité de l'air 99 %, pression barométrique 1015, 7 mb, angle du cable 30-40°.

Observées				
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	O ₂ ml/l
0	24.00*	35.42	23.979	4.88
43	—	35.50	—	5.66
86	—	35.52	—	5.89
114	20.79	35.58	25.011	5.06
152	20.33	35.59	25.144	4.96
230	18.52	n.f.	—	—
307	16.22	35.43	26.045	6.58
386	13.97	35.21	26.374	5.35
464	12.17	35.03	26.598	4.76
622	09.20	34.81	26.957	5.00
780	07.41	34.59	27.060	5.48

* Valeur douteuse

Interpolées				Calculées			
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	δ cc/g	$\sigma_{s, t, p}$ g/l	$\Sigma \Delta D$ m. dyn,	$\Delta D700$ ΔD m. dyn.
0	24.00*	35.42	23.979	0 00394	23.98	0 000	1 487
10	24.00	35.44	23.994	0 00393	24.03	0 039	1 448
20	23.97	35.46	24.018	0 00391	24.11	0 079	1 408
30	23.72	35.48	24.108	0 00383	24.23	0 117	1 370
50	22.57	35.51	24.464	0 00350	24.67	0 190	1 297
75	21.30	35.54	24.842	0 00315	25.17	0 273	1 214
100	20.98	35.57	24.952	0 00305	25.39	0 351	1 136
150	20.36	35.59	25.136	0 00289	25.80	0 499	0 988
200	19.35	35.58	25.393	0 00266	26.27	0 638	0 849
250	17.91	35.54	25.727	0 00236	26.83	0 764	0 723
300	16.46	35.45	26.005	0 00211	27.33	0 876	0 611
400	13.68	35.17	26.403	0 00174	28.19	1 068	0 419
500	11.43	34.97	26.692	0 00148	28.93	1 229	0 258
600	09.50	34.84	26.930	0 00126	29.64	1 366	0 121
700	08.27	34.70	27.018	0 00118	30.20	1 487	0 000

* Valeur douteuse

LA DUNKERQUOISE : Croisière Hunter, **Station 2**, 4 décembre 1963, 22 58 heure locale, 23°25 S, 167°55 E, vent dir. ESE, force 12/14 n, mer 3, temps clair, température de l'air 21°5, humidité de l'air 100 %, pression barométrique 1017,5 mb, angles du câble 30°-50°.

Observées							
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	pH	A meq/l	CO ₂ total mm/l	O ₂ ml/l
0	23.48	35.36	24.087	8.22	2.445	2 13	6.51
41	22.68	35.39	24.341	8.25	2.432	2 09	6.40
82	21.09*	35.48	24.854	8.23	2.432	2 11*	5.26
75	21.63	35.44	24.675	8.26	2.432	2 08	4.76
103	21.12	n.f.	—	—	—	—	—
160	20.51	35.52	25.041	8.24	2.432	2 11	4.90

* Valeur douteuse

Interpolées				Calculées			
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	δ cc/g	$\sigma_{s, t, p}$ g/l	$\Sigma \Delta D$ m. dyn.	$\Delta D_{150} - \Delta D$ m. dyn.
0	23.48	35.36	24.087	0 00384	24.09	0 000	0 507
10	23.44	35.36	24.099	0 00383	24.14	0 038	0 469
20	23.33	35.37	24.139	0 00380	24.22	0 076	0 431
30	23.14	35.38	24.202	0 00374	24.33	0 114	0 393
50	22.31	35.40	24.454	0 00351	24.66	0 287	0 320
75	21.63	35.44	24.675	0 00331	25.00	0 272	0 235
100	21.16	35.47	24.827	0 00317	25.26	0 353	0 154
150	20.61	35.51	25.007	0 00302	25.66	0 507	0 000

LA DUNKERQUOISE : Croisière Hunter, **Station 3**, 5 décembre 1963, 05 00 heure locale, 23°25 S, 168°50 E, vent dir. ESE, force 19 n, mer 3, temps clair, température de l'air 21°5, humidité de l'air 91 %, pression barométrique 1015,7 mb.

Observées						
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	pH	A meq/l	CO ₂ total mm/l
0	24.23	35.18	23.731	8.20	2.443	2 13
47	23.57	35.30	24.016	8.21	2.430	2 11
94	22.01	35.44	24.568	8.19	2.419	2 12
114	21.30	35.42*	24.751	8.28	2.458	2 11
153	21.10	35.51	24.874	8.23	2.432	2 11
232	18.92	35.59	25.511	8.19	2.458	2 18
314	17.52	35.53	25.814	8.14	2.445	2 20
396	15.33	35.36	26.194	8.14	2.405	2 17
480	12.51	35.04	26.540	8.10	2.417	2 22
652	08.32	34.57	26.909	8.03	2.429	2 27
841	05.98	34.43	27.127	7.98	2.429	2 31
1019	03.98	34.45	27.374	7.95	2.467	2 36

* Valeur douteuse

Interpolées				Calculées			
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	δ cc/g	$\sigma_{s, t, p}$ g/l	$\Sigma \Delta D$ m. dyn.	ΔD 1000 - ΔD m. dyn.
0	24.23	35.18	23.731	0 00418	23.73	0 000	1 922
10	24.23	35.20	23.745	0 00417	23.78	0 042	1 880
20	24.23	35.23	23.768	0 00415	23.86	0 083	1 839
30	24.23	35.26	23.790	0 00413	23.92	0 125	1 797
50	23.31	35.31	24.099	0 00385	24.31	0 205	1 717
75	22.36	35.38	24.425	0 00354	24.76	0 297	1 625
100	21.77	35.45	24.644	0 00335	25.07	0 383	1 539
150	21.13	35.51	24.866	0 00315	25.53	0 545	1 377
200	19.74	35.57	25.283	0 00277	26.16	0 693	1 229
250	18.60	35.59	25.592	0 00249	26.69	0 825	1 097
300	17.80	35.54	25.754	0 00235	27.07	0 946	0 976
400	15.24	35.35	26.207	0 00194	27.98	1 160	0 762
500	11.96	34.95	26.577	0 00159	28.82	1 337	0 585
600	09.21	34.65	26.831	0 00135	29.55	1 484	0 438
700	07.63	34.51	26.965	0 00121	30.16	1 612	0 310
800	06.44	34.44	27.075	0 00111	30.74	1 728	0 194
1000	04.16	34.44	27.347	0 00083	31.97	1 922	0 000

LA DUNKERQUOISE : Croisière Hunter, **Station 4**, 5 décembre 1963, 11 35 heure locale, 23°21 S, 169°56 E, vent dir. E, force 12 n, mer 3, temps clair, température de l'air 23°, humidité de l'air 69 %, pression barométrique 1015,5 mb.

Observées							
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	pH	A meq/l	CO ₂ total mm/l	O ₂ ml/l
0	22.77	35.56	24.445	8.14	2.494	2 22	5.69
49	21.49	35.66	24.881	8.21	2.470	2 16	5.98
98	19.71	35.63	25.337	8.23	2.470	2 16	5.50
141	18.87	35.61	25.539	8.22	2.458	2 16	4.72
188	18.26	35.59	26.677	8.22	2.445	2 15	4.71
283	16.38	35.45	26.023	8.16	2.445	2 19	5.58
379	13.62	35.19	26.432	8.16	2.443	2 21	4.40
447		35.00		8.04	2.403	2 24	4.97
572	08.95	34.64	26.865	8.05	2.402	2 23	5.80
765	06.53	34.44	27.063	8.03	2.402	2 26	4.73
958	04.96	34.41	27.235	7.99	2.442	2 32	4.46
1157	03.79	34.48	27.417	7.96	2.479	2 37	3.74

Interpolées				Calculées			
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	δ cc/g	$\sigma_{s, t, p}$ g.l	$\Sigma \Delta D$ m. dyn.	$\Delta D1000$ - ΔD m. dyn.
0	22.77	35.56	24.445	0 00350	24.44	0 000	1 683
10	22.74	35.59	24.476	0 00347	24.52	0 035	1 648
20	22.69	35.62	24.513	0 00344	24.60	0 069	1 614
30	22.61	35.64	24.551	0 00341	24.67	0 104	1 579
50	21.45	35.66	24.892	0 00309	25.10	0 169	1 514
75	20.38	35.64	25.167	0 00284	25.49	0 243	1 440
100	19.68	35.63	25.345	0 00267	25.79	0 312	1 371
150	18.72	35.60	25.569	0 00248	26.23	0 440	1 243
200	18.08	35.58	25.714	0 00236	26.59	0 561	1 122
250	17.17	35.51	25.883	0 00221	26.99	0 675	1 008
300	15.87	35.41	26.111	0 00200	27.44	0 781	0 902
400	13.07	35.14	26.505	0 00164	28.30	0 963	0 720
500	10.55	34.83	26.742	0 00142	29.00	1 116	0 567
600	08.44	34.59	26.907	0 00127	29.63	1 250	0 433
700	07.12	34.48	27.013	0 00116	30.22	1 372	0 311
800	06.15	34.43	27.105	0 00108	30.77	1 484	0 199
1000	04.72	34.42	27.270	0 00092	31.87	1 683	0 000

LA DUNKERQUOISE : Croisière Hunter, **Station 5**, 5 décembre 1963, 17 00 heure locale, 23°31 S, 171° E, vent dir. SE, force 10 n, mer 2, temps clair, température de l'air 23°, humidité de l'air 65 %, pression barométrique 1013 mb.

Observées							
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	pH	A meq/l	CO ₂ total mm/l	O ₂ ml/l
0	23.05	35.41	24.251	8.19	2.405	2.10	5.21
49	21.88	35.46	24.681	8.23	2.391	2.07	6.05
98	21.20	35.45	24.801	8.23	2.391	2.08	6.38
147	20.05	35.56	25.195	8.21	0.575	0.44	5.14
191	19.27	35.60	25.429	8.20	2.391	2.11	5.25
286	17.35	35.56	25.878	8.16	2.432	2.18	4.56
381	14.66	35.28	26.280	8.06	2.330	2.14	4.41
476	11.96	34.99	26.608	8.09	2.330	2.15	4.40
571	09.21	34.67	26.847	8.06	2.297	2.13	4.50
760	06.26	34.42	27.083	8.01	2.416	2.29	4.63
951	04.88	34.41	27.244	7.95	2.430	2.33	4.30
1147	03.80	34.49	27.424	7.93	2.455	2.36	3.83

Interpolées				Calculées			
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	δ cc/g	$\sigma_{s, t, p}$ g/l	$\Sigma \Delta D$ m. dyn.	ΔD m. dyn.
0	23.05	35.41	24.251	0 00368	24.25	0 000	1 795
10	23.05	35.43	24.266	0 00367	24.31	0 037	1 758
20	23.00	35.44	24.287	0 00365	24.38	0 073	1 722
30	22.35	35.45	24.480	0 00347	24.61	0 109	1 686
50	21.85	35.46	24.630	0 00334	24.84	0 177	1 618
75	21.56	35.45	24.702	0 00328	25.03	0 260	1 535
100	21.17	35.45	24.809	0 00319	25.24	0 341	1 454
150	19.98	35.56	25.213	0 00282	25.87	0 491	1 304
200	19.04	35.60	25.488	0 00257	26.37	0 626	1 169
250	18.05	35.50	25.660	0 00242	26.77	0 751	1 044
300	17.02	35.53	25.934	0 00218	27.25	0 866	0 929
400	14.07	35.22	26.360	0 00179	28.14	1 064	0 731
500	11.25	34.90	26.671	0 00150	28.91	1 228	0 567
600	08.54	34.60	26.898	0 00128	29.62	1 366	0 429
700	06.89	34.45	27.022	0 00115	30.23	1 488	0 307
800	05.90	34.40	27.113	0 00106	30.79	1 599	0 196
1000	04.56	34.42	27.287	0 00090	31.90	1 795	0 000

LA DUNKERQUOISE : Croisière Hunter, **Station 6**, 5 décembre 1963, 22 10 heure locale, 23°31 S, 171°56 E, vent dir. WSW, force 5 n, mer 1, temps clair, température de l'air 22°, humidité de l'air 80 %, pression barométrique 1013,5 mb.

Observées							
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	pH	A meq/l	CO ₂ total mm/l	O ₂ ml/l
0	22.70	35.53	24.442	8.14	2.505	2.23	6.17
50	21.23	35.52	24.846	8.24	2.405	2.08	5.49
100	19.26	35.60	25.432	8.25	2.405	2.10	5.36
150	18.36	35.60	25.659	8.21	2.405	2.12	5.26
142	18.50	35.61	25.632	8.23	2.458	2.16	4.80
218	17.01	n.f.	—				
293	15.57	35.41	26.178	8.19	2.432	2.16	5.19
370	13.58	35.19	26.440	8.12	2.417	2.22	4.39
443	11.96	34.99	26.608	8.11	2.417	2.22	4.38
596	08.33	34.59	26.923	8.08	2.402	2.22	4.39
751	06.57	34.44	27.058	8.03	2.429	2.29	4.58
912	05.01	34.41	27.228	8.00	2.455	2.33	4.82

Interpolées				Calculées			
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	δ cc/g	$\sigma_{s, t, p}$ g/l	$\Sigma \Delta D$ m. dyn.	$\Delta D_{800} - \Delta D$ m. dyn.
0	22.70	35.53	24.442	0 00350	24.44	0 000	1 451
10	22.67	35.52	24.443	0 00350	24.49	0 035	1 416
20	22.60	35.52	24.463	0 00349	24.55	0 070	1 381
30	22.36	35.52	24.531	0 00343	24.65	0 105	1 346
50	21.23	35.52	24.846	0 00313	25.06	0 170	1 281
75	19.97	35.58	25.231	0 00278	25.56	0 244	1 207
100	19.26	35.60	25.432	0 00259	25.87	0 311	1 140
150	18.36	35.60	25.659	0 00239	26.33	0 436	1 015
200	17.35	35.54	25.863	0 00221	26.75	0 551	0 900
250	16.40	35.48	26.042	0 00206	27.15	0 657	0 794
300	15.44	35.40	26.201	0 00192	27.53	0 757	0 694
400	12.86	35.10	26.516	0 00163	28.31	0 934	0 517
500	10.49	34.83	26.754	0 00141	29.01	1 086	0 365
600	08.26	34.58	26.926	0 00124	29.66	1 219	0 232
700	07.11	34.47	27.007	0 00117	30.21	1 340	0 111
800	06.10	34.43	27.111	0 00107	30.78	1 451	0 000

LA DUNKERQUOISE : Croisière Hunter, **Station 7**, 6 décembre 1963, 01 30 heure locale, 24°00 S, 171°56 E, vent dir. nul, force 0, mer 1, temps clair, température de l'air 21°5, humidité de l'air 81 %, pression barométrique 1011 mb.

Observées						
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	pH	A meq/l	CO ₂ total mm/l
0	22.60*	35.51*	24.456	8.23	2.458	2.13
45	20.35	35.58	25.130	8.24	2.432	2.12
92	18.66	35.59	25.577	8.26	2.432	2.11
138	19.40**	35.58	25.380**	8.27	2.432	2.11
194	17.13	35.53	25.908	8.20	2.432	2.16
291	14.78	35.31	26.277	8.17	2.419	2.17
388	12.27	35.03	26.579	8.09	2.417	2.23
486	09.99	34.76	26.787	8.07	2.388	2.21
583	08.04	34.56	26.943	8.06	2.388	2.22
778	06.23	34.82**	27.401**	8.14**	2.375**	2.19**
974	04.98	34.49**	27.295**	7.97**	2.442**	2.33**
1171	03.74	34.39**	27.351**	7.99**	2.416**	2.30**

* Température prise au seuil
** Valeur douteuse. Post fermeture

Interpolées				Calculées			
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	δ cc/g	$\sigma_{s, t, p}$ g/l	$\Sigma \Delta D$ m. dyn.	$\Delta D_{600} - \Delta D$ m. dyn.
0	22.60	35.51	24.456	0 00349	24.45	0 000	1 158
10	22.60	35.53	24.471	0 00348	24.51	0 035	1 123
20	22.60	35.55	24.486	0 00346	24.58	0 070	1 088
30	21.75	35.57	24.741	0 00323	24.86	0 103	1 055
50	20.12	35.58	25.191	0 00280	25.41	0 163	0 995
75	19.15	35.59	25.453	0 00256	25.79	0 230	0 928
100	18.49	35.59	25.620	0 00241	26.06	0 293	0 865
150	17.75	35.57	25.789	0 00227	26.45	0 410	0 748
200	17.00	35.52	25.931	0 00215	26.81	0 520	0 638
250	15.91	35.42	26.108	0 00199	27.22	0 623	0 535
300	14.53	35.28	26.309	0 00181	27.64	0 718	0 440
400	11.98	34.99	26.605	0 00154	28.40	0 886	0 272
500	09.67	34.72	26.809	0 00135	29.07	1 030	0 128
600	07.81	34.55	26.970	0 00120	29.71	1 158	0 000
700	06.82						
800	06.10						
1000	04.81						

LA DUNKERQUOISE : Croisière Hunter, **Station 8**, 6 décembre 1963, 07 40 heure locale, 25°00 S, 171°56 E, vent dir. SE, force 2 n, mer 1, temps clair, température de l'air 22°, humidité de l'air 76 %, pression barométrique 1011 mb.

Observées							
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	pH	A meq/l	CO ₂ total mm/l	O ₂ ml/l
0	22.67	35.20	24.201	8.16	2.443	2.16	6.47
49	20.53	35.53	25.043	8.19	2.333	2.05	6.38
98	19.36	35.60	25.406	8.18	2.317	2.05	6.80
147	18.26	35.59	25.677	8.17	2.377	2.19	7.06
193	17.57	35.57	25.833	8.14	2.317	2.08	4.70
289	15.90	35.43	26.119	8.12	2.317	2.09	6.43
386	13.19	35.10	26.450	8.01	2.330	2.17	4.76
483	11.40	34.93	26.667	8.03	2.346	2.19	7.83
579	09.21	34.69	26.862	8.00	2.374	2.23	4.56
774	06.54	34.63*	27.211*	7.96	2.344	2.24	3.96
970	05.10	34.40	27.210	7.92	2.359	2.27	4.80
1168	03.92	34.46	27.388	7.88	2.402	2.32	5.19

* Valeur douteuse

Interpolées				Calculées			
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	δ cc/g	$\sigma_{s, t, p}$ g/l	$\Sigma \Delta D$ m. dyn.	$\Delta D_{1000} - \Delta D$ m. dyn.
0	22.67	35.20	24.201	0 00373	24.20	0 000	1 667
10	22.18	35.27	24.392	0 00355	24.43	0 036	1 631
20	21.67	35.35	24.596	0 00336	24.68	0 071	1 596
30	21.23	35.44	24.785	0 00319	24.92	0 104	1 563
50	20.53	35.53	25.043	0 00295	25.25	0 165	1 502
75	19.86	35.58	25.260	0 00275	25.59	0 236	1 431
100	19.26	35.59	25.425	0 00260	25.86	0 303	1 364
150	18.21	35.59	25.690	0 00236	26.36	0 427	1 240
200	17.46	35.56	25.851	0 00222	26.74	0 542	1 125
250	16.65	35.51	26.007	0 00209	27.12	0 649	1 018
300	15.67	35.39	26.140	0 00197	27.47	0 751	0 916
400	12.92	35.06	26.473	0 00167	28.27	0 933	0 734
500	11.02	34.89	26.706	0 00146	28.95	1 090	0 577
600	08.78	34.65	26.900	0 00128	29.62	1 227	0 440
700	07.29	34.51	27.014	0 00116	30.22	1 349	0 318
800	06.28	34.43	27.088	0 00109	30.76	1 462	0 205
1000	04.90	34.39	27.225	0 00096	31.83	1 667	0 000

LA DUNKERQUOISE : Croisière Hunter, **Station 9**, 6 décembre 1963, 13 45 heure locale, 26°00 S, 172°00 E, vent dir. SE, force 5 n, mer 2, temps nuageux, température de l'air 22°, humidité de l'air 80 %, pression barométrique 1009,5 mb.

Observées							
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	pH	A meq/l	CO ₂ total mm/l	O ₂ ml/l
0	22.26	35.51	24.552	8.14	2.432	2.16	6.14
49	20.82	35.52	24.957	8.20	2.377	2.09	6.06
97	19.62	35.55	25.299	8.22	2.377	2.09	5.51
146	18.93	35.59	25.509	8.22	2.391	2.10	5.18
192	18.35	35.61	25.670	8.20	2.377	2.10	4.90
289	17.59	35.54	25.805	8.16	2.377	2.12	4.73
387	14.42	35.26	26.316	8.07	2.403	2.21	4.94
484	11.50	34.92	26.640	8.06	2.389	2.22	5.95
582	09.17	34.66	26.845	8.03	2.416	2.26	4.59
777	06.79	34.44	27.029	8.00	2.402	2.27	5.21
972	05.19	34.38	27.183	7.94	2.416	2.32	5.68
1167	04.07	34.45	27.364	7.91	2.442	2.35	3.94

Interpolées				Calculées			
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	δ cc/g	$\sigma_{s, l, p}$ g/l	$\Sigma \Delta D$ m. dyn.	$\Delta D_{1000} - \Delta D$ m. dyn.
0	22.26	35.51	24.552	0 00339	24.56	0 000	1 751
10	21.90	35.51	24.654	0 00330	24.70	0 034	1 718
20	21.55	35.51	24.751	0 00321	24.84	0 066	1 685
30	21.31	35.51	24.817	0 00315	24.95	0 098	1 653
50	20.77	35.52	24.971	0 00301	25.19	0 160	1 591
75	20.11	35.53	25.156	0 00285	25.48	0 233	1 518
100	19.55	35.55	25.318	0 00270	25.76	0 302	1 449
150	18.87	35.58	25.516	0 00253	26.18	0 433	1 318
200	18.30	35.61	25.682	0 00239	26.56	0 556	1 195
250	18.09	35.60	25.726	0 00236	26.83	0 674	1 077
300	17.21	35.52	25.881	0 00223	27.20	0 789	0 962
400	13.99	35.20	26.362	0 00179	28.14	0 990	0 761
500	11.03	34.87	26.688	0 00148	28.93	1 153	0 598
600	08.92	34.62	26.855	0 00132	29.58	1 293	0 458
700	07.67	34.50	26.951	0 00123	30.14	1 420	0 331
800	06.57	34.42	27.042	0 00114	30.70	1 539	0 212
1000	05.03	34.38	27.202	0 00099	31.80	1 751	0 000

LA DUNKERQUOISE : Croisière Hunter, **Station 10**, 6 décembre 1963, 19 35 heure locale, 27°00 S, 172°00 E, vent dir. E, force 12 n, mer 3, temps nuageux, température de l'air 21°, humidité de l'air 83 %, pression barométrique 1010,5 mb.

Observées							
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	pH	A meq/l	CO ₂ total mm/l	O ₂ ml/l
0	21.57	35.56	24.783	8.14	2.432	2.16	5.79
44	21.27	35.55	24.858	8.22	2.391	2.08	6.01
88	19.70	35.61	25.325	8.25	2.377	2.07	6.09
144	18.62	35.61	25.602	8.22	2.377	2.09	5.09
221	17.51	35.59	25.862	8.23	2.363	2.07	6.58
300	16.72	35.54	26.014	8.21	2.363	2.09	6.05
381	14.88	35.61*	26.487	8.16	2.363	2.12	5.00
464	12.78	35.54*	26.873*	8.23	2.377	2.12	4.90
634	08.87	34.92*	27.098*	8.16	2.361	2.16	6.15
814	06.48	34.44	27.070	8.06	2.329	2.18	4.58
1000	04.84	34.41	27.248	7.99	2.374	2.26	4.78

* Valeur douteuse

Interpolées				Calculées			
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	δ cc/g	$\sigma_{s, t, p}$ g/l	$\Sigma \Delta D$ m. dyn.	$\Delta D_{1000} - \Delta D$ m. dyn.
0	21.57	35.56	24.783	0 00317	24.79	0 000	1 719
10	21.55	35.56	24.789	0 00317	24.83	0 032	1 687
20	21.53	35.55	24.786	0 00318	24.87	0 064	1 655
30	21.49	35.55	24.797	0 00317	24.93	0 095	1 624
50	21.16	35.55	24.888	0 00309	25.10	0 158	1 561
75	20.17	35.59	25.186	0 00282	25.51	0 232	1 487
100	19.43	35.61	25.396	0 00263	25.83	0 300	1 419
150	18.54	35.61	25.622	0 00243	26.28	0 426	1 293
200	17.81	35.60	25.796	0 00228	26.67	0 544	1 175
250	17.23	35.57	25.915	0 00218	27.02	0 655	1 064
300	16.72	35.54	26.014	0 00210	27.34	0 762	0 957
400	14.41	35.30	26.349	0 00180	28.13	0 957	0 762
500	11.88	35.03	26.654	0 00152	28.89	1 123	0 596
600	09.52	34.76	26.865	0 00132	29.58	1 265	0 454
700	07.90	34.54	26.949	0 00124	30.13	1 393	0 326
800	06.63	34.44	27.050	0 00114	30.70	1 511	0 208
1000	04.84	34.41	27.248	0 00094	31.85	1 719	0 000

LA DUNKERQUOISE : Croisière Hunter, **Station 11**, 7 décembre 1963, 01 45 heure locale, 28°00 S, 172°00 E, vent dir. ESE, force 10 n, mer 3, temps clair, température de l'air 20°, humidité de l'air 91 %, pression barométrique 1009,5 mb.

Observées						
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	pH	Λ meq/l	CO ₂ total mm/l
0	20.72	35.67	25.098	8.17	2.391	2.11
44	19.04	35.63	25.511	8.22	2.363	2.08
87	18.32	35.62	25.684	8.23	2.363	2.07
132	17.52*	35.57	25.845*	8.22	2.348	2.07
113	17.64	35.59	25.831	8.22	2.391	2.10
175	16.65	35.54	26.030	8.14	2.348	2.11
234	16.13	35.47	26.097	8.17	2.348	2.09
298	14.91	35.56	26.287	8.16	2.333	2.10
360	13.53	35.20	26.457	8.13	2.330	2.11

* Valeur douteuse

Interpolées				Calculées			
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	δ cc/g	$\sigma_{s, t, p}$	$\Sigma \Delta D$ m. dyn.	ΔD_{300} - ΔD m. dyn.
0	20.72	35.67	25.098	0 00287	25.10	0 000	0 661
10	20.72	35.66	25.091	0 00289	25.13	0 029	0 632
20	20.60	35.65	25.115	0 00286	25.21	0 058	0 603
30	19.46	35.64	25.411	0 00259	25.54	0 085	0 576
50	18.92	35.63	25.541	0 00247	25.76	0 135	0 526
75	18.55	35.62	25.627	0 00240	25.96	0 196	0 465
100	17.98	35.61	25.763	0 00228	26.20	0 255	0 406
150	16.99	35.56	25.965	0 00210	26.63	0 364	0 297
200	16.43	35.52	26.066	0 00202	26.95	0 467	0 194
250	15.88	35.45	26.138	0 00196	27.25	0 566	0 095
300	14.87	35.36	26.296	0 00182	27.63	0 661	0 000

LA DUNKERQUOISE : Croisière Hunter, **Station 12**, 7 décembre 1963, 08 50 heure locale, 20°00 S, 172°00 E, vent dir. ESE, force 20 n, mer 3, temps nuageux, température de l'air 20°, humidité de l'air 91 %, pression barométrique 1010 mb.

Observées							
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	pH	A meq/l	CO ₂ total mm/l	O ₂ ml/l
0	20.69	35.61	25.061	8.20	2.377	2.09	5.28
42	18.41	35.61	25.655	8.22	2.363	2.08	6.25
85	17.50	35.59	25.865	8.21	2.363	2.09	6.88
130	17.02	35.56	25.957	8.21	2.363	2.09	6.29
5	20.69	35.62	25.068	8.24	2.377	2.06	5.64
62	18.05	35.60	25.736	8.21	2.405	2.12	5.38
197	15.86	35.47	26.159	8.19	2.559*	2.28*	4.67
347	12.84	35.11	26.527	8.14	2.430*	2.21*	4.50
521	09.39	34.71	26.848	8.12	2.586	2.38*	4.88

* Valeur douteuse

Interpolées				Calculées			
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	δ cc/g	$\sigma_{s, t, p}$ g/l	$\Sigma \Delta D$ m. dyn.	ΔD 500 ΔD m. dyn.
0	20.69	35.61	25.061	0 00291	25.06	0 000	0 933
10	20.69	35.62	25.068	0 00291	25.10	0 029	0 904
20	20.68	35.62	25.071	0 00291	25.16	0 058	0 875
30	18.95	35.61	25.519	0 00248	25.65	0 085	0 848
50	18.28	35.61	25.687	0 00233	25.90	0 133	0 800
75	17.68	35.59	25.821	0 00221	26.16	0 190	0 743
100	17.32	35.58	25.900	0 00215	26.34	0 241	0 689
150	16.77	35.54	26.002	0 00206	26.67	0 350	0 583
200	15.82	35.46	26.160	0 00192	27.05	0 449	0 484
250	14.78	35.35	26.308	0 00180	27.42	0 542	0 391
300	13.78	35.22	26.421	0 00170	27.76	0 630	0 303
400	11.78	34.98	26.634	0 00151	28.44	0 791	0 142
500	09.81	34.76	26.817	0 00135	29.07	0 933	0 000

LA DUNKERQUOISE : Croisière Hunter, **Station 13**, 7 décembre 1963, 15 00 heure locale, 30°00 S, 172°00 E, vent dir. SE, force 20 n, mer 3, temps nuageux, température de l'air 19°5, humidité de l'air 96 %, pression barométrique 1010,5 mb.

Observées							
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	pH	A meq/l	CO ₂ total mm/l	O ₂ ml/l
0	19.90	35.60	25.264	8.16	2.363	2.10	5.48
45	19.75	35.69	25.373	8.18	2.363	2.09	5.45
89	18.33	35.63	25.690	8.22	2.348	2.06	6.03
134	17.48	35.60	25.878	8.21	2.348	2.07	5.13
157	17.36	35.59	25.899	8.21	2.363	2.09	5.19
237	16.49	35.53	26.060	8.20	2.377	2.10	4.88
317	15.15	35.40	26.265	8.13	2.377	2.15	5.05
400	13.11	35.16	26.512	8.12	2.348	2.14	5.07
483	11.52	34.99	26.691	8.09	2.361	2.19	5.69
654	09.11	34.76	26.933	8.09	2.374	2.19	5.29
832	07.00	34.53	27.070	8.01	2.344	2.21	5.02
1025	05.51	34.51	27.248	7.96	2.402	2.29	5.55

Interpolées				Calculées			
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	δ cc/g	$\sigma_{s, t, p}$ g/l	$\Sigma \Delta D$ m. dyn.	ΔD m. dyn.
0	19.90	35.60	25.264	0 00272	25.26	0 000	1 607
10	19.88	35.62	25.285	0 00270	25.33	0 027	1 580
20	19.86	35.65	25.313	0 00268	25.40	0 054	1 553
30	19.83	35.67	25.336	0 00266	25.46	0 081	1 526
50	19.70	35.69	25.386	0 00262	25.60	0 134	1 473
75	19.01	35.66	25.542	0 00248	25.87	0 197	1 410
100	17.89	35.62	25.792	0 00225	26.23	0 256	1 351
150	17.41	35.59	25.887	0 00217	26.56	0 367	1 240
200	17.00	35.56	25.962	0 00212	26.84	0 474	1 133
250	16.28	35.50	26.085	0 00201	27.20	0 577	1 040
300	15.46	35.43	26.219	0 00190	27.55	0 675	0 932
400	13.11	35.16	26.512	0 00164	28.30	0 852	0 755
500	11.27	34.97	26.721	0 00145	28.97	1 006	0 601
600	09.84	34.83	26.866	0 00132	29.58	1 145	0 462
700	08.52	34.70	26.979	0 00121	30.16	1 271	0 336
800	07.32	34.52	27.017	0 00118	30.66	1 391	0 216
1000	05.68	34.51	27.228	0 00098	31.81	1 607	0 000

LA DUNKERQUOISE : Croisière Hunter, **Station 14**, 7 décembre 1963, 21 30 heure locale, 31°00 S, 172°00 E, vent dir. SE, force 20 n, mer 4, temps nuageux, température de l'air 19°5, humidité de l'air 91 %, pression barométrique 1012,5 mb.

Observées							
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	pH	A meq/l	CO ₂ total mm/l	O ₂ ml/l
0	19.85	35.66	25.323	8.17	2.419	2.15	5.37
46	19.78	35.69	25.365	8.24	2.348	2.05	5.73
91	18.07	35.61	25.739	8.23	2.348	2.06	5.57
136	17.10	n.f.	--	—	—	—	—

Interpolées				Calculées			
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	δ cc/g	$\sigma_{s, t, p}$ g/l	$\Sigma \Delta D$ m. dyn.	$\Delta D_{75} - \Delta D$ m. dyn.
0	19.85	35.66	25.323	0 00266	25.33	0 000	0 196
10	19.85	35.67	25.330	0 00266	25.37	0 027	0 169
20	19.85	35.68	25.338	0 00265	25.43	0 053	0 143
30	19.83	35.68	25.344	0 00265	25.47	0 080	0 116
50	19.74	35.69	25.375	0 00263	25.59	0 132	0 064
75	18.80	35.65	25.587	0 00244	25.91	0 196	0 000
100	17.85	--	--	--	--	--	--

LA DUNKERQUOISE : Croisière Hunter, **Station 15**, 8 décembre 1963, 03 20 heure locale, 32°00 S, 172°00 E, vent dir. SE, force 24 n, mer 4, temps nuageux, température de l'air 18°2 C, humidité de l'air 93 %, pression barométrique 1011 mb.

Observées						
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	pH	A meq/l	CO ₂ total mm/l
0	17.70	35.55	25.785	8.24	2.333	2.04
46	16.72	35.47	25.960	8.21	2.301	2.03
93	16.26	35.45	26.051	8.18	2.301	2.04
140	15.57	35.42	26.185	8.18	2.285	2.03
149	15.02	35.40	26.276	8.17	2.285	2.04
226	13.98	35.29	26.434	8.17	2.299	2.07
303	12.30	35.10	26.628	8.08	2.299	2.12
380*	11.89*	35.39*	26.932*	8.19*	2.301*	2.07
459*	10.43*	35.26*	27.100*	8.20*	2.315*	2.09
628*	7.74*	34.81*	27.184*	8.12*	2.299*	2.12
814*	06.36*	34.55*	27.172*	8.04*	2.281*	2.15
1009*	05.18*	35.14*	27.786*	8.22*	2.346*	2.13

* Valeur douteuse. Post-fermeture

Interpolées				Calculées			
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	$\delta_{cc/g}$	$\sigma_{s, t, p}$ g/l	$\Sigma \Delta D$ m. dyn.	$\Delta D_{300} - \Delta D$ m. dyn.
0	17.70	35.55	25.785	0 00222	25.79	0 000	0 552
10	17.69	35.54	25.781	0 00223	25.82	0 022	0 530
20	17.41	35.53	25.841	0 00217	25.94	0 044	0 508
30	16.90	35.50	25.940	0 00208	26.07	0 066	0 486
50	16.68	35.47	25.969	0 00206	26.19	0 107	0 445
75	16.48	35.46	26.008	0 00203	26.35	0 158	0 394
100	16.19	35.45	26.067	0 00198	26.51	0 209	0 343
150	14.99	35.40	26.300	0 00178	26.97	0 303	0 249
200	14.33	35.33	26.389	0 00170	27.28	0 390	0 162
250	13.58	35.24	26.478	0 00163	27.60	0 473	0 079
300	12.39	35.10	26.610	0 00151	27.96	0 552	0 000

LA DUNKERQUOISE : Croisière Hunter, **Station 16**, 8 décembre 1963, 10 30 heure locale, 33°05 S, 171°56 E, vent dir. SE, force 24 n, mer 4, temps nuageux, température de l'air 18°C, humidité de l'air 91 %, pression barométrique 1012,5 mb.

Observées							
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	pH	A meq/l	CO ₂ total mm/l	O ₂ ml/l
0	17.80	35.55	25.761	8.13	2.268	2.04	6.49
42	17.63	35.52	25.779	8.19	2.180	1.93	5.57
84	15.10	35.36	26.245	8.18	2.251	2.01	5.48
127	14.30	35.36*	26.419*	8.17	2.234	2.01	5.04
112	14.36	35.33	26.383	8.17	2.251	2.02	4.91
160	13.63	35.28	26.499	8.12	2.266	2.06	4.51
231	12.68	35.17	26.612	8.12	2.299	2.10	4.55
295	11.58	35.44*	27.028*	8.21*	2.285	2.04	4.68
354	10.78	34.94	26.788	8.14	2.283	2.08	4.39
595	08.89	34.74	26.953	8.09	2.281	2.10	4.40
655	07.77	34.64	27.046	8.04	2.281	2.13	4.45
832	06.45	34.56	27.168	8.01	2.297	2.17	4.16

* Valeur douteuse

Interpolées				Calculées			
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	δ cc/g	$\sigma_{s, t, p}$ g/l	$\Sigma \Delta D$ m. dyn.	$\Delta D800 - \Delta D$ m. dyn.
0	17.80	35.55	25.761	0 00225	25.76	0 000	1 134
10	17.76	35.54	25.764	0 00225	25.80	0 022	1 112
20	17.73	35.54	25.771	0 00224	25.86	0 045	1 089
30	17.70	35.53	25.770	0 00225	25.89	0 067	1 067
50	17.40	35.50	25.820	0 00220	26.04	0 112	1 022
75	15.62	35.39	26.151	0 00189	26.49	0 163	0 971
100	14.52	35.34	26.357	0 00171	26.80	0 208	0 926
150	13.89	35.29	26.453	0 00163	27.13	0 291	0 843
200	13.05	35.22	26.572	0 00153	27.46	0 370	0 764
250	12.38	35.13	26.635	0 00148	27.76	0 446	0 688
300	11.50	35.04	26.733	0 00139	28.09	0 517	0 617
400	10.45	34.89	26.808	0 00134	28.62	0 654	0 480
500	09.74	34.81	26.868	0 00130	29.12	0 785	0 349
600	08.82	34.73	26.956	0 00123	29.68	0 912	0 222
700	07.33	34.62	27.095	0 00109	30.29	1 027	0 107
800	06.67	34.57	27.147	0 00104	30.81	1 134	0 000

LA DUNKERQUOISE : Croisière Hunter, **Station 17**, 8 décembre 1963, 17 10 heure locale, 34°00 S, 157°59 E, vent dir. SSE, force 20 n, mer 3, temps nuageux, température de l'air 17°8 C, humidité de l'air 92 %, pression barométrique 1011,5 mb.

Observées							
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	pH	A meq/l	CO ₂ total mm/l	O ₂ ml/l
0	18.16	35.63	25.732	8.17	2.333	2.08	6.21
46	16.43	35.50	26.051	8.21	2.333	2.06	5.87
94	15.19	35.41	26.264	8.19	2.317	2.06	5.08
186	14.10	35.27	26.392	8.17	2.330	2.10	4.90
280	13.44	35.22	26.493	8.14	2.299	2.08	5.68
376	12.10	35.11	26.675	8.14	2.299	2.09	5.68
568	08.42	34.74	27.026	8.07	2.249	2.08	4.49
765	07.02	34.72	27.216	8.01	2.329	2.20	4.20

Interpolées				Calculées			
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	δ cc/g	$\sigma_{s, t, p}$ g/l	$\Sigma \Delta D$ m. dyn.	ΔD_{700} m. dyn.
0	18.16	35.63	25.732	0 00227	25.74	0 000	1 053
10	18.15	35.60	25.712	0 00229	25.76	0 023	1 030
20	18.10	35.56	25.694	0 00232	25.78	0 046	1 007
30	17.20	35.54	25.899	0 00212	26.03	0 068	0 985
50	16.32	35.49	26.068	0 00197	26.28	0 109	0 944
75	15.62	35.44	26.190	0 00186	26.53	0 157	0 896
100	15.10	35.39	26.268	0 00179	26.72	0 202	0 851
150	14.44	35.31	26.351	0 00173	27.02	0 290	0 763
200	14.00	35.26	26.405	0 00169	27.30	0 376	0 677
250	13.71	35.24	26.451	0 00166	27.57	0 459	0 594
300	13.24	35.20	26.518	0 00161	27.85	0 541	0 512
400	11.60	35.05	26.723	0 00143	28.52	0 693	0 360
500	09.61	34.82	26.897	0 00127	29.16	0 827	0 226
600	08.10	34.73	27.067	0 00111	29.80	0 946	0 107
700	07.35	34.72	27.170	0 00102	30.36	1 053	0 000

LA DUNKERQUOISE : Croisière Hunter, **Station 18**, 8 décembre 1963, 22 30 heure locale, 34°48 S, 172°01 E, vent dir. SSE, force 25 n, mer 4, temps clair, température de l'air 17°5 C, humidité de l'air 91 %, pression barométrique 1013 mb.

Observées				
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	O ₂ ml/l
0	17.44	35.49	25.802	6.30
40	15.63	-	-	-
80	14.86	35.43	26.352	5.47
120	14.12	35.38	26.473	6.22

Interpolées				Calculées			
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	δ cc/g	$\sigma_{s, t, p}$ g/l	$\Sigma \Delta D$ m. dyn.	$\frac{\Delta D_{100}}{\Delta D}$ m. dyn.
0	17.44	35.49	25.802	0 00220	25.81	0 000	0 188
10	17.40	35.48	25.804	0 00221	25.84	0 022	0 166
20	17.31	35.48	25.826	0 00219	25.91	0 044	0 144
30	16.16	35.47	26.090	0 00194	26.22	0 065	0 123
50	15.42	35.46	26.251	0 00179	26.47	0 102	0 086
75	14.93	35.43	26.337	0 00172	26.67	0 146	0 042
100	14.48	35.40	26.411	0 00166	26.85	0 188	0 000

LA DUNKERQUOISE : Croisière Hunter, **Station 19**, 15 décembre 1963, 12 45 heure locale, 35°02 S, 169°09 E, vent dir. SSE, force 3 n, mer 1, temps clair, température de l'air 19° C, humidité de l'air 74 %, pression barométrique 1017 mb.

Observées							
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	pH	Λ meq/l	CO ₂ total mm/l	O ₂ ml/l
0	18.47	35.58	25.617	8.15	2.285	2.04	6.93
49	17.21	35.56	25.912	8.19	2.234	1.98	7.34
98	16.22	35.51	26.107	8.19	2.217	1.96	5.57
147	15.16	35.83*	26.953*	8.18	2.251	2.01	6.17
285	15.97*	35.40	26.080*	8.14	2.251	2.02	5.09
381	11.80	35.07	26.701	8.13	2.249	2.05	4.51
477	10.00	34.86	26.864	8.04	2.233	2.07	5.40
573	09.06	34.73	26.926	8.05	2.248	2.09	6.05
766	06.97	34.57	27.106	8.01	2.248	2.12	4.24
862	05.65	34.52	27.239	7.95	2.264	2.16	5.50
1156	05.18	34.52	27.296	7.90	2.281	2.20	4.03

* Valeur douteuse

Interpolées				Calculées			
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	δ cc/g	$\sigma_{s, t, p}$ g/l	$\Sigma \Delta D$ m. dyn.	ΔD_{1000} ΔD m. dyn.
0	18.47	35.58	25.617	0 00238	25.62	0 000	1 393
10	18.17	35.58	25.692	0 00231	25.74	0 024	1 369
20	17.93	35.57	25.745	0 00227	25.83	0 046	1 347
30	17.66	35.57	25.811	0 00221	25.94	0 069	1 324
50	17.16	35.56	25.924	0 00210	26.15	0 112	1 281
75	16.63	35.53	26.027	0 00202	26.36	0 163	1 230
100	16.14	35.51	26.126	0 00193	26.57	0 213	1 180
150	15.12	35.47	26.326	0 00175	27.00	0 305	1 088
200	14.75	35.46	26.399	0 00170	27.28	0 391	1 002
250	14.44	35.43	26.443	0 00167	27.56	0 475	0 198
300	13.60	35.35	26.560	0 00157	27.90	0 556	0 837
400	11.42	35.02	26.733	0 00142	28.53	0 705	0 688
500	09.76	34.82	26.872	0 00129	29.13	0 841	0 552
600	08.78	34.70	26.939	0 00124	29.66	0 968	0 425
700	07.74	34.61	27.027	0 00116	30.22	1 088	0 305
800	06.45	34.55	27.160	0 00103	30.82	1 197	0 196
1000	05.37	34.52	27.274	0 00093	31.86	1 393	0 000

LA DUNKERQUOISE : Croisière Hunter, **Station 20**, 15 décembre 1963, 17 55 heure locale, 35°00 S, 168°00 E, vent dir. S, force 10 n, mer 2, temps clair, température de l'air 18° C, humidité de l'air 73 %, pression barométrique 1015 mb.

Observées							
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	pH	A meq/l	CO ₂ total mm/l	O ₂ ml/l
0	19.11	35.66	25.516	8.13	2.285	2.05	5.86
46	18.08	35.63	25.752	8.21	2.217	1.95	5.80
91	16.76	35.55	26.011	8.20	2.198	1.94	5.78
147	16.04	35.53	26.164	8.18	2.198	1.95	5.64
162	15.90	35.51	26.181	8.19	2.268	2.01	5.55
323	13.06	35.22	26.570	8.15	2.283	2.06	5.78
404	11.82	35.08	26.704	8.08	2.233	2.06	6.35
486	10.75	34.91	26.770	8.07	2.233	2.06	4.72
653	08.45	34.67	26.967	8.03	2.212	2.06	4.48
828	06.87	34.56	27.112	7.99	2.248	2.13	5.52
1015	05.39	34.51	27.264	7.92	2.281	2.19	4.12

Interpolées				Calculées			
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	δ cc/g	$\sigma_{s, t, p}$ g/l	$\Sigma \Delta D$ m. dyn.	$\Delta D1000$ - ΔD m. dyn.
0	19.11	35.66	25.516	0 00248	25.51	0 000	1 457
10	18.92	35.65	25.556	0 00244	25.60	0 025	1 432
20	18.53	35.65	25.655	0 00235	25.75	0 049	1 408
30	18.33	35.64	25.698	0 00231	25.83	0 072	1 385
50	17.97	35.62	25.772	0 00225	25.99	0 118	1 339
75	17.19	35.58	25.931	0 00211	26.26	0 172	1 285
100	16.60	35.54	26.042	0 00201	26.48	0 223	1 234
150	16.00	35.52	26.165	0 00191	26.83	0 321	1 136
200	15.33	35.45	26.264	0 00183	27.15	0 415	1 042
250	14.42	35.36	26.393	0 00172	27.51	0 503	0 954
300	13.47	35.27	26.525	0 00160	27.87	0 586	0 871
400	11.86	35.08	26.697	0 00145	28.50	0 739	0 718
500	10.56	34.88	26.779	0 00139	29.03	0 881	0 576
600	09.11	34.73	26.909	0 00127	29.63	1 014	0 443
700	07.99	34.63	27.006	0 00118	30.20	1 137	0 320
800	07.12	34.57	27.084	0 00111	30.74	1 251	0 206
1000	05.47	34.51	27.254	0 00095	31.84	1 457	0 000

LA DUNKERQUOISE : Croisière Hunter, **Station 21**, 15 décembre 1963, 22 30 heure locale, 35°00 S, 167°00 E, vent dir. S, force 3 n, mer 2, temps clair, température de l'air 17° C, humidité de l'air 72 %, pression barométrique 1017 mb.

Observées							
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	pH	A meq/l	CO ₂ total mm/l	O ₂ ml/l
0	19.98	35.67	25.296	8.13	2.377	2.12	6.82
50	17.82	35.59	25.787	8.22	2.285	2.01	6.10
99	16.06	35.46	26.105	8.19	2.268	2.01	4.72
148	15.13	35.44	26.301	8.21	2.285	2.02	—
192	14.52	35.38	26.388	8.21	2.285	2.03	5.43
288	12.50	35.15	26.627	8.16	2.315	2.09	5.49
384	11.14	34.99	26.761	8.16	2.315	2.10	6.32
481	09.67	34.80	26.871	8.11	2.299	2.11	4.67
578	08.64	34.68	26.946	8.10	2.313	2.13	4.48
774	06.81	34.55	27.112	8.05	2.281	2.14	4.57

Interpolées				Calculées			
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	δ cc/g	$\sigma_{s, t, p}$ g/l	$\Sigma \Delta D$ m. dyn.	$\Delta D700 - \Delta D$ m. dyn.
0	19.98	35.67	25.296	0 00269	25.29	0 000	1 083
10	19.64	35.66	25.378	0 00261	25.42	0 027	1 056
20	19.13	35.64	25.396	0 00250	25.59	0 052	1 031
30	18.69	35.63	25.600	0 00241	25.73	0 077	1 006
50	17.82	35.59	25.787	0 00224	26.00	0 123	0 960
75	16.78	35.51	25.977	0 00206	26.31	0 177	0 906
100	16.04	35.46	26.110	0 00194	26.56	0 227	0 856
150	15.08	35.44	26.312	0 00177	26.98	0 320	0 763
200	14.42	35.36	26.395	0 00170	27.28	0 406	0 677
250	13.42	33.23	26.504	0 00161	27.62	0 489	0 594
300	12.28	35.13	26.655	0 00147	28.00	0 566	0 517
400	10.92	34.96	26.779	0 00137	28.58	0 708	0 375
500	09.43	34.77	26.889	0 00127	29.16	0 840	0 243
600	08.45	34.66	26.959	0 00122	29.69	0 965	0 118
700	07.49	34.59	27.048	0 00114	30.24	1 083	0 000

LA DUNKERQUOISE : Croisière Hunter, **Station 22**, 16 décembre 1963, 04 03 heure locale, 34°00 S, 167°00 E, vent dir. S, force 4 n, mer 1, temps clair, température de l'air 17°5 C, humidité de l'air 69 %, pression barométrique 1015 mb.

Observées			
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l
0	19.31	35.69	25.488
49	18.12	35.59	25.704
97	16.91	35.54	25.969
146	16.44	35.55	26.086
190	15.82	35.48	26.175
285	13.87	35.26	26.433
381	11.82	35.04	26.673
476	10.14	34.83	26.814
571	09.02	34.70	26.900
764	07.22	34.54	27.046
956	06.01	34.49	27.169
1150	04.99	34.51	27.310

Interpolées				Calculées			
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	δ cc/g	$\sigma_{s, t, p}$ g/l	$\Sigma \Delta D$ m. dyn.	ΔD_{1000} m. dyn.
0	19.31	35.69	25.458	0 00250	25.49	0 000	1 477
10	19.29	35.66	25.470	0 00252	25.51	0 025	1 452
20	19.20	35.64	25.478	0 00252	25.57	0 050	1 427
30	18.88	35.62	25.544	0 00246	25.67	0 075	1 402
50	18.09	35.59	25.719	0 00230	25.94	0 123	1 354
75	17.36	35.55	25.868	0 00217	26.20	0 179	1 298
100	16.89	35.54	25.974	0 00207	26.42	0 232	1 245
150	16.39	35.55	26.098	0 00197	26.77	0 333	1 144
200	15.67	35.46	26.194	0 00189	27.08	0 429	1 048
250	14.63	35.34	26.333	0 00177	27.15	0 521	0 956
300	13.56	35.23	26.474	0 00165	27.81	0 607	0 870
400	11.44	34.99	26.706	0 00144	28.51	0 761	0 716
500	09.84	34.80	26.843	0 00132	29.10	0 899	0 578
600	08.66	34.67	26.935	0 00124	29.66	1 027	0 450
700	07.73	34.58	27.006	0 00118	30.20	1 148	0 329
800	06.96	34.52	27.068	0 00113	30.72	1 264	0 213
1000	05.77	34.49	27.200	0 00101	31.78	1 477	0 000

LA DUNKERQUOISE : Croisière Hunter, **Station 23**, 16 décembre 1963, 09 15 heure locale, 33°00 S, 167°00 E, vent dir. ENE, force 10 n, mer 1, temps clair, température de l'air 19° C, humidité de l'air 70 %, pression barométrique 1014 mb.

Observées							
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	pH	A meq/l	CO ₂ total mm/l	O ₂ ml/l
0	18.48	35.59	25.622	8.24	2.317	2.02	6.55
48	17.82	35.56	25.764	8.23	2.285	2.00	5.37
97	17.07	35.55	25.937	8.21	2.285	2.01	5.38
145	16.22	35.50	26.099	8.20	2.285	2.02	6.52
173	15.41	35.45	26.246	8.23	2.301	2.02	5.56
259	14.74	35.40	26.355	8.16	2.285	2.05	6.78
346	12.99	35.21	26.576	8.14	2.299	2.07	5.28
433	10.58	34.90	26.792	8.08	2.266	2.08	4.47
520	10.07	34.85	26.842	8.08	2.138	1.97	4.59
698	08.53	34.70	26.978	7.98	2.297	2.15	5.31

Interpolées				Calculées			
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	δ cc/g	$\sigma_{s, t, p}$ g/l	$\Sigma \Delta D$ m. dyn.	$\Delta D700 - \Delta D$ m. dyn.
0	18.48	35.59	25.622	0 00237	25.63	0 000	1 141
10	18.32	35.58	25.654	0 00235	25.69	0 024	1 117
20	18.19	35.58	25.687	0 00232	25.78	0 047	1 094
30	18.04	35.57	25.717	0 00230	25.84	0 070	1 071
50	17.79	35.56	25.771	0 00225	25.99	0 116	1 025
75	17.42	35.55	25.853	0 00218	26.19	0 171	0 970
100	17.03	35.55	25.947	0 00210	26.39	0 224	0 917
150	16.08	35.49	26.124	0 00195	26.79	0 326	0 815
200	15.16	35.43	26.286	0 00180	27.18	0 419	0 722
250	14.82	35.41	26.346	0 00176	27.46	0 509	0 632
300	14.04	35.33	26.451	0 00167	27.79	0 595	0 546
400	11.26	34.99	26.739	0 00141	28.54	0 749	0 392
500	10.15	34.86	26.836	0 00133	29.09	0 886	0 255
600	09.46	34.79	26.899	0 00129	29.61	1 017	0 124
700	08.50*	34.70	26.982*	0 00121	30.16	1 141	0 000

* Valeur extrapolée

LA DUNKERQUOISE : Croisière Hunter, **Station 24**, 16 décembre 1963, 14 45 heure locale, 32°00 S, 167°00 E, vent dir. NE, force 15 n, mer 2, pression barométrique 1013 mb.

Observées							
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	pH	A meq/l	CO ₂ total mm/l	O ₂ ml/l
0	20.00	35.64	25.268	8.12	2.377	2.13	6.47
49	19.26	35.62	25.447	8.21	2.285	2.01	5.44
98	17.05	35.51	25.912	8.20	2.285	2.02	5.81
146	16.31	35.48	26.063	8.18	2.301	2.04	5.75
174	16.19	35.47	26.083	8.19	2.333	2.07	4.92
264	14.89	35.35	26.284	8.13	2.317	2.09	4.99
354	12.79	35.14	26.561	8.11	2.315	2.12	4.47
446	11.26	34.95	26.716	8.09	2.299	2.12	4.81
541	10.33	34.87	26.813	8.06	2.315	2.15	4.48
689	08.35	34.68	26.990	8.00	2.329	2.19	4.90

Interpolées				Calculées			
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	δ cc/g	$\sigma_{s, t, p}$ g/l	$\Sigma \Delta D$ m. dyn.	ΔD_{600} m. dyn.
0	20.00	35.64	25.268	0 00271	25.27	0 000	1 077
10	19.88	35.64	25.301	0 00269	25.34	0 027	1 050
20	19.74	35.63	25.329	0 00266	25.42	0 054	1 023
30	19.60	35.63	25.366	0 00263	25.49	0 080	0 997
50	19.25	35.62	25.449	0 00256	25.66	0 132	0 945
75	18.04	35.55	25.701	0 00233	26.03	0 193	0 884
100	17.00	35.40	25.916	0 00213	26.36	0 249	0 828
150	16.28	35.48	26.069	0 00200	26.74	0 352	0 725
200	15.99	35.45	26.113	0 00197	27.00	0 451	0 626
250	15.23	35.38	26.232	0 00187	27.35	0 547	0 530
300	14.03	35.27	26.407	0 00172	27.74	0 637	0 440
400	11.88	35.04	26.662	0 00149	28.46	0 797	0 280
500	10.72	34.90	26.767	0 00140	29.02	0 941	0 136
600	09.62	34.80	26.880	0 00130	29.60	1 077	0 000

LA DUNKERQUOISE : Croisière Hunter, **Station 25**, 16 décembre 1963, 19 42 heure locale, 31°00 S, 167°00 E, vent dir. ENE, force 13 n, mer 2, temps nuageux, température de l'air 20° C, humidité de l'air 78 %, pression barométrique 1012 mb.

Observées							
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	pH	A meq/l	CO ₂ total mm/l	O ₂ ml/l
0	20.04	35.66	25.273	8.21	2.285	2.00	5.56
47	19.51	35.66	25.412	8.24	2.268	1.98	6.01
93	16.86	35.52	25.965	8.21	2.317	2.04	4.91
141	16.28	35.48	26.069	8.17	2.317	2.06	4.74
159	16.04	35.46	26.110	8.18	2.301	2.04	5.87
241	14.62	35.33	26.327	8.18	2.285	2.04	4.66
324	12.77	35.14	26.565	8.11	2.299	2.10	4.46
409	11.57	35.00	26.689	8.11	2.299	2.11	4.50
494	10.22	34.84	26.809	8.09	2.361	2.18	5.07
670	08.10	34.61	26.973	8.05	2.313	2.15	5.18
852	06.60	34.51	27.109	8.03	2.297	2.16	4.44
1040	05.31	34.48	27.248	8.00	2.313	2.20	4.56

Interpolées				Calculées			
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	δ cc/g	$\sigma_{s, t, p}$ g/l	$\Sigma \Delta D$ m. dyn.	ΔD_{1000} m. dyn.
0	20.04	35.66	25.273	0 00271	25.27	0 000	1 496
10	20.03	35.66	25.276	0 00271	25.32	0 027	1 469
20	20.00	35.66	25.284	0 00271	25.37	0 054	1 442
30	19.92	35.66	25.305	0 00269	25.43	0 081	1 415
50	19.40	35.66	25.441	0 00257	25.65	0 134	1 362
75	17.46	35.57	25.859	0 00218	26.19	0 193	1 303
100	16.74	35.51	25.986	0 00206	26.43	0 246	1 250
150	16.17	35.47	26.088	0 00198	26.76	0 347	1 149
200	15.42	35.41	26.213	0 00187	27.11	0 443	1 053
250	14.41	35.31	26.357	0 00175	27.47	0 534	0 962
300	13.33	35.20	26.499	0 00163	27.83	0 618	0 878
400	11.70	35.02	26.681	0 00147	28.48	0 773	0 723
500	10.16	34.83	26.811	0 00135	29.07	0 914	0 582
600	08.91	34.69	26.912	0 00127	29.63	1 045	0 451
700	07.84	34.58	26.990	0 00120	30.17	1 169	0 327
800	07.02	34.52	27.059	0 00113	30.72	1 285	0 211
1000	05.57	34.49	27.225	0 00098	31.81	1 496	0 000

LA DUNKERQUOISE : Croisière Hunter, **Station 26**, 17 décembre 1963, 01 00 heure locale, 30°05 S, 167°09 E, vent dir. NE, force 12 n, mer 2, temps clair, température de l'air 20° C, humidité de l'air 91 %, pression barométrique 1011,5 mb.

Observées						
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	pH	A meq/l	CO ₂ total mm/l
0	21.10	35.59	24.934	8.21	1.867	1.61
50	19.95	35.64	25.282	8.25	2.251	1.95
100	18.77	35.59	25.549	8.23	2.268	1.98
150	17.92	35.57	25.747	8.20	2.268	2.00
158	17.85	35.56	25.757	8.21	2.285	2.01
238	16.26	35.47	26.067	8.21	2.285	2.01
319	14.45	35.32	26.356	8.17	2.285	2.04
399	12.44	35.12	26.617	8.15	2.266	2.05
476	11.07	34.95	26.743	8.09	2.283	2.11
639	08.81	34.68	26.919	8.06	2.264	2.10
810	06.94	34.53	27.079	8.03	2.281	2.14
999	05.52	34.49	27.231	8.00	2.313	2.20

Interpolées				Calculées			
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	δ cc/g	σ_s, l, p g/l	$\Sigma \Delta D$ m. dyn.	$\Delta D1000 - \Delta D$ m. dyn.
0	21.10	35.59	24.934	0 00303	24.94	0 000	1 606
10	21.10	35.61	24.950	0 00302	24.99	0 030	1 576
20	21.00	35.62	24.985	0 00299	25.07	0 060	1 546
30	20.60	35.63	25.100	0 00288	25.23	0 090	1 516
50	19.95	35.64	25.282	0 00272	25.49	0 146	1 460
75	19.35	35.62	25.423	0 00259	25.76	0 212	1 394
100	18.77	35.59	25.549	0 00248	25.99	0 275	1 331
150	17.92	35.57	25.747	0 00231	26.41	0 395	1 211
200	17.08	35.52	25.912	0 00216	26.80	0 507	1 099
250	16.01	35.45	26.109	0 00199	27.22	0 611	0 995
300	14.89	35.37	26.299	0 00182	27.63	0 706	0 900
400	12.41	35.12	26.622	0 00153	28.42	0 874	0 732
500	10.75	34.90	26.762	0 00141	29.01	1 020	0 586
600	09.29	34.74	26.880	0 00130	29.60	1 156	0 450
700	08.09	34.62	26.983	0 00120	30.17	1 282	0 325
800	07.05	34.54	27.070	0 00112	30.73	1 397	0 209
1000	05.51*	34.49*	27.232*	0 00097	31.82	1 606	0 000

* Valeurs extrapolées

LA DUNKERQUOISE : Croisière Hunter, **Station 27**, 19 décembre 1963, 11 01 heure locale, 29°00 S, 167°00 E, vent dir. N, force 8 n, mer 1, temps nuageux, température de l'air 22°5 C, humidité de l'air 84 %, pression barométrique 1014,5 mb.

Observées							
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	pH	A meq/l	CO ₂ total mm/l	O ₂ ml/l
0	21.52	35.63	24.849	8.21	2.391	2.08	5.12
48	20.10	35.68	25.273	8.29	2.348	2.02	6.02
96	18.95	35.64	25.542	8.27	2.333	2.02	5.28
143	18.09	35.58	25.711	8.22	2.333	2.05	5.32
163	17.86	35.57	25.762	8.24	2.348	2.05	5.52
248	16.62	35.51	26.014	8.22	2.363	2.08	5.42
333	15.09	35.39	26.270	8.20	2.377	2.11	4.61
420	13.29	35.19	26.500	8.18	2.330	2.09	5.61
505	11.61	35.00	26.682	8.13	2.330	2.13	4.41
639	09.12	34.72	26.900	8.20	2.329	2.17	4.94
863	06.78	34.52	27.093	8.00	2.359	2.23	4.43
1060	05.37	34.49	27.249	7.96	2.374	2.27	4.19

Interpolées				Calculées			
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	δ cc/g	$\sigma_{s, t, p}$ g/l	$\Sigma \Delta D$ m. dyn.	$\Delta D_{1000} - \Delta D$ m. dyn.
0	21.52	35.63	24.849	0 00311	24.85	0 000	1 661
10	21.37	35.65	24.906	0 00306	24.95	0 031	1 630
20	20.93	35.66	25.035	0 00294	25.13	0 061	1 600
30	20.50	35.67	25.157	0 00283	25.28	0 090	1 571
50	20.03	35.68	25.291	0 00271	25.50	0 145	1 516
75	19.41	35.67	25.448	0 00257	25.78	0 211	1 450
100	18.86	35.63	25.557	0 00247	26.00	0 274	1 387
150	18.00	35.57	25.727	0 00233	26.39	0 394	1 267
200	17.36	35.55	25.868	0 00221	26.75	0 507	1 154
250	16.58	25.51	26.024	0 00207	27.14	0 614	1 047
300	15.73	35.44	26.165	0 00195	27.50	0 715	0 946
400	13.73	35.24	26.447	0 00170	28.24	0 898	0 763
500	11.68	35.01	26.677	0 00150	28.91	1 058	0 603
600	09.74	34.80	26.860	0 00132	29.58	1 199	0 462
700	08.33	34.64	26.961	0 00123	30.14	1 326	0 335
800	07.33	34.55	27.039	0 00116	30.68	1 445	0 216
1000	05.77	34.49	27.200	0 00101	31.78	1 661	0 000

LA DUNKERQUOISE : Croisière Hunter, **Station 28**, 19 décembre 1963, 17 40 heure locale, 28°00 S, 167°00 E, vent dir. WNW, force 12 n, mer 2, temps nuageux, température de l'air 23° C, humidité de l'air 80 %, pression barométrique 1004,5 mb.

Observées							
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	pH	A meq/l	CO ₂ total mm/l	O ₂ ml/l
0	23.04	35.56	24.366	8.22	2.348	2.03	6.00
48	20.15	35.64	25.228	8.23	2.317	2.02	5.42
96	18.76	35.62	25.574	8.21	2.301	2.02	5.34
143	18.17	35.60	25.707	8.18	2.301	2.04	4.65
142	18.19	35.60	25.702	8.18	2.301	2.04	4.60
218	17.01	35.54	25.944	8.18	2.317	2.06	5.19
294	15.22	35.36	26.219	8.06*	2.285	2.10	4.84
375	13.23	35.14	26.473	8.17	2.315	2.08	4.32
455	11.29	34.92	26.680	8.09	2.299	2.12	5.13
614	08.83	34.69	26.924	8.01	2.297	2.15	5.82
777	06.99	34.53	27.072	7.98	2.297	2.19	4.94
974	05.49	n.f.	—	—	—	—	—

* Valeur douteuse

Interpolées				Calculées			
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	δ cc/g	$\sigma_{s, t, p}$ g/l	$\Sigma \Delta D$ m. dyn.	$\Delta D_{700} - \Delta D$ m. dyn.
0	23.04	35.56	24.366	0 00357	24.37	0 000	1 303
10	22.88	35.59	24.435	0 00351	24.47	0 035	1 268
20	21.55	35.61	24.826	0 00314	21.92	0 069	1 234
30	20.90	35.62	25.012	0 00297	25.14	0 099	1 204
50	20.08	35.64	25.247	0 00275	25.46	0 156	1 147
75	19.18	35.63	25.475	0 00254	25.81	0 223	1 080
100	18.72	35.62	25.584	0 00245	26.02	0 285	1 018
150	18.10	35.60	25.724	0 00233	26.39	0 404	0 899
200	17.35	35.56	25.878	0 00220	26.76	0 518	0 785
250	16.28	35.47	26.062	0 00204	27.17	0 623	0 680
300	15.13	35.34	26.224	0 00189	27.56	0 722	0 581
400	12.54	35.07	26.557	0 00159	28.35	0 896	0 407
500	10.56	34.84	26.748	0 00142	29.00	1 046	0 257
600	09.00	34.71	26.911	0 00127	29.63	1 180	0 123
700	07.81	34.60	27.009	0 00118	30.20	1 303	0 000
800	06.82	—	—	—	—	—	—

LA DUNKERQUOISE : Croisière Hunter, **Station 29**, 19 décembre 1963, 23 33 heure locale, 27°05 S, 167°00 E, vent dir. SW, force 10 n, mer 2, temps clair, température de l'air 22°5 C, humidité de l'air 84 %, pression barométrique 1007,5 mb.

Observées						
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	pH	A meq/l	CO ₂ total mm/l
0	23.38	35.47	24.200	8.22	2.419	2.10
46	22.24	35.51	24.557	8.28	2.348	1.99
97	21.26	35.54	24.853	8.29	2.333	2.00
140	20.10	35.58	25.197	8.28	2.333	2.01
154	20.00	35.59	25.231	8.26	2.333	2.02
234	18.55	35.61	25.620	8.26	2.333	2.02
316	17.32	35.54	25.870	8.23	2.363	2.07
398	14.92*	35.49*	26.385*	8.28*	2.317	2.02*
480	13.19	35.23	26.551	8.21	2.315	2.06
652	08.13	34.60	26.961	8.10	2.297	2.12
830	06.54	34.49	27.101	8.03	2.297	2.16
1025	05.48	34.46	27.213	8.02	2.313	2.19

* Valeur douteuse

Interpolées				Calculées			
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	δ cc/g	$\sigma_{s, t, p}$ g/l	$\Sigma \Delta D$ m. dyn.	ΔD m. dyn.
0	23.38	35.47	24.200	0 00373	24.20	0 000	1 850
10	23.36	35.47	24.206	0 00373	24.24	0 037	1 813
20	22.95	35.48	24.332	0 00361	24.42	0 074	1 776
30	22.55	35.49	24.454	0 00350	24.58	0 110	1 740
50	22.16	35.51	24.580	0 00339	24.79	0 179	1 671
75	21.71	35.52	24.714	0 00327	25.04	0 262	1 588
100	21.21	35.54	24.866	0 00313	25.30	0 342	1 508
150	19.91	35.59	25.255	0 00278	25.91	0 490	1 360
200	19.11	35.61	25.478	0 00258	26.36	0 624	1 226
250	18.30	35.60	25.674	0 00241	26.78	0 748	1 102
300	17.56	35.55	25.819	0 00229	27.14	0 866	0 984
400	15.43	35.40	26.203	0 00195	27.97	1 077	0 773
500	12.62	35.14	26.595	0 00158	28.83	1 254	0 596
600	09.38	34.73	26.865	0 00132	29.58	1 399	0 451
700	07.53	34.53	26.996	0 00118	30.20	1 524	0 326
800	06.72	34.99	27.077	0 00111	30.74	1 638	0 212
1000	05.61	34.46	27.196	0 00101	31.78	1 850	0 000

LA DUNKERQUOISE : Croisière Hunter, **Station 30**, 20 décembre 1963, 06 30 heure locale, 26°13 S, 166°55 E, vent dir. SSW, force 14 n, mer 3, temps nuageux, température de l'air 22°5 C, humidité de l'air 84 %, pression barométrique 1008 mb.

Observées							
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	pH	A meq/l	CO ₂ total mm/l	O ₂ ml/l
0	23.54	35.37	24.077	8.30	2.377	2.01	5.81
49	21.60	35.54	24.759	8.31	2.348	1.98	6.43
98	20.53	35.56	25.066	8.28	2.333	2.00	5.14
147	19.72	35.60	25.311	8.27	2.348	2.03	5.15
160	19.61	—	—	—	—	—	—
227	18.12	35.62	25.734	8.26	2.363	2.05	5.62
303	16.50	35.50	26.034	8.23	2.348	2.06	4.30
382	14.95	35.36	26.278	8.18	2.363	2.11	4.57
464	12.26	35.04	26.589	8.17	2.346	2.11	4.39
635	08.73	34.66	26.916	8.08	2.329	2.15	4.48
815	06.68	34.50	27.090	8.05	2.329	2.18	5.99
1009	05.00	34.45	27.261	8.02	2.359	2.23	4.11

Interpolées				Calculées			
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	δ cc/g	$\sigma_{s, t, p}$ g/l	$\Sigma \Delta D$ m. dyn.	ΔD 1000 - ΔD m. dyn.
0	23.54	35.37	24.077	0 00385	24.08	0 000	1 780
10	23.54	35.41	24.107	0 00382	24.15	0 038	1 742
20	23.53	35.45	24.140	0 00379	24.23	0 076	1 704
30	22.77	35.48	24.384	0 00357	24.51	0 113	1 667
50	21.59	35.54	24.762	0 00321	24.98	0 181	1 599
75	20.99	35.55	24.934	0 00306	25.26	0 259	1 521
100	20.50	35.56	25.074	0 00293	25.51	0 334	1 446
150	19.74	35.60	25.306	0 00273	25.97	0 476	1 304
200	18.73	35.63	25.590	0 00247	26.47	0 606	1 174
250	17.60	35.60	25.848	0 00224	26.96	0 724	1 056
300	16.53	35.51	26.035	0 00208	27.36	0 832	0 948
400	14.47	35.29	26.328	0 00182	28.11	1 027	0 753
500	11.42	34.94	26.671	0 00150	28.91	1 193	0 587
600	09.32	34.72	26.868	0 00131	29.59	1 333	0 447
700	07.91	34.58	26.979	0 00121	30.16	1 459	0 321
800	06.81	34.51	27.081	0 00111	30.74	1 575	0 205
1000	05.07	34.45	27.253	0 00094	31.85	1 780	0 000

LA DUNKERQUOISE : Croisière Hunter, **Station 31**, 20 décembre 1963, 12 05 heure locale, 24°56 S, 166°53 E, vent dir. SSE, force 20 n, mer 3, temps nuageux, température de l'air 23°5 C, humidité de l'air 80 %, pression barométrique 1017,5 mb.

Observées							
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	pH	A meq/l	CO ₂ Total mm/l	O ₂ ml/l
0	24.47	35.40	23.824	8.22	2.419	2.09	6.42
44	22.67	35.36	24.322	8.31	2.348	1.97	5.74
89	21.35	35.56	24.844	8.30	2.348	1.99	6.99
133	20.13	35.61	25.212	8.31	2.361	2.02	5.26
112	20.45	35.55*	25.081*	8.31*	2.363*	2.03*	6.63
221	18.57						
285	17.62	35.58	25.828	8.28	2.363	2.06	4.69
341	16.34	35.46	26.041	8.19	2.363	2.10	4.39
470	12.57	35.08	26.559	8.16	2.330	2.11	4.46
607	09.46	34.72	26.845	8.14	2.344	2.15	5.67
765	06.89	34.50	27.062	8.07	2.344	2.20	5.29

* Valeur douteuse

Interpolées				Calculées			
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	δ cc/g	$\sigma_{s, t, p}$ g/l	$\Sigma \Delta D$ m. dyn.	$\Delta D700$ ΔD m. dyn.
0	24.47	35.40	23.824	0 00409	23.82	0 000	1 510
10	23.93	35.38	23.971	0 00395	24.01	0 040	1 470
20	23.19	35.37	24.179	0 00376	24.26	0 079	1 431
30	22.92	35.37	24.257	0 00369	24.38	0 116	1 394
50	22.50	35.36	24.370	0 00359	24.58	0 189	1 321
75	21.86	35.49	24.649	0 00333	24.98	0 275	1 235
100	20.83	35.58	25.001	0 00300	25.44	0 354	1 156
150	19.82	35.62	25.300	0 00274	25.96	0 498	1 012
200	18.93	35.63	25.539	0 00252	26.42	0 629	0 881
250	18.11	35.62	25.737	0 00235	26.84	0 751	0 759
300	17.39	35.55	25.860	0 00225	27.18	0 866	0 644
400	14.48	35.29	26.326	0 00182	28.11	1 070	0 440
500	11.80	34.99	26.638	0 00153	28.88	1 237	0 273
600	09.58	34.73	26.831	0 00135	29.55	1 382	0 128
700	07.84	34.56	26.974	0 00121	30.16	1 510	0 000

LA DUNKERQUOISE : Croisière Hunter, **Station 32**, 20 décembre 1963, 17 30 heure locale, 23°59 S, 167°00 E, vent dir. SE, force 20 n, mer 4, temps nuageux, température de l'air 24° C, humidité de l'air 77 %, pression barométrique 1007 mb.

Observées							
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	pH	A meq/l	CO ₂ total mm/l	O ₂ ml/l
0	24.74	35.29	23.660	8.31	2.361	1.98	6.10
46	23.81	35.30	23.945	8.31	2.315	1.94	6.04
94	22.30	35.42	24.472	8.29	2.301	1.95	5.57
143	20.37	35.54	25.094	8.28	2.333	2.00	5.20
134	20.70	35.49	24.967	8.27	2.333	2.01	6.11
202	19.41	35.68*	—	8.28	2.333	2.01	6.75
272	18.41	35.60	25.648	8.26	2.348	2.04	5.67
346	16.91	35.54	25.969	8.26	2.317	2.02	4.60
417	13.67	35.19	26.421	8.21	2.330	2.08	5.01
568	09.97	34.80	26.821	8.12	2.299	2.11	4.60
720	07.55	34.59	27.040	8.12	2.313	2.13	4.38
895	05.13	34.45	27.246	8.06	2.329	2.19	4.20

* Valeur douteuse

Interpolées				Calculées			
Prof. m	T° C	S ‰ g/kg	σ_t g/l	δ cc/g	$\sigma_{s, t, p}$ g/l	$\Sigma \Delta D$ m. dyn.	$\Delta D800 - \Delta D$ m. dyn.
0	24.74	35.29	23.660	0 00424	23.67	0 000	1 685
10	24.74	35.29	23.660	0 00425	23.70	0 043	1 642
20	24.69	35.29	23.675	0 00424	23.76	0 085	1 600
30	24.22	35.29	23.816	0 00411	23.94	0 127	1 558
50	23.67	35.31	23.994	0 00395	24.20	0 207	1 478
75	23.00	35.36	24.226	0 00373	24.56	0 303	1 382
100	22.07	35.44	24.551	0 00343	24.99	0 393	1 292
150	20.20	35.55	25.147	0 00288	25.81	0 551	1 134
200	19.42	35.60	25.390	0 00267	26.26	0 689	0 996
250	18.76	35.61	25.567	0 00251	26.67	0 819	0 866
300	17.95	35.59	25.755	0 00235	27.07	0 940	0 745
400	14.21	35.26	26.361	0 00179	28.14	1 147	0 538
500	11.33	34.94	26.688	0 00148	28.93	1 311	0 374
600	09.39	34.75	26.879	0 00131	29.59	1 450	0 235
700	07.84	34.61	27.013	0 00117	30.21	1 574	0 111
800	06.43	34.51	27.131	0 00106	30.79	1 685	0 000

III. DISTRIBUTIONS SUPERFICIELLES ET PROFONDES

DISTRIBUTIONS EN SURFACE.

Les répartitions horizontales de la température, de la salinité, de sigma-t, du pH, et du gaz carbonique total telles qu'elles ressortent des résultats de la croisière HUNTER sont représentées par les figures 2 à 6.

a. — Température (figure 2) :

La température varie de 24,6° C au nord-ouest près de 25° S et 167° E, à 17,6° C au sud-est, près de la Nouvelle-Zélande. Le gradient horizontal de température croît en allant vers le sud ; il varie dans l'ensemble de 2,0° C pour 60 milles entre 31° S et 32° S à 0,2° C pour 60 milles entre 26° S et 27° S.

Les isothermes ont une distribution en « langue », avec une zone d'eau chaude qui s'étend d'ouest en est axée *grosso modo* sur le parallèle 25° S au sud de la Nouvelle-Calédonie, puis qui s'incurve vers le sud et est orientée alors nord-sud, le long de 170° E.

L'isotherme 24,0° C a sensiblement la même disposition que lors de la croisière FRANCE (ROTSCHI et MAGNIER 1963) mais elle se trouve légèrement plus au nord. Les isothermes 22,0° C et 23,0° C se trouvent déplacées vers le sud par rapport à FRANCE, mais ont également une disposition en « langue ». Cette forme de langue s'accroît vers le sud à partir de 33° S et s'oriente alors franchement nord-est sud-ouest. Dans l'ensemble pour la région située entre la Nouvelle-Calédonie et 30° S, il apparaît que les eaux rencontrées pendant la croisière HUNTER sont sensiblement à la même température que lors de la croisière FRANCE, ce qui paraît logique car ces deux croisières se sont déroulées à peu près à la même époque de l'année.

b. — Salinité (figure 3) :

La salinité varie entre 35,20 ‰ au nord de 25° S et 35,65 ‰ entre 30° S et 35° S. Les isohalines semblent définir deux régions différentes délimitées par le parallèle 30° S.

La première au nord de 30° S, centrée vers 25° S et 170° E, est caractérisée par une distribution en langue suivant un axe nord-sud. Cette langue d'eau définit un minimum de salinité inférieur à 35,20 ‰ (35,18 ‰ à la station 3). Le gradient horizontal de salinité est maximum à l'est, 0,30 ‰ pour 60 milles. La distribution des isohalines dans cette zone est comparable à celle de la croisière FRANCE avec un noyau de basse salinité inférieure à 35,20 ‰. Par contre l'isohaline 35,80 ‰ n'apparaît pas dans la croisière HUNTER, le maximum de salinité dans la région étudiée étant de 35,65 ‰. La basse salinité superficielle de la partie nord, qui avait été décelée par la croisière FRANCE à cette époque de l'année, est liée à la pénétration en mer de Corail, et à son extension vers le sud, d'une masse d'eau d'origine équatoriale chaude et peu salée (ROTSCHI 1962). Cette eau Sud-Équatoriale a d'après ROCHFORD (1959) une salinité de 34,69 ‰ et une température de 28,2° C ; après son entrée en mer de Corail, une branche s'écoulerait vers le sud le long de 170° E et apporterait des eaux semi-tropicales sur les côtes ouest, et peut-être aussi est, de l'île nord de la Nouvelle-Zélande.

La deuxième région, au sud de 30° S, est caractérisée par une masse à maximum de salinité (supérieur à 35,65 ‰) et à très faible gradient horizontal de salinité. Cette masse d'eau serait

formée à partir de l'eau du Pacifique Central sud-ouest dont la salinité est 36,5 ‰ et la température 26° C. Cette eau, qui aurait son origine vers 18° S entre 120° W et 150° W, selon SCHOTT (1935), devrait sa formation, au centre de l'anticyclone Subtropical du Pacifique Sud, à une évaporation supérieure aux précipitations (GARNER 1959).

c. — **Densité** (figure 4) :

La densité superficielle est comprise entre 1,0236 au nord de 25° S et 1,0258 près de la Nouvelle-Zélande. On retrouve la distribution en langue mise en évidence par les isothermes et les isohalines. Le gradient horizontal de densité est faible dans l'ensemble ; dans la zone de mélange entre l'eau Sud-Équatoriale avec les masses du Pacifique Central, c'est-à-dire entre 169° E et 170° E, ce gradient est de 0,7 g/l pour 60 milles ; il n'est plus que de 0,5 g/l pour 60 milles entre 28° S et 31° S, c'est-à-dire dans la masse d'eau à maximum de salinité du Pacifique Central Sud-Ouest.

La distribution des isopycnes n'est semblable à celle de la croisière FRANCE que dans la zone voisine de 25° S, où la forme en langue est très caractéristique ; toutefois les valeurs absolues des sigma-t superficiels sont comparables dans les deux croisières.

d. — **pH** (figure 5) :

La distribution du pH fait apparaître une zone à fortes valeurs voisines de 8,24 ; cette zone est centrée vers 32° S et 170° E. Les gradients les plus forts où le pH croît de 0,12 unités pH pour 60 milles, se rencontrent sur les bords est et ouest de cette région. Au nord de ce noyau, jusque vers 25° S et 170° E, l'on trouve une zone à faible gradient latitudinal centrée sur un autre noyau de faible valeur, inférieure à 8,14. C'est au sud de la Nouvelle-Calédonie, vers 24° S et sur la limite ouest de la zone à pH minimum, que l'on trouve les valeurs les plus fortes voisines de 8,31.

e. — **Alcalinité totale** (figure 6) :

On retrouve la distribution en forme de langue et de noyau. Dans la partie nord, un noyau de fortes alcalinités supérieures à 2,50 milliéquivalents par litre est centré vers 25° S et 170° E. Cette zone coïncide avec celle de pH minimum. L'alcalinité décroît régulièrement vers le sud pour atteindre un minimum inférieur à 1,90 milliéquivalent par litre vers 30° S et 167° E. Cette région à faible alcalinité est une zone à pH plus élevé. Dans l'ensemble une faible alcalinité correspond à un pH élevé, et réciproquement.

f. — **Gaz carbonique total** (figure 7) :

La distribution du gaz carbonique total étant liée à l'alcalinité et au pH, les isoplèthes du CO₂ total sont distribuées suivant le même schéma que celles du pH et de l'alcalinité. Au noyau de faible pH et d'alcalinité élevée correspond un noyau à fortes valeurs de CO₂ total. A partir de ce noyau à 2,40 millimoles/l centré vers 24° S et 170° E, le CO₂ total décroît vers le sud-ouest jusqu'à une valeur de 1,60 millimoles/l. La zone à forte teneur en CO₂ total correspond à la zone où les alcalinités sont les plus fortes et qui est située au nord de 29° S ; inversement la zone à faible teneur en CO₂ total est assimilable à la zone à faible teneur en alcalinité.

g. — **Dynamique — Circulation géostrophique** (figure 8 et 9) :

Les hauteurs dynamiques ont été calculées à partir d'une surface de référence déterminée comme étant la couche de mouvement nul. La méthode utilisée dans la recherche de ce niveau de référence est celle proposée par DEFANT (1941) qui admet qu'entre deux stations voisines le courant est nul lorsque le gradient de vitesse s'annule. De cette façon, en utilisant des couples de stations perpendiculaires au courant, il a été possible de déterminer la profondeur de la surface

à laquelle s'annulait le gradient de vitesse. La couche de mouvement nul serait d'après ce critère, à une profondeur moyenne de 700 m.

La topographie dynamique de la surface par rapport à 700 décibars est représentée figure 8. Elle fait apparaître une zone de convergence centrée vers 169° E et 24° S. Les courants géostrophiques sont en général inférieurs à 0,5 nœud et engendrent un flux d'eau vers l'ouest au nord de 24° S et vers l'est au sud de cette latitude ; à l'ouest de 169° E et au sud de 24° S la circulation se fait vers le sud-est ; elle est orientée vers le nord-ouest à l'Est de 169° E.

Cette zone de convergence a déjà été observée au cours des croisières BOUNTY, CHOISEUL et FRANCE ; elle se déplace suivant les saisons (ROTSCHI 1962). La position lors de la croisière HUNTER est identique à celle de FRANCE, qui était elle-même plus méridionale que lors de BOUNTY et CHOISEUL.

Cette circulation géostrophique est une bonne indication de la circulation réelle : en effet, les courants de dérive observés pendant la croisière HUNTER confirment la circulation déduite de la topographie dynamique, sauf pour la dernière partie du trajet où les vents supérieurs à 20 nœuds ont eu une influence prépondérante sur la dérive du navire.

La circulation géostrophique à 200 mètres (figure 9) est un reflet de la circulation superficielle. Les caractères généraux persistent. On retrouve en particulier la cellule anticyclonique du nord de la région vers 25° S avec un courant portant à l'ouest au nord de 25° S, ainsi que le large flux portant à l'est entre 25° S et la Nouvelle-Zélande.

h. — **Transports** (figure 10) :

Le bilan des flux d'eau entre les stations caractéristiques de la croisière est schématisé par la figure 6. De la surface à 700 m de profondeur, le transport global entre la station 3 au sud-est de la Nouvelle-Calédonie et la station 17 près de la Nouvelle-Zélande est de $18,2 \cdot 10^6$ m³/s vers l'est.

Le flux relativement le plus important a lieu dans la partie septentrionale entre les stations 3 et 6, où il est de $10,7 \cdot 10^6$ m³/s. Le bilan des entrées et des sorties en mer de Tasman entre les stations 1, 27 et 17 est de $11,8 \cdot 10^6$ m³/s transportés vers l'est, soit $2,5 \cdot 10^6$ m³/s entre la Nouvelle-Calédonie et l'île Norfolk et $9,3 \cdot 10^6$ m³/s entre l'île Norfolk et la Nouvelle-Zélande. Ces flux sont comparables à ceux rencontrés au cours de la croisière FRANCE.

Entre la Nouvelle-Calédonie et l'île Norfolk, le flux de $2,9 \cdot 10^6$ m³/s portant vers l'est est limité aux 250 premières mètres ; dans les couches profondes, jusqu'à 700 m, les transports sont de $0,4 \cdot 10^6$ m³/s vers l'ouest.

Il semble donc que cette zone de convergence tropicale soit une région de sortie d'eau provenant du centre de la Mer de Corail ou de la mer de Tasman, ou encore de ces deux régions à la fois.

En résumé, en novembre et décembre, l'essentiel des déplacements entre la Nouvelle-Calédonie, l'île Norfolk et la Nouvelle-Zélande se fait vers l'est, avec un total des sorties de $11,8 \cdot 10^6$ m³/s et une entrée de $0,4 \cdot 10^6$ m³/s.

PROPRIÉTÉS DU MAXIMUM DE SALINITÉ (FIGURES 11 ET 12).

La distribution verticale de la salinité fait apparaître, comme dans tout le Pacifique sud-ouest, une couche à maximum de salinité. Ce maximum, que l'on trouve en surface au nord-ouest de la Nouvelle-Zélande et à 250 mètres de profondeur près de la Nouvelle-Calédonie, est lié à l'eau Subtropicale inférieure. Il s'associe à une densité voisine de 1,0256. La topographie de la surface isopycne 25,6 est représentée figure 11 ; on constate un enfoncement progressif vers le nord de la région depuis les abords de la Nouvelle-Zélande où elle est en surface. Au nord elle

atteint une profondeur maximum de 250 m pour ensuite remonter rapidement jusqu'à 100 m de la surface, à la limite nord-est de la zone étudiée. La topographie de l'isopycne 25,6 est voisine de celle rencontrée au cours de la croisière FRANCE, mais au cours de cette dernière sa profondeur maximum était de 150 mètres ; par contre vers 30° S, les surfaces de σ_t 25,6 ont une immersion voisine de 100 mètres dans les deux croisières.

La distribution de la salinité sur la surface isopycne 25,6 est représentée figure 12 ; de 35,64 ‰ au nord-ouest de la Nouvelle-Zélande les salinités croissent jusqu'à 35,68 ‰ dans une région située entre 35° S et 28° S, pour atteindre des valeurs voisines de 35,60 ‰ à l'est de la Nouvelle-Calédonie ; les variations sont donc relativement faibles. Elles sont moins importantes que lors de la croisière FRANCE, où les valeurs maxima étaient supérieures à 35,80 ‰ à l'est de l'île Norfolk et où les gradients de salinité étaient plus forts.

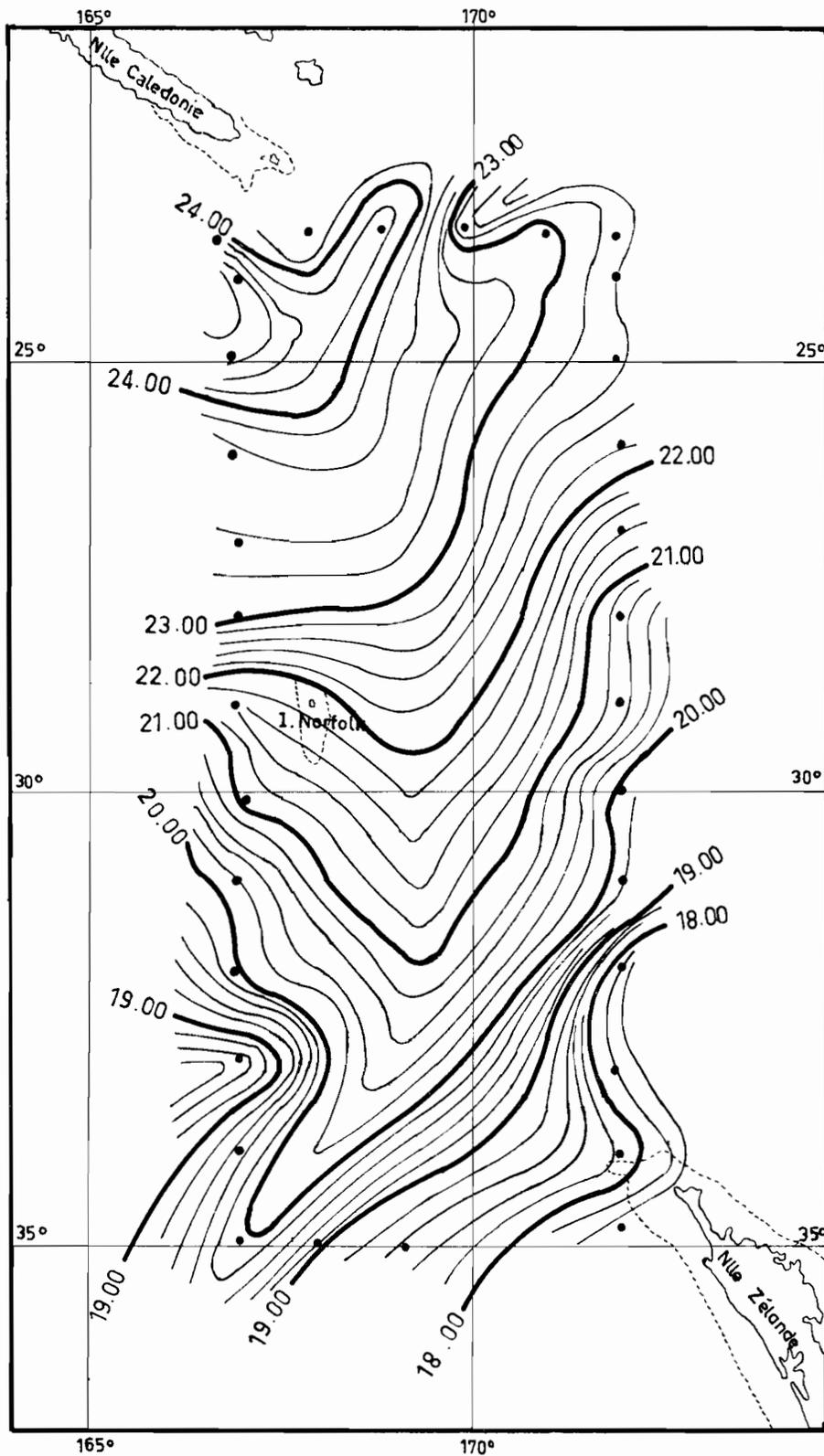


Fig. 2. — Distribution superficielle de la température.

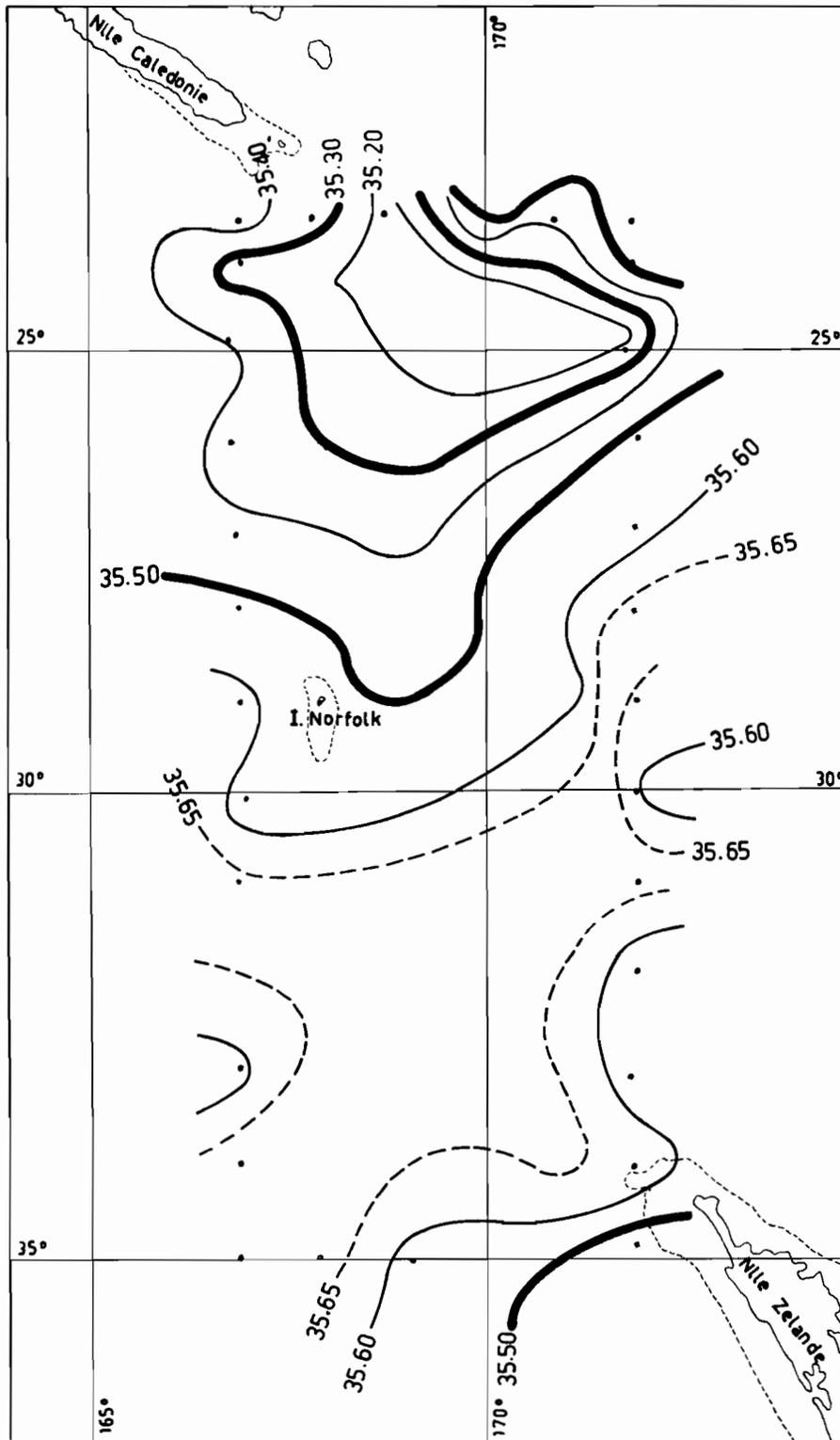


Fig. 3. — Distribution superficielle de la salinité.

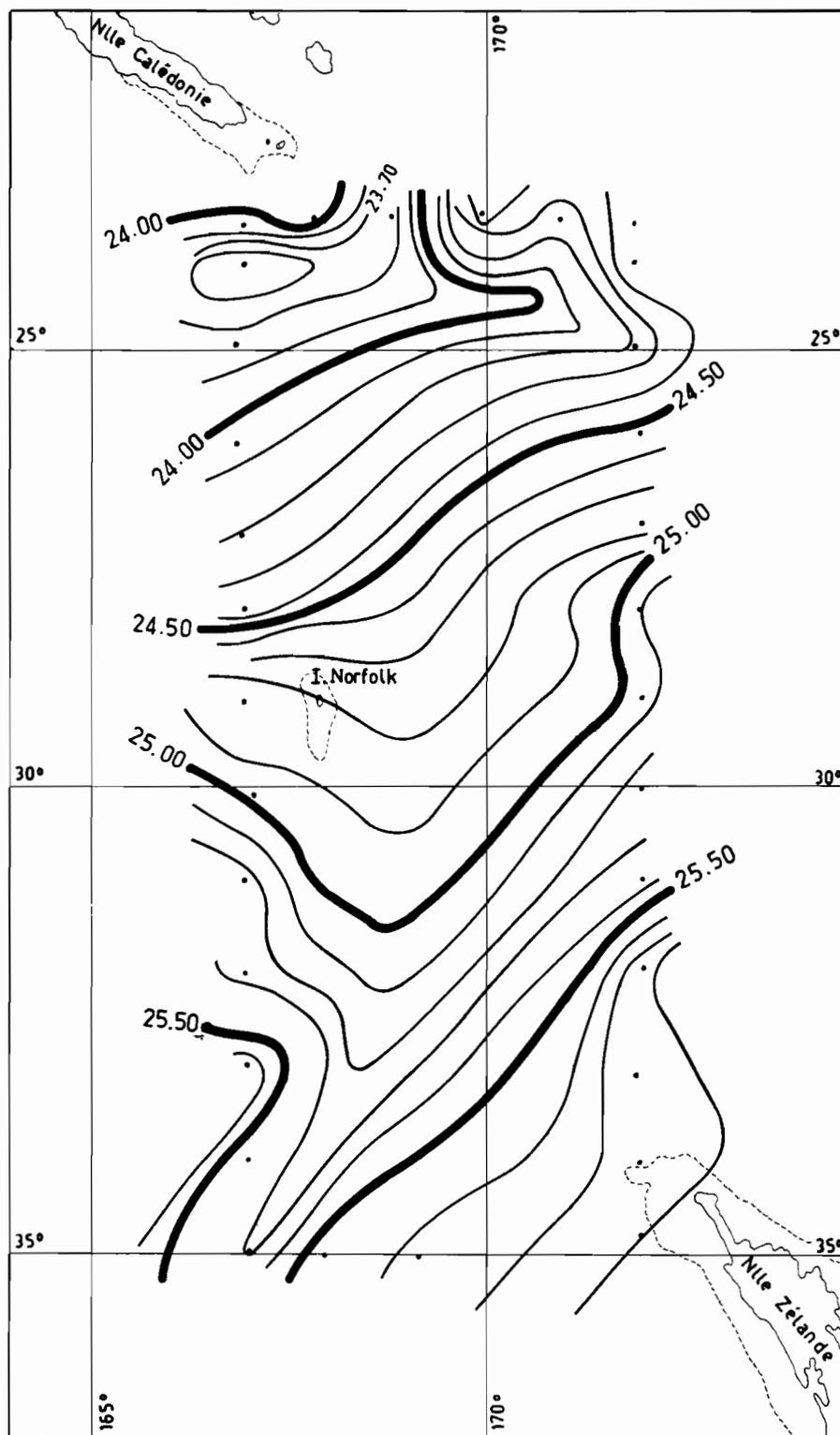


Fig. 4. — Distribution superficielle de sigma-t.

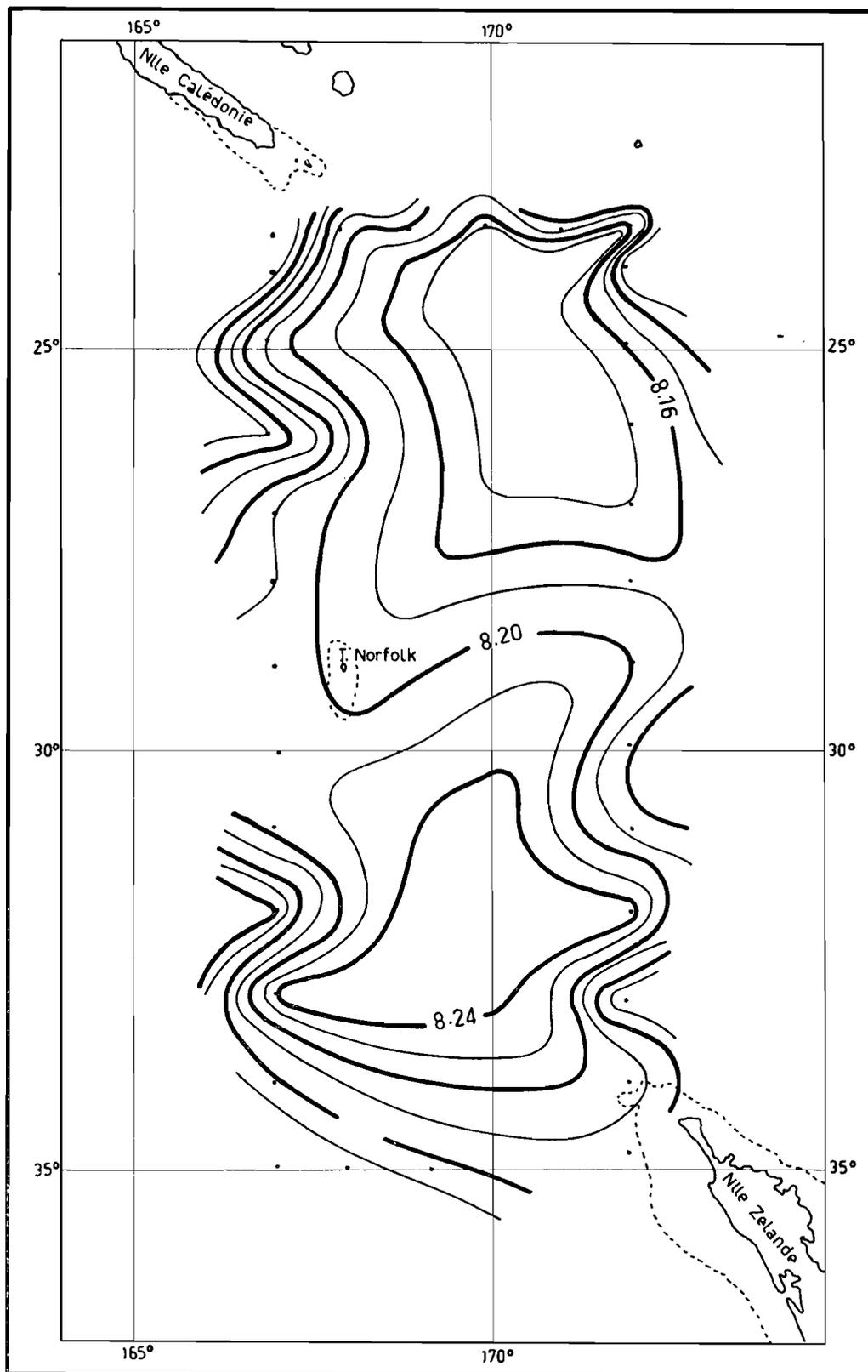


Fig. 5. — Distribution superficielle du PII.

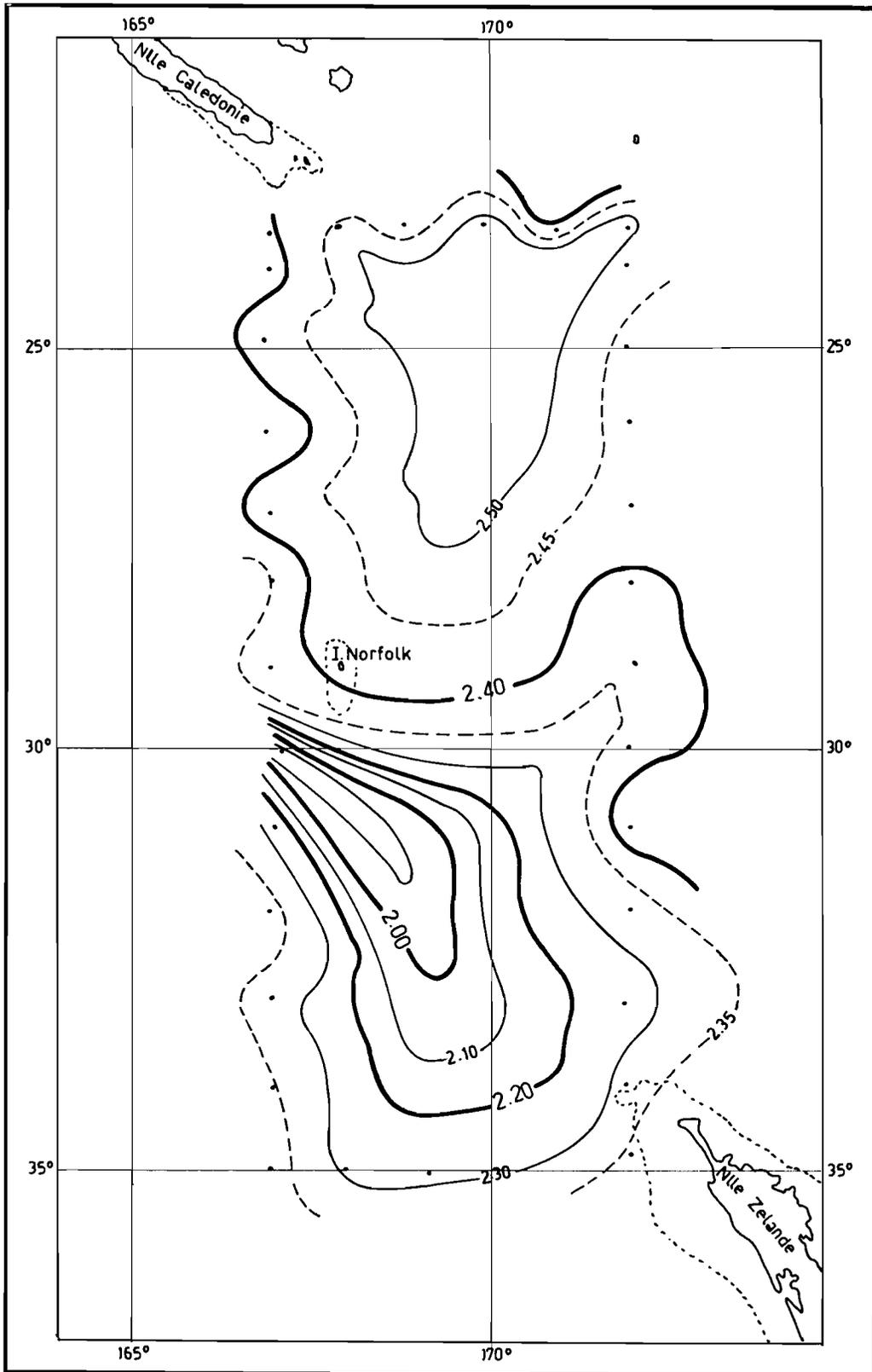
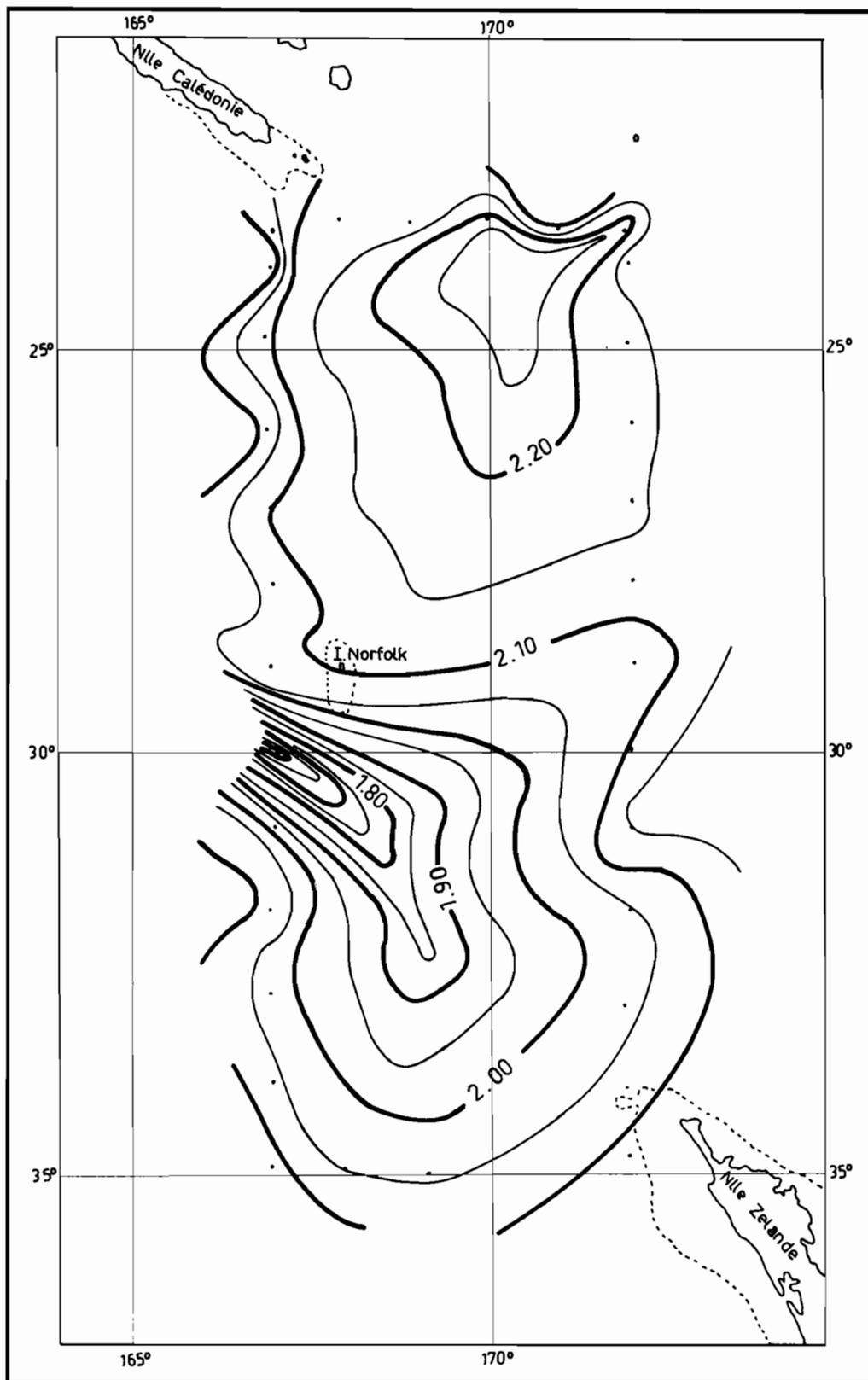


Fig. 6. — Distribution superficielle de l'alcalinité.

Fig. 7. — Distribution superficielle du CO₂ total.

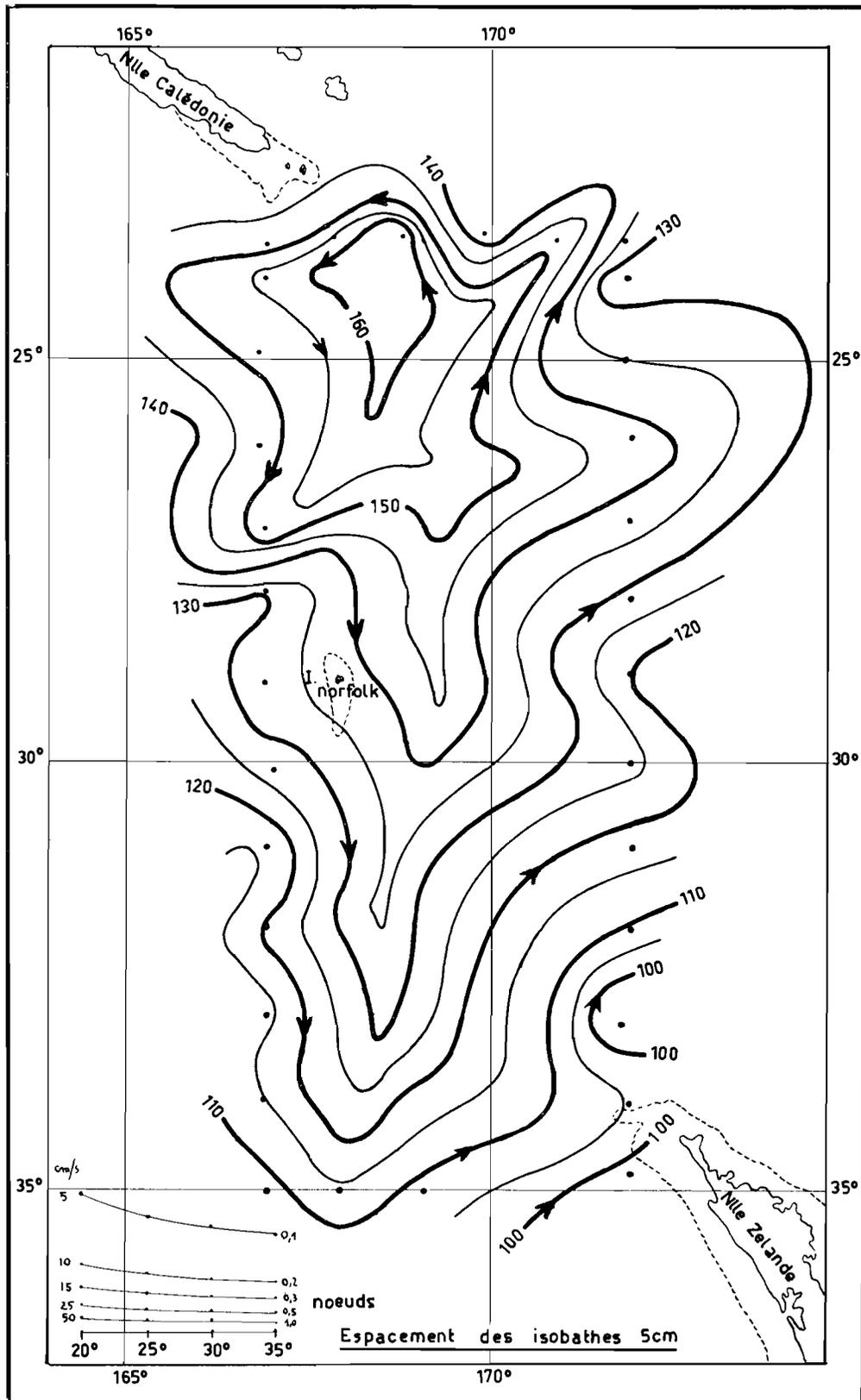


Fig. 8. — Topographie dynamique de la surface par rapport à 700 décibars.

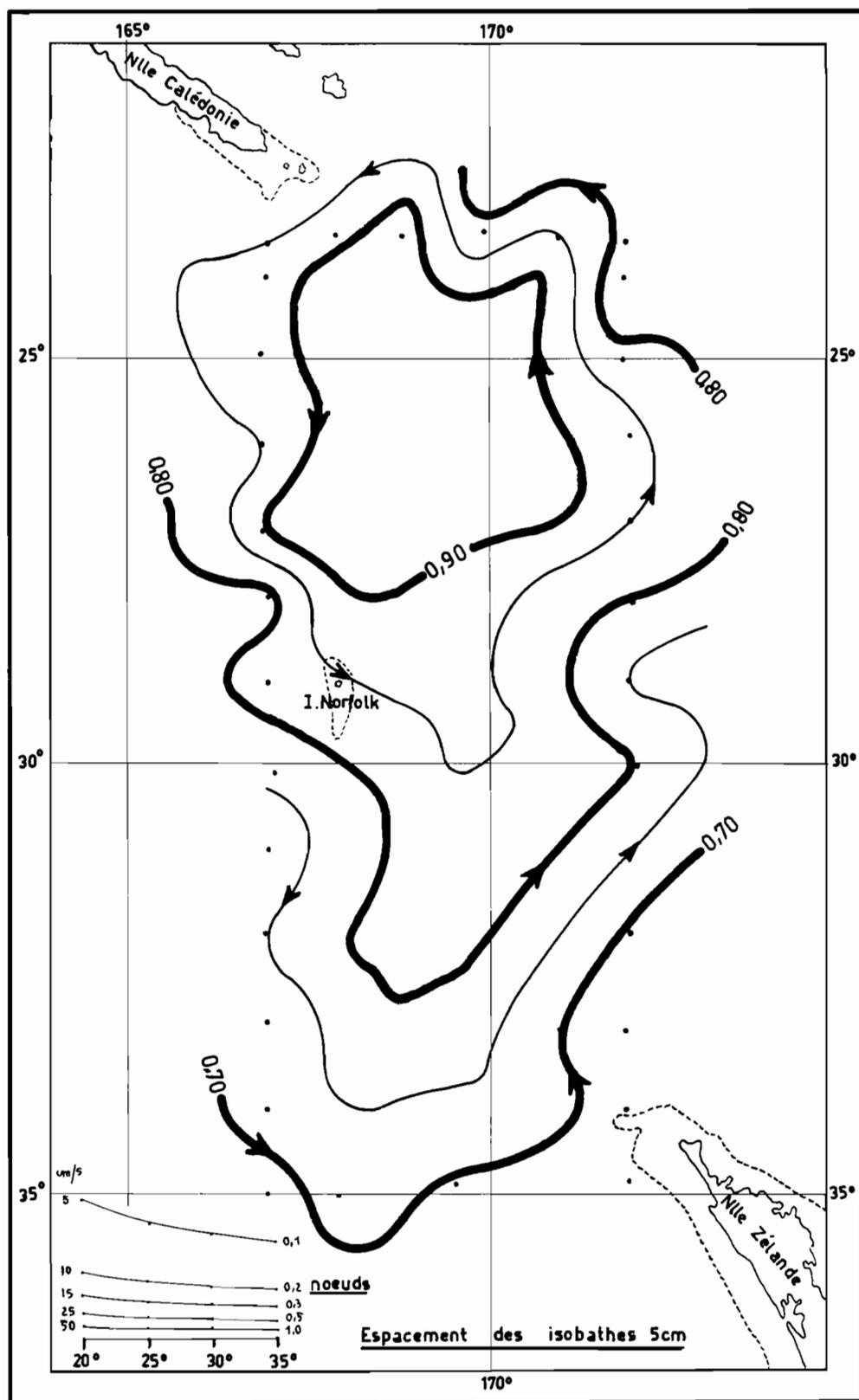


Fig. 9. — Topographie dynamique à 200 m par rapport à 700 décibars.

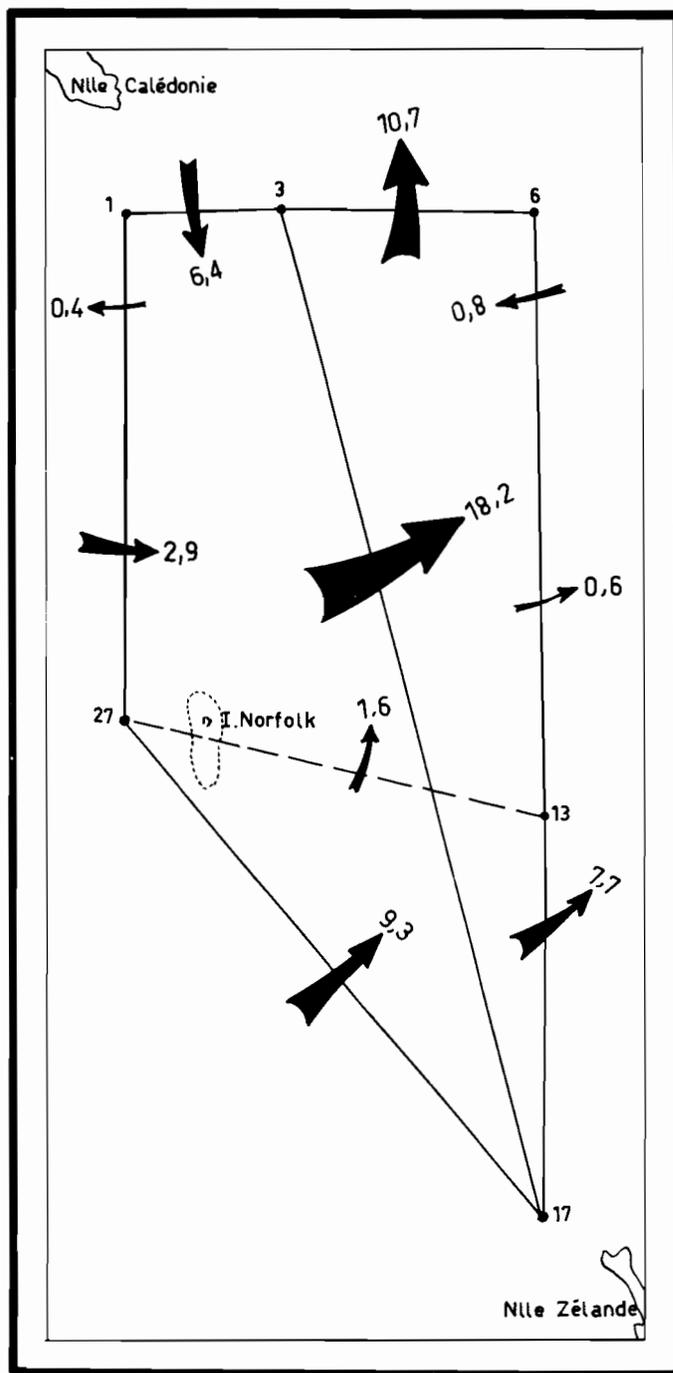


Fig. 10. — Bilan des transports de masse en 10^6 m³/s entre 0 et 700 m.

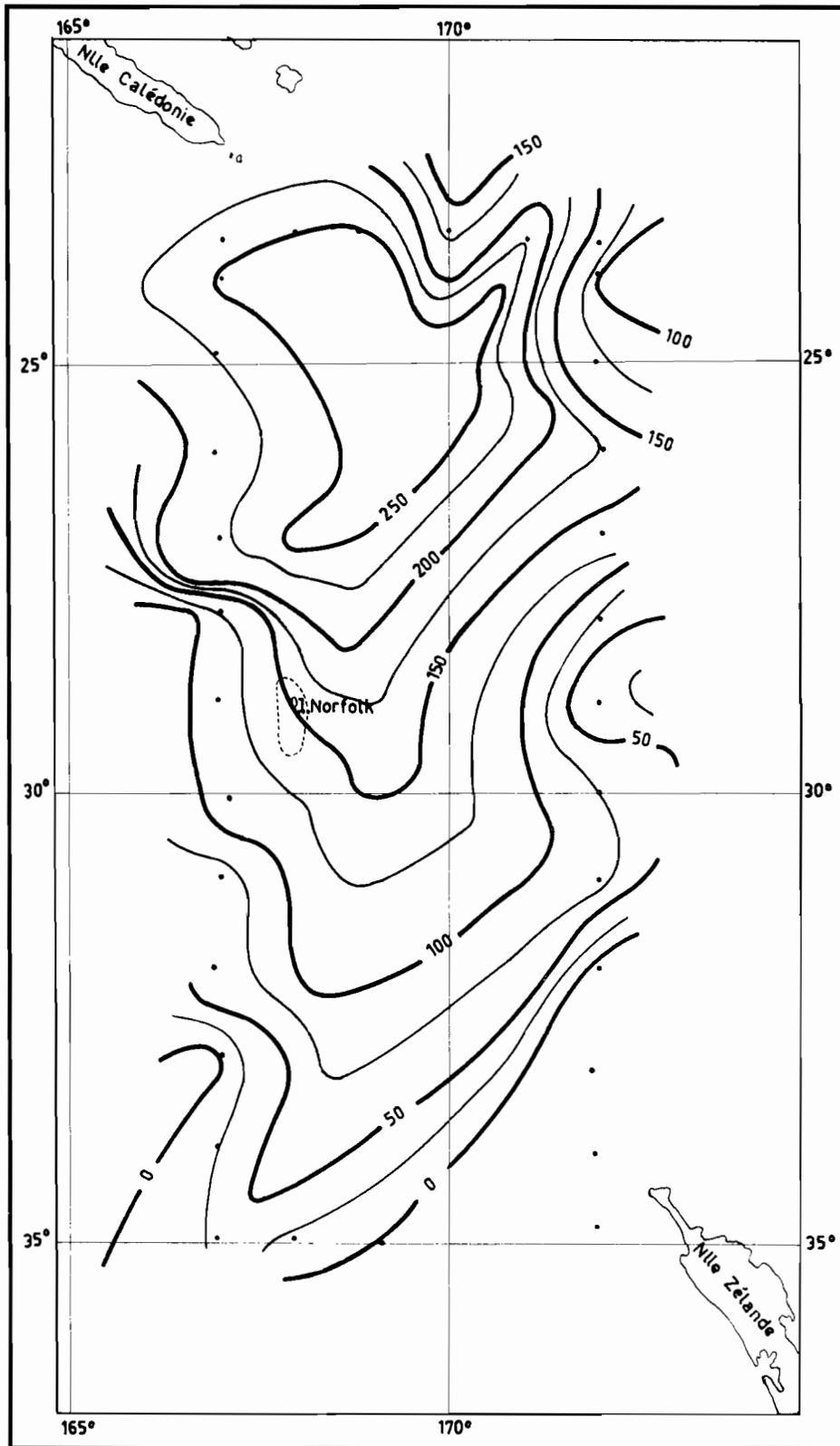


Fig. 11. — Topographie de l'isopycne 25,6.

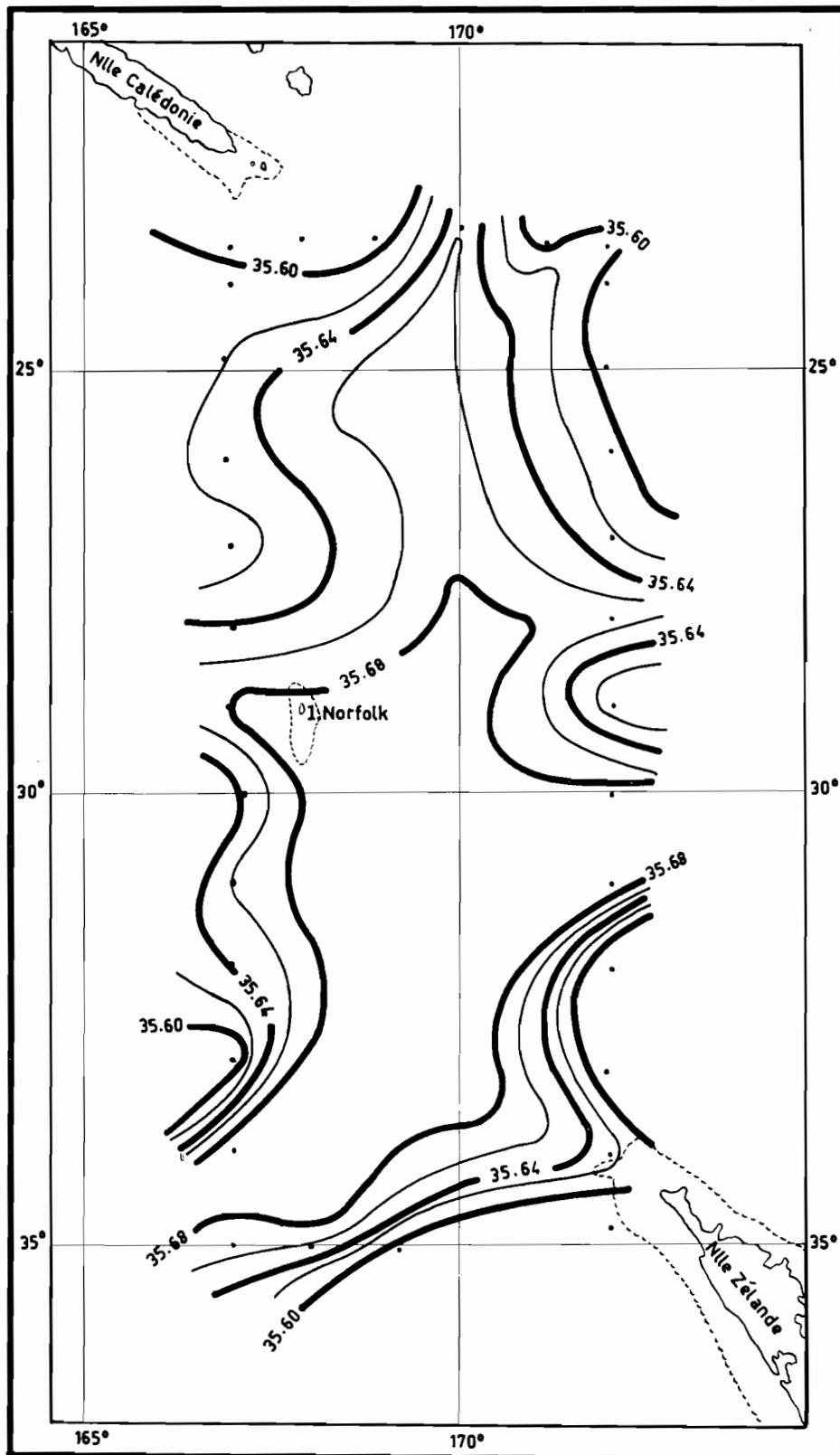


Fig. 12. — Distribution de la salinité sur l'isopycne 25,6.

DISTRIBUTIONS VERTICALES.**a. — Température.**

La distribution verticale de la température dans les 200 premiers mètres, établie d'après les bathythermogrammes, apparaît dans la figure 13. Les coupes nord-sud de cette figure montrent que la surface isotherme 20° C, superficielle au sud de 30° S, s'enfonce vers le nord et vers l'ouest à la latitude de 23° S. Cette surface se trouve inclinée d'est en ouest entre les immersions 80 m et 200 m.

Les coupes des figures 14 et 15 et le bloc diagramme de la fig. 30 montrent que la surface isotherme 15° C suit sensiblement la même pente que celle de 20° C : le long de 167° E l'isotherme 15° C plonge de 150 m à 350 m, et le long de 172° E elle s'enfonce de 60 m à 350 m.

L'enfoncement de la surface isotherme 10° C est déjà beaucoup moins marqué, cette surface restant aux alentours de 550 m de 33° S à 23° S. Il semble qu'en dessous de ces températures et de ces profondeurs, les isothermes aient plutôt tendance à remonter légèrement du sud au nord. On rencontre l'isotherme 6° C correspondant à l'eau Antarctique intermédiaire à une profondeur de 900 à 950 m dans le sud de la zone étudiée, et à une profondeur de 800 à 850 m dans le nord.

Dans toute la région étudiée les isothermes s'échelonnent assez régulièrement avec la profondeur et on ne rencontre nulle part de thermocline bien marquée.

b. — Salinité.

Les isohalines suivent de près les isothermes dans leurs fluctuations. On pourra s'en convaincre en comparant les figures 15 et 18. L'isotherme 20° C semble liée au maximum de salinité. Cette masse d'eau à salinité maximale (supérieure à 35,60 ‰) et de température voisine de 20° C, située en surface au sud de 29° S, s'enfonce vers le nord et atteint la profondeur de 200 m à une latitude voisine de 23° S. Elle est, dans cette région recouverte d'une eau plus chaude (de température supérieure à 23° C) et moins salée (35,20 ‰). Cette situation est illustrée par le bloc diagramme de la figure 31.

Plus en profondeur, on trouve également une grande similitude d'allure entre isothermes et isohalines (Diagrammes 30 et 31, fig. 17, 18, 19 et 14, 15, 16).

c. — Sigma-t.

Cette similitude des distributions verticales de la salinité et de la température entraîne évidemment une distribution analogue des isopycnes (fig. 20, 21, 22).

d. — pH.

Les figures 23, 24, 25 font apparaître les trois traits caractéristiques suivants :

— un maximum sub-superficiel de pH existe partout à une profondeur de 50 à 100 m ; sa valeur proche de 8,25-8,30 croît légèrement du sud vers le nord ;

— la couche euphotique n'est pas homogène du point de vue pH ;

— à la station 28 on trouve un front vertical à fort gradient de pH et le maximum de pH sub-superficiel est absent. Enfin lorsque l'on passe de la station 27 à la station 29, les isolignes de pH 8,20 et 8,10 s'enfoncent respectivement de 300 à 500 m et de 500 à 650 m.

e. — CO₂ total.

Sur les figures 26, 27 et 28 on peut remarquer qu'il existe aux mêmes profondeurs que celles du maximum de pH, un minimum de CO₂ (valeur moyenne 1,96 à 2,02 millimoles/l). La teneur en CO₂ total varie de 2,10 millimoles/l en surface à 2,30 vers 1000 m, alors qu'inversement le pH décroît lorsque l'on s'enfonce. Enfin le long de 172° E (fig. 26) on observe du Sud au Nord un

relèvement général des isoplèthes de CO_2 . La courbe 2,20 millimoles/l par exemple se relève de 800 à 400 m. Le long de 167° E la courbe 2,20 reste toujours aux alentours de 900-1000 m.

f. — **Oxygène.**

La distribution des teneurs en oxygène dissous est incohérente aussi bien en surface qu'en profondeur. De plus de très nombreuses valeurs indiquent des sursaturations inadmissibles. Il semble que l'on doive incriminer les analyses, en particulier le vieillissement du précipité d'hydroxyde manganique. Entre le moment de la fixation et celui de l'acidification il s'est en effet écoulé un mois, et les précipités avaient un aspect anormalement foncé.

NATURE DES EAUX ÉTUDIÉES (figure 29).

Le diagramme T-S de l'ensemble de la croisière fait apparaître la présence du maximum de salinité subsuperficiel dû à l'eau Subtropicale inférieure. Les caractéristiques de cette eau sont les suivantes, dans la région considérée : située à des profondeurs variant de 100 à 200 m environ, cette eau est à une température de 19,5° C et possède une salinité maximum de 35,68 ‰ pour un sigma-t de 25,5 g/l. Ce maximum est moins accentué que lors de la croisière CHOISEUL, où l'on trouvait un maximum superficiel au Sud de 27° S, supérieur à 35,85 ‰ pour une température de 21,5° C. Par contre, le maximum de salinité est subsuperficiel et compris entre 100 et 200 m pour la croisière FRANCE ; il est un peu supérieur en salinité (maximum de 35,80 ‰) à celui de la croisière HUNTER mais possède la même température (19,5° C).

Les eaux intermédiaires, entre le maximum de salinité de l'eau Subtropicale inférieure et le minimum de salinité de l'eau Antarctique intermédiaire, ont des caractéristiques identiques dans les croisières CHOISEUL, FRANCE et HUNTER ; c'est l'eau du Pacifique Central Sud-Ouest de SVERDRUP. Enfin, le minimum de l'eau Antarctique intermédiaire est bien défini et identique dans les trois croisières ; de salinité inférieure à 34,50 ‰ et de température voisine de 5° C, il se situe à une profondeur de 800 à 1000 mètres.

En résumé, nous sommes en présence de 3 types d'eau : une eau superficielle fortement influencée au nord par l'eau Sud-Équatoriale de faible salinité ; une masse d'eau Subtropicale inférieure à salinité relativement forte ; une eau Antarctique intermédiaire de faible salinité. Entre ces deux dernières masses d'eau se trouve une zone de mélange que SVERDRUP appelle Eau Centrale.

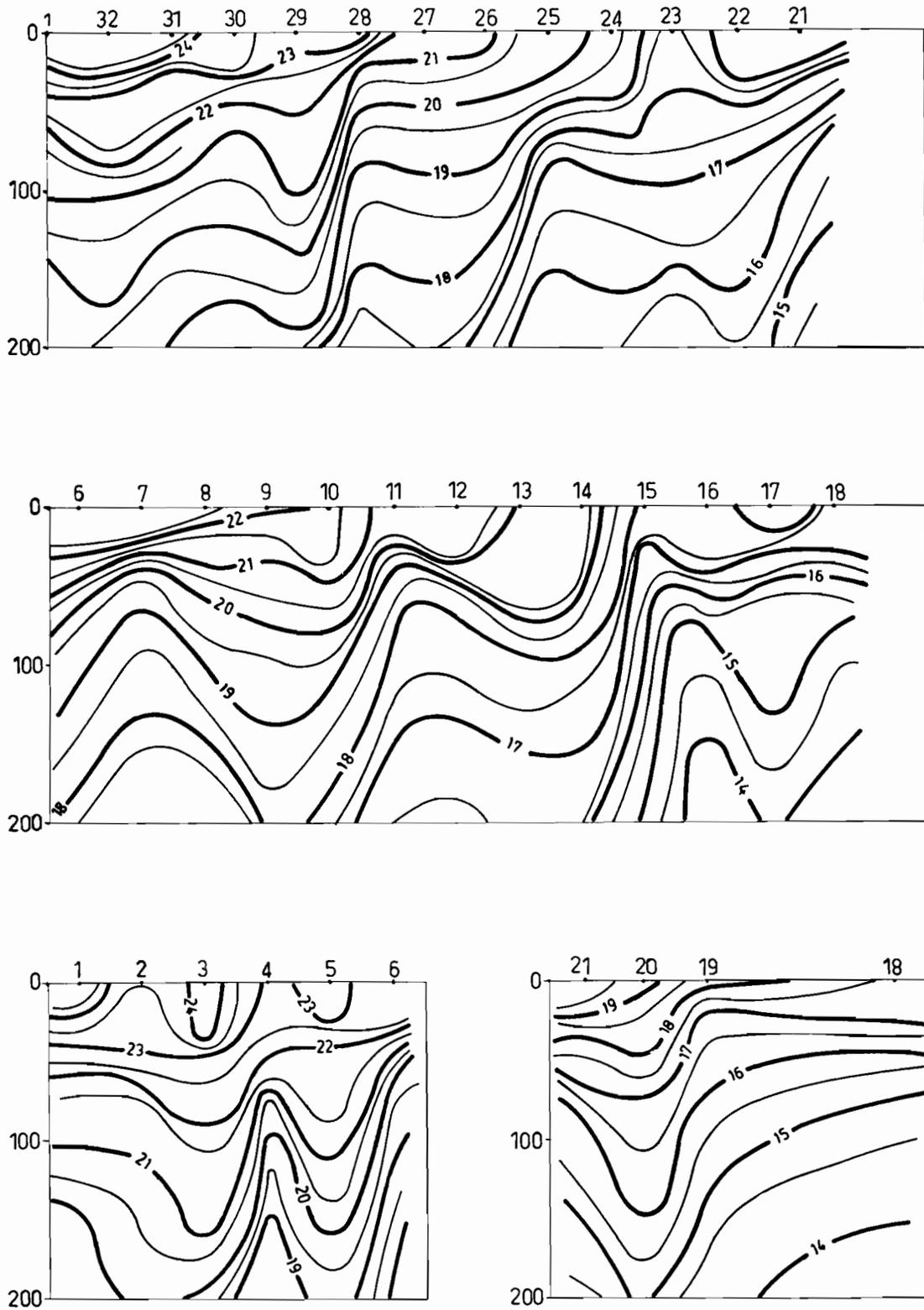


Fig. 13 — Distribution verticale de la température d'après les mesures bathythermiques.

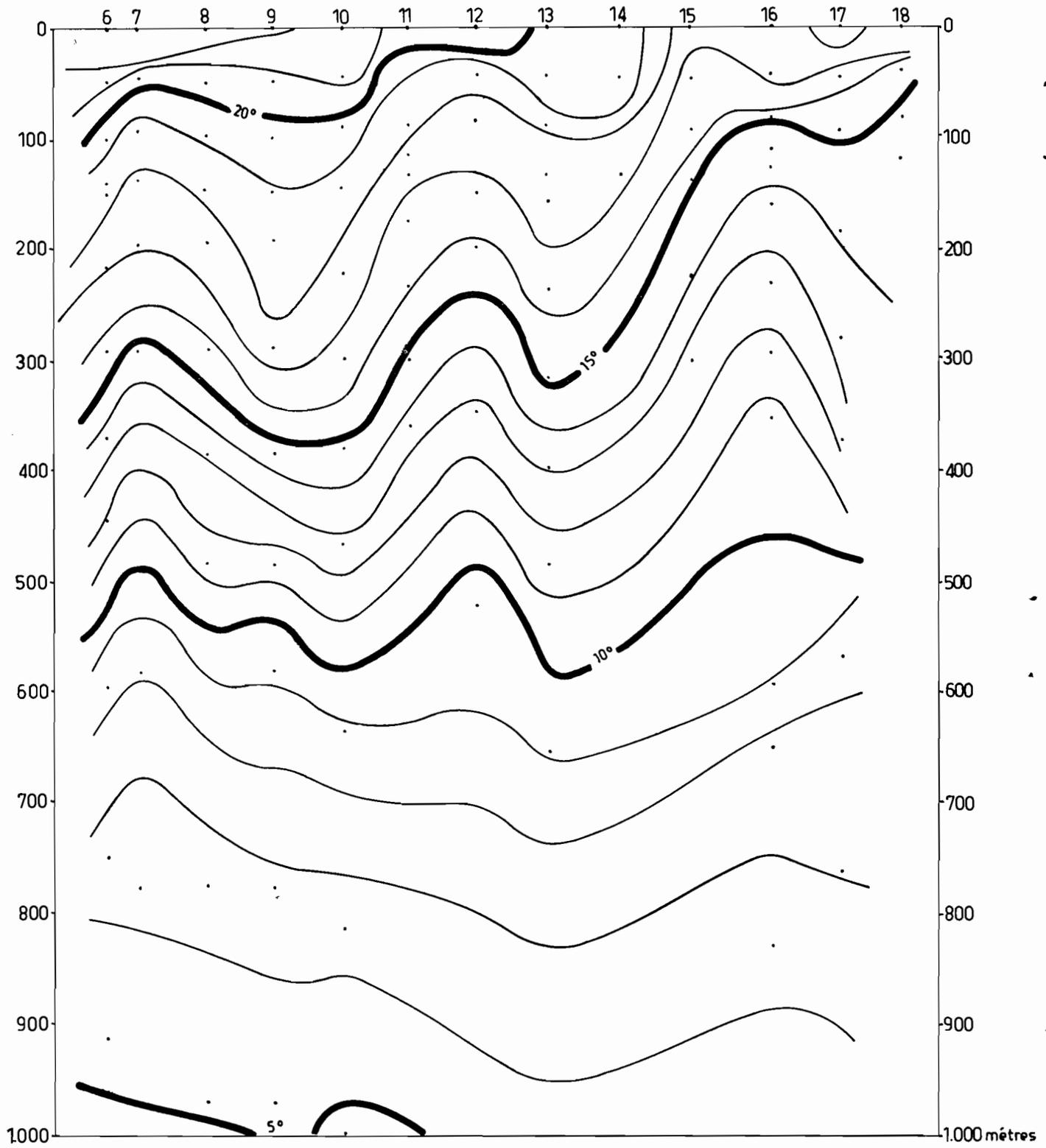


Fig. 14. — Distribution verticale de la température le long de 172° E.

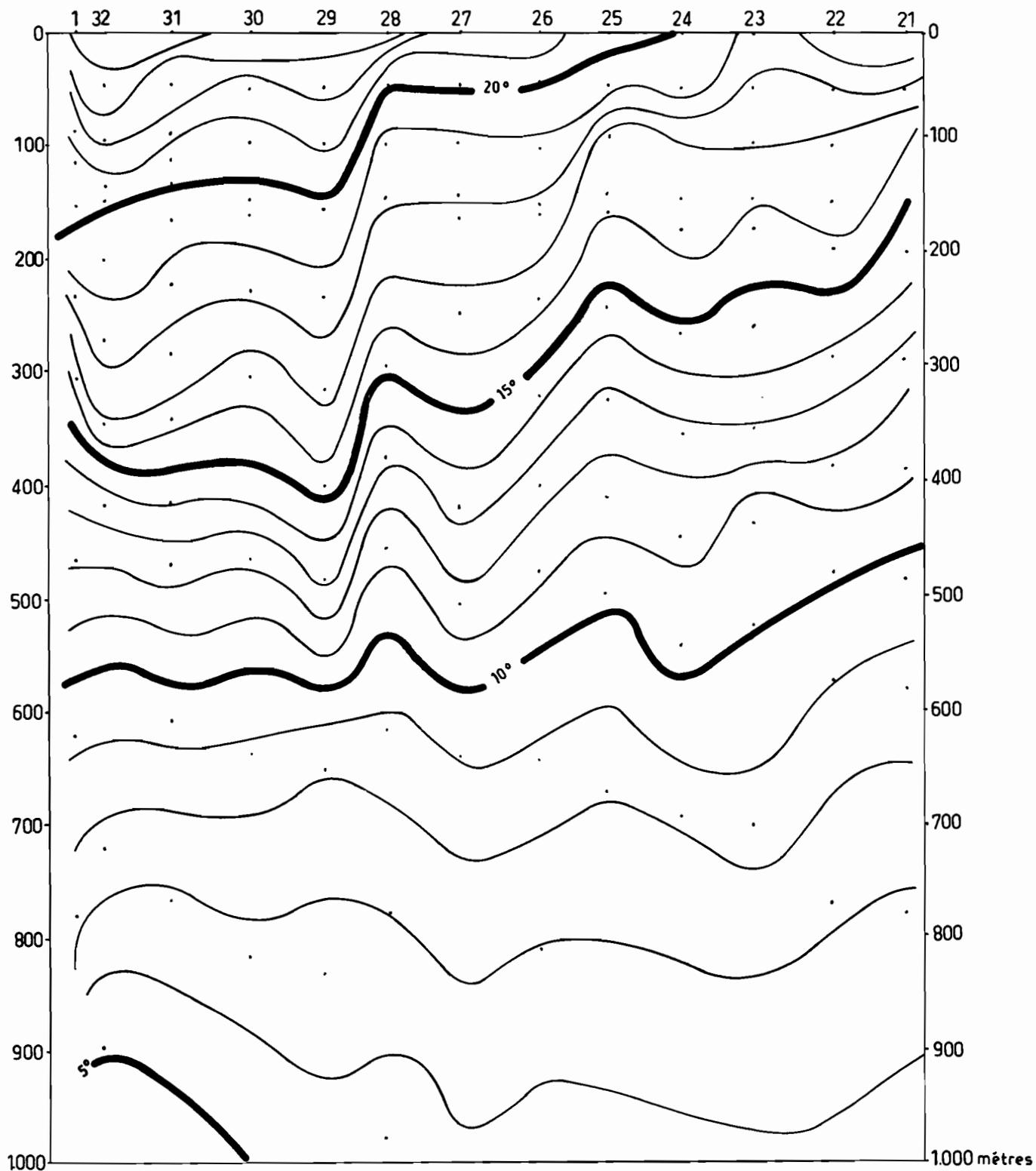


Fig. 15. — Distribution verticale de la température le long de 167° E.

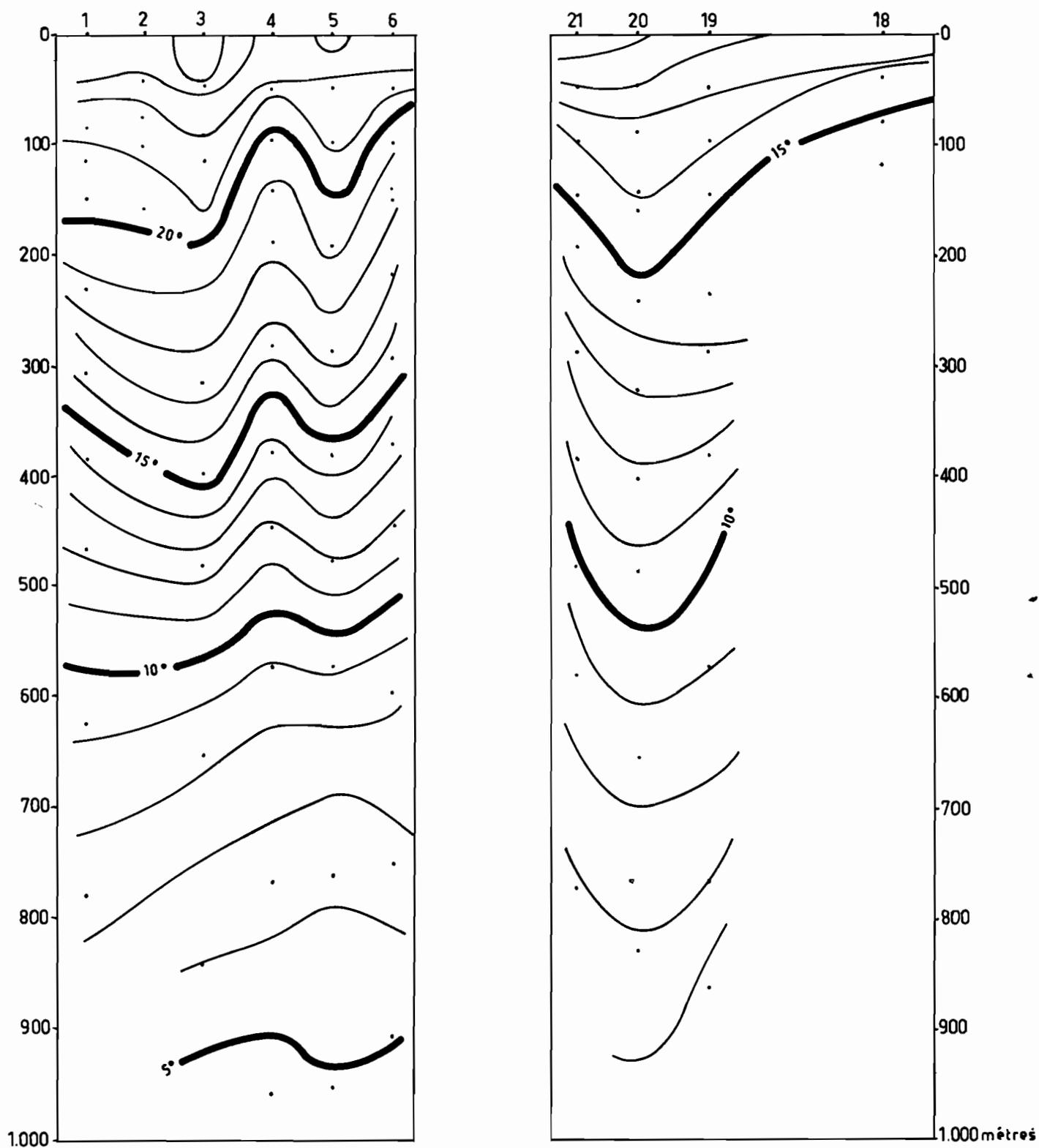


Fig. 16. — Distribution verticale de la température le long de 23°30 S et de 35° S.

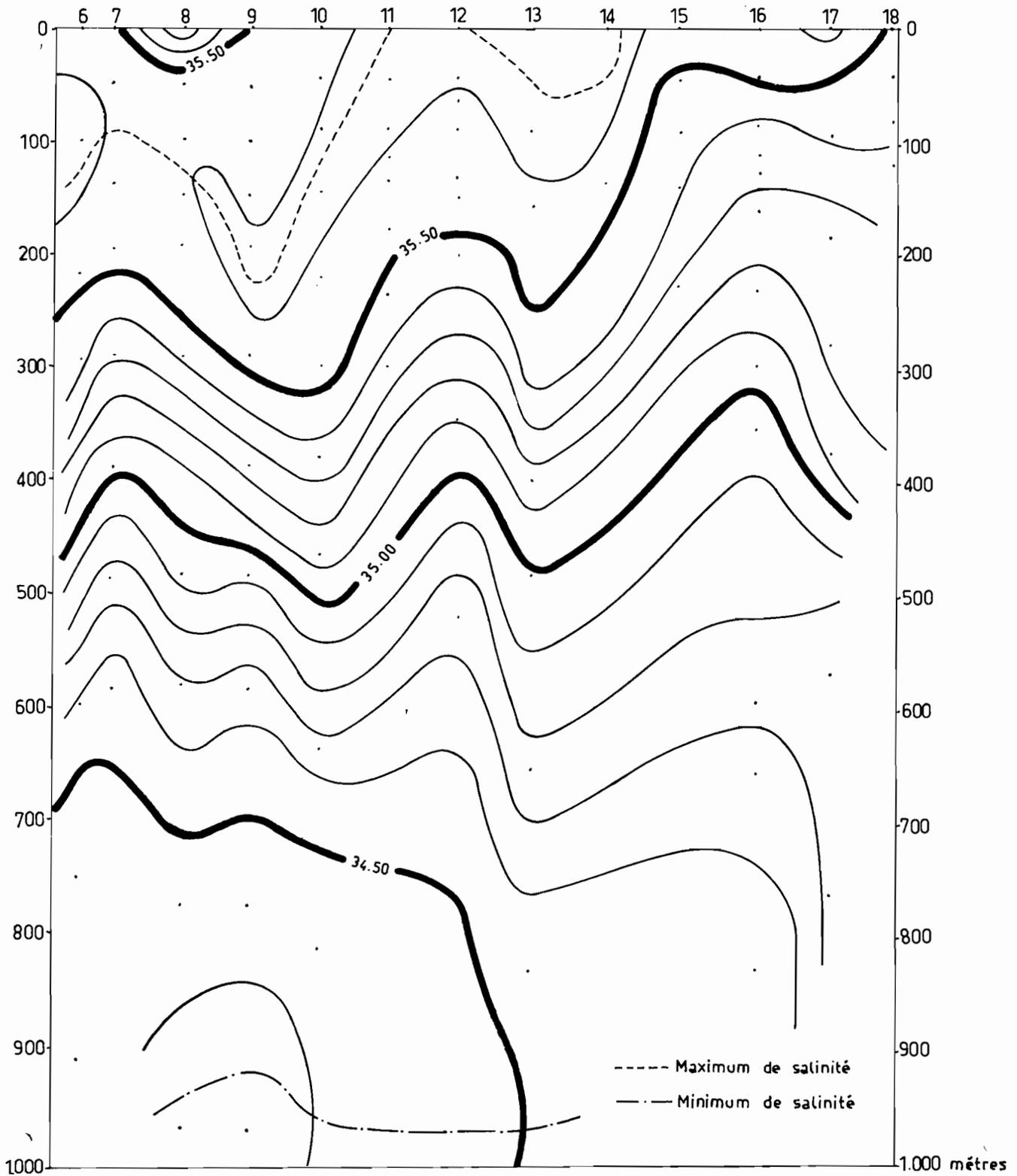


Fig. 17. — Distribution verticale de la salinité le long de 172° E.

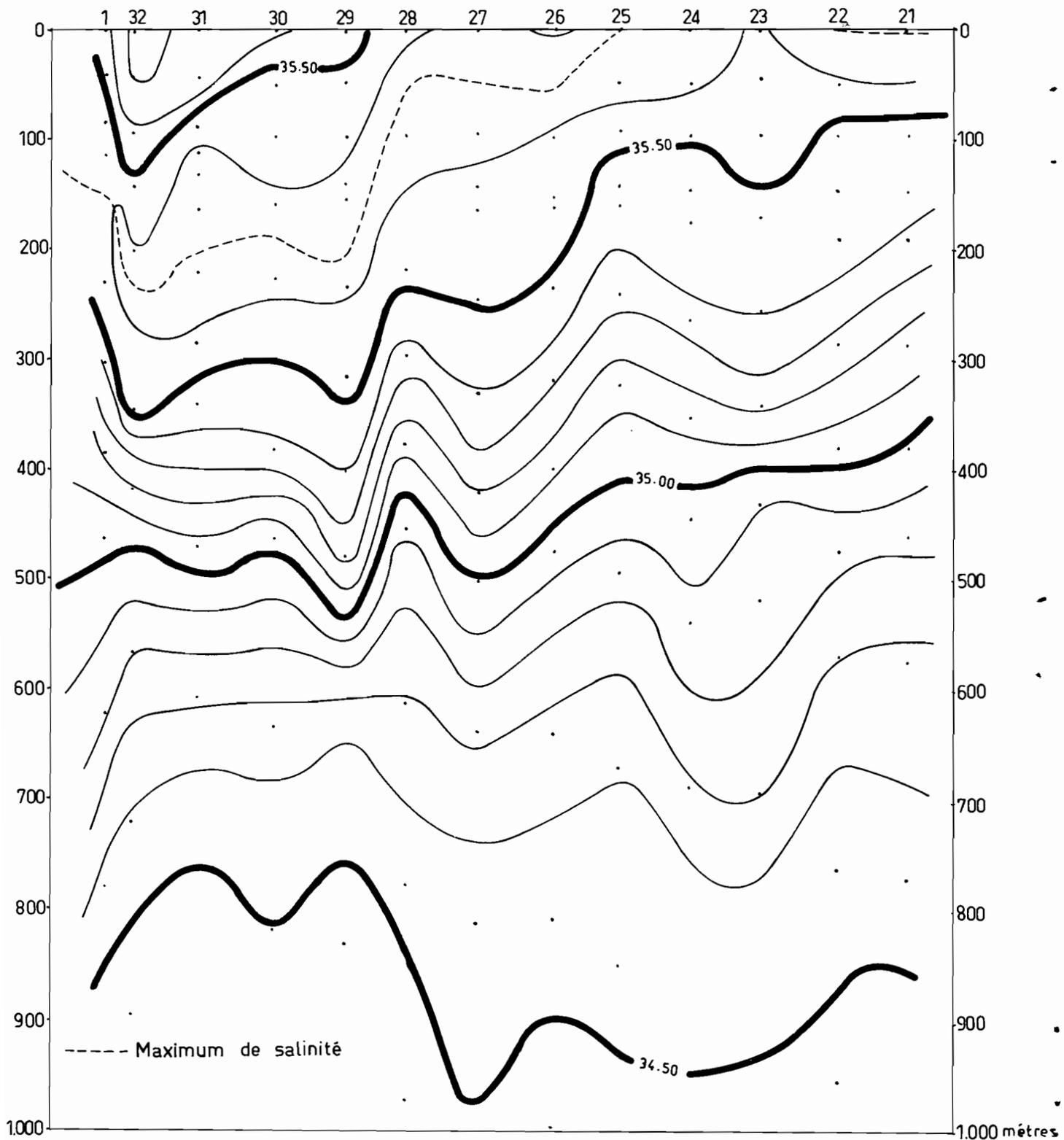


Fig. 18. — Distribution verticale de la salinité le long de 167° E.

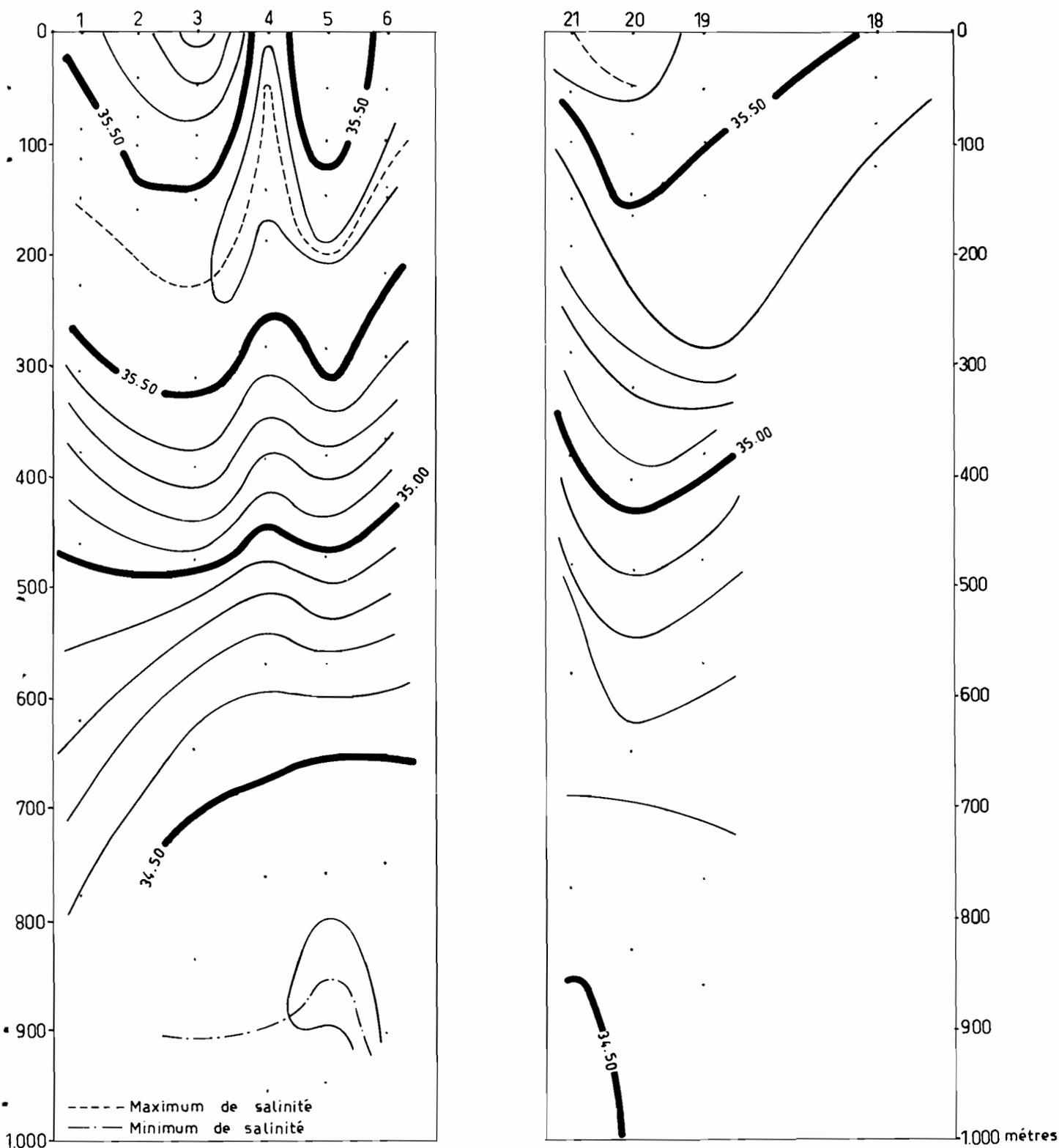


Fig. 19. — Distribution verticale de la salinité le long de 23°30 S et de 35° S.

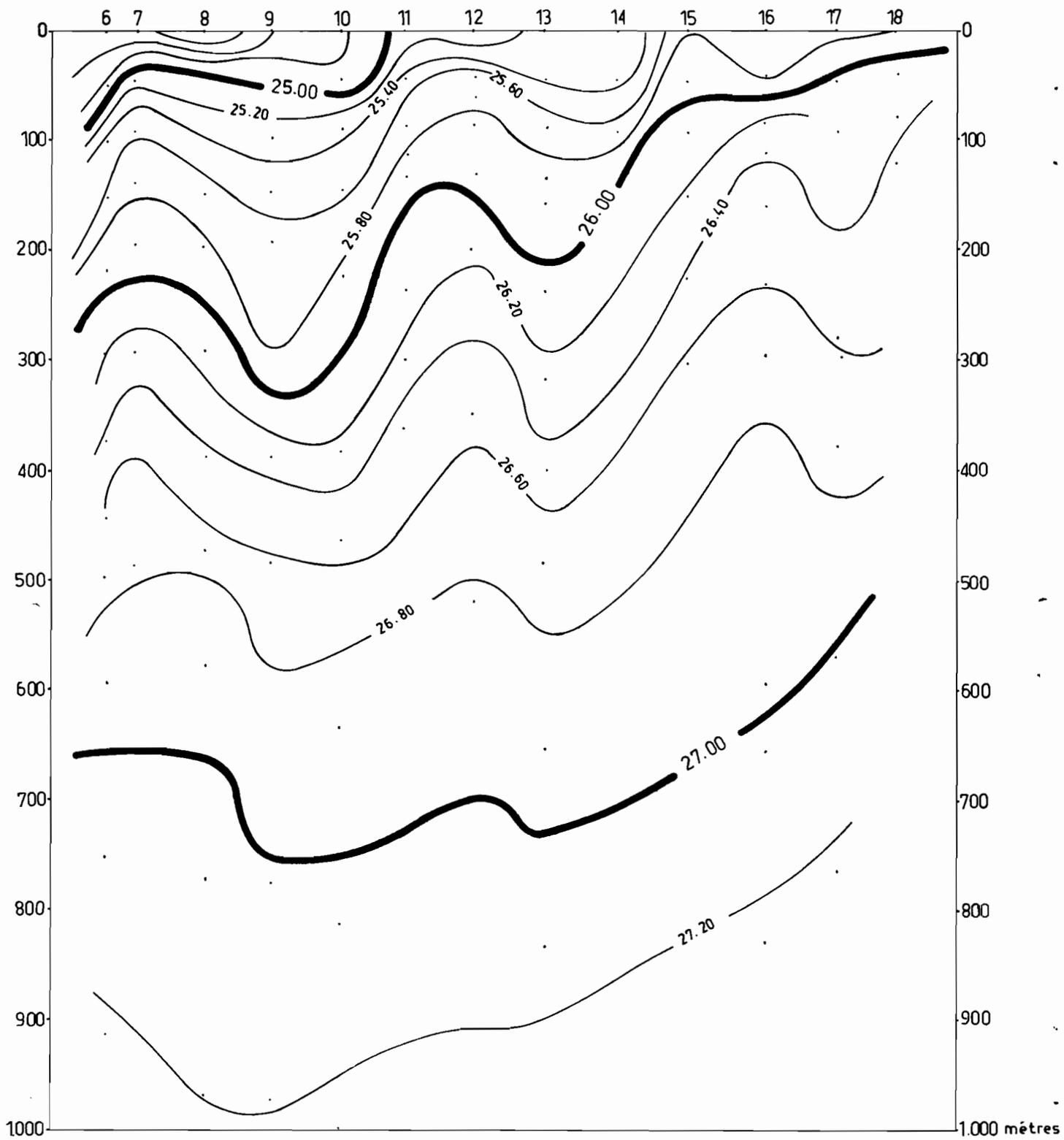


Fig. 20. — Distribution verticale de la densité le long de 172° E.

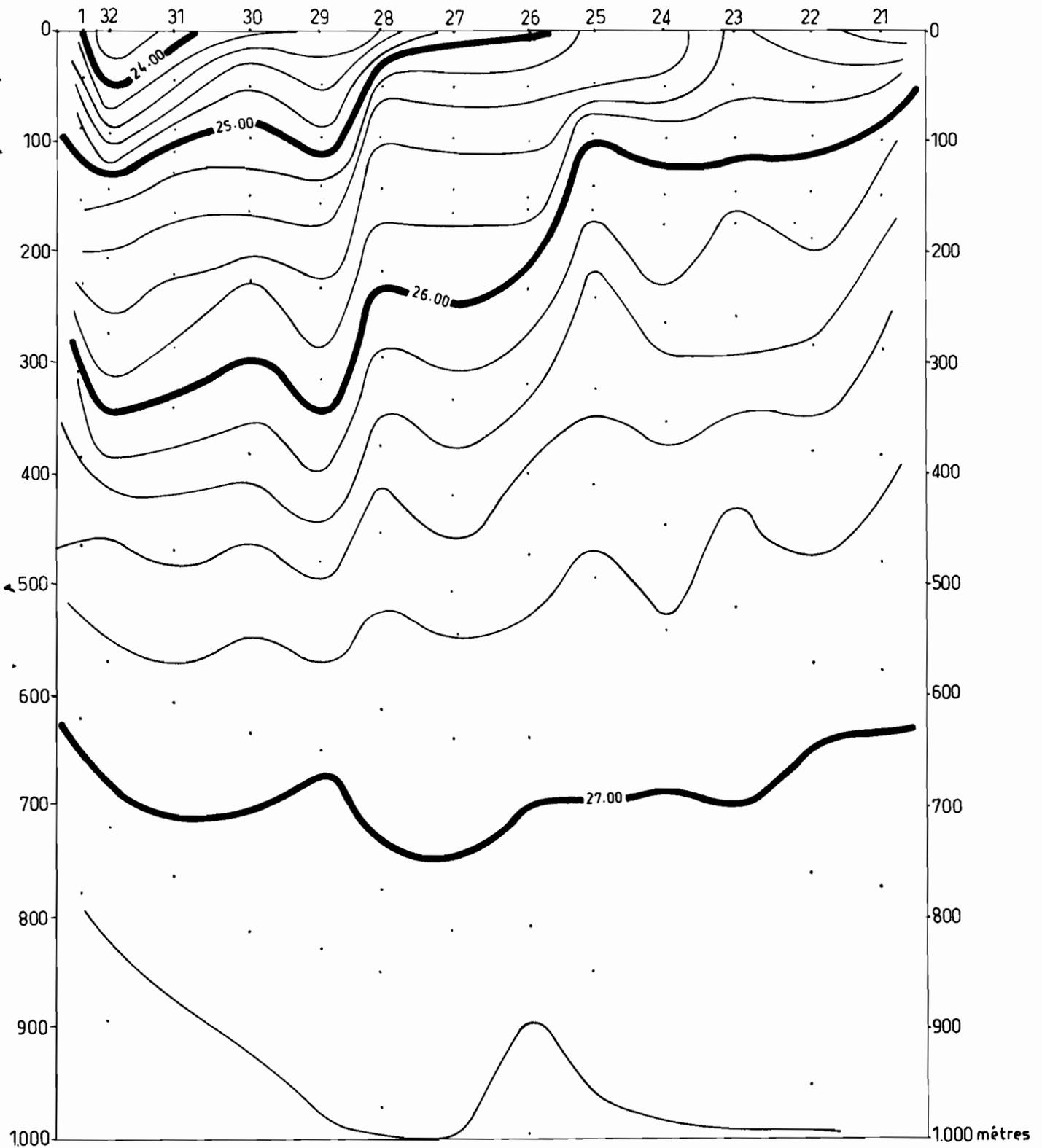


Fig. 21. — Distribution verticale de la densité le long de 167° E.

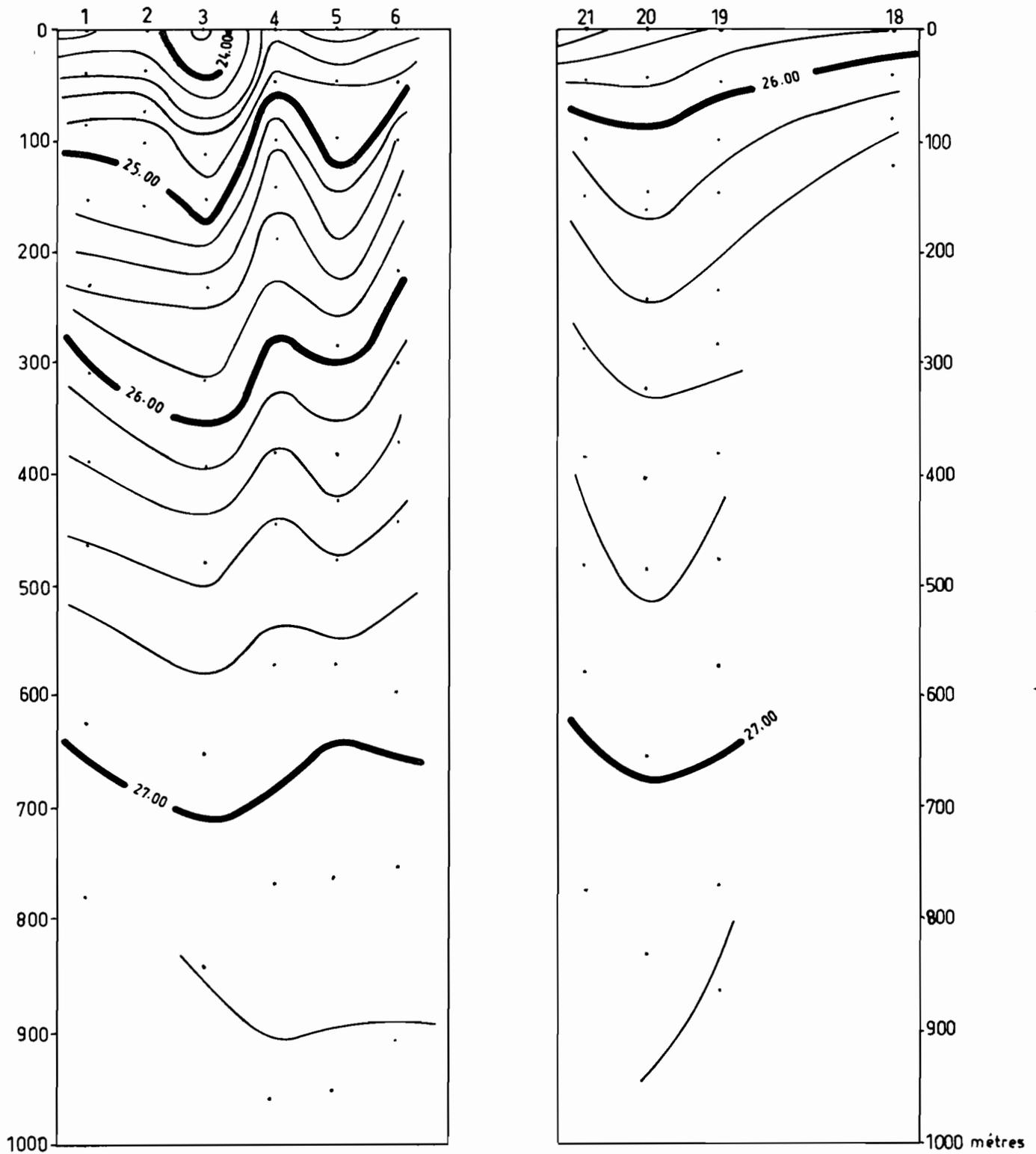


Fig. 22. — Distribution verticale de la densité le long de 23°30' S et de 35° S.

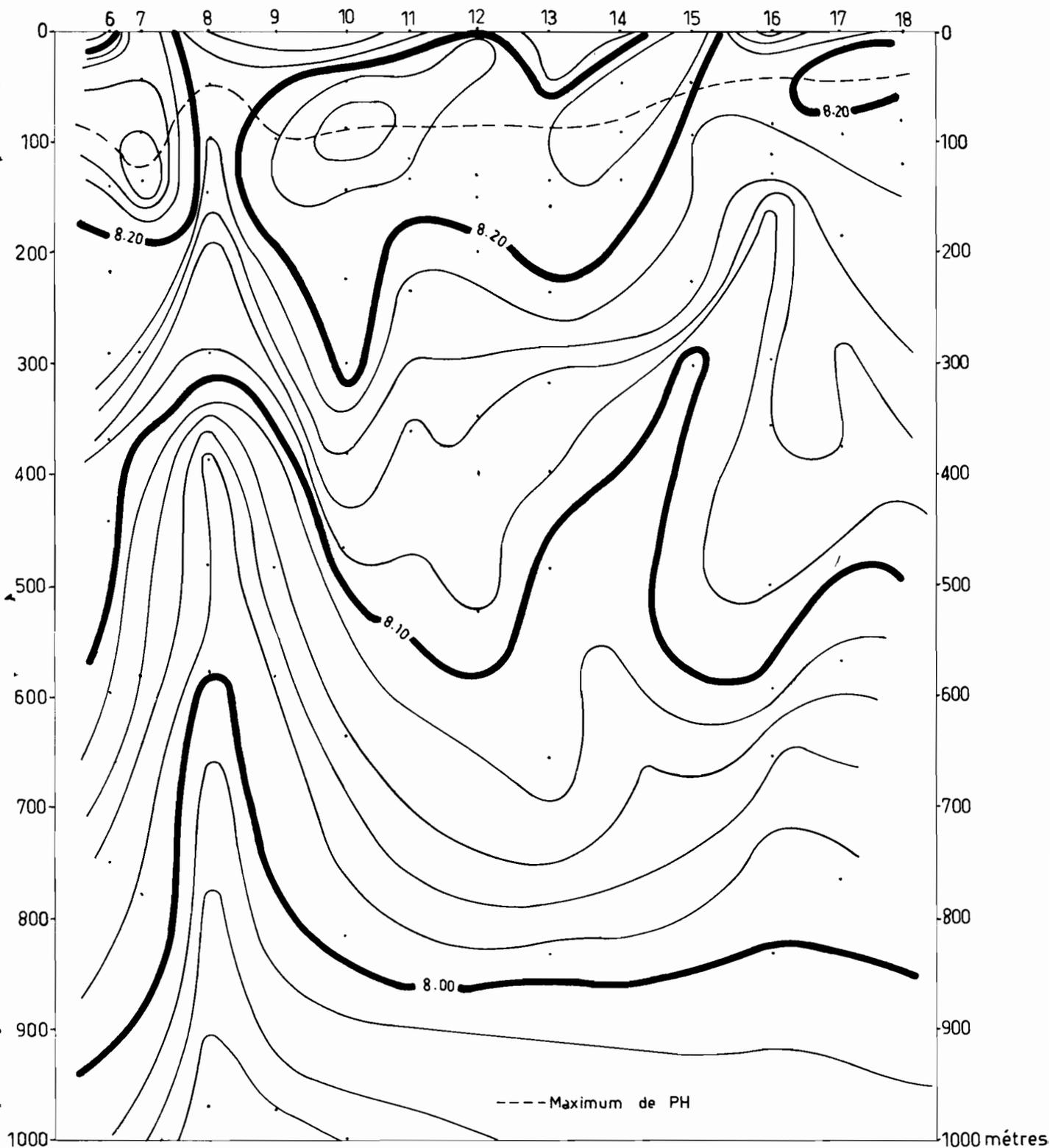


Fig. 23. - - Distribution verticale du PH le long de 172° E.

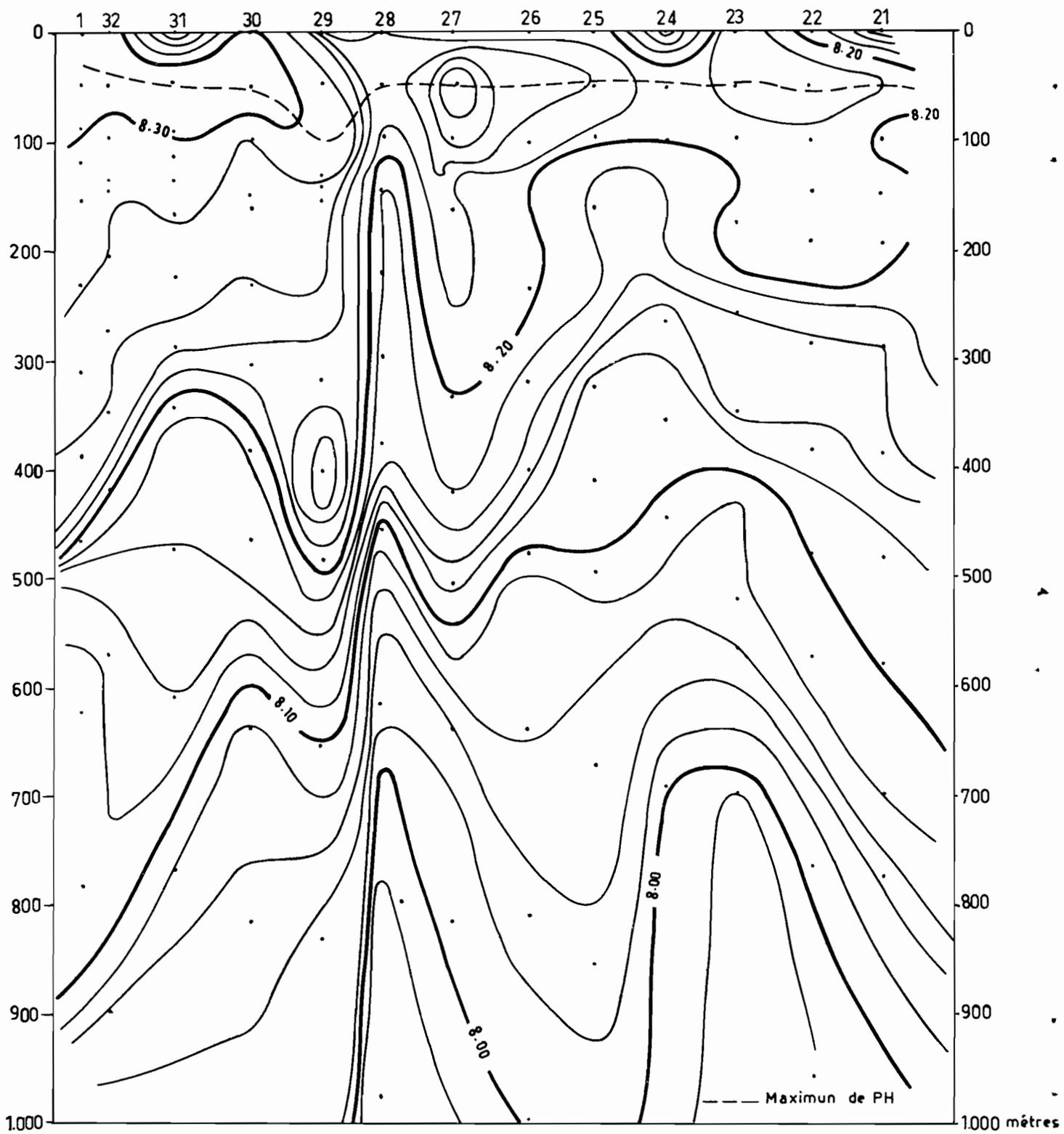


Fig. 24. — Distribution verticale du PH le long de 167° E.

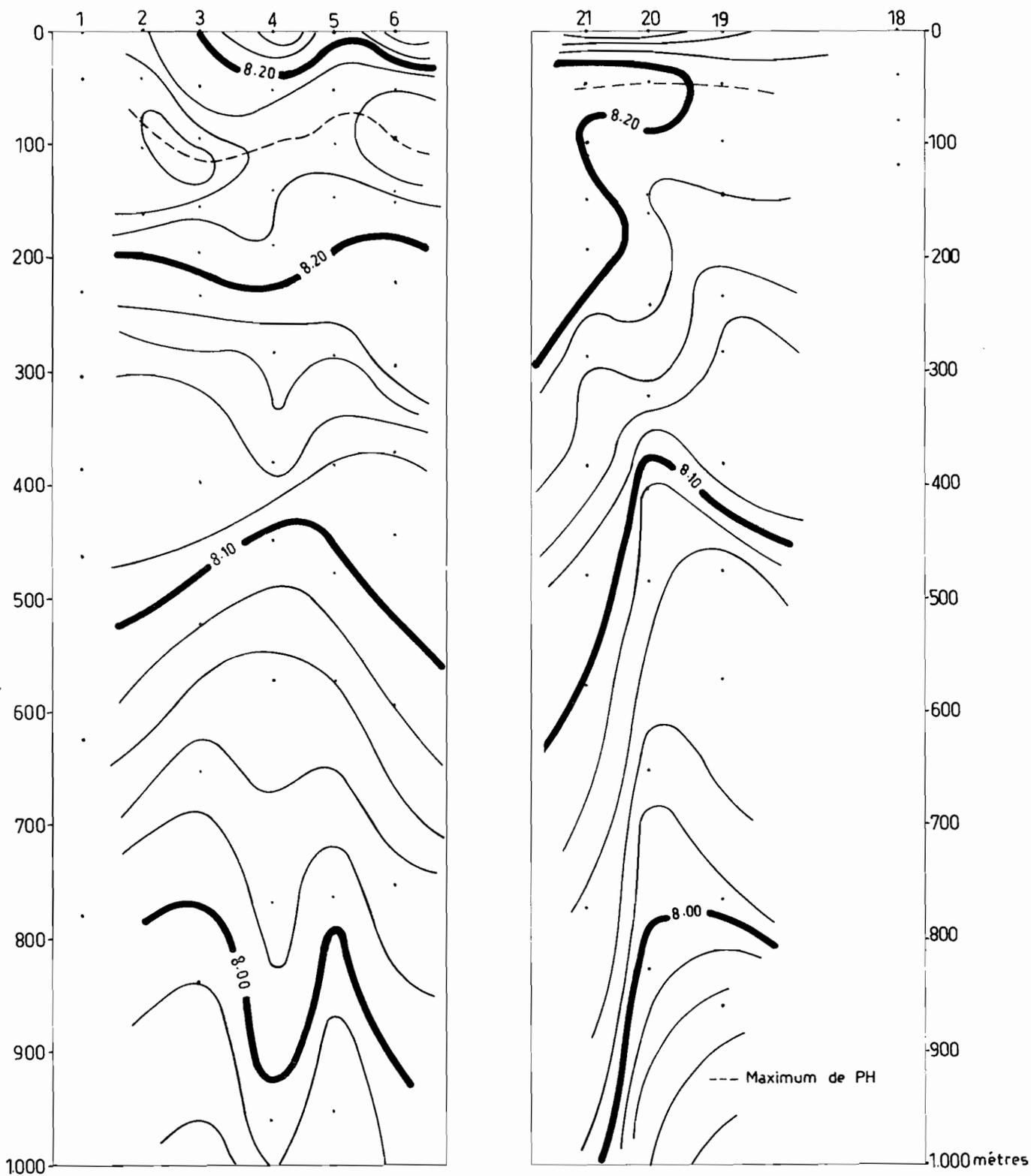


Fig. 25. — Distribution verticale du PH le long de 23°30' S et de 35° S.

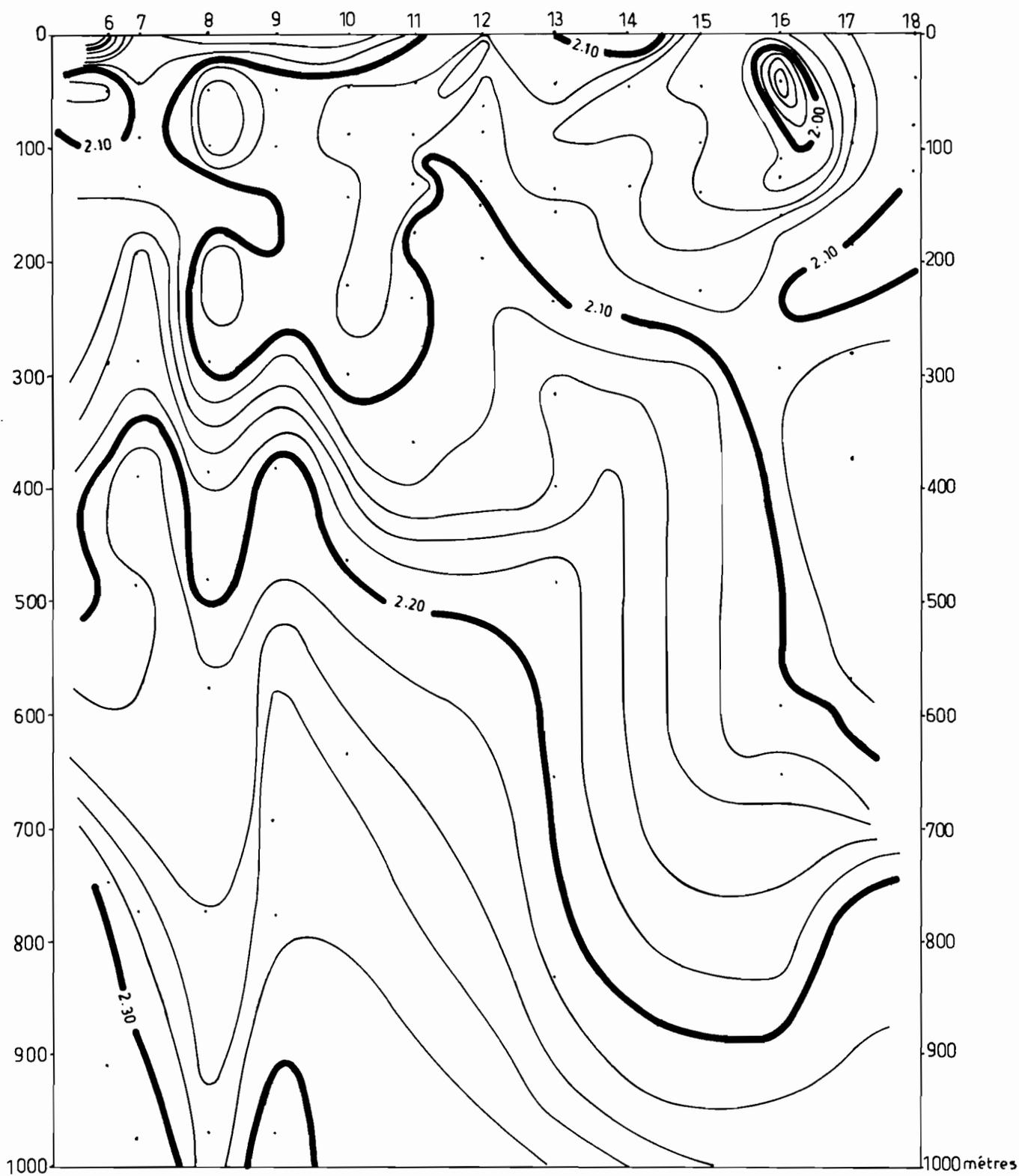
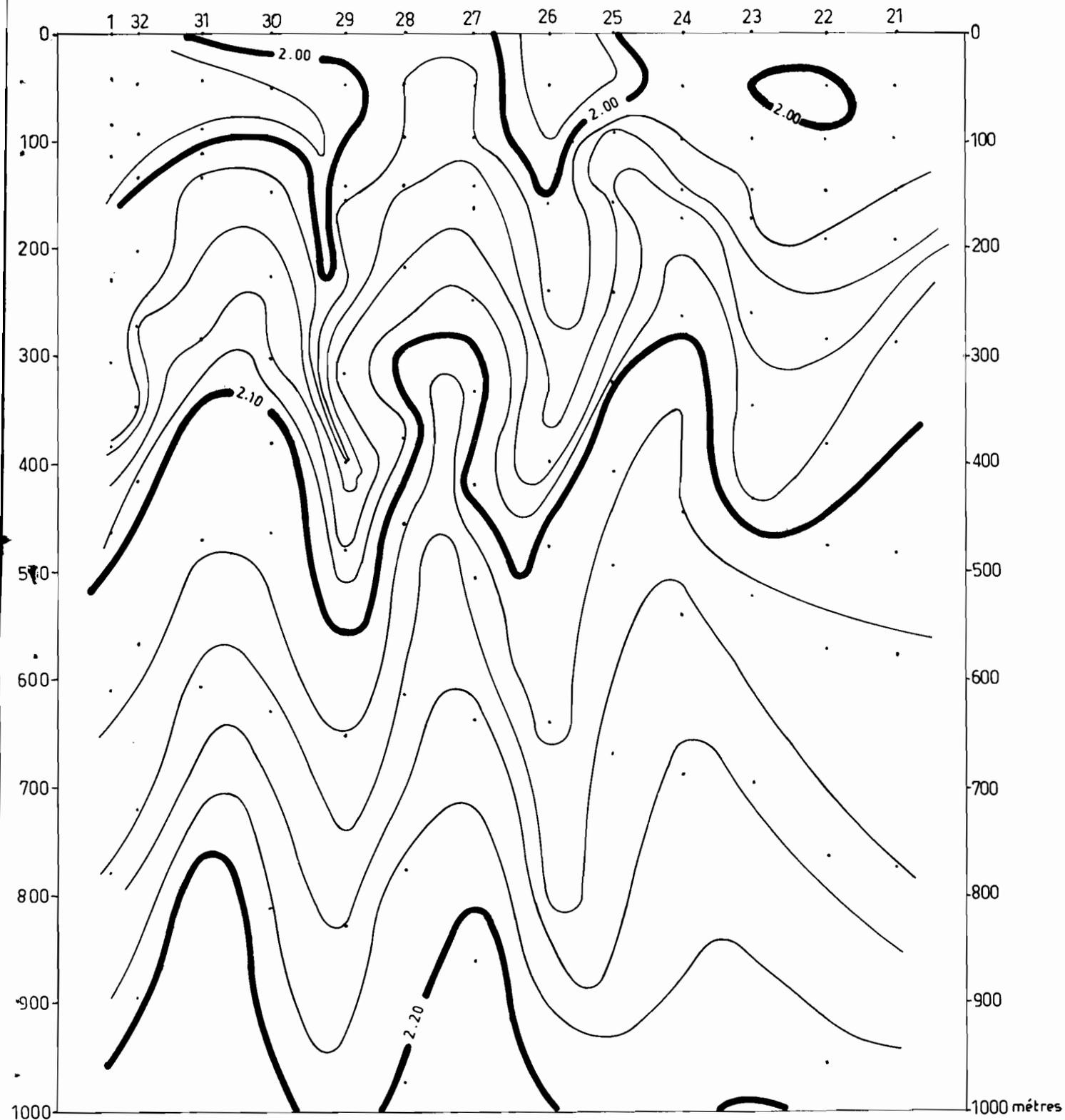


Fig. 26. — Distribution verticale du CO₂ total le long de 172° E.

Fig. 27. — Distribution verticale du CO₂ total le long de 167° E.

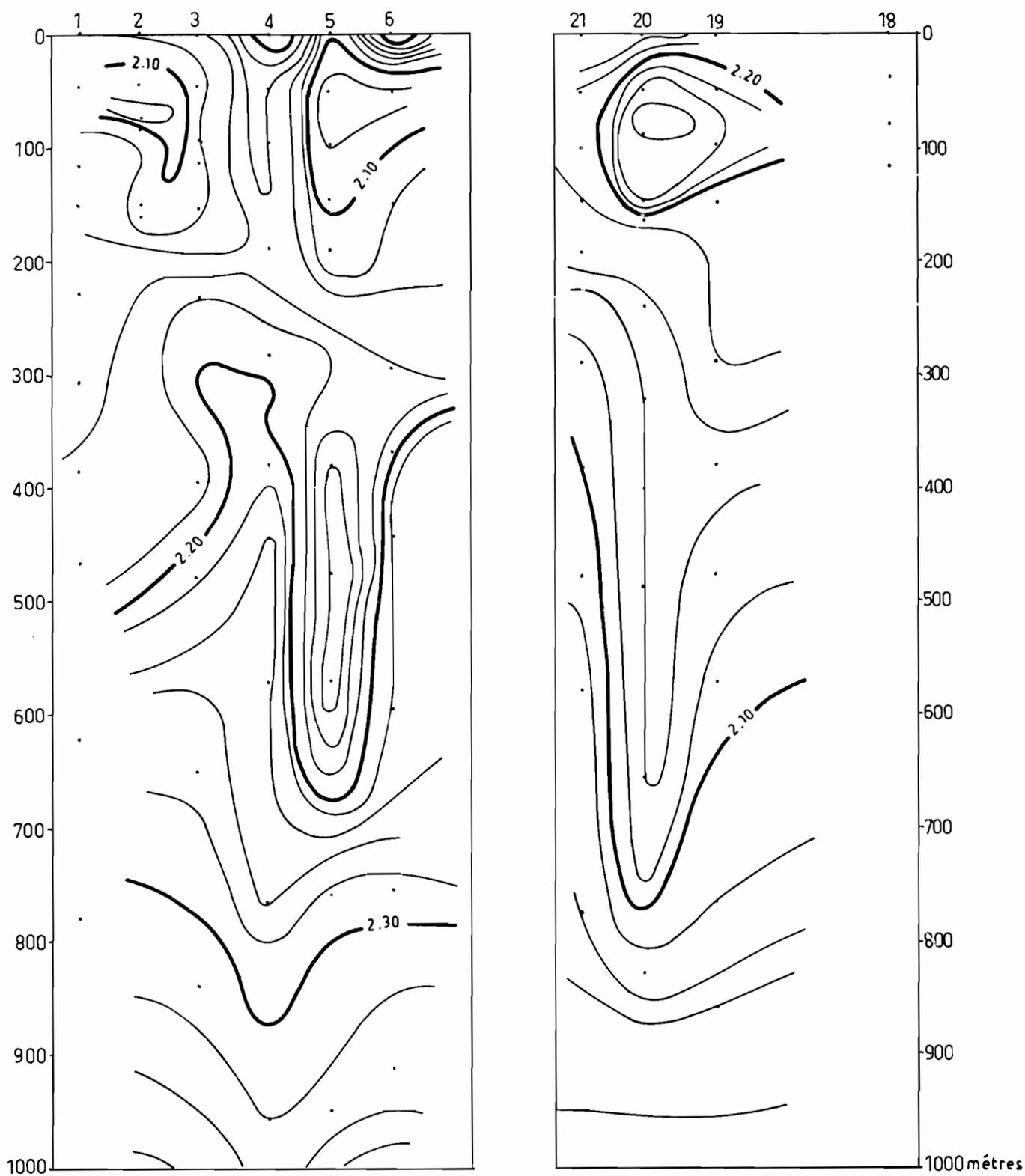


Fig. 28. — Distribution verticale du CO₂ total le long de 23°30' S et de 35° S.

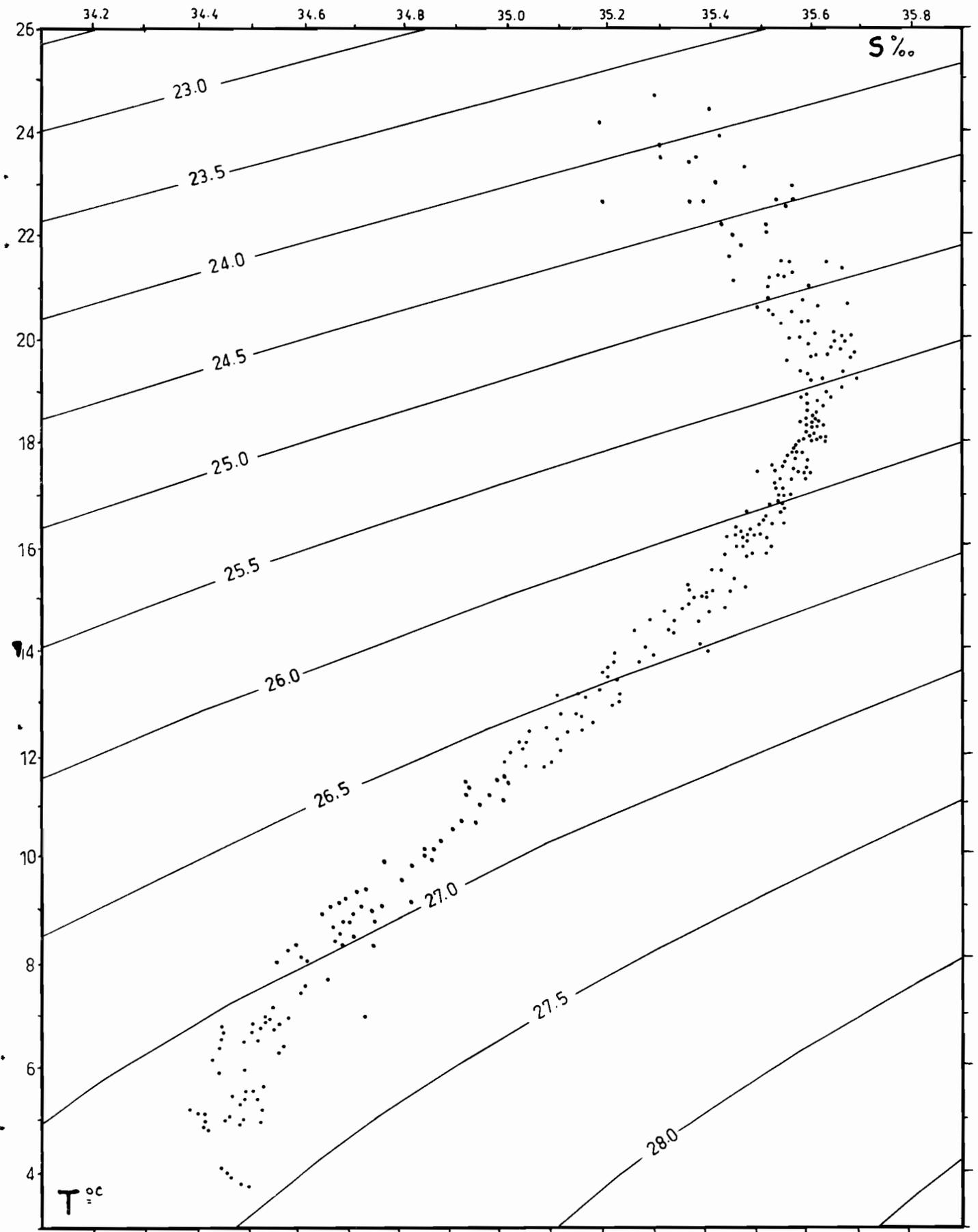


Fig. 29. — Diagramme T-S d'ensemble.

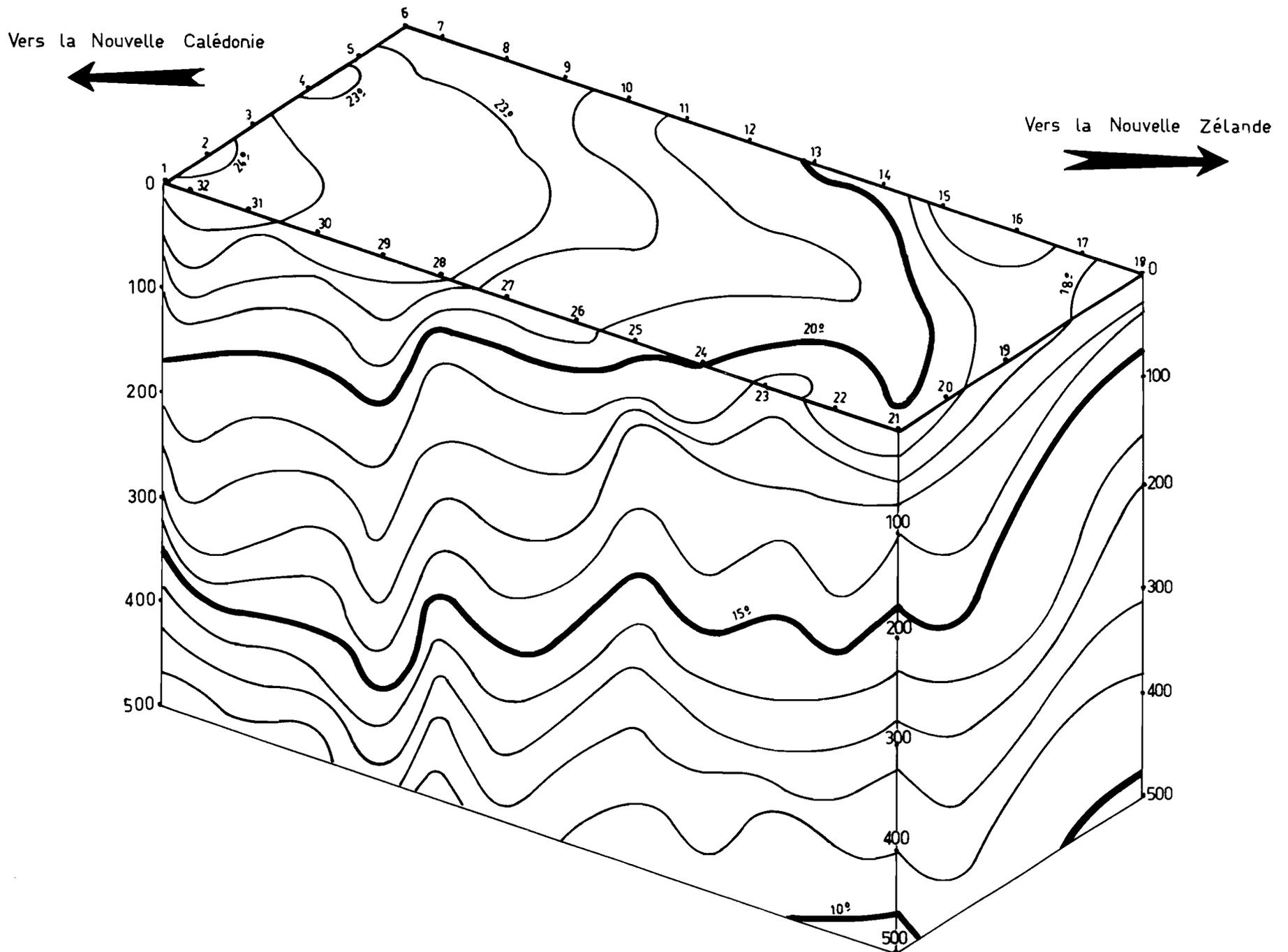


Fig. 30. — Bloc-diagramme des températures.

Vers la Nouvelle Calédonie

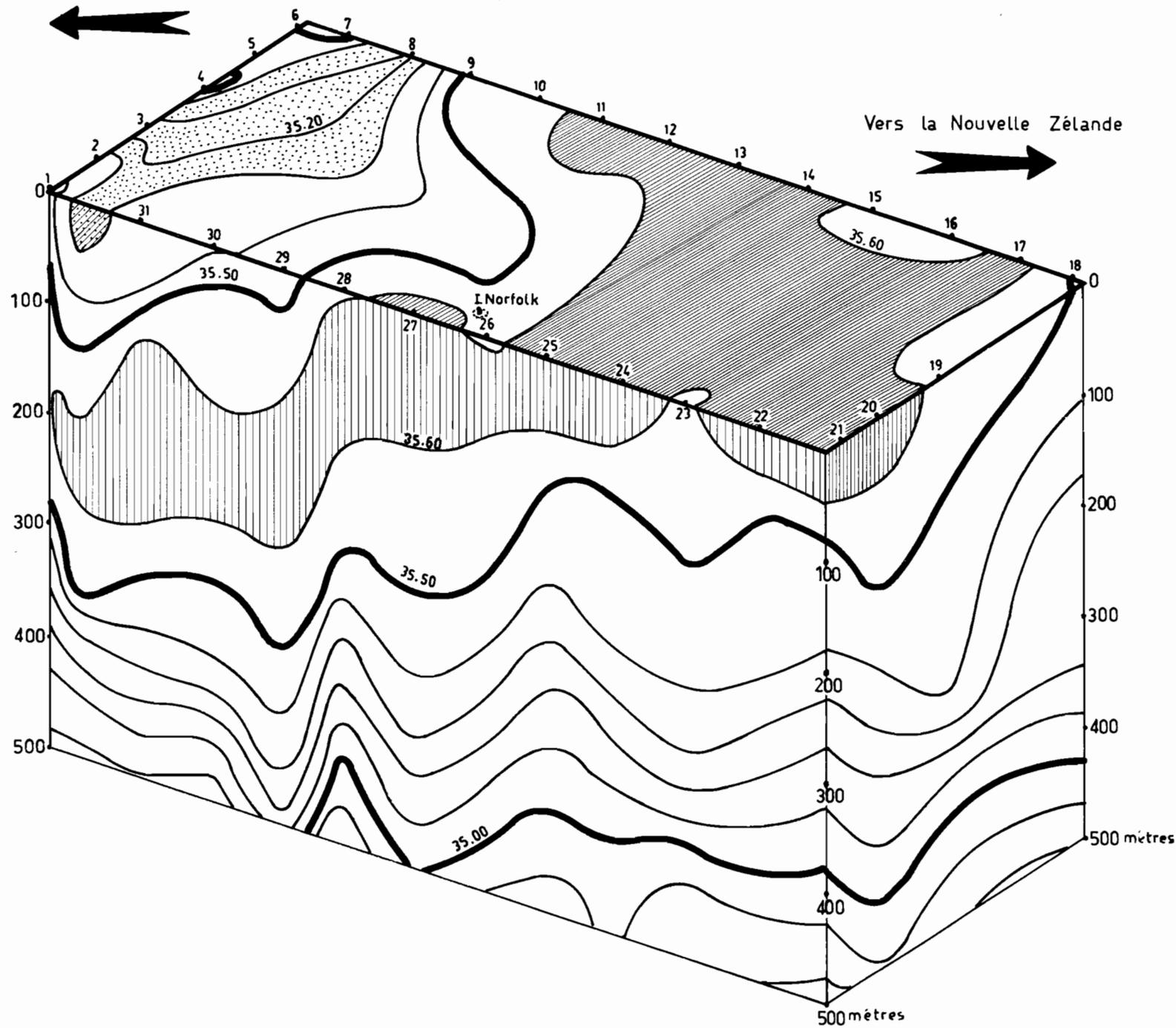


Fig. 31. — Bloc-diagramme des salinités.

BIBLIOGRAPHIE

- BROWN, N. L., HAMON, B. V., 1961. — An inductive salinometer. *Deep-Sea Res.*, 8, 9, pp. 65-75.
- DEFANI, A., 1941. — Die absolute Topographie des Meeresniveau und der Druckflächen, sowie die Wasser bewegungen im Atl. Ozean. « METEOR » Werk, Lief. Berlin, 6, 2, 5 p.
- DEFANT, A., 1961. — Physical oceanography. Pergamon Press, vol. 1, xvi+729 pp., fig.
- GARNER, D. M., 1958. — Nomenclature of water masses in the Tasman sea. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, 10, 1, pp. 1-6.
- HAMON, B. V., 1958. — Physics, dans « Australian documents prepared for the UNESCO conference on the oceanography of the Coral and Tasman seas ». C.S.I.R.O. Aust. Div. Fish. Oceanogr., Rep. n° 18, 96 p.
- LA FOND, E. C., 1951. — Processing oceanographic data. U.S. Navy H.O. Pub. 614, 114 p.
- ROCHFORD, D. J., 1959. — External water masses of the Tasman and Coral seas. C.S.I.R.O. Austr. Div. Fish. Oceanogr., *Tech. Pap.* n° 7, 28 p.
- ROTSCHI, H., 1958. — Résultats des observations scientifiques du « TIARE », croisière « BOUNTY », CLOEC, I.F.O., Rapp. Sc. n° 7, 20 p.
- ROTSCHI, H., 1960. — ORSOM III, Résultats de la croisière « CHOISEUL », Océanographie physique. ORSTOM, I.F.O., Rapp. Sc. n° 15, 58 p.
- ROTSCHI, H., 1962. — Sur les flux d'eau en Mer de Corail entre la Nouvelle-Calédonie et Norfolk. *C.R. Ac. Sc.*, t. 256, pp. 2461-2464.
- ROTSCHI, H., MAGNIER, Y., 1952. — Résultats des observations scientifiques de la « DUNKER-QUOISE ». Croisière « FRANCE ». *Cahiers ORSTOM-Océanographie*, n° 4, 67 p.
- ROTSCHI, H., MAGNIER, Y., 1964. — Résultats des observations scientifiques de la « DUNKER-QUOISE », Croisière « GUADALCANAL ». *Cahiers ORSTOM-Océanographie-II*, 1, pp. 49-154.
- SCHOTT, G., 1935. — Geographie des Indischen und Stillen Ozeans. Deutsche Seewarte, Hamburg, 413 p.
- STRICKLAND, J. D., PARSONS, T. R., 1965. — A manual of sea-water analysis. Fish. Res. Board Canada, Ottawa, Bull. n° 125, 203 p.
- WYRTKI, L., 1960. — The surface circulation in the Coral and Tasman seas. C.S.I.R.O. Aust. Div. Fish. Oceanogr., *Tech. pap.* n° 8, 44 p.
- WYRTKI, K., 1962. — The subsurface water masses in the Western South Pacific Ocean. *Austr. J. Mar. Freshw. Res.*, 13, 1, pp. 18-48.

LES LEPTOCÉPHALES DANS LE PACIFIQUE SUD-OUEST

par

P. H. J. CASTLE *

Résumé

Summary

I. Introduction

II. Partie systématique

A. Anguillidae, Congridae et alliés

B. Muraenidae et alliés

C. Discussion

III. Liste des stations et espèces

IV. Liste des espèces et stations

Bibliographie

RÉSUMÉ

Les récoltes de micronecton effectuées par le Laboratoire d'Océanographie du Centre O.R.S.T.O.M de Nouméa, dans l'Océan Pacifique sud-ouest de 1956 à 1962 comprennent environ 550 leptocéphales, dont 501 figurent sur la liste ci-jointe. Ces leptocéphales appartiennent à huit familles d'Apodes (Anguillidae, Congridae, Nemichthyidae, Serrivomeridae, Nellastomidae, Muraenidae, Ophichthidae et Moringuidae), 32 genres et 67 espèces. Les tailles des larves indiquent que les adultes de la plupart de ces espèces ont pondu autour de la Nouvelle-Calédonie.

* P. H. J. Castle, (M. Sc., Ph. D.) Department of Zoology, Victoria University of Wellington, P. O. Box 196, Wellington, New

SUMMARY

1. Micronekton collections made by the Laboratoire d'Océanographie du Centre O.R.S.T.O.M. de Nounéa, in the south west Pacific between 1956 and 1962 include about 550 leptocephali, of which 501 are reported here. These eel-larvae belong in eight families (Anguillidae, Congridae, Nemichthyidae, Serrivomeridae, Nellasomidae, Muraenidae, Ophichthidae and Moringuidae), 23 genera and 67 species. 50 larvae in the collection cannot yet be assigned to their families and are not considered in this report.

2. The majority of the leptocephali reported on here were collected by standard 1,0 m or 0,5 m plankton nets or by 3 fl or 5 fl Isaacs-Kidd midwater trawls in depths from the surface to 300 m from an area bounded by New Caledonia, Chesterfield Reefs, Salomon Islands and New Hebrides Islands (Figures 1 and 2).

3. The Centre O.R.S.T.O.M. collection contains only 12 larvae which belong in the Anguillidae, referable to five of the six species of *Anguilla* present in the south west Pacific. The number of anguillid larvae in the collection is small compared with the total number of 550. This scarcity may possibly be due to the depths at which trawling has taken place. The characters of the leptocephali of *Anguilla* are given in Figure 3. 1. There are insufficient specimens to give a precise location for the spawning areas for the various species but, taking into consideration the size of the larvae and the prevailing east-west trend of the current system in the area, it seems possible that the spawning area is between Fiji and Tahiti.

4. 196 leptocephali are congrid larvae belonging to 10 genera and 15 species: seven of the latter cannot as yet be referred to known congrid eels and are listed here under the generic name *Leptocephalus*. At the present time the Congridae is recognised to consist of two groups of genera. The first group, subfamily Anagoinae (whose essential features are illustrated in Figure 3. 2., 3. 3. and 3. 6) contains *Anago*, *Ariosoma*, *Alloconger* and *Chiloconger*. The second group, subfamily Congrinae (Figures 3. 2., 3. 4. and 3. 7.) contains *Conger*, *Gnathophis*, *Uroconger*, *Pseudoxenomystax* and several others. The present collection contains five species referable to the Anagoinae and 10 referable to the Congrinae. The numbers and sizes of larvae of the various species of congrids indicate that at least a third of these species must be relatively common as adults in the New Caledonia area.

5. The 106 nemichthyid larvae (Figures 4. 1, 4. 2, 4. 3, 4. 4.) are referred to two genera and two or three species. Larvae of *Nemichthys scolopaceus* in the collection range in length from 16,5 mm to 375 mm suggesting that this species probably spawns around New Caledonia.

6. The 57 serrivomerid larvae (Figure 4. 5) belong to two genera and three or four species. Size ranges of the larvae of these species suggest that spawning of their adults takes place in the New Caledonia area.

7. The muraenid leptocephali (Figures 5. 1, 5. 2, 5. 3) number some 94 specimens belonging to 7 genera and 21 species. The 24 Ophichthid leptocephali (Figures 5. 4., 5. 5., 5. 6) belong to 8 genera and 15 species. Leptocephali of one genus of moringuids (*Moringua*) are present in the collection.

8. The abundance of members of the Muraenidae, Ophichthidae and Moringuidae as individuals and as species in collections made in such areas is no doubt closely related to the ideal conditions afforded by the nature of coral reefs (muraenids) and coral sand (ophichthids and moringuids). The identification of leptocephali arising from such a multitude of species is a difficult task. The spawning in these families occurs close to the area of adult distribution. This is in contrast to eels of the Anguillidae and Congridae which are known to spawn in oceanic areas. The lack of very small larvae in the present collection may be the result either of the spawning of the adults and growth of the young larvae close in to the reefs where trawling was not commonly undertaken or of the possibility that the very early life of larvae of these families may be spent in depths greater than the 300 m limit of trawling.

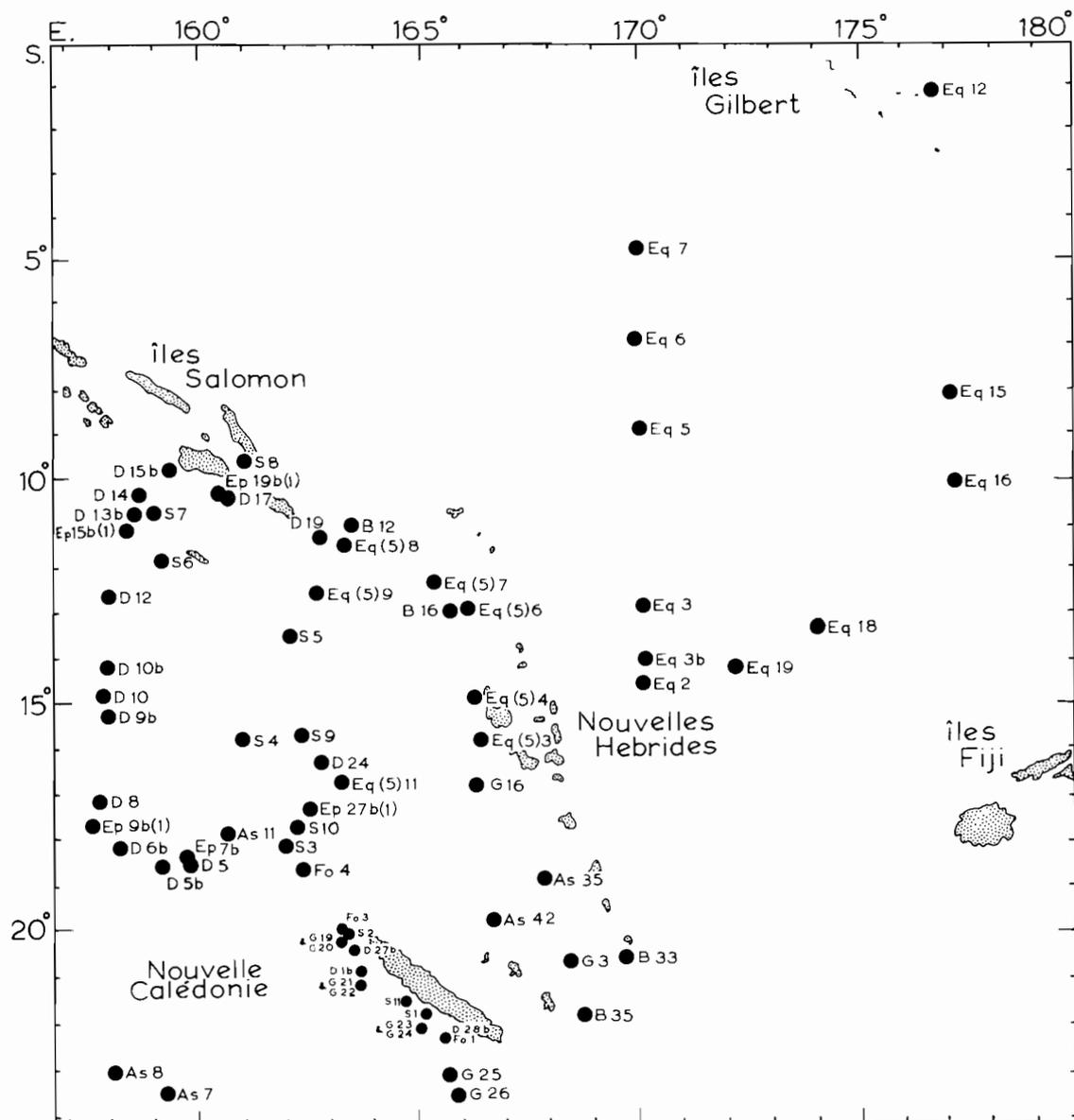
I. INTRODUCTION

Les collections effectuées par l'*Orsom III* (l'ex-navire de recherches du Laboratoire d'Océanographie du Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa) dans le Pacifique sud-ouest depuis 1956 comprennent, parmi les larves de poissons, un grand nombre de leptocéphales, soit environ 550 spécimens. Grâce à la générosité de M. Michel Legand de cet institut, ces larves apodes ont été prêtées à l'auteur pour examens. L'étude de cette collection traite des leptocéphales des familles Anguillidae, Congridae, Nemichthyidae, Serrivomeridae, Nettastomidae, Muraenidae, Ophichthidae et Moringuidae. La morphologie et la distribution des diverses espèces portées sur la liste ci-dessous sont décrites et illustrées par l'auteur (Castle, 1963 *et sequ.*). On peut se référer à ces publications pour une étude systématique plus approfondie de ces larves et de leurs familles. Les 50 autres larves de cette collection ne peuvent être rattachées à leurs familles et ne sont pas mentionnées dans ce compte rendu.

La collection du Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa contient seulement 12 larves d'Anguillidae, identifiées à 5 des 6 espèces d'*Anguilla* présentes dans le Pacifique sud-ouest. 196 larves sont des larves de congres appartenant à 10 genres et 15 espèces ; 7 de ces dernières ne peuvent pas encore être identifiées à des larves de congres et sont portées sur la liste ci-dessous sous le nom générique de *Leptocephalus*, ce qui se fait généralement pour les leptocéphales dont les adultes sont inconnus. Les nombres et tailles des larves des diverses espèces de cette famille indiquent qu'au moins un tiers de ces espèces doivent être relativement communes à l'état adulte dans la région de la Nouvelle Calédonie, bien que dans certains cas on sache que ces adultes ne représentent pas une part considérable de la faune marine de cette région. Les 106 larves de Nemichthyidae s'identifient à 2 genres et 2 ou 3 espèces (*L. Nemichthys scolopaceus* : 94 spécimens ; *L. Borodinula infans* ou *L. Borodinula gilli* : 12 spécimens). Les 57 larves des Serrivomeridae appartiennent à 2 genres et 3 ou 4 espèces : toutes sont connues pour être des espèces caractéristiques des eaux profondes de cette région. Seule la larve de Nettastomidae est identifiée à *Nettastoma melanurum*. Les 94 larves de Muraenidae sont ici facilement reconnaissables par leur différence de pigmentation : elles sont groupées en 7 genres. Bien que les nombres de myomères indiquent la présence de 21 espèces dans ces 7 genres, les nombreuses espèces de murènes de l'Indo-Pacifique ne sont généralement pas identifiées par comptage du nombre de leurs vertèbres (une des caractéristiques les plus importantes des espèces d'anguilles). C'est pourquoi l'identification définitive de ces espèces ne peut être faite pour le moment. Il y a 24 larves de la famille des Ophichthidae se rattachant à 8 genres et 15 espèces ; comme pour les murènes, le manque de connaissance sur le nombre de vertèbres chez les adultes est une barrière à l'identification précise des larves de ces espèces. Les 11 larves de la famille des Moringuidae sont identifiées à *Moringua macrochir* et 2 autres espèces de ce genre.

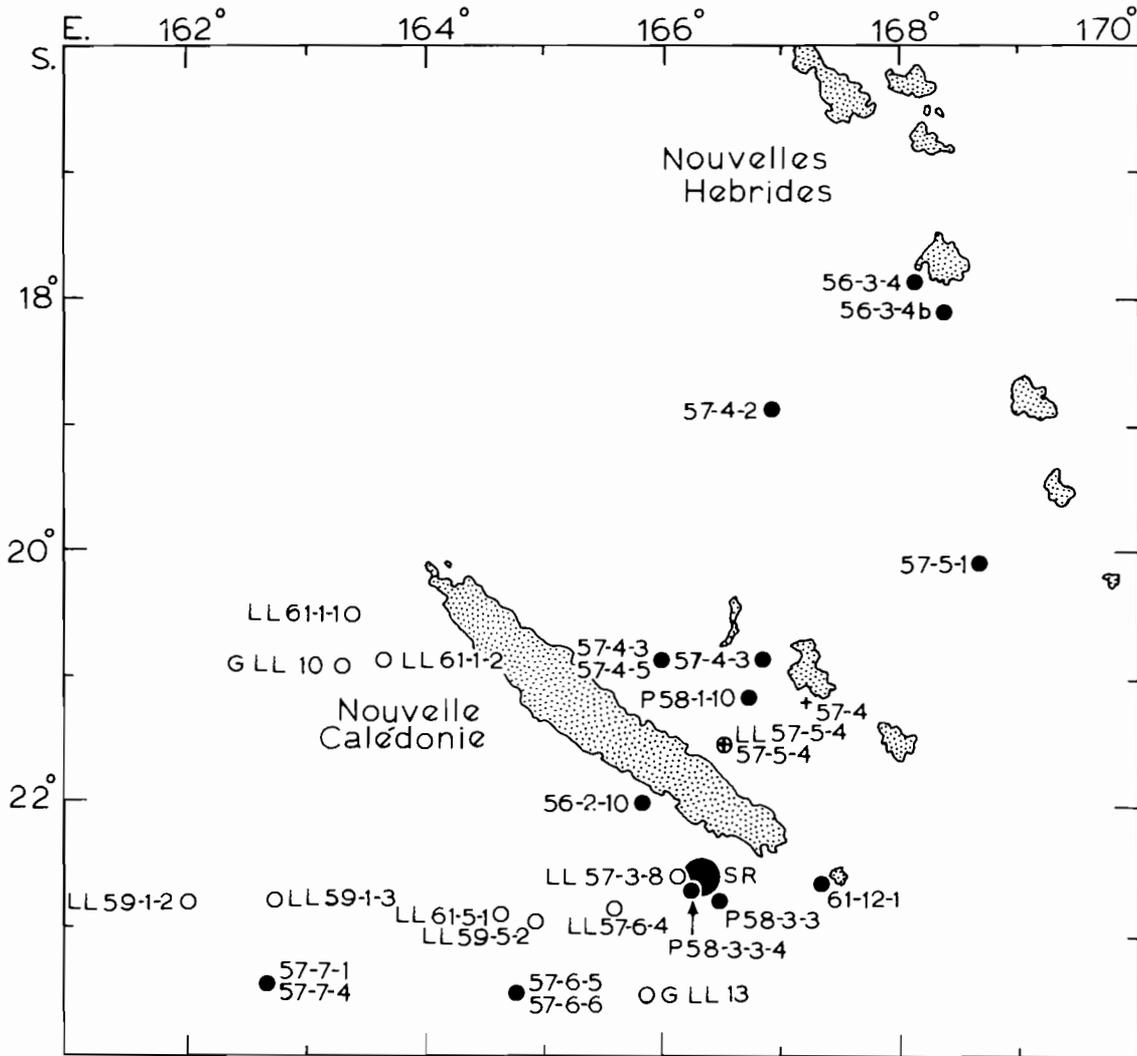
Des larves à tous stades de croissance sont représentées dans la présente collection bien qu'il n'y ait généralement que peu de très petites larves et peu de formes métamorphiques. Cependant, il y a un nombre suffisant de petites larves d'au moins 3 ou 4 espèces pour indiquer que les adultes de ces espèces pondent dans les eaux environnant la Nouvelle Calédonie. Les tailles des larves précisent également que la vie à l'état de larve chez les Congridae excède une année et que chez les Muraenidae et les Ophichthidae elle dure de 6 mois à 1 an. Les leptocéphales de la famille des Moringuidae ont probablement une brève vie larvaire d'environ 6 mois.

La majorité des leptocéphales reportés ici ont été recueillis à l'aide de filets classiques à plancton de 1 mètre ou $\frac{1}{2}$ mètre de diamètre ou avec les chaluts pélagiques d'Isaacs-Kidd de 3 ou 5 pieds, à des profondeurs variables atteignant parfois 300 mètres, dans une région limitée par la Nouvelle Calédonie, les récifs des Chesterfields, des Iles Salomon et des Nouvelles Hébrides. Les meilleurs traits furent réalisés avec un chalut Isaacs-Kidd 5 pieds, qui pêcha à plusieurs occasions, près de 20 larves en peu de temps. La prise moyenne avec les plus petits filets était d'environ 5 larves. Quelques rares spécimens proviennent des estomacs de skipjack, yellowfin,



"Equapac" - Eq	"Epi" - Ep
"Astrolabe" - As	"Foa" - Fo
"Boussole" - B	"Germon" - G
"Dillon" - D	"Stomias" - S

Fig. 1. - - Carte des stations micronecton effectuées au cours des 8 principales croisières de l'ORSOM III dans le sud-ouest Pacifique de 1956 à 1962 et pendant lesquelles des leptocephales furent collectés



- SR Station de Référence
(près de la passe Bulari)
- Petites croisières diverses
- Longue-ligne japonaise
- + Traine

Fig. 2. — Carte des stations effectuées au cours de petites sorties autour de la Nouvelle-Calédonie de 1956 à 1962 et pendant lesquelles des leptocéphales furent collectés.

marlin rayé et *Alepisaurus ferox* pêchés à la traîne ou à la longue ligne japonaise près de la Nouvelle Calédonie.

Les 500 larves furent recueillies par le Laboratoire d'Océanographie du Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa entre 1956 et 1962 au cours de 34 stations biologiques (comme l'indiquent les cartes 1 et 2) entre 1°N. et 25°S. et entre 157°E. et 178°E., c'est-à-dire, dans une région comprenant la moitié sud des Iles Gilbert, les Iles Ellice, les Nouvelles Hébrides, les Iles Salomon, les Loyauté et la Nouvelle Calédonie jusqu'aux récifs des Chesterfield (entre la Nouvelle Calédonie et la côte du Queensland). Ces collectes furent effectuées dans le cadre du programme de recherche océanographique de l'O.R.S.T.O.M. dans le Pacifique sud-ouest. Ce programme commença essentiellement en 1956 avec la contribution de l'IFO à l'opération internationale « *Equapac* » dans le Pacifique Central et à laquelle les U.S.A. et le Japon contribuèrent. Utilisant leur vaisseau de recherche « *Orsom III* » les océanographes français étudièrent les eaux comprises entre 170°E., 177°E., 1°N. et 15°S., ainsi que la zone rectangulaire au nord de la Nouvelle Calédonie. En 1957 une série de stations zooplancton et longue ligne furent effectuées à environ 250 milles au sud de la Nouvelle Calédonie. Le programme se poursuivit en 1958 avec 2 longues croisières : « *Astrolabe* » (Figure 1 : As) entre la Nouvelle Calédonie, les Nouvelles Hébrides et les Iles Salomon et à l'ouest jusqu'à environ 600 milles de la Nouvelle Calédonie et « *Boussole* » (Figure 1 : B) qui couvrit presque la même région. En 1960, on compte également 2 croisières du même type : « *Dillon* » (Figure 1 : D) des récifs des Chesterfield aux Iles Salomon et au nord de la Nouvelle Calédonie et « *Epi* » (Figure 1 : Ep) dans la même région. Également, un petit nombre de stations furent faites lors des coups de longue ligne près de la côte ouest de la Nouvelle Calédonie et près des Nouvelles Hébrides de 1959 à 1961 (Figure 2). Le programme continua de 1961 à 1962 avec une série de stations entre la Nouvelle Calédonie et les Iles Salomon et près de Nouméa lors des croisières « *Foa* », « *Germon* » et « *Stomias* » (Figure 1 : Fo, G et S respectivement).

Je veux ici exprimer mes remerciements les plus sincères à M. Michel Legand, du Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa, pour avoir facilité mes études sur les leptocéphales qui sont mentionnés dans ce rapport ainsi que pour ses commentaires si utiles sur ce manuscrit.

II. PARTIE SYSTÉMATIQUE

A — *Anguillidae, Congridae* et alliés.

ANGUILLIDAE.

Six espèces d'*Anguilla* sont connues dans le sud-ouest Pacifique. Quatre d'entre elles ont de longues nageoires dorsales dont la naissance dépasse de beaucoup vers l'avant l'origine anale. Ce sont : *A. megastoma* Kaup avec en moyenne 112 vertèbres ; *A. marmorata* Quoy et Gaimard environ 106 ; *A. reinhardti* Steindachner environ 108 et *A. dieffenbachi* Gray avec 113 vertèbres. Les 2 autres espèces ont de courtes nageoires dorsales prenant naissance légèrement en avant de l'anale. Ce sont : *A. australis* Richardson avec 112 vertèbres et *A. obscura* Gunther avec environ 104 vertèbres. Il est possible de se référer à Ege (1939) pour de plus amples renseignements sur ces 6 espèces.

Avant les travaux du Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa, seulement 4 larves d'*Anguilla* avaient été recueillies dans cette région. Toutes avaient été ramassées par la « Dana » Expédition 1928-29 (voir Jespersen, 1942, pages 13-15). Les 11 larves de la présente collection viennent donc contribuer de façon significative à l'étude de ces espèces d'*Anguilla*. Néanmoins, il est intéressant de noter que le nombre de larves d'anguilles de la collection est petit comparé au nombre total de 550 alors que les larves d'anguilles sont si nombreuses dans les collections récoltées près de Sumatra et des autres régions de l'ouest aux basses latitudes. Le navire « Dana » avait récolté environ 1500 larves d'anguilles dans tout l'Indo-Pacifique dont 4 seulement dans la région de la Nouvelle Calédonie. Les spécimens présents furent recueillis au cours des divers mois de l'année. Selon les hypothèses de Jespersen, qui ne peuvent être retenues, la rareté des

larves d'anguilles dans cette région aurait pour cause l'époque de prélèvement. En fait elle est probablement liée à la profondeur des traits.

A l'exception d'*Anguilla dieffenbachi*, dont la forme larvaire est encore inconnue, toutes les espèces du sud-ouest Pacifique sont représentées dans cette collection. Les leptocéphales d'*Anguilla* ont les caractéristiques suivantes (voir Figure 3. 1.) : corps allongé de forme ovale, se terminant progressivement en pointe et atteignant environ 50 mm juste avant le début de la métamorphose ; hauteur environ $1/5^e$ de la longueur totale ; nageoire pectorale présente ; mâchoire supérieure arrivant jusqu'à la moitié inférieure de la pupille ; intestin rectiligne, non enflé ou festonné ; vaisseaux sanguins principaux perpendiculaires à l'axe du corps (« major vertical blood-vessels »)

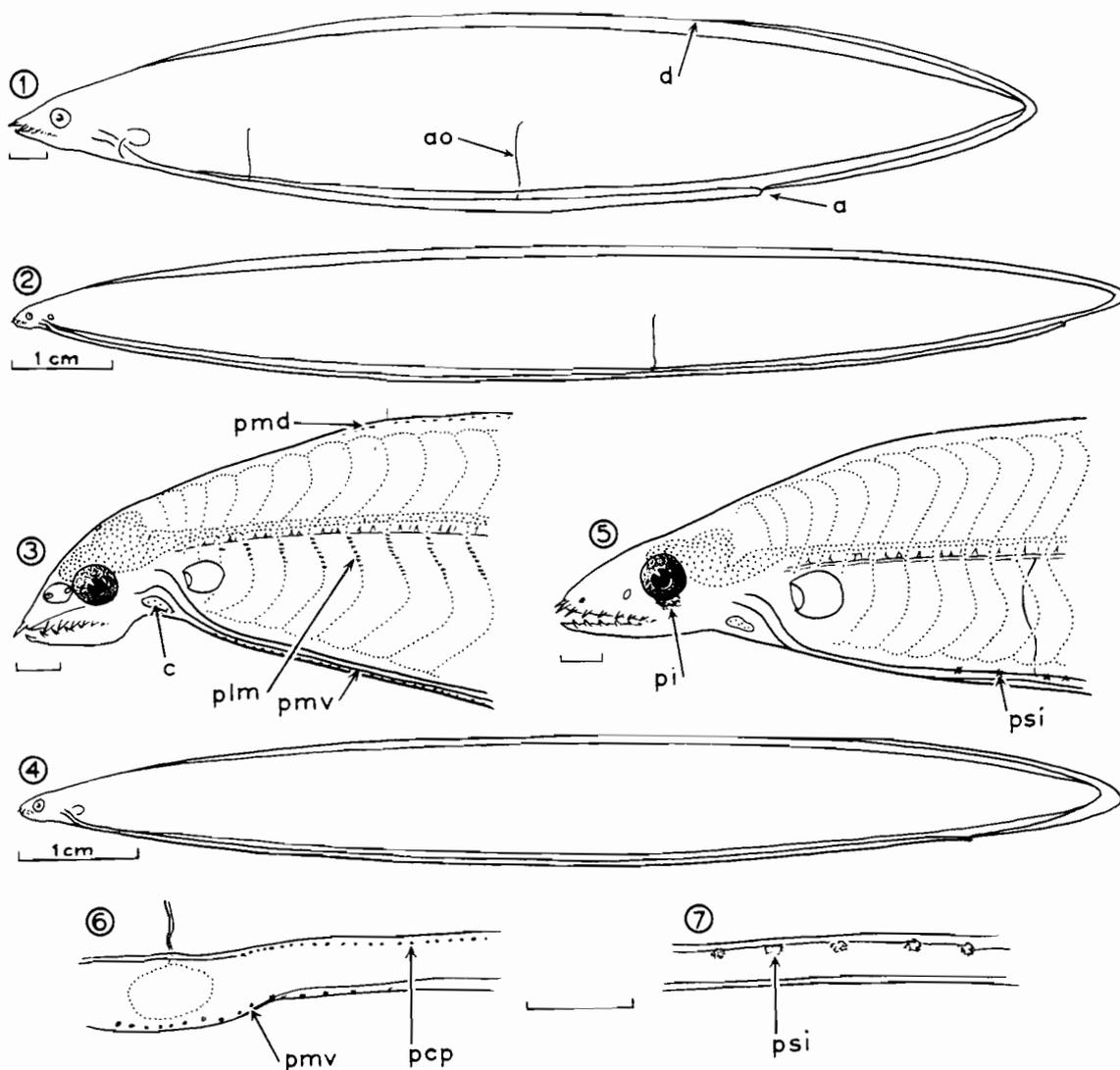


Fig. 3. — Morphologie caractéristique de différents leptocéphales. Fig. 3.1. — Anguillidae (ex : *Anguilla*) ; Fig. 3.2, 3.3. — Congridae, sous-famille des Anagoinae (ex : *Ariosoma*) ; Fig. 3.4, 3.5. — Congridae, sous-famille des Congrinae (ex : *Gnathopis*) ; Fig. 3.6. — pigmentation le long de l'intestin chez les larves d'Anagoinae ; Fig. 3.7. — pigmentation le long de l'intestin chez les larves de Congrinae. Les échelles correspondent à 1 mm sauf indication.

Abréviations : a — anus, ao — artère opisthonephrétique, c — cœur, d — origine de la nageoire dorsale, pcp — pigmentation le long des canaux pronephrétiques, pi — pigmentation, au-dessous de l'iris, plm — pigmentation latérale sur les myoseptes, pmd — pigmentation médiane en avant de l'origine de la nageoire dorsale, pmv — pigmentation médiane en avant de la vésicule biliaire, psi — pigmentation somatique le long de l'intestin.

habituellement au niveau des myotomes 17, 40, 45 (artère opisthonéphrétique) ; anus distant du bout de la caudale d'au moins 30 myotomes avant la métamorphose ; on dénombre environ 70 ± 40 myotomes avec un nombre total de 100 à 120 pour toutes les espèces ; seule la choroïde de l'œil est pigmentée, mais de très petits spécimens ont quelques points noirs sur le bout de la caudale. Les leptocéphales des différentes espèces se distinguent par des variations dans le nombre des vertèbres, dans la distance entre les naissances des nageoires dorsales et anales, qui varie selon que les espèces ont de « longues nageoires » ou de « courtes nageoires », et dans la disposition segmentaire des vaisseaux sanguins viscéraux. J'ai déjà donné dans un précédent ouvrage (Castle, 1963 a) une clef des diverses espèces d'*Anguilla* (formes larvaires) du sud-ouest Pacifique.

Les plus petites larves d'anguilles de cette collection mesurent 23,7 mm de long, les plus longues 49,6 mm, alors que la série complète des larves d'*Anguilla* comprend des individus de 5 à 50 mm. Les spécimens sont en nombre insuffisants pour localiser avec précision les régions de ponte pour ces diverses espèces, mais il peut être intéressant de savoir que les plus petites larves ont été recueillies plus vers l'est que les plus grandes. Étant donné la direction prédominante des courants dans cette zone, il semble possible que la région de ponte se situe bien à l'est de la Nouvelle Calédonie entre les Fidji et Tahiti. Ces larves, collectées à des profondeurs d'environ 100-200 m où les températures étaient au moins de 20°C et la salinité de 35 ‰, se trouvaient donc placées dans des conditions similaires à celles trouvées dans les régions de ponte où des larves ont été identifiées aux espèces d'*Anguilla* de l'Océan Atlantique.

CONGRIDAE.

Les congrus du Pacifique sud-ouest, et particulièrement les espèces qui habitent des eaux profondes, sont mal connus du point de vue systématique. Actuellement, on admet que les Congridae appartiennent à 2 sous-familles qui sont à première vue semblables chez les adultes mais sont nettement séparables chez les formes larvaires. La première, la sous-famille des Anagoïnae, dont les figures 3-2, 3-3 et 3-6 illustrent les caractéristiques essentielles comprend les genres *Anago* (probablement synonyme d'*Ariosoma*), *Ariosoma*, *Alloconger*, *Chiloconger* : son leptocéphale a les caractères essentiels suivants : un œil rond sans tache pigmentée en dessous, une pigmentation somatique sur les flancs consistant en de courtes bandes de minuscules chromatophores serrés le long de chaque myosepte en dessous de la ligne latérale, enfin des nageoires dorsales et anales réduites et localisées à la partie postérieure du corps, même chez les stades avancés de développement. La seconde sous-famille, celle des Congrinae (figures 3-2, 3-4 et 3-7) comprend les genres *Conger*, *Gnathophis*, *Uroconger*, *Pseudozenomystax* et plusieurs autres. Son leptocéphale a les caractères essentiels suivants : un œil ovale avec en dessous une tache pigmentée, parfois une pigmentation somatique des flancs qui, si elle existe est formée de grands chromatophores régulièrement espacés le long de la ligne latérale, des nageoires impaires longues qui ne sont jamais uniquement localisées à l'extrémité postérieure du corps.

La présente collection comprend 5 espèces d'Anagoïnae : *Leptocephalus Ariosoma scheelei* (Strommian), *L. A. maurilianum* (Pappenheim), *L. A. anago* (Temm. et Schleg.) *L. ? Alloconger anagoïdes* (Bleeker) et une autre, *L. scalaris* (Castle) qui est génériquement nettement distincte des autres. Ce sont les 3 larves du genre *Ariosoma* qui sont le plus abondamment représentées dans la collection. La longueur totale des larves d'*A. scheelei* y varie de 15,1 mm à 154,8 mm : cela indique que cette espèce pond dans la zone de la Nouvelle Calédonie. Les larves d'*A. maurilianum* mesurent de 43,7 mm à 198,0 mm. Comme par ailleurs des individus plus petits ont été collectés dans les eaux ouest et est australiennes et étudiés par l'auteur, on en déduit qu'*A. maurilianum* pond dans ces zones, donc plus au sud, et n'atteint les eaux de la Nouvelle Calédonie où elle est relativement peu abondante par rapport aux larves d'*A. scheelei* que lorsque les leptocéphales ont 50 mm de longueur. D'autre part, les larves d'*Ariosoma anago* collectées dans la région de la Nouvelle Calédonie ayant toutes plus de 90 mm, à l'exception d'un individu de 60,7 mm cela indique pour cette espèce une zone de ponte plus au nord ou à l'est. On sait maintenant qu'*A. scheelei* pond en Mer Rouge aussi bien qu'autour de la Nouvelle Calédonie et qu'on a capturé ses leptocéphales dans les eaux de Ceylan et de l'archipel indo-malais.

10 espèces, dans la collection, appartiennent à la sous-famille des Congrinae. Elles se répartissent en 7 genres. Deux sont *Conger* et *Gnathophis*, mais les autres, que j'ai récemment décrites (Castle, 1964 a), *Leptocephalus laureus*, *L. stenorhynchus*, *L. trilineatus*, *L. geminus* et *L. medio-punctatus* et *L. hyoproroides* (Stromman) ne peuvent pas être rattachés à des genres connus. D'autres collectes et études de congres adultes dans le Pacifique sud-ouest sont nécessaires pour parvenir à une éventuelle identification de ces espèces. On rencontre 3 espèces de *Conger* dans cette région : *C. cinereus* (Rüppell), *C. wilsoni* (Bl. et Schm.) et *C. verreauxi* (Kaup). Il existe des larves des deux dernières espèces dans la collection du Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa, mais il est difficile de séparer les jeunes larves de *C. wilsoni* de celles de *C. cinereus* car la séparation des adultes est elle-même basée sur des caractères relativement peu significatifs. Les larves de *C. verreauxi* sont bien caractérisées par un plus grand nombre de myotomes (156-165).

Les deux espèces de *Gnathophis* dont les larves sont présentes dans la collection, *G. habenalus* (Richardson) et *G. incognitus* (Castle) pondent au large de la côte est d'Australie mais les leptocéphales de ces espèces migrent occasionnellement vers le nord pour apparaître dans la zone néo-calédonienne.

NEMICHTHYIDAE.

Les larves de la présente collection appartenant à la famille des Nemichthyidae sont toutes relativement longues et minces, avec une région caudale habituellement réduite (Figure 4. 1, 4. 2), un museau concave en forme de coin (peg-like snout), un anus subterminal, une nageoire pectorale très petite, de minuscules taches pigmentées distribuées essentiellement le long des conduits rénaux et en profondeur au niveau de la corde dorsale. Les leptocéphales de *Nemichthys scolopaceus* possèdent en général quatre chromatophores caractéristiques régulièrement disposés sur les flanes alors que ceux de *Borodinula infans* et *B. gilli* (Figure 4. 3, 4. 4) y ont 3 groupements de 2 ou 3 petits chromatophores. Les tailles des larves de *Nemichthys scolopaceus* de la collection varient de 16,5 mm à 375 mm, ce qui laisse supposer que cette espèce pond sans doute dans les eaux néo-calédoniennes. Le plus petit spécimen de *L. Borodinula infans* ou *L. B. gilli* mesurant 34,5 mm n'est par conséquent pas assez petit pour qu'on puisse définir avec la même certitude une zone de ponte de ces espèces.

SERRIVOMERIDAE.

Les leptocéphales de Serrivomeridae (Figure 4. 5) sont de forme ovale allongée évoquant celle des larves d'*Anguilla*, avec un museau pointu, un anus aux 2/3 de la longueur du corps, une nageoire pectorale bien développée et une pigmentation réduite à de minuscules chromatophores le long de la ligne médiolatérale. C'est d'après Bauchot (1959) que l'auteur a identifié les larves de la collection. Elles appartiennent à 2 genres et 3 ou 4 espèces (*L. Serrivomer bertini* ou *L. S. neocaledoniensis*, *L. S. samoensis* et *L. Steleonidium hypomelas*). Les tailles de ces larves conduisent à situer l'aire de ponte des adultes dans la région de la Nouvelle Calédonie.

NETTASTOMIDAE.

Les leptocéphales de Nettastomidae (Figure 4. 6) sont des larves soit très élevées en forme de feuille (deep, leaf-like, larvae) soit très étirées, à museau pointu, à nageoire pectorale présente au moins durant les premiers stades de développement, à intestin renflé et pigmenté à deux endroits et présentant une pigmentation sur la corde dorsale en arrière du niveau de l'anus. La collection ne comprend qu'un unique spécimen de *Nettastoma melanurum*.

B Muraenidae et alliés.

Les espèces des familles de Muraenidae, Ophichthidae et Moringuidae sont caractéristiques de l'habitat marin tropical et subtropical. Le grand nombre d'individus et d'espèces dans la collection établit indubitablement le fait que la présence de ces apodes dans ces régions est étroitement liée aux conditions idéales que leur offrent les récifs de coraux pleins d'anfractuosités

(particulièrement pour les Muraenidae) et les sables coralliens (pour les Ophichthidae et les Moringuidae) dans lesquels ils se dissimulent. La présence d'eaux suffisamment chaudes et salées nécessaires à la ponte des adultes doit constituer aussi un facteur important du si grand développement de ces apodes dans les eaux tropicales.

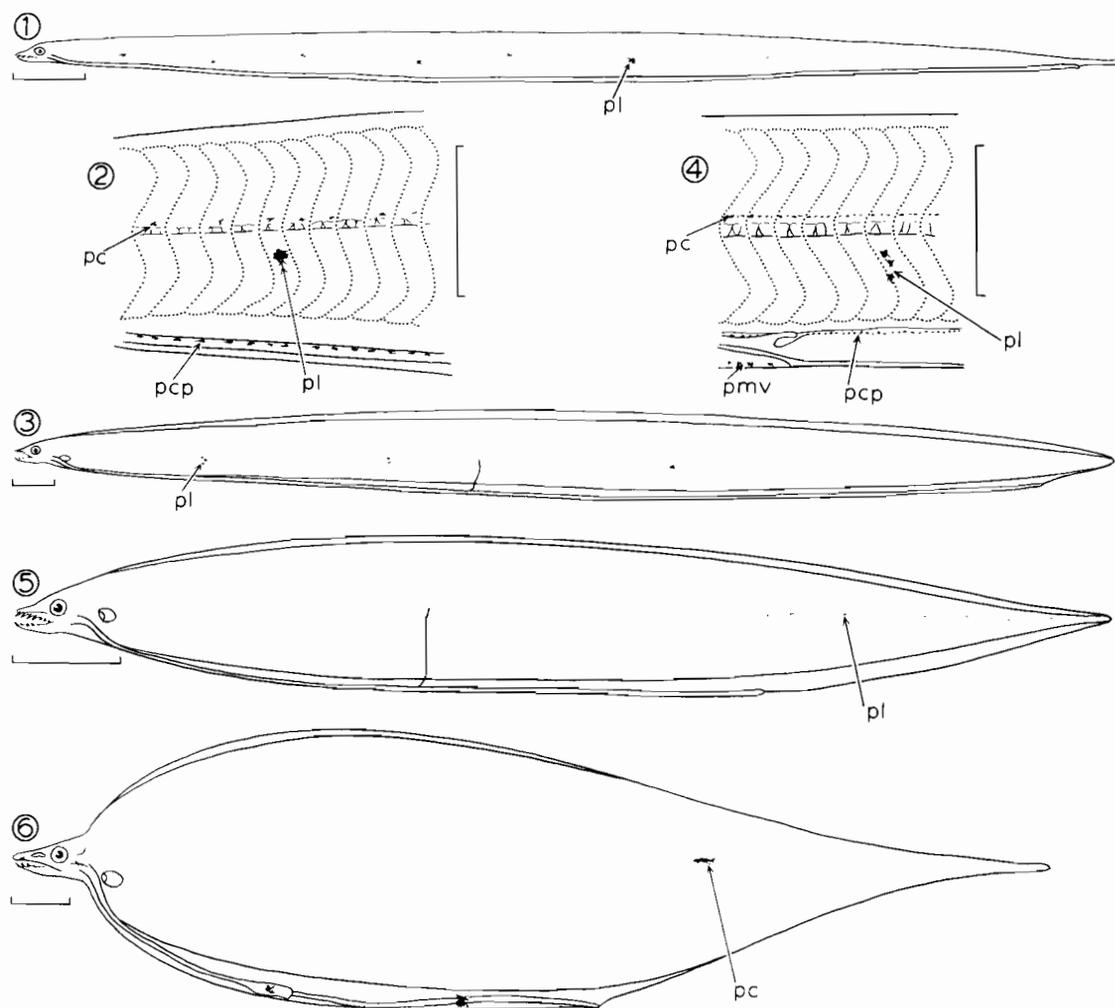


Fig. 4. — Morphologie caractéristique de différents leptocephales. Fig. 4.1., 4.2. — Nemichthyidae (ex : *Nemichthys*); Fig. 4.3., 4.4. — Nemichthyidae (ex : *Borodinula*); Fig. 4.5. — Serrivomeridae (ex : *Serrivomer*); Fig. 4.6. — Nettastomidae (ex : *Nettastoma*). Les échelles correspondent à 5 mm.

Abréviations : pc — pigmentation autour de la corde épineuse, pl — pigmentation latérale ; les autres sont les mêmes que pour la figure 3.

Ces conditions idéales sont si largement répandues dans l'Indo-Pacifique qu'il n'est pas surprenant que les Muraenidae et les Ophichthidae se soient diversifiées en familles importantes. On a décrit jusqu'à 150 espèces appartenant à ces familles jusqu'à présent dans la région, mais malheureusement on n'a pas essayé sérieusement d'isoler ce qui constitue des espèces authentiques au milieu d'un complexe faunistique homogène.

L'identification des leptocephales d'un si grand nombre d'espèces serait donc une tâche difficile, d'autant qu'on ne dispose pas actuellement de connaissances précises sur les complexes vertébraux qui sont si importants lors des déterminations spécifiques. Cela s'avère plus difficile

encore avec les grands genres, tel le genre *Gymnothorax* de Muraenidae qui englobe tant d'espèces qu'il faut raisonnablement s'attendre à y trouver un chevauchement des caractères d'une espèce à l'autre.

En outre, les différents genres de Muraenidae et d'Ophichthidae ont plutôt tendance à se ressembler extérieurement et ne sont souvent différenciables chez les adultes et les juvéniles que par des caractères tels que la forme des dents, la structure des narines, la présence ou l'absence des nageoires dorsales et anales, tous caractères qui ne s'individualisent pas suffisamment pour être aisément discernables avant les dernières métamorphoses de la larve. L'identification générique des leptocéphales de ces familles est grandement facilitée si l'on possède des spécimens métamorphiques chez lesquels sont évidents les caractères génériques à la fois des larves et des juvéniles et à partir desquels on peut décrire la morphologie caractéristique des larves. Il y a peu de ces spécimens dans la présente collection, et, par conséquent, les identifications au niveau du genre (particulièrement chez les Ophichthidae) n'ont ici que valeurs de tentatives. Il faut espérer que des collections ultérieures réalisées spécialement en vue de posséder des individus métamorphiques pourront contribuer davantage au rattachement des larves aux adultes des genres de ces familles.

MURAENIDAE.

Les leptocéphales de Muraenidae (Figures 5. 1, 5. 2, 5. 3) de la collection étudiée sont généralement de taille moyenne même lorsqu'ils ont atteint leur croissance maximale (longueur de 60 à 70 mm environ) ; leur corps est relativement peu élevé ; le museau est court et souvent arrondi ; la nageoire caudale est toujours remarquablement arrondie ; l'anus se situe généralement au milieu de la longueur du corps ; les dents sont au nombre de 10 de chaque côté des deux mâchoires supérieure et inférieure ; la nageoire pectorale est souvent absente : quand elle existe elle n'est jamais plus qu'un minuscule appendice arrondi qui disparaît relativement tôt au cours du développement ; la pigmentation, qui n'a rien de caractéristique, est située sur la tête, le long du tube digestif, à la base des rayons des nageoires et sur la corde dorsale. Cette famille comprend deux principaux groupes de leptocéphales différenciables par les développements relatifs des nageoires dorsales et anales. Ceux dont la nageoire dorsale, même chez les spécimens relativement petits, prend naissance en avant du niveau de l'anus se rattachent au groupe auquel appartiennent les genres *Echidna* Forster, 1777, *Gymnothorax* Bloch, 1795, *Siderea* Kaup, 1856 en particulier, tous ayant la naissance de leur nageoire dorsale chez les juvéniles comme chez les adultes à peu près au niveau de l'orifice branchial. Les leptocéphales de *Rabula* Jordan et Davis, 1888 sont moins faciles à déterminer car ils ont la naissance de la nageoire dorsale située entre le niveau de l'orifice branchial et celui de l'anus. Le second groupe de larves est rapidement différenciable des précédentes grâce à ses nageoires dorsales et anales rudimentaires ayant l'apparence de petits appendices pourvus de peu de rayons à l'extrémité de la région caudale ; cette catégorie comprend les genres *Uropterygius* Rüppell, 1835 et *Anarchias* Jordan et Starks, 1906.

OPHICHTHIDAE.

Les leptocéphales d'Ophichthidae (Figures 5. 4., 5. 5., 5. 6) mesurent en général aux environs de 80 mm aux stades ultimes de développement (quoiqu'ils puissent atteindre 180 mm) ; le corps est relativement peu élevé, le museau pointu et la nageoire caudale réduite est souvent transformée en une terminaison pointue et dure sans rayon (caractère de la plupart des adultes d'Ophichthidae) ; l'anus se situe ordinairement au milieu du corps ; le nombre des dents atteint 18 de chaque côté des 2 mâchoires supérieure et inférieure ; la nageoire pectorale est petite et souvent réduite, parfois absente ; l'intestin est toujours renflé ou sinueux en 5 endroits ou plus, ces ondulations intéressant aussi les canaux pronéphrétiques ; la pigmentation est souvent complexe mais elle se présente d'ordinaire sous forme de chromatophores dispersés sur la tête, groupés aux niveaux des renflements du tube digestif ; souvent elle se traduit par des bandes obliques de chromatophores sur les myoseptes en dessous de la ligne médio-latérale et ailleurs sur les flancs aussi bien que sur les bases des nageoires anales et dorsales. Il n'y a pas de grandes subdivisions

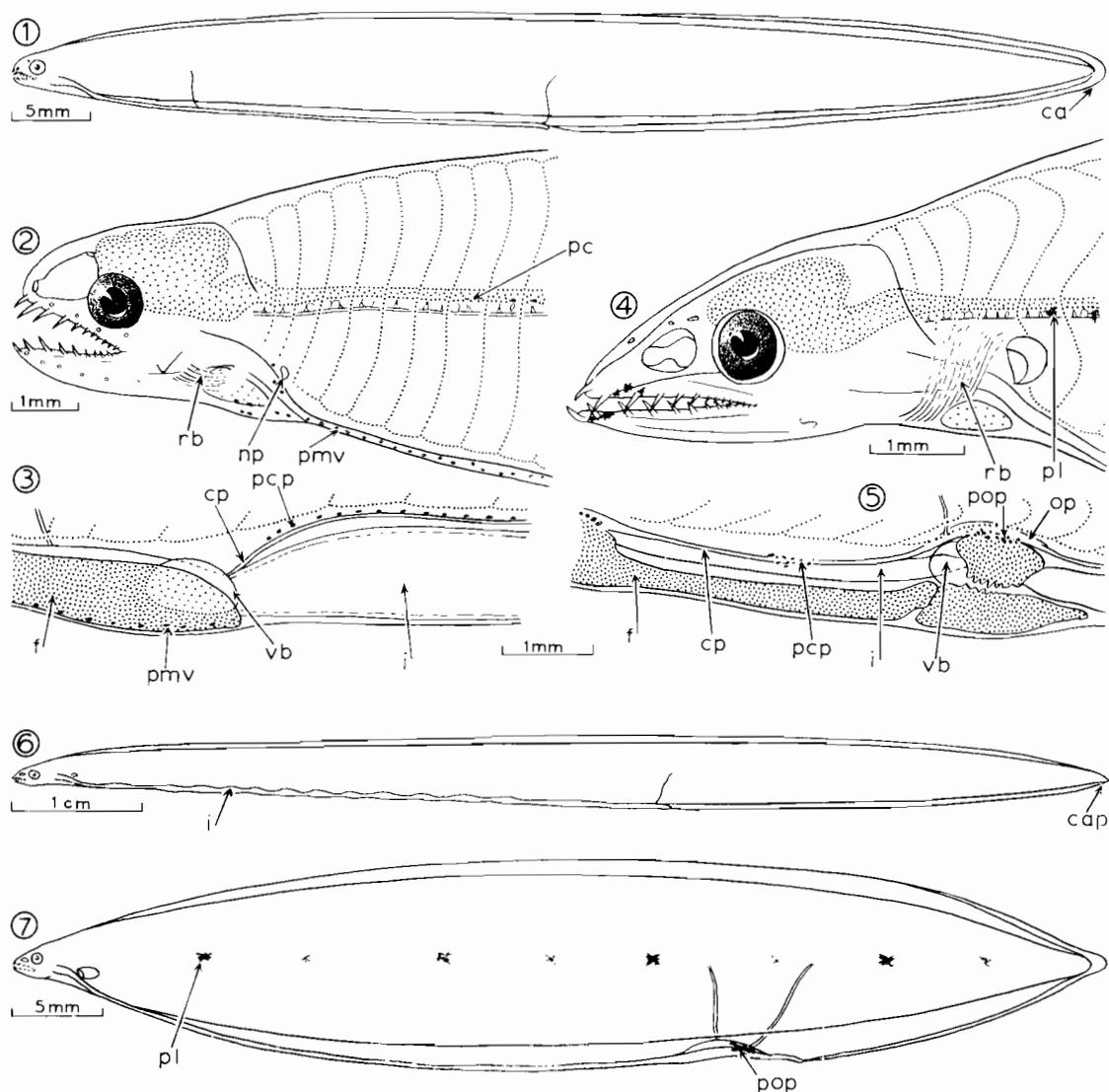


Fig. 5. — Morphologie caractéristique de différents leptocephales. Fig. 5.1., 5.2., 5.3. — Muraenidae (ex. *Gymnothorax*); Fig. 5.4., 5.5., 5.6. — Ophichthidae (ex. *Ophichthus*); Fig. 5.7. — Moringuinae (ex. *Moringua*).

Abréviations: ca — caudale arrondie, cap — caudale pointue, cp — canal pronéphrétique (= canal de Wolff), f — foie, i — intestin, np — nageoire pectorale, o — opisthonéphros, pop — pigmentation sur l'opisthonéphros, rb — rayons branchiostèges, vb — vésicule biliaire; les autres sont les mêmes que pour les fig. 3 et 4.

parmi les leptocephales d'Ophichthidae comme on l'a vu pour les Muraenidae; ceci reflète la grande ressemblance des genres d'adultes entre eux. Les tentatives d'identifications de plusieurs genres cités plus loin sont le résultat d'examen minutieux de quelques formes métamorphiques et de l'utilisation des données connues de la faune d'Ophichthidae du Pacifique sud-ouest.

MORINGUIDAE.

Les leptocephales de Moringuinae (Figure 5. 7) sont relativement petits; ils atteignent 65 mm aux stades ultimes de développement; l'intestin est renflé à un seul endroit, juste avant l'anus; les nageoires pectorales et caudales sont en général bien développées et la pigmentation est simple, se présentant sous forme d'un grand chromatophore dendritique sur le renflement de

l'intestin et d'autres taches le long de la ligne médiolatérale. Des leptocéphales d'un genre de Moringuidae, le genre *Moringua* Gray, 1831 sont présents dans la collection.

C — Discussion.

Les 501 larves collectées au cours de 150 stations biologiques par le Laboratoire d'Océanographie du Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa dont la liste est donnée ci-dessus représentent la majeure partie de la première collection importante de leptocéphales de la région de la Nouvelle Calédonie. Les autres collections, constituées au large de la côte est australienne par le C.S.I.R.O. Division of Fisheries and Oceanography (Cronulla) et au large de la côte ouest australienne par le Western Australian Museum (Perth) ne comprennent pas une aussi large diversité d'espèces. Les larves d'Apodes sont relativement rares dans les récoltes de plancton des eaux néo-zélandaises, bien que cette zone n'ait été négligée par aucun moyen d'investigation océanographique. Par exemple, lors d'une croisière en juillet 1962 englobant la région d'Auckland, l'Île Norfolk et les Îles Kermadec, le H.M.N.Z.F.A. « Tui » utilisant le chalut pélagique Isaacs-Kidd 10 pieds au cours de 34 stations à des profondeurs atteignant 1100 mètres (Castle, 1964 a) ne collecta que 12 leptocéphales appartenant à 9 espèces alors que l'« *ORSOM III* », bateau de recherche du Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa, utilisant en juin-juillet 1962 un engin plus petit, un chalut d'Isaacs Kidd 5 pieds, à des profondeurs atteignant 160 mètres au large de la Nouvelle Calédonie et au sud du 10°S collecta 300 leptocéphales environ appartenant à 35 espèces au moins. Le succès des traits de micronecton dans la région néo-calédonienne, comme on vient de le voir conduit à penser que ces eaux sont appelées à être des plus intéressantes quant à l'étude des premiers stades aussi bien qu'à celle des adultes d'Apodes de l'Indo-Pacifique. La présence de très jeunes larves d'au moins quatre espèces et la grande diversité des genres et espèces laissent supposer aussi dans cette région une riche faune d'Apodes atteignant la Nouvelle-Zélande en ce qui concerne quelques espèces et s'étendant par ailleurs largement au moins sur la partie sud-ouest de l'Océan Pacifique.

Il est à première vue surprenant de constater que 200 des larves répertoriées dans ce rapport sont des larves de congères car on ne connaît actuellement qu'un nombre relativement réduit d'espèces d'adultes dans cette région. Cependant 115 environ de ces leptocéphales appartenant aux 3 espèces d'*Ariosoma* (*A. scheelei*, *A. maurilianum* et *A. anago*), cela prouve que les adultes de ce genre sont probablement abondants. Un nombre considérable de plus grandes larves de ces espèces d'*Ariosoma* et de l'espèce *Nemichthys scolopaceus* faisait partie des contenus stomacaux de poissons pélagiques tels qu'*Alepisaurus feror* (lancet fish), *Makaira audar* (striped marlin), *Neothunnus macropterus* (yellowlin) et *Katsuwonus pelamis* (skipjack). Les leptocéphales constituent probablement une partie non négligeable de l'alimentation de ces poissons.

Si les leptocéphales de Muraenidae, Ophichthidae et de Moringuidae sont relativement peu nombreux dans la présente collection, ils se diversifient néanmoins en un plus grand nombre d'espèces (16 genres et 39 espèces) que les 5 autres familles (16 genres et 28 espèces). C'est la conséquence logique de la diversité des espèces d'adultes de Muraenidae, Ophichthidae et Moringuidae des eaux néo-calédoniennes qui constituent une partie typique de l'Indo-Pacifique.

L'examen des tailles des larves des différentes espèces révèle que les individus inférieurs à 25 mm ne sont pas nombreux dans la collection. Comme en général la présence de très petits leptocéphales constitue le seul indice permettant de déduire la proximité immédiate d'éventuelles aires de ponte, on ne peut s'avancer beaucoup ici quant à la position précise de telles aires en ce qui concerne la majorité des espèces de la collection. La croissance des jeunes leptocéphales étant probablement relativement rapide dans ces eaux chaudes, il est fort possible que les larves de taille plus forte n'aient pas été collectées beaucoup plus loin des aires de ponte des adultes que ces très petits stades.

De fréquentes captures d'Apodes gravides appartenant aux Muraenidae, Ophichthidae et Moringuidae dans différentes autres zones de l'Indo-Pacifique tendent à suggérer que la ponte chez ces familles prend place très près des aires de distribution des adultes. Ces familles s'opposent aux Anguillidae et Congridae bien connues pour pondre en zone océanique, souvent loin de

l'habitat des adultes. L'absence de très petites larves dans la collection peut, bien entendu, être due aux méthodes d'échantillonnage : c'est cependant peu probable. Les traits ayant été effectués tout au long de l'année, l'absence de très petites larves ne peut être imputable à un échantillonnage prenant place à une mauvaise époque. Il est possible, et c'est là une explication plus plausible, que l'absence de très jeunes larves, en particulier de Muraenidae, d'Ophichthidae et de Moringuidae soit due au fait que la ponte des adultes et la croissance des jeunes larves se situent très près du récif où, en raison de difficultés évidentes, les traits ne purent être faits fréquemment. Il ne faut pas exclure non plus la possibilité que les très jeunes larves de ces familles effectuent leur développement à des profondeurs plus grandes que la limite de 300 mètres atteinte par le filet.

III. LISTE DES STATIONS ET ESPÈCES

Les données des 134 stations effectuées par le Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa de 1956 à 1962 dans le Pacifique sud-ouest figurent dans les tableaux suivants (Section III) avec les identifications et les nombres des différentes espèces de leptocéphales récoltés à chaque station. Afin d'éviter une longue répétition des noms d'espèces, celles-ci ont été numérotées suivant leur position systématique : il suffit de se reporter à la section IV pour trouver le nom de l'espèce qui n'est ainsi indiquée que par un numéro dans les tableaux de la Section III. Par ex., une série de nombres 6 : 1, 14 : 1, 21 : 2 de la dernière colonne d'un tableau de la Section III indiquera donc que 1 spécimen de l'espèce 6 (qui est *L. Ariosoma scheelei*), 1 spécimen de l'espèce 14 (qui est *L. Gnathophis incognilus*) et 2 spécimens de l'espèce 21 (qui est *L. Nemichthys scolopaceus*) furent récoltés à la station considérée. Chez les Muraenidae, les Ophichthidae et les Moringuidae, beaucoup de noms d'espèces ne sont pas indiqués, en grande partie à cause d'une connaissance insuffisante des caractères des adultes. Néanmoins plusieurs catégories spécifiques ont été isolées : en vue de références ultérieures, elles sont caractérisées par leur nombre de myomères.

(1) Grandes Croisières

(a) « ÉQUAPAC »

Station	Date	Heure	Position		Engin	Prof. (m)	Espèces : nombre de spécimens
			Lat. S.	Long. E.			
Eq 2	26. 9.56	21 h 22	14°37	170°03	S ½mII	10	4 : 1
Eq 3b	27. 9.56	11 h 13	14°01	170°05	S ½mH	10	48 : 1
Eq 3	27. 9.56	22 h 23	12°55	170°05	S ½mH	15	26 : 1
		23 h 24	12°55	170°04	S ½mH	70	1 : 2
Eq 5	29. 9.56	23 h 24	8°54	170°00	S ½mH	35	23 : 1
Eq 6	30. 9.56	23 h 24	6°50	169°55	S ½mH	100	11 : 1, 23 : 1
Eq 7	1.10.56	23 h 24	4°45	169°58	S ½mII	30	23 : 1
Eq 12	14.10.56	00 h 01	1°10	176°40	S ½mH	30	39 : 1
Eq 15	17.10.56	00 h 01	8°05	177°06	S ½mII	30	23 : 2
Eq 16	17.10.56	23 h 30	10°01	177°16	S ½mO	180	23 : 1
Eq 18	19.10.56		13°20	174°03	S ½mH	10	22 : 1
Eq 19	21.10.56	00 h 01	14°15	172°14	S ½mII	50	6 : 1
Eq (5) 3	31.10.56	22 h 48	15°45	166°27	S ½mO	150	6 : 1, 12 : 1
Eq (5) 4	2.11.56	00 h 45	11°50	166°15	S ½mII	30	11 : 1, 21 : 1
Eq (5) 6	3.11.56	00 h 06	12°57	166°05	S ½mH	70	22 : 1
Eq (5) 7	4.11.56	00 h 00	12°17	165°26	S ½mO	100	29 : 1
Eq (5) 8	4.11.56	22 h 28	11°30	163°23	S ½mH	150	22 : 1
Eq (5) 9	5.11.56	22 h 30	12°35	162°42	S ½mII	5	22 : 1
Eq (5) 11	7.11.56	22 h 25	16°45	163°15	S ½mII	5	22 : 1, 23 : 1

(b) « ASTROLABE »

Station	Date	Heure	Position		Engin	Prof. (m)	Espèces : nombre de spécimens
			Lat. S.	Long. E.			
As 7	8. 5.58	20 h 15	23°28	159°23	He10	100	7 : 3
As 8	9. 5.58	06 h 37	23°01	158°05	S ½mO	300	13 : 1, 52 : 1
As 11	13. 5.58	18 h 59	17°55	160°37	S ½mO	300	28 : 1, 63 : 1
As 35	14. 6.58	20 h 00	18°50	167°54	S ½mO	300	23 : 1
As 42	17. 6.58	19 h 35	19°44	166°43	S ½mO	300	15 : 1

(c) « BOUSSOLE »

B 12	11.11.58	00 h 12	11°03	163°27	S ½mO	300	20 : 1
B 16	13.11.58	03 h 11	12°59	165°42	S ½mO	300	3 : 1
B 33	1.12.58	05 h 26	20°31	169°42	S ½mO	300	64 : 1
B 35	2.12.58	00 h 11	21°52	168°46	S ½mO	300	21 : 1

(d) « DILLON »

D 1b	11. 5.60	20 h 33	20°56	163°46	S ½mO	300	18 : 1
D 5	14. 5.60	08 h 20	18°32	159°50	S ½mO	300	8 : 1, 20 : 1, 29 : 1
D 5b	14. 5.60	14 h 50	18°32	159°14	S ½mO	300	30 : 1
D 6b	15. 5.60	02 h 11	18°22	158°15	S ½mO	300	14 : 1
D 8	15. 5.60	20 h 03	17°07	157°47	S ½mO	300	8 : 1, 29 : 1, 32 : 1
D 9b	16. 5.60	14 h 15	15°21	157°57	S ½mO	300	6 : 1
D 10	16. 5.60	20 h 03	14°50	157°53	S ½mO	300	3 : 1, 6 : 2, 23 : 1
D 10b	17. 5.60	02 h 14	14°13	157°55	S ½mO	300	6 : 1, 11 : 1, 23 : 1, 33 : 1, 62 : 1
D 12	17. 5.60	20 h 03	12°39	157°59	S ½mO	300	6 : 1
D 13b	18. 5.60	14 h 40	10°49	158°34	S ½mO	300	29 : 1
D 14	18. 5.60	20 h 12	10°16	158°38	S ½mO	300	6 : 1
D 15b	22. 5.60	02 h 19	9°50	159°21	S ½mO	300	7 : 1, 20 : 1, 28 : 1
D 17	22. 5.60	20 h 22	10°18	160°42	S ½mO	300	42 : 1
D 19	23. 5.60	20 h 27	11°19	162°43	S ½mO	300	7 : 1
D 24	25. 5.60	23 h 29	16°14	162°47	S ½mO	300	8 : 1
D 27b	27. 5.60	23 h 24	20°27	163°31	S ½mO	300	28 : 1
D 28b	28. 5.60	20 h 50	22°13	165°31	S ½mO	300	21 : 1

(e) « ÉPI »

Ep 7b	16. 9.60	02 h 09	18°23	159°47	S ½mO	300	7 : 1
Ep 9b (1)	17. 9.60	02 h 06	17°40	157°40	S ½mO	300	2 : 1
Ep 15b (1)	20. 9.60	01 h 58	11°06	158°19	S ½mO	300	22 : 1
Ep 19b (1)	24. 9.60	02 h 04	10°24	160°30	S ½mO	300	3 : 1
Ep 27b (1)	28. 9.60	02 h 05	17°13	162°30	S ½mO	300	2 : 1

(f) « FOA »

Fo 1	10. 1.62		22°20	165°42	MWT3H	100	7 : 1, 21 : 1, 30 : 1, 62 : 1
Fo 2	11. 1.62		21°21	164°15	SImO	167	7 : 1
Fo 3	12. 1.62		20°00	163°13	SImO	167	36 : 1
Fo 4	13. 1.62		18°35	162°23	MWT3H	100	7 : 1

(g) « GERMON »

Station	Date	Heure	Position		Engin	Prof. (m)	Espèces : nombre de spécimens
			Lat. S.	Long. E.			
G 3	17. 2.62		20°38	168°28	S1mO	167	21 : 1
G 16	27. 2.62		16°52	166°26	S1mH	17	5 : 1
G 19	20. 3.62		20°17	163°16	S1mO	133	21 : 1
G 20	20. 3.62		20°17	163°16	S1mH	17	21 : 1
G 21	21. 3.62		21°13	163°43	S1mO	133	21 : 1
G 22	21. 3.62		21°13	163°43	S1mH	17	21 : 1, 22 : 1
G 23	22. 3.62		22°07	165°04	S1mO	167	8 : 1
G 24	22. 3.62		22°07	165°04	S1mH	17	50 : 1
G 25	3. 4.62		23°08	165°37	S1mO	137	25 : 1
G 26	4. 4.62		23°17	165°44	MWT3H	17	13 : 1, 43 : 1

(h) « STOMIAS »

S 1	6. 6.62		21°45	165°10	MWT5H	120	6 : 2, 8 : 1, 11 : 1, 15 : 1, 20 : 1, 21 : 8, 25 : 1, 28 : 1, 29 : 2, 35 : 1
S 2	7. 6.62		20°10	163°27	MWT5H	95	6 : 14, 8 : 7, 11 : 3, 21 : 1, 29 : 2, 30 : 3, 47 : 1, 58 : 1, 62 : 1
S 3	8. 6.62		18°10	162°00	MWT5H	95	6 : 7, 8 : 2, 12 : 1, 60 : 1
S 4	9. 6.62		15°48	161°00	MWT5H	95	11 : 1, 20 : 3, 23 : 3, 26 : 2, 43 : 1
S 5	10. 6.62		13°30	162°05	MWT5H	95	3 : 1, 6 : 1, 7 : 1, 10 : 1, 11 : 2, 12 : 1, 16 : 4, 18 : 1, 20 : 1, 21 : 6, 23 : 3, 28 : 1, 29 : 3, 30 : 1, 35 : 1, 40 : 1, 43 : 1, 46 : 1, 48 : 1, 53 : 1, 61 : 1, 65 : 1
S 6	11. 6.62		11°51	159°13	MWT5H	95	3 : 1, 7 : 2, 10 : 1, 14 : 1, 15 : 1, 16 : 2, 20 : 1, 21 : 4, 25 : 1, 28 : 1, 30 : 1, 38 : 1, 48 : 4, 56 : 1
S 7	12. 6.62		10°48	159°00	MWT5H	95	6 : 4, 9 : 1, 11 : 1, 21 : 1, 22 : 1, 28 : 1, 29 : 1, 37 : 2, 43 : 1, 45 : 1, 54 : 1
S 8	18. 6.62		9°35	161°00	MWT5H	95	21 : 2, 22 : 1, 23 : 4, 30 : 1, 32 : 1, 34 : 1, 37 : 2, 45 : 1, 50 : 1, 62 : 1
S 9	21. 6.62		15°42	162°20	MWT5H	95	21 : 3, 26 : 3, 30 : 1, 64 : 1
S 10	22. 6.62		17°40	162°25	MWT5H	95	6 : 3, 8 : 2, 14 : 1, 45 : 1
S 11	25. 6.62		21°31	164°48	MWT5H	95	6 : 1, 8 : 2, 21 : 3, 25 : 1, 61 : 1

(2) Petites opérations

(a) STATION DE RÉFÉRENCE PRÈS DE LA PASSE BULARI (22°37'S, 166°20'E)

Station	Date	Heure	Engin	Prof. (m)	Espèce : nombre de spécimens
57-3-3	6. 3.57	19 h 30	S ½mH	10	8 : 1, 43 : 1
57-5-1	1. 5.57		S ½mH	0	21 : 1
57-7-2	10. 7.57	00 h 30	S ½mH	20	25 : 1
57-7-3	10. 7.57	02 h 45	S ½mO	100	21 : 1, 24 : 1
57-7-4	10. 7.57	04 h 45	S ½mO	100	21 : 1, 25 : 1
57-10-2	10.10.57	00 h 30	S ½mH	10	11 : 1, 22 : 1
57-10-9	12.10.57		He10	133	43 : 1
58-4-3 (5)	1. 4.58	02 h 00	S ½mO	80	22 : 1
58-4-3 (6)	1. 4.58	05 h 00	S ½mO	30	6 : 1

(a) STATION DE RÉFÉRENCE PRÈS DE LA PASSE BULARI (22°37'S, 166°20'E)

(Suite)

Station	Date	Heure	Engin	Prof. (m)	Espèces : nombre de spécimens
P60-2-1	11. 4.60	19 h 53	S ½mH	50	4 : 1
60-8-37	19. 8.60	23 h 58	S ½mO	200	24 : 1
60-8-40	20. 8.60	01 h 00	S ½mO	400	21 : 1, 25 : 1
61-8-3 (1)	1. 8.61		MWT3H	17	6 : 1 (éch. 1)
				83	6 : 1, 8 : 1, 21 : 3 (éch. 3)
				40	13 : 1, 20 : 1, 28 : 1 (éch. 4)
				23	14 : 1, 21 : 2, 25 : 1, 29 : 1, 59 : 1 (éch. 5)
				40	6 : 1, 21 : 8, 25 : 5, 64 : 1 (éch. 6)
				150	25 : 1 (éch. 7)
S 1m A	28.11.61		S1mH	106	21 : 1, 63 : 1
61-11-A	28.11.61		S1mH	90	14 : 1, 18 : 1
61-11-B	28.11.61		MWT3H	67	18 : 1
61-11-C	29.11.61		S1mH	90	21 : 1, 43 : 1, 64 : 1
61-11-D	29.11.61		S1mH	133	66 : 1
61-11-1	30.11.61		S1mH	67	12 : 1, 14 : 1, 27 : 1, 43 : 2, 64 : 1
61-11-2	30.11.61		MWT3H	67	6 : 1, 14 : 1
61-11-3	30.11.61		S1mH	67	44 : 2, 64 : 1, 66 : 1
61-11-6	30.11.61		S1mH	120	14 : 2, 15 : 1, 43 : 1
62-7-1	17. 7.62		MWT5H	70	6 : 2, 28 : 1, 30 : 1, 31 : 1, 57 : 1
62-7-2	17. 7.62		MWT5H	70	6 : 1, 14 : 1, 16 : 1, 20 : 1, 21 : 1, 25 : 1, 28 : 3, 29 : 1, 35 : 1, 41 : 1, 43 : 1, 44 : 1, 61 : 1, 62 : 1
62-7-3	17. 7.62		MWT5H	35	7 : 1, 13 : 1, 21 : 4, 24 : 1, 25 : 7, 34 : 1, 51 : 1
62-7-4	17. 7.62		MWT5H	35	6 : 5, 21 : 3, 25 : 2, 30 : 2, 43 : 1, 50 : 1, 58 : 2
62-7-5	26. 7.62		MWT5H	120	6 : 1, 21 : 2, 25 : 1
62-7-6	26. 7.62		MWT5H	50	6 : 3, 13 : 2, 17 : 1, 21 : 2
62-7-7	26. 7.62		MWT5H	160	6 : 1, 21 : 1
62-7-8	26. 7.62		MWT5H	20	6 : 1, 11 : 2, 14 : 1, 15 : 1, 16 : 1, 21 : 2, 24 : 1, 55 : 1
62-7-9	26. 7.62		MWT5H	85	21 : 1, 28 : 1, 30 : 1

(b) PETITES CROISIÈRES DIVERSES

Station	Date	Heure	Position		Engin	Prof. (m)	Espèces : nombre de spécimens
			Lat. S.	Long. E.			
56-2-10	24. 4.56	13 h 20	22°00	165°50	S ½mH	70	42 : 1
56-3-4	17. 5.56	02 h 50	17°52	168°08	S ½mH	5	6 : 2
56-3-4b	18. 5.56	23 h 10	18°07	168°22	S ½mH	90	19 : 1
57-7-1	6. 7.57	13 h 15	23°27	162°40	S ½mO	100	21 : 1
		18 h 00	23°27	162°40	S ½mH	20	8 : 1
57-7-4	6. 7.57		23°27	162°40	S ½mH	20	25 : 1
57-4-2	29. 7.57	12 h 15	18°55	166°55	He1H	30	21 : 1, 23 : 1
57-4-3	31. 7.57	00 h 45	20°50	166°50	S ½mH	50	19 : 1, 21 : 1
57-4-3	31. 7.57		20°50	166°00	He1H	50	21 : 1
57-4-5	31. 7.57	09 h 45	20°50	166°00	S ½mH	30	21 : 1
57-5-1	9. 9.57	00 h 30	20°06	168°40	S ½mO	200	11 : 1
		00 h 45	20°06	168°40	S ½mH	20	6 : 1
57-6-5	11.10.57		23°29	164°45	S ½mO	100	12 : 1
57-6-6	11.10.57		23°29	164°45	S ½mH	12	21 : 1
P58-1-10	20. 1.58	00 h 45	21°10	166°45	S ½mH	50	15 : 1, 36 : 1
P58-3-3	7. 3.58	19 h 30	22°45	166°30	S ½mH	15	43 : 1
P58-3-3-4	31. 3.58	22 h 00	22°41	166°15	S ½mH	15	8 : 1
61-12-1	21.12.61		22°40	167°20	MWT3H	100	42 : 2, 64 : 1

(3) **Contenus Stomacaux**

(a) POISSONS DE LONGUE-LIGNE

Station	Date	Heure	Position		Poissons	Espèces : nb. de spécimens
			Lat. S.	Long. E.		
LL 57-3-8	9. 7.57		22°35	166°08	<i>Alepisaurus ferox</i>	7 : 4, 8 : 2, 21 : 7
LL 57-5-4	11.9.57		21°33	166°31	<i>Alepisaurus ferox</i>	6 : 1, 17 : 1
LL 57-6-4	7.12.57		22°50	165°36	<i>Alepisaurus ferox</i>	7 : 1
LL 59-1-2	29. 1.59		22°46	162°00	<i>Alepisaurus ferox</i>	22 : 1
LL 59-1-3	30. 1.59		22°45	162°44	<i>Alepisaurus ferox</i>	7 : 1, 19 : 1, 21 : 1
LL 59-5-2	2. 5.59		22°57	164°55	<i>Alepisaurus ferox</i>	21 : 1
LL 61-1-1	8. 3.61		20°30	163°23	<i>Alepisaurus ferox</i>	15 : 1, 48 : 1
LL 61-1-2	8. 3.61		20°50	163°38	<i>Alepisaurus ferox</i>	18 : 1, 21 : 1
LL 61-5-1	5. 7.61		22°54	164°38	<i>Makaira audax</i>	8 : 1
G LL 10	21. 3.62		20°55	163°18	<i>Alepisaurus ferox</i>	8 : 2, 21 : 3
G LL 13	4. 4.62		23°31	165°53	<i>Alepisaurus ferox</i>	9 : 1

(b) POISSONS DE TRAIKE						
57-4	22. 7.57		côte sud de Lifu (îles Loyautés)		<i>Katsuwonus pelamis</i>	8 : 4
57-5-4	11. 9.57		21°33	166°32	<i>Neothunnus macrop- terus</i>	14 : 1

Abréviations : S ½m — filet à plancton classique de 0,5 m de diamètre, maille n° 2 ; S1m — filet à plancton classique de 1,0 m de diamètre ; Hel — filet Heligoland (à larves de poissons) ; MWT3 — midwater trawl Isaacs-Kidd de 3 pieds ; MWT5 — midwater trawl Isaacs-Kidd de 5 pieds ; 0 — trait oblique ; H — trait horizontal ; m — mètres ;

IV. LISTE DES ESPÈCES ET STATIONS

Anguillidae

- (1) *L. Anguilla megastoma* — 2 spécimens (longueurs totales 23,7 mm-26,4 mm) : Station Eq 3.
- (2) *L. Anguilla reinhardti* — 2 (23,7-27,6) : Ep 9b (1), Ep 27b (1).
- (3) *L. Anguilla marmorata* — 5 (37,3-47,1) : B 16, D 10, Ep 19b (1), S 5, S 6.
- (4) *L. Anguilla australis schmidti* — 2 (24,6-47,6) : Eq 2, P 60-2-1.
- (5) *L. Anguilla obscura* — 1 (49,6) : G 16.

CongridaeSous-famille *Anagoinae*

- (6) *L. Ariosoma scheelei* — 64 (15,1-154,8) : Eq 19, Eq (5) 3, 57-5-1, 58-4-3 (6), 61-8-3 (1) : -éch. 1,3,6, 61-11-2, S 1, S 2, S 3, S 5, S 7, S 10, S 11, 62-7-1, 62-7-2, 62-7-4, 62-7-5, 62-7-6, 62-7-7, 62-7-8, LL 57-5-4.
- (7) *L. Ariosoma maurilianum* — 19 (43,7-198,0) : As 7, D 15b, D 19, Ep 7b, Fo1, Fo3, Fo4, S5, S 6, 62-7-3, LL 57-3-8, LL 57-6-4, LL 59-1-3.
- (8) *L. Ariosoma anago* — 33 (60,7-314,0) : D 5, D 8, D 24, G 23, S 1, S 2, S 3, S 10, S 11, 57-3-3, 57-7-2, 61-8-3 (1) : -éch. 3, P 58-3-3-4, LL 57-3-8, LL 61-5-1, G LL 10, 57-4.

(9) *L. Alloconger anagoides* — 2 (58,0-76,3) : S 7, G LL 13.

Adultes inconnus :

(10) *L. scalaris* — 2 (51,1-108,8) : S 5, S 6.

Sous-famille *Congrinae*

(11) *L. Conger wilsoni* — 15 (25,2-94,4) : Eq 6, Eq (5)4, D 10 b, S 1, S 2, S 4, S 7, 57-5-1, 57-10-2, 62-7-8.

(12) *L. Conger verreauxi* — 5 (24,1-139,0) : Eq (5) 3, S 3, S 5, 61-11-1, 57-6-5.

(13) *L. Gnathophis habenatus* — 5 (60,4-107,3) : As 8, G 26, 62-7-3, 62-7-6.

(14) *L. Gnathophis incognitus* — 15 (22,7-94,1) : D 6 b, S 6, S 10. 61-8-3 (1) : - éch. 4, éch. 5, 61-11-A, 61-11-1, 61-11-2, 61-11-6, 62-7-2, 62-7-8, 57-5-4.

Adultes inconnus :

(15) *L. laureus* — 7 (46,1-75,9) : As 42, S 1, S 6, 61-11-6, P 58-1-10, 62-7-8, LL 61-1-1.

(16) *L. stenorhynchus* — 8 (23,2-55,9) : S 5, S 6, 62-7-2, 62-7-8.

(17) *L. trilineatus* — 2 (44,0-122,6) : 62-7-6, LL 57-5-4.

(18) *L. geminus* — 5 (29,0-115,3) : D 1b, S 5, 61-11-5, 61-11-8, LL 61-1-2.

(19) *L. mediopunctatus* — 3 (73,0 et 2 spécimens endommagés) : Eq 3b, 57-4-3, LL 59-1-3.

(20) *L. hyoproroides* — 11 (13,6-61,1) : B 12, D 5, D 15b, S 1, S 4, S 5, S 6, 61-8-3 (1) : -éch. 4, 62-7-2.

Nemichthyidae

(21) *L. Nemichthys scolopaceus* — 93 (16,5-375,0) : Eq (5) 4, B 35, D 28 b, Fo 1, G 3, G 19, G 20, G 21, G 22, S 1, S 2, S 5, S 6, S 7, S 8, S 9, S 11, 57-5-1, 57-7-3, 57-7-4, 60-8-40, 61-8-3 (1) : éch. 3, 5, 6, S 1m A, 61-11-C, 62-7-2, 62-7-3, 62-7-4, 62-7-5, 62-7-6, 62-7-7, 62-7-8, 62-7-9, 57-7-1, 57-7-4, 57-4-2, 57-4-3 (S $\frac{1}{2}$ mO), 57-4-3 (S $\frac{1}{2}$ mII), 57-4-5, 57-6-6, LL 57-3-8, LL 59-1-3, LL 59-5-2, LL 61-1-2, G LL 10.

(22) *L. Borodinula gilli* ou *L. B. infans* — 12 (34,5-171,3) : Eq 18, Eq (5) 6, Eq (5) 8, Eq (5) 9, Eq (5) 11, Ep 15 b (1), G 22, S 7, S 8, 57-10-2, 58-4-3 (5), LL 59-1-2.

Serrivomeridae

(23) *L. Serrivomer samoensis* — 21 (16,9-62,1) : Eq 5, Eq 6, Eq 7, Eq 15, Eq 16, Eq (5) 11, As 35, D 10, D 10 b, S 4, S 5, S 8, 57-4-2.

(24) *L. Serrovomer bertini* — 4 (42,1-53,3) : 57-7-3, 60-8-37, 62-7-3, 62-7-8.

(25) *L. Serrivomer bertini* ou *L. S. neocaledoniensis* — 26 (13,7 — 54,1) : G 25, S 1, S 6, S 11, 57-7-2, 57-7-4, 60-8-40, 61-8-3 (1) : -éch. 5, 6, 7, 62-7-2, 62-7-3, 62-7-4, 62-7-5.

(26) *L. Stemonidium hypomelas* — 6 (15,9-56,9) : Eq 3, S 4, S 9.

Nettastomidae

(27) *L. Nettastoma melanurum* — 1 (82,6) : 61-11-1.

Muraenidae

(28) *L. Gymnothorax* sp., 121-128 myomères — 13 (34,2-68,0) : As 11, D 15 b, D 27 b, S 1, S 5, S 6, S 7, 61-8-3 (1) : -éch. 4, 62-7-1, 62-7-2, 62-7-3.

(29) *L. Gymnothorax* sp., 103-109 myomères — 15 (27,0-60,0) : Eq (5) 7, D 5, D 8, D 13 b, S 1, S 2, S 5, S 6, 61-8-3 (1) : -éch. 5, 62-7-2.

- (30) *L. Gymnothorax* sp., 132-137 myomères - - 13 (21,0-71,8) : D 5 b, Fo 1, S 2, S 5, S 6, S 8, S 9, 62-7-1, 62-7-4, 62-7-9.
- (31) *L. Gymnothorax* sp., 155 myomères - 1 (47, 2) : 62-7-1.
- (32) *L. Gymnothorax* sp., 153 myomères - 1 (38,1) : S 8.
- (33) *L. Gymnothorax* sp., 166 myomères - 1 (71,8) : D 10 b.
- (34) *L. ?Rabula* sp., 104-109 myomères - 2 (49,9-51,7) : S 8, 62-7-3.
- (35) *L. ?Rabula* sp., 115-117 myomères - 3 (39,1-69,9) : S 1, S 5, 62-7-2.
- (36) *L. ?Rabula* sp., 127-130 myomères - 2 (45,3-48,6) : Fo 3, P 58-1-10.
- (37) *L. ?Echidna polyona* --- 5 (30,7-41,2) : S 7, S 8.
- (38) *L. ?Echidna nebulosa* -- 1 (41,7) : S 6.
- (39) *L. ?Echidna zebra* — 1 (45,0) : Eq 12.
- (40) *L. ?Muraena pardalis* ou *L. ?Enchelynassa canina*, 143 myomères — 1 (38,0) : S 5.
- (41) *L. ?Muraena pardalis* ou *L. ?Enchelynassa canina*, 145 myomères — 1 (62,2) : 62-7-2.
- (42) *L. Anarchias* sp., 96-111 myomères — 5 (29,2-60,8) : D 8, D 17, 56-2-10, 61-12-1.
- (43) *L. Anarchias* sp., 116-122 myomères — 13 (23,6-68,0) : G 26, S 4, S 5, S 7, 57-3-3, 57-10-9, 61-11-C, 61-11-1, 61-11-6, 62-7-2, 62-7-4, P 58-3-3.
- (44) *L. Anarchias* sp., 125-128 myomères - 3 (20,4-79,0) : 61-11-3, 62-7-2.
- (45) *L. Uropterygius* sp., 102-107 myomères - 3 (29,5-36,4) : S 7, S 8, S 10.
- (46) *L. Uropterygius* sp., 116-123 myomères - 1 (44,5) : S 5.
- (47) *L. Uropterygius* sp., 150 myomères - 1 (26,0) : S 2.
- (48) *L. Uropterygius* sp., 115-122 myomères - 8 (36,2-44,2) : Eq 3 b, S 5, S 6, LL 61-1-1.

Ophichthidae

- (49) *L. Ophichthus* sp., 167 myomères - 1 (57,4) : G 24.
- (50) *L. ?Bascanichthys* sp., 190 myomères - 2 (25,9-140,6) : S 8, 62-7-4.
- (51) *L. ?Bascanichthys* sp., 131-142 myomères - 2 (26,3-35,8) : S 3, 62-7-3.
- (52) *L. ?Bascanichthys* sp., 182 myomères — 1 (93,1) : As 8.
- (53) *L. ?Bascanichthys* sp., 205 myomères - 1 (106,3) : S 5.
- (54) *L. ?Caecula* sp., 132 myomères — 1 (65,5) : S 7.
- (55) *L. Muraenichthys* sp., 172 myomères -- 1 (179,0) : 62-7-8.
- (56) *L. ?Cyclophichthys cyclorhinus*, 171 myomères — 1 (89,3) : S 6.
- (57) *L. ?Myrichthys* sp., 122 myomères - 1 (48,0) : 62-7-1.
- (58) *L. ?Myrichthys* sp., 131-135 myomères --- 3 (17,1-47,0) : S 2, 62-7-4.
- (59) *L. ?Myrichthys* sp., 158-160 myomères - 1 (78,7) : 61-8-3 (1) : éch. 5.
- (60) *L. ?Leiuranus* sp., 160 myomères — 1 (62,0) : S 11.
- (61) *L. ?Leiuranus* sp., 121-125 myomères - 1 (58,3) : 62-7-2.
- (62) *L. Myrophis* sp., 127-137 myomères - 5 (36,1-57,3) : D 10 b, Fo 1, S 2, S 8, 62-7-2.
- (63) *L. Myrophis* sp., 143-145 myomères — 2 (29,8-75,5) : As 11, S 1m A.

Moringuidae

- (64) *L. Moringua macrochir* --- 8 (25,1-61,2) : B 33, S 5, S 9, 61-8-3 (1) : -éch. 6, 61-11-C, 61-11-1, 61-11-3, 61-12-1.
- (65) *L. Moringua* sp., 109-115 myomères - 1 (25,9) : S 5.
- (66) *L. Moringua* sp., 160-169 myomères - 2 (38,9-61,5) : 61-11-D, 61-11-3.

V. Bibliographie

- ASANO (H.). — 1962, Studies on the conger eels of Japan. *Bull. Misaki mar. Biol. St. Kyoto Univ.*, 1.
- BAUCHOT (M. L.). — 1959, Étude des larves leptocephales du groupe *Leptocephalus lanceolatus* Strömman et identification à la famille des Serrivomeridae. *Dana Rep.*, 48.
- CASTLE (P. H. J.). — 1963 a, Anguillid leptocephali in the southwest Pacific. *Zool. Publ. Vict. Univ. N. Z.*, 33.
- CASTLE (P. H. J.). — 1963 b, The systematics, development and distribution of two eels of the genus *Gnathophis* (Congridae) in Australasian waters. *Zool. Publ. Vict. Univ. N. Z.*, 34.
- CASTLE (P. H. J.). — 1964 a, Congrid leptocephali in Australasian waters with descriptions of *Conger wilsoni* (Bl. and Schn.) and *C. verreauxi* Kaup. *Zool. Publ. Vict. Univ. N. Z.*, 37.
- CASTLE (P. H. J.). — 1964 b, Eels and eel-larvae of the *Tui* Oceanographic Cruise 1962, to the South Fiji Basin. *Trans. roy. Soc. N. Z., Zool.*, 5, 7.
- CASTLE (P. H. J.). — 1965 a, Leptocephali of the Nemichthyidae, Serrivomeridae, Synphobranchidae and Nettastomidae in Australasian waters. *Trans. roy. Soc. N. Z., Zool.*, 5, 11.
- CASTLE (P. H. J.). — 1965 b, Muraenid leptocephali in Australasian waters. *Trans. roy. Soc. N. Z., Zool.*, 7, 3.
- CASTLE (P. H. J.). — 1965 c, Ophichthid leptocephali in Australasian waters. *Trans. roy. Soc. N. Z., Zool.*, 7, 6.
- CASTLE (P. H. J.). — 1965 d, Moringuid leptocephali in Australasian waters. *Trans. roy. Soc. N. Z., Zool.*, 7, 7.
- EGE (V.). — 1939, A revision of the genus *Anguilla* Shaw. A Systematic, phylogenetic and geographical study. *Dana Rep.*, 16.
- JESPERSEN (P.). — 1942, Indo-Pacific leptocephalids of the genus *Anguilla*. Systematic and biological studies. *Dana Rep.*, 22.

CONSIDÉRATIONS SUR L'ÉTUDE DES PIGMENTS DU PHYTOPLANCTON MARIN EN ZONE TROPICALE OLIGOTROPHE

par B. WAUTHY* et J. LE BOURHIS**

Note préliminaire

Dans cette étude critique de la méthode de Richards-Thompson telle qu'elle est utilisée à bord du *Coriolis*, des résultats des croisières *Alizé* et *Atoll* ne sont donnés qu'à titre d'illustration des possibilités de cette méthode. Les résultats détaillés paraîtront dans des publications ultérieures.

La croisière *Atoll* a été effectuée dans le cadre du programme de recherche de la Direction des Centres d'Expérimentations Nucléaires pour le compte du Centre d'Expérimentation du Pacifique.

1. Introduction. — 2. Ordres de grandeur des teneurs en pigments rencontrées. — 3. Méthode spectrophotométrique de Richards et Thompson (1952). — 3 1. Principe. — 3 2. Mode opératoire. — 3 3. Précision des mesures. — 3 3 1. Étape spectrophotométrique. — 3 3 2. Étape filtration — Extraction. — 3 3 3. Erreur totale pour le travail fait à bord. — 3 4. Enregistrement des spectres d'absorption. 4. Résultats obtenus par la méthode. — 4 1. Croisière *Atoll*. — 4 2. croisière *Alizé II*. — 4 3. Enseignements de ces croisières. — 5. Effets de la révision des formules. — 6. Bilan de la méthode. — 7. Projet d'étude pour l'avenir.

RÉSUMÉ

Une revue des faibles teneurs en pigments phytoplanctoniques rencontrées dans le Pacifique Sud-Ouest montre que l'application, pour leur étude, de la méthode de Richards et Thompson, impose la filtration de volumes d'eau de mer élevés, et l'emploi de cuves spectrophotométriques spéciales.

* Océanographe biologiste, Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa, BP 4, Nouvelle-Calédonie.

** Océanographe biologiste, Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa, BP 4, Nouvelle-Calédonie.

Une étude de la précision obtenue fait ressortir que, dans ces conditions, seules les mesures de chlorophylle « a » sont individuellement utilisables, les autres relevant d'une exploitation globale sur un grand nombre de stations comme le confirment les résultats de deux croisières. Une comparaison des formules révisées (Parsons et Strickland, 1963; Scor-Unesco, 1964) indique qu'elles sont pratiquement équivalentes et qu'elles ont réduit l'importance quantitative de la chlorophylle « c ».

En conséquence, il est proposé d'abandonner la méthode en zone oligotrophique et de la remplacer par la méthode fluorométrique de Yentsch et Menzel pour la chlorophylle « a » et ses produits de décomposition, par celle de Parsons pour la chlorophylle « c » (une mesure des caroténoïdes serait faite sur Pertrail acétonique de cette méthode), toute mesure de la chlorophylle « b » étant laissée de côté.

ABSTRACT

1. A critical study of the application of the Richards-Thompson method (1952) for the determination of phytoplankton pigments in oligotrophic water (namely Tropical South Pacific), as performed aboard « Coriolis » of the Oceanographic Division of Centre ORSTOM Noumea, New Caledonia, shows that, in spite of the filtration of 15 l water samples and of the measurement in 10 cm light path cells, only chlorophyll « a » values can be used individually; chlorophyll « b », chlorophyll « c », and the ratio of the different pigments have to be handled statistically.

2. Attempts to characterize areas by recording absorption spectra of acetone extracts of the phytoplankton samples have not been successful; figures 1 and 2 present two examples (out of more than a hundred) for two different areas; the authors have seen no significant difference between them.

3. Data obtained on two cruises, serve as an illustration of the statistical use of the pigment ratio. Figure 3 presents results from Atoll cruise in the Tuamotu area; the carotenoid to chlorophyll « a » ratio is constant with a hypothetical high sinking rate of deficient plant cells in the nitrate depleted first hundred meters, followed by a restoration of the physiological state of these cells as they reach the richer water at the bottom of the photosynthetic layer, with subsequent accumulation of plant material due to a lessening of the sinking rate.

Figure 4 presents results from Alize cruise in the western half of the Pacific Equator; the physiological state of the cells seems to be good throughout the photosynthetic layer, with a possible effect of high light intensity at the surface and some degradation of the physiological state at greater depths.

4. Figure 5 presents a comparison of the revised equations by Parsons-Strickland (on the vertical axis) against original equations of Richards-Thompson (RT) and revised equations by SCOR-UNESCO (II) (on the horizontal axis), as applied to our data; direct computation of chlorophyll « a » values with the 665 m μ optical densities uncorrected for chlorophylls « b » and « c » and a specific absorption coefficient of 0.089 for chlorophyll « a », is also shown (Coef.).

Both revised equations give results 45 % lower for chl. « c » and 25 % lower for chl. « a », as compared with original equations. As far as chl. « b » is concerned SCOR-UNESCO revised equations give 30 % higher results as compared with Parsons-Strickland revised equations which give the same values as Richards-Thompson equations.

5. It is suggested that the Richards-Thompson method should be replaced in oligotrophic water by fluorescence determination for chlorophyll « a » and phaeophytin (Yentsch and Menzel, 1963) and the Parsons (1963) method for chlorophyll « c », chlorophyll « b » being left aside.

1. INTRODUCTION

L'étude de la production primaire d'une région océanique n'est possible que si l'on dispose de données quantitatives relatives au phytoplancton, tant sur la masse totale présente que sur sa vitesse de renouvellement.

En ce qui concerne l'estimation de cette biomasse dans un échantillon d'eau de mer, lorsque l'on passe en revue les méthodes possibles (Strickland, 1960), on arrive à la conclusion que la mesure des pigments reste la meilleure chance pour établir une méthode de routine que l'on puisse utiliser à la mer. Les pigments que l'on trouve dans le phytoplancton marin sont principalement des chlorophylles et des caroténoïdes. C'est pourquoi, suivant l'exemple de nombreuses tentatives dans ce sens, Richards et Thompson proposèrent en 1952 une méthode pour évaluer séparément quelques-uns des pigments par spectrophotométrie à plusieurs longueurs d'onde d'un extrait global par l'acétone à 90 %. Cette méthode, relativement simple, eut un succès considérable et ce n'est qu'une dizaine d'années plus tard que les utilisateurs durent admettre qu'elle donnait des résultats aberrants : faibles valeurs pour les caroténoïdes et rapports des chlorophylles « b » et « c » à la chlorophylle « a » bien supérieurs à ceux trouvés par chromatographie sur des cultures (Humphrey 1962).

Les coefficients d'absorption spécifiques des différents pigments furent réévalués et de nouvelles formules proposées, le reste de la méthode étant pratiquement conservé tel quel (Parsons and Strickland 1963, SCOR-UNESCO 1964).

Il nous a paru utile, et même nécessaire, après un an d'expérience de travail à la mer sur le *Coriolis*, nouveau bateau mis à la disposition du Centre Océanographique de Nouméa, de faire le bilan des résultats obtenus par cette méthode, compte tenu des impératifs dus à la faible teneur en pigments des eaux étudiées, et d'en tirer des conclusions pour l'avenir.

2. ORDRES DE GRANDEUR DES TENEURS EN PIGMENTS RENCONTRÉES DANS LES EAUX TROPICALES OLIGOTROPHES DE LA ZONE D'ACTIVITÉ DU CENTRE DE NOUMÉA

Les possibilités de travail qu'offre le *Coriolis*, basé à Nouméa (22°30S 167°E) permettent d'étendre l'activité du Centre à une zone limitée au nord par l'équateur et au sud par le parallèle 40°. Dans cette zone la richesse relative en phytoplancton en haute mer est surtout fonction de la latitude.

À l'équateur, les résultats de la croisière *Alizé* montrent que de 145°W à 160°E, la distribution des chlorophylles est assez homogène dans la couche 0-100 m ; les teneurs moyennes sont de 0,23 mg/m³ Chl « a » ; 0,04 mg/m³ Chl « b » ; 0,15 mg/m³ Chl « c ». Dans la zone 15°-25°, la croisière *Atoll* effectuée dans les Tuamotu donne une idée des concentrations probables en eau tropicale ; les teneurs moyennes sont, pour la couche 0-100 m : 0,08 mg/m³ Chl « a » ; 0,03 mg/m³ Chl « b » ; 0,06 mg/m³ Chl « c ».

En ce qui concerne la zone 35-40°S, nous emprunterons aux Australiens une valeur moyenne 0-100 m de 0,14 mg/m³ Chl « a » (Humphrey 1962).

On voit donc qu'il faut, en routine, faire des mesures sur des teneurs très faibles ; nous retiendrons les ordres de grandeur suivants :

0,10 mg/m³ pour la chlorophylle « a »
 0,03 mg/m³ pour la chlorophylle « b »
 0,08 mg/m³ pour la chlorophylle « c »

3. MÉTHODE SPECTROPHOTOMÉTRIQUE DE RICHARDS ET THOMPSON (1952)

3.1 - PRINCIPLE.

A partir d'un échantillon, on sépare le phytoplancton de l'eau de mer ; on en extrait les pigments par l'acétone à 90 % ; des mesures de densité optique à des longueurs d'ondes correspondant aux maxima d'absorption des pigments considérés permettent de calculer leurs concen-

trations par les formules suivantes (proposées par Parsons et Strickland (1963) après révision des formules originales) :

$$Ca = \frac{v}{Vl} (11,6 D_{665} - 1,31 D_{645} - 0,14 D_{630})$$

$$Cb = \frac{v}{Vl} (20,7 D_{645} - 4,34 D_{665} - 4,42 D_{630})$$

$$Cc = \frac{v}{Vl} (55 D_{630} - 16,3 D_{645} - 4,64 D_{665})$$

$$\text{Carotenoïdes} \\ \text{en MSPU/m}^3 = \frac{v}{Vl} (10 D_{480})$$

Ca, Cb, Cc, sont les concentrations en mg/m³ des chlorophylles « a », « b », « c »,

v est le volume en millilitres de l'acétone d'extraction ;

V est le volume en litres de l'échantillon d'eau de mer utilisé ;

l est le trajet optique, en centimètres, de la cuve de mesure ;

MSPU/m³ est la concentration en *millispecific pigment unit* par mètre cube pour les caroténoïdes.

D₆₆₅, D₆₄₅, D₆₃₀, D₄₈₀, sont les densités optiques corrigées aux longueurs d'onde correspondantes (voir paragraphe 331).

Ces formules montrent que pour des concentrations données il y a trois moyens d'améliorer la précision des déterminations :

- a) traiter un grand volume V d'eau de mer ;
- b) restreindre le volume v d'acétone d'extraction ;
- c) utiliser des cuves à long trajet optique l.

3 2 — MODE OPÉRATOIRE.

Ayant trouvé des cuves de 10 cm dont la capacité n'était que de 5 ml, nous avons orienté notre mode opératoire à bord du *Coriolis* sur la filtration de grands volumes d'eau de mer.

Le prélèvement à une dizaine de profondeurs choisies dans la couche superficielle (0-250 m) est effectué avec une bouteille de 50 litres en P.V.C. Le maniement de cette lourde bouteille (70 kg à vide) est facilité par le dispositif hydraulique du portique basculant sur la plage arrière du bateau. Cette bouteille, qui est utilisée successivement à chaque profondeur doit être vidée par gravité. Pour éviter d'avoir à transporter à bras de lourds récipients, un tuyau va jusqu'au laboratoire où il permet de remplir des bonbonnes de 30 litres *Kerplas*, disposées sous la rampe de filtration. Par pression, l'eau peut être prélevée ou servir à remplir des bonbonnes plus petites de 10 litres placées au-dessus de la rampe ; c'est à partir de ces sous-échantillons de 10 litres que le phytoplancton est filtré sur Millipore HA de 47 mm, sous un vide de 0,3 kg/cm² environ, contrôlable par un détendeur. De 12 à 20 litres d'eau sont ainsi filtrés à chaque profondeur, sur deux filtres. La filtration est souvent longue (plus de 5 heures), même pour les eaux pauvres, par suite de la présence de particules détritiques. Les filtres sont dissous dans 7 ml d'acétone à 90 % et l'extraction se fait à froid pendant 18 à 20 heures ; ni broyage mécanique, ni dissociation par ultrasons n'ont été utilisés.

Les lectures sont faites au Beckman DU sur des cuves de 10 cm, après centrifugation à 4.000 g pendant 20 à 30 minutes de l'extrait acétonique. L'extraction se fait dans des tubes plastiques fermés hermétiquement qui servent à la centrifugation ; nous n'avons pas de diminution du volume d'acétone 90 % introduit au début de l'extraction.

3 3 — PRÉCISION DES MESURES.

Nous avons évalué les erreurs commises aux différentes étapes de la méthode, en ce qui concerne le travail fait à bord ; nous en avons déduit par le calcul l'erreur maximale sur les résultats.

3 31 -- *Étape spectrophotométrique.*

3 311 - Au niveau des lectures, une erreur de $\pm 0,001$ unité d'extinction est commise.

3 312 - Au niveau de la correction de turbidité ; la lecture à 750 m μ est retranchée à chaque valeur lue aux autres longueurs d'onde. On introduit donc $\pm 0,001$ d'erreur supplémentaire.

3 313 - Au niveau de la correction due à l'absorption propre aux filtres dissous.

En utilisant des cuves de 10 cm, 36 paires de filtres Millipore IIA 47 mm ont été dissoutes dans 7 ml d'acétone, et l'absorption moyenne aux longueurs d'onde utilisées a donné (après correction par D_{750})

665 m μ	0,004 \pm 0,005	au seuil de
645 m μ	0,005 \pm 0,009	probabilité
630 m μ	0,005 \pm 0,009	de 99 %.

La dispersion de ces résultats tient compte, évidemment, d'autres causes d'erreur (propreté des cellules, calage non parfaitement reproductible des cuves, etc.) rencontrées en mesures de routine.

3 314 — Les densités optiques qui entrent dans le calcul des teneurs sont donc entachées d'une erreur maximale totale de :

$$\pm 0,007 \text{ à } 665 \text{ m}\mu \text{ et } \pm 0,011 \text{ à } 645 \text{ et } 630 \text{ m}\mu.$$

3 315 — Cette erreur totale entraîne, par le jeu des coefficients des formules employées, avec un extrait de 7 ml et des cuves de 10 cm, une imprécision de

0,068 μ g sur Chl « a »
0,215 μ g sur Chl « b »
0,572 μ g sur Chl « c »

au niveau du matériel récolté sur les filtres.

3 316 — En ce qui concerne l'erreur systématique sur les teneurs en chlorophylles d'un échantillon d'eau de mer ceci se traduit par le tableau suivant (en mg/m³).

Volumes litres.....	5	10	15	20
Chlorophylle « a ».....	0,014	0,007	0,004	0,003
Chlorophylle « b ».....	0,043	0,021	0,014	0,011
Chlorophylle « c ».....	0,114	0,057	0,038	0,029

3 317 — Pour avoir une idée de la précision relative des déterminations à différents niveaux de concentration en chlorophylles, en fonction du volume de l'échantillon filtré, due uniquement à la spectrophotométrie, on peut consulter le tableau du paragraphe 3 33 ; les valeurs 10 %, 25 %, 50 %, 100 % devront être lues 5 %, 20 %, 45 %, 95 %.

3 32 — *Étape filtration — extraction.*

3 321 — Le volume d'eau filtré est obtenu par différence entre deux lectures faites à $\pm 0,25$ l ; on détermine un volume par filtre. Ce qui donne, pour des échantillons traités sur deux filtres, les erreurs relatives suivantes :

10 litres	15 litres	20 litres
5 %	3,5 %	2,5 %

3 322 — L'acétone d'extraction est donné par une burette au 1/10 ml, soit pour 7 ml, avec une précision relative de $\pm 1,5$ %.

3 323 — La somme de ces erreurs sur les volumes donne donc :

10 litres	15 litres	20 litres
6,5 %	5 %	4 %

Nous retiendrons une valeur moyenne de 5 % pour cette étape ; on pourrait remédier à cette imprécision par la pratique de filtrer un volume connu fixe ; mais le procédé manque de souplesse et on peut craindre le colmatage des filtres dans certains cas, si l'on tient aux volumes élevés.

3 33 — *Erreur totale pour le travail fait à bord.*

Le tableau suivant donne les niveaux de concentration requis (en mg/m³) pour les échantillons en fonction du volume traité et de la précision relative désirée.

Précision	10 litres	15 litres	20 litres	Pigment
± 10 %	0,136	0,090	0,068	Chl « a »
	0,430	0,286	0,214	Chl « b »
	1,144	0,762	0,572	Chl « c »
± 25 %	0,034	0,022	0,017	chl « a »
	0,107	0,071	0,053	Chl « b »
	0,286	0,191	0,143	Chl « c »
± 50 %	0,015	0,010	0,007	Chl « a »
	0,048	0,032	0,024	Chl « b »
	0,127	0,084	0,063	Chl « c »
± 100 %	0,007	0,005	0,004	Chl « a »
	0,022	0,015	0,011	Chl « b »
	0,060	0,040	0,030	Chl « c »

Il y a de nombreuses causes d'erreur dont nous n'avons pas tenu compte (échantillonnage, profondeur d'échantillonnage, extraction plus ou moins complète, etc.). Mais à partir de ce calcul d'erreurs instrumentales et de manipulation, nous pouvons avancer que le tableau qui précède ne peut qu'être optimiste.

Pour les valeurs moyennes rencontrées en routine en zone tropicale évaluées au paragraphe 2 nous voyons qu'en filtrant 15 litres on peut espérer obtenir $\pm 10\%$ sur la Chl « a » au niveau $0,1 \text{ mg/m}^3$, $\pm 50\%$ sur la Chl « b » au niveau $0,03 \text{ mg/m}^3$ et sur la Chl « c » au niveau $0,08 \text{ mg/m}^3$. Il va sans dire que, pour des teneurs plus faibles, même avec 20 litres filtrés, seule la Chl « a » peut être valablement mesurée.

Notons que la précision obtenue sur les rapports des chlorophylles entre elles n'est en zone tropicale oligotrophique que très rarement meilleure que 50% .

En conclusion de cette évaluation de l'erreur totale, nous pouvons noter que nous avons réussi à adapter la méthode aux conditions extrêmes des zones oligotrophiques et obtenu la même précision relative que les auteurs de la méthode originale avançaient pour des concentrations dix fois supérieures.

3 4 -- ENREGISTREMENT DES SPECTRES D'ABSORPTION.

Suivant une suggestion faite à plusieurs reprises par certains auteurs nous avons essayé l'enregistrement continu des spectres d'absorption de nos extraits acétoniques à bord. Après avoir tenté d'adapter un enregistreur sur le Beckman DU qui, malheureusement, n'avait pas de réglage automatique du 100% , nous nous sommes tournés vers le Beckman DB avec un enregistreur de 5 inches. Une centaine d'enregistrements pour l'Atlantique tropical au large de Dakar et une cinquantaine pour la croisière équatoriale *Alizé II* nous permettent de faire le point.

L'avantage évident de cette technique était que, pour un échantillon donné, nous remplacions quelques mesures limitées, par un document que nous pouvions conserver et classer.

De ces documents nous espérions tirer trois choses :

- a) une exploitation de routine par mesures aux longueurs d'onde de la méthode ;
- b) la possibilité de faire, par la suite, des mesures à d'autres longueurs d'onde qui pourraient se révéler intéressantes ;
- c) des indications qualitatives sur d'autres pigments, à partir de la forme générale des spectres ou d'accidents de détail dans leur tracé.

Les spectres présentés dans la figure 1 pour l'Atlantique tropical E et dans la figure 2 pour le Pacifique équatorial W, montrent pourquoi ces trois espoirs sont déçus et la technique abandonnée.

En ce qui concerne les points a) et b), la limitation à des cuves de 4 cm et l'imprécision dans les lectures sur l'enregistrement, associées à la mauvaise définition des longueurs d'ondes, font que toute mesure quantitative est entachée d'une erreur relative élevée ; pour nos analyses de routine nous devons retourner aux lectures en cuves de 10 cm au Beckman DU. Pour le point c), les spectres d'une région tropicale ne diffèrent pas, à nos yeux, de ceux d'une région équatoriale et aucun accident dans le tracé ne peut être défini en longueur d'onde de façon assez précise pour nous permettre d'obtenir une indication qualitative quelconque, qui serait de toute manière, hautement hypothétique.

Remarquons le spectre d'absorption propre à deux filtres Millipore HA 47 mm qui fausse le maximum après $400 \text{ m}\mu$.

1. RÉSULTATS OBTENUS PAR LA MÉTHODE

4 1 -- CROISIÈRE « ATOLL ».

Effectuée du 21 décembre 1964 au 26 janvier 1965 dans le quadrilatère $15^{\circ}\text{S} - 25^{\circ}\text{S}$, $130^{\circ}\text{W} - 145^{\circ}\text{W}$, cette croisière nous a permis d'occuper 20 stations.

Fig. 1.

Atlantique tropical

17° 03' N

4/7/61

21° 33' W

1 : 0 m 20 litres

2 : 20 m 20 litres

3 : 40 m 15 litres

cuve de 1 cm -- 5 ml d'extrait

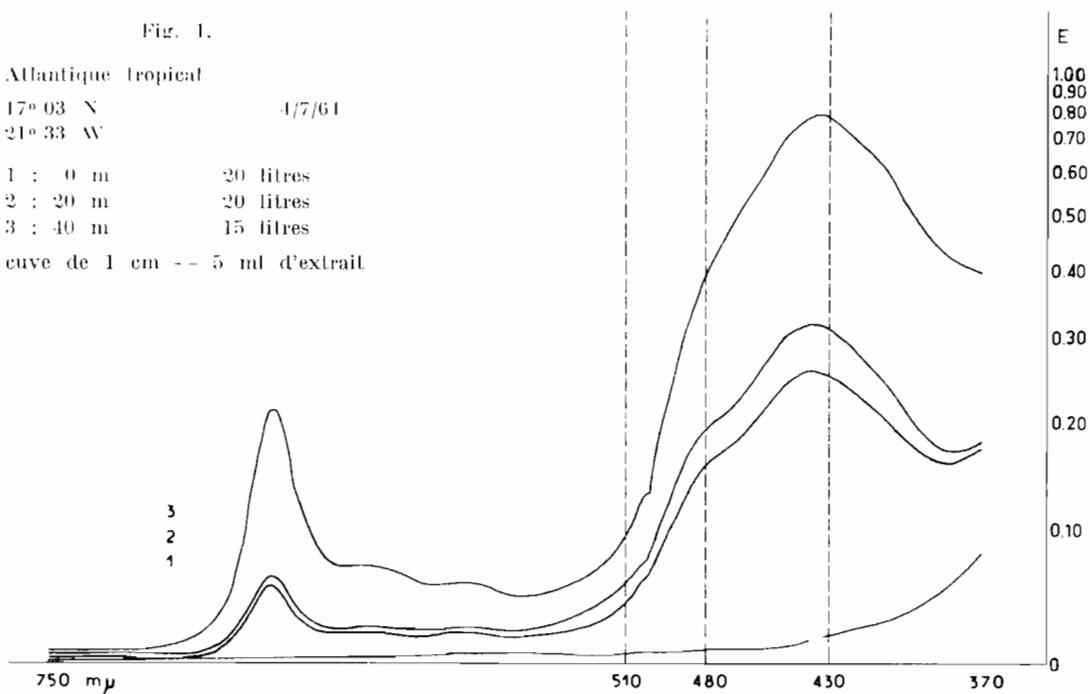


Fig. 2.

Pacifique équatorial ouest

00° 40' S

8/3/65

161° 10' E

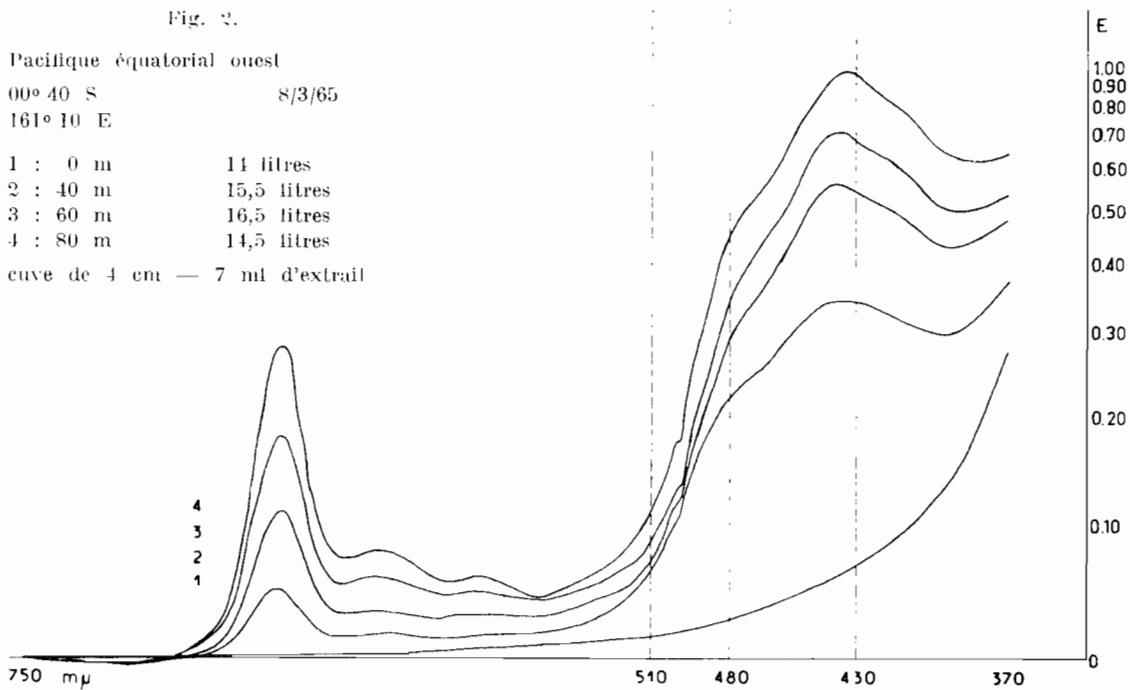
1 : 0 m 11 litres

2 : 40 m 15,5 litres

3 : 60 m 16,5 litres

4 : 80 m 14,5 litres

cuve de 4 cm — 7 ml d'extrait



Les teneurs en chlorophylles « b » et « c », rencontrées dans les cent premiers mètres sont à la limite de la sensibilité de la méthode ; la dispersion des rapports entre les pigments à différents niveaux est en accord avec le tableau des précisions relatives que nous avons établi. Mais dans ces conditions, seule une étude statistique sur les résultats de toute la croisière permet d'obtenir quelques renseignements sur le phytoplancton présent.

La figure 3 donne une vue synoptique des résultats obtenus.

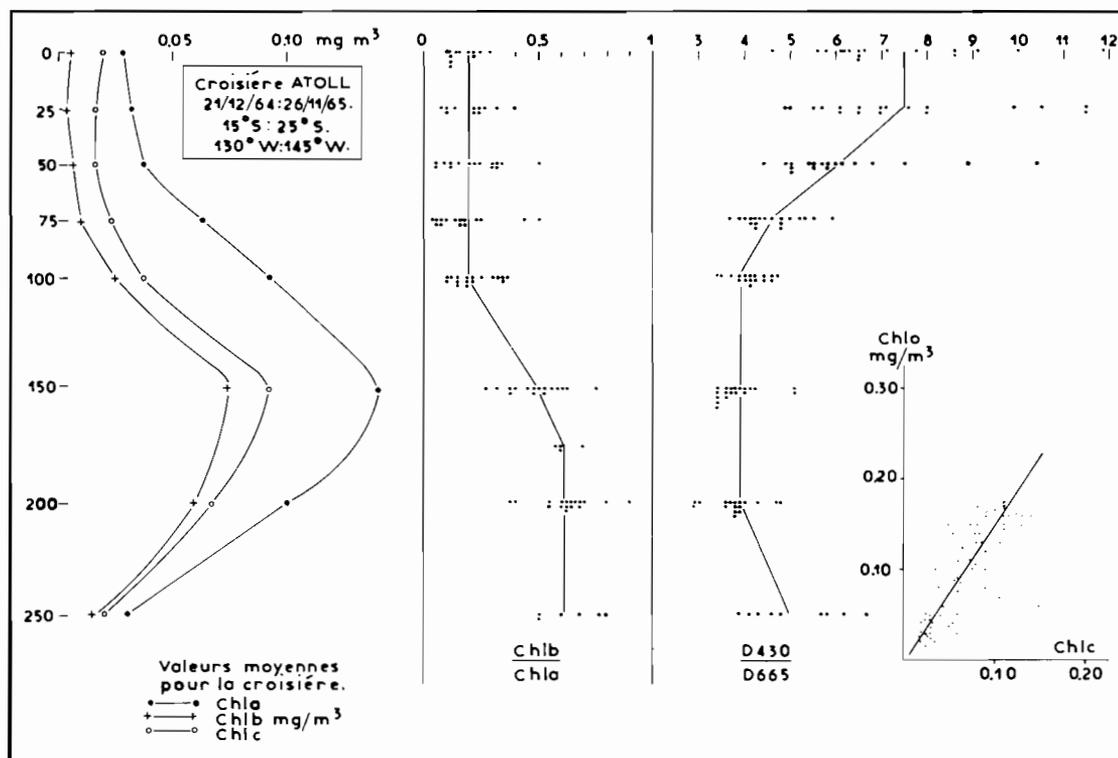


Figure 3.

A) Les profils moyens des chlorophylles montrent la pauvreté de la couche 0-100 m et une accumulation de matériel phytal entre 100 et 250 m, avec un maximum à 150 m.

B) Le rapport $\frac{\text{Chl « b »}}{\text{Chl « a »}}$ est à peu près constant et voisin de 0,2 de la surface à 100 m ; aux niveaux 150, 200 et 250 m, il est significativement plus fort et s'établit à 0,60 en moyenne.

Le rapport $\frac{\text{Chl « c »}}{\text{Chl « a »}}$ n'est pas donné en détail ; la dispersion est trop élevée dans la couche 0-75 m ; cependant, à 100 m, les teneurs étant un peu plus élevées, on a une valeur moyenne de 0,4, alors qu'à 150, 200 et 250 m elle est à peu près de 0,7.

On peut donc simplifier le schéma en disant que nous avons deux couches : la couche 0-100 m où la proportion relative de Chl « a » est forte ($\frac{\text{« b »}}{\text{« a »}} = 0,2$ et $\frac{\text{« c »}}{\text{« a »}} = 0,4$) et la couche 100-250 m où elle diminue ($\frac{\text{« b »}}{\text{« a »}} = 0,6$ et $\frac{\text{« c »}}{\text{« a »}} = 0,7$).

C) Le rapport $\frac{D_{430}}{D_{665}}$ varie de façon tout à fait différente ; la dispersion aux faibles teneurs

est élevée, mais l'analyse statistique des distributions des valeurs à chaque niveau montre que l'on peut distinguer, au niveau de probabilité 95 %, trois couches :

a) Une couche superficielle où le rapport décroît de la surface à 100 m (valeurs moyennes : 7,5 pour 0-25 m ; 6,1 pour 50 m ; 4,6 pour 75 m ; 4,1 pour 100 m).

b) Une couche 100-200 m où la valeur moyenne s'établit autour de 4,0 (4,1 pour 100 m ; 3,8 pour 150 m ; 3,9 pour 200 m).

c) Une couche profonde en dessous de 200 m, où le rapport croît à nouveau (5,0 pour 250 m).

Cette accumulation de matériel végétal en dessous de la couche euphotique est une situation que l'on retrouve assez souvent en zone tropicale, mais elle est ici particulièrement marquée. Il nous a paru intéressant, à la lumière des données disponibles d'essayer une explication de cette distribution verticale.

Les mesures physico-chimiques de cette croisière fournissent quelques renseignements :

— il n'y a pas de gradient élevé de densité pouvant expliquer l'accumulation profonde des phytoplanctes :

— jusqu'à 100 m, les nitrates sont pratiquement inexistants, mais leur teneur croît ensuite rapidement ; (teneurs moyennes : 0-100 m 0,02 μ Ag/l ; 0,18 à 150 m ; 1,10 à 200 m ; 2,58 à 250 m) ; la concentration en phosphates est plus régulière, de l'ordre de 0,45 μ Ag/l pour la couche 0-300 m ; il y a un maximum de nitrites entre 150 et 200 m.

Nous nous appuyons sur un certain nombre de faits :

— GROSS et ZEUTHEN (1948) ont suggéré que la flottabilité des cellules du phytoplancton et leur état physiologique général étaient étroitement liés.

— STEELE et YENTSCH (1960) ont montré que dans des cultures déficientes en nitrates, les cellules coulaient rapidement ; que si ces cultures étaient brusquement enrichies en nitrates, la vitesse de sédimentation diminuait aussitôt, d'autant plus nettement que la lumière ambiante était faible.

— VACCARO et RYTHER (1960) ont également expérimenté sur des cultures déficientes en nitrates et enrichies brusquement en ces sels nutritifs ; il se produisait une assimilation rapide de ces nitrates accompagnée d'une accumulation de nitrites dans le milieu, accumulation d'autant plus forte que la lumière était faible.

— MARGALEF (1961) fait remarquer que le rapport $\frac{D_{430}}{D_{665}}$ (qui donne une idée de l'abondance relative des caroténoïdes végétaux et de la chlorophylle « a ») est un indice de l'état physiologique des cellules, pour une population donnée. Un rapport faible dénote un bon état physiologique, un rapport élevé un état déficient ou sénile.

En l'absence de pycnocline marquée pouvant expliquer une diminution importante de la vitesse de sédimentation des cellules, nous pouvons considérer la déficience en nitrates dans les cent premiers mètres comme responsable d'un mauvais état physiologique du phytoplancton dans cette couche. La flottabilité des cellules est faible et elles coulent rapidement ; elles pénètrent alors dans une couche enrichie en nitrates, à la base de la couche euphotique, où l'assimilation de ces nitrates, qui peut se faire à très faible luminosité (Ketchum 1939) restaure leur état physiologique ; leur flottabilité augmente et leur vitesse d'enfoncement diminue, d'où accumulation avec maximum vers 150 m ; plus bas, la lumière est insuffisante pour que la réduction des nitrates

soit complète et des nitrites s'accumulent dans le milieu, avec maximum entre 150 et 200 m ; plus bas encore l'absence de lumière porte atteinte à l'état physiologique des cellules qui reprennent leur descente rapide.

Le tableau suivant résume le mécanisme hypothétique que nous avons avancé :

Zm	NO ₃ μAg/l	NO ₂ μAg/l	Chl a mg/ m ³	D430 D665	État physiologique	Vitesse de Sédimentation	Chl « b » Chl « a »	Chl « c » Chl « a »	Phénomènes biochimiques	
0	0,02	0,12	0,028	7,6	Déficient	Élevée			Photosynthèse	
25	0,03	0,06	0,032	7,4						
50	0,02	0,03	0,037	6,1	En amélioration	Décroissante	0,2	0,4	Assimilation de nitrates	
75	0,01	0,03	0,063	4,6						
100	0,02	0,02	0,082	4,1	Bon	Faible			NO ₃ NO ₂	
150	0,18	0,08	0,140	3,8						
200	1,10	0,13	0,100	3,9						
250	2,58	0,03	0,027	5,0	Détérioré	Croissante				

Les mesures d'activité photosynthétique, effectuées in situ dans les cent premiers mètres n'ont pu être exploitées par suite d'une contamination bactérienne accidentelle responsable du fait que les résultats sont du même ordre de grandeur pour les échantillons exposés à la lumière et pour les témoins maintenus à l'obscurité ; mais le fait qu'une activité bactérienne puisse masquer la production primaire des autotrophes permet de penser que le niveau réel de cette dernière était très bas.

Nous sommes donc en présence d'une situation extrême où dans une zone euphotique déficiente en nitrates, un phytoplancton en mauvais état physiologique, ne subsiste que difficilement, et a tendance à s'accumuler en profondeur où, pour un temps, il trouve des conditions qui restaurent son état physiologique.

42 — CROISIÈRE « ALIZÉ II ».

Elle s'est déroulée du 19 février au 8 mars 1965, le long de l'équateur entre 145°W et 160°E ; 17 stations ont été occupées. Les profils obtenus à chaque station ne sont pas très différents, bien que l'on puisse mettre en évidence sur la Chl « a » une tendance à l'accumulation du matériel phytal à la partie inférieure de la couche euphotique dans les stations les plus ouest ; mais les valeurs des rapports entre les pigments ont une dispersion telle que seul le regroupement de toutes les stations fait apparaître quelques traits intéressants. La figure 4 présente de façon synoptique l'essentiel des résultats.

Les profils moyens des trois chlorophylles montrent qu'à partir de valeurs légèrement plus fortes en surface, on obtient une répartition assez constante dans la zone euphotique, avec un léger maximum vers 75 m et une décroissance marquée à partir de ce niveau jusqu'à 150 m. En rapport avec ces profils, l'analyse de la composition relative en pigments fait apparaître trois points :

a) En surface, l'importance relative de la Chl « a » est plus faible qu'aux niveaux subsuperficiels.

	0 m	10 m
Chl « b »		
Chl « a »	0,21	0,16
Chl « c »		
Chl « a »	0,61	0,49
D ₄₃₀		
D ₆₆₅	5,1	4,2

Les moyennes des deux niveaux sont significativement différentes aux seuils de probabilité 99 % pour $\frac{\text{« b »}}{\text{« a »}}$ et $\frac{D_{430}}{D_{665}}$ et 95 % pour $\frac{\text{« c »}}{\text{« a »}}$.

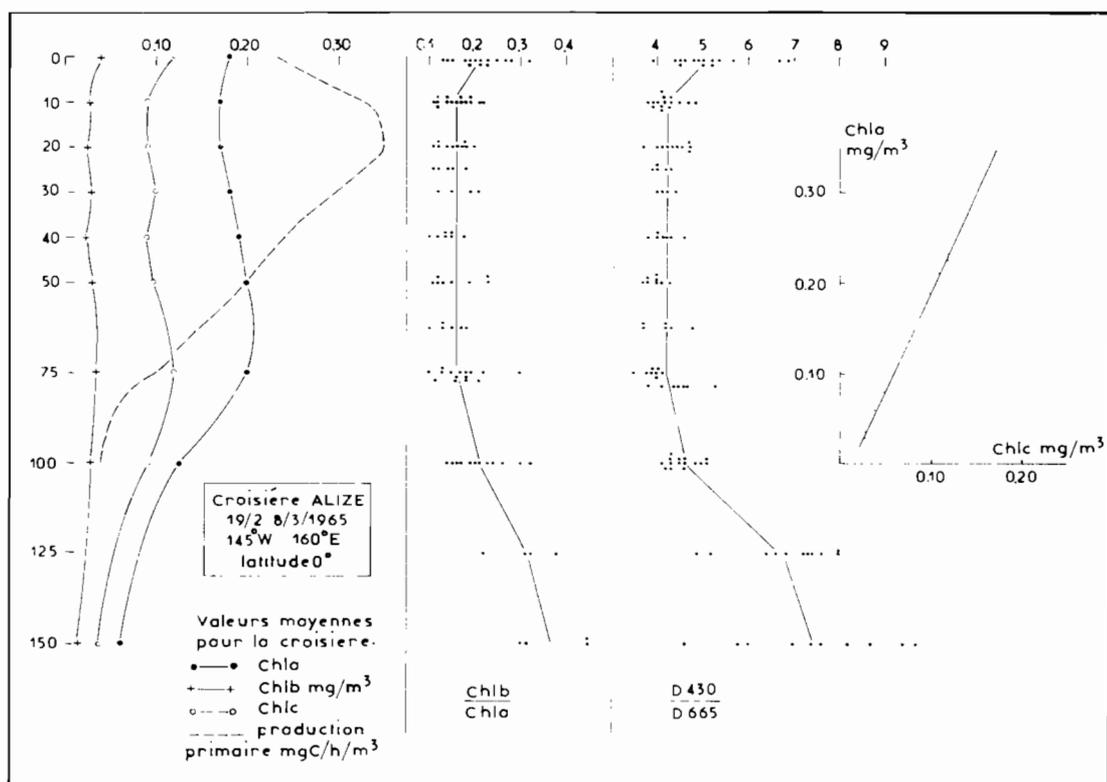


Figure 4.

b) La composition relative en pigments est constante de 10 à 75 m ; $\frac{\text{« b »}}{\text{« a »}} = 0,16 \frac{D_{430}}{D_{665}} = 4,2$

c) A partir de 100 m, l'importance relative de la Chl « a » décroît nettement.

$$\frac{\text{« b »}}{\text{« a »}} = 0,4 \text{ et } \frac{D_{430}}{D_{665}} = 7,5 \text{ à } 150 \text{ m.}$$

Le profil moyen de la production photosynthétique in situ permet de faire quelques rapprochements :

— entre l'inhibition de la photosynthèse en surface due à la forte intensité lumineuse et la diminution relative de la Chl « a » mise en relief au point a) précédent ;

--- entre l'essentiel de l'activité de photosynthèse et la composition relative assez constante, à forte proportion de Chl « a », de la couche définie en *b*) ;

- - entre la pauvreté relative en Chl « a » de la couche profonde définie en *c*) liée à un vieillissement des cellules ou à la présence de matériel détritique et la disparition de la photosynthèse à partir de ce niveau.

Mises à part les dernières stations ouest l'analyse chimique de la couche euphotique a montré que les concentrations en sels nutritifs n'étaient pas limitatives. Nous avons donc une situation que l'on pourrait appeler normale, avec une zone euphotique où un phytoplancton en bon état physiologique, trouve des conditions favorables à une production soutenue ; plus bas, la lumière devenant insuffisante, les cellules dépérissent et s'enfoncent rapidement.

4.3 - ENSEIGNEMENTS DE CES CROISIÈRES.

Une synthèse des résultats acquis au cours de ces deux croisières permet d'apprécier l'opportunité de faire des mesures sur d'autres pigments en plus de la chlorophylle « a ».

La composition relative en chlorophylles semble liée au facteur lumière sans qu'une déficience sévère en nitrates ait grande importance : dans toute la zone euphotique, pour ces deux croisières,

les rapports $\frac{\text{Chl « b »}}{\text{Chl « a »}}$ et $\frac{\text{Chl « c »}}{\text{Chl « a »}}$ sont sensiblement constants, mis à part un effet possible de

la forte intensité lumineuse sur les phytoplanctes en bonne santé rencontrés en surface au cours d'*Alizé*, et en dessous de cette zone l'abondance relative de la Chl « a » diminue. Les chlorophylles « b » et « c » seraient donc constitutives de l'appareil responsable de la photosynthèse, à un moindre titre que la chlorophylle « a », mais leurs proportions relatives ne dépendraient que de la composition spécifique de la population et de la lumière.

Par contre, l'abondance relative des caroténoïdes et de la chlorophylle « a » semble directement liée à l'état physiologique des cellules ; un rapport $\frac{D_{430}}{D_{665}}$ - élevé peut aussi bien être trouvé

en surface où il y a déficience en nitrates comme au cours de la croisière *Atoll* qu'en profondeur où

il n'y a plus de lumière comme au cours de la croisière *Alizé* ; un rapport $\frac{D_{430}}{D_{665}}$ bas caractérise

aussi bien la couche euphotique où toutes les conditions sont favorables, rencontrée au cours d'*Alizé*, que le niveau d'accumulation en profondeur où la déficience en nitrates cesse mais où il n'y a plus de lumière que l'on trouve au cours d'*Atoll*. Ce dernier point semblerait indiquer que le bon état physiologique d'une cellule est relatif à une situation antérieure, en rapport avec les caractéristiques physicochimiques du milieu mais pas obligatoirement lié à l'activité de photosynthèse.

Nous voyons donc qu'il est utile de mesurer en plus de la chlorophylle « a », une autre chlorophylle et les caroténoïdes. Le problème du matériel détritique doit être abordé, par exemple par le biais de la mesure des produits de décomposition des chlorophylles. Il serait aussi hautement souhaitable d'avoir une évaluation de la biomasse végétale en mesurant directement le carbone organique.

5. EFFETS DE LA RÉVISION DES FORMULES

Pour exploiter les mesures spectrophotométriques de la méthode Richards-Thompson nous disposons actuellement de trois ensembles de formules :

a) les formules originales qui ont servi à calculer presque tous les résultats de pigments en mer obtenus dans le monde entier depuis plus de dix ans ;

b) les formules révisées par Parsons-Strickland, que nous avons employées pour les croisières du *Coriolis* ;

c) les formules révisées par Humphrey, utilisées récemment par certains de nos collègues (SCOR-UNESCO 1964).

Une révision des formules originales était apparue nécessaire car, des résultats acquis, il ressortait que les chlorophylles « b » et « c » étaient probablement surestimées, leurs rapports à la chlorophylle « a » étant bien plus élevés que ceux trouvés par analyse chromatographique des pigments de phytoplancton en cultures ou en milieu naturel ; la chlorophylle « c » paraissait être le pigment principal dans une bonne partie des océans.

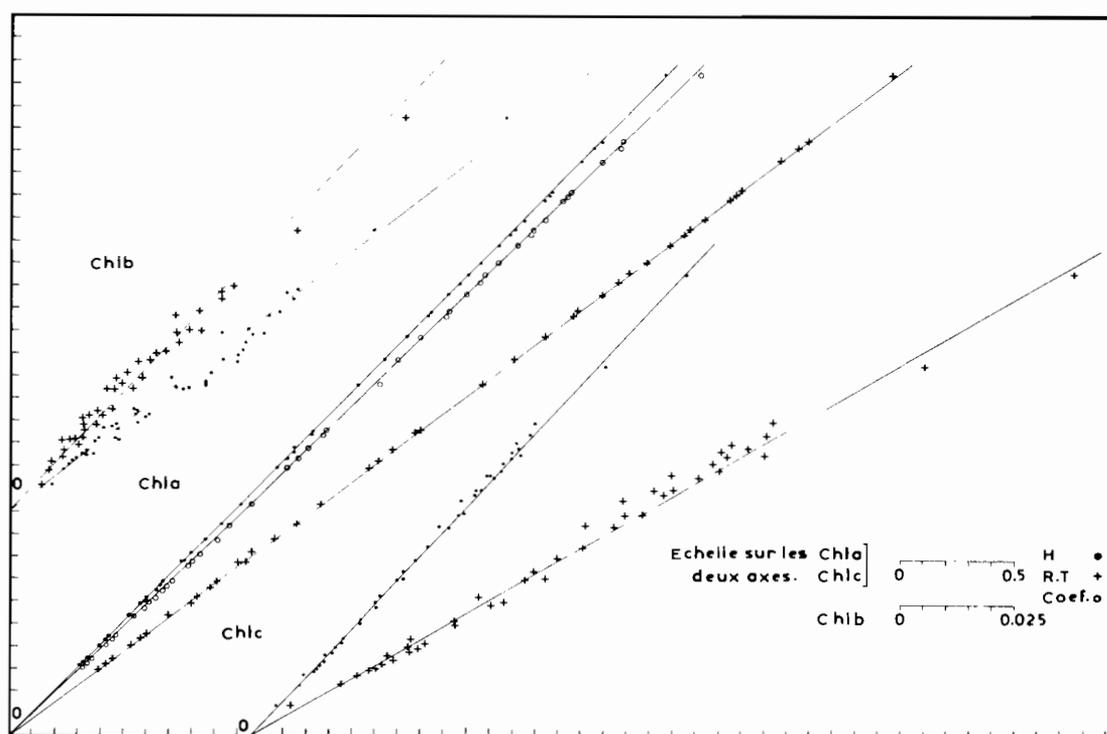


Figure 5.

Dans le double but d'apprécier l'effet des nouvelles formules sur la composition relative en chlorophylles du phytoplancton de notre aire océanique et d'avoir des coefficients correctifs pour comparer nos résultats avec ceux acquis ou à venir, nous avons appliqué les trois ensembles de formules à quelques mesures obtenues au cours des croisières du *Coriolis*; les résultats sont présentés figure 5, les valeurs des formules Parsons-Strickland étant portées en ordonnée, les autres en abscisse.

Dans les formules de Humphrey ce sont les lectures à 663 m μ qui doivent être utilisées ; nous avons cependant fait les calculs avec nos lectures à 665 m μ , pensant qu'avec les spectrophotomètres employés en mer, un décalage de 2 m μ ne devait pas être significatif.

La corrélation obtenue entre les diverses formules est excellente pour la chlorophylle « a » et reste acceptable pour les chlorophylles « b » et « c ». Nous avons tracé à vue les droites qui matérialisent ces corrélations et d'après les pentes obtenues nous avons dressé le tableau suivant :

Formules	Chl « a »	Chl « b »	Chl « c »	$\frac{\text{« b »}}{\text{« a »}}$	$\frac{\text{« c »}}{\text{« a »}}$
R.T.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
P.S.	0,76	1,05	0,57	1,38	0,77
SCOR-UNESCO	0,74	1,36	0,53	1,84	0,72

Ce tableau montre que, si l'on accepte les formules révisées comme donnant une meilleure analyse de la composition relative pigmentaire, les anciennes formules surévaluaient la Chl « a » d'un tiers et la chlorophylle « c » de 80 %, mais sous-évaluaient la chlorophylle « b » ; en conséquence les rapports $\frac{\text{« c »}}{\text{« a »}}$ sont maintenant diminués d'un quart et les rapports $\frac{\text{« b »}}{\text{« a »}}$ augmentés de 5 % ou de 36 %, la chlorophylle « a » restant le pigment principal.

La comparaison des formules révisées entre elles apparaît sur le tableau suivant :

Formules	Chl « a »	Chl « b »	Chl « c »	$\frac{\text{« b »}}{\text{« a »}}$	$\frac{\text{« c »}}{\text{« a »}}$
P.S.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
SCOR-UNESCO	0,97	1,30	0,93	1,31	0,96

Nous en concluons que, dans la pratique, les deux méthodes sont équivalentes pour les Chl « a » et « c », mais que la Chl « b » est 30 % plus forte d'après SCOR-UNESCO.

Nous avons également calculé les teneurs en chlorophylle « a » directement à partir des lectures à 665 m μ corrigées de la seule turbidité, sans tenir compte des absorptions propres des chlorophylles « b » et « c » à cette longueur d'onde, en prenant 0,089 comme valeur du coefficient d'absorption spécifique de la chlorophylle « a ». Remarquons que, d'après la figure 5 cette pratique conduit à des résultats qui excèdent de moins de 2 % ceux obtenus avec corrections.

6. BILAN DE LA MÉTHODE

6.1 — Les valeurs moyennes des rapports $\frac{\text{« b »}}{\text{« a »}}$ et $\frac{\text{« c »}}{\text{« a »}}$ obtenues lors des croisières *Alizé II* et

Atoll sont résumées dans le tableau ci-dessous ; les valeurs soulignées sont celles qu'on aurait obtenues en utilisant les formules originales de Richards-Thompson :

		$\frac{\text{« b »}}{\text{« a »}}$	$\frac{\text{« c »}}{\text{« a »}}$
<i>Alizé II</i>	0-75 m	0,19	0,45
		<u>0,14</u>	<u>0,60</u>
<i>Atoll</i>	0-100 m	0,20	0,73
		<u>0,14</u>	
	100-250 m	0,58	<u>0,97</u>
		<u>0,41</u>	

Si nous nous référons à Humphrey (1962, tableau 4) nous voyons que, quelles que soient les formules employées, nous avons des valeurs acceptables pour ces rapports, assez proches de celles obtenues par chromatographie sur des cultures, alors que les mesures effectuées sur de faibles

volumes d'eau de mer avec des cellules à court trajet optique conduisent à des valeurs trop élevées pour ces mêmes rapports.

Il est donc certain que nos efforts pour améliorer ces deux points de la méthode trouvent là une justification partielle.

6 2 — L'exploitation des résultats obtenus au cours des croisières *Atoll* et *Alizé II* a montré que, mise à part la chlorophylle « a », les valeurs pour les autres pigments prises isolément sont inutilisables à cause de leur grande imprécision ; leur dispersion, pour une même profondeur est de l'ordre de celle que l'on peut prévoir d'après notre tableau des précisions. Cependant, l'analyse statistique des valeurs pour toute une région, permet d'obtenir quelques indications intéressantes sur la physiologie du phytoplancton en rapport avec le milieu.

6 3 — La complaisance de la méthode à fournir des valeurs de chlorophylle « b » si on les lui demande, nous paraît suspecte. Ce pigment n'est en effet signalé par les auteurs compétents que chez les Chlorophycées et chez les Euglenophycées qui ne semblent pas représenter une fraction importante du phytoplancton tropical.

6 4 — Le problème de la détermination des teneurs en caroténoïdes végétaux par spectrophotométrie à partir d'un extrait acétonique de tous les pigments, a été traité par Parsons et Strickland (1963). On ne peut obtenir qu'une mesure approximative en MSPU/m³ par lecture à 480 m μ corrigée de la turbidité lue à 750 m μ . Cette unité arbitraire sera voisine de 1 gramme dans la plupart des cas dans notre région (prédominance de fucoxanthine ou de péridinine, ou d'un mélange des deux).

En conclusion de ce bilan, nous dirons qu'il ne nous semble pas possible, en routine, à bord d'un petit bateau de filtrer beaucoup plus que nos 15 à 20 litres à chacune des 8 à 10 profondeurs étudiées à chaque station, ni de faire mieux que d'employer des cuves de 10 centimètres de trajet optique et de moins de 10 millilitres de capacité dans un spectrophotomètre courant ; nous pensons donc avoir été aussi loin qu'il est pratiquement possible pour améliorer la précision de la méthode ; nous constatons que nous avons réussi à obtenir en zone tropicale pauvre la précision que donne le mode opératoire original en zone tempérée plus riche ; en conséquence nos résultats restent quantitativement acceptables pour la chlorophylle « a » et insuffisants en ce qui concerne les autres pigments. Nous nous proposons donc d'abandonner la méthode des lectures à plusieurs longueurs d'onde sur un extrait global et de nous tourner vers des techniques mieux adaptées aux faibles teneurs à étudier.

7. PROJET D'ÉTUDE POUR L'AVENIR

Pour ceux qui ne considèrent pas l'étude des pigments du phytoplancton comme une fin en soi, mais plus simplement comme un moyen d'arriver à mieux comprendre le processus de la production primaire en mer, en fonction des conditions de milieu, les questions auxquelles ils doivent impérativement répondre sont :

- quels sont les organismes présents ?
- quelle quantité de matière vivante représentent-ils ?
- quel est leur état physiologique ?
- quelle est la vitesse de leur renouvellement ?

L'observation directe permet seule de répondre à la première question ; la méthode du C14 est assez sensible pour éclaircir, en zone tropicale le dernier point ; pour les deux restants, l'étude des pigments reste le seul moyen d'approche.

Nous pensons avoir montré que la méthode de Richards et Thompson, si elle peut rendre des services appréciables dans les croisières descriptives, n'est pas en mesure de nous donner des mesures utilisables dans une étude fine de la couche euphotique en vue de préciser les mécanismes d'utilisation des sels nutritifs et de minéralisation de la matière organique.

En l'absence de technique chromatographique utilisable en mer, nous proposons, en routine d'utiliser pour la chlorophylle « a » la technique par fluorescence de Yentsch et Menzel (1963) : elle permet d'opérer sur un litre, même dans notre région, ce qui offre, en plus d'une rapidité évidente, la possibilité de faire cette mesure sur un échantillon de 3 à 4 litres qui serait utilisé pour toutes les mesures physiques, chimiques et biologiques d'une étude fine de la couche superficielle, et donne une mesure des produits de décomposition des chlorophylles qui indique la proportion relative des cellules mortes et des cellules vivantes ; à quelques profondeurs choisies à chaque station, un volume supplémentaire raisonnable de 4 ou 5 litres serait filtré sur Millipore et l'extraction acétonique après broyage mécanique des cellules, permettrait par lectures spectrophotométriques à 665 et à 430 ou 480, d'obtenir des mesures d'abondance relative des caroténoïdes ; cet extrait, traité suivant la méthode de Parsons (1963) donnerait une mesure précise et spécifique de la chlorophylle « c » ; toute mesure de chlorophylle « b » serait abandonnée.

Nouméa, décembre 1965

BIBLIOGRAPHIE

- GROSS (F.) and ZEUTHEN (E.). — 1948 — The buoyancy of plankton diatoms: a problem of cell physiology. *Proc. Roy. Soc. London*, Vol. 135 : 382-9.
- HUMPHREY (G. F.) (1962). — Phytoplankton pigments in the Pacific Ocean. *Proc. Conf. on Primary Productivity Measurement, Marine and Fresh-water, Univ. of Hawaii*, Aug. 21-Sept. 6, 1961. (Ed. M. S. Doty) (U.S. Atomic Energy Commission Monograph.)
- KETCHUM (B. H.), (1939). — The development and restoration of deficiencies in the phosphorus and nitrogen composition of unicellular plants. *J. Cellular and Comp. Physiol.*, 13 : 373.
- MARGALEF (R.), (1961). — Hidrografia y fitoplancton di un area marina de la costa meridional de Puerto Rico. *Inv. Pesq. Tomo XVIII*.
- PARSONS (T. R.), (1963). — A new method for the Microdetermination of chlorophyll « c » in sea water. *J. Mar. Res.*, 21 : (3) : 164-171.
- PARSONS (T. R.) and STRICKLAND (J. D. H.), (1963). — Discussion of spectrophotometric determination of marine plant pigments, with revised equations for ascertaining chlorophylls and carotenoids. *J. Mar. Res.*, 21 : (3) : 155-163.
- RICHARDS (F. A.), with THOMPSON (T. G.), (1952). — The estimation and characterization of plankton populations by pigment analysis. II A spectrophotometric method for the estimation of plankton pigments. *J. Mar. Res.*, 11 : 156-172.
- SCOR-UNESCO, (1964). — Report of SCOR-UNESCO Working Group 17 on « Determination of Photosynthetic Pigments » (mimeo), Sydney.
- STEELE (J. H.) and YENTSCH (C. S.), (1960). — The vertical distribution of chlorophyll. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 39 : 217-226.
- STRICKLAND (J. D. H.), (1960). — Measuring the Production of Marine Phytoplankton. *Fish. Res. Bd. Canada, Bul.* 122.
- VACCARO (R. F.) and RYTHER (J. H.), (1960). — Marine Phytoplankton and the distribution of nitrite in the sea. *J. du Cons. Vol. XXV, n° 3* : 260-271.
- YENTSCH (C. S.) and MENZEL (D. W.) (1963). — A method for the determination of phytoplankton chlorophyll and phaeophytin by fluorescence. *Deep-Sea Res.*, 10 : 221-231.

“CORIOLIS” : Croisière “ALIZÉ”

Individualisation de plusieurs ichtyofaunes le long de l'équateur

R. GRANDPERRIN * et J. RIVATON **

Résumé

Summary

- I. Introduction
 - II. Prélèvements
 - III. Définition de 4 régions océanographiques
 - IV. Individualisation de plusieurs ichtyofaunes
 - V. Distribution des genres et familles
 - VI. Discussion
- Bibliographie

RÉSUMÉ

Au cours de la croisière transpacifique « Alizé » le long de l'équateur, des Galapagos au 160° E, le N.-O. « Coriolis » du Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa effectua 35 traits de chalut pélagique Isaacs-Kidd 5 pieds, de 0 à 300 mètres de nuit. Les poissons bathypélagiques ont été, dans la mesure du possible, déterminés jusqu'à l'espèce.

Les résultats de ces déterminations sont présentés par zones. Les zones, au nombre de 4, ont été définies en fonction des propriétés physicochimiques et notamment de la profondeur du contre-courant de Cromwell.

* Océanographe biologiste à l'O.R.S.T.O.M.

** Auxiliaire de Recherche à l'O.R.S.T.O.M.

Chacune de ces zones possédait au moment des traits une ichthyofaune « eudémique ». Une faune commune couvre l'ensemble des stations. Elle semble potentiellement avoir pour origine les zones A et C. Les observations concordent assez bien avec les résultats d'Ebeling (1962).

Le groupe des *Vinciguerria*, *Argyropelecus* et la famille des *Melanostomiidae* dominaient

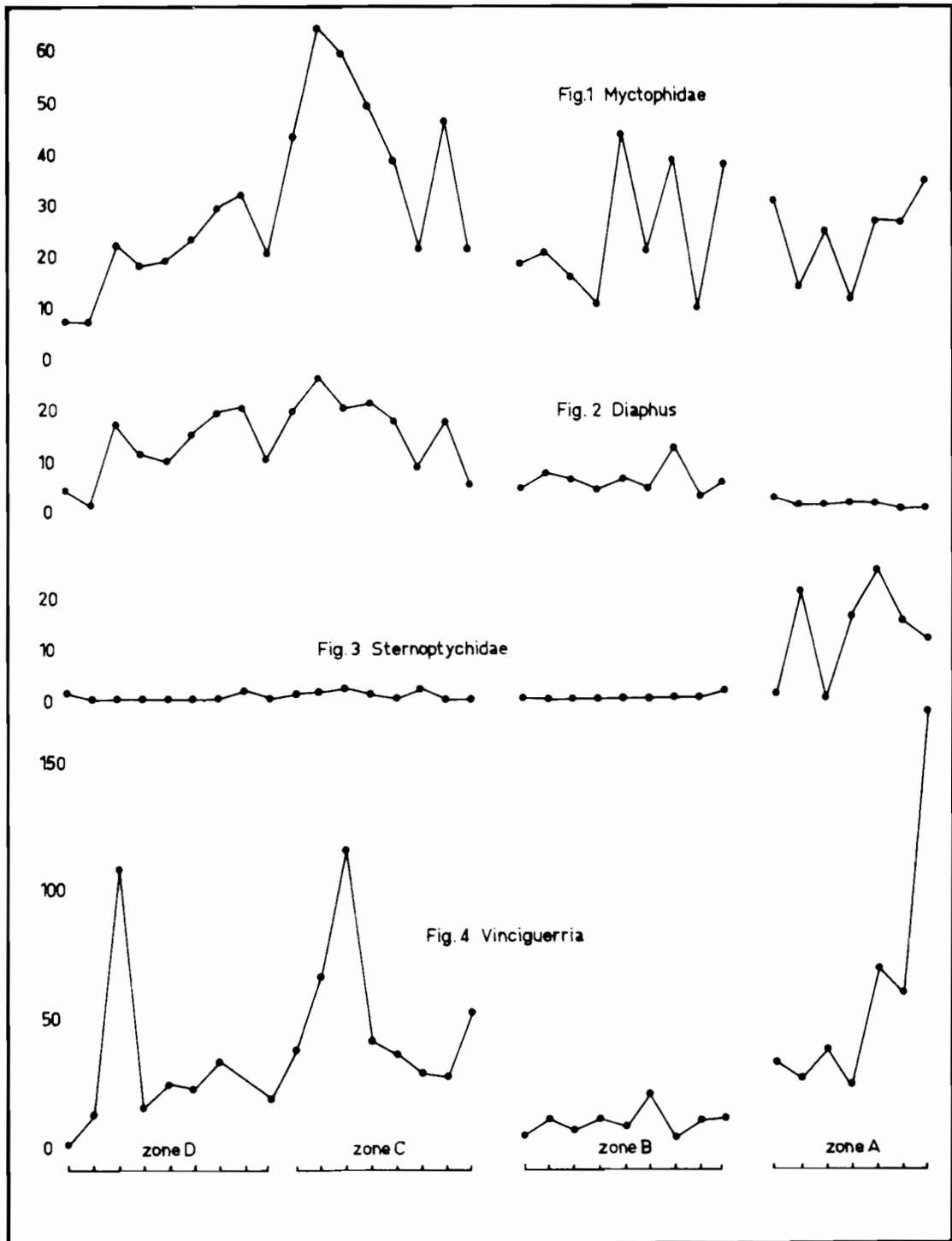


Fig. 1, 2, 3, 4. — Nombres d'individus par station.

dans la zone A. L'ichtyofaune de la zone C était à base de Myctophidae. Les zones B et D présentaient moins d'originalité dans la composition de la faune que les deux autres.

Aucune interprétation biologique n'a été tentée dans ce travail qui décrit une situation en place, base de futurs travaux biologiques.

SUMMARY

Material upon which this study is based was collected along the equator between november 1964 and march 1965 from Galapagos Islands to the 160° E longitude by the R. V. « Coriolis » from the « Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa ». The studied micronekton originates from 33 night 300 meters standard oblique tows using a 5-foot Isaacs-Kidd midwater trawl. Identifications of bathypelagic fishes have been carried as far as possible.

1. Hydrographic datas, particularly depth variations of the Cromwell Current along the equator give evidence of four zones whose essential features are given in table I. The zone limits are showed on the cruise chart.

2. Each zone was marked by an « endemic » fauna at the time of the cruise. A fauna extending all over the cruise and showing peaks of abundance for different species in different zones was also manifest. Some species occur either in two or in three zones.

3. As for the number of fishes, zones A and C seem to be the richest ones (table II).

4. Comparison of our datas with the ones collected by Ebeling (1952) for 144 species of bathypelagic fishes from the Eastern Pacific is drawn up in column E, tables I and II, and shows a good agreement between the two sets of results.

5. The distribution of various genera and families of fishes in four zones of longitude through the cruise is plotted in table III. Myctophids (fig. 1) especially *g. Diaphus* (fig. 2) seem to be highly concentrated in zone C. High occurrence of *Vinciguerria* (fig. 4), *Argyropelecus* (fig. 3) and *Melanostomiidae* appears to be the essential feature in zone A. Characters in zones B and D are less conspicuous.

6. This paper does not attempt to make any biological statement and is only concerned with the standing crop. Further papers will try to elucidate some biological problems for a few species with a particular distribution.

I. INTRODUCTION

Au cours de la croisière transpacifique « *Alizé* » le long de l'équateur, des Galapagos au 160° E, le navire océanographique « *Coriolis* » du Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa effectua, entre autres travaux, 33 traits de micronekton. Cette croisière se déroula en deux parties : la première du 20 novembre 1964 au 10 décembre 1965, la seconde du 18 février au 8 mars 1965. Si l'interprétation des phénomènes dynamiques et physicochimiques est gênée par cette interruption de plus de 2 mois, l'étude de la production secondaire l'est plus encore.

Le dépouillement complet de la croisière, non encore achevé, fera sans doute l'objet d'autres publications. Ce papier décrit seulement l'ichtyofaune bathypélagique en place rencontrée au cours des stations. D'autres textes tenteront d'apporter quelques éclaircissements sur la biologie de certaines espèces parmi les plus abondantes ou présentant une distribution particulièrement intéressante.

II. PRÉLÈVEMENTS

L'engin utilisé fut le chalut pélagique d'Isaacs-Kidd 5 pieds. Le cul du chalut était constitué par un filet conique ordinaire de 50 cm de diamètre, maille 000, équipé d'un « débimètre » dans son ouverture. Les traits obliques symétriques échantillaient de 0 à 300 mètres. La vitesse

de filtration était d'environ 2,5 nœuds. Le trait durait 55 minutes, l'heure moyenne correspondant à 2 heures environ après le coucher du soleil, soit en moyenne à 20 h 45. Tous les traits ont été ramenés à un parcours standard de 5.000 mètres.

III. DÉFINITION DE 4 RÉGIONS OCÉANOGRAPHIQUES

Il est malaisé à l'échelle de tout le Pacifique, de présenter un ensemble de résultats en laissant à chaque station son individualité. Plusieurs stations ont été ainsi groupées, chaque groupement définissant une zone sur l'équateur. Des Galapagos au 160° E, 4 zones A, B, C et D ont été délimitées.

La détermination des limites de ces zones n'a pas été entièrement arbitraire et repose sur l'étude des propriétés physicochimiques. Le long de l'équateur, en s'enfonçant à partir de la surface, on rencontre successivement :

- Le Courant Équatorial Sud portant à l'ouest ;
- Le Contre Courant de Cromwell portant à l'est ;
- Le Courant Équatorial profond portant à l'ouest.

Le Contre Courant de Cromwell est caractérisé par une grande homogénéité due à d'importants mélanges verticaux traduisant une grande instabilité, par un enrichissement en oxygène et par un appauvrissement en sels nutritifs. Ses limites supérieures et inférieures correspondent à

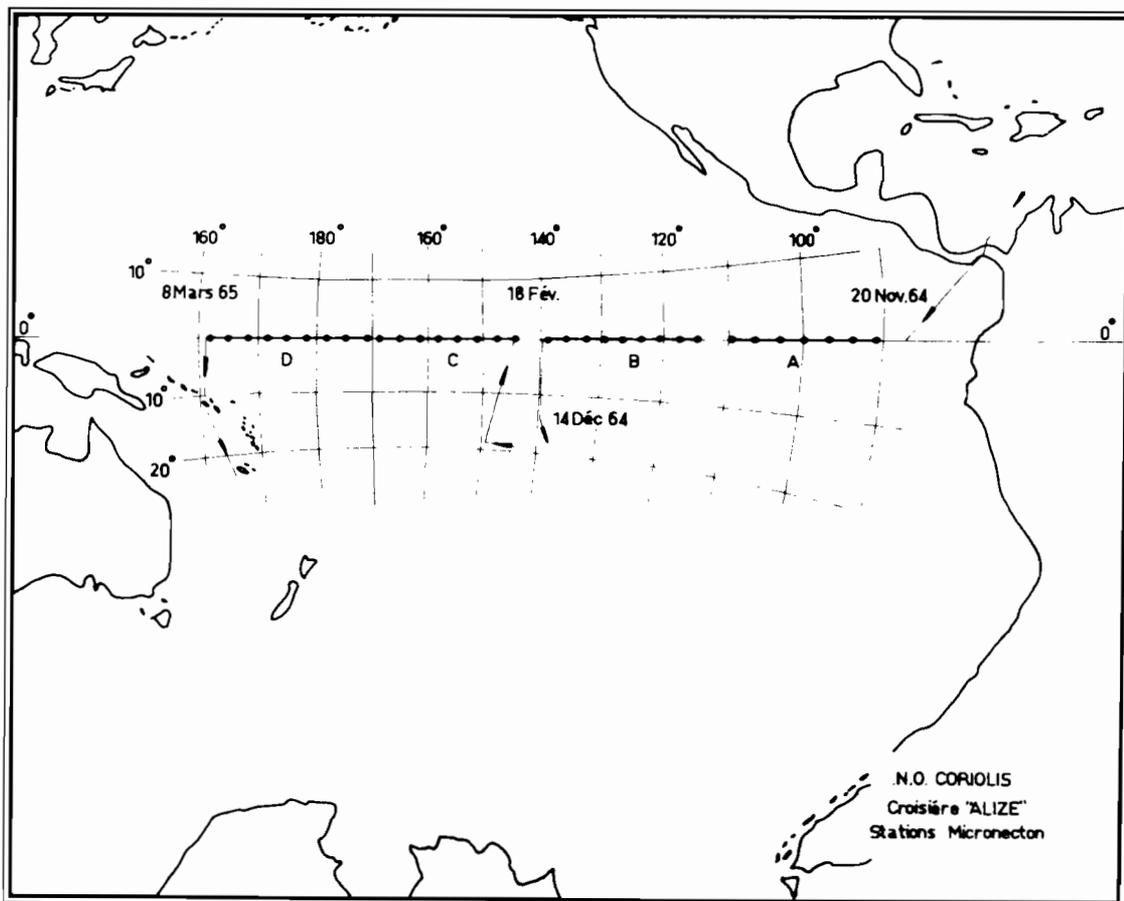


Fig. 5.

un gradient vertical maximum des propriétés physiques et chimiques. Ces limites varient avec la longitude. L'épaisseur moyenne du Contre Courant de Cromwell est de 250 mètres.

Le tableau I donne les caractéristiques et les limites de chaque zone. Il faut noter cependant que l'examen détaillé des propriétés physicochimiques et de la production primaire laisse supposer que quelques stations des zones A et B étaient en marge du Contre Courant de Cromwell.

TABLEAU I
Individualisation de 4 zones océanographiques

	Zone A	Zone B	Zone C	Zone D
Position	92° W au 110° W	115° W au 138° W	145° W au 168° W	170° W au 162° E
Nb. de stations	7	9	8	9
Limite sup. du CC de Cromwell	30 m	s'enfonce progressivement de 30 à 150 m	150 m	150 m
Limite inf. du CC de Cromwell	300 m	s'enfonce progressivement de 300 à 400 m	imprécise	400 m
Teneur en O ₂	faible	croissante	moyenne	moyenne
Teneur en CO ₂	forte	décroissante	décroissante	croissante
Teneur en nitrates	très forte avec brusques variations	décroissante	enrichissement superficiel en fin de zone	faible
Teneur en phosphates	très forte avec brusques variations	décroissante	enrichissement superficiel en début de zone	faible
production primaire	très forte avec brusques variations	moyenne	moyenne homogène	faible
production secondaire	très forte	moyenne à forte	moyenne avec cependant pics élevés pour poissons larves de poissons carides et euphausides	faible
Remarques	Influence maximum de l'upwelling équatorial : système très perturbé	transition pour toutes les propriétés	assez forte potentialité	appauvrissement général. Très forte dilution en fin de zone

IV. INDIVIDUALISATION DE PLUSIEURS ICTHYOFAUNES

4. 1. Les résultats des stations ont été groupés par zone et pour chaque zone a été calculé le nombre moyen d'individus par station. Le tableau II donne la liste des espèces, groupes et familles rencontrés et leur abondance numérique respective dans chacune des zones. Cette liste est dressée de façon à faire ressortir tous les groupements d'espèces, genres ou familles, rencontrés successivement dans les 4 zones définies précédemment.

On appellera ichtyofaune A le groupement d'espèces trouvées seulement en A. Les espèces communes aux zones A, B et C seront appelées l'ichtyofaune ABC etc. Dans la colonne E, le signe (+) indique que les données ne contredisent pas celles d'Ebeling (1962) qui a tenté d'établir pour le Pacifique oriental une distribution, en fonction de la latitude cette fois, de 144 poissons bathypélagiques. Le signe (-) traduit au contraire un désaccord avec la distribution d'Ebeling. L'absence de signe signifie qu'Ebeling n'a pas cité la répartition de l'espèce, du genre ou de la famille considérés.

Notons évidemment que ces distributions méritent plutôt le nom de « distributions apparentes ». Elles signifient que les espèces ont été rencontrées entre 0 et 300 mètres à l'heure choisie pour le trait et à la période considérée. Cette réserve doit être gardée constamment à l'esprit.

4. 2. — L'examen du tableau II permet d'avancer les points suivants :

4. 2. 1. Chaque zone possède une faune qui lui est propre et qu'on ne retrouve pas dans les autres.

	Nombre d'espèces (ou genres ou familles)	Nombre moyen par station
Faune A	17	2.1
Faune B	8	1.4
Faune C	18	4.1
Faune D	13	2.0

4. 2. 1. 1. L'ichtyofaune A, riche en espèces l'est relativement peu en individus, notamment par rapport à la faune C. C'est assez surprenant quand on connaît la proverbiale richesse des eaux du Pacifique oriental. Il semble, sous réserves déjà faites qu'on n'ait pas rencontré nettement ici l'influence de l'upwelling équatorial. Cela semble confirmer l'impression déjà signalée que quelques stations de la zone A étaient en marge, sinon en dehors du système courant-contre courant.

4. 2. 1. 2. L'ichtyofaune B est peu riche en espèces et en individus. Cette pauvreté semble en accord avec les données physicochimiques, la zone B étant une zone de transition, donc mal caractérisée.

4. 2. 1. 3. L'ichtyofaune C, riche en espèces et en nombres moyens peut être le reflet lointain des enrichissements relatifs en phosphates et nitrates notés dans cette zone.

4. 2. 1. 4. La faune D, assez importante par le nombre d'espèces l'est moins par le nombre d'individus. Cela semble traduire d'une part l'influence de l'Océan Indien, d'autre part l'appauvrissement général de tout le système. On peut penser que plus à l'ouest la faune purement bathypélagique est encore moins riche en individus.

4. 2. 2. Il existe une ichthyofaune ABCD commune aux 4 zones. Cette faune « cosmopolite » est composée d'espèces qui semblent présenter des abondances numériques maximales soit en A, soit en C, mais rarement dans les deux zones B et D. Cela confirme l'impression de potentialité maximum des zones A et C déjà signalée dans la description des ichthyofaunes « endémiques » et dans le tableau I (zones océanographiques). Certaines espèces de cette faune « cosmopolite » seront mieux étudiées en détail dans un travail ultérieur.

4. 2. 3. Il existe plusieurs ichthyofaunes communes, sans solution de continuité soit à 2, soit à 3 zones. Elles sont toutes sans exception moins importantes en nombre d'espèces et en nombre d'individus que chacune des faunes « endémiques ». Ce fait incite fortement à considérer la zonation comme n'étant pas en définitive purement artificielle.

4. 2. 4. Quelques espèces enfin sont présentes dans plusieurs zones non voisines. Elles sont en général peu abondantes. Il n'est pas impossible que le filet les ait mal échantillonnées. Il se peut aussi que leur distribution présente réellement des discontinuités.

4. 2. 5. Ebeling établit la distribution latitudinale de 144 poissons bathypélagiques pour le Pacifique oriental, c'est-à-dire pour des longitudes correspondant grossièrement à la zone A. 43 espèces sont communes à sa liste et à celle du tableau I. Pour 75 % de ces dernières, la distribution longitudinale faite ici et la distribution latitudinale d'Ebeling ne sont pas en désaccord. Ceci signifie qu'on a soit retrouvé en A des espèces qui y sont signalées par Ebeling, soit qu'on retrouve en B, C, D, des espèces qui, d'après lui n'atteignaient pas l'équateur en A.

TABLEAU II
Individualisation de plusieurs ichthyofaunes
Nombres moyens d'individus par station

Ichthyofaunes	Espèces	Genres	Familles	Zones				Référence à Ebeling
				A	B	C	D	
A	Lampanyctus idostigma.....			0,6				+
	Myctophum ind.....			0,3				
	Notoscopelus elongatus.....			0,2				+
	Melanostomiidae.....			0,2				
	Bathophilus.....			0,2				
	Avocettina sp.....			0,1				+
	Leptostomias sp.....			0,1				-
	Pseudoscopelus sp.....			0,03				
	Caristiidae.....			0,03				
	Caristius macropus.....			0,03				
	Melanocetus sp.....			0,03				-
	Maurolicus sp.....			0,03				+
	Trachypterus sp.....			0,03				
	Photonectes fimbria.....			0,03				
	Heterophotus ophistoma.....			0,03				
Leptostomias longibarba.....			0,03					
Bathophilus metallicus.....			0,03					
AB	Bathymacrops sp.....			2,4	0,4			
	Gonichthys cocco.....			1,3	0,1			
	Melamphaes beani.....			0,4	0,1			+
	Myctophum affine.....			0,6	0,8			+
	Bathophilus filifer.....			0,03	0,1			
ABC	Argyrolepeceus lynchus.....			12,7	0,1	0,4		+
	Ichthyococcus ovatus.....			0,8	0,4	0,1		
ABCD	Vinciguerria ind.....			59,0	9,0	44,0	29,0	+
	Diogenichthys laternatus.....			7,9	3,7	0,6	0,3	+
	Lampanyctus omostigma.....			4,4	1,1	2,2	0,3	+
	Lampanyctus ind.....			3,8	1,0	3,3	0,3	
	Cyclothone ind.....			0,8	3,0	0,9	0,2	+
	Gonostoma sp.....			0,6	0,7	1,9	1,6	
	Sudidae.....			0,4	0,1	0,1	0,4	
	Diaphus fulgens.....			0,1	1,4	2,6	3,1	-
	Lampanyctus pyrsoobolus.....			0,3	1,1	4,6	1,7	+
	Lampanyctus steinbecki.....			0,1	0,1	0,9	0,7	
	Chauliodus ind.....			0,1	0,3	0,1	0,6	
	Astronesthes sp.....			0,1	0,1	0,2	0,4	
	Notolychnus valdiviae.....			1,1	5,4	7,0	0,3	-
	Hygophum benoiti.....			0,2	1,0	1,0	0,3	
Lampanyctus niger.....			0,2	1,1	1,6	0,7	+	
Indéterminés.....			0,07	0,2	0,1	0,2		
B	Hygophum macrochir.....				0,4			+
	Ctenoscopelus phengodes.....				0,2			
	Diaphus doffeini.....				0,2			
	Benthodesmus sp.....				0,1			
	Hygophum reinhardtii.....				0,1			-
	Loweina sp.....				0,1			+
	Photonectes sp.....				0,1			+
Omosudis sp.....				0,1				

TABLEAU II (suite)
 Individualisation de plusieurs ichthyofaunes
 Nombres moyens d'individus par station

Ichthyofaunes	Espèces	Genres	Familles	Zones				Référence à Ebeling
				A	B	C	D	
BC	Diaphus andersoni.....				2,0	1,0		+
	Diaphus thermophilus.....				1,0	0,2		
	Lampanyctus microchir.....				0,2	0,9		+
	Lampanyctus micropterus.....				0,2	0,4		
	Stromateidae.....				0,1	0,2		
	Diaphus schmidti.....				0,2	0,2		
	Evermannella indica.....				0,1	0,1		
	Chiasmodon sp.....				0,1	0,1		
BCD	Ceratoscopelus townsendi.....				0,7	2,0	1,5	+
	Diaphus lutkeni.....				0,3	2,0	0,8	+
	Diaphus theta.....				0,2	1,5	0,6	
	Diaphus problematicus.....				0,1	0,5	0,1	+
	Gempylidae.....				0,1	0,1	0,1	
C	Diaphus splendidus.....					1,4		+
	Diaphus ind.....					1,3		
	Lampanyctus bersoni.....					0,4		
	Diaphus microps.....					0,2		
	Argyroleleucus hemigymnus.....					0,2		
	Argyroleleucus sladeni.....					0,2		
	Myctophum asperum.....					0,2		
	Echiostoma tanneri.....					0,1		
	Thysanactis dentex.....					0,1		
	Diogenichthys atlanticus.....					0,1		
	Diaphus macrophus.....					0,1		
	Diaphus lucidus.....					0,1		
	Diaphus perspicillatus.....					0,1		
	Diaphus signatus.....					0,1		
	Melamphaes macrocephalus.....					0,1		
Diplophos sp.....					0,1			
Howella sp.....					0,1			
Scylliorhinidae.....					0,1			
CD	Bregmaceros ind.....					2,0	1,6	+
	Myctophum evermanni.....					0,5	0,1	—
	Myctophum selenops.....					0,2	0,1	+
	Diaphus regani.....					4,6	6,4	
	Valenciennellus tripunctulatus.....					0,1	0,2	+
	Eustomias tenisoni.....					0,1	0,1	
	Flagellostomias boureei.....					0,1	0,1	
	Aristostomias sp.....					0,1	0,1	—
	Evermannella sp.....					0,1	0,1	
Myctophum rufinum.....					0,1	0,1		
D	Photoneustes guernei.....						0,3	+
	Nemichthys sp.....						0,3	+
	Diaphus jenseni.....						0,3	+
	Melamphaes atlanticus.....						0,2	
	Evermannella atrata.....						0,2	+
	Photoneustes albipennis.....						0,1	
Eustomias bigelowi.....						0,1		

TABLEAU II (suite)
 Individualisation de plusieurs ichthyofaunes
 Nombres moyens d'individus par station

Ichthyofaunes	Espèces	Genres	Familles	Zones				Référence à Ebeling
				A	B	C	D	
D (suite)	<i>Eustomias macrurus</i>						0,1	+
	<i>Electrona rissoi</i>						0,1	
	<i>Lepidopus</i> sp.....						0,1	
	<i>Myctophum humboldti</i>						0,1	
	<i>Argyropelecus</i> sp.....						0,1	
	<i>Sternoptyx diaphana</i>						0,1	
Distributions	Espèces, genres, familles sans distribution groupée							
ABD	<i>Idiacanthus</i> sp.....			0,03	0,1		0,2	
ACD	<i>Evermannella normalops</i>			0,03		0,1	0,2	
AD	<i>Myctophum punctatum</i>			0,3			0,8	
ACD	<i>Diaphus rafinesquei</i>			0,6		0,5	0,1	--
BD	<i>Lampanyctus festivus</i>				0,2		0,2	+
BD	<i>Lampanyctus nobilis</i>				0,1		0,1	
AC	<i>Lampanyctus ritteri</i>			0,03		0,1		-
AC	<i>Lampanyctus mexicanus</i>			1,0		0,1		!
AD	<i>Melamphaes microps</i>			0,03			0,1	
AD	<i>Melamphaes mizolepis</i>			0,03			0,1	
ACD	Apogonidae.....			0,1		0,1	0,1	
AC	<i>Lampanyctus nigrescens</i>			0,1			0,1	

V. DISTRIBUTION DES GENRES ET FAMILLES

Dans le tableau III, les poissons sont groupés cette fois par genres, par genres apparentés ou par familles. Toutes les espèces de la croisière n'y sont pas répertoriées. Référence est faite à Ebeling dans la colonne correspondante.

1. *Myctophidae* (Fig. 1).

La distribution des *Diaphus* (Fig. 2) est nettement axée sur la zone C. Il en est de même, quoique moins nettement, pour les *Lampanyctus*. Ce sont ces derniers cependant qui possèdent le plus d'espèces « cosmopolites ». Les *Myctophum*, également répartis dans les 3 zones A, B et C affectent une nette diminution dans la zone D.

La zone C pourrait donc être qualifiée de zone à *Myctophidae* et même de zone à *Diaphus*.

2. *Melanostomiidae*.

On en trouve peu dans les zones B et C. Le chevauchement d'une espèce sur 2 zones se produit 3 fois seulement : il n'est donc pas impossible que les espèces de cette famille soient de bons indicateurs hydrologiques.

3. *Gonostomidae*.

Ils sont assez régulièrement répartis avec toutefois un net maximum pour les zones C et D. Le long de l'équateur, il semble que les *Gonostoma*, gros prédateurs, tiennent la place des *Chauliodus* dans l'océan Indien oriental. Les mensurations des *Gonostoma* ont été faites en détail. Ils appartiennent sans doute tous à la même espèce, *Gonostoma rhodadenia* Gilbert.

Les *Cyclothone* sont les seuls poissons à présenter un net maximum en B.

4. *Vinciguerria* (Fig. 4).

Ils sont traités à part car ils représentent une fraction importante de la biomasse. Très abondants tout le long de l'équateur, leur distribution accuse néanmoins une très nette et inexplicable diminution au niveau de la zone B. Ils semblent, du moins en apparence, appartenir à l'espèce *Vinciguerria nimbaria* (Jordan et Williams).

TABLEAU III
Distribution des genres et familles
Nombres moyens d'individus par station

Groupement par genres, genres apparentés ou par familles	Zones				Référence à Ebeling
	A	B	C	D	
Diaphus					
D. fulgens.....	0,1	1,4	2,6	3,1	—
D. doffleini.....		0,2			
D. andersoni.....		2,0	1,0		+
D. thermophilus.....		1,0	0,2		
D. schmidti.....		0,2	0,2		
D. lutkeni.....		0,3	2,0	0,8	
D. theta.....		0,2	1,5	0,6	+
D. problematicus.....		0,1	0,5	0,1	
D. splendidus.....			1,4		
Diaphus ind.....			1,3		
D. microps.....			0,2		
D. macrophus.....			0,1		
D. lucidus.....			0,1		
D. perspicillatus.....			0,1		
D. signatus.....			0,1		
D. regani.....			4,6	6,4	
D. jenseni.....				0,3	
D. rafinesquei.....	0,6		0,5	0,1	—
Nombre total moyen par station.....	0,7	5,4	16,4	11,4	
Nombre d'espèces et genres.....	2	8	16	7	
Myctophum					
Myctophum ind.....	0,3				
Notoscopelus elongatus.....	0,2				+
Gonichthys cocco.....	1,3	0,1			
Myctophum affine.....	0,6	0,8			+
Diogenichthys laternatus.....	7,9	3,7	0,6	0,3	+
Notolychnus valdiviae.....	1,1	5,4	7,0	0,3	—
Hygophum macrochir.....		0,4			
Ctenoscopelus phengodes.....		0,2			
Hygophum reinhardti.....		0,1			
Loweina sp.....		0,1			+
Myctophum asperum.....			0,2		
Diogenichthys atlanticus.....			0,1		+
Myctophum evermanni.....			0,5	0,1	—
Myctophum selenops.....			0,2	0,1	
Myctophum rufinum.....			0,1	0,1	—
Myctophum humboldti.....				0,1	
Electrona rissoi.....				0,1	+
Myctophum punctatum.....	0,3			0,8	
Nombre total moyen par station.....	11,7	10,8	8,7	1,9	
Nombre d'espèces et genres.....	7	8	7	8	

TABLEAU III (suite)
 Distribution des genres et familles
 Nombres moyens d'individus par station

Groupement par genres, genres apparentés ou par familles	Zones				Référence à Ebeling
	A	B	C	D	
Lampanyctus					
Lampanyctus idostigma.....	0,6				+
Lampanyctus omostigma.....	4,4	1,1	2,2	0,3	+
Lampanyctus ind.....	3,8	1,0	3,3	0,3	
L. pyrsobolus.....	0,3	1,1	4,6	1,7	+
L. niger.....	0,2	1,1	1,6	0,7	+
L. steinbecki.....	0,1	0,1	0,9	0,7	
L. micropterus.....		0,2	0,4		
L. microchir.....		0,2	0,9		
Ceratoscopelus townsendi.....		0,7	2,0	1,5	+
Lampanyctus bensoni.....			0,4		
Lampanyctus mexicanus.....	1,0		0,1		+
Lampanyctus ritteri.....	0,03		0,1		—
L. nobilis.....		0,1		0,1	
L. festivus.....		0,2		0,2	+
Nombre total moyen par station.....	10,4	5,8	16,5	5,5	
Nombre d'espèces et genres.....	8	10	11	8	
Melanostomiidae					
Bathophilus sp.....	0,2				
Melanostomiidae.....	0,2				
Leptostomias sp.....	0,1				—
Bathophilus metallicus.....	0,03				
Photonectes fimbria.....	0,03				
Leptostomias longibarba.....	0,03				
Bathophilus filifer.....	0,03				+
Photonectes sp.....		0,1			+
Echiostoma tanneri.....			0,1		
Thysanactis dentex.....			0,1		+
Eustomias tenisoni.....			0,1	0,1	
Flagellostomias boureei.....			0,1	0,1	+
Photonectes guernei.....				0,3	
Photonectes albipennis.....				0,1	
Eustomias bigelowi.....				0,1	
Eustomias macrurus.....				0,1	
Nombre total moyen par station.....	0,62	0,2	0,4	0,8	
Nombre d'espèces et genres.....	7	2	4	6	
Gonostomidae (sans Vinciguerria)					
Ichthyococcus ovatus.....	0,8	0,4	0,1		
Gonostoma sp.....	0,6	0,7	1,9	1,6	
Cyclothone ind.....	0,8	3,0	0,9	0,2	+
Nombre total moyen par station.....	2,2	4,1	2,9	1,8	
Vinciguerria.....	59,0	9,0	44,0	29,0	+
Sternoptychidae					
Argyropelecus lynchus.....	12,7	0,1	0,4		+
Argyropelecus hemigymnus.....			0,2		

TABLEAU III (suite)
Distribution des genres et familles
Nombres moyens d'individus par station

Groupement par genres, genres apparentés ou par familles	Zones				Référence à Ebeling
	A	B	C	D	
Sternoptychidae (suite)					
Argyropelecus sladeni.....			0,2		
Argyropelecus sp.....				0,1	
Sternoptyx diaphana.....				0,1	
Nombre total moyen par station.....	12,7	0,1	0,8	0,2	
Gadidae					
Bregmaceros ind.....			2,0	1,6	+
Melamphaes					
Melamphaes beani.....	0,4	0,1			
Melamphaes macrocephalus.....			0,1		
Melamphaes atlanticus.....				0,2	
Melamphaes microps.....	0,03			0,1	
Melamphaes mizolepis.....	0,03			0,1	
Nombre total moyen par station.....	0,46	0,1	0,1	0,4	

5. *Melamphaes*.

D'après Ebeling (1962) 7 espèces de *Melamphaes* existent dans le Pacifique oriental. Ces poissons, plutôt tropicaux, auraient été transportés à l'origine par le système des contre-courants jusque dans le Pacifique oriental où ils se seraient individualisés pour former la faune eudémique de cette région. De ces 7 espèces, une seule a été récoltée dans la zone C. Par contre, les 4 espèces rencontrées dans la zone A ne sont pas signalées par Ebeling.

6. *Bregmaceros*.

La détermination jusqu'à l'espèce n'a pas été faite pour ce genre. Ebeling situe *Bregmaceros maclelandi* dans le Pacifique oriental nord à des latitudes allant de 4° N à 20° N. Inexistants dans la première partie d'« *Alizé* », les *Bregmaceros* sont relativement abondants dans les zones C et D.

7. *Sternoptychidae* (Fig. 3).

Ebeling signale la présence de 2 *Argyropelecus*, dont *A. lychnus* dans le Pacifique oriental. Ce dernier est très abondant dans la zone A.

VI. DISCUSSION

Comme il a déjà été signalé dans l'introduction, ce papier tente de dresser simplement un état descriptif préliminaire de l'ichtyofaune en place rencontrée tout au long de la croisière « *Alizé* ». Si l'on admet — et il paraît raisonnable de le faire — que la dérive des eaux du Courant Équatorial Sud s'effectue à 2 nœuds en moyenne tout le long de l'équateur, un simple calcul montre qu'il suffit d'un peu plus de 3 mois à un organisme passif pour parcourir la distance des Galapagos au 160° E. Si l'on tient compte du Contre Courant de Cromwell qui s'écoule en sens inverse, on conçoit qu'une population puisse se disperser très rapidement si elle est composée au départ d'individus d'âges et de biologie différents, d'adultes et de larves par exemple. Toute

la croisière et ses interruptions s'étendent sur plus de 3 mois. Deux mois séparent les stations de B de celles de D. Durant cette période au niveau du 140° W, tout le système biologique en place s'est certainement bouleversé ; des adultes ont pu pondre, des larves éclore, être transportées très loin et produire les postlarves qui auront pu échapper à l'échantillonnage.

A cet échantillonnage, échappe aussi une part non négligeable de la faune, principalement des adultes. En effet, la base de la D.S.L. se situait en moyenne entre 450 et 500 mètres pour toute la croisière. De plus, le Contre Courant de Cromwell constitue sans nul doute une sorte de plafond pour bon nombre d'espèces : il est certain que des traits profonds systématiques de nuit et de jour auraient donné des ichtyofaunes différentes.

Par ailleurs, la prédominance d'une espèce dans une zone peut par exemple signifier qu'au moment du prélèvement, le stock de juvéniles, plus important en nombre que celui des gros individus de la même espèce, s'en trouvait là de sa dérive à travers l'océan. Au total ces ichtyofaunes peuvent donc n'être simplement qu'une peinture figée des cycles biologiques transpacifiques. Cet aspect du problème sera étudié ultérieurement pour les espèces les plus nombreuses. Telle qu'elle, cette peinture paraît cependant pleine d'enseignements.

Compte tenu du fait que les vitesses de filtration du filet pour toutes les stations durant la croisière sont restées relativement constantes — à l'exception d'un ou deux traits au cours desquels elles furent très fortes — donc que les conditions de travail demeurèrent homogènes, on peut, aux erreurs d'échantillonnage près, mettre en évidence une évolution de la faune ichtyologique en fonction de la longitude.

En résumé, *au moment des opérations du « Coriolis »* :

1. l'ichtyofaune bathypélagique de la zone A était à base de *Vinciguerria*, *Argyropelecus* et *Melanostomiidae* ;
2. la faune de la zone B était une faune de transition présentant cependant une relative abondance en *Cyclothone* ;
3. les *Myctophidae* et principalement les *Diaphus* caractérisaient la zone C ;
4. la faune D, fortement influencée par celle de B, notamment pour les *Diaphus*, s'individualisait au niveau des *Melanostomiidae* ;
5. les groupements faits ci-dessus, s'ils ne caractérisent pas obligatoirement de manière stable la zone géographique où ils furent trouvés, ont cependant de sérieuses chances de représenter des associations qui ne peuvent être définies dans l'espace que dans la mesure où elles pourront l'être dans le temps.

TABLEAU IV

Liste des espèces

<i>Ichthyococcus ovatus</i> (Cocco)	<i>Flagellostomias boureei</i> Zugmayer
<i>Argyropelecus lynchus</i> Garman	<i>Bathophilus filifer</i> Garman
<i>Argyropelecus hemigymnus</i> Cocco	<i>Bathophilus metallicus</i> Welsh
<i>Argyropelecus sladeni</i> Norman	<i>Echiosstoma tanneri</i> Gill
<i>Sternoptyx diaphana</i> Hermann	<i>Tysanactis dentex</i> Regan et Trewavas
<i>Astronesthes cyaneus</i> Brauer	<i>Malacosteus danae</i> ---
<i>Heterophotus ophistoma</i> Regan et Trewavas	<i>Evermannella indica</i> Brauer
<i>Photonectes finbria</i> Regan et Trewavas	<i>Evermannella normalops</i> Parr
<i>Photonectes guernei</i> Collett	<i>Evermannella atrata</i> Alcock
<i>Photonectes albipennis</i> (Döderlein)	<i>Hygophum benoiti</i> (Cocco)
<i>Eustomias bigelowi</i> Welah	<i>Hygophum reinhardti</i> (Lütken)
<i>Eustomias macrurus</i> Regan et Trewavas	<i>Hygophum macrochir</i> (Günther)
<i>Eustomias tenisoni</i> ---	<i>Diogenichthys laternatus</i> (Garman)
<i>Eustomias simplex</i>	<i>Diogenichthys atlanticus</i> (Täning)

TABLEAU IV (suite)

Liste des espèces

Myctophum affine (Lütken)	D. microps Brauer
M. asperum Richardson	D. signatus Gilbert
M. rufinum Täning	D. jenseni Täning
M. obtusirostris Täning	Notolychnus valdiviae (Brauer)
M. evermanni Gilbert	Lampanyctus festivus Täning
M. selenops Täning	L. omostigma Gilbert
M. punctatum Rafinesque	I. pyrsobolus Alcock
M. humboldti (Risso)	L. niger Günther
Ctenoscopelus phengodes (Lütken)	L. nobili Täning
Gonichthys cocco (Cocco)	L. micropterus (Brauer)
Diaphus fulgens Brauer	Lampanyctus microchir Gilbert
D. andersoni Täning	L. steinbecki Bolin
D. lutkeni Brauer	L. ritteri Gilbert
D. thermophilus Täning	L. Bensoni (Fowler)
D. theta Eigenmann	L. mexicanus Gilbert
D. problematicus Parr	Caratoscopelus townsendi (Eigenmann)
D. schmidti Täning	Melamphaes atlanticus Parr
D. doffeini Zugmayer	M. microps Günther
D. splendidus (Brauer)	M. mizolepis (Günther)
D. regani Täning	M. macrocephalus Parr
D. rafinesquei (Cocco)	M. beani Günther
D. macrophus Parr	Valenciennellus tripunctulatus (Esmark)
Diaphus lucidus Goode et Bean	Caristius macropus (Belloti)
D. perspicillatus (Ogilby)	

BIBLIOGRAPHIE¹

- BRAUER (A.). — 1906, Die Tiefsee-Fische. I. Systematischer Teil. — Wiss. Erg. deut. Tiefsee-Exped. Valdivia. 1898-1899. Bd. XV.
- EBELING (A. W.). — 1962, Melamphaidae I. Systematics and zoogeography of the species in the bathypelagic fish Genus *Melamphaes* Günther. Dana-Report n° 58.
- FRASER-BRUNNER (A.). — 1949, A classification of the fishes of the family Myctophidae. — Proc. Zool. Soc. London, 118 (Part 4), pp. 1019-1106.
- KING (E. J.) and IVERSEN (R. T. B.). — 1962, Midwater trawling for forage organisms in the Central Pacific. Fishery Bulletin. Vol. 62, No. 210, pp. 271-321.
- MUNRO (I.S.R.). — 1958, The Fishes of the New Guinea Region. Territory of Papua and New Guinea. Fisheries Bulletin No. 1, pp. 97-369.
- NORMAN (J. R.). — 1930, Oceanic fishes and flatfishes collected in 1925-27. Discovery Rep., Vol. 2 pp. 261-370.
- PARR (Albert Eide). — 1927 (a), Ceratioidea. Scient. Res. Third Oceanogr. Exp. « Pawnee ». Bull. Bingham Oceanogr. Coll. Vol. III, Art. 1, 1927.
- 1927 (b), The Stomioid Fishes of the Suborder Gymnophotodermi. Sci. Res. Third. Oceanogr. Exp. « Pawnee ». Bull. Bingham Oceanogr. Coll. Vol. III, Art. 2, 1927.

(1) Pour les déterminations des poissons bathypélagiques de nombreux ouvrages ont été nécessaires. Seule les références aux principaux sont données ci-dessus.

- 1928, Deepsea Fishes of the Order Inioi from the Waters Around the Bahama and Bermuda Ids. Sci. Res. Third Oceanogr. Exp. « Pawnee ». Bull. Bingham Oceanogr. Coll. Vol. III, Art. 3. 1928.
- 1933, Deep-sea Berycomorphi and Percomorphi from the Waters around the Bahama and Bermuda Islands. Bull. Bingham Oceanogr. Coll. Vol. III, Art. 6. December 1933.
- REGAN (C. T.) and TREWAVAS (E.). -- 1929, The fishes of the Families Astronesthidae and Chauliodontidae. — Rep. Danish « Dana » — Exped (1920-22). No. 5.
- 1930, The fishes of the families Stomiidae and Malacosteidae — Rep. Danish « Dana » — Exped (1920-22). No. 6.
- ROULE (L.) et BERTIN (L.). -- 1929, Les poissons apodes appartenant au Sous-Ordre des Nemichthyiformes. Rep. Danish « Dana » Exped. (1920-22). No. 4.

ÉTUDE SUR QUELQUES ESPÈCES D'EUPHAUSIACÉS DE L'EST DE L'OcéAN INDIEN (110° E.)

par

C. ROGER *

Résumé

Summary

Introduction

I. Méthodes

I. 1. *Exposé*

I. 2. *Critiques*

II. Rappel sur l'hydrologie de la région

III. Résultats généraux

IV. Distribution annuelle des espèces

IV. 1. *Ensemble des Euphausiacés*

IV. 2. *Le genre Thysanopoda*

IV. 3. *Thysanopoda tricuspidata*

IV. 4. *Thysanopoda monacantha*

IV. 5. *Thysanopoda aequalis* et *Th. subaequalis*

IV. 6. *Thysanopoda obtusifrons*

IV. 7. *Thysanopoda peclinata*

IV. 8. *Thysanopoda cristata*

V. Relations avec le milieu

VI. Conclusions

Bibliographie

Cartes hors texte I à XIV.

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

RÉSUMÉ

1. Ce travail porte sur l'étude de la distribution annuelle des Euphausiacés de l'Océan Indien, récoltés le long de 110°E. entre 9° et 32°S. au cours de six croisières totalisant 91 stations.

2. Les espèces dominantes appartiennent au genre *Thysanopoda*, qui représente à lui seul 50 % de la biomasse de l'ensemble des Euphausiacés. Ce genre est très nettement dominant entre 10° S. et 23°S.

Pour des raisons matérielles, l'étude spécifique détaillée des récoltes s'est limitée aux espèces de ce genre.

Les espèces les plus abondantes sont *Th. tricuspadata*, *Th. monacantha*, *Th. aequalis* et *subaequalis* et *Th. obtusifrons*. Quelques spécimens de *Th. cristata* et *Th. pectinata* ont également été récoltés.

3. La séparation de chacune de ces espèces en plusieurs groupes de taille a conduit à formuler certaines hypothèses sur l'évolution annuelle des populations rencontrées.

Toutefois, la limitation de la zone prospectée à une seule longitude ne permet pas d'avoir une idée de l'influence des déplacements géographiques des populations sur les distributions observées.

4. L'étude des rapports entre répartition des espèces et conditions physiques du milieu a montré que, parmi les données physico-chimiques en notre possession, seules la température et la teneur en oxygène des eaux permettaient d'établir un lien entre masses d'eau et distribution des espèces, sans toutefois qu'il puisse être affirmé que ces deux facteurs soient l'une des causes des distributions observées.

SUMMARY

1. This paper deals with the seasonal distribution of the Euphausiid crustaceans collected in the Indian Ocean on board of the CSIRO research vessels from August 1962 to August 1963 during six cruises along 110°E., between 9°S. and 32°S. (fig. 1).

The author does not present a complete list of the species sampled, but studies the main features of the distribution of the most common ones.

These species are *Thysanopoda tricuspadata* (inset plate III and IV), *Th. monacantha* (inset plate IX), *Th. obtusifrons* (inset plate XIII) and *Th. aequalis* and *subaequalis* (inset plate XII). Some specimens of *Th. pectinata* and *Th. cristata* have been caught.

2. The sampling gear was the Isaacs-Kidd Midwater Trawl 5 feet. The oblique 0-200 m tows have been made every night at the same hour (about 10 p. m.).

3. The general quantitative results are tabulated in Table 3, while the annual distribution of the whole Euphausiid group is shown in inset plate I. The genus *Thysanopoda* represents 50 % of the biomass of the whole catch (inset plate II). The other genera are *Euphausia*, *Nematoscelis*, *Nematobranchion* and *Stylocheiron*.

Fig. 9 expresses the average number of total Euphausiids by station caught at the different seasons.

4. In view of investigating the biological cycle of some species, every studied species have been separated into 3 to 4 groups according to the size of the individuals (table 1), group 1 being the adults, and group 4 the youngest specimens.

Maps of distribution of the different groups have been made for some species (see inset plate V, VI, VII, VIII for *Th. tricuspadata* and inset plate X and XI for *Th. monacantha*).

5. The interpretation of the observed distributions can be done from three main hypothesis:

A) the Euphausiids sampled all the year round pertain to the same population;

B) the Euphausiids do not pertain to the same population from one season to another one (for example if the currents carry them from East to West):

a) *the different populations are identical one to another without any seasonal shift:*

b) *at a given moment, the different populations are at different stages of evolution.*

*In the case of this last hypothesis, the annual distributions observed are not coherent and it is impossible to say if any of the seasonal situations is comparable with the other ones. If we assume that the two other hypothesis are more probable, the distributions are coherent, and an examination of the distributions of the different size groups allows us to make some suggestions about the life cycles of the species. In this case, the life cycle of *Th. tricuspidata* appears to be annual, and that of *Th. monacantha* biennial.*

6. *Correlations with the chemical and physical properties of the water appear to be possible only when using Temperature-oxygen diagrams (fig. 11).*

Choosing arbitrary regions in these diagrams (NN, N, CN, CS, S, SS) and plotting in each of the regions the average number by station of each species (fig. 13, 14, 15, 16, 17) we obtain typical figures of the species distributions.

Fig. 12 shows the general distribution of the species according to the different regions of the Temperature-oxygen diagrams.

INTRODUCTION

Le présent travail porte sur l'étude de la répartition annuelle des Euphausiacés planctoniques récoltés d'août 1962 à août 1963 par les navires australiens du CSIRO, au cours des six croisières G4/62, D4/62, G1/63, Dm1/63, Dm2/63, Dm3/63.

Toutes ces croisières ont suivi le même itinéraire (fig. 1), chacune se composant d'un aller-retour entre 9°S. et 32°S. à la longitude de 110°E.

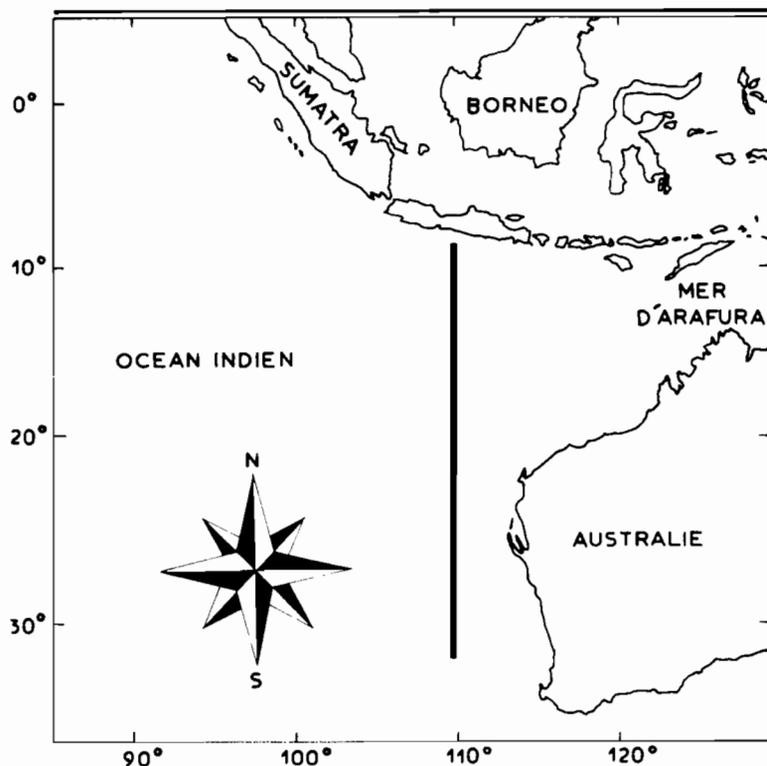


Fig. 1. - Itinéraire des croisières.

Le but de cette étude n'était pas d'établir un catalogue des espèces récoltées, mais d'étudier la distribution des plus importantes d'entre elles.

Or, il est très vite apparu que les espèces dominantes appartenaient toutes au genre *Thysanopoda*, et que, pratiquement sans exception, tous les individus de plus de 25 mg se rangeaient également dans ce genre.

L'étude détaillée de la répartition par espèce a donc été limitée aux représentants de ce genre, qui, malgré leur nombre relativement réduit (21 % du total), représentent à eux seuls 50 % de la biomasse des Euphausiacés des six croisières.

Les représentants des autres genres d'Euphausiacés (*Euphausia*, *Nematoscelis*, *Nematobrachion* et *Stylocheiron*) ont été comptés et pesés, mais leur nombre considérable (près de 35.000), leur taille très réduite (très généralement moins de 20 mg, ce qui correspond à une taille bien inférieure à ce que le « Midwater Trawl » peut prélever d'une manière quantitative), leur fragilité enfin (la plupart étaient trop endommagés pour autoriser une détermination spécifique), n'ont pas permis de les séparer au niveau de l'espèce, ni même du genre.

I. MÉTHODES

I. 1. Exposé.

Rappel des méthodes de récolte.

L'engin utilisé est le Midwater Trawl Isaacs-Kidd de 5 pieds.

Les récoltes ont été effectuées de nuit, aux environs de 22 h, par des traits obliques entre la surface et une profondeur nominale de 200 m.

Méthodes d'étude.

Le tri des Euphausiacés de chaque station a abouti à l'établissement de sept catégories :

Thysanopoda lricuspidata Milne-Edwards

Thysanopoda monacantha Ortmann

Thysanopoda obtusifrons G. O. Sars

Thysanopoda aequalis Hansen et *Th. subaequalis* Boden (1)

Thysanopoda pectinata Ortmann

Autres espèces du genre *Thysanopoda* (2)

Autres genres d'Euphausiacés (3)

Dans chacune de ces catégories, les individus ont été comptés et pesés (poids humide), et les nombres obtenus ramenés à une durée de trait de 60 minutes.

De plus, afin de déceler éventuellement certaines caractéristiques du cycle biologique, chacune des cinq espèces de *Thysanopoda* étudiées a été divisée en plusieurs groupes de taille.

Les limites de ces groupes, choisies arbitrairement, se répartissent pour chaque espèce de la façon suivante (tableau 1) :

(1) Ces deux espèces, qui présentent de très étroites affinités, n'ont pas été séparées. En effet, si les mâles sont aisés à distinguer (troisième patte modifiée chez *Thysanopoda subaequalis*), il n'en est pas de même des femelles dont la distinction a paru trop aléatoire.

(2) Ces autres espèces, trop peu abondantes pour prêter à une étude de répartition, comprennent onze spécimens de *Thysanopoda cristata* et trente-et-un individus très jeunes difficilement déterminables, certains d'entre eux pouvant appartenir à l'espèce *Thysanopoda orientalis*.

(3) *Euphausia*, *Nematoscelis*, *Nematobrachion*, *Stylocheiron*.

TABLEAU 1 : limites des groupes de taille

	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Groupe 4
<i>Th. tricuspidata</i>	> 90 mg	40 à 90 mg	15 à 40 mg	<15 mg
<i>Th. monacantha</i>	>100 mg	50 à 100 mg	20 à 50 mg	<20 mg
<i>Th. aequalis et subaequalis</i>	--	>30 mg	18 à 30 mg	<18 mg
<i>Th. obtusifrons</i>	> 90 mg	40 à 90 mg	15 à 40 mg	<15 mg
<i>Th. pectinata</i>	>200 mg	100 à 200 mg	40 à 100 mg	<40 mg

Les distributions obtenues ont été figurées sous forme de cartes de distribution annuelle.

I. 2. Critiques.

a. L'unique longitude de 110°E. suivie par toutes les croisières ne permet pas d'avoir une notion de l'évolution géographique des distributions. Dans la mesure où les courants déplacent les espèces planctoniques vers l'Est ou vers l'Ouest, il devient impossible de suivre l'évolution d'une population donnée au cours de l'année.

L'apparition soudaine de valeurs élevées dans les cartes de distribution peut aussi bien s'expliquer par le passage d'une population croisant la longitude 110°E., que par des phénomènes d'essaims ou de traits aberrants.

b. Le Midwater Trawl Isaacs-Kidd, dont les mailles sont de taille variable de l'avant vers l'arrière, opère une sélection de taille parmi les individus récoltés : si les plus gros sont capturés dès l'embouchure, les plus petits ne le sont que par la partie terminale à mailles fines.

De plus, l'impossibilité d'évaluer le volume d'eau filtrée oblige à ne considérer que la durée du trait pour estimer le coefficient à appliquer à chaque récolte afin de la rendre comparable aux autres. Toutefois, les vitesses respectives du navire et du treuil pendant les récoltes étaient contrôlées de telle sorte que la tension s'exerçant sur le câble soit constante, c'est-à-dire que le filet se déplaçait théoriquement toujours à la même vitesse par rapport à l'eau.

c. En ce qui concerne l'aspect bathymétrique des récoltes, on peut remarquer que la limitation des traits à une profondeur de 200 m risque de ne fournir que des indications partielles sur la distribution des espèces profondes, dont la plupart des représentants se trouvent, même la nuit, à des profondeurs plus considérables.

Toutefois, des mesures de la profondeur exacte de travail du filet ont été réalisées en cours de croisière pour certaines stations, et il n'a été constaté aucune relation entre la profondeur maximale atteinte par le filet et la distribution, tant qualitative que quantitative, des espèces récoltées.

Par contre, l'absence de tout dispositif permettant d'évaluer la profondeur à laquelle a été capturé un individu donné rend très difficile l'étude de l'influence du milieu sur les distributions observées.

d. La conservation des récoltes pendant plusieurs mois dans le formol provoque une diminution importante du poids des individus, ce qui rend discutables les valeurs absolues de biomasse.

On peut cependant admettre que, à l'intérieur d'un même groupe (les Euphausiacés par exemple), la perte de poids est sensiblement identique pour tous les individus, et que les biomasses obtenues autorisent des études comparatives valables à l'intérieur de ce groupe.

e. Les pesées (poids humide) sont précédées d'un essorage manuel, dont l'intensité inégale puisse subsister dans les échantillons une quantité d'eau variable.

f. Enfin, la restriction de la présente étude aux espèces du seul genre *Thysanopoda* ne permet pas l'établissement d'une liste complète des espèces, encore imparfaitement connues, de ces régions.

II. RAPPEL SUR L'HYDROLOGIE DE LA RÉGION

Selon Rochford (1962), les masses d'eau superficielles le long de 110°E. se répartissent en trois zones :

- de 34°S. à 26°S. : zone subtropicale.
- de 26°S. à 16°S. : zone de transition.
- au nord de 16°S. : zone tropicale.

L'examen des diagrammes TS (fig. 2), et des propriétés des eaux à la profondeur de 300 m (4) (tableau 2) permet de caractériser très nettement les trois zones.

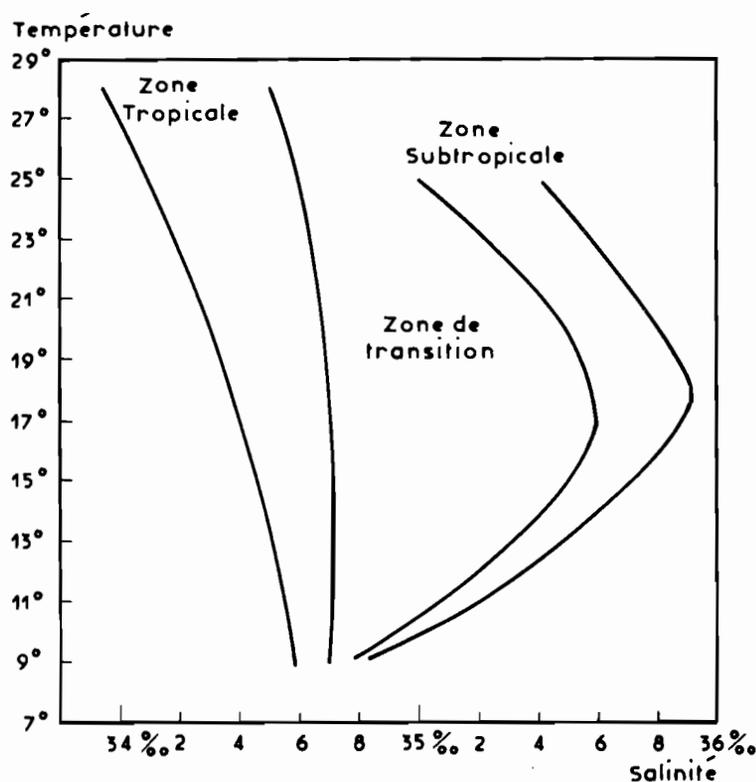


Fig. 2. - Diagrammes TS.

TABLEAU 2 : propriétés des eaux à une profondeur de 300 m

Zone (latitude)	Température	Salinité	Teneur en oxygène
Tropicale (9-16°S.)	basse <14°	faible <35 ‰	faible <3 ml/l
Transition (16-26°S.)	élevée >14°	forte >35 ‰	moyenne 3 à 5 ml/l
Subtropicale (26-32°S.)	basse <14°	faible <35,50 ‰	élevée >5 ml/l

(4) Le choix de cette profondeur est justifié au ch. V. 1.

Les figures 3, 4 et 5 représentent respectivement l'évolution annuelle de la température, de la salinité et de l'oxygène à 300 m de profondeur.

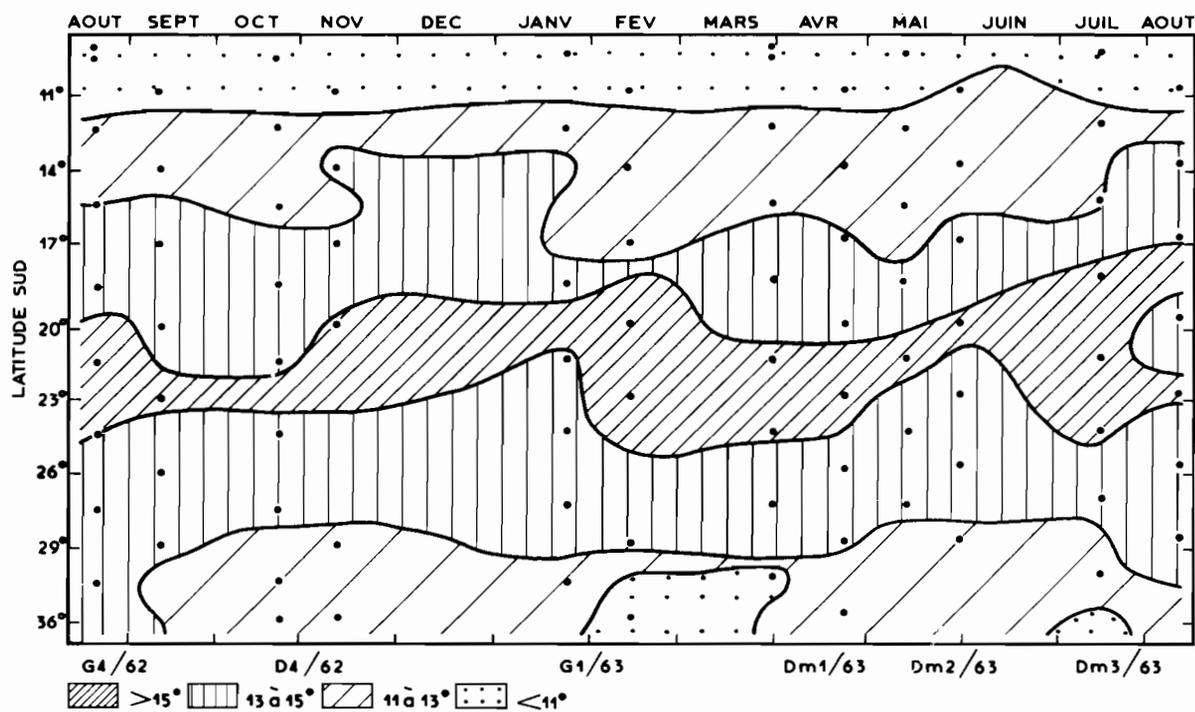


Fig. 3. — Température à 300 m.

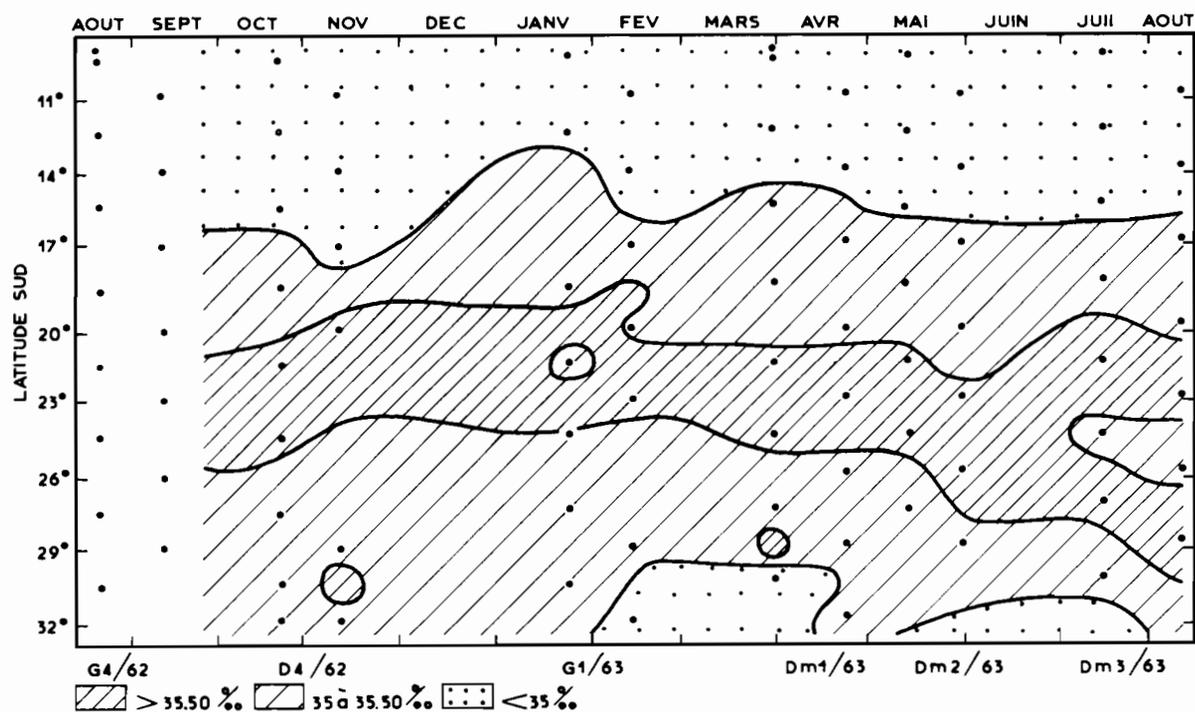


Fig. 4. — Salinité à 300 m.

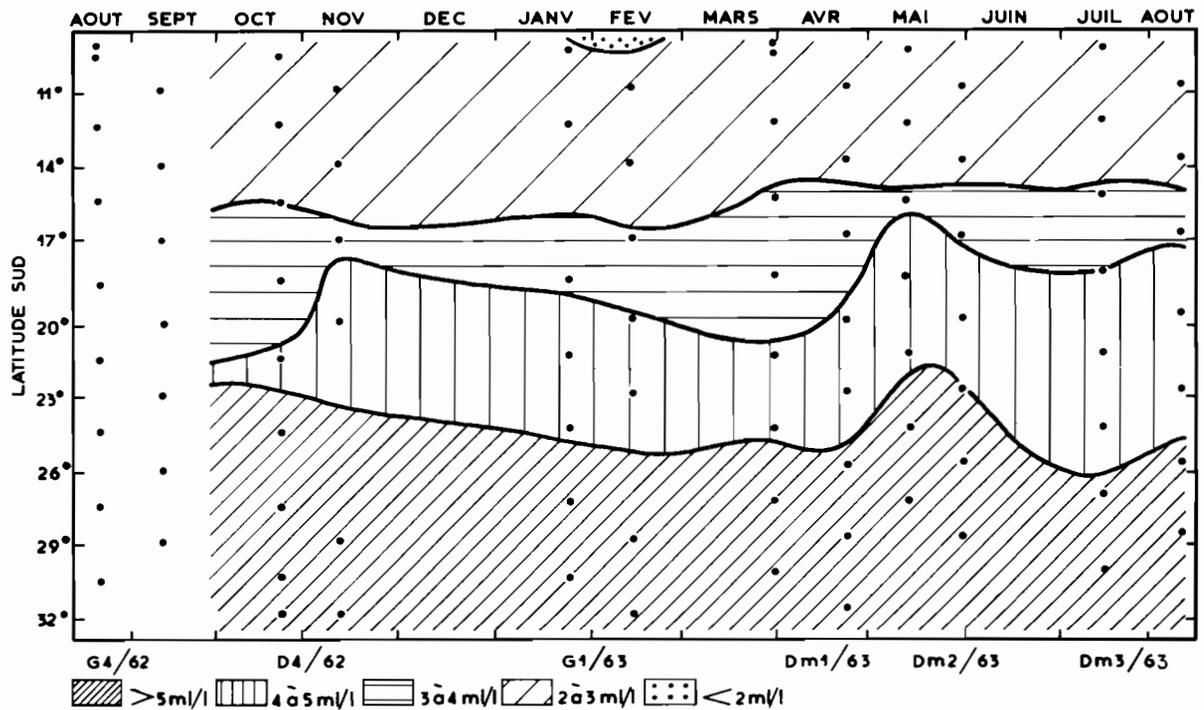


Fig. 5. — Oxygène à 300 m (m/l).

La zone tropicale est intéressée par l'upwelling de Java, dont l'activité se fait sentir principalement de mai à septembre, provoquant dans la couche superficielle un abaissement de la température (fig. 6) et une élévation des teneurs en phosphates (fig. 7) et en nitrates.

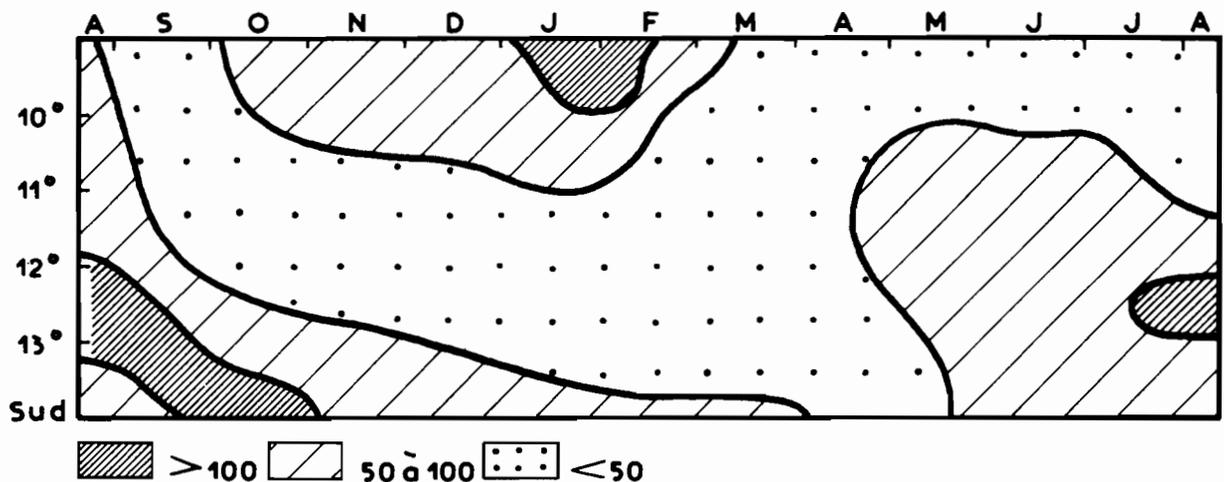


Fig. 6. — Épaisseur de la couche isotherme (en mètres).

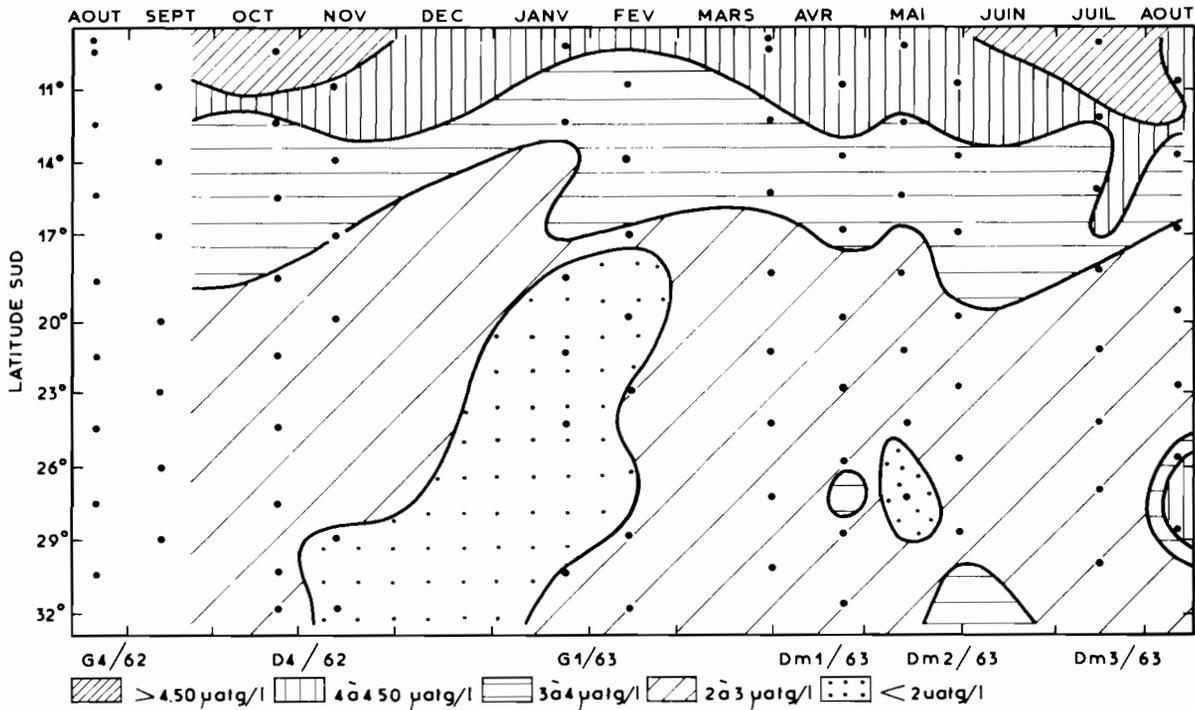


Fig. 7. — Somme des teneurs en phosphates à 0 m, 300 m et 500 m ($\mu\text{atg/l}$)

Dans l'état actuel de nos connaissances, les données disponibles ne concernent que les courants superficiels et sont limitées à la zone située au N. de 20°S. (fig. 8).

De 20°S. à 15°S., le courant de surface est N. à NW., pour s'infléchir progressivement vers l'W. entre 15°S. et 10°S. Dans toute cette zone, les courants sont relativement constants tout au long de l'année.

Au N. de 10°S., le courant paraît subir une inversion saisonnière : de direction W. pendant la période d'activité de l'upwelling, il s'inverse et se dirige vers l'E. de novembre à juin.

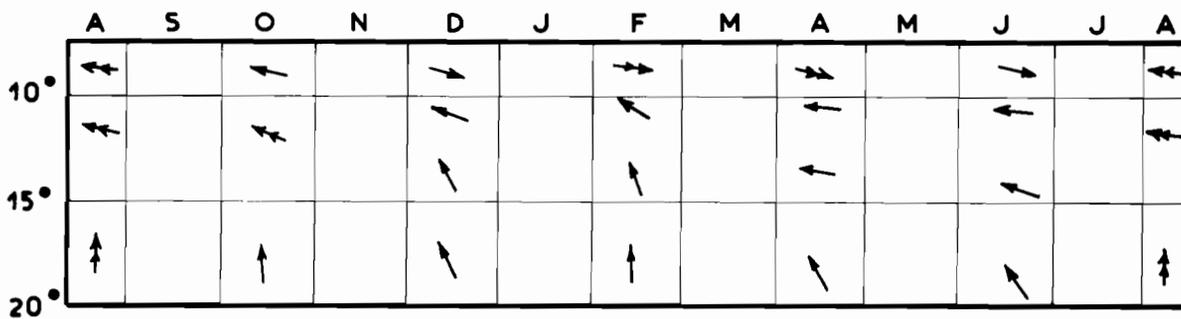


Fig. 8. — Courants de surface (d'après Wyrtki 1961). \rightarrow 0,5 nœud. $\rightarrow\rightarrow$ 0,8 nœud.

TABLEAU 3 : Résultats généraux

	Nombre total	Nombre moyen par station	% des <i>Thysanopoda</i> en nombre	% des Euphausiacés en nombre	Biomasse totale en g	Biomasse moyenne par station en g	% des <i>Thysanopoda</i> en biomasse	% des Euphausiacés en biomasse	Poids individuel moyen en g
<i>Th. tricuspida</i>	2 671	29,3	28,5 %	6,1 %	197,415	2,218	39,3 %	19,6 %	0,074
<i>Th. monacantha</i>	1 549	17,0	16,5 %	3,5 %	138,173	1,552	27,5 %	13,7 %	0,089
<i>Th. aequalis</i> et <i>subaequalis</i>	3 732	41,0	39,7 %	8,5 %	105,047	1,180	20,9 %	10,5 %	0,028
<i>Th. obtusifrons</i>	1 342	14,7	14,3 %	3,1 %	48,961	0,550	9,7 %	4,8 %	0,036
<i>Th. pectinata</i>	65	0,7	0,7 %	0,1 %	9,203	0,103	1,8 %	0,9 %	0,142
Autres <i>Thysanopoda</i>	42	0,5	0,4 %	0,1 %	4,062	0,046	0,8 %	0,4 %	0,097
Total des <i>Thysanopoda</i>	9 387	103,1	100 %	21,4 %	502,861	5,650	100 %	50 %	0,054
Autres Genres.....	34 576	380,0	—	78,6 %	502,869	5,650	—	50 %	0,015
Total des Euphausiacés.....	43 963	483,1	—	100 %	1 005,730	11,300	—	100 %	0,023

III. RÉSULTATS GÉNÉRAUX

Le tableau 3 représente la répartition des Euphausiacés, en nombre et en biomasse, dans les sept catégories étudiées.

L'importance du genre *Thysanopoda* (50 % de la biomasse totale) y apparaît très clairement, de même que la différence de taille très nette entre les espèces du genre *Thysanopoda* (poids individuel moyen 54 mg) et les espèces des autres genres (poids individuel moyen 15 mg).

IV. DISTRIBUTION ANNUELLE DES ESPÈCES

IV. 1. Ensemble des Euphausiacés.

Les Euphausiacés représentent globalement environ 20 % de la biomasse de l'ensemble des organismes planctoniques et macroplanctoniques récoltés au cours des six croisières, ce qui les classe parmi les groupes quantitativement les plus importants.

La carte II.-T. I représente la distribution annuelle de l'ensemble des Euphausiacés (biomasse par station, en mg).

Si on représente la variation de richesse en fonction de la saison, exprimée en biomasse moyenne par station (fig. 9), il apparaît très nettement une saison riche de septembre à novembre, et un second pic relatif en mai-juin.

Toutefois, alors que la richesse de septembre à novembre est due à l'ensemble des espèces, celle de mai-juin est le fait d'une valeur isolée relevée à 23°S., et causée par l'abondance très élevée de la seule espèce *Thysanopoda tricuspida*. Nous discuterons plus loin (cf. ch. IV. 3.) la signification de cette dernière valeur.

IV. 2. Le genre *Thysanopoda*.

La carte H.-T. II exprime le pourcentage de la biomasse représentée par le genre *Thysanopoda* par rapport à l'ensemble des Euphausiacés.

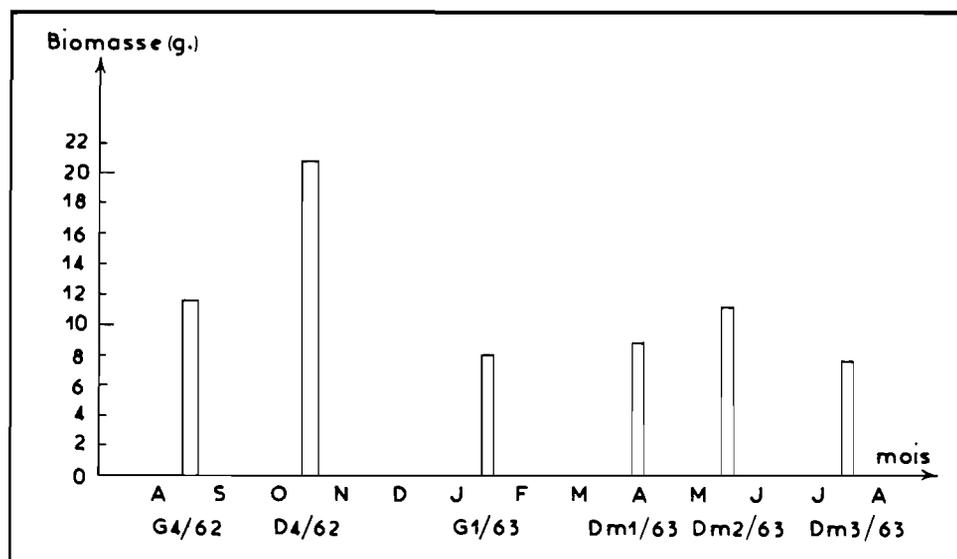


Fig. 9. — Biomasse moyenne d'Euphausiacés par station en fonction de la saison.

On peut constater que de 10°S. à 23°S. ce genre représente en moyenne plus de la moitié de la biomasse totale des Euphausiacés.

Son importance relative décroît légèrement vers le Nord, mais beaucoup plus nettement encore au Sud : moins de 20 % au delà de 29°S., latitude au Sud de laquelle le genre *Euphausia* devient prédominant.

IV. 3. *Thysanopoda tricuspidata*.

Occupant la seconde place parmi les espèces de *Thysanopoda*, quant au nombre d'individus récoltés (carte H.-T. IV), c'est l'espèce la plus importante en biomasse (40 % des *Thysanopoda*, et près de 20 % du total des Euphausiacés), la taille moyenne étant relativement élevée (poids individuel moyen 74 mg).

La carte H.-T. III représente la distribution annuelle de la biomasse de cette espèce, qui se limite pratiquement aux zones tropicale et de transition telles que définies au ch. II.

Il y apparaît très nettement la limite Sud de la répartition de l'espèce, située vers 29°S. Il semble peu probable qu'on puisse rencontrer cette espèce au delà de 32°S. Brinton (1962 a) ne la signale pas dans le Pacifique au-delà de 21° S.

L'évolution de la distribution des biomasses aux différentes saisons semble indiquer que les courants sont les principaux facteurs de répartition. En effet, tant le pic d'octobre (12°30 S. à 15°30 S.) que celui de février (20°S.) subissent un déplacement vers le Nord qui les amène aux environs de 9° S. en trois mois environ.

Ce déplacement, dans le sens des courants de surface (cf. fig. 8), implique une vitesse de déplacement de l'ordre de 0,2 à 0,3 nœud. Si l'on considère que les courants de surface ont une vitesse de l'ordre de 0,5 à 0,8 nœud, mais que les Euphausiacés passent une partie de la journée dans des couches profondes, où les mouvements des eaux peuvent être plus lents, ou même inverses par rapport à ceux de la surface, on peut admettre que les courants sont vraisemblablement à l'origine de ces types de distribution.

Le pic de mai à 23°S. ne présente pas cet étalement vers le nord, et disparaît même totalement dans les mois suivants. Mais cette saison correspond précisément à un infléchissement vers l'ouest des courants, et il est très probable que la zone riche en *Thysanopoda tricuspidata* qui y apparaît

se trouvait en déplacement vers le Nord-Ouest, et se situait à l'Ouest de 110°E. lors des croisières suivantes.

La séparation des individus par groupe de taille (cartes H.-T. V, VI, VII, VIII) permet de constater qu'en première analyse les pics relatifs d'abondance coïncident pour les quatre groupes.

En effet, on distingue nettement sur les quatre cartes une zone riche d'octobre à novembre au Nord, et une seconde zone de richesse en mai-juin au Sud.

L'interprétation de ces distributions peut relever de trois types d'hypothèses :

A — C'est la même population qui a été échantillonnée d'un bout de l'année à l'autre (population géographiquement stable).

B — Les populations rencontrées au cours de l'année sont différentes à chaque croisière, par exemple si les courants les entraînent de l'Est vers l'Ouest.

1) Ces différentes populations ont une évolution synchrone, c'est-à-dire qu'elles sont toutes à un même stade d'évolution à un moment donné ;

2) les différentes populations sont à des stades différents, c'est-à-dire que tout se passe comme si, à l'Est de 110°E. (dans l'hypothèse d'un déplacement E.-W.), se trouvait une aire d'origine commune aux différentes populations, celles-ci en étant issues successivement.

Dans cette dernière hypothèse, aucune déduction ne peut être tirée de l'observation des cartes de distribution : chaque zone de richesse correspond à la rencontre d'une population particulière, à un stade d'évolution qui peut être le même ou différent de celui des autres populations rencontrées aux autres saisons. Les cartes ne représentent qu'un assemblage artificiel de situations instantanées sans liens entre elles.

La répartition générale hétérogène des zones riches et des zones pauvres, et la quasi-coïncidence des zones riches et des zones pauvres pour les quatre groupes de taille viennent à l'appui de cette hypothèse.

Si on envisage au contraire les deux premières hypothèses, les cartes de distribution doivent être considérées comme des représentations cohérentes, figurant une évolution continue (5).

On peut dès lors essayer de mettre en évidence une séquence d'évolution des groupes de taille.

En considérant les valeur pic pour chaque groupe, on peut en effet faire apparaître une telle séquence, qui suggère un cycle vital annuel avec trois maxima de reproduction (trois générations par an) : février-mars, juin-juillet, octobre-novembre. Au cours de l'année, on peut suivre ainsi trois schémas d'évolution parallèles Groupe 1 → Groupe 4 → Groupe 3 → Groupe 2 → Groupe 1.

L'équilibre numérique relatif des différents groupes de taille aux différentes saisons n'est pas statistiquement significatif, mais aucun indice ne permet cependant de rejeter l'hypothèse d'un tel cycle.

L'absence d'étalement géographique de la zone prospectée dans le sens Est-Ouest n'autorise malheureusement pas à faire un choix parmi les trois hypothèses proposées.

Il est donc difficile de suivre l'évolution de la population du point de vue de l'âge des individus, et d'évaluer leur vitesse de croissance avec certitude.

La distribution des plus petits individus (groupe 4 carte H.-T. VIII) est intéressante dans la mesure où elle permet de préciser l'aire de reproduction de l'espèce.

On sait en effet que, très généralement, les individus ont des exigences d'autant plus strictes qu'ils sont plus jeunes, et que c'est le stade le moins tolérant qui limite la répartition de l'espèce.

(5) En effet, dans le cas de la seconde hypothèse, les populations évoluant d'une manière identique, sans décalage dans le temps, un échantillonnage de l'une quelconque d'entre elles peut être tenu comme représentatif de toutes les autres au moment considéré.

La répartition observée chez les jeunes de cette espèce est assez étalée du Nord au Sud, avec cependant une densité maximale assez nette entre 14°S. et 17°S., se situant approximativement au centre de la zone occupée par l'ensemble de l'espèce.

IV. 4. *Thysanopoda monacantha* (carte H.-T. IX).

Plus nordique que la précédente, et aussi distribuée d'une manière plus homogène, cette espèce marque un maximum entre 11°S. et 14°S., tandis que sa limite d'abondance se situe vers 23°S. Aucun individu n'a été rencontré à plus de 30°S.

Brinton (1962 a) évalue la limite Sud de cette espèce à 37-38°S. dans le Pacifique. Toutefois, cet auteur se base sur des récoltes très nombreuses, dont certaines effectuées à des profondeurs atteignant 4000 m. Il est très possible que, dans la zone étudiée ici, des traits plus profonds auraient permis de rencontrer cette espèce au Sud de 30°S. Comme il a déjà été remarqué (ch. I. 2.) la méthode de récolte utilisée ne fournit que des indications partielles sur les espèces dont certains représentants sont toujours situés en dessous de la profondeur maximale atteinte par le filet (200 m).

Les hypothèses concernant le cycle biologique sont du même ordre que celles formulées pour l'espèce précédente, et comportent les mêmes incertitudes. Toutefois, dans le cas où les distributions obtenues pourraient être considérées comme cohérentes, le cycle biologique apparaîtrait bisannuel.

La distribution des individus jeunes (groupe 4, carte H.-T. XI) suggère une aire de reproduction située entre 11°S. et 17°S., c'est-à-dire dans la partie Sud de la zone vraisemblablement occupée par l'espèce.

On pourra remarquer que cette aire probable de reproduction correspond approximativement à une région qui présente un maximum de température à une profondeur de 1000 m (fig. 10), l'isotherme 5° coïncidant assez bien avec les limites de répartition des jeunes.

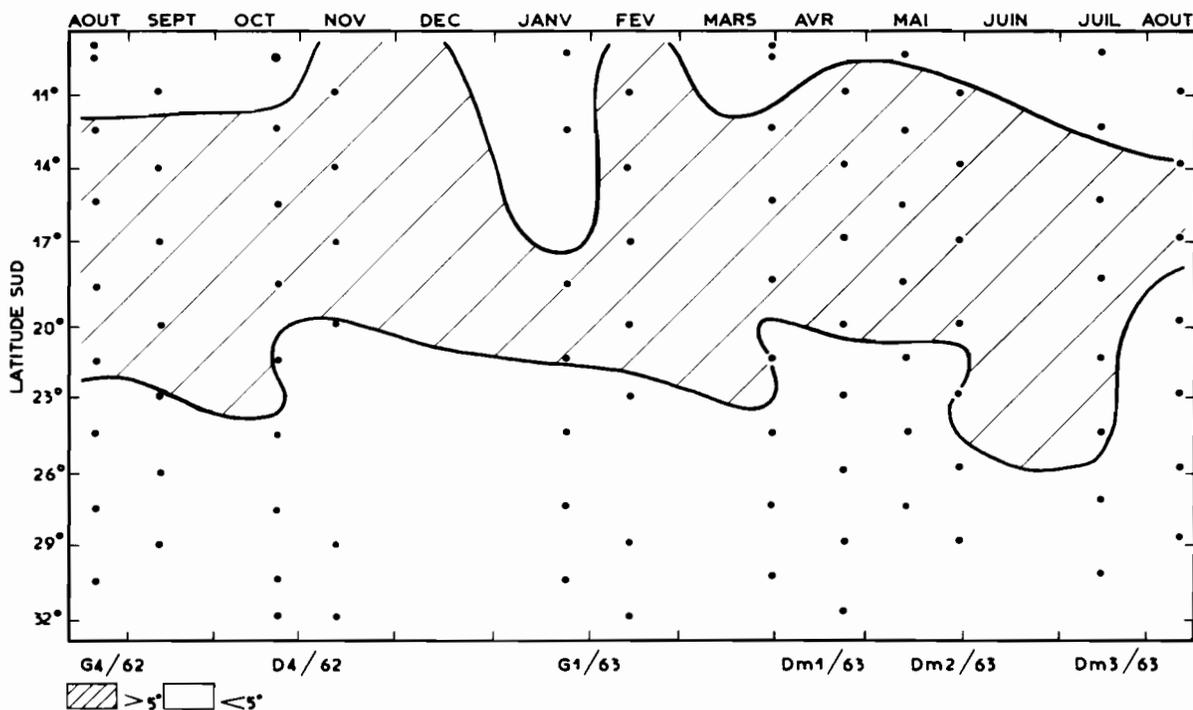


Fig. 10. -- Température à 1.000 m.

L'habitat de cette espèce étant très profond (une concentration des adultes apparaît à 2000 m de profondeur dans les relevés de Brinton 1962 a), on ne doit pas rejeter *a priori* une influence possible de la température profonde sur les aires de reproduction.

IV. 5. *Thysanopoda aequalis* et *Th. subaequalis* (carte H.-T. XII).

La distribution combinée de ces deux espèces (qui sont morphologiquement très proches, et n'ont pas été séparées l'une de l'autre pour les raisons indiquées au ch. I. 1.), se caractérise par un grand étalement du Nord au Sud.

Mais il est difficile de dire si la répartition obtenue doit sa grande extension en latitude au fait que les individus ont de grandes tolérances écologiques, ou à ce que les deux espèces présentent des répartitions légèrement différentes. Les distributions de Brinton (1962 a) semblent toutefois indiquer pour chacune de ces deux espèces une aire de présence très vaste dans le Pacifique, notamment pour *Th. aequalis*, rencontrée de 40°N. à 40°S.

Il apparaît cependant assez nettement que la zone d'abondance ne s'étend pas au Nord de 11°S. environ, bien que des captures aient encore été faites au Nord de cette latitude.

De taille relativement réduite (poids individuel moyen 29 mg), les *Th. aequalis* et *subaequalis* ont été numériquement les espèces les plus fréquentes (nombre moyen par station : 41) et également les plus largement répandues dans la zone étudiée.

La distribution relativement confuse de ces deux espèces non séparées l'une de l'autre ne permet pas la mise en évidence d'une évolution annuelle de la composition de la population.

Les individus les plus jeunes présentent une répartition sensiblement aussi étalée que celle de l'ensemble de l'espèce.

IV. 6. *Thysanopoda oblusifrons* (carte H.-T. XIII).

La limite Nord de cette espèce se situe très nettement à 11°S., tandis que sa zone d'abondance ne s'étend pas au Nord de 14°S., et se limite au Sud à environ 30°S. Il semble peu probable qu'on la rencontre de manière courante au-delà de 35°S., qui est également la limite Sud évaluée par Brinton (1962 a) pour le Pacifique.

Comme pour l'espèce précédente, les jeunes ne semblent pas présenter de tolérances écologiques plus restrictives que les adultes, et leur répartition correspond à peu près à celle de l'ensemble de l'espèce.

IV. 7. *Thysanopoda peclinata* (carte H.-T. XIV).

Cette espèce peut être notée comme peu commune dans la zone étudiée, puisque seulement 65 spécimens ont été capturés (nombre moyen par station : 0,7).

Toutefois, l'espèce est considérée comme profonde (Brinton 1962 a), et il est possible que, même de nuit, la masse des adultes soit située à une profondeur supérieure à 200 m, qui était la profondeur maximale atteinte par le filet lors des récoltes.

La carte de distribution présente une discontinuité au niveau des latitudes centrales. L'abondance maximum se situe au Nord, de 11°S. à 17°S., mais quelques spécimens ont été capturés également à l'extrême Sud (32°S.) de la région, alors que l'espèce est presque totalement absente des eaux centrales chaudes (température à 300 m supérieure à 14°).

IV. 8. *Thysanopoda cristata*.

Onze spécimens seulement ont été capturés, mais, comme pour l'espèce précédente, cette rareté apparente est peut-être due à leur habitat profond, exploré très superficiellement par des traits ne dépassant pas une profondeur de 200 m.

Toutefois, Brinton (1962 a) ne signale qu'une seule capture dans l'Océan Indien, par l'expédition « *Monsoon* » à 10°S. 115°E., tandis que, toujours d'après cet auteur, le nombre de spécimens de cette espèce provenant du Pacifique se limite à 68 dans la collection de la « *Scripps Institution of Oceanography* ».

Les 11 spécimens récoltés se répartissent sur la quasi totalité de la région prospectée, de 11°S. à 32°S. On peut penser que cette distribution très étendue est liée à l'habitat bathypélagique de l'espèce, les eaux profondes présentant des caractéristiques beaucoup moins variables en fonction de la latitude que les eaux superficielles.

V. RELATIONS AVEC LE MILIEU

L'examen des diagrammes TS (fig. 2) permet de constater que les masses d'eau présentent une individualisation maximum dans la couche 200 à 300 m.

Par ailleurs, bien que n'ayant aucune donnée précise sur la répartition bathymétrique des Euphausiacés, on peut penser que la couche de 200 à 300 m se situe entre leur niveau diurne et leur niveau nocturne (6).

Cette couche représente donc, au moins, un lieu de passage pour la plupart des espèces au cours de leur migration verticale journalière.

Pour ces raisons, ce sont les propriétés des eaux à 300 m de profondeur qui ont été utilisées, comme ayant le plus de chances de concerner les espèces étudiées.

Nous avons vu (ch. II) que l'on pouvait distinguer trois grandes régions hydrologiques : du Nord au Sud, la zone tropicale, la zone de transition, la zone sub-tropicale.

Par ailleurs, les cartes de distribution des cinq principales espèces (cartes H.-T. IV, IX, XII XIII, XIV) font également apparaître une discrimination latitudinale dans leur abondance respective (7).

Du Nord au Sud, on rencontre successivement une abondance maximale de *Thysanopoda monacantha*, puis *Th. lricuspidala*, *Th. oblusifrons*, et enfin *Th. aequalis-subaequalis* (8).

Parmi les différentes données physico-chimiques en notre possession (température, salinité, oxygène, phosphates, nitrates) nous avons cherché s'il y en avait qui présentaient des variations latitudinales parallèles à celles des distributions des diverses espèces.

Il s'est avéré que les diagrammes Température-oxygène étaient les seuls à permettre une figuration dans laquelle la distribution des différentes espèces n'était pas indépendante de celle des masses d'eau.

Sur ces diagrammes (fig. 11), les points représentatifs des stations se distribuent en un certain nombre de groupes dont chacun représente une région hydrologique : Extrême Nord (NN), Nord (N), Centre Nord (CN), Centre (C), Centre Sud (CS), Sud (S), et Extrême Sud (SS).

On ne constate pratiquement pas de variations saisonnières, la position d'une station dans ces diagrammes dépendant essentiellement de sa latitude et non de la saison à laquelle elle a été effectuée.

On pourra noter que, dans la définition des masses d'eau considérées, l'oxygène est exprimé en ml/l et non en % de saturation. Les courbes de saturation, qui sont indiquées sur la figure 11, ne semblent pas, en effet, avoir un lien quelconque avec la distribution des espèces.

(6) Les échogrammes de DSL enregistrés dans l'océan Pacifique équatorial et tropical par le N/O. *Coriolis* indiquent que la DSL se situe pendant le jour entre 400 et 500 m de profondeur. Toutefois, la valeur de cette indication peut se discuter, dans la mesure où l'on ignore quels sont les liens précis entre Euphausiacés et DSL, la réalité de ces liens n'étant encore qu'une présomption.

(7) Le cas de *Thysanopoda pectinala* est un peu particulier, cette espèce présentant une distribution discontinue : présente au Nord et au Sud, elle est absente de la zone centrale.

(8) Toutefois, pour ce dernier groupe d'espèces, comme il l'a déjà été remarqué (ch. IV. 5), la distribution est beaucoup plus diffuse, ce qui peut caractériser des tolérances plus grandes vis-à-vis des conditions de milieu, ou bien un mélange de deux espèces à préférences écologiques légèrement différentes.

La figure 12 représente le nombre moyen par station d'individus de chaque espèce dans les différentes masses d'eau telles que définies précédemment.

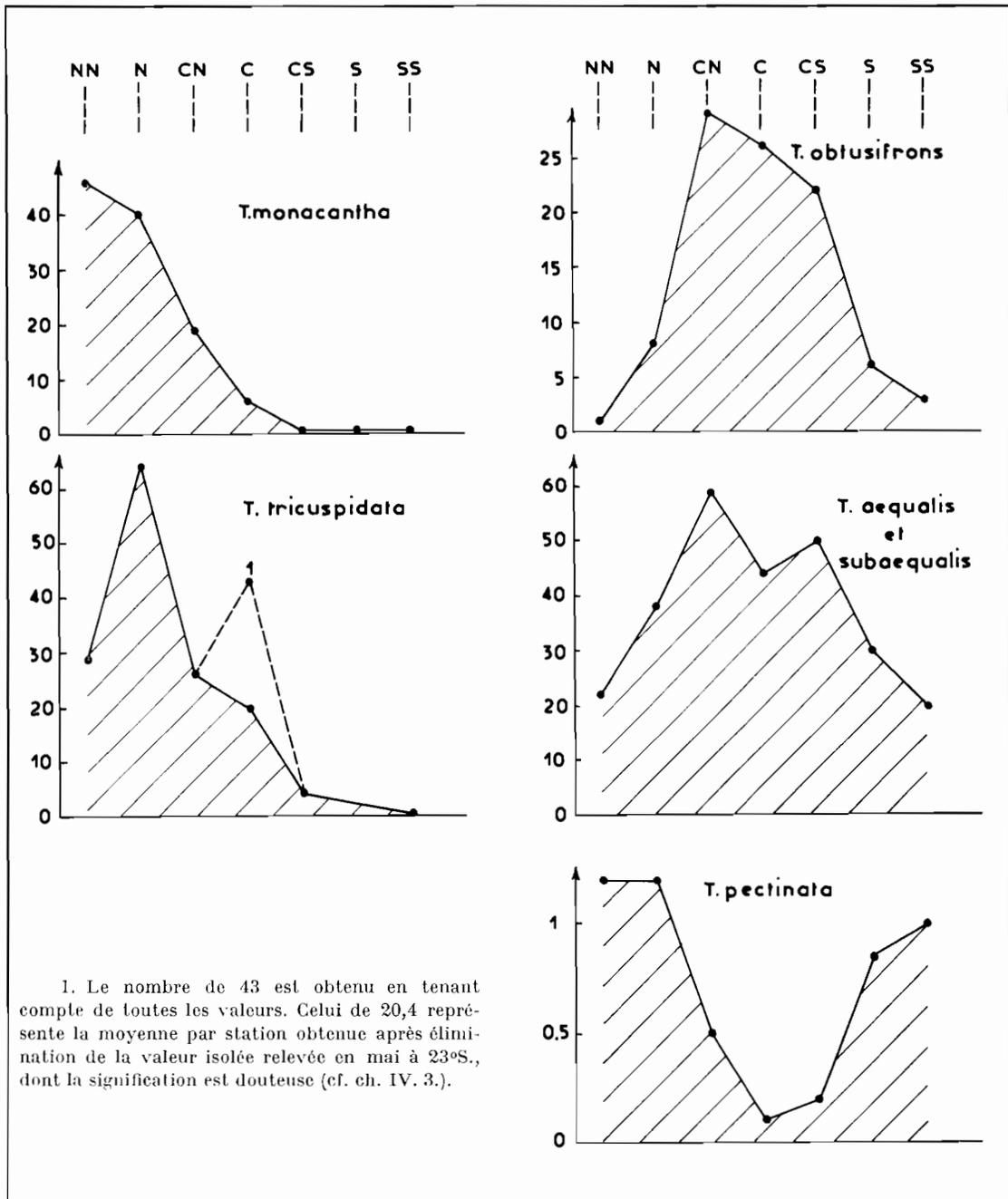


Fig. 12. — Nombre moyen d'individus de chaque espèce par station, dans les différentes régions hydrologiques, définies par les diagrammes Température-oxygène à 300 m.

On peut y constater une très nette évolution de la composition spécifique des populations, du Nord (température basse, teneur en oxygène faible) au Centre (température élevée, teneur en oxygène moyenne), puis au Sud (température basse, teneur en oxygène forte).

En reportant pour chaque espèce le nombre d'individus prélevés à chaque station en face du point correspondant de la figure 11, on obtient un diagramme caractéristique de l'espèce (fig. 13, 14, 15, 16, 17).

L'examen de ces diagrammes permet de séparer les cinq espèces étudiées en deux groupes :

A — Espèces dont la répartition est orientée essentiellement en fonction de la teneur en oxygène (l'axe de séparation des zones riches et des zones pauvres est vertical) :

— *Th. monacantha* (fig. 13)

— *Th. tricuspidata* (fig. 14)

Ces deux espèces sont limitées aux régions dont la teneur en oxygène est faible.

B — Espèces dont la répartition est orientée essentiellement en fonction de la température (l'axe de séparation des zones riches et des zones pauvres est horizontal) :

— *Th. aequalis* et *subaequalis* (fig. 15)

— *Th. obtusifrons* (fig. 16)

Ces deux espèces sont plus abondantes dans les eaux centrales chaudes.

— *Th. peclinala* (fig. 17), plus abondante dans les eaux froides, qu'elles soient du Nord (teneur en oxygène faible), ou du Sud (teneur en oxygène forte).

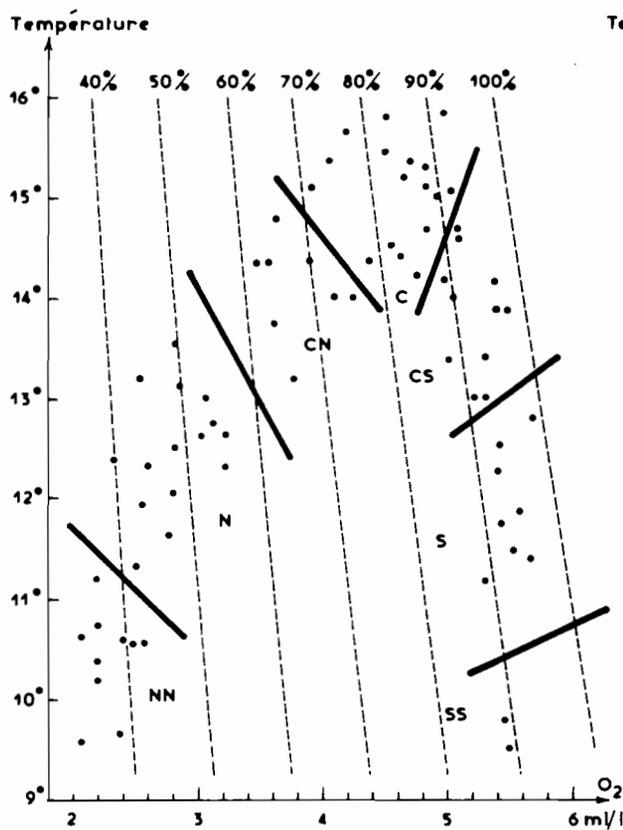


Fig. 11. — Diagramme température-oxygène à 300 m.
--- Courbes de saturation pour une salinité de 35,30 ‰.

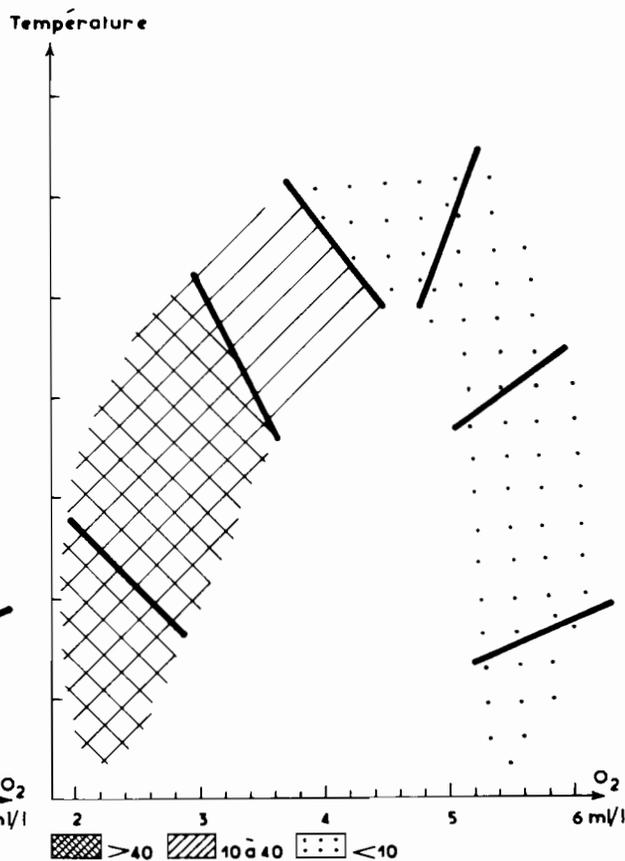


Fig. 13. — Répartition de *Thysanopoda monacantha* dans les diagrammes Température-oxygène.

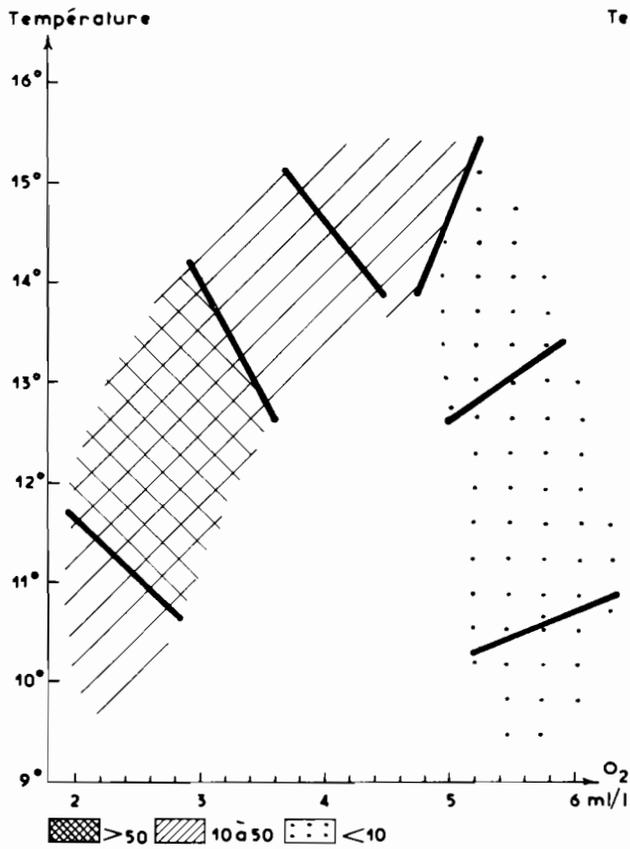


Fig. 14. --- Répartition de *Thysanopoda tricuspidata* dans les diagrammes Température-oxygène.

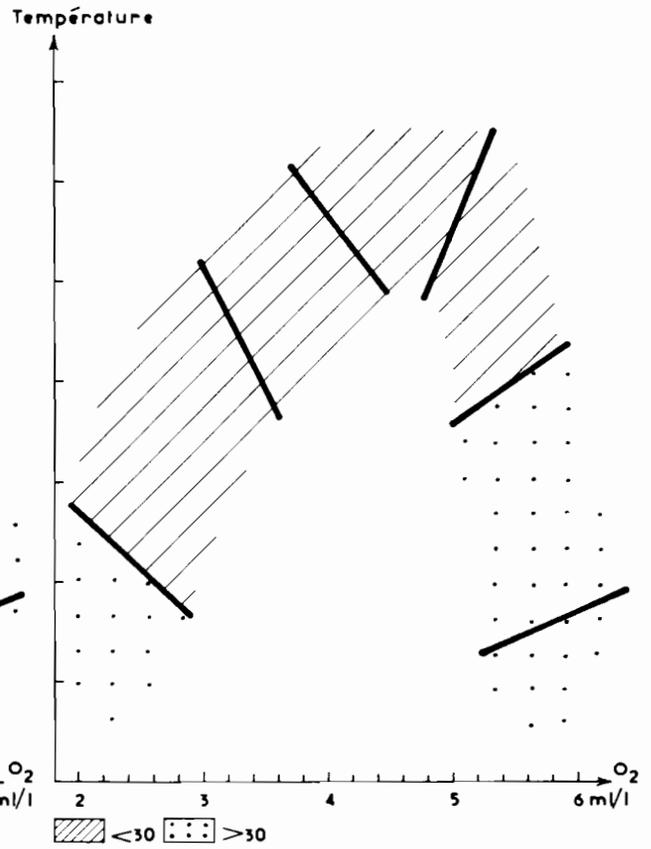


Fig. 15. --- Répartition de *Thysanopoda aequalis* et *subaequalis* dans les diagrammes Température-oxygène.

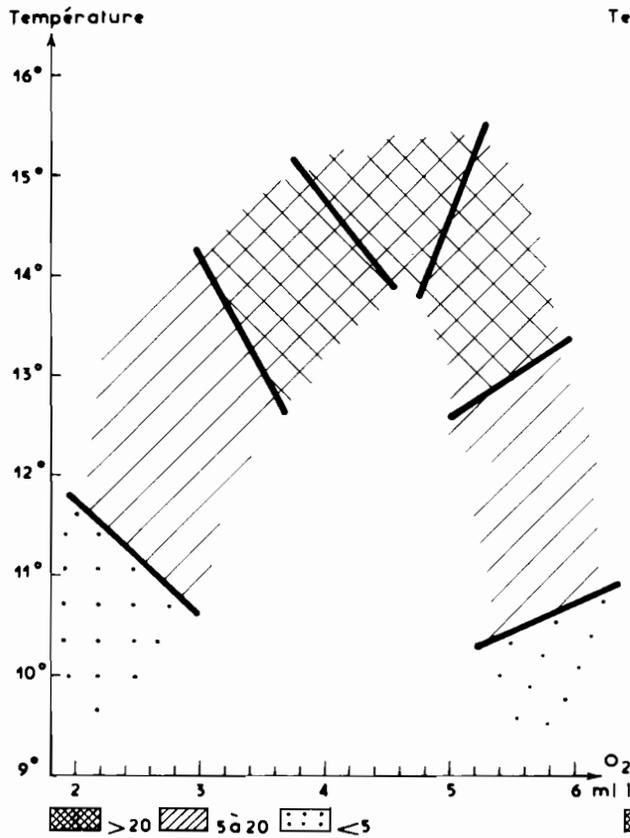


Fig. 16. --- Répartition de *Thysanopoda oblusifrons* dans les diagrammes Température-oxygène.

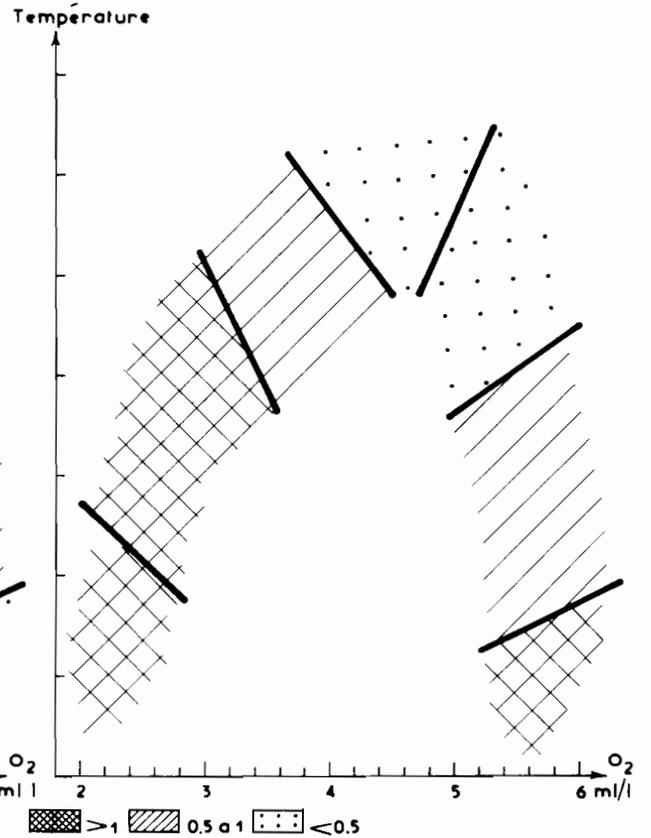


Fig. 17. --- Répartition de *Thysanopoda pectinata* dans les diagrammes Température-oxygène.

VI. CONCLUSIONS

VI. 1. Les espèces du genre *Thysanopoda* représentant en biomasse 50 % de la totalité des Euphausiacés récoltés au cours des 91 stations effectuées, on peut considérer que ce genre est largement dominant dans la région étudiée. De plus, si, éliminant l'extrême Nord et l'extrême Sud de la région, on ne considère que les latitudes de 11°S. à 29°S., le pourcentage représenté par les *Thysanopoda* est très largement supérieur à 50 %.

VI. 2. L'étude par groupe de taille des quatre espèces ou groupes d'espèces les plus importantes (*Thysanopoda tricuspidata*, *Th. monacantha*, *Th. aequalis-subaequalis*, *Th. obtusifrons*) permet de penser que, s'il y a des périodes de reproduction particulièrement intenses, celle-ci peut s'effectuer toute l'année, comme c'est le cas le plus fréquemment en zone tropicale.

Ces populations sont donc très difficiles à étudier du point de vue de l'âge des individus, et il est douteux que des séries de prélèvements tels que ceux qui ont fourni le matériel de cette étude, permettent jamais d'élucider les problèmes concernant la vitesse de croissance, la durée du cycle biologique, ou les conditions de la reproduction. La limitation de la zone prospectée à la seule longitude de 110°E. ne permet pas, en effet, de dire si les distributions obtenues sont cohérentes (c'est-à-dire si c'est la même population qui a été échantillonnée tout au long de l'année), ou si, au contraire, les récoltes effectuées sont disjointes et portent sur des populations différentes d'une saison à l'autre. Sous réserve que les distributions annuelles soient cohérentes, des hypothèses sur le cycle des espèces peuvent être proposées.

VI. 3. Les données disponibles permettent par contre de constater certaines liaisons entre les répartitions des espèces et certaines caractéristiques du milieu.

Il est très évident qu'il ne peut être question d'établir, avec les données que nous possédons, un lien de cause à effet entre les distributions des différentes espèces et les températures et teneurs en oxygène du milieu.

Nous tenons cependant à citer Brinton (1960) :

« ...If one look at the distribution of Euphausiids on a wide geographical scale, it is evident that many species boundaries can be compared with environmental factors... Correlations, particularly with temperature and oxygen, appear to be part of the ecological definition of some of the species distributions... »

Toutefois, la validité de ces observations est mise en doute un peu plus loin, du fait que... « certain of the factors that operate to maintain species in an area... are the same influences that give integrity to large masses of water ».

Il est donc difficile, dans l'étude des relations entre populations pélagiques et milieu, de dire si une corrélation, même très claire, entre la distribution d'une espèce et un ensemble de caractéristiques du milieu, doit être considérée comme une relation de cause à effet, ou comme la résultante de causes communes aux différents éléments.

On peut seulement, au terme de cette étude, insister sur le fait qu'une liaison, fût-elle artificielle, entre les distributions des espèces étudiées et les masses d'eau, n'a pu être mise en évidence qu'en utilisant les diagrammes Température-oxygène, sans qu'il puisse être affirmé que l'un de ces deux facteurs soit une cause, même partielle, des distributions observées.

Octobre 1965.

BIBLIOGRAPHIE

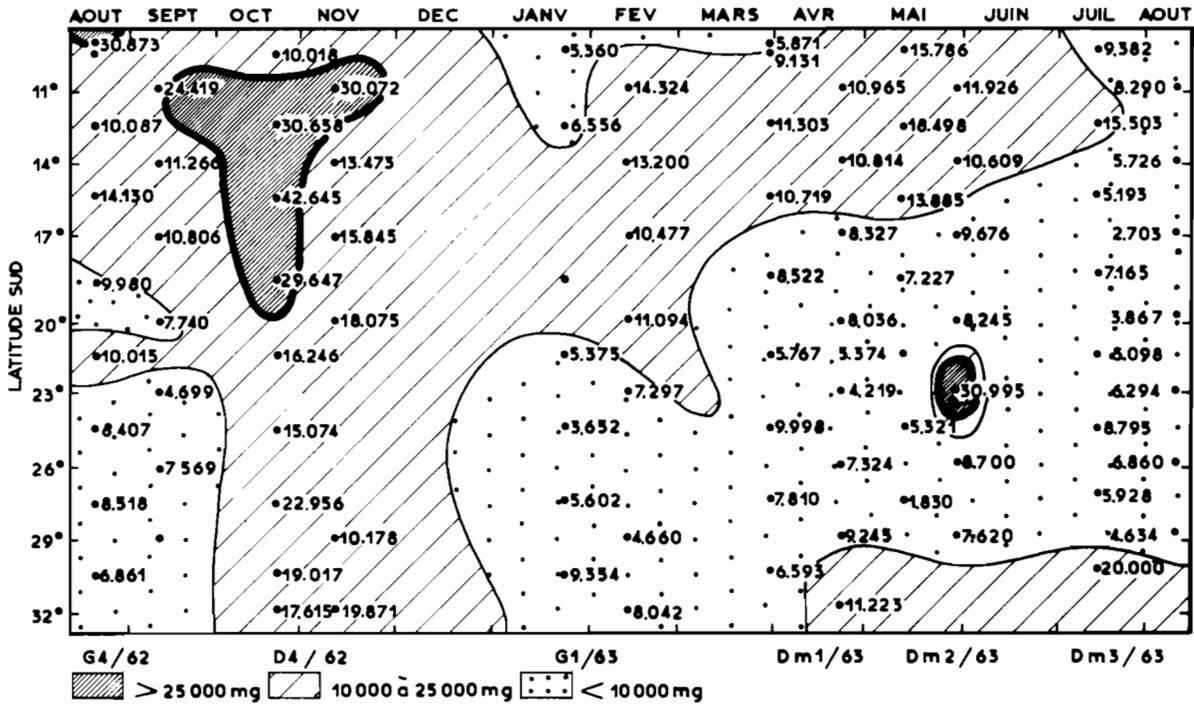
- AHLSTROM (E. H.) and THRAILKILL (J. R.). — 1963, Plankton volume loss with time of preservation. *Rep. Calif. Ocean. Fish. Invest.* IX, p. 57-73.
- ANDREWARTHA (H. G.). — 1961, Introduction to the study of animal populations. Methuen and Co. Ltd. London 1961. xvii+281 pp. 38 fig.
- ANRAKU (M.). — 1961, The separation of Copepod populations in a natural environment : a summary. *Rapp. Cons. Explor. Mer* 153, p. 165-170.
- ARMSTRONG (F. A. J.) and WHICKSTEAD (J. H.). — 1962, A note on the preservation of plankton samples with formalin. *J. Cons.* 27 (2), p. 129-130.
- ARON (W.). — 1958, Preliminary report of midwater trawling studies in the North Pacific Ocean. *Tech. Rep. Dep. Oceanogr. Univ. Wash.* 58 64 pp.
- ARON (W.). — 1959, Midwater trawling studies in the North Pacific. *Limnol. and Oceanogr.* 4 (4), p. 409-418.
- ARON (W.). — 1960, The distribution of animals in the Eastern North Pacific and its relationship to physical and chemical conditions. *Tech. Rep. Dep. Oceanogr. Univ. Wash.* 60-55 65+156 pp.
- ARON (W.). — 1961, Some aspects of sampling the macroplankton. *Rapp. Cons. Explor. Mer.* 153, p. 29-38.
- AUSTIN (T. S.) and BROCK (V. E.). — 1959, Meridional variations in some oceanographic and marine biological factors in the Central Pacific. *International Oceanographic Congress 31.8/12.9-1959* — A.A.A.S.-Washington D. C., p. 130-131.
- BACKUS (R. H.) and BARNES (H.). — 1957, Television-echo sounder observation of midwater sound scatterers. *Deep-sea Res.* 4 (2), p. 116-119.
- BAINBRIDGE (R.). — 1953, Studies on the interrelationships of zooplankton and phytoplankton. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* 32 (2), p. 385-445.
- BAKER (A. de C.). — 1959, Distribution and life history of *Euphausia triacantha*. *Discovery Report XXIX*, p. 309-340.
- BANSE (K.). — 1964, On the vertical distribution of zooplankton in the sea. In *Progress in oceanography*, M. Sears ed. Vol. 2, p. 53-127.
- BARLOW (J. P.). — 1955, Physical and biological processes determining the distribution of zooplankton in a tidal estuary. *Coll. Repr. Woods Hole Oceanogr. Instn*, 1955. Contr. 753, p. 211-225.
- BARY (B. M.). — 1959, Biogeographic boundaries : the use of Temperature-Salinity-Plankton Diagrams. *International Oceanographic Congress 31.8/12.9-1959*. A.A.A.S.-Washington D.C. p. 132-133.
- BARY (B. M.). — 1959, Species of zooplankton as a means of identifying different surface waters and demonstrating their movements and mixing. *Pacif. Sci.* 13 (1), p. 14-54.
- BARY (B. M.). — 1964, Temperature, salinity and plankton in the eastern North Atlantic and coastal waters of Britain 1957. IV. The species' relationship to the water body; its role in distribution and in selecting and using indicator species. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 21 (1), p. 183-202.
- BEKLEMISHEV (C. W.). — 1959, Habitat and Community in marine plankton. *International oceanographic congress 31.8/12.9-1959*. A.A.A.S. Washington D. C., p. 303-304.
- BERNER (L. D.) and REID (J. L.). — 1961, On the response to changing temperature of the temperature-limited plankter *Doliolum denticulatum*. *Limnol. and Oceanogr.* 6 (2), p. 205-215.

- BIERI (R.). - 1959. The distribution of planktonic Chaetognatha in the Pacific and their relationship to water masses. *Limnol. and Oceanogr.* 4 (1), p. 1-28.
- BODEN (B. P.). - 1962, Plankton and sonic scattering. *Contr. Scripps Instn Oceanogr.* 1962, Contr. n° 1429.
- BODEN (B. P.) and BRINTON (E.). - 1957, The Euphausiids *Thysanopoda aequalis* and *T. subaequalis*, their taxonomy and distribution in the Pacific. *Contr. Scripps Instn Oceanogr.* 1957.- Contr. n° 949.
- BODEN (B. P.), JOHNSON (M. W.) and BRINTON (E.). - 1955, The Euphausiacea of the North Pacific. *Bull. Scripps Instn Oceanogr.* 6 (8), p. 287-400, 55 fig.
- BOGOROV (B. G.). - 1959, Geographical zonation in the Central Pacific. *International Oceanographic Congress.* 31.8/12.9-1959. A.A.A.S. Washington D. C., p. 139-140.
- BOGOROV (B. G.). - 1960, Perspectives in the study of seasonal changes of plankton and of the number of generations at different latitudes, in *Perspectives in Marine Biology*. A.A. Buzzali - Traverso ed., p. 145-158.
- BRANDHORST (W.). - 1958, Thermocline topography, zooplankton standing crop, and mechanism of fertilization in the eastern tropical Pacific. *J. Cons.* 24 (1), p. 16-31.
- BRINTON (E.). - 1959, Geographical isolation in the pelagic environment. A discussion of the distribution of Euphausiid Crustaceans in the Pacific. *International Oceanographic Congress.* 31.8/12.9-1959, A.A.A.S. Washington D. C., p. 255-256.
- BRINTON (E.). - 1960, Changes in the distribution of Euphausiid Crustaceans in the region of California current. *Contr. Scripps Instn Oceanogr.* 1960. - Contr. n° 1171.
- BRINTON (E.). - 1962 (a), The distribution of Pacific Euphausiids. *Bull. Scripps Instn Oceanogr.* 8 (2), p. 51-270, 126 fig.
- BRINTON (E.). - 1962 (b), Variable factors affecting the apparent range and estimated concentration of Euphausiids in the North Pacific. *Contr. Scripps Instn Oceanogr.* 1962. Contr. n° 1437.
- BRINTON (E.). - 1963, Barriers between tropical Pacific and Indian Ocean Euphausiid species. *Contr. Scripps Instn Oceanogr.* 1963, Vol. 33, p. 913 (abstract).
- COLEBROOK (J. M.). - 1964, Continuous plankton records : a principal component analysis of the geographical distribution of zooplankton. *Bull. Mar. Ecol.* 6 (3), p. 78-100.
- CURL (H. C.). - 1961, Standing crops of Carbon, Nitrogen and Phosphorus, and transfer between trophic levels, in Continental Shelf Waters south of New York. *Rapp. Cons. Explor. Mer.* 153, p. 183-189.
- CUSHING (D. H.). - 1953, Studies on plankton populations. *J. Cons.* 19 (1), p. 3-22.
- DAVENPORT (D.), CAMOUGIS (G.) and HICKOK (J. F.). - 1959, Quantitative analysis of the behavior of marine animals in response to chemical factors in the environment. *International Oceanographic Congress* 31.8/12.9-1959. A.A.A.S. Washington D. C., p. 230-232.
- DIETZ (R. S.). - 1948, Deep scattering layer in the Pacific and Antarctic Oceans. *J. Mar. Res.* 7 (3), p. 430-442.
- EINARSSON (H.). - 1945, Euphausiacea. I : Northern Atlantic species. *Dana Report* n° 27, 185 pp, 84 fig.
- FISCHER (L. R.) and GOLDIE (E. H.). - 1959, The food of *Meganycliphanes norvegica*, with an assessment of the contributions of its components to the vitamin A reserves of the animal. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* 38 (2), p. 291-312.
- FORSBERGH (E. D.). - 1963, Some relationships of meteorological, hydrographic and biological variables in the gulf of Panama. *Bull. Inter-Amer. trop. Tuna Comm.* 7 (1), 54 pp.

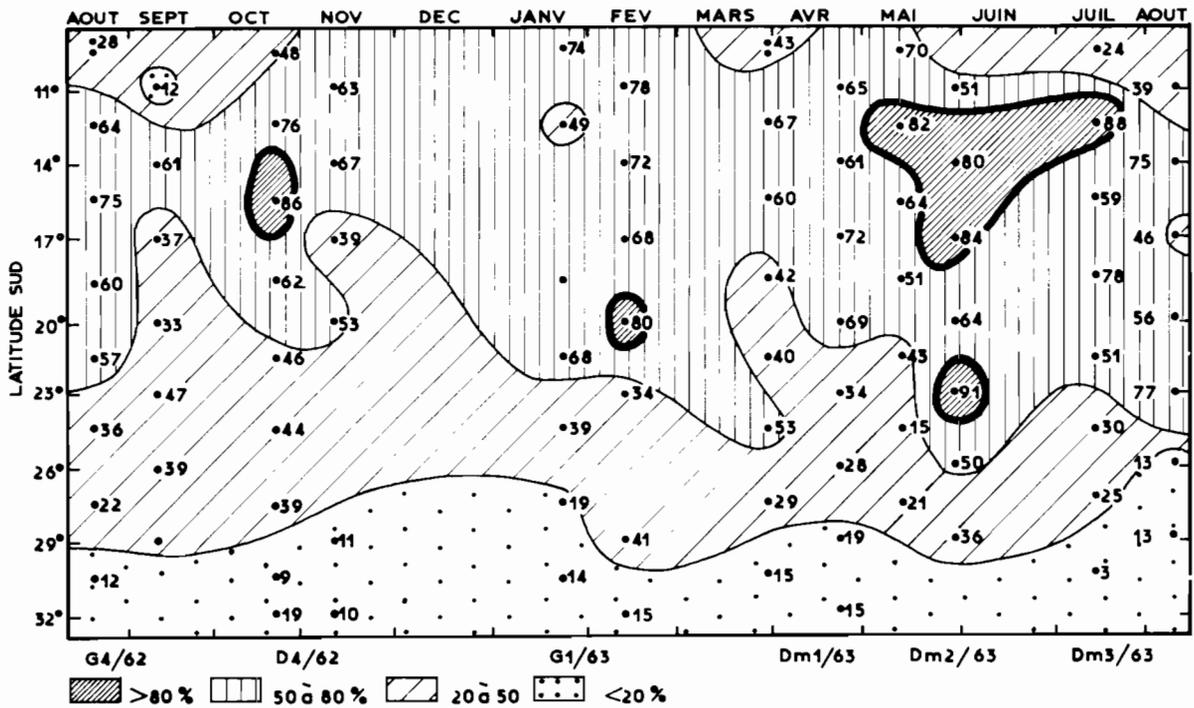
- FRASER (F. C.) — 1936, On the development and distribution of the young stages of krill (*Euphausia superba*). *Discovery Reports*, XIV, p. 1-192, 76 fig.
- FURNESTIN (M. L.). — 1957, Chaetognathes et zooplancton du secteur atlantique marocain. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.* 21 (1-2), 356 pp., 104 fig., 53 phot.
- FURNESTIN (M. L.). — 1964, Les indicateurs planctoniques dans la baie Ibéro-marocaine. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.* 28 (3), p. 257-264, 3 fig.
- GRAHAM (H. W.). — 1941, Plankton production in relation to character of water in the open Pacific. *J. Mar. Res.* IV (3), p. 189-197.
- HANSEN (H. J.). — 1910, The Schizopoda of the Siboga expedition. *Siboga expeditie*, XXXVII, 123 pp., 3 fig. 16 pl.
- HANSEN (H. J.). — 1912, Schizopoda, *Expedition to tropical Pacific of the U.S.S. Albatross*, 1899-1905, p. 177-296, 12 pl.
- HANSEN (K. V.). — 1951, On the diurnal migration of zooplankton in relation to the discontinuity layer. *J. Cons.* XVII (3), p. 231-241.
- HARDY (A. C.). — 1956, Toward prediction in the sea, in *Perspectives in Marine Biology*. A. A. Buzzati-Traverso ed., p. 159-186.
- HEINRICH (A. K.). — 1962, The life histories of plankton animals and seasonal cycles of plankton communities in the oceans. *J. Cons.*, XXVII (1), p. 15-24.
- HOPPER (A. F.). — 1960, The resistance of marine zooplankton of the Carribean and South Atlantic to changes in salinity. *Limnol. and Oceanogr.* 5 (1), p. 43-47.
- ICHIYE (T.). — 1957, On the relationship between the plankton distribution and hydrographic condition in the adjacent seas of Japan. *Records of Oceanographic works in Japan*. Special number March 1957, p. 34-41.
- ISAACS (J. D.) and KIDD (L. W.). — 1953, Isaacs-Kidd Midwater Trawl. *Scripps Instn Oceanogr., Oceanographic Equipment Report* n° 1, 18 pp.
- JOHNSON (M. W.). — 1949, Zooplankton as an index of water exchange between Bikini Lagoon and the open sea. *Coll. Repr. Woods Hole Oceanogr. Instn.*, 1949. Contr. n° 413, p. 238-244.
- JOHNSTON (R.). — 1961, An equation for the depth distribution of Deep-Sea zooplankton and fishes. *Rapp. Cons. Explor. Mer.* 153, p. 217-219.
- LACROIX (G.). — 1961, Les migrations verticales journalières des Euphausiides à l'entrée de la baie des chaleurs. *Contr. Dep. Pêch. Québ.* 83, p. 257-317
- LANCE (J.). — 1962, Effects of water of reduced salinity on the vertical migration of zooplankton. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* 42 (2), p. 131-154.
- LEGAND (M.). — 1958, Variations diurnes du zooplancton autour de la Nouvelle-Calédonie. *O.R.S.T.O.M.-I.F.O.-R.S.6*, 42 pp.
- LEGARE (J. E. H.). — 1957, The qualitative and quantitative distribution of plankton in the Strait of Georgia in relation to certain oceanographic factors. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 14 (4), p. 521-552.
- LEWIS (J. B.). — 1954, The occurrence and vertical distribution of the Euphausiacea of the Florida current. *Bull. Mar. Sci. Gulf. Caribb.* 4 (4), p. 265-301.
- MCLAREN (I. A.). — 1963, Effects of temperature on growth of zooplankton, and the adaptive value of vertical migration. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 20 (3), p. 685-727.
- MOORE (H. B.). — 1950, The relation between the scattering layer and the Euphausiacea. *Coll. Repr. Woods Hole Oceanogr. Instn.* 1950. Contr. n° 535, p. 181-212.
- MOORE (H. B.). — 1952, Physical factors affecting the distribution of Euphausiids in the North Atlantic. *Coll. Repr. Woods Hole Oceanogr. Instn.* 1952. Contr. n° 581, p. 278-305.

- MOORE (H. B.) - 1958, Marine ecology. J. Wiley and sons Inc. New York, 1962, 493 pp.
- MOORE (H. B.) and BAUER (J. C.). - 1960, An analysis of the relation of the vertical distribution of three copepods to environmental conditions. *Bull. Mar. Sci. Gulf and Carib.* 10 (4), p. 430-443.
- MOORE (H. B.) and CORWIN (E. G.). - 1956, The effects of temperature, illumination and pressure on the vertical distribution of zooplankton. *Bull. Mar. Sci. Gulf and Carib.* 6 (4), p. 273-287.
- MOORE (H. B.) and FOYO (M.). - 1963, A study of the temperature factor in twelve species of oceanic copepods. *Bull. Mar. Sci. Gulf and Carib.* 13 (4), p. 502-515.
- MOORE (H. B.) and O'BERRY (D. L.). - 1957, Plankton of the Florida current. IV. Factors influencing the vertical distribution of some common Copepods. *Bull. Mar. Sci. Gulf and Carib.* 7 (4), p. 297-315.
- MOORE (H. B.), OWRE (H.), JONES (E. C.) and DOW (T.). - 1953, Plankton of the Florida current. III. The control of the vertical distribution of zooplankton in the daytime by light and temperature. *Bull. Mar. Sci. Gulf and Carib.* 3 (2), p. 83-95.
- PONOMAREVA (L. A.). - 1963, The Euphausiids of the North Pacific, their distribution and mass species. *Akad. nauk C.C.C.P. Moscou*, 1963, 142 pp., 40 fig. (en russe).
- RAE (K. M.). - 1956, Parameters of the marine environment, in *Perspectives in Marine Biology*, Buzzati-Traverso ed., p. 3-16.
- REID (J. L.). - 1962, On circulation, phosphate-phosphorus content, and zooplankton volumes in the upper part of the Pacific Ocean. *Limnol. and Oceanogr.* 7 (3), p. 287-306.
- RIEDL (R.). - 1956, An attempt to test the efficiency of ecological field methods and the validity of their results, in *Perspectives in Marine Biology*. A. A. Buzzati-Traverso ed., p. 57-65.
- RILEY (G. A.). - 1953, Theory of growth and competition in natural populations. *J. Fish. Res. Bd. Can.* X (5), p. 211-223.
- RILEY (G. A.), STOMMEL (H.) and BUMPUS (D. F.). - 1949, Quantitative ecology of the plankton of the western North Atlantic. *Bull. Bingham Oceanogr. Coll.* 12 (3), p. 1-169.
- ROCHFORD (D. J.). - 1962, Hydrology of the Indian Ocean. II: The surface waters of the South East Indian Ocean and Arafura Sea in the spring and summer. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.* 13(3), p. 226-251.
- RUUD (J. T.). - 1932, On the biology of southern Euphausiidae. *Hvalrad. Skr.*, 2, p. 1-105.
- SETTE (O. E.). - 1955, Consideration of midocean fish production as related to oceanic circulatory systems. *J. Mar. Res.* 14 (4), p. 398-414.
- SHERMAN (K.). - 1963, Pontellid Copepod distribution in relation to surface water types in the Central North Pacific. *Limnol. and Oceanogr.* 8 (2), p. 214-227.
- SOULIER (B.). - 1963, Pêches planctoniques, superficielles et profondes, en Méditerranée occidentale. IV. Euphausiacés. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.* XXVII (4), p. 417-440.
- SOULIER (B.). - 1965, Euphausiacés des bancs de Terre-Neuve, de Nouvelle Écosse et du Golfe du Maine. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.* XXIX (2), p. 173-190.
- SOULIER (B.). - 1965, Essai d'harmonisation de la nomenclature des larves d'Euphausiacés. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.* XXIX (2), p. 191-195.
- STEMANN NIELSEN (E.). - 1961, The relationship between phytoplankton and zooplankton in the sea. *Rapp. Cons. Explor. Mer* 153, p. 178-182.
- TATTERSALL (W. M.). - 1936, The zooplankton. V. The occurrence and seasonal distribution of the Mysidacea and Euphausiacea. *Scientific Reports of the Great Barrier Reef Expedition*, 1928-29. II (8), p. 277-289.
- TATTERSALL (W. M.). - 1936, Mysidacea and Euphausiacea. *Scientific Reports of the Great Barrier Reef Expedition* 1928-29. V (4), p. 143-176.

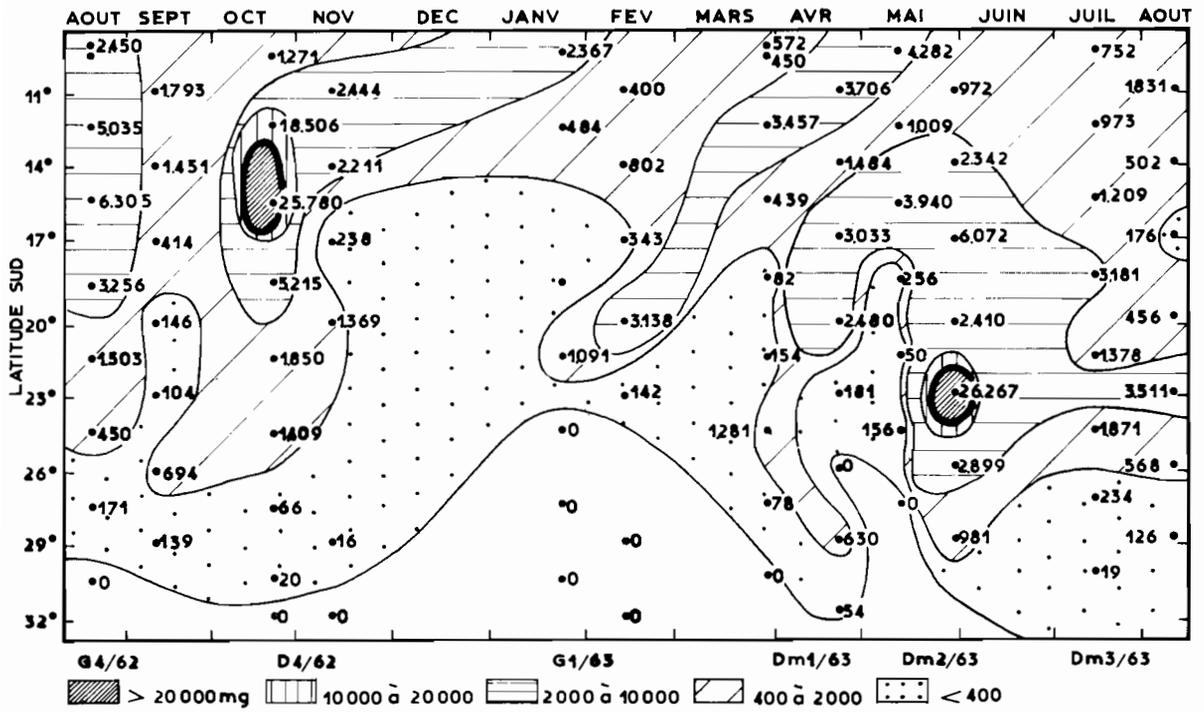
- TATTERSALL (W. M.). - 1939, The Euphausiacea and Mysidacea of the John Murray expedition to the Indian Ocean. *Scientific Reports of the John Murray Expedition 1933-34*. V (8), p. 203-246.
- THIRIOT (A.). - 1965, Zooplankton du Golfe du Lion. Essai de justification de l'étude de zooplankton dans la détermination des différentes masses d'eau. *Cah. Oceanogr.* XVII (5), p. 331-343.
- TONOLLI (V.) and (L.). - 1956, Irregularities of distribution of plankton communities : considerations and methods, in *Perspectives in Marine Biology*. A. A. Buzzati-Traverso ed., p. 137-143.
- VERWEY (J.). - 1959, The role of hydrographic factors in the orientation of migrating marine animals. *International oceanographic congress*. 31.8/12.9-59. A.A.A.S. Washington D. C., p. 186-187.
- VINOGRADOV (M. E.). - 1959, Quantitative distribution of Deep-sea plankton in the Pacific Ocean, and its relation to deep water circulation. *International Oceanographic Congress 31.8/12.9-1959*. A.A.A.S. Washington D. C., p. 390-391.
- VINOGRADOV (M.) and VORONINA (N. M.). - 1962, Influence of the oxygen deficit on the distribution of plankton in the Arabian sea. *Deep-sea Res.* 9, p. 523-530.
- WILLIAMSON (M. H.). - 1961, A method for studying the relation of plankton variations to hydrography. *Bull. Mar. Ecol.* V (47-48), p. 224-229.
- WYRTKI (K.). - 1961, Physical oceanography of the Southeast Asian waters. *Naga Report* 2, p. 1-195.
- ZEIN-ELDIN (Z. P.) and ALDRICH (D. V.). - 1964, Laboratory studies of shrimp tolerances to salinity and temperature. (Abstract). *Gulf and carib. Fish. Inst. Proceedings of the 16th annual session*, p. 121.
- ZELIKMAN (E. A.). - 1959, Some characteristics of the behavior of the Barents sea Euphausiacea and possible causes of their seasonal vertical migrations. *International Oceanographic Congress*. 31.8/12-9-59. A.A.A.S. Washington D. C., p. 189-190.



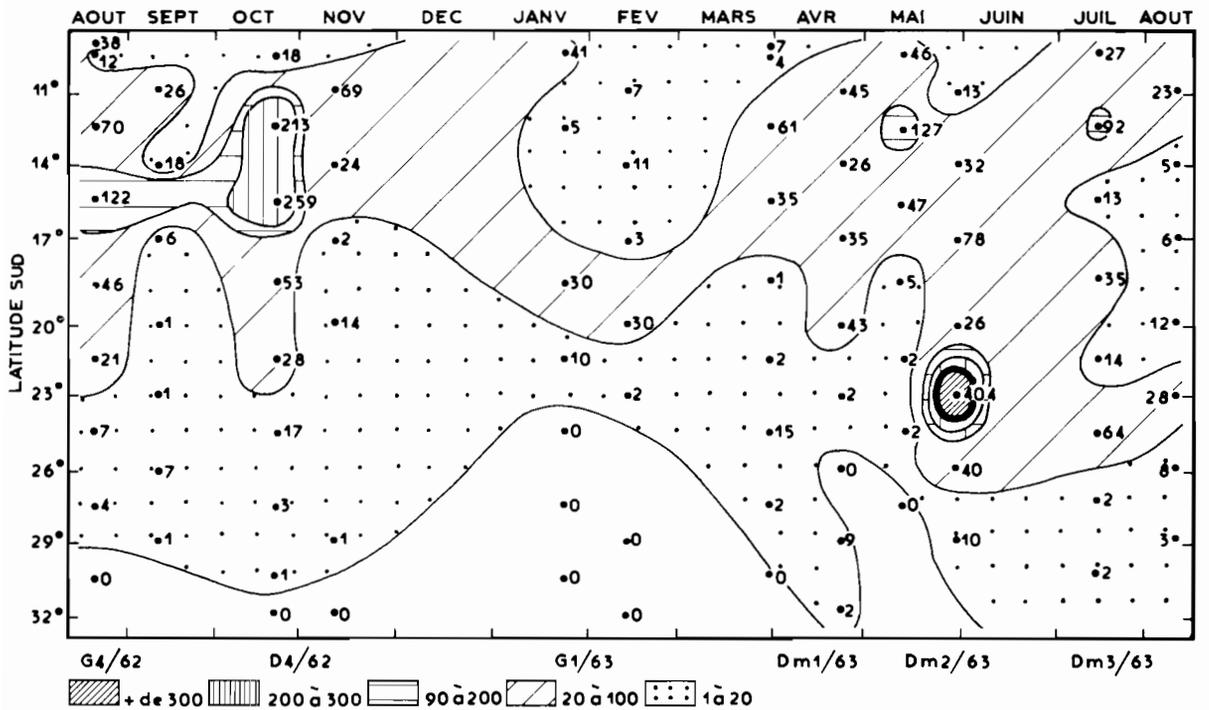
Carte H.-T. I. — Distribution annuelle des Euphausiacés (biomasses).



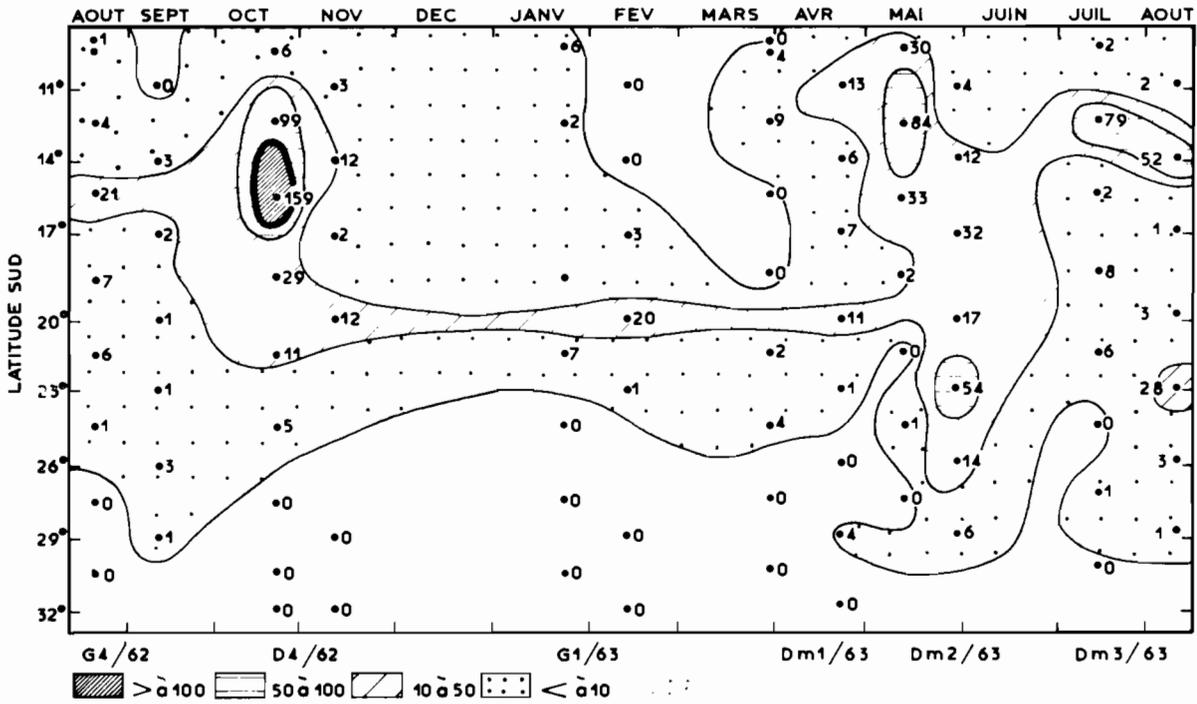
Carte H.-T. II. — % en biomasse du genre *Thysanopoda*.



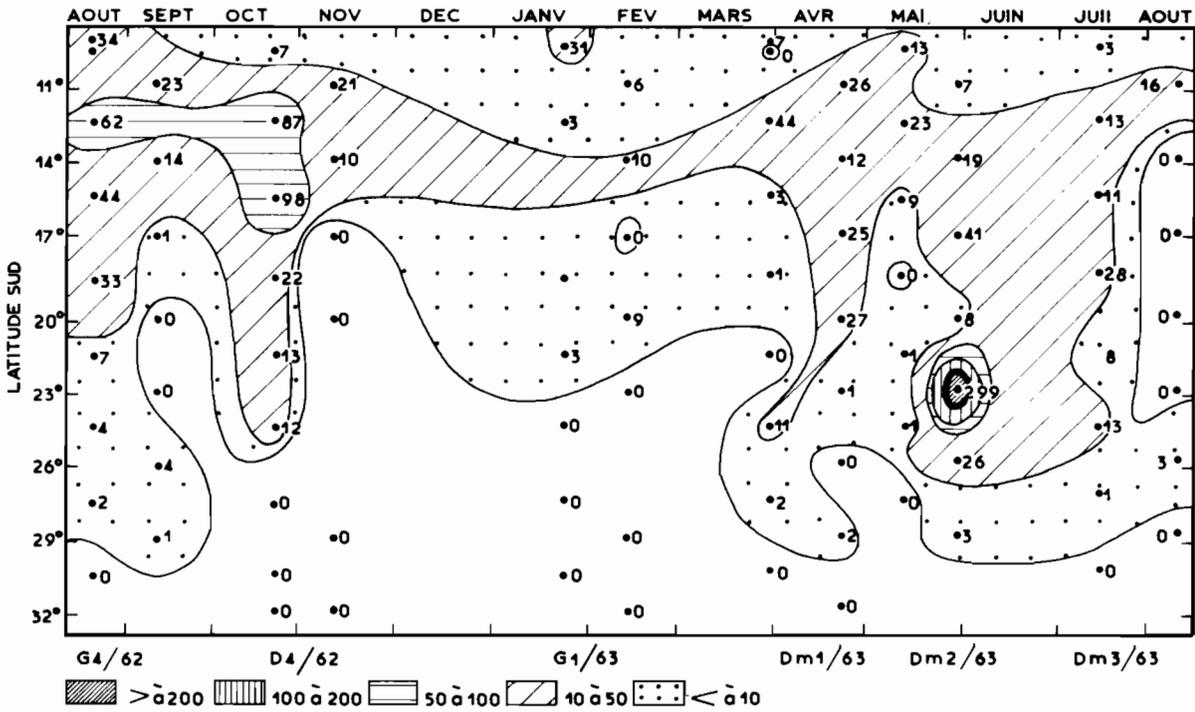
Carte H.-T. III. - - Distribution annuelle de *Thysanopoda tricuspidata* (biomasses).



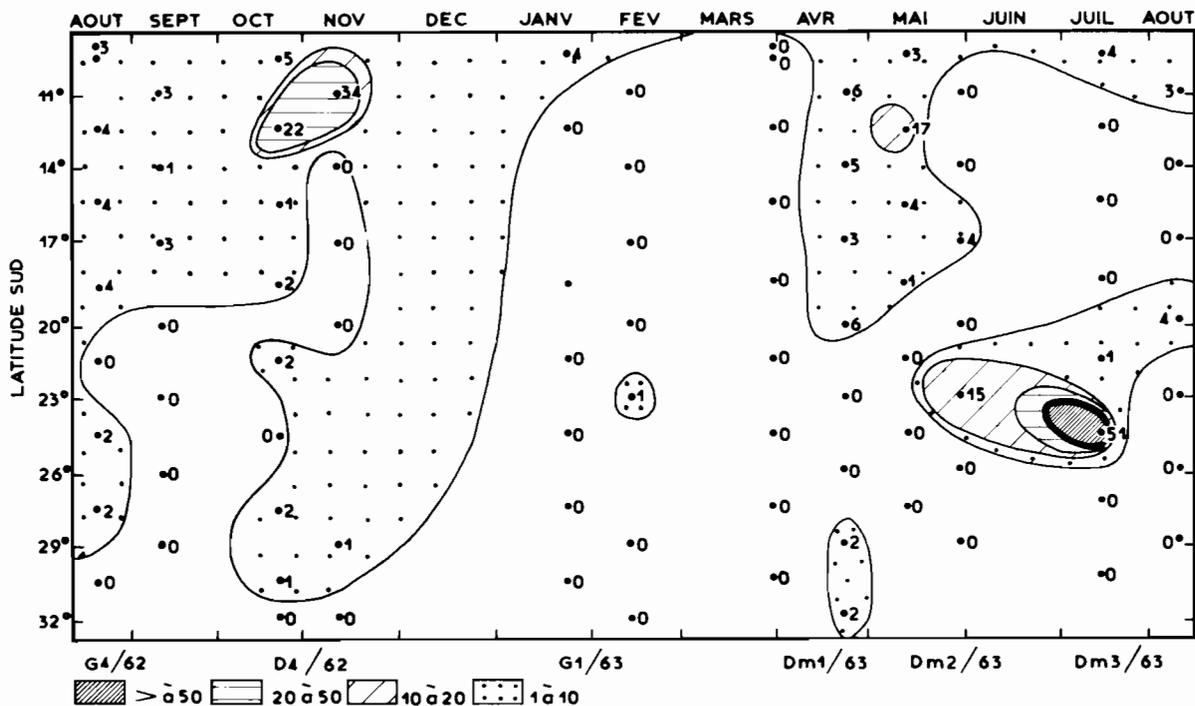
Carte H.-T. IV. - - Distribution annuelle de *Thysanopoda tricuspidata* (nombres).



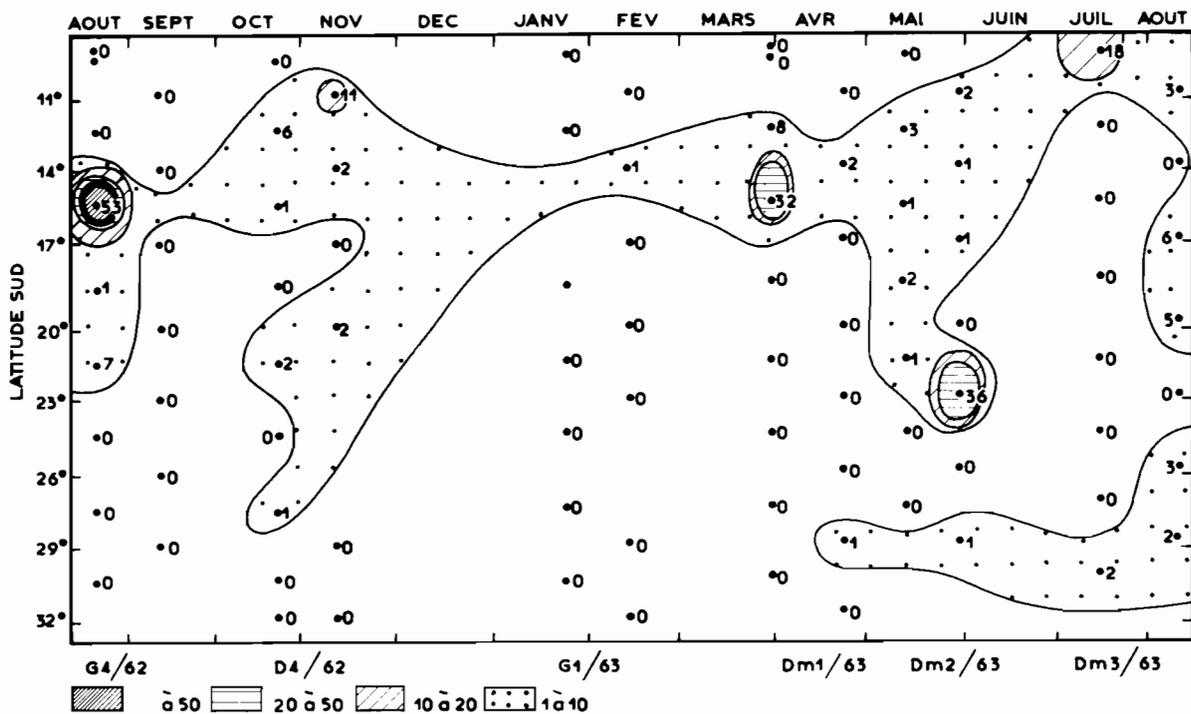
Carte H.-T. V. — Distribution annuelle de *Thysanopoda tricuspidata*, groupe 1 (nombres).



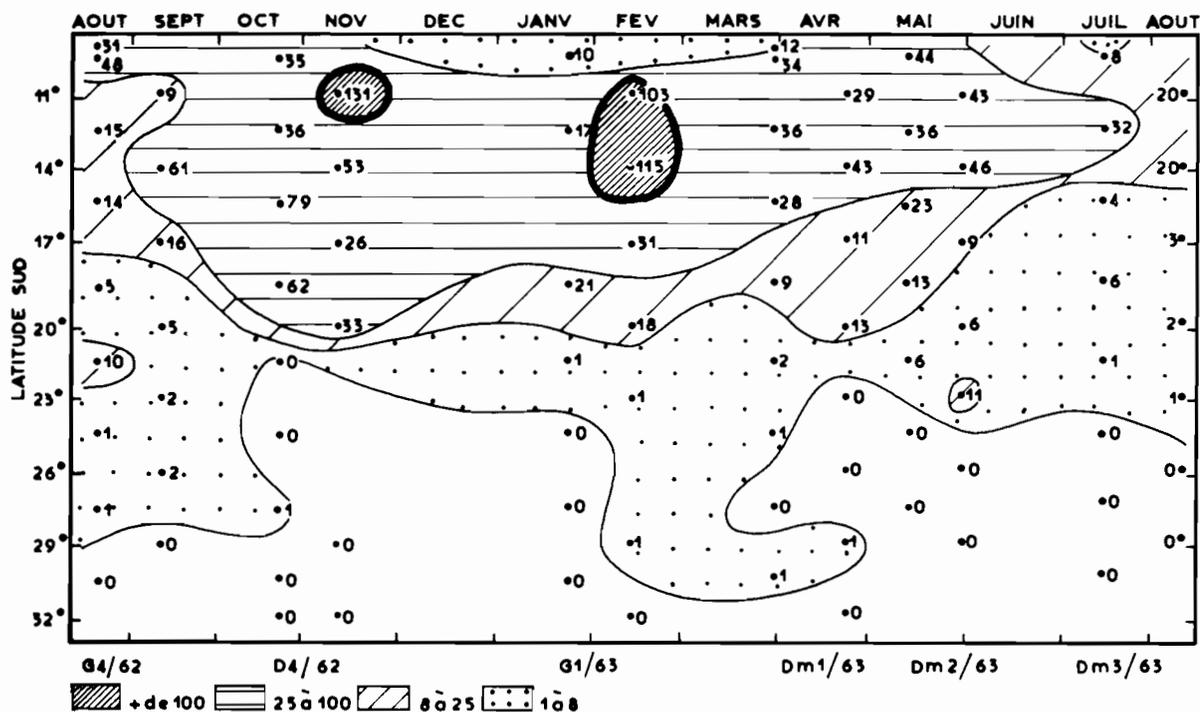
Carte H.-T. VI. — Distribution annuelle de *Thysanopoda tricuspidata*, groupe 2 (nombres).



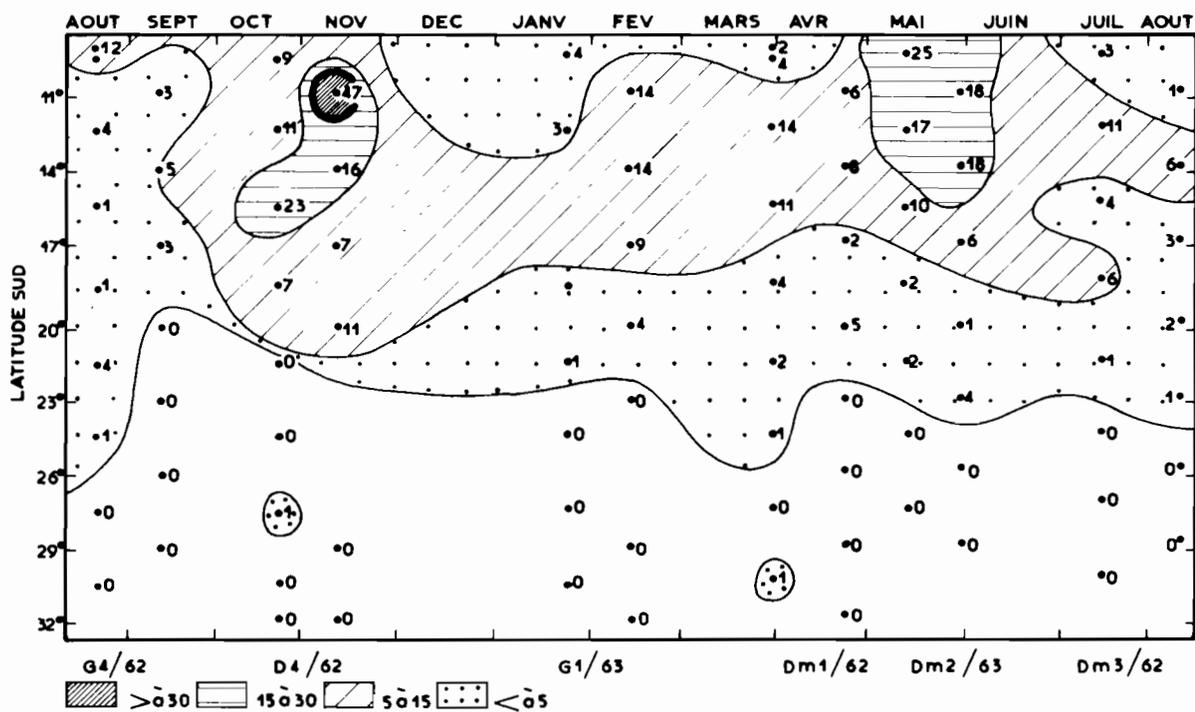
Carte II.-T. VII. — Distribution annuelle de *Thysanopoda tricuspidata*, groupe 3 (nombres).



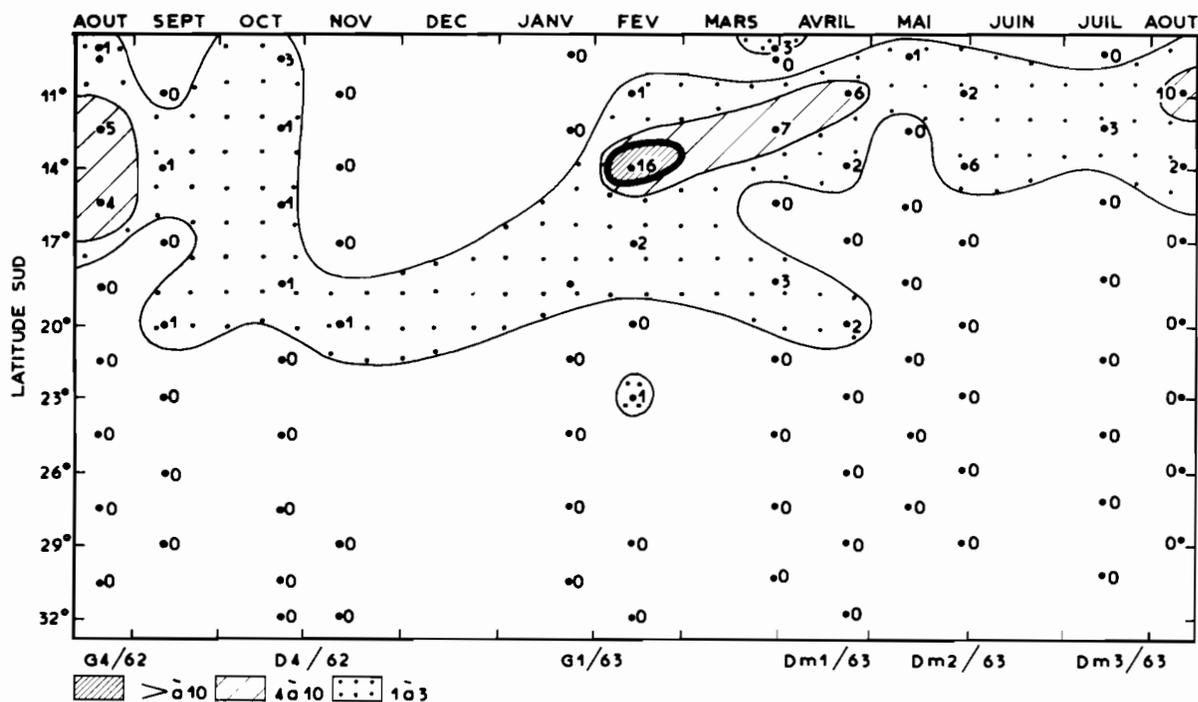
Carte II.-T. VIII. — Distribution annuelle de *Thysanopoda tricuspidata*, groupe 4 (nombres).



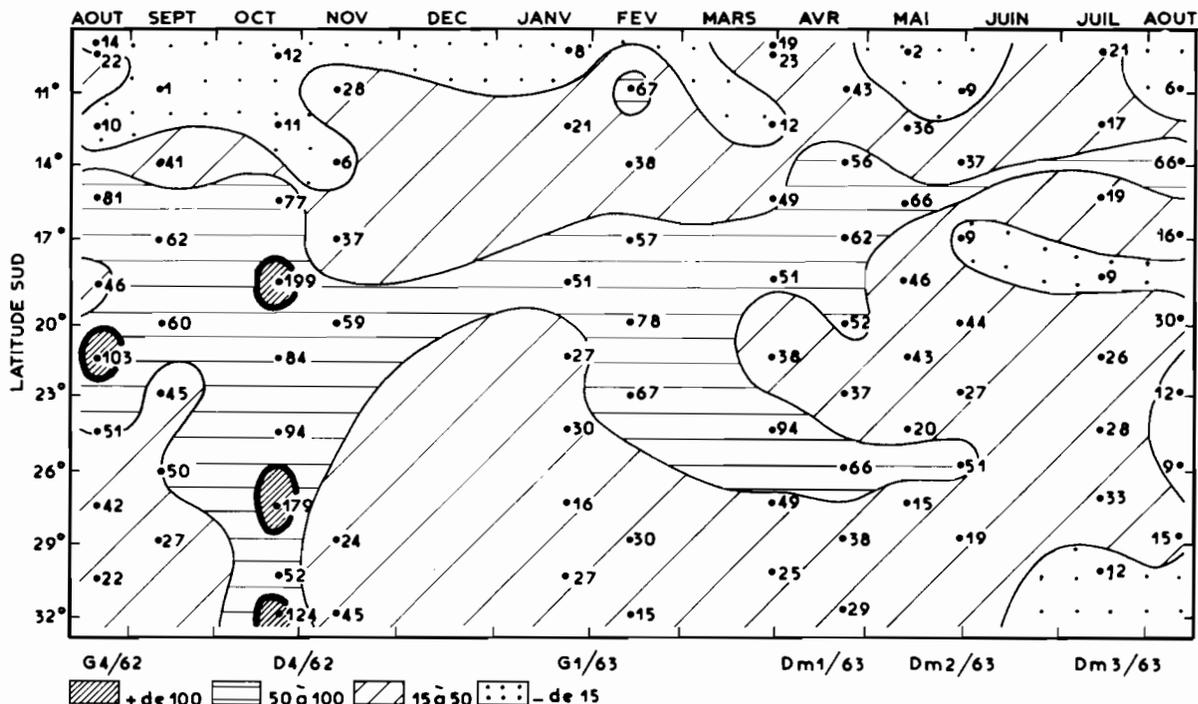
Carte H.-T. IX. — Distribution annuelle de *Thysanopoda monacantha* (nombres).



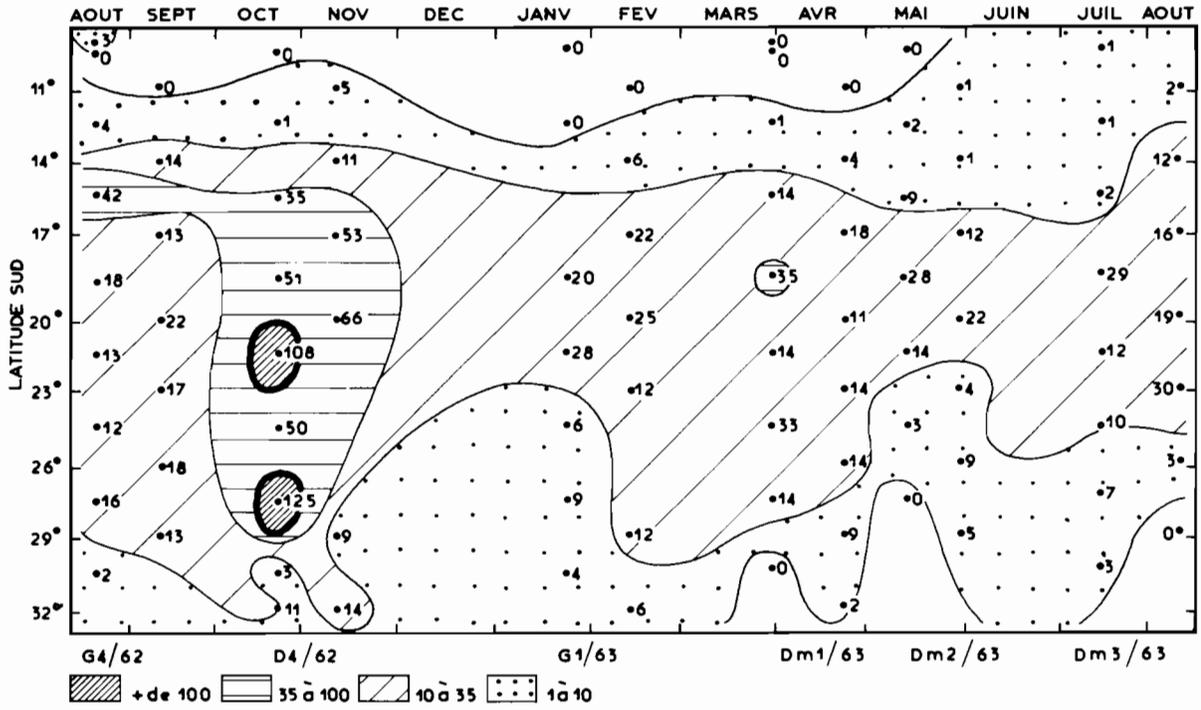
Carte H.-T. X. — Distribution annuelle de *Thysanopoda monacantha*, groupe I (nombres).



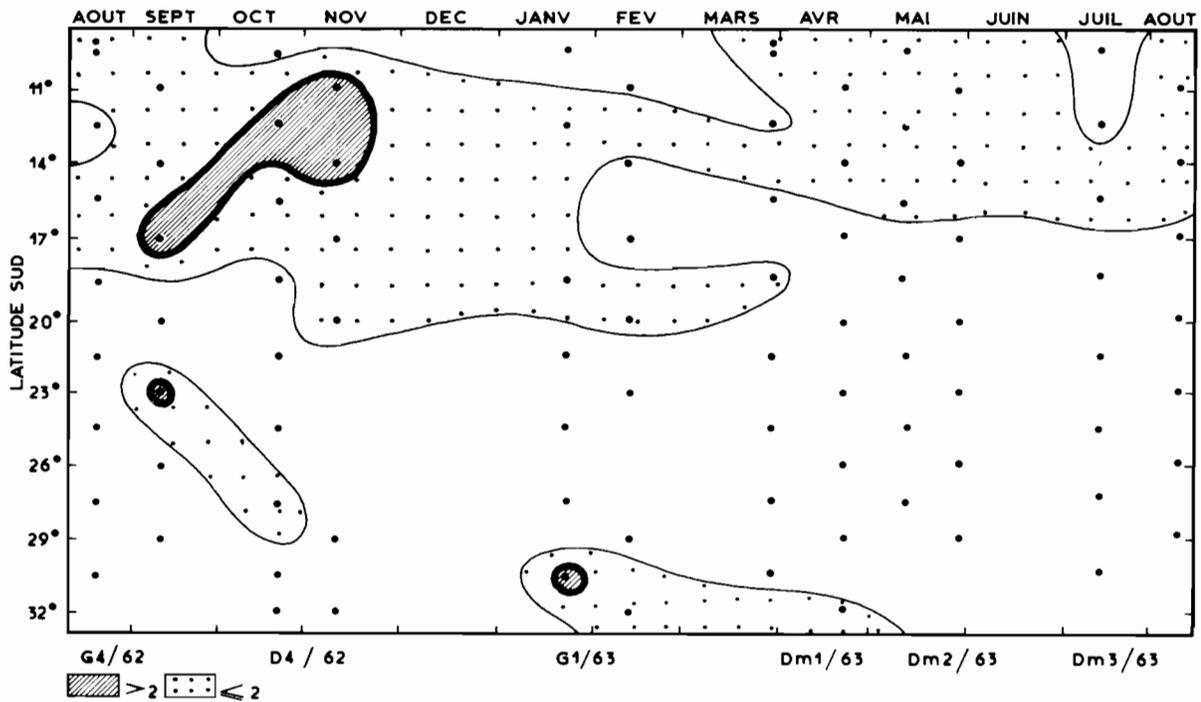
Carte H.-T. XI. — Distribution annuelle de *Thysanopoda monacantha*, groupe 4 (nombres).



Carte H.-T. XII. — Distribution annuelle de *Thysanopoda aequalis-subaequalis* (nombres).



Carte H.-T. XIII. — Distribution annuelle de *Thysanopoda obtusifrons* (nombres).



Carte H.-T. XIV. -- Distribution annuelle de *Thysanopoda peclinata* (nombres).

IMPRIMERIE A. BONTEMPS

LIMOGES (FRANCE)

Dépôt légal : 3^e trimestre 1967.

NOTES

Note on the Distribution of *Euphausia eximia* and *E. gibboides* in the Equatorial PacificCLAUDE ROGER¹

THE MATERIAL here considered was collected during the Alizé cruise of the R.V. "Coriolis" from the Centre O.R.S.T.O.M. Noumea. The Alizé collections extended from 92°20'W to 162°45'E along the equator. The samples were taken with a 5-ft Isaacs-Kidd midwater trawl, towed obliquely from a depth of 300 m to the surface.

GENERAL RESULTS

The distributions of the whole euphausiid fauna will be discussed in detail in a further publication. At present they appear to be not far different from those described by Brinton (1962); however, two features become evident:

1. There is an evolution of the specific composition of the euphausiid fauna from east to west.

2. Two species among the most important ones, *Euphausia eximia* Hansen and *E. gibboides* Ortmann, have been caught not only in the eastern equatorial Pacific as previously recorded (Brinton, 1962), but also in the Central Pacific, as far westward as 164°15'W and 148°07'W, respectively. The present note deals with the occurrence of these two species in Central Pacific waters.

DISTRIBUTION OF *Euphausia eximia*

Table 1 lists the stations at which *E. eximia* were taken.

According to Brinton (1962), the farthest westward record for this species is 118°W in the South Equatorial Current (2°N-2°S) and 145°W at 10°N. During the Alizé expedition,

¹ Section Oceanographie, Centre O.R.S.T.O.M. de Noumea. New Caledonia. Manuscript received May 18, 1966.

TABLE 1
QUANTITATIVE DISTRIBUTION OF
E. eximia AND *E. gibboides*

STATIONS	NUMBER PER STANDARD HAUL*	
	<i>E. eximia</i>	<i>E. gibboides</i>
0.50S, 92.20W	752	316
0.49S, 95.28W	416	58
0.53S, 98.18W	6,224	272
1.00S, 101.14W	780	36
0.16S, 103.48W	2,856	256
0.05S, 106.45W	2,136	96
0.40S, 109.10W	1,233	33
0.20S, 115.40W	896	7
0.03N, 118.27W	585	24
0.00, 120.45W	933	45
0.40S, 123.35W	1,330	0
0.40S, 125.53W	558	16
0.33S, 128.26W	183	5
0.19S, 131.42W	40	5
0.33S, 134.46W	277	4
0.17S, 137.45W	17	3
0.01N, 145.06W	0	0
0.14S, 148.07W	0	1
0.27S, 151.15W	0	0
0.28S, 154.38W	0	0
0.38S, 158.10W	0	0
0.22S, 161.06W	1	0
0.20S, 164.15W	2	0
0.23S, 167.30W	0	0
0.28S, 170.30W	0	0
0.23S, 174.10W	0	0
0.20S, 177.30W	0	0
0.23S, 179.00E	0	0
0.27S, 176.05E	0	0
0.12S, 172.30E	0	0
0.18S, 169.00E	0	0
0.30S, 166.00E	0	0
0.38S, 162.45E	0	0

* Length of the column of water filtered: 5000 m.

three specimens were caught at 164°15'W and 161°06'W, about 2,700 miles farther west.

E. eximia seems very common at 135°00'W, and very abundant east of 126°W. From 92°20'W (beginning of the cruise) to 137°45'W

this species accounts for 50–90% of the whole euphausiid material.

On the other hand, it must be pointed out that, in a number of individuals, the inner protuberance of the anterior margin of the second segment of the first antennal peduncle is trifurcate (Fig. 1) and not simple or bifurcate as usually described (Hansen, 1912; Boden, Johnson, and Brinton, 1955). In some specimens, this protuberance presents four spines (Fig. 2).

DISTRIBUTION OF *Euphausia gibboides*

This species was present more in the west than was previously known (see Table 1).

The farthest westward that a specimen of *E. gibboides* was collected during the Alizé cruise was 148°07'W. This record extends the westward limit of distribution, recorded previously as 132°W (Brinton, 1962).

The species is present between 148°07'W and 126°W, rather common between 126°W and 109°10'W, and common between 109°10'W and 92°20'W (beginning of the cruise).

REFERENCES

- BODEN, B. P., M. W. JOHNSON, and E. BRINTON. 1955. The Euphausiacea (Crustacea) of the North Pacific. Bull. Scripps Inst. Oceanog., Univ. Calif., 6(8):287–400.
- BRINTON, E. 1962. The distribution of Pacific euphausiids. Bull. Scripps Inst. Oceanog., Univ. Calif. 8(2):51–270.
- HANSEN, H. J. 1912. The Schizopoda. Repts. Sci. Res. Exped. Tropical Pacific. . . U. S. Fish. Comm. Steamer "Albatross." Mem.

Mus. Comp. Zool., Harvard College 35:177–296.

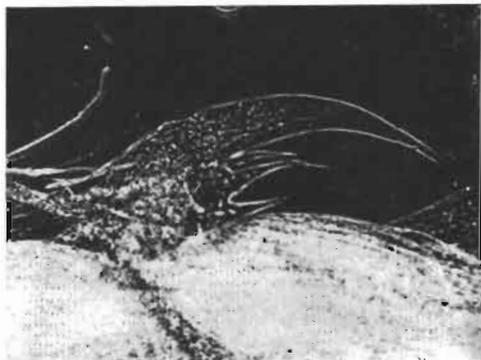


FIG. 1. *E. eximia*. Protuberances of the distal end of the second segment of the first antennal peduncle. *Foreground*: outer protuberance (simple). *Background*: inner protuberance (trifurcate); on the *right*, beginning of the dorsal keel of the third segment.

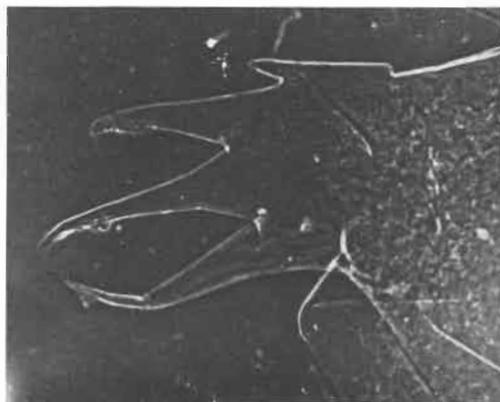


FIG. 2. *E. eximia*. Inner protuberance of the distal end of the second segment of the first antennal peduncle, showing four spine-shaped denticles.

OBSERVATIONS SUR LE PHYTOPLANCTON SUPERFICIEL DE L'OCEAN INDIEN ORIENTAL

par

R. DESROSIERES *

INTRODUCTION

A l'occasion des deux dernières croisières Dm 2-63 et Dm 3-63 du cycle des six croisières biologiques saisonnières entreprises par le C.S.I.R.O., d'Août 1962 à Août 1963, en Océan Indien oriental, des prélèvements de phytoplancton superficiel ont pu être effectués le long du méridien 110° E de 32° S à 10° S, ainsi qu'en divers points des parages de Java et de Singapour (détroit de la Sonde, sud de la Mer de Chine, Mer de Java).

Les récoltes ont été faites à l'indicateur Hardy, dont l'emploi, navire en route, est particulièrement pratique. Malheureusement, à côté de cet avantage, ce mode de collecte présente plusieurs faiblesses : seule la couche superficielle est prospectée, les plus petits organismes (une partie du nanoplancton et l'ultraplancton dont le rôle et l'importance dans le processus d'élaboration de la matière vivante restent encore indéterminés) échappent à la capture et enfin on ne peut prétendre fournir d'indications quantitatives valables pour le phytoplancton plus gros (Diatomées et Dinoflagellés) car il est retenu de façon aléatoire selon son abondance, sa composition, la forme des organismes et peut-être encore d'autres facteurs. L'analyse des prises permet cependant de se faire une idée sur la nature du plancton et sur ses variations dans l'espace ; elle permet également de définir les habitats des différentes espèces. Les prélèvements ont eu lieu tous les jours vers midi, à l'issue de la station du matin.

Les références sur la composition et la distribution du phytoplancton de l'Océan Indien sont très peu nombreuses. Cette étude, aussi partielle qu'elle soit, vient en complément à ces trop rares contributions ; elle peut aussi, dans une certaine mesure, illustrer les résultats plus abstraits des mesures de productivité primaire et des dosages de pigments.

Les cartes jointes indiquent les lieux de prélèvement ; la numérotation des récoltes est chronologique pour chaque croisière. Les données concernant l'abondance relative des Diatomées et des Péridiniens sont résumées dans le tableau annexe.

Nous allons d'abord considérer la distribution du phytoplancton superficiel de chacune des deux croisières et ensuite étudier la répartition de certaines espèces particulières.

CROISIERE Dm 2-63

L'itinéraire de Dm 2-63 suit le 110°, de la latitude de Fremantle jusqu'au sud de Java, puis la route vers Singapour par le Détroit de la Sonde et retour suivant le même trajet.

Au cours de Dm 2-63, c'est-à-dire en Mai, la composition du phytoplancton présente une grande homogénéité tout le long du méridien et dans les eaux du large au sud de Java ; la flore ne change brusquement que lorsqu'on atteint le plateau continental (détroit de la Sonde et sud de la Mer de Chine).

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

Le phytoplancton pélagique est très largement dominé par les Péridiniens. Il n'existe pas au sein de cet ensemble un groupe de quelques espèces particulièrement dominantes comme on en rencontre dans les zones de haute productivité des mers froides ; on constate au contraire une très grande diversité spécifique. Il a été dénombré sur l'ensemble de la croisière (échantillons néritiques exclus) 126 espèces de Péridiniens, dont 53 *Ceratium*, et 32 espèces de Diatomées.

Les Péridiniens constituent ce que **Sukhanova** (1962) a appelé le « complexe principal de l'Océan Indien ». Cet auteur cite comme caractéristiques de ce complexe : *Pyrocystis pseudonocilluca*, *Ceratium carriense*, *C. trichoceros*, *C. massiliense* ; ces espèces ont de fait été récoltées très couramment le long du 110° E, mais à l'exception de *Ceratium carriense* (en particulier *C.c. forma volans*) qui est purement océanique, elles se rencontrent aussi bien au large qu'à proximité des côtes et sur les zones de plateau continental du sud de la Mer de Chine. Plusieurs espèces sont ainsi à la fois océaniques et néritiques ; ce sont : *Amphisolenia bidentata*, *Ceratium breve*, *C. karsteni*, *C. furca*, *C. teres*, *C. fusus*, *C. tripos*, *C. kofoidii*, *Podolampas bipes*, *P. palmipes*, *Goniodoma polyedricum*, *Pyrophacus horologicum* ; elles sont toujours très fréquentes. Parmi les espèces exclusivement océaniques, qui disparaissent dès que l'on franchit le talus continental, il faut citer : *Ceratium pulchellum* forma *eupulchellum*, *C. pentagonum*, *C. vultur* forma *sumatranum* et forma *japonicum*, *C. hexacanthum*, *C. evarcuatum*, *C. gravidum*, *C. incisum*, *Ceratocorys horrida*, *Pyrocystis fusiformis*. D'autres espèces plus rares sont également caractéristiques des eaux tropicales du large : *Ceratium geniculatum*, *C. praelongum*, *C. ranipes*, *C. cephalotum*, *C. falcatifforme*, *C. digitatum*, *Ornithocercus splendidus*, *O. quadratus*, *Amphisolenia thrinax*, *Peridinium pedunculatum*, *Oxytoxum milneri* et les nombreuses espèces d'*Histioneis* et de *Parahistioneis*.

A cette flore de Dinoflagellés s'ajoutent quelques Diatomées présentes d'un bout à l'autre de la radiale, à l'aller et au retour ; certaines sont typiquement pélagiques et ne se retrouvent pas en zone néritique ; elles sont assez rares ; ce sont : *Rhizosolenia castracanei*, *Chaetoceros tetrastichon*, *Asterolampra morylondica*. D'autres sont plus tolérantes et font également partie de la flore néritique : *Rhizosolenia styliiformis* var. *longispina*, *Chaetoceros coarctatus*, *C. peruvianus*. Comparé au « complexe des Péridiniens », l'ensemble des Diatomées ne constitue jamais une fraction importante de la récolte.

La composition du phytoplancton change radicalement lorsqu'on atteint le Déroit de la Sonde et les eaux séparant Java, Sumatra et Bornéo. Ces eaux de très faible profondeur (quelques dizaines de mètres au maximum), vraisemblablement sous l'influence permanente d'apports terrigènes, développent une flore très riche. Les Diatomées deviennent l'élément dominant ; les genres *Coscinodiscus* et *Bacteriastrum*, les Diatomées pennées, sporadiques en milieu tropical océanique, sont largement représentés, de même que *Rhizosolenia alata*, *Chaetoceros lorenzianus*, *Thalassiothrix nitzschioides* et *T. frauenfeldii* (cette dernière espèce est cependant aussi assez fréquente au large de la côte ouest-australienne de 22° S à 30° S ; il s'agit sans doute de deux races différentes). Des espèces apparaissent : *Biddulphia sinensis*, *B. mobiliensis*, *Nitzschia paradoxa*, *Chaetoceros diversus*, *C. curvisetus*, *Rhizosolenia stolterfothii*, toujours en grand nombre ; il arrive alors qu'une seule espèce domine largement l'ensemble, telle *Ditylum sol* dans une région située à une vingtaine de milles au S.E. de l'île Bangka.

La plupart des Péridiniens disparaissent ; seules subsistent les espèces particulièrement ubiquistes déjà citées comme océaniques et néritiques.

Une telle distribution, avec dominance de Péridiniens au large et des Diatomées à proximité de la côte, apparaît aussi clairement dans les observations de **Karsten** (1907) sur le plancton de la campagne du **Valvidia**, dans la région très voisine du S. O. de Sumatra, en Janvier.

On constate la même distribution et la même composition apparente à l'aller et au retour. La seule différence notable est la présence constante et inattendue de *Ceratium dens* de 12° S à 25° S dans les échantillons prélevés au retour, alors qu'il ne figurait pas une seule fois à l'aller. Cette espèce ne doit cependant pas être incluse dans le « complexe des Péridiniens » car son occurrence dans ces conditions s'explique mal ; considérée comme typiquement néritique par **Steemann Nielsen** (1939), nous verrons que sa distribution au cours de Dm 3-63 est complètement différente.

Cette absence de variation entre les phytoplanctons récoltés à l'aller et au retour semble en contradiction avec l'observation de Jitts (non publié) qui signale une brusque augmentation de la productivité, due à un upwelling, à l'extrémité nord de la radiale à la fin de Mai, c'est-à-dire qu'il existerait une différence très nette entre les niveaux de production à l'aller et au retour.

Cependant cette apparente contradiction s'explique si l'on se réfère aux études de Margalef (1956) sur la dynamique d'un cycle de production phytoplanctonique. D'une manière générale, un cycle est constitué, d'après cet auteur, de la succession de trois phases. Une communauté particulière caractérise chacune d'elles. La première phase est caractérisée par des organismes de petite taille à fort potentiel de reproduction (petites Diatomées, Chlorophycées) directement issus des conditions favorables créées par un mélange vertical (upwelling); la deuxième phase est caractérisée par une communauté de Diatomées, de taille moyenne et grosse, se multipliant moins vite, la troisième par des organismes à faible pouvoir reproducteur et possédant une certaine capacité de nage; ce sont en particulier les Dinotlagellés, qui peuvent, mieux que les Diatomées, s'accommoder de la tendance à la stratification qui s'établit au fur et à mesure que se déroule le cycle.

Nous pouvons considérer, dans le cas qui nous concerne, qu'à l'aller la population à forte dominance de Péridiniens correspond à la troisième phase du schéma de succession; par contre, au retour, l'upwelling de Java commençant à se manifester, nous entrons juste dans la première phase d'un nouveau cycle, phase de forte productivité, bien démontrée par les mesures au Carbone 14, mais échappant à la technique trop grossière du Hardy qui ne recueille que les derniers Péridiniens subsistant d'une population déclinante. Seul un échantillonnage plus fin sur l'ensemble de la couche euphotique permettrait de préciser cette notion de succession dans la région étudiée.

CROISIERE Dm 3-63

L'itinéraire de Dm 3-63 a été, à l'aller, identique à celui de Dm 2-63 jusqu'au sud de Java, ensuite le navire a contourné l'île de Bali par l'Est et fait route sur Singapour. L'itinéraire de retour a été le même que celui de Dm 2-63.

Le phytoplancton récolté en Juillet-Août au cours de Dm 3-63 est plus diversifié que celui de Dm 2-63. Le «complexe principal de l'Océan Indien» apparaît encore comme le fond de la population, mais l'influence de l'upwelling de Java est très marquée, en particulier au nord de 10°S. Il engendre dans cette région une riche flore de Diatomées. La dominance des Péridiniens semble nettement moins marquée à l'extrémité sud de la radiale où les Diatomées redeviennent nombreuses. Dans l'ensemble de la croisière, en excluant toujours les prélèvements en zone néritique de Mer de Chine et de Mer de Java, il a été dénombré 102 espèces de Péridiniens, dont 48 *Ceratium*, et 63 Diatomées.

Les Péridiniens du «complexe» sont les mêmes que ceux de Dm 2-63. Il s'agit en fait, vraisemblablement, d'une flore permanente sujette à peu de variations saisonnières; on rencontre cependant un peu moins d'espèces, surtout dans les genres *Phalacroma*, *Histioneis*, *Oxytoxum* et *Peridinium*.

Dans les zones néritiques entre Java et Singapour, on retrouve le même plancton qu'au cours de Dm 2-63: forte dominance des Diatomées, présence de nombreuses Diatomées pennées, présence des Péridiniens très cosmopolites: *Amphisolenia bidentata*, *Ceratium breve*, *C. furca*, *C. teres*, *C. tripos*, *C. trichoceros*, *Pyrocystis pseudonoctiluca*.

L'intérêt de la croisière, en ce qui concerne le phytoplancton, est l'observation de l'upwelling équatorial et de ses conséquences sur la composition du plancton. A l'aller, la flore pélagique tropicale des Péridiniens domine normalement jusqu'à 11°S. Nous comptons dans l'échantillon prélevé à cette latitude 15 espèces de Diatomées pour 50 de Péridiniens; au contraire si l'on fait la moyenne des valeurs de ces comptes pour les quatre échantillons qui ont été prélevés sur le 10°S, entre 105°E et 115°E, nous trouvons 34 pour les Diatomées et 15 pour les Péridiniens. Le rapport est, en ordre de grandeur, inversé. Si l'on considère, de plus, que lorsque les Diatomées deviennent dominantes certaines espèces sont représentées par

un très grand nombre d'individus, ce qui n'est jamais le cas pour les Péridiniens du « complexe principal de l'Océan Indien », on se rend compte de la profonde différence existant entre les deux types de phytoplancton. Cette opposition est résumée dans le tableau suivant, extrait du tableau de distribution

	18-7-63 St. 6 11° S - 110° E	19-7-63 St. 7 10° S - 106° E	22-7-63 St. 8 10° S - 115° E	2-8-63 St. 14 10° S - 105° E	3-8-63 St. 15 10° S - 110° E
Diatomées	15	33	36	31	34
Péridiniens	50	20	6	22	13

Les espèces dominantes de la flore de l'upwelling sont : *Rhizosolenia stolterfothii*, *R. robusta*, *R. bergonii*, *R. styliformis* var. *latissima*, *Hemitaulus membranaceus*, *Thalassiosira* sp., *Eucampia cornuta*, *E. zodiacus*, *Lauderia annulata*, *Guinardia flaccida*, *Stephanopyxix palmeriana*, de nombreux *Chaetoceros*.

A l'aller de Dm 3-63, soit au mois de Juillet, nous avons vu que le « complexe des Péridiniens » s'étend jusqu'à 11° S, l'upwelling ne se manifestant qu'au Nord de 10° S; au retour, au début d'Août, l'influence de l'upwelling commence à gagner vers le Sud et se fait sentir au moins jusqu'à 13° S où, mêlées au « complexe » encore riche, on rencontre de nombreuses Diatomées; cette situation est en accord avec les observations de Jitts (non publié) qui signale une augmentation de la productivité, en Août, due à l'extension de l'upwelling jusque vers 15° S.

A l'extrême sud de la radiale, soit vers 30° S, nous observons une forte augmentation des Diatomées par rapport aux Péridiniens; nous trouvons dans cette zone 18 Diatomées pour 28 Péridiniens, ce qui indique une zone de plus grande richesse. De fait Jitts (non publié) mentionne dans cette région une forte productivité, s'étendant jusqu'à 25° S, tout à fait compatible avec notre observation.

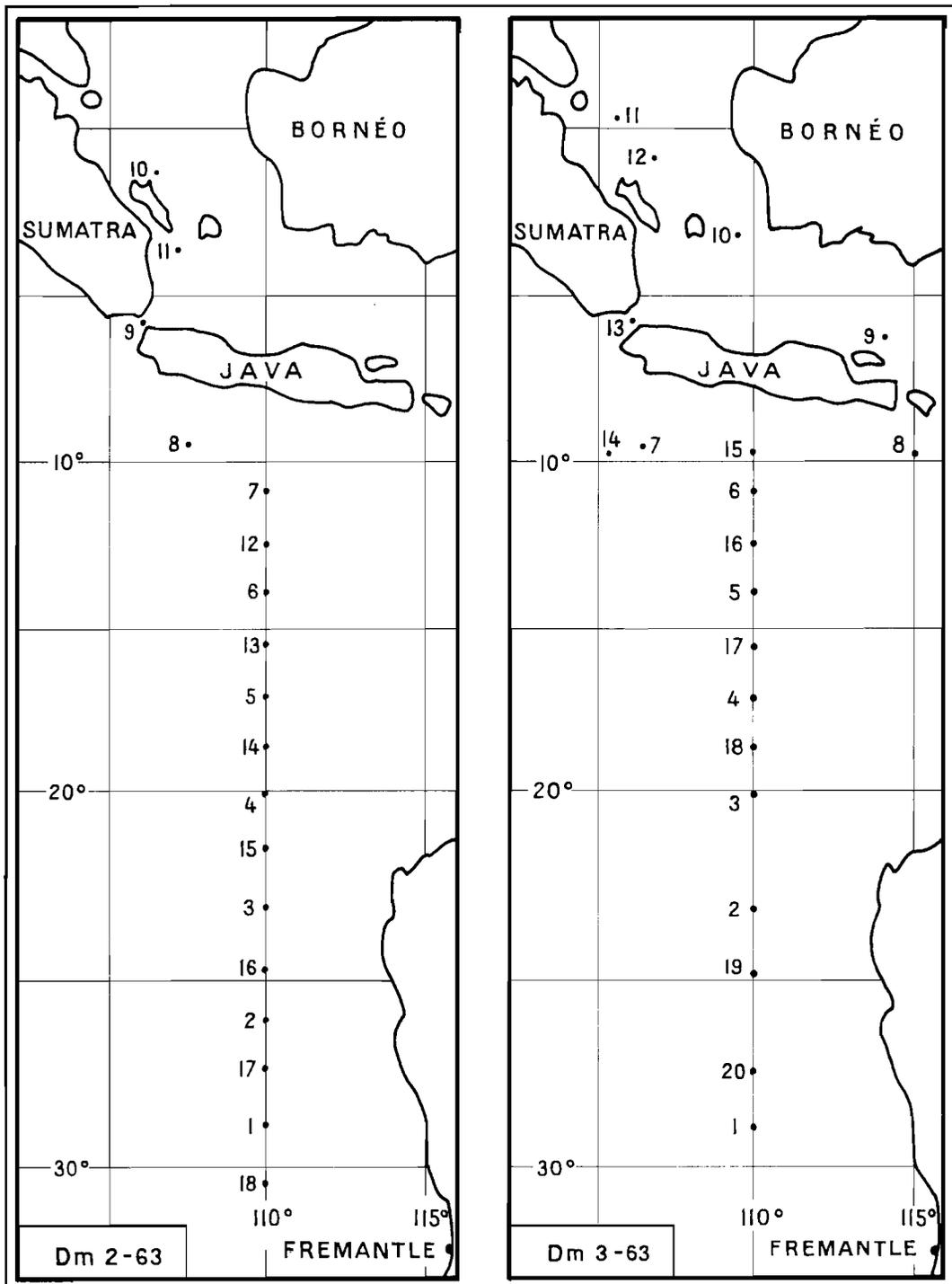
Il semble que l'on puisse considérer que la zone de l'upwelling de Java et l'extrémité sud de la radiale se trouvent à cette époque de l'année 1963 au deuxième stade du cycle défini par Margalef.

De telles constatations sur le renouvellement du phytoplancton et son évolution saisonnière démontrent sans ambiguïté la nécessité d'une étude étalée sur toute l'année, et même se répétant sur plusieurs années, d'une région ou d'une radiale, si l'on veut se faire une idée précise de ce que recouvre le concept de production primaire de la région ou de la radiale.

DISTRIBUTION PARTICULIERE DE QUELQUES ESPECES

Nous avons vu la distribution de *Ceratium dens* au cours de Dm 2-63. Au cours de Dm 3-63, cette espèce reste confinée à l'extrême nord de la radiale et dans les Mers de Chine et de Java. Cette répartition est conforme aux observations de Steemann Nielsen (1939) et de Wood (1954).

Dans l'ensemble les résultats que nous avons obtenus confirment ceux de Sukhanova (1961); dans le détail cependant, certaines divergences apparaissent : cet auteur ne trouve *Ceratium deflexum*, *Amphisolenia bidentata* et *A. thrinax* qu'au nord de 20° S; nous avons trouvé trois espèces jusqu'à 30° S. Par contre *Dinophysis miles* se trouve bien seulement à proximité de Java et dans les eaux indonésiennes comme il est signalé par Sukhanova.



Localisation et chronologie des prélèvements de Phytoplancton

ANNEXE

Nombre d'espèces de Diatomées et de Dinoflagellés

Dm 2-63			
St. n°	Date	Diatomées	Dino- flagellés
1	9.5.63	3	48 (31)
2	10.5.63	12	47 (19)
3	11.5.63	9	49 (28)
4	12.5.63	5	40 (27)
5	13.5.63	13	47 (23)
6	14.5.63	9	52 (29)
7	15.5.63	6	48 (27)
8	16.5.63	10	55 (31)
9	17.5.63	26	21 (13)
10	18.5.63	14	23 (13)
11	23.5.63	14	24 (14)
12	27.5.63	5	35 (19)
13	28.5.63	12	66 (33)
14	29.5.63	8	48 (31)
15	30.5.63	16	59 (32)
16	31.5.63	18	57 (32)
17	1.6.63	16	61 (29)
18	2.6.63	11	48 (27)

Dm 3-63			
St. n°	Date	Diatomées	Dino- flagellés
1	12.7.63	18	28 (21)
2	14.7.63	10	32 (20)
3	15.7.63	4	38 (23)
4	16.7.63	4	54 (31)
5	17.7.63	11	51 (26)
6	18.7.63	15	50 (29)
7	19.7.63	33	20 (13)
8	22.7.63	36	6 (3)
9	24.7.63	20	33 (19)
10	25.7.63	15	18 (11)
11	26.7.63	29	12 (9)
12	31.7.63	18	17 (11)
13	1.8.63	34	21 (11)
14	2.8.63	31	22 (12)
15	3.8.63	34	13 (11)
16	4.8.63	31	42 (27)
17	5.8.63	18	55 (29)
18	6.8.63	6	36 (19)
19	8.8.63	12	48 (28)
20	9.8.63	14	36 (26)

N.B. Le nombre d'espèces de Ceratium est indiqué entre parenthèses après celui des Dinoflagellés.

BIBLIOGRAPHIE

- JITTS H.R. (non publié) - The seasonal variation of primary production in the Eastern Indian Ocean.
- KARSTEN G. (1907) - Das indische Phytoplankton, Wiss. Erg. d. Deutschen Tiefseeexp. auf dem Dampfer «Valdivia», Bd. II, T. II, Lief. 3.
- MARGALEF R. (1956) - Temporal succession and spatial heterogeneity in phytoplankton, in «Perspectives in Marine Biology», University of California Press.
- STEEMANN NIELSEN E. (1939) - Die Ceratien des Indischen Ozeans und der Ostasiatischen Gewässer, Dana report n° 17.
- SUKHANOVA I.N. (1962) - The tropical phytoplankton of the Indian Ocean, Doklady Akademii Nauk SSSR, vol. 142, n° 5 (1162-1164), translation American Geophysical Union (Soviet Oceanography, issue n° 3, 1962 series).
- WOOD E. J. F. (1954) - Dinoflagellates of the Australian Region, Aust. J. of Mar. and Res., vol. 5, n° 2, pp. 171-351.

**INFLUENCE POSSIBLE
DU SYSTÈME DES COURANTS ÉQUATORIAUX DU PACIFIQUE
SUR LA RÉPARTITION ET LA BIOLOGIE
DE DEUX POISSONS BATHYPÉLAGIQUES**

par R. GRANDPERRIN* et M. LEGAND*

RÉSUMÉ

*Durant la croisière transpacifique « Alizé » le long de l'équateur, le N. O. Coriolis effectua des prélèvements de nuit à l'aide d'un chalut pélagique Isaacs-Kidd 5 pieds (1 KMT 5) et d'un filet conique ordinaire maille 000 de 1 m de diamètre d'ouverture (fco 1 m). Les biologies de 2 poissons bathypélagiques, *Notolychnus valdiviae* (Brauer) et *Gonostoma* sp. semblent liées en partie au système des courants équatoriaux. L'étude des répartitions par tailles met en évidence, à partir du 140°W, une augmentation des tailles moyennes pour *N. valdiviae*, une diminution pour *Gonostoma* sp. L'examen des gonades et le calcul des rapports gonado-somatiques conduisent à localiser la ponte, dans la première moitié du trajet de la croisière pour *Gonostoma* sp., dans la deuxième, pour *N. valdiviae*. La présence des courants équatoriaux permet d'avancer des hypothèses de travail qui rendraient compte de ces distributions.*

ABSTRACT

The material collected along the equator from Galapagos Islands to the 160°E longitude from hauls made from the R. V. « Coriolis » of the « Centre O.R.S.T.O.M. de Noumea » in New Caledonia includes numerous bathypelagic fishes. The gears used were the 5-foot Isaacs-Kidd midwater trawl and the 1-meter ring net.

* Océanographes biologistes au Centre O.R.S.T.O.M. de Noumea.

The distributions of two species of fishes are given in this paper: *Notolychnus valdiviae* (Brauer 1904) and *Gonostoma* sp. *Gonostoma* sp. probably belongs to the species *Gonostoma rhodadenia* Gilbert 1905.

1. — Figure 1 gives the location of the stations along the cruise track. The first part of the cruise has been called zone I, the second one zone II.

2. — Table 1 and table 2 show the distribution of the different sizes as a fonction of longitude.

3. — Figure 2 shows the opposition observed between the distribution of *Notolychnus valdiviae* and the one of *Gonostoma* sp.

4. — Figure 3 shows the essential features of the circulation of different currents along the equator. The currents limits have been estimated from the hydrologic datas.

5. — Table 3 and table 4 give, for zone I and zone II the index of maluration and the sex ratio mean values for *Notolychnus valdiviae*. They show the spawning of adults occurs only in zone II just as « Coriolis » was investigating. One can imagine than larvae and juveniles drift eastward and, becoming adults, dive deeply enough not to be caught by the sampling gears and to follow the Deep Equatorial Current to come back to the spawning zone II.

6. — Spawning of *Gonostoma* sp. seems to occur in the eastern zone I: larvae and juveniles could then drift westward and, when adults, dive into deeper layers and then drift eastward in the Counter Current of Cromwell.

7. — Unfortunately, it is impossible to check these assessments as far as larvae are not identified and located. This paper does not deal with the possibility of various exchanges with other populations located to the north or to the south of the equator. It gives the distributions observed just as « Coriolis » was sampling.

1. INTRODUCTION

Lors de la croisière transpacifique « Alizé » le long de l'équateur, des Iles Galapagos au 160°E, le N. O. *Coriolis*, du Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa en Nouvelle-Calédonie, effectua de nuit 33 traits de chalut pélagique Isaacs-Kidd 5 pieds (IKMT 5) et 32 traits de filet conique ordinaire de 1 m de diamètre d'ouverture (fco 1 m). Cette croisière se déroula en deux parties ; la première du 20 novembre au 10 décembre 1964, la seconde du 18 février au 8 mars 1965 (figure 1).

Les prélèvements prirent place chaque soir entre 20 h 00 et 22 h 00 (heure locale). Le cul de l'IKMT 5 était constitué par un filet conique ordinaire de 50 cm de diamètre, de même maille 000 (1,024 mm d'ouverture) que le fco 1m. L'IKMT 5 échantillonnait entre 0 et 300-400 m, le fco 1 m entre 0 et 200 m environ.

Pour les poissons bathypélagiques, le triage des récoltes se fit dans la mesure du possible au niveau de l'espèce. Il nous a paru intéressant d'exposer les résultats concernant *Notolychnus valdiviae* (Brauer 1904) et *Gonostoma* sp. (1) dont les répartitions et les biologies pourraient être directement influencées par le système des courants équatoriaux.

(1) La biométrie des *Gonostoma* donne, pour tous les individus capturés, les caractères suivants : nombre de rayons de la nageoire dorsale 14, nombre de rayons de la nageoire anale 30-31, nombre de rayons de la nageoire pectorale 12, nombre de rayons de la nageoire ventrale 8, nombre de branchiospines 19, nombre de branchiostèges 12, nombre de dents à la mâchoire supérieure 11 à 14+2 à 3, dents vomériennes présentes. Il semble que ces *Gonostoma* appartiennent à l'espèce *Gonostoma rhodadenia* Gilbert 1905.

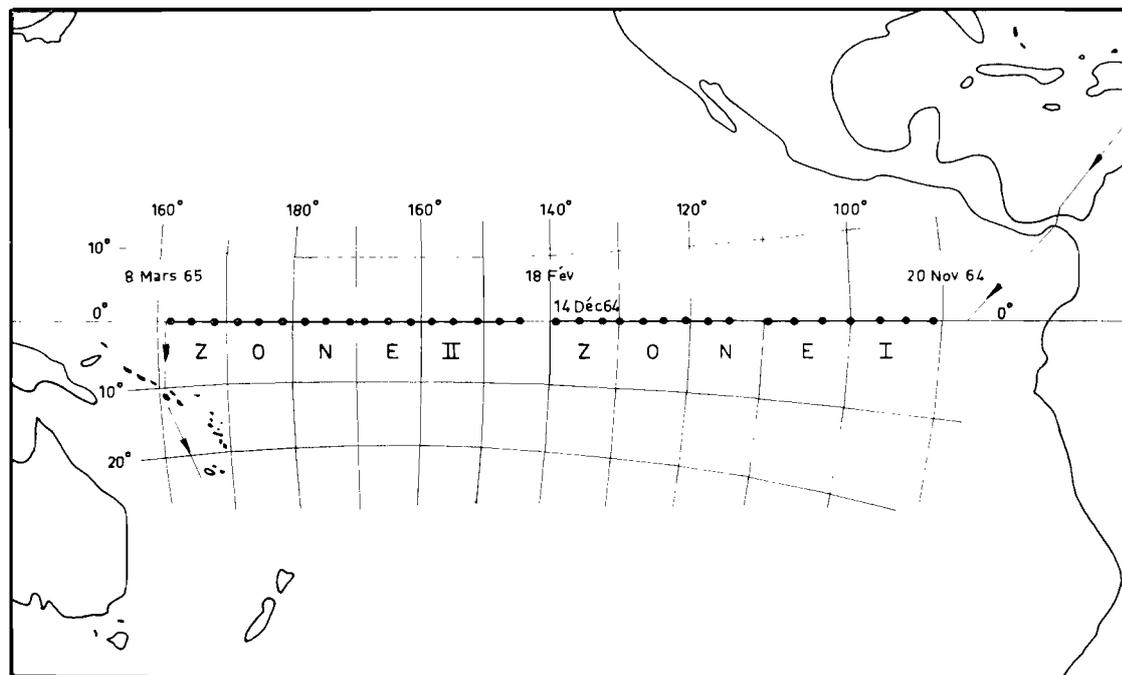


Fig. 1. — *N. O. Coriolis*. Croisière « Alizé ». Stations micronecton.

2. RÉPARTITIONS PAR TAILLES

Elles sont données par le tableau 1 pour *Notolychnus valdiviae*, par le tableau 2 pour *Gonosoma* sp. Pour chaque station, les captures du fco 1 m ont été additionnées à celles de l'IKMT 5. Aucune correction de parcours du filet par rapport à l'eau n'a été effectuée. La station 9 (8) ne comporta pas de trait d'IKMT 5. Les stations 2 (1) et 28 (23) ne comportèrent pas de trait de fco 1 m.

2.1. — Répartition par tailles, suivant les stations, de *NOTOLYCHNUS VALDIVIAE* (Tableau 1).

Cette répartition met nettement en évidence :

- Une brusque augmentation des tailles moyennes à partir du 140°W, entre les stations 18 (17) et 23 (18).
- Dans la zone I (du 92°W au 138°W) : absence totale des tailles 22 et + et presque totale des tailles 20-21 (un seul individu), pauvreté en tailles 18-19, grande abondance des petites tailles ;
- Dans la zone II (du 145°W au 162°E) : absence totale des tailles 10-11 et 12-13 et presque totale des tailles 14-15, pauvreté en tailles 16-17 et 18-19, présence abondante des grandes tailles ;
- Pauvreté, dans les deux zones, en tailles 18-19 ;

Absence totale ou presque de l'espèce dans le début de la zone I, avec apparition soudaine d'une grande abondance à la station 7 (6). La disparition totale de l'espèce se produit en fin de zone II, après la station 34 (29).

TABLEAU 1

Fréquence des différentes tailles de *Notolychnus valdiviae* suivant les stations.

Longitudes	Stations	TAILLES (mm)						
		10—	12—	14—	16—	18—	20—	22 et +
92°20 W	2 (1)							
95°28 W	3 (2)		4					
98°18 W	4 (3)							
101°14 W	5 (4)							
103°48 W	6 (5)							
106°45 W	7 (6)	2	21	41	18	4	1	
109°10 W	8 (7)	8	16	26		1		
112°25 W	9 (8)			2	3	1		
115°40 W	10 (9)	1		6	24	7		
118°27 W	11 (10)		2	1	5	1		
120°45 W	12 (11)		1		2			
123°35 W	13 (12)	2	1	6	5			
125°53 W	14 (13)	2	1	10	20			
128°26 W	15 (14)	1	1	5				
131°42 W	16 (15)		1		3	2		
134°46 W	17 (16)	2	4	15	9			
137°45 W	18 (17)	2	2	3	1			
145°06 W	23 (18)				4		4	5
148°07 W	24 (19)			4	3	1	6	
151°15 W	25 (20)						12	7
154°38 W	26 (21)					1	6	2
158°10 W	27 (22)					1	8	1
161°06 W	28 (23)					1	6	5
164°15 W	29 (24)						17	6
167°30 W	30 (25)					1	10	2
170°30 W	31 (26)						5	2
174°10 W	32 (27)					1		
177°30 W	33 (28)							
179°00 E	34 (29)						12	5
176°05 E	35 (30)							
172°30 E	36 (31)							
169°00 E	37 (32)							
166°00 E	38 (33)							
162°45 E	39 (34)							
	TOTAUX.....	20	54	119	97	22	87	35

2.2. — Répartition par tailles, suivant les stations, de *GONOSTOMA* sp. (Tableau 2).

Les *Gonostoma* sp. sont moins abondants dans les récoltes que les *Notolychnus valdiviae*. De taille moyenne relativement grande, ils échappent certainement mieux aux engins de récolte ; il est possible aussi qu'ils soient plus rares. On observe cependant :

- Une brusque diminution des tailles moyennes à partir du 140°W ;
- l'absence totale des grandes tailles dans la zone I ;

- l'absence totale des petites tailles dans la zone II :
- la pauvreté, dans les deux zones, en tailles moyennes (60 et 80 mm), pauvreté moins nette cependant que pour les *Notolychnus valdiviae*.

TABLEAU 2

Fréquences des différentes tailles* de *Gonosoma* sp. suivant les stations.

Stations	TAILLES (mm)						
	20—	30—	40—	60—	80—	110—	140 et +
Zone I	2 (1)						
	3 (2)						3
	4 (3)					2	3
	5 (4)						1
	6 (5)					1	
	7 (6)					1	1
	8 (7)					5	
	9 (8)					1	1
	10 (9)					1	
	11 (10)						
	12 (11)						1
	13 (12)						
	14 (13)						2
	15 (14)						
	16 (15)					2	1
	17 (16)						
	18 (17)			1			
	Zone II	23 (18)		2	1		
24 (19)			2	1			
25 (20)				2			
26 (21)			1				
27 (22)				1			
28 (23)		1					
29 (24)		1		2			
30 (25)		1					
31 (26)				2			
32 (27)					1	1	
33 (28)		1		2			
34 (29)			1	2	1		
35 (30)		1	1	1		1	
36 (31)		1	1				
37 (32)							
38 (33)							
39 (34)							
TOTAUX.....	6	4	17	4	5	14	10

* Afin d'obtenir des nombres suffisamment significatifs à l'intérieur des groupes de grandes tailles, les intervalles définis croissent avec la taille.

2.3. --- Comparaison des deux répartitions.

Il semble bien que les répartitions par tailles des deux espèces considérées, suivant les stations, soient schématiquement symétriques par rapport au 135°W. Cette situation est illustrée par la figure 2.

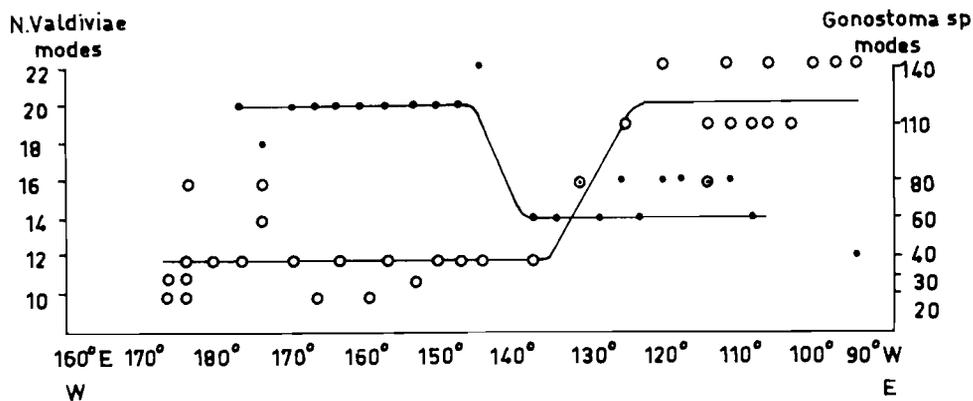


Fig. 2. --- Comparaison schématique des répartitions par groupes de tailles de *Notolechnus valdiviae* et de *Gonostoma sp.* le long de l'équateur.

• *Notolechnus valdiviae* ; ○ *Gonostoma sp.*

3. LE SYSTÈME DES COURANTS SOUS L'ÉQUATEUR

En s'enfonçant à partir de la surface, on rencontre successivement :

- Le Courant Équatorial Sud portant à l'Ouest,
- Le Contre-Courant de Cromwell portant à l'Est,
- Le Courant Équatorial Profond, plus lent que les deux précédents, portant à l'Ouest.

Ce système est illustré par la figure 3.

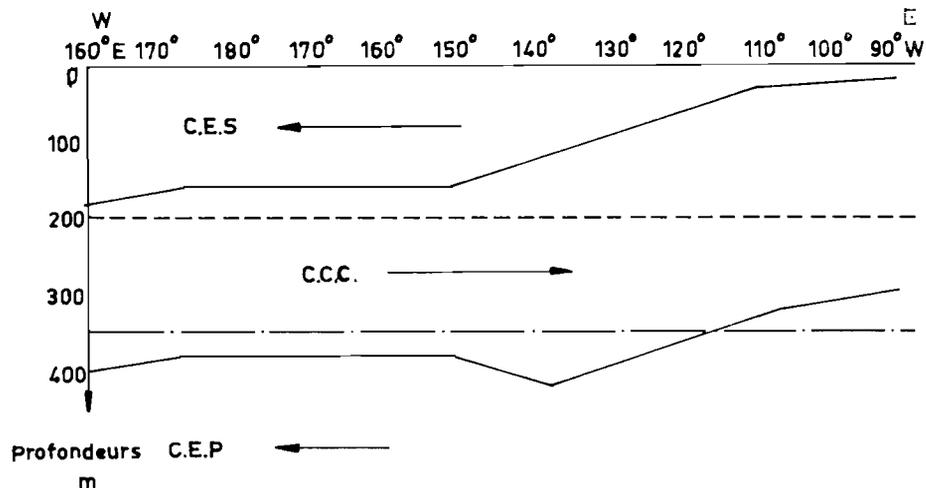


Fig. 3. --- Système des courants sous l'équateur: C.E.S. Courant Équatorial Sud; C.C.C. Contre-Courant de Cromwell; C.E.P. Courant Équatorial profond. --- Profondeur moyenne atteinte par le feo 1m
 --- Profondeur moyenne atteinte par le IKMT 5

Si on néglige tous les apports NS et SN, on peut imaginer qu'un organisme puisse emprunter passivement comme « véhicule » l'un ou l'autre de ces courants suivant son stade de développement, son état physiologique et l'amplitude de ses migrations verticales diurnes. Le Courant Équatorial Sud et le Contre-Courant de Cromwell atteignent parfois des vitesses considérables qui peuvent, semble-t-il, dépasser 1 nœud assez régulièrement. Imaginons que les stades larvaires ou les juvéniles passent davantage de temps lors de leur cycle diurne dans un des courants du système et, que les adultes, probablement plus profonds, subissent un déplacement passif en sens inverse : on en arrive à concevoir, après un temps de dérive assez court, une nouvelle situation dans laquelle les jeunes et les adultes seront séparés, dans l'espace, par plusieurs centaines de milles. C'est exactement l'image de ce qui a été rencontré ici, mais nous ne pourrions évidemment pas aller au-delà des hypothèses dans la discussion qui suit.

4. DISCUSSION

Dans les deux cas étudiés, le décalage aussi net des jeunes et des adultes pourrait en effet s'expliquer au moyen du système des courants.

Cette hypothèse de travail fait abstraction de tout échange avec d'autres populations plus au sud : l'éventualité de tels échanges ne saurait cependant être rejetée *a priori*.

4.1. — *NOTOLYCHNUS VALDIVIAE*.

Dans la zone I, les récoltes ne comprenaient que de petits individus. Dans la zone II, seuls étaient présents les plus gros.

Les rapports gonado-somatiques moyens (1) calculés pour les femelles de chacune des 2 zones et séparément pour les deux filets (tableaux 3 et 4), conduisent à supposer que la ponte était imminente dans toute la zone II. Le fait que, pour les mêmes tailles, le R.G.S. moyen des captures du fco 1 m soit supérieur à celui des captures de l'IKMT 5, peut être la traduction d'une remontée des individus matures, au moment de la ponte, dans des couches plus superficielles. (Rappelons que le fco 1 m a échantillonné de 0 à 200 m en moyenne alors que l'IKMT 5 a échantillonné de 0 à 300-400 m.)

Dans cette même zone II, le rapport des fréquences des deux sexes $\frac{F}{M}$ est maximum pour les grandes tailles. Cela peut correspondre soit à une augmentation du nombre des femelles au moment de la ponte, soit à une différence de taille entre femelles et mâles, les premières atteignant des tailles supérieures à celles des seconds.

Malgré toutes ces observations, il est difficile d'aboutir à une conclusion, étant donné que 70 jours séparent les stations 18 (17) et 23 (18) et que le bateau allait dans le même sens que l'augmentation des tailles. On peut néanmoins avancer la supposition suivante : la ponte prendrait place toute l'année dans la zone II, au sein du Contre-Courant de Cromwell (remontée des individus pondants), les œufs et larves seraient « évacués » par ce contre-courant, y atteignant le stade juvénile en dérivant vers l'est. Une fois adultes, les individus plongeraient très en profondeur, hors d'atteinte, même de nuit, des engins de capture, emprunteraient le Courant Équatorial Profond pour retrouver les eaux de ponte en zone II.

Le niveau préférentiel des *Notolychnus valdiviae* adultes serait donc plus profond que le niveau d'échantillonnage. Ce point semble confirmé par de récentes comparaisons de traits de nuit (0-300 m) et des traits de jour (0-1000 m) qui ont montré que l'espèce était presque deux fois plus abondamment capturée de jour en profondeur que de nuit en surface. On peut supposer à partir de là que le stock ne remonte pas intégralement vers la zone échantillonnée de nuit.

(1) R.G.S. = Rapport gonado-somatique = $\frac{\text{poids des gonades} \times 100}{\text{poids du corps}}$.

TABLEAU 3

IKMT 5. — Sexes et rapports gonado-somatiques pour les différentes tailles de *N. valdiviae*.
Valeurs moyennes pour la zone I et la zone II

TAILLES	ZONE I									ZONE II										
	Nb total	S.i.		F.			M.		F/M	Nb total	S.i.		F.			M.		F/M		
		Nb	%	Nb	%	R G S.	Nb	%			Nb	%	R G S.	Nb	%					
10—	4	4	100	0	0	—	0	0	—	0	—	—	—	—	—	—	—			
12—	8	8	100	0	0	—	0	0	—	0	—	—	—	—	—	—	—			
14—	22	18	80	2	10	i	2	10	(1)	0	—	—	—	—	—	—	—			
16—	23	5	22	13	56	i	5	22	2,6	1	1	100	0	0	—	0	0	—		
18—	0	—	—	—	—	—	—	—	—	2	0	0	1	(50)	1,6	1	(50)	(1)		
20—	0	—	—	—	—	—	—	—	—	41	7	16	14	34	4,5	20	50	0,6		
22+	0	—	—	—	—	—	—	—	—	15	0	0	13	87	4,4	2	13	6,5		
TOTAL	57										59									

TABLEAU 4

Fco 1 m. — Sexes et rapports gonado-somatiques pour les différentes tailles de *N. valdiviae*.
Valeurs moyennes pour la zone I et la zone II

TAILLES	ZONE I									ZONE II										
	Nb total	S.i.		F.			M.		F/M	Nb total	S.i.		F.			M.		F/M		
		Nb	%	Nb	%	R G S.	Nb	%			Nb	%	R G S.	Nb	%					
10—	16	16	100	0	0	—	0	0	—	0	—	—	—	—	—	—	—			
12—	46	46	100	0	0	—	0	0	—	0	—	—	—	—	—	—	—			
14—	93	93	100	0	0	—	0	0	—	4	4	100	0	0	—	0	0	—		
16—	67	17	25	24	36	i	26	39	0,9	6	0	0	2	33	i	4	66	(0,5)		
18—	16	0	0	11	68	i	5	32	2,1	4	0	0	1	25	i	3	75	(0,3)		
20—	1	0	0	0	0	—	1	100	—	45	2	4	13	30	8,2	30	66	0,4		
22+	0	—	—	—	—	—	—	—	—	20	0	0	13	65	8,7	7	35	1,8		
TOTAL	239										79									

Abréviations :

F = Femelle ;

M = Mâle ;

S.i. = Sexe indéterminable (pour de nombreux immatures et quelques individus endommagés).

R.G.S. = Rapport Gonado-somatique = $\frac{\text{poids des gonades} \times 100}{\text{poids du corps}}$

i = R.G.S. indéterminable (gonades trop petites pour être pesées).

F = Rapport du nombre des femelles au nombre des mâles = Sex ratio.

4.2. — *GONOSTOMA* sp.

L'accroissement de taille a lieu dans le sens opposé à celui des *Nololychnus valdiviae*.

L'examen des gonades dans la zone I indique que celles-ci sont vidées, la ponte venant d'avoir lieu. Le R.G.S. moyen est égal à 0,2 (les *Gonostoma* sp. sont semble-t-il hermaphrodites).

Dans la zone II, tous les individus sauf 1 (R.G.S. = 1,7) sont immaturés.

On peut émettre l'hypothèse de travail suivante : les gros individus vivraient préférentiellement dans le Contre-Courant de Cromwell, les plus gros, situés plus à l'est parce qu'ayant plus longtemps dérivé, y pondraient leurs œufs, donnant naissance à des larves se développant en surface, en suivant le Courant Équatorial Sud pour se retrouver sous forme de stades juvéniles à l'ouest. Ces juvéniles, en s'enfonçant, retourneraient, à l'aide du Contre-Courant de Cromwell aux lieux de ponte de la zone I. Les individus capturés lors de la croisière « *Alizé* » correspondraient aux stades effectuant ce trajet de retour : larves et juvéniles auraient échappé totalement à l'échantillonnage. Si l'on connaissait les vitesses moyennes des courants et la structure détaillée de la migration verticale diurne de l'espèce, on pourrait sans doute définir la durée du cycle.

5. CONCLUSIONS

Ces tentatives de descriptions schématiques des cycles biologiques des deux espèces considérées ne sont que des hypothèses de travail. Elles ne pourront être confirmées ou infirmées, dans la suite des travaux, que lorsque notre connaissance des larves de poissons bathypélagiques conduira à identifier et localiser, si elles existent dans les récoltes, celles qui appartiennent à *Nololychnus valdiviae* et *Gonostoma* sp.

L'interruption de 70 jours dans le déroulement de la croisière, notre ignorance des vitesses exactes du courant, l'abstraction faite des rapports possibles des régions nord et sud voisines, compliquent largement le problème.

Les répartitions en elles-mêmes demeurent cependant dignes d'intérêt et méritaient qu'on les étudie, l'influence des courants sur la distribution des stocks des espèces étudiées étant, quant à elle, une présomption assez voisine de la certitude.

BIBLIOGRAPHIE

- BRAUER (A.), 1906. — Die Tiefsee-Fische. I. *Systematischer Teil*. Wiss. Erg. Deut. Tiefsee-Exped. Valdivia, 1898-1899. Bd. XV.
- EBELING (A. W.), 1962. — Melamphaidae I. Systematics and zoogeography of the species in the bathypelagic fish Genus *Melamphaes* Günther-Dana Report n° 58.
- FRASER-BRUNNER (A.), 1949. — A classification of the fishes of the family *Myclophidae*. — Proc. Zool. Soc. London, 118 (Part 4), pp. 1019-1106.
- GRANDFERRIN (R.) et RIVATON (J.), 1966. — *Coriolis*: Croisière « *Alizé* ». Individualisation de plusieurs ichtyofaunes le long de l'équateur. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., vol. IV, n° 1, pp. 35-71.
- KING (E. J.) and IVERSEN (R. T. B.), 1962. — Midwater trawling for forage organisms in the Central Pacific — Fishery Bulletin, Vol. 62, n° 210, pp. 271-321.
- ROTSCHI (H.), HISARD (Ph.), LEMASSON (L.), MAGNIER (Y.), NOEL (J.) et PITON (B). — Résultats des observations physico-chimiques de la croisière « *Alizé* ». (Sous presse dans les Cahiers O.R.S.T.O.M., série Océanographie.)

CONTRIBUTION A LA CONNAISSANCE DES EUPHAUSIACÉS DU PACIFIQUE ÉQUATORIAL

par C. ROGER*

SUMMARY

The present paper deals with the distribution of the Euphausiid fauna encountered during the « ALIZE » cruise along the Equator.

18 species have been sampled, separable into three groups :

- A West fauna (11 species), numerically poor,*
- A Transpacific fauna (4 species), especially scarce in the Central Pacific,*
- An East fauna (3 species), quantitatively very abundant.*

This evolution of the specific composition of the Euphausiid fauna from East to West, corresponds to that of the physico-chemical properties of the environment and the bathymetric distribution of the Equatorial Currents.

RÉSUMÉ

Les Euphausiacés récoltés le long de l'Équateur au cours de la croisière transpacifique « ALIZÉ » sont représentés par 18 espèces, que l'on peut grouper en trois ensembles :

- Une faune Ouest (11 espèces), numériquement assez pauvre,*
- Une faune transpacifique (4 espèces), dont l'abondance est minimale dans le Pacifique Central,*
- Une faune Est (3 espèces), quantitativement très riche.*

Cette évolution géographique de la composition spécifique des populations échantillonnées est due sans aucun doute à la variation progressive d'Est en Ouest des propriétés physico-chimiques du milieu et de la distribution bathymétrique des courants équatoriaux.

INTRODUCTION

Au cours de la croisière « ALIZÉ » (fig. 1) du N. O. « CORIOLIS » du Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa, trente-trois stations ont été effectuées de fin novembre 1964 à début mars 1965, sensiblement sur l'Équateur, de 92°20 W à 162°45 E (cf. tableau 1).

L'étude des Euphausiacés récoltés a été conduite en fonction des objectifs suivants :

- Inventaire des espèces rencontrées, compte tenu des possibilités de la méthodologie employée,*
- Répartition quantitative de ces espèces le long de l'Équateur,*
- Rapport des distributions observées avec le milieu.*

* Centre ORSTOM de Nouméa.

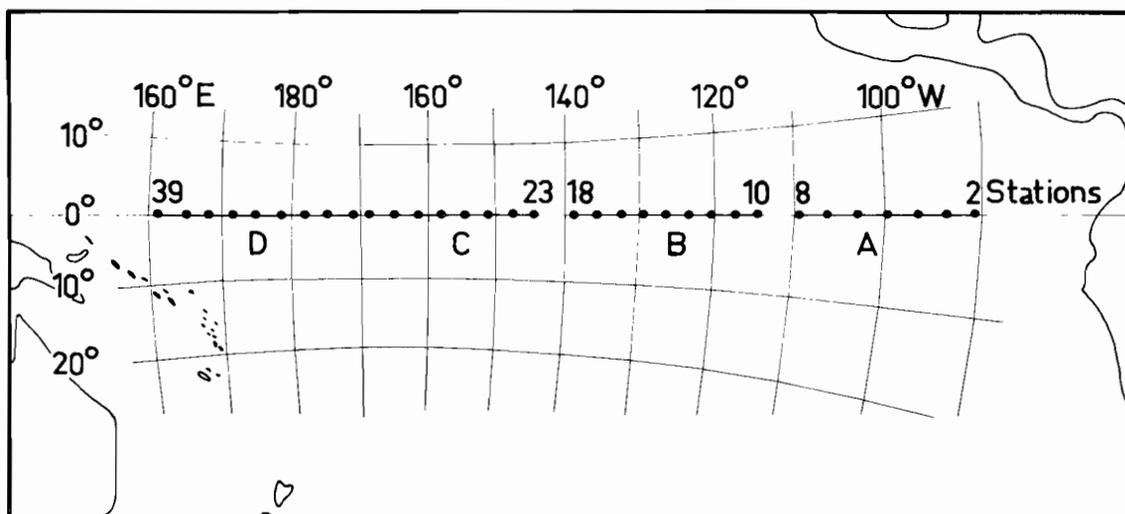


Fig. 1. — Itinéraire de la croisière « ALIZÉ »

TABLEAU I

DATE ET POSITION DES STATIONS

Station	Date	Position	
		Latitude	Longitude
2	23 nov. 1961	0° 50 S	092° 20 W
3	24 —	0° 49 S	095° 28 W
4	25 —	0° 53 S	098° 18 W
5	26 —	1° 00 S	101° 14 W
6	27 —	0° 16 S	103° 48 W
7	28 —	0° 05 S	106° 45 W
8	29 —	0° 40 S	109° 10 W
10	1 ^{er} déc. 1964	0° 20 S	115° 40 W
11	2 —	0° 03 N	118° 27 W
12	3 —	0° 00	120° 45 W
13	4 —	0° 40 S	123° 35 W
14	5 —	0° 40 S	125° 53 W
15	6 —	0° 33 S	128° 26 W
16	7 —	0° 19 S	131° 42 W
17	8 —	0° 33 S	134° 46 W
18	9 —	0° 17 S	137° 45 W
23	18 fév. 1965	0° 01 N	145° 06 W
24	19 —	0° 14 S	148° 07 W
25	20 —	0° 27 S	151° 15 W
26	21 —	0° 28 S	154° 38 W
27	22 —	0° 38 S	158° 10 W
28	23 —	0° 22 S	161° 06 W
29	24 —	0° 20 S	164° 15 W
30	25 —	0° 23 S	167° 30 W
31	26 —	0° 28 S	170° 30 W
32	27 —	0° 23 S	174° 10 W
33	28 —	0° 20 S	177° 30 W
34	1 ^{er} mars 1965	0° 23 S	179° 00 E
35	3 —	0° 27 S	176° 05 E
36	4 —	0° 12 S	172° 30 E
37	5 —	0° 18 S	169° 00 E
38	6 —	0° 30 S	166° 00 E
39	7 —	0° 38 S	162° 45 E

I. METHODES

I. 1. Exposé :

Les stations n° 2 à 8 ont été effectuées à l'aide d'un Midwater Trawl Isaacs-Kidd de 10 pieds, dont la partie terminale était constituée par un filet à plancton ordinaire à mailles 000 (ouverture de maille : 1,024 mm).

La rupture du câble de traction ayant occasionné la perte de ce chalut au cours de la station n° 9, les stations n° 10 à 39 ont été réalisées avec un Midwater Trawl Isaacs-Kidd de 5 pieds, dont la partie terminale était identique à celle du modèle de 10 pieds.

Une intercalibration des deux tailles de chalut permet de penser que, en ce qui concerne les Euphausiacés, les résultats fournis par le modèle 10 pieds doivent être affectés d'un coefficient de 0,25 pour être sensiblement comparables à ceux du modèle 5 pieds. Cette correction a été appliquée ici.

Toutes les stations ont été effectuées de nuit (heure locale moyenne : 20 h 45). Ces traits, d'une durée moyenne de 55 minutes, étaient obliques, la descente et la remontée se faisant théoriquement d'une manière symétrique. En l'absence de profondimètre, une profondeur d'environ 300 m a été supposée atteinte en filant 1 000 m de câble, cette relation longueur filée-profondeur de pêche ayant été déterminée empiriquement.

Un débibimètre T.S.K. était placé dans le chalut, au niveau de l'embouchure de la partie terminale : ses indications ont servi de base à l'établissement des coefficients qui ont été appliqués à chaque station de manière à ramener chacune d'elles à un parcours linéaire de 5 000 m.

I. 2. Critiques :

En dehors des incertitudes communes aux différentes méthodes de prélèvement du zooplancton par traits obliques (volume d'eau filtrée, profondeur atteinte, vitesse réelle du filet par rapport à l'eau), la réserve la plus importante concerne la taille des mailles de la partie terminale du chalut : leur ouverture relativement importante (1,024 mm) conduit à sous-estimer l'importance numérique des espèces de petite taille. On verra plus loin (cf. ch. III.1.) que des espèces considérées comme abondantes dans la région prospectée (Brinton 1962), mais de petite taille, sont très rares, ou même totalement absentes, dans les récoltes d'ALIZÉ.

Il ne faut pas non plus perdre de vue que des traits limités à une profondeur de 300 m, ne peuvent donner que des distributions apparentes, différentes des distributions réelles dès qu'une partie des individus se trouve à une profondeur plus grande à l'heure de la récolte.

II. HYDROLOGIE DE LA RÉGION (cf. ROTSCHI et coll. 1966)

On peut arbitrairement (cf. GRANDPERRIN et RIVATON 1966) définir quatre régions océanographiques, soit d'est en ouest les zones A (stations 2 à 8), B (stations 10 à 18), C (stations 23 à 30) et D (stations 31 à 39). L'évolution des propriétés physico-chimiques se fait d'une manière progressive en fonction de la longitude (fig. 2. 3. 4. 5. 6), et se traduit par un enfoncement des isolignes vers l'ouest : les caractéristiques de surface de la région A se retrouvent à une profondeur de l'ordre de 250 m dans la région D.

Il faut remarquer cependant que, si certaines propriétés (oxygène, pH) sont différentes à l'Est et à l'Ouest sur toute l'épaisseur de la couche étudiée (0-700 m environ), d'autres (température, salinité) ne se distinguent que dans la couche superficielle de 0 à 300 m, alors qu'elles présentent, au delà de cette profondeur, sensiblement les mêmes valeurs des Galapagos au 160°E.

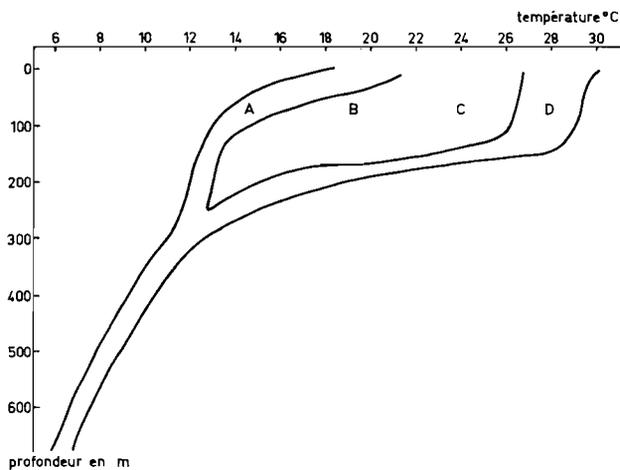


Fig. 2. — Température.

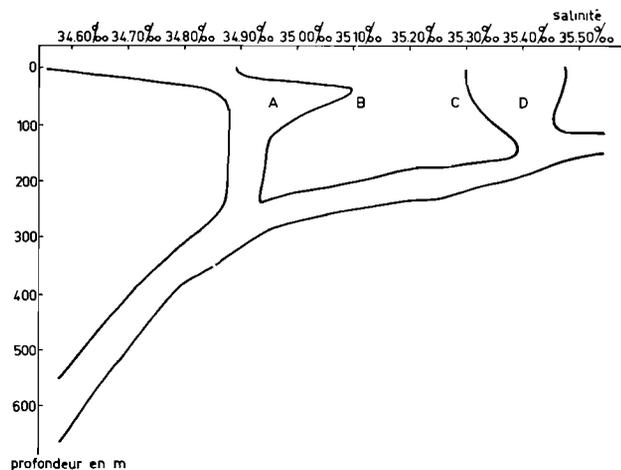


Fig. 3. — Salinité.

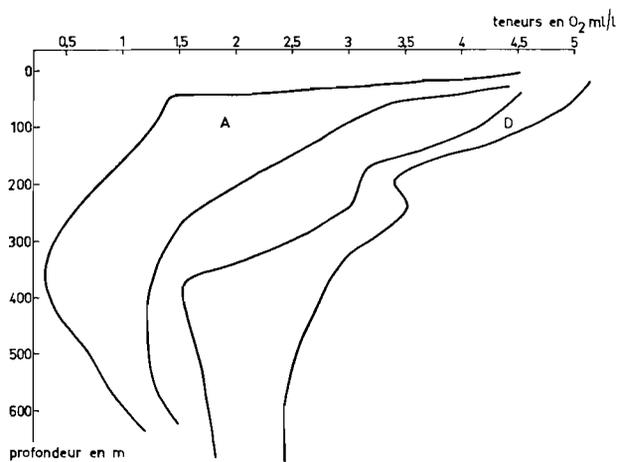


Fig. 4. — Teneurs en oxygène.

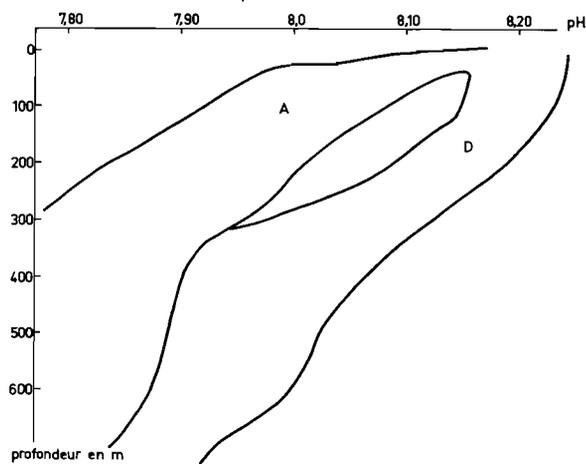


Fig. 5. — Valeurs du pH.

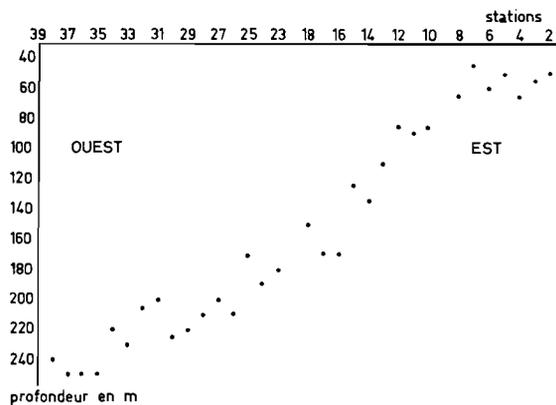


Fig. 6. — Profondeur de l'isotherme 15°.

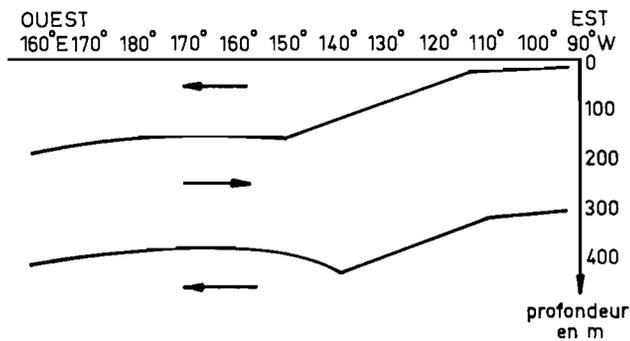


Fig. 7. — Les Courants Équatoriaux (d'après Grandperrin et Legand 1966).

TABLEAU 2 : RÉSULTATS GÉNÉRAUX (tous les nombres sont ramenés à un parcours de 5 000 m).

Espèces	Stations	Stations																											Nombre total par espèce	% du total	Nombre moyen par station							
		39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	18	17	16	15	14	13	12	11	10	8				7	6	5	4	3	2	
Thysanopoda	tricuspidata...	5	4	7	4	8	11	39	14	13	3	6	31	9	5	54	1	2	13	17	17	1	0	9	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	277	1,0 %	8,4
	monacantha...	2	3	3	3	4	2	2	6	4	1	2	7	2	3	1	3	4	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	58	0,2 %	1,7	
	aqualis.....	5	16	4	3	11	4	10	7	1	2	4	5	1	1	2	2	1	4	6	0	2	1	1	3	1	1	0	2	0	0	0	0	0	100	0,4 %	3,0	
	pectinata.....	1	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	2	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0,05 %	0,5	
	crinata.....	1	0	1	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0,02 %	0,2	
Nematobranchion	orientalis.....	2	0	1	2	2	2	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	1	1	0	10	4	12	16	0	0	60	0,2 %	1,8		
	flexipes.....	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12	6	12	13	21	12	60	35	24	224	88	44	128	12	12	707	2,6 %	21,4		
Nematoscelis	boopis.....	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0,02 %	0,2		
	microps.....	2	4	7	7	9	5	2	12	12	7	8	15	16	5	2	6	3	5	4	3	0	1	0	0	1	1	1	2	0	0	0	0	0	140	0,5 %	1,2	
	gracilis.....	10	15	25	37	22	25	13	50	18	18	14	22	28	9	23	11	8	6	0	1	0	3	5	0	1	9	9	71	84	12	88	8	12	660	2,4 %	20,0	
Stylocheiron	lenella.....	7	10	3	15	5	6	4	21	15	6	4	7	7	0	5	2	0	0	0	4	2	9	6	5	12	8	38	76	22	56	26	0	381	1,4 %	11,5		
	elongatum....	4	1	4	5	4	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0,1 %	0,7	
	maximum....	2	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	1	0	16	10	0	0	0	0	38	0,1 %	1,1	
Euphausia	abbreviatum..	1	1	0	0	2	0	3	5	3	3	2	2	4	1	1	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	40	0,1 %	1,2		
	diomedae....	50	474	87	256	65	90	83	75	141	41	141	234	1800	30	58	120	395	133	11	9	37	37	9	0	1	33	24	48	32	32	2	0	4548	16,4 %	137,8		
	paragibba....	3	4	16	17	8	17	31	15	9	14	13	31	19	5	10	3	1	4	1	0	1	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	228	0,8 %	6,9	
	eximia.....	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	17	277	40	183	558	1330	933	585	896	1233	2136	2856	780	6224	416	752	19219	69,4 %	582,4	
TOTAL par Station.....	97	535	160	350	142	164	190	210	217	95	197	357	1888	59	156	151	415	190	335	82	248	634	1395	1000	680	968	1345	2606	3128	950	6824	522	1092	27682	4,3 %	838,9		

Cette évolution régulière du milieu physique se retrouve d'ailleurs pour les productions primaire et secondaire, très nettement caractérisées par le passage d'une région Est très riche à une région Ouest pauvre.

Les courants rencontrés sont les suivants (fig. 7) :

- En surface, le Courant Équatorial sud, portant à l'Ouest
- Entre 30 et 300 m à l'Est et 150 et 400 m à l'Ouest, le Contre Courant de Cromwell, portant à l'Est.
- Le Courant Équatorial Profond, portant à l'Ouest.

III. DISTRIBUTION DES ESPÈCES

III.1. Résultats généraux :

La distribution des Euphausiacés dans le Pacifique est relativement bien connue. Toutefois, l'ouvrage de Brinton (1962), le plus exhaustif qui ait été publié sur ce sujet, réalisé sur la base d'un matériel très vaste, ne tient compte que d'une douzaine de prélèvements sur l'Équateur. Les 33 stations de la croisière « ALIZÉ » représentent donc un apport non négligeable à la connaissance des Euphausiacés de cette région.

Le tableau 2 présente les résultats d'ensemble de la croisière. Il appelle plusieurs remarques :

- Les nombres totaux d'Euphausiacés font apparaître clairement la très grande richesse de la région A et l'évolution progressive vers un milieu pauvre en allant vers l'Ouest.
- 18 espèces seulement ont été rencontrées. Si l'on compare ces résultats à ceux de Brinton (1962), on constate l'absence de la quasi totalité des espèces de très petite taille. Ce sont essentiellement : *Slylocheiron carinatum*, *S. microphthalmus*, *S. affine*, *S. longicorne*, *Euphausia tenera* et *E. distinguenda*. Il est certain que le Midwater Trawl Isaacs-Kidd est totalement impropre à la capture de ces petites formes, dont la taille ne dépasse que rarement 10 mm.
- Deux espèces à elles seules représentent 86 % du total : *Euphausia eximia*, qui domine à l'Est, et *Euphausia diomedae*, espèce principale de la région Ouest.

Deux des espèces les plus abondantes de la moitié Est de la croisière, *Euphausia eximia* et *E. gibboides*, ont été rencontrées très à l'Ouest de l'aire de présence qui leur était attribuée jusqu'ici (cf. ROGER 1966 a).

III.2. Mise en évidence de régions faunistiques :

On constate une très nette différence dans la composition spécifique de la faune échantillonnée entre l'Est et l'Ouest.

Si on représente conventionnellement l'abondance de chaque espèce dans les quatre régions définies au ch. II (fig. 8), on peut établir trois groupes d'espèces :

A. Faune ouest.

1. Totalement absentes à l'Est : *Thysanopoda cristata*, *Slylocheiron elongatum*, *Nematobrachion boopis*, *Thysanopoda pectinata*, *Euphausia paragibba*.

2. Quelques spécimens présents à l'Est : *Thysanopoda monacantha*, *Nematoscelis microps*, *Thysanopoda aequalis*, *Thysanopoda tricuspidata*, *Euphausia diomedae*, *Slylocheiron abbreviatum*.

B. Faune transpacifique, présente de l'Est à l'Ouest, avec tendance à une distribution bimodale, les nombres les plus faibles se rencontrant dans les régions B et C : *Nematoscelis gracilis*, *Nematoscelis lenella*, *Thysanopoda orientalis*, *Slylocheiron maximum*.

C. Faune Est : *Euphausia eximia*, *Euphausia gibboides*, *Nematobrachion flexipes*.

Espèces		Région			
		D	C	B	A
FAUNE OUEST	<i>Th. cristata</i>	présence			
	<i>S. elongatum</i>	présence			
	<i>N. boopis</i>	présence	présence		
	<i>Th. pectinata</i>	présence	présence	présence	
	<i>E. paragibba</i>	abondance relative	abondance relative	présence	
	<i>Th. monacantha</i>	abondance relative	abondance relative	présence	présence
	<i>Ns. microps</i>	abondance relative	abondance relative	présence	présence
	<i>Th. aequalis</i>	abondance relative	abondance relative	abondance relative	présence
	<i>Th. tricuspidata</i>	abondance relative	abondance relative	abondance relative	présence
	<i>E. diomedae</i>	abondance relative	abondance relative	présence	présence
	<i>S. abbreviatum</i>	abondance relative	abondance relative	présence	abondance relative
FAUNE TRANSPACIFIQUE	<i>Ns. gracilis</i>	abondance relative	abondance relative	présence	abondance relative
	<i>Ns. tenella</i>	abondance relative	présence	présence	abondance relative
	<i>Th. orientalis</i>	abondance relative	présence	présence	abondance relative
	<i>S. maximum</i>	abondance relative	présence	abondance relative	abondance relative
FAUNE EST	<i>E. eximia</i>		présence	abondance relative	abondance relative
	<i>E. gibboides</i>		présence	abondance relative	abondance relative
	<i>N. flexipes</i>			abondance relative	abondance relative

Fig. 8. Évolution géographique de la composition spécifique des faunes échantillonnées.

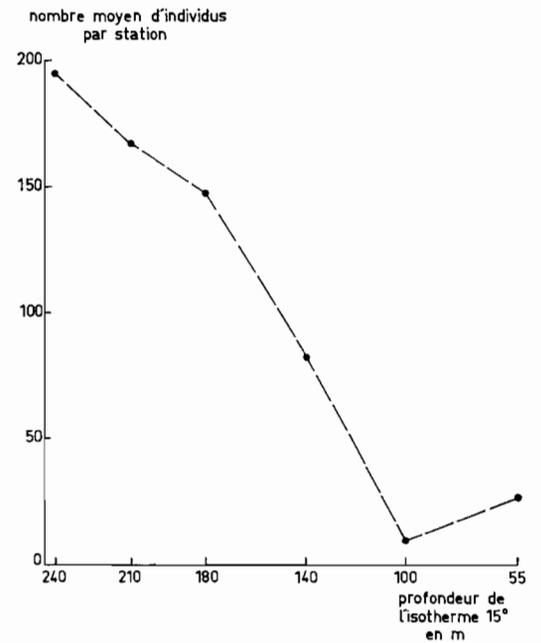
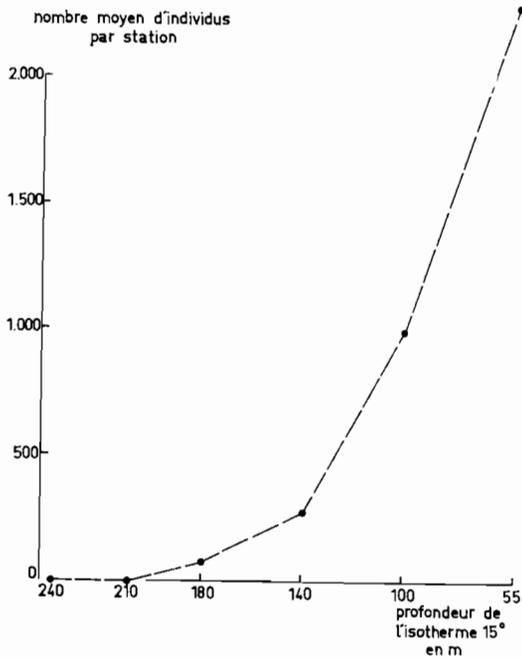


Fig. 9. - Distribution quantitative de la Faune Ouest en fonction de la profondeur de l'isotherme 15° (non compris la station 27).

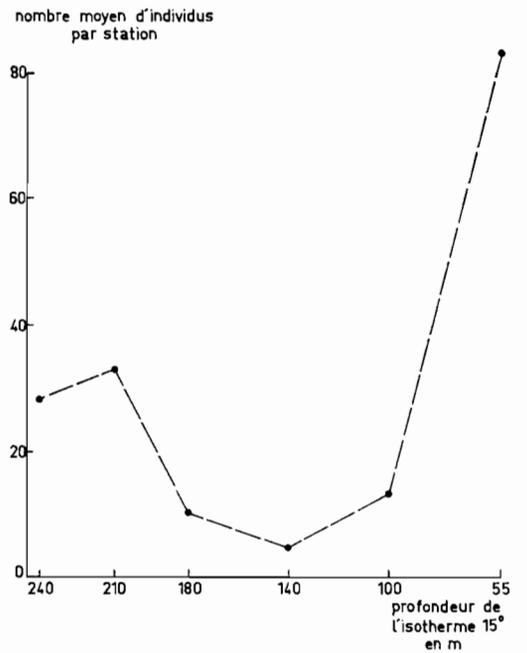


Fig. 10. — Distribution quantitative de la faune transpacifique en fonction de la profondeur de l'isotherme 15°.

Fig. 11. --- Distribution quantitative de la faune Est en fonction de la profondeur de l'isotherme 15°.

Cette variation progressive de la faune d'Est en Ouest est sans aucun doute liée à celle des conditions physico-chimiques, que l'on peut représenter assez fidèlement par la profondeur de l'isotherme 15° (fig. 6), qui correspond approximativement à la limite inférieure de la thermocline.

En groupant les stations en fonction de cette profondeur (tableau 3), et en calculant pour chacun de ces groupes le nombre moyen par station de représentants des trois ensembles d'espèces définis ci-dessus, on obtient un graphique représentatif de la distribution des différentes populations en fonction du milieu (fig. 9, 10, 11).

TABLEAU 3 : PROFONDEUR DE L'ISOTHERME 15°.

Profondeur de l'isotherme 15°		Stations
Limites	Moyenne	
230-250 m	240 m	30, 33, 35, 36, 37, 38, 39.
200-220 m	210 m	26, 27, 28, 29, 31, 32, 34.
170-190 m	180 m	16, 17, 23, 24, 25.
130-150 m	140 m	14, 15, 18.
90-110 m	100 m	10, 11, 12, 13.
45-65 m	55 m	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8.

La transition de la faune Est à la faune Ouest s'établit aux environs de 140°W, longitude qui correspond à un changement de la répartition bathymétrique des courants (fig. 7), et qui semble représenter également une frontière pour certains autres organismes pélagiques (Grandperrin et Rivoton 1966).

Si l'on admet que les Euphausiacés font dans leur ensemble partie de la D S L, les échogrammes obtenus pendant la croisière « ALIZÉ » situent leur zone de migration journalière entre 50 et 500 m de profondeur environ.

On constate dans ce cas que :

— La faune Ouest se répartit à la fois dans le courant superficiel portant à l'Ouest et dans le Contre Courant de Cromwell portant à l'Est.

— La faune Est par contre se trouve presque en permanence dans le Contre Courant de Cromwell, ce qui expliquerait son accumulation à l'Est, avec impossibilité de s'étendre vers l'Ouest, d'où une limite de distribution longitudinale beaucoup plus stricte que celle de la faune Ouest.

— La faune transpacifique est en quelque sorte « à cheval » sur les deux systèmes, ceux-ci, dans un plan à la fois longitudinal et bathymétrique, se comportant comme une divergence, d'où tendance à un « vidage » de la partie centrale entraînant la distribution bimodale constatée précédemment.

III. 3. Espèces antiéquatoriales :

Un certain nombre d'espèces sont présentes dans le Pacifique Tropical Sud et Nord, mais absentes sur l'Équateur (BRINTON 1962). Dans la mesure où la connaissance de telles distributions est basée sur des récoltes négatives pour l'espèce considérée dans la région équatoriale, il n'est pas sans intérêt de noter que, pendant ALIZÉ, n'ont pas été capturés : *Thysanopoda obtusifrons*, *Thysanopoda subaequalis*, *Euphausia nutica*, *Euphausia brevis*, *Nematoscelis atlantica*, *Nemalobranchion serripinosus* et *Stylocheiron submii*.

Si les *Euphausia sp.* et *Stylocheiron sp.* peuvent avoir échappé au Midwater Trawl en raison de leur petite taille, l'absence des *Thysanopoda sp.*, *Nematoscelis sp.* et *Nemalobranchion sp.* a par contre de fortes chances d'être significative.

IV. CONCLUSIONS

L'analyse quantitative des Euphausiacés récoltés le long de l'équateur au cours de la croisière transpacifique « ALIZÉ » permet de mettre en évidence l'existence de deux faunes très différentes entre l'Est et l'Ouest, le passage de l'une à l'autre étant sans aucun doute commandé par l'évolution d'Est en Ouest des conditions physico-chimiques du milieu et de la distribution bathymétrique des courants.

En plus de quelques espèces qui se rencontrent d'un bout à l'autre du Pacifique, on observe en effet :

— Une faune Est, numériquement très riche, bien que composée de peu d'espèces (3), qui, sauf pour de très rares individus, ne s'étendent pas au-delà de 140°W environ.

Une faune Ouest, quantitativement plus pauvre, composée d'espèces nombreuses (11), dont beaucoup sont représentées par quelques individus dans le Pacifique Est.

Cette différence très nette entre les compositions spécifiques des populations Est et Ouest n'apparaissait pas clairement dans les études préalablement réalisées sur les Euphausiacés du Pacifique Équatorial. Le présent travail permet en outre :

d'étendre significativement l'aire de répartition prêtée à *E. eximia* et *E. gibboides*,

d'apporter des présomptions supplémentaires quant à l'antiéquatorialité d'un certain nombre d'espèces.

BIBLIOGRAPHIE

- BODEN (B. P.), (M. W.) JOHNSON and (E.) BRINTON, 1955. — The Euphausiacea of the North Pacific. *Bull. Scripps Instn. Oceanogr.* 6 (8), p. 287-400. 55⁴ fig.
- BRINTON (E.), 1962. — The distribution of Pacific Euphausiids. *Bull. Scripps Instn. Oceanogr.* 8 (2), p. 51-270. 126 fig.
- GRANDPERRIN (R.) et (M.) LEGAND, 1966. — Influence possible du système des courants équatoriaux du Pacifique sur la répartition et la biologie de deux poissons bathypélagiques. (Sous presse dans les *Cahiers O.R.S.T.O.M. série Océanographie*).

- GRANDPERRIN (R.) et (J.) RIVATON, 1966. -- « CORIOLIS » : croisière « ALIZÉ ». Individualisation de plusieurs ichthyofaunes le long de l'équateur. (Sous presse dans les *Cahiers O.R.S.T.O.M. série Océanographie*).
- PONOMAREVA (L. A.), 1963. The Euphausiids of the North Pacific, their distribution and mass species. *Akad. Nauk C.C.C.P. Moscou*. 142 pp. 40 fig. (en russe).
- ROGER (C.), 1966 a. — Note on the distribution of *Euphausia eximia* and *E. gibboides* in the Equatorial Pacific. (Sous presse dans *Pacific Science*).
- ROGER (C.), 1966 b. - Étude sur quelques espèces d'Euphausiacés de l'Est de l'Océan Indien (110°E). (Sous presse dans les *Cahiers O.R.S.T.O.M. série Océanographie*).
- ROTSCHI (H. et coll.), 1966. - Résultats des observations physico-chimiques de la croisière « ALIZÉ ». (Sous presse dans les *Cahiers O.R.S.T.O.M. série Océanographie*).
- SOULIER (B.), 1965. - Euphausiacés des bancs de Terre Neuve, de Nouvelle-Écosse, et du Golfe du Maine. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.* XXIX (2), p. 173-190.

IMPORTANCE PRÉSUMÉE DE L'ULTRAPLANCTON DANS LES EAUX TROPICALES OLIGOTROPES DU PACIFIQUE CENTRAL SUD

par B. WAUTHY*, R. DESROSIÈRES*, et J. LE BOURHIS*

RÉSUMÉ

1. Deux croisières ont été effectuées par le N.O. « Coriolis », du Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa, Nouvelle-Calédonie.

Croisière « Atoll » : 21-12-64 26-1-65 (20 stations)

Croisière « Brisants » : 21-8-65 25-9-65 (24 stations)

toutes deux dans la région 15°-25°S, 130°-145°W.

2. Le tableau I donne les valeurs moyennes des données sur le phytoplancton de toutes les stations de « Brisants » ; la chlorophylle a était mesurée par la méthode de Richards-Thompson, les équations étant révisées par Parsons-Strickland, et les nombres de cellules par la méthode d'Utermöhl. À partir des données du tableau III, qui relate le contenu de la chlorophylle a de différentes espèces de plancton, trois facteurs de conversion ont été choisis, soit :

Bacillariophyceae..... $2,0 \times 10^{-8}$ mg Chl a/Cellule

Dinophyceae..... $3,0 \times 10^{-9}$ mg Chl a/Cellule

Chrysophyceae..... $4,0 \times 10^{-9}$ mg Chl a/Cellule

Avec ces facteurs, le nombre de cellules (Utermöhl) a été utilisé pour calculer la « chlorophylle a estimée », puis le « rapport chlorophylle a estimée » à « chlorophylle a mesurée » en pourcentage.

Les figures 1 et 2 illustrent ces résultats : les calculs au microscope inversé (utilisé par nous) représentent seulement une petite fraction (3 à 15 %) de chlorophylle a mesurée.

3. Le tableau II et la figure 3 donnent les valeurs moyennes des données de phytoplancton de toutes les stations « Atoll » : chlorophylle a par la même méthode spectrophotométrique modifiée et les

* Océanographes biologistes. Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa (Nouvelle-Calédonie).

nombres de « chloroplastes » par la méthode de fluorescence de Wood (1962). Étant entendu que chaque « point fluorescent » est un chloroplaste provenant d'une seule petite cellule, son contenu de chlorophylle est $0,93 - 2,87 \times 10^{-10}$ mg, ce qui, selon le tableau III, est raisonnable pour un ultraplancete.

4. La figure 4 montre que, d'après la supposition ci-dessus, le contenu de chlorophylle a en ultraplancete pourrait être $1,3 \times 10^{-10}$ mg de 0 à 100 m, contre $2,3 \times 10^{-10}$ mg de 150 à 250 m : on a tenté de relier cette différence en une déficience possible de nitrogène dans le nitrate déplacé de la couche superficielle, suivie d'une restauration de l'état physiologique des cellules dans la couche profonde plus riche.

5. Les données hydrologiques et chimiques n'ont pas montré de grandes différences entre les deux croisières. Néanmoins, étant entendu que les résultats de chaque croisière sont valables entre eux, on peut conclure que, dans la surface étudiée, l'ultraplancete tient une place importante dans la production primaire, soit 85 à 95 % de la biomasse de chlorophylle a du phytoplancete.

ABSTRACT

1. One deals here with two cruises by N. O. « Coriolis » of the Centre O.R.S.T.O.M. Noumea, New Caledonia :

« Atoll » cruise : 21-12-64 26-1-65 (20 stations)

« Brisants » cruise : 21-8-65 25-9-65 (24 stations)

both in the area 15° - 25° S, 130° - 145° W.

2. In table I are the average values of the phytoplankton data of all the stations of « Brisants » ; chlorophyll a was measured by the Richards-Thompson method, with the revised equations by Parsons-Strickland, and the numbers of cells by the Utermöhl method. From the data in table III which contains the chlorophyll a content of different species of phytoplankton, three conversion factors have been chosen, namely :

Bacillariophyceae..... $2,0 \times 10^{-8}$ mg Chl a/Cell

Dinophyceae..... $3,0 \times 10^{-9}$ mg Chl a/Cell

Chrysophyceae..... $4,0 \times 10^{-9}$ mg Chl a/Cell

With these factors, the cell number (Utermöhl) was used to calculate the « expected Chl a » and then the ratio « expected Chl a » to « measured Chl a » in percent.

Figures 1 and 2 illustrate these results : counts by the inverted microscope (as performed by us) represent only a small fraction (3 to 15 %) of the measured chlorophyll a.

3. In table II and figure 3 are the average values of phytoplankton data of all the stations of « Atoll » : chlorophyll a by the same modified spectrophotometric method and « chloroplasts » numbers by the fluorescence method of Wood (1962). Assuming that each « fluorescent point » is a chloroplast from one single small cell, its chlorophyll content is $0,93 - 2,87 \times 10^{-10}$ mg, which, according to table III is reasonable for an ultraplankter.

4. Figure 4 shows that, with the above assumption, the chlorophyll a content of ultraplankton would have been $1,3 \times 10^{-10}$ mg from 0 to 100 m, against $2,3 \times 10^{-10}$ from 150 to 250 m : this difference is tentatively related to a possible nitrogen deficiency in the nitrate depleted upper layer, followed by a restoration of the physiological state of the cells in the richer underlying layer.

5. Hydrological and chemical data have shown no great difference between the two cruises. Therefore, assuming that the results from each cruise hold for the other, it is concluded that, in the area studied, ultraplankton plays an important part in primary production, being 85 to 95 % of the chlorophyll a biomass of phytoplankton.

INTRODUCTION

Une étude quantitative de la distribution en eaux oligotrophes tropicales du phytoplancton a été effectuée au cours de deux croisières du *N. O. Coriolis*, navire de recherche du Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa. Ces deux croisières ont couvert une zone du Pacifique tropical sud limitée par les méridiens 130°-145°W et les parallèles 15°-25°S. La première croisière, « *Atoll* », s'est déroulée du 21-12-64 au 26-1-65 et comportait 20 stations ; la seconde, appelée « *Brisants* », de 24 stations, s'est déroulée du 21-8-65 au 25-9-65.

Différentes méthodes d'étude ont été utilisées :

— Une méthode spectrophotocolorimétrique de détermination des pigments ; c'est la méthode de RICHARDS et THOMPSON (1952) adaptée à l'extrême oligotrophie des eaux tropicales par l'augmentation du volume d'eau de mer filtré (15 à 20 litres) et l'emploi de cuves de 10 cm de trajet optique ; les formules révisées de PARSONS et STRICKLAND (1963) ont été employées.

— Deux méthodes microscopiques de numération :

La première tire parti de la fluorescence de la chlorophylle *a* sous l'action des radiations bleu-violet (WOOD, 1962) et permet de compter, dans un échantillon frais, concentré par filtration sur Millipore HA, le nombre de « chloroplastes » présents.

La seconde repose sur l'utilisation du microscope inversé d'UTERMÖHL, qui permet d'observer et de compter dans un échantillon fixé les organismes concentrés par sédimentation.

Ces trois méthodes, si différentes par leurs avantages et leurs inconvénients, ont en commun le but de réussir à donner une mesure relative de la biomasse. Il nous a paru intéressant de voir ce qu'il en est ; en l'absence de mesure directe de cette biomasse (poids ou carbone organique par exemple) nous avons simplement cherché à savoir dans quelle mesure les méthodes de numération employées peuvent rendre compte de la chlorophylle *a* trouvée ou, inversement, si nous avons assez de chlorophylle *a* pour justifier le nombre d'organismes rencontrés dans cette région.

Du point de vue hydrologique, la région étudiée peut être décrite comme une zone d'extension de l'eau superficielle du Pacifique Central sud, chaude et salée, à travers la convergence subtropicale. Du point de vue nutritif, elle est caractérisée par l'absence quasi totale de nitrates dans la couche 0-100 m, avec apparition d'un fort gradient de ces sels à partir de 150 m (0,02 μ atg/l de 0 à 100 m, 0,18 μ atg/l à 150 m, 1,10 μ atg/l à 200 m, 2,58 μ atg/l à 250 m en moyenne pour « *Atoll* »).

RÉSULTATS

Compte tenu de l'imprécision des méthodes, surtout appliquées en milieu tropical oligotrophe, nous ne considérerons ici que les moyennes des résultats obtenus à toutes les stations de chaque croisière.

Les résultats de « *Brisants* » sont donnés dans le tableau I et les figures 1 et 2 (méthodes de RICHARDS-THOMPSON et d'UTERMÖHL). Pour transformer les nombres d'organismes en quantités de chlorophylle *a*, nous nous sommes référés au tableau III qui donne le contenu en chlorophylle *a* de quelques phytoplanctes et nous en avons tiré les facteurs de conversion suivants :

Diatomées.....	$2,0 \times 10^{-8}$ mg chl <i>a</i> /cellule
Péridiniens.....	$3,0 \times 10^{-9}$ mg chl <i>a</i> /cellule
Coccolithophoridés.....	$4,0 \times 10^{-9}$ mg chl <i>a</i> /cellule

La chlorophylle *a* correspondant au total des organismes est donnée dans la colonne « chlorophylle *a* estimée » du tableau I. Nous voyons qu'elle ne présente qu'un pourcentage faible de la

« chlorophylle *a* mesurée » ; les pourcentages à chaque profondeur sont donnés dans la dernière colonne.

Les valeurs du tableau I sont les moyennes obtenues avec 22 à 24 mesures pour toutes les profondeurs, sauf pour 25 m où 15 mesures seulement étaient disponibles.

Les résultats d'« *Atoll* » sont donnés dans le tableau II et la figure 3 (méthodes de RICHARDS-THOMPSON et de WOOD). La dernière colonne donne une estimation du contenu en chlorophylle *a* de chaque « chloroplaste » obtenu en divisant la chlorophylle *a* mesurée par le nombre de « chloroplastes » observés à chaque profondeur.

Les valeurs du tableau II sont les moyennes obtenues avec 18 à 20 mesures pour toutes ces profondeurs, sauf pour 250 m où 10 et 8 mesures seulement étaient disponibles, respectivement pour le nombre de « chloroplastes » et pour la chlorophylle *a*.

DISCUSSION

La méthode d'UTERMÖHL, telle qu'elle a été utilisée par nous, avec un grossissement $\times 80$, ne permet d'identifier que les organismes plus grands que 10μ . L'examen des résultats de « *Brisants* » montre qu'elle ne peut alors rendre compte que de 3 à 15 % de la chlorophylle *a* mesurée directement. Même dans l'hypothèse de sécurité que tous les organismes recensés avaient le contenu en chlorophylle *a* d'une belle diatomée, *Rhizosolenia alata*, soit $1,8 \times 10^{-8}$ mg, la chlorophylle *a* estimée ne serait que de 21 à 43 % pour 0-100 m, et 4 à 10 % pour la couche 150-200 m, de la chlorophylle *a* mesurée.

L'inconvénient majeur de cette méthode est qu'elle nécessite, par principe, du *plancton fixé* ; dans ces conditions, les cellules fragiles (microflagellés par exemple) ne sont pas identifiables et l'observateur ne peut pas non plus se prononcer sur la nature des amas de « débris » qui constituent la plus grosse part de l'échantillon. Ce qui nous amène à nous demander si la chlorophylle *a* « en excès » de « *Brisants* » est contenue dans des « débris non identifiables », ou dans de l'ultraplancton* « passé inaperçu ».

La croisière « *Atoll* » permet à notre avis d'éclairer la situation. Quelques observations seulement par la méthode d'UTERMÖHL ont pu être faites pour cette croisière, assez nombreuses cependant pour montrer que la situation rencontrée était semblable à celle de « *Brisants* » : les organismes plus-grands-que- 10μ comptés ne justifiaient qu'une faible fraction de la chlorophylle *a* mesurée. Mais au cours de cette croisière, la méthode d'observation du *phytoplancton frais* par la fluorescence rouge en lumière bleu-violet caractéristique de matériel phytal a fourni des nombres de « chloroplastes » dont la corrélation avec la chlorophylle *a* mesurée est très acceptable. Or, cette méthode est supposée compter les organismes petits, de un à quelques microns ; nous aurions donc dans ce cas « des petits organismes fluorescents dont le contenu en chlorophylle *a* varie de $0,93$ à $2,87 \times 10^{-10}$ mg par cellule » (tableau II), ce qui est un ordre de grandeur vraisemblable pour de l'ultraplancton (voir tableau III, où les volumes par cellule d'*Agmenellum quadruplicatum*, de *Monochrysis lutheri*, et de *Phaeodactylum tricornutum* sont estimés à 1,5, 28 et $120\mu^3$ respectivement ; PARSONS et al., 1961).

Notons que nous avons trouvé un contenu en chlorophylle *a* par chloroplaste plus faible ($1,3 \times 10^{-10}$ mg) pour la couche 0-100 m superficielle où une déficience en azote est probable (teneur moyenne en nitrate $0,02\mu$ atg/l) que pour la couche profonde 150-200 m ($2,3 \times 10^{-10}$ mg) où l'état physiologique des phytoplanctes pourrait être restauré par suite de la réapparition des nitrates ($0,18\mu$ atg/l à 150 m, $1,10\mu$ atg/l à 200 m, $2,58\mu$ atg/l à 250 m). Ce résultat est consigné dans la figure 4.

* Ultraplancton : organismes dont la plus grande dimension est inférieure à 10μ ; STRICKLAND (1960).

CONCLUSION

Les méthodes indirectes d'estimation de la biomasse du phytoplancton marin, surtout en milieu d'extrême oligotrophie, sont très imprécises et doivent être maniées avec beaucoup de prudence. Il nous semble cependant que les résultats moyens présentés ici, obtenus à partir d'une vingtaine de stations, permettent d'avancer que la contribution de l'ultraplancton à la production primaire de cette région est importante, étant donné qu'il représente de 85 à 95 % de la biomasse du phytoplancton.

BIBLIOGRAPHIE

- FLEMING (R. H.), 1940. — Composition of plankton and units for reporting populations and production. *Proc. 6th Pac. Sci. Congr.*, 3 : pp. 535-40.
- PARSONS (T. R.), STEPHENS (K.) and STRICKLAND (J. D. H.), 1961. — On the chemical composition of eleven species of marine phytoplankters. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 18, n° 6, pp. 1001-1016.
- PARSONS (T. R.) and STRICKLAND (J. D. H.), 1963. — Discussion of spectrophotometric determination of marine plant pigments, with revised equations for ascertaining chlorophylls and carotenoïds. *J. Mar. Res.*, 21 : (3), pp. 155-163.
- RICHARDS (F. A.) with THOMPSON (T. G.), 1952. — The estimation and characterization of plankton populations by pigment analysis. II. A spectrophotometric method for the estimation of plankton pigments. *J. Mar. Res.*, 11 (2) : pp. 156-172.
- STRICKLAND (J. D. H.), 1960. — Measuring the production of marine phytoplankton. *Fish. Res. Bd. Canada*, Bul. 122.
- WOOD (E. J. F.), 1962. — A method for phytoplankton study. *Limnol. and Oceanogr.*, 7 (1), pp. 32-35.
- YENTSCH (C. S.) and RYTHER (J. H.), 1959. — Relative significance of the net phytoplankton and nanoplankton in the waters of Vineyard Sound. *J. du Cons. XXIV* - (2) : pp. 231-238.

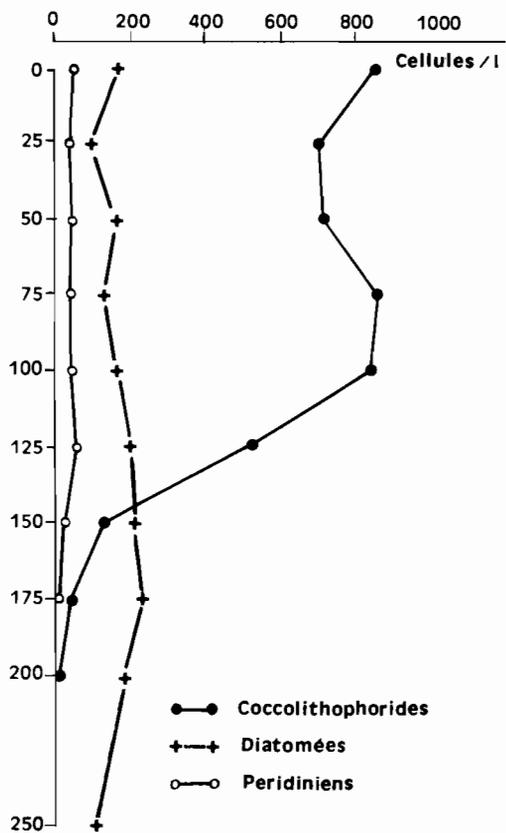


Fig. 1

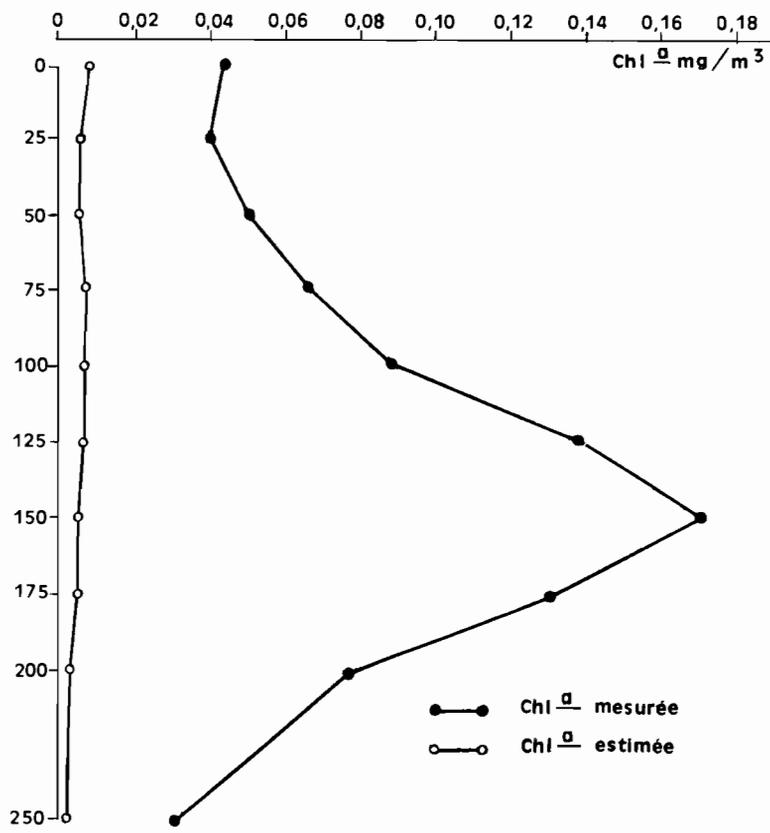


Fig. 2

Croisière BRISANTS

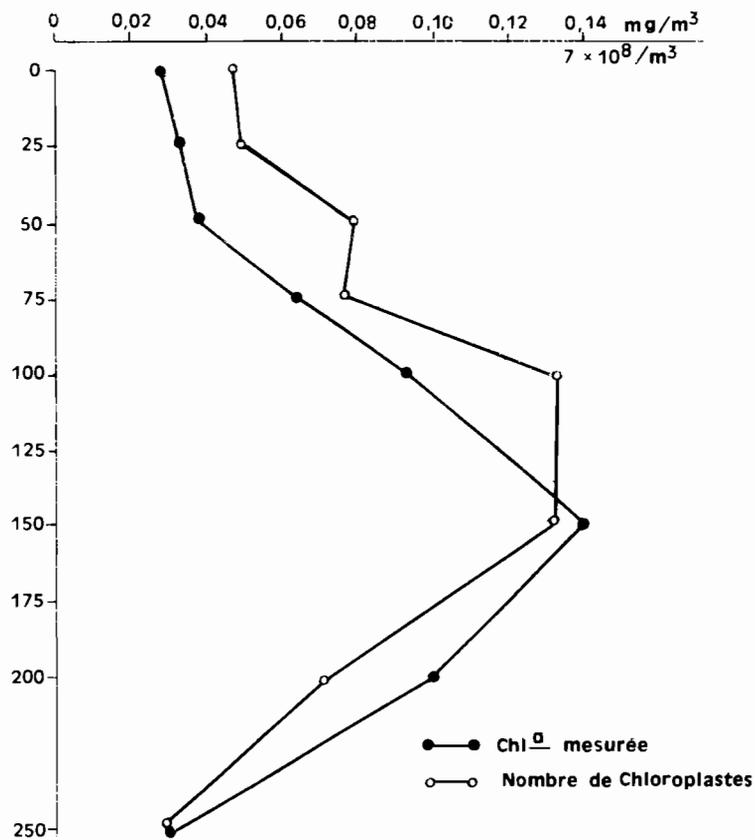


Fig. 3

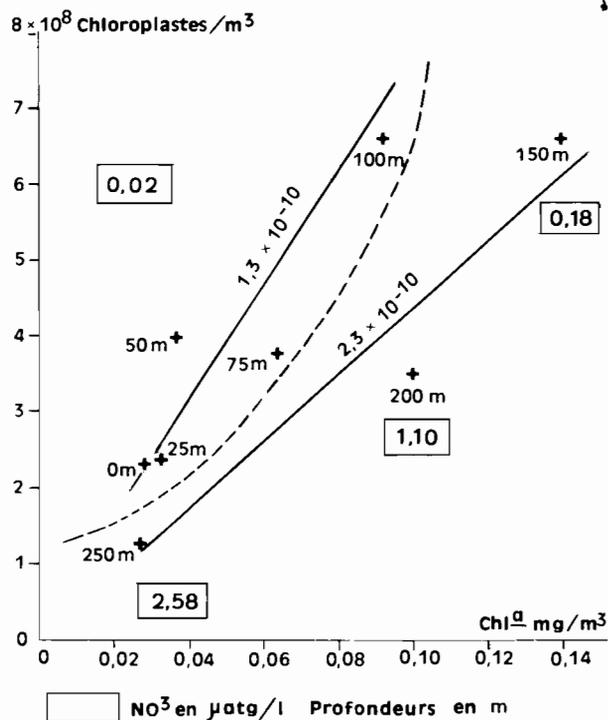


Fig. 4

Croisière ATOLI.

TABLEAU I
Croisière *Brisants*

Prof. (m)	Chl <i>a</i> mesurée (mg/m ^{3*})	NOMBRE DE CELLULES (10 ³ /m ³)			Chl <i>a</i> estimée (mg/m ^{3**})	Chl <i>a</i> estimée en % de Chl <i>a</i> mesurée
		Diat.	Périidi.	Cocco.		
0	0,044	172	53	847	0,0070	15
25	0,039	100	43	698	0,0049	13
50	0,051	165	55	713	0,0062	12
75	0,066	134	54	864	0,0063	9
100	0,088	167	46	830	0,0068	8
125	0,138	213	62	525	0,0066	5
150	0,171	212	18	124	0,0048	3
175	0,129	225	7	36	0,0047	4
200	0,076	180	3	7	0,0036	5
250	0,030	103	0	0	0,0021	7

* Chlorophylle *a* mesurée spectrophotométriquement (méthode RICHARDS-THOMPSON modifiée, formules de PARSONS-STRICKLAND).

** Chlorophylle *a* estimée d'après le nombre de cellules observées au microscope inversé (UTERMÖHL) et des facteurs de conversion choisis d'après le Tableau III.

TABLEAU II
Croisière *Atoll*

Prof. (m)	Chl <i>a</i> mesurée (mg/m ³)	Nombre de « Chloroplastes » (10 ⁶ /m ^{3*})	Chl <i>a</i> par « Chloroplastes » (mg)
0	0,028	234	1,20 × 10 ⁻¹⁰
25	0,032	239	1,34 × 10 ⁻¹⁰
50	0,037	397	0,93 × 10 ⁻¹⁰
75	0,063	381	1,65 × 10 ⁻¹⁰
100	0,092	656	1,40 × 10 ⁻¹⁰
150	0,140	659	2,12 × 10 ⁻¹⁰
200	0,100	348	2,87 × 10 ⁻¹⁰
250	0,027	135	2,00 × 10 ⁻¹⁰

* Nombre des points fluorescents observés suivant la méthode de Wood.

TABLEAU III

Contenu en Chlorophylle *a* de quelques phytoplanctes

ORGANISMES	CHLOROPHYLLE <i>a</i> PAR CELLULE (en mg)	RÉFÉRENCE
CHLOROPHYCEAE.		
<i>Dunaliella salina</i>	$3,0 \times 10^{-9}$	— P —
<i>Tetraselmis maculata</i>	$2,6 \times 10^{-9}$	— P —
<i>Dunaliella euchlora</i>	$6,0 \times 10^{-10}$	— Y —
<i>Carleria</i> sp.....	$5,8 \times 10^{-10}$	— Y —
CHRYSTOPHYCEAE.		
<i>Syracosphaera carterae</i>	$3,1 \times 10^{-9}$	— P —
<i>Monochrysis lutheri</i>	$1,9 \times 10^{-10}$	— P —
<i>Isochrysis galbana</i>	$7,5 \times 10^{-11}$	— Y —
BACILLARIOPHYCEAE.		
<i>Coscinodiscus</i> sp.....	$1,6 \times 10^{-6}$	— P —
<i>Rhizolenia alata</i>	$1,8 \times 10^{-8}$	— F —
<i>Rhizolenia shrubsolei</i>	$1,6 \times 10^{-8}$	— F —
<i>Ditylum brightwellii</i>	$1,7 \times 10^{-8}$	— F —
<i>Skeletonema costatum</i>	$6,6 \times 10^{-9}$	— P —
—.....	$2,8 \times 10^{-9}$	— Y —
<i>Chaetoceros</i> sp.....	$1,6 \times 10^{-9}$	— P —
<i>Phaeodactylum tricornutum</i>	$3,0 \times 10^{-10}$	— P —
—.....	$2,0 \times 10^{-10}$	— Y —
DINOPHYCEAE.		
<i>Amphidinium carteri</i>	$2,1 \times 10^{-9}$	— P —
<i>Erythraella</i> sp.....	$1,6 \times 10^{-9}$	— P —
MYXOPHYCEAE.		
<i>Nannochloris atomus</i>	$3,0 \times 10^{-11}$	— Y —
<i>Agmenellum quadruplicatum</i>	$7,8 \times 10^{-12}$	— P —

Références : F : FLEMING (1940).

Y : YENTSCH and RYTHER (1959).

P : PARSONS et al. (1961).

SUR L'IMPORTANCE RELATIVE DES CHLOROPHYLLES *a* ET *c* DANS LA COMPOSITION PIGMENTAIRE DU PHYTOPLANCTON EN ZONE TROPICALE OLIGOTROPHE

par Bruno WAUTHY* et Jacques LE BOURHIS*

ABSTRACT

*To investigate the possibility that high chlorophyll *c*/chlorophyll *a* ratio found in tropical waters may be an artefact brought about by the lack of sensitivity of the Richards-Thompson method, a station has been occupied near Noumea, New-Caledonia (22°40' S; 166°15' E): previously reported ratios from that location have always been high.*

Table I gives the sampling data: large volumes of water were filtered on HA Millipore filters with sufficient Mg CO₃ to allow particulate matter to be quantitatively swept off, so that no filler need be dissolved in the acetone.

*Table II presents the results by the method of RICHARDS-THOMPSON revised by PARSONS-STRICKLAND and also by the PARSONS method, specific for chlorophyll *c*.*

*Figure 1 shows that agreement between the two methods is quite good for the low values of the *c/a* ratio and that PARSONS's method gives lower values for the high ratios.*

*In Figure 2 are given the variations of chl *a*, chl *c* and chl *c*/chl *a* with depth. Ratios higher than unity seem to be found only well under the photosynthetic layer.*

*Recordings of absorption spectra of aqueous acetone extracts after separation from hexane in the PARSONS's method are presented in Figure 3. The (a) curves are supposed to be mainly for chlorophyll *c*; the (b) curves obtained after acidification should be for phaeophytin *c*. The relative disposition of the (a) and (b) curves expected is as for type 2, but this relation was found only for the 75 m sample. Type 1, found at all other depths is questionable. Studies on possible interfering compounds in PARSONS's method are urgently needed.*

*It is concluded that chl *c*/chl *a* ratios higher than unity found in the euphotic layer might well be due to the use of the RICHARDS-THOMPSON method below its sensitivity. Beneath the euphotic layer it looks as if the ratio was higher but this point needs to be established by very sensitive quantitative methods of separation of the two chlorophylls and of their derivatives.*

* Biologistes à l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, Centre de Nouméa, Nouvelle-Calédonie.

INTRODUCTION

Quand en 1962 HUMPHREY fit le bilan des résultats acquis dans l'Océan Pacifique en matière de pigments du phytoplancton, il apparut clairement que la chlorophylle *c* était quantitativement le pigment principal. Ce fait, entre autres, détermina une étude critique sérieuse de la méthode spectrophotocolorimétrique de RICHARDS-THOMPSON (1952) qui, plus ou moins modifiée, avait servi, dans l'enthousiasme général, à collecter pendant dix ans ces résultats suspects.

Cette étude critique a porté principalement sur les détails du mode opératoire et sur le fonds même de la méthode en montrant que les coefficients d'absorption spécifique utilisés étaient erronés, surtout ceux de la chlorophylle *c* (SCOR UNESCO, 1964; JEFFREY, 1963); nous disposons maintenant d'un nouveau mode opératoire et de formules révisées qui ont en effet pratiquement réduit de moitié les valeurs du rapport chlorophylle *c*/chlorophylle *a* trouvées au large; mais il n'en reste pas moins que dans bien des cas elles excèdent encore de beaucoup celles fournies par des analyses sur cultures (PARSONS, 1961; HUMPHREY, 1963; MADGWICK, 1966), ou sur phytoplancton côtier.

Opérant dans une aire océanique particulièrement pauvre en phytoplancton, nous avons toujours été préoccupés par le manque de sensibilité d'une méthode conçue à l'origine pour des eaux plus riches. Ayant réussi à bord du *Coriolis* à augmenter la sensibilité de la méthode (WAUTHY et LE BOURHIS, sous presse) nous pensions que la plupart des rapports *c/a* plus grands que l'unité trouvés dans la couche euphotique en zone tropicale oligotrophe étaient dus à un mode opératoire inapplicable aux faibles concentrations.

En manière d'illustration de cette opinion, nous avons effectué des mesures à une station au large de Nouméa (166°15 E, 22°40 S), où les rapports *c/a* trouvés ont été jusqu'ici très élevés. Nous nous proposons d'augmenter la sensibilité en filtrant d'importantes quantités d'eau, de supprimer les inconvénients possibles d'un filtre Millipore dissous dans l'extrait acétonique, et de confronter les teneurs en chlorophylle *c* trouvées par cette méthode trichromatique d'une part et par la méthode de PARSONS (1963), spécifique de la chlorophylle *c* d'autre part.

MODE OPÉRATOIRE

Les détails concernant l'échantillonnage et les quantités d'eau filtrées sont rassemblés dans le tableau I.

TABLEAU I

Date	Heure	Profondeur	Quantité
3/5/66	08 30	50 m	37 l
		100 m	70 l
		150 m	45 l
4/5/66	08 30	0 m	35 l
		25 m	40 l
		75 m	40 l
5/5/66	13 30	300 m	60 l
	08 30	500 m	100 l

TABLEAU II

Prof. m	RICHARDS-THOMPSON					D 430		D 750	
	chl <i>a</i> mg/m ₃	chl <i>b</i> mg/m ₃	chl <i>c</i> mg/m ₃	<i>b/a</i>	<i>c/a</i>	D 665	D 665	chl <i>c</i> mg/m ₃	<i>c/a</i>
0	0,065	0,012	0,056	0,18	0,86	5,8	0,10	0,050	0,77
25	0,068	0,007	0,040	0,10	0,59	5,0	0,02	0,039	0,57
50	0,185	0,036	0,073	0,19	0,39	3,3	0,03	0,078	0,42
75	0,160	0,024	0,056	0,15	0,35	3,3	0,03	0,039	0,24
100	0,086	0,009	0,033	0,10	0,39	3,2	0,02	0,036	0,42
150	0,050	0,030	0,033	0,60	0,66	5,5	0,03	0,029	0,58
300	0,023	0,009	0,026	0,39	1,13	6,5	0,03	0,018	0,78
500	0,005	0,004	0,012	0,80	2,40	8,6	0,35	0,008	1,60

La filtration a été réalisée à bord dans les trois heures qui suivaient le prélèvement, par fractions d'environ 10 litres par filtre Millipore HA. Une suspension de Mg CO₃ filtrée préalablement a permis de chasser, à l'aide d'un vaporisateur, les particules retenues sur chaque filtre et de les reprendre sur un seul filtre par profondeur échantillonnée. Les filtres ont été conservés à - 10° et à l'obscurité jusqu'au 18 mai. A cette date, le « gâteau » de Mg CO₃ retenant dans sa masse la matière particulée a été séparé de chaque filtre et extrait par 10 ml d'acétone à 90 % pendant une quinzaine d'heures. Les mesures spectrophotocolorimétriques ont été faites en parallèle sur un Beckman DB avec enregistreur en cuves de 4 cm et sur un Beckman DU en cuves de 10 cm. Les lectures au DU ont servi aux calculs suivant la méthode RICHARDS-THOMPSON (1952), révisée par PARSONS-STRICKLAND (1963), pour les chlorophylles *a* et *c* d'une part et PARSONS (1963) pour la chlorophylle *c* d'autre part.

RÉSULTATS

Les résultats sont consignés dans le tableau II ; les rapports chl *b*/chl *a*, D 430/D 665, D 750/D 665, n'y figurent qu'à titre indicatif. Les rapports chl *c*/chl *a* calculés à partir des valeurs de chlorophylle *c* obtenues par les deux méthodes ont été portés dans la figure 1. La figure 2 met en évidence les variations en fonction de la profondeur, de la chlorophylle *a* RICHARDS-THOMPSON, de la chlorophylle *c* PARSONS et de leur rapport. La figure 3 reproduit les deux types d'enregistrement au Beckman DB des spectres d'absorption de la solution acétonique après séparation d'avec l'hexane suivant la méthode PARSONS : les courbes (a) sont les spectres avant traitement par HCl concentré, les courbes (b) sont les spectres après traitement ; le type 1 a été obtenu à toutes les profondeurs sauf 75 m qui a donné le type 2.

DISCUSSION

MÉTHODE RICHARDS-THOMPSON RÉVISÉE PAR PARSONS-STRICKLAND

Le fait de ne pas avoir de filtre Millipore dissous dans l'extrait acétonique a permis de minimiser l'importance des corrections de turbidité (D 750 retranchée à D 665, D 645 et D 630 ; 3 × D 750 retranchée à D 430) ; l'échantillon de surface pour lequel nous n'avons pu disposer que de l'enregistrement et l'échantillon profond qui nous a donné un trouble négligeant font exception. Nous avons filtré en moyenne 40 litres par profondeur, ce qui nous donne, pour le même volume d'extraction (10 ml) une sensibilité améliorée d'un facteur égal à huit, par rapport à la pratique courante (5 litres, cuves de 10 cm) et d'un facteur égal à cent par rapport au mode opératoire ancien (4 litres, cuves de 1 cm). Le résultat intéressant est que nous obtenons dans la couche 0-100 m une moyenne de 0,51 pour le rapport *c/a* ; les résultats tirés de l'I.G.Y. Report

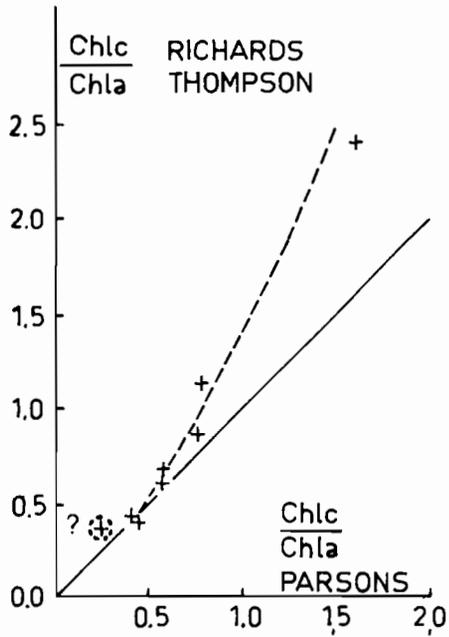


Figure: 1

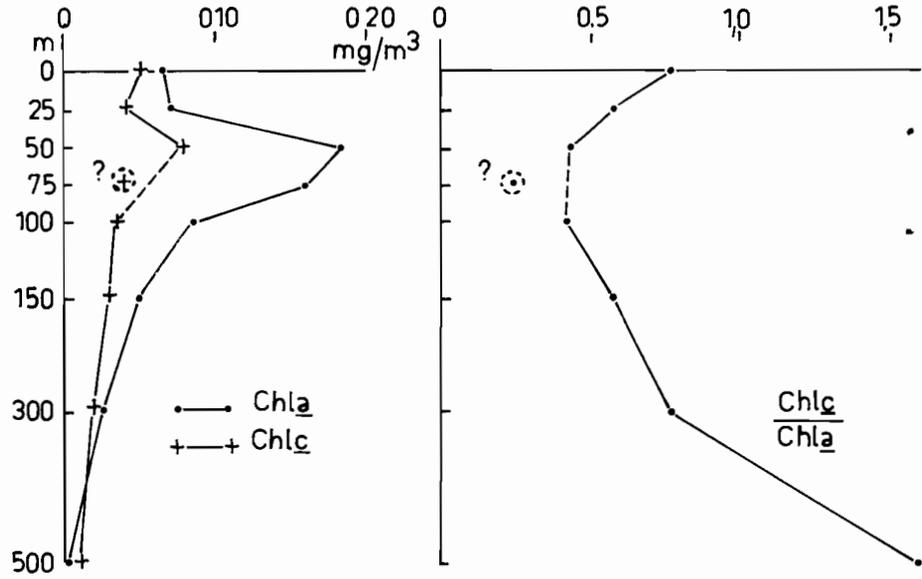


Figure: 2

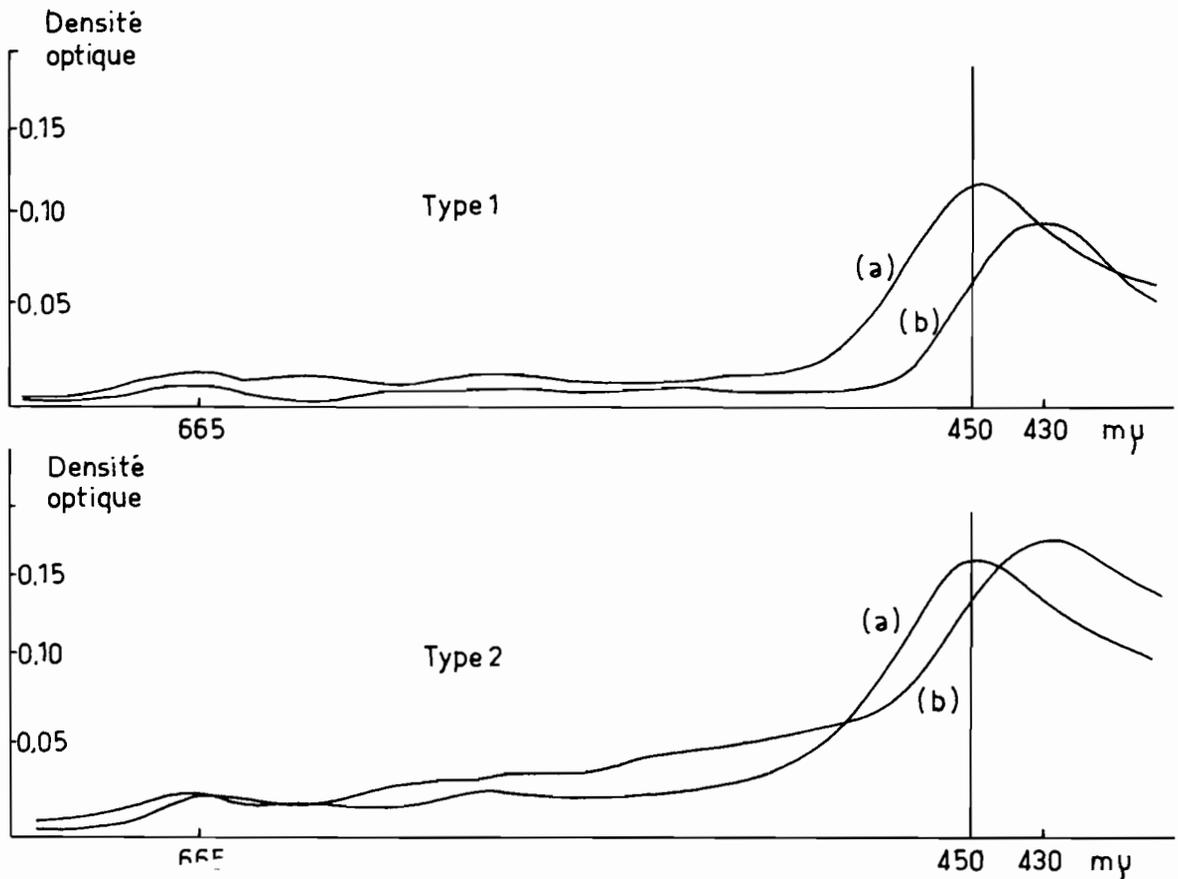


Figure: 3

(DOTY et CAPURRO, 1961) concernant les stations occupées à proximité de Nouméa de 1958 à 1960 donnent dans cette même couche une moyenne de 4,6 pour les croisières australiennes et 6,7 pour les croisières françaises (valeurs trop élevées même si on les corrige de moitié pour tenir compte de la révision des formules). Par contre, les teneurs en chlorophylle *a* sont en accord avec les mesures australiennes.

MÉTHODE DE PARSONS

Les séparations entre solution acétonique aqueuse et hexane ont été faciles, l'absence de filtre dissous nous ayant même dispensé d'employer le Na Cl. Mais nous avons rencontré une anomalie déjà signalée par RICKETTS (1965) ; après acidification par H Cl concentré, le pic d'absorption de la solution acétonique s'est bien déplacé de 450 à 430 m μ mais nous avons enregistré une diminution de la hauteur de ce pic (type 1, figure 3) et ceci pour les échantillons 0, 25, 50, 100, 150, 300, 500 m ainsi que pour un fragment de *Sargassum* sp. sur lequel nous avons essayé la méthode. Par contre, l'échantillon 75 m nous a donné l'enregistrement type 2 (figure 3) qui seul, se rapproche des courbes présentées par PARSONS et de celles que l'on pourrait attendre de la transformation de la chlorophylle *c* en phaeophytine : cet échantillon nous a d'ailleurs fourni le plus faible rapport *c/a*, soit 0,24, que l'on peut rapprocher de la même valeur citée par PARSONS pour la profondeur 50 m par 50° N, 145° W (PARSONS, 1963).

Il faudrait donc que puissent être rapidement étudiées les modalités d'emploi de la méthode, et précisés les critères par lesquels on pourrait juger de la légitimité de son utilisation sur un plancton donné : la chromatographie pourrait nous renseigner sur les vraies valeurs du rapport *c/a* et sur les interférences possibles d'autres composés.

RAPPORT CHLOROPHYLLE *c*/CHLOROPHYLLE *a*

Sans sous-estimer les restrictions qui viennent d'être formulées, les résultats du tableau précédent portés sur la figure 1 montrent un excellent accord entre les deux méthodes, surtout pour les profondeurs les plus riches en pigments. Pour les teneurs plus faibles, la méthode trichromatique tend à donner des valeurs plus fortes que la méthode de PARSONS, comme les résultats de cet auteur l'ont montré et en opposition à ceux produits par RICKETTS (1965).

Cet accord entre les deux méthodes se fait sur des valeurs de *c/a* inférieures à l'unité pour toute la couche euphotique (0-150 m), la chlorophylle *c* ne semblant être quantitativement plus importante que la chlorophylle *a* qu'à des profondeurs élevées (figure 2). La diminution du rapport *c/a* de la surface jusqu'à la couche du maximum de pigments est à rapprocher des résultats déjà trouvés (WAUTHY et LE BOURHIS, sous presse) et pourrait être liée à l'influence du facteur lumière, bien que les proportions relatives de chl *a* et de phaeophytine *a*, inconnues à cette station, puissent atténuer cette diminution.

CONCLUSION

Ces mesures faites sur des échantillons de volume important, filtrés sur Millipore HA, mais en éliminant ces filtres avant extraction, donc dans des conditions de sensibilité accrue, malheureusement incompatibles avec un travail de routine, confirment l'hypothèse que les rapports chlorophylle *c*/chlorophylle *a* supérieurs à l'unité, trouvés dans la couche euphotique, pourraient n'être qu'un artefact du au manque de sensibilité d'une méthode valable pour des eaux eutrophes mais employée à mauvais escient en zone oligotrophe. Par contre, aux niveaux plus profonds où les quantités de matière phytale sont très faibles, il semblerait que les rapports *c/a* supérieurs à l'unité soient courants mais seules des méthodes quantitatives très sensibles de séparation des deux chlorophylles et de leurs produits de décomposition peuvent nous donner quelque assurance sur ce point.

BIBLIOGRAPHIE

- DOTY (M. S.) et (L. R. A.) CAPURRO, 1961. — Productivity measurements in the world ocean. Part. II (I.G.Y. Oceanography Report, Numb. 4).
- HUMPHREY (G. F.), 1962. — Phytoplankton pigments in the Pacific Ocean. Proc. Conf. on Primary Productivity Measurements, Marine and Freshwater, Univ. of Hawaiï. Aug. 21 sept. 6, 1961. (Ed. M. S. Doty) (U.S. Atomic Energy Commission Monograph).
- HUMPHREY (G. F.), 1963. — Chlorophyll *a* and *c* in cultures of Marine algae. Aust. J. Mar. Freshw. Res., 14 : pp. 148-154.
- JEFFREY (S. W.), 1963. — Purification and properties of chlorophyll *c* from *Sargassum flavicans*. Biochem. J. 5., 86 : pp. 313-318.
- MADGWICK (J. C.), 1966. — Chromatographic determination of chlorophylls in algal cultures and phytoplankton. Deep Sea Res., vol. 13 : pp. 456-466.
- PARSONS (T. R.), 1961. — On the pigment composition of eleven species of marine phytoplankters. J. Fish. Res. Bd. Canada, 18 (6) : pp. 1017-1025.
- PARSONS (T. R.), 1963. — A new method for the micro-determination of chlorophyll *c* in sea water. J. Mar. Res., 21 (3) : pp. 164-171.
- PARSONS (T. R.), and STRICKLAND (J. D. H.) 1963. — Discussion of Spectrophotometric determination of marine plant pigments, with revised equations for ascertaining chlorophylls and carotenoids. J. Mar. Res., 21 (3) : pp. 155-163.
- RICHARDS (F. A.) with (T. G.) THOMPSON, 1962. — The estimation and characterization of plankton populations by pigments analysis. II. A spectrophotometric method for the estimation of plankton pigments. J. Mar. Res., 11 : pp. 156-172.
- RICKETTS (T. R.), 1965. — Chlorophyll *c* in some members of the chrysophyceae. Phytochemistry, 4 : pp. 725-730. Pergamon Press.
- SCOR-UNESCO, 1964. — Report of SCOR-UNESCO Working Group 17 on « Determination of Photosynthetic Pigments » (mimeo) Sydney.
- WAUTHY (B.) et LE BOURHIS (J.), 1966. — Considérations sur l'étude des pigments du phyto-plancton marin en zone tropicale oligotrophe. Cah. ORSTOM sér. Océanogr. vol. IV, n° 4-pp. x-x.

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

Première note

SCOPELOPSIS MULTIPUNCTATUS BRAUER, *GONOSTOMA* sp,
NOTOLYCHNUS VALDIVIAE BRAUER

par Michel LEGAND*

RÉSUMÉ

L'auteur étudie la répartition géographique et le cycle de 3 espèces Scopelopsis mullipunctatus, Brauer, Gonostoma sp. (probablement rhodadenia Gilbert) et Notolychnus valdiviae Brauer collectés le long du 110° E de 32° à 9° S durant les 91 stations des croisières saisonnières du C.S.I.R.O. d'août 1962 à août 1963.

Sont examinés successivement: la répartition quantitative moyenne annuelle en latitude, le cycle de croissance, la répercussion des variations de profondeur des stations, le déplacement en latitude des stocks en fonction de la taille et de la saison et le cycle de développement des gonades pour les trois espèces. Celles-ci montrent toutes une aire de reproduction supposée relativement limitée dans l'espace et des déplacements des stades précédant la maturation génitale à partir de celle aire, plus ou moins importants, mais obéissant aux mêmes lois saisonnières dans les trois espèces.

ABSTRACT

1° *Between august 1962 and august 1963 the O.R.S.T.O.M. « section d'Océanographie » in Noumea was in charge of a « micronekton » program in the C.S.I.R.O. seasonal biological cruises along the 110° E from 32° S to 9° S on board of the HMAS Gascoyne and HMAS Diamantina: 91 5-foot Isaacs-Kidd midwater trawl oblique hauls were made during these cruises. Hauls were made each night around 10 PM from 200 m to the surface.*

2° *Three species are studied here: Scopelopsis mullipunctatus (Brauer) Gonostoma sp. (probably G. rhodadenia Gilbert) and Notolychnus valdiviae (Brauer). The first one characterises the south end of the leg from 32° S to 24° S, the second one the north end from 14° S to 9° S, the*

* Océanographe biologiste au Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa.

third one is northwards to the first one, from 27° S to 21° S. Nevertheless the three species are more or less expanded along the leg at least in some part of the observed cycles.

3° *S. multipunctatus* shows a one year cycle very clear. The biggest adults which are probably spawning, are common in July - August from 29° to 24° S. One month later small juveniles become abundant from 29° to 21° S: increasing in size, they seem to shift to an area of about 27° to 32° S. But in October - November the intermediate sizes are found further north, from 24° S: from January to mid June, increasing in size with time, they shift from there more and more northerly until 14° S, reaching even 9° S. No development of gonads is noticed before the adults are back in the south.

4° *Gonostoma* sp. is a larger fish, the biggest sizes of which are badly sampled. The first juveniles and the biggest adults caught are mainly distributed in the north, and a very large extension of the intermediate sizes to the south end of the leg appears from August to November. The youngest ones were collected mainly in January and February.

5° *N. valdiviae* is much more concentrated in the center and there seems to be no clear spawning season, but probably two and at least one main period of more active spawning which are evident as well from life cycle data as from the gonads index study. The most important proportion of juveniles is met early in the year. The life cycle seems to extend on one year. The species was never common norther than 15° S but was extended largely souther than 25° in March - April and mainly from July to October - November. Here again the extension to the south mainly concerns the intermediate size classes, the early juveniles and maturing adults being more abundant in the center.

6° The few data on vertical distribution are more or less convergent for three species: probably superficial for the few post larval stages, the catching level at the station time was suddenly deepened for the earlier juveniles and again become more and more shallow with increasing size. *Gonostoma* is the most superficially distributed at the station time.

7° For the three species one can point out as a main common feature they seems shifted to the south during the second part of the year, and shifted to the north in the first part of the year. The drift to the south concerns the stage of active somatic maturation for *Gonostoma* sp. and *N. valdiviae* while it is the drift to the north which has the same significance for *Scopeleopsis multipunctatus*.

8° These drifts are resulting ones. What are they in fact? We cannot do more than to give hypothesis on their horizontal components, and to point out the absolute importance of the apparent transport and to assume its relationship with the biology of these three species, mainly with the vertical ontogenetic migration.

1. CONDITIONS DE COLLECTE DU MATÉRIEL.

Durant les 6 croisières biologiques saisonnières organisées par le C.S.I.R.O. d'août 1962 à octobre 1963 entre 32° et 9° sud le long du 110° E, il fut demandé à la Section d'Océanographie du Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa d'assurer la responsabilité du programme dit « micronecton »: 91 stations furent exécutées à ce titre sur les HMAS Gascoyne et Diamantina, en utilisant un chalut Isaacs-Kidd de 5 pieds (IKMT 5) en trait oblique de 0 à 200 m (210 m en moyenne générale) chaque soir vers 22 h 30 locale (fig. 1).

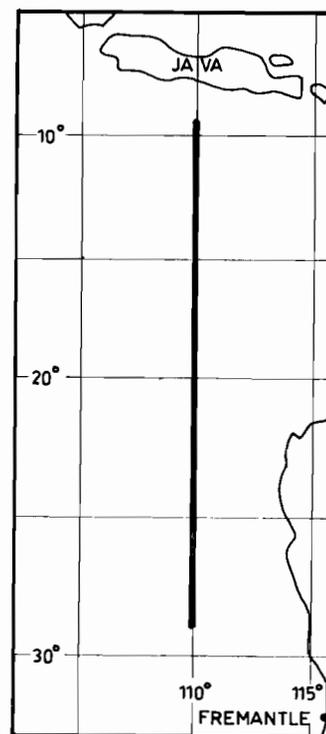


Figure 1: Itinéraire des croisières biologiques saisonnières du CSIRO 1962-1963.

La présente note est la première d'une série consacrée à la biologie des poissons bathy et mesopélagiques ainsi collectés au cours de 12 radiales où la stabilité dans les conditions d'exécution des stations fut recherchée systématiquement. Néanmoins certaines différences entre les stations doivent être notées : nous évoquerons à plusieurs reprises la variabilité des profondeurs maximales atteintes par rapport au niveau demandé.

Les trois espèces, étudiées ici, caractérisent trois régions différentes de la radiale prospectée ; deux d'entre elles ne sont pas particulièrement abondantes mais ont été collectées avec une fréquence suffisante pour que leur cycle puisse être étudié.

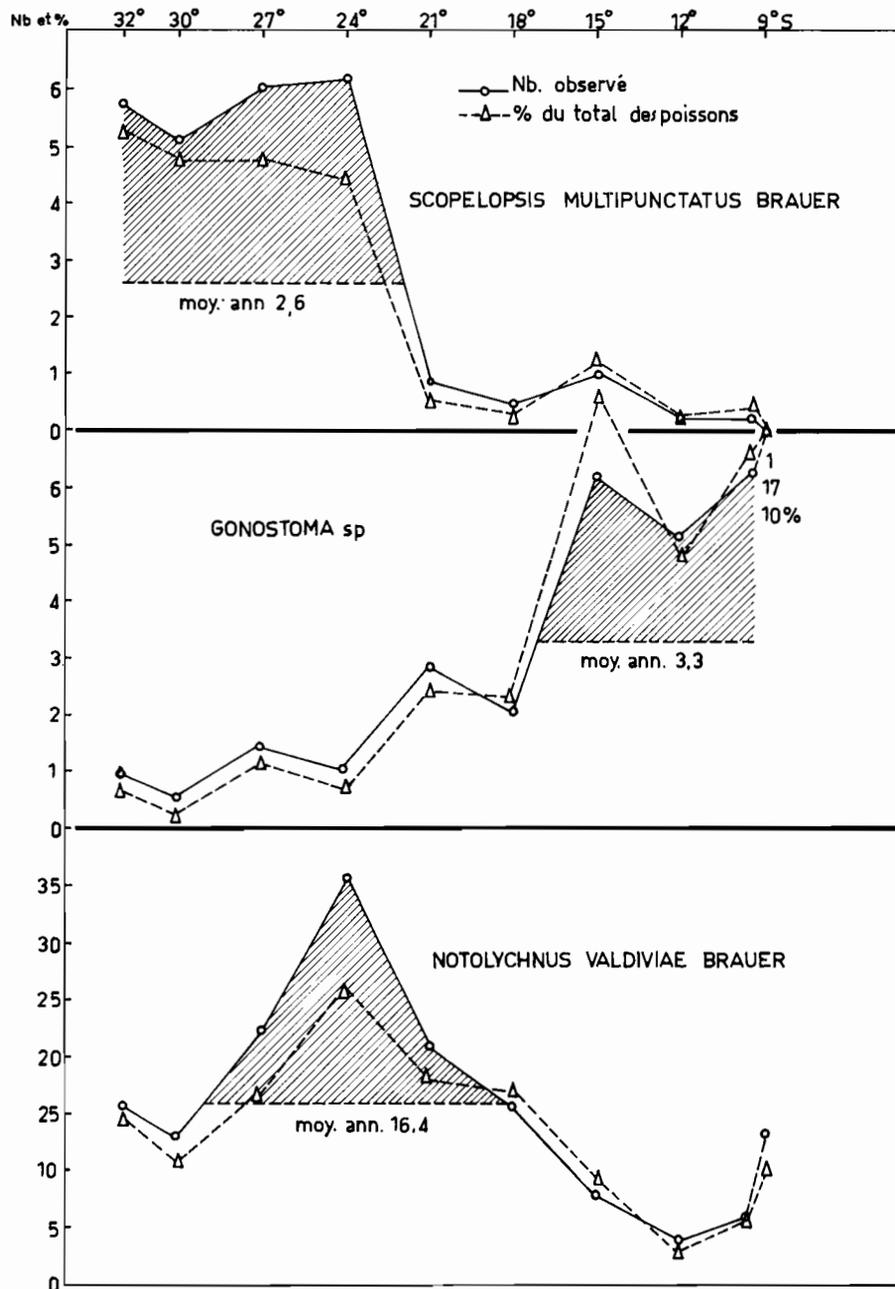


Figure 2: Distribution moyenne annuelle des 3 espèces étudiées en nombre et en % du nombre de poissons.

2. POSITION DES TROIS ESPÈCES ÉTUDIÉES DANS L'ICHTHYOFAUNE COLLECTÉE AU IKMT 5.

La figure 2 montre la répartition géographique moyenne de ces trois espèces :

— *Scopelopsis multipunctatus* (Brauer 1906) est dans sa distribution moyenne annuelle, caractéristique de l'extrême sud de la radiale. C'est une petite espèce ne dépassant guère 7,5 cm et ne représentant que 2,3 % du nombre total des poissons collectés. Ce pourcentage subit de fortes variations saisonnières allant de l'absence (0,8 % pour toute la radiale de janvier à mai) à un pourcentage moyen double de celui indiqué (4,7 %) d'août à octobre. A 32° et 30° S le pourcentage moyen annuel s'élève à 5,4 % des poissons et aux stations les plus abondantes il a atteint en août-septembre 25 % de l'ichthyofaune collectée.

— *Gonosoma* sp. est au contraire une grosse espèce, atteignant dans nos collections plus de 20 cm ; elle n'est guère plus abondante que la précédente : 3,0 % du nombre total des poissons ; ce chiffre passe à 6,6 % à 9° 30 S, latitude de son développement maximum apparent — car elle est caractéristique de l'extrême nord de la radiale —. Aux stations les plus abondantes pour l'espèce, le pourcentage a atteint 10 à 15 % et en deux occasions 25 %. Elle n'est pas identifiée avec certitude pour le moment, mais ses caractères font penser à *G. rhodadentia* (GILBERT 1965) (voir GRANDPERRIN et LEGAND 1966).

— *Notolychnus valdiviae* (BRAUER 1904) est la plus petite espèce des trois : elle ne dépasse guère 2,2 cm mais avec 13,1 % du nombre des poissons il s'agit du Myctophidé le plus abondant des échantillons. Il dépasse 25 % de l'ichthyofaune à sa latitude de développement maximal qui est 24° S, chevauchant la limite nord de l'abondance de *S. multipunctatus*. Dans tout un groupe de stations, l'espèce représente 30 % du nombre des poissons, atteignant même 55 % de celui-ci.

Ces trois espèces, dont l'abondance apparente moyenne est caractéristique d'une bande assez étroite dans le sens NS, ont été trouvées cependant dans toute la radiale au cours de leurs fluctuations saisonnières, et *N. valdiviae* la couvre en fait à peu près toute l'année.

3. CYCLE APPARENT DE SCOPELOPSIS MULTIPUNCTATUS BRAUER.

3.1. Croissance annuelle de l'espèce.

La figure 3 représente la distribution en poids (1) des spécimens mesurés. Les plus petits spécimens ont été observés en juillet-août 1963 et surtout fin août 1962. Les plus gros individus apparaissent dès le premier trimestre de l'année mais peut être en réalité subsistent-ils alors de l'année précédente ; ils sont surtout rencontrés entre août et octobre. Résumons ici la croissance en poids figurée : août 75 mg, octobre 120 mg, novembre 160 mg, janvier 450 mg, février 800 mg, fin mars 1 250 mg, juillet à octobre 2 à 4,5 mg : dans les 6 premiers mois de l'année l'espèce passe de 0,4 à plus de 2 g faisant plus que quintupler de poids.

La répartition des poids observés est la suivante :

100 mg	n = 152
100 à 199 mg	n = 33
200 à 399 mg	n = 11
400 à 799 mg	n = 10
800 à 1499 mg	n = 14
1500 à 4500 mg	n = 39

	n = 235

(1) Cette espèce étudiée la première fut pesée : cette méthode fut remplacée par la suite par la mesure de longueur à la fourche, plus rapide, mais nombre de spécimens de *Scopelopsis* n'étaient plus disponibles alors. Indiquons à titre de référence qu'un spécimen de 4,30 g mesure 7,5 cm à la fourche, un spécimen de 1,34 g, 5,2 cm et que les plus petites tailles étaient de l'ordre de 2,0 cm pour un poids de 70 mg.

3.2. Indications recueillies sur la distribution verticale de l'espèce.

Les stations HKMT 5 ont été faites en principe jusqu'à 200 m. En réalité, la moyenne de 210 m obtenue, reflète des résultats très variables : les valeurs extrêmes ont été 150 et 310 m : sur 34 stations où des *Scopelopsis* furent capturés et où des mesures de profondeur maximale furent faites, 6 résultats étaient compris entre 150-190 m, 19 entre 190 et 235 m (210 m \pm 10 %) et 9 entre 240 et 300 m. Il est intéressant d'étudier séparément les résultats obtenus pour ces trois catégories de traits, que nous désignerons dans ce texte sous les noms respectifs de stations « superficielles » « moyennes » et « profondes ».

NOMBRE DE *S. multipunctatus* CAPTURÉS PAR STATION
EN FONCTION DE LA TAILLE DES SPÉCIMENS ET DE LA PROFONDEUR ATTEINTE PAR LE FILET.

Groupes de taille	St. superficielles	St. moyennes	St. profondes
Poids < 100 mg.....	1,8	3,1	5,8
100 à 400 mg.....	0,5	0,1	1,5
400 à 1000 mg.....	0,8	0,2	0,2
> 1000 mg.....	0,5	2,1	0,6
Total.....	3,6	5,5	8,1

L'espèce aurait donc eu tendance à se tenir principalement à l'heure des traits au niveau atteint aux stations les plus profondes. Toutes réserves doivent évidemment être faites sur ces chiffres qui peuvent être influencés par la répartition géographique des prélèvements : le petit nombre des observations dans les catégories extrêmes de stations interdit de tenter de lever ces réserves. Si dans le détail la tendance apparente de l'espèce à s'enfoncer est surtout nette à partir de 70 mg, elle pourrait expliquer en partie la rareté de certaines des classes moyennes que nous avons observée dans la distribution en taille des captures, d'autant plus que les adultes semblent redevenir plus superficiels, ce qui expliquerait leur réapparition.

Il faut à ce propos, prendre garde à l'interprétation des données qui précèdent ; le fait que l'espèce ait été capturée par des traits plus ou moins profonds ne signifie pas obligatoirement que son niveau moyen est plus ou moins profond : cela peut traduire aussi le fait que le niveau moyen étant resté stable, l'amplitude de la migration diurne ait varié.

3.3. Distribution de l'espèce en fonction de la latitude et de la saison.

La répartition de l'espèce en fonction de la latitude et de la saison — donc, comme nous venons de le voir, de la taille — est schématisée par le tableau qui suit :

RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DE *S. multipunctatus* EN FONCTION DU CYCLE SAISONNIER
(pourcentage du total observé par croisière).

Croisières	Périodes	Régions			n
		32° S à 23° S	21° 30' à 17° S	15° 30' à 9° 30' S	
G4 62	août-sept.	96	4	0	98
DM4 62	oct.-nov.	96	2	2	63
G1 63	janv.-févr.	34	50	17	6
DM1 63	mars-avril	42	29	29	24
DM2 63	mai-juin	22	11	66	9
DM3 63	juil.-août	95	0	5	35

Même en tenant compte des faibles fréquences observées de G1 63 à Dm2 63, on observe que la presque totalité des effectifs capturés est concentrée au sud, dans la zone d'abondance maximale de l'espèce, de juillet à novembre, mais qu'une extension vers le nord a lieu à partir de janvier.

La figure 4 montre la répartition des tailles à la fois en fonction de la latitude et de la saison et elle nous apporte des renseignements plus précis.

Les plus jeunes individus ont été surtout capturés en août - septembre 1962 de 24° à 28° S. En octobre-novembre 1962 une partie importante du stade suivant (100 à 200 mg) est concentrée nettement plus au sud vers 30°-32° S. Il faut revenir vers 24°-22° S pour commencer à trouver des individus de taille plus grande (600 mg à 1 g) et, croissant en taille, ils passent progressivement de ces latitudes à 14° S en mai-juin 1963 et même, 2 individus de plus de 2 g ont été trouvés en juillet-août par 9°-30° S. Mais, à ce moment, l'espèce pesant entre 2 et 4,5 g est retrouvée en majorité dans le sud de 29° à 24° S.

Tout se passe donc apparemment comme si l'espèce après les premiers stades juvéniles, s'était éloignée vers le nord en augmentant fortement de taille, puis, au moment où la maturation sexuelle est devenue proche, était revenue à peu près exactement sur ses lieux d'origine.

L'examen des gonades nous apporte d'utiles compléments (les gonades ont été pesées sans distinction de sexes) et on trouvera dans le tableau 1 les variations de l'index gonado-somatique G avec la taille et la saison.

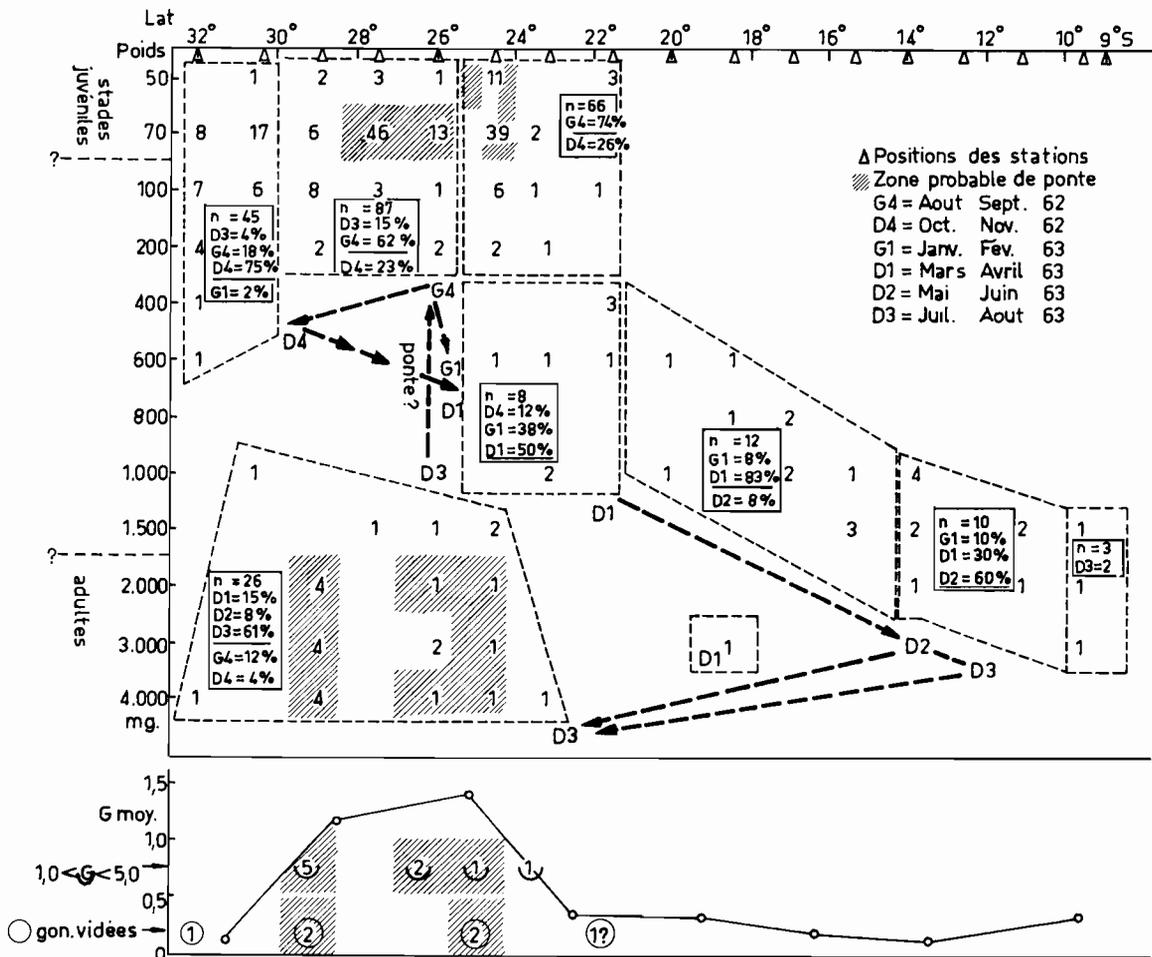


Figure 4: Evolution en poids de *S. Multipunctatus* Brauer en fonction de la latitude, de la saison, comparée à l'évolution de l'index gonado-somatique G.

TABLEAU 1

S. multipunctatus : Variations de l'index gonado-somatique

$$(G = \frac{\text{poids des gonades}}{\text{poids du corps}} \times 100)$$

en fonction de la taille et de la saison.

Poids du corps G = (en g)		0,1	0,4	1,0	2,0	3,0	4,0	Gonades vidées	% de G = 0,1	Effectif étudié	Index G moyen
0,4		11						1	100 %	12	
1,0		12	1						92 %	13	
1,5		10					1		90 %	11	
2,0		7	1		1			1	70 %	10	
3,0		3	4	1		1		2	27 %	11	
4,0		1			1	1	1	2	13 %	8	
Radiales	Mois										
G1 A	janv.	2							100 %	2	0,20
G1 R	fév.	4							100 %	4	0,18
DM1 A	mars-avr.	7	2						77 %	9	0,30
DM1 R	avr.	15		1					95 %	16	0,22
DM2 A	mai	1							100 %	1	0,10
DM2 R	juin	6	1				1		75 %	8	0,76
DM3 A	juillet	4					1		80 %	5	0,94
DM3 R	août	4	1	2	2	2		2	31 %	13	1,50
GA A	août (fin)		1					2	0	3	0,80
G4 R	sept.								0	0	—
DM4 A	oct.	1	1					2	25 %	4	0,50
DM4 R	nov.									0	—

On peut observer que les valeurs de l'index indiquant un développement sensible des gonades ne sont en proportion importante que pour les individus de 2 et surtout 3 g et sont principalement nombreuses de juin à début août ; des gonades vidées sont observées en août.

Sur la figure 4, on remarque que c'est dans la zone d'abondance maximale des adultes (29° à 24° S) qu'on trouve les index moyens les plus élevés et des gonades vidées. Celles-ci sont observées aussi 2° plus au N et plus au S. La région 29° à 24° S a donc de fortes chances d'être la zone de ponte, à partir de laquelle les adultes survivant à la ponte pourraient se disperser ensuite.

3.4. Le cycle annuel de l'espèce.

Si nous ne nous en tenons qu'aux apparences, résultant de l'échantillonnage, l'histoire de l'espèce serait très claire :

— Durée de croissance 1 an, conduisant à une taille maximale de 7,5 cm (soit un poids de 4,5 g), survie au-delà de cette durée nulle ou en faible pourcentage, dans la mesure où l'augmentation d'effectifs des classes adultes dans la répartition des tailles ne s'explique pas précisément par la réapparition progressive d'adultes de l'année précédente qui se seraient enfoncés entre temps : ceci impliquerait une interprétation très différente de la durée du cycle.

— Ponte située principalement en juillet-début août à 24°-29° S, latitudes où apparaissent aussi les plus jeunes individus capturés, ce qui implique de faibles déplacements durant la période larvaire et post-larvaire, ou des déplacements avec retour.

— En octobre-novembre, étalement sensible du stock vers l'extrémité sud de la radiale.

A partir de janvier, au contraire, on retrouve des individus de taille croissante au nord de 24° S, la croissance s'accompagnant d'un déplacement éventuel vers les côtes de Java que certains individus approchent en fin de cycle, une part importante du stock s'avancant au moins à 14° S en juin. Ce déplacement de 800 à 1 000 Milles en 7 mois au plus correspondrait à des vitesses d'environ 5 M par jour, la maturation somatique se complétant pendant ce temps. Assez brusquement, en un à deux mois, soit à des vitesses apparentes de déplacements doubles ou triples, des individus proches cette fois de la maturité génitale sont retrouvés au sud sur les lieux de ponte. Tout ceci est évidemment très schématique : en mars-avril probablement, plutôt qu'un simple déplacement vers le nord, il peut y avoir étalement tout le long de la radiale.

4. CYCLE DE *GONOSTOMA SP.*

4.1. Croissance annuelle de l'espèce.

Nous ne retrouverons plus cette fois une description de la croissance aussi claire que pour l'espèce précédente. La répartition des tailles en groupes de longueurs se montre d'ailleurs assez différente dans son allure générale.

L. (à la fourche) en mm	Fréquences n
10	13
15	34
20	140
30	58
40	34
60	11
80	5
110	3
150 à 210	3

Tous les groupes ayant été représentés toute l'année, il est difficile de retirer des indications valables des données brutes. Toutefois, en exprimant les fréquences des groupes en % du total de chaque croisière, des tendances apparaissent (tableau 2).

Les chiffres gras représentant dans tous les cas sauf pour le groupe 30, le % maximum observé, on peut penser que la génération comportant un maximum de juvéniles observés en janvier-février et un maximum de gros individus en octobre-novembre est la génération principale. Presque partout, existe une autre série moins nette de valeurs plus fortes, environ 4 mois avant (en italique). Il est donc possible que la partie du cycle qui a été observée se déroule en un an, avec apparition dans l'IKMT 5 des plus petits stades, au début de l'année et non plus en août comme pour l'espèce précédente. Les pontes pourraient avoir lieu pendant un peu toute l'année et nous ne pouvons guère présumer de la durée totale du cycle car les 11 individus rassemblés dans le groupe 80 voient leur taille s'échelonner sur 13 cm.

4.2. Distribution de l'espèce en fonction de la profondeur.

Utilisant les mêmes critères de distinction des stations que précédemment, nous obtenons, cette fois, des résultats assez différents des précédents, dans les 56 stations où les profondeurs ont été notées et où des *Gonostoma sp* furent capturés.

TABLEAU 2

Distribution saisonnière de *Gonostoma* sp en groupes de taille, en % du nombre total observé pour chaque croisière.

Mois	août- septembr.	octobre- novembre	janvier- février	mars- avril	mai- juin	juillet- août	Fréquence par groupe	Distribution annuelle
groupes de tailles en mm	G4 62	DM1 62	G1 63	DM1 63	DM2 63	DM3 63		
10	12	10	30	19	18	5	47	16 %
20	51	32	55	54	32	43	140	46 %
30	22	30	6	19	20	5	58	19 %
40	10	11	3	7	18	33	34	11 %
60	4	7	3	0	5	9	11	4 %
80 à 210	1	10	3	1	7	5	11	4 %
Nb total observé (= 100 %)	85	43	33	75	44	21	301	100

L'espèce était plus superficielle à l'heure de capture que ne l'était *S. mullipunctatus*, mais elle montre elle aussi une tendance des plus jeunes individus à être plus profonds lors de la station que les plus âgés.

Nombre de *Gonostoma* sp capturés par station en fonction de la profondeur et de la taille

Stations Tailles (mm)	« St. Superficielles (7) »	« St. moyennes (34) »	« St. profondes (15) »
10 <L <29	1,9	2,5	1,3
30 <L <79	2,1	1,3	0,9
L >80	0,4	0,1	0,1
Total.....	4,4	3,9	2,3

Saisonnement on peut observer :

de G4 62 à G1 63 (août à février).....	St. superficielles	moyennes	Profondes
	2,5 (4)	4,5 (9)	2,6 (12)
de DM1 63 à DM3 63 (mars à juillet)....	7,0 (3)	4,5 (25)	0,3 (3)

Cet étalement vertical de l'espèce en été reflète-t-il les variations de composition en taille (voir ci-dessus) ou une migration saisonnière ? Nous n'avons pas assez de données pour faire autre chose que de le noter.

4.3. Distribution de l'espèce en fonction de la latitude.

L'espèce a été principalement collectée (les 2/3 de ses effectifs) entre 15° et 9°. Sa densité diminue des 2/3 entre 17° et 21° S et perd ensuite encore plus de la moitié de sa valeur au sud de cette zone. Mais en observant la situation dans ces trois zones - assez nettement caractérisée

par les densités moyennes annuelles qui y sont observées car elles varient plutôt brusquement que progressivement —, on s'aperçoit que celle-ci évolue saisonnièrement (tableau 3).

TABLEAU 3

Distribution des Gonostoma sp en % de l'effectif total par croisière

Croisières	Périodes	32° à 23° S	21° à 17° S	15° 30' à 9° S	Nb. total
G4 62	août-sept.	23	16	61	83 = 100
DM4 62	oct.-nov.	22	29	49	45 = 100
G1 63	janv.-févr.	9	36	55	33 = 100
DM1 63	mars-avril	1	14	85	73 = 100
DM2 63	mai-juin	0	18	82	44 = 100
DM3 63	juillet	19	43	38	21 = 100

En considérant les valeurs les plus fortes de chaque région, on voit apparaître un net glissement du stock vers le sud qui rappelle nettement celui qu'on observe pour l'espèce précédente : en octobre-novembre, la moitié de l'effectif capturé a apparemment quitté son habitat pour se répandre jusqu'à l'extrême sud : en mai-juin, il ne reste plus que quelques rares individus au sud de 12° S. Le tableau suivant étudiant la distribution relative des tailles dans ces zones montre que ce déplacement apparent (fig. 5) est sélectif en fonction de la taille.

Distribution de Gonostoma sp en fonction de la taille et de la latitude en % de l'effectif par région

Groupe de taille (L. en mm)	10	15	20	30	40	60	80 à 210	Effectif capturé
9° à 15° 30'	4	8	49	19	12	2	6	210
17° à 21°	3	26	50	11	5	5	0	61
23° à 32° S	3	8	31	31	16	8	3	38

Les chiffres gras représentent le maximum d'importance observé pour chaque groupe sur l'ensemble de la radiale : ils montrent que si les groupes 30 à 60 étaient plus développés en proportion dans le sud et les groupes 15 et 20 dans le centre, les plus petits et les plus gros individus étaient en majorité dans le nord.

La distribution des index gonado-somatiques donne peu de renseignements (l'espèce semble hermaphrodite). C'est pendant la croisière DM2 63 en mai-juin 1963 que sont observées les plus fortes valeurs de G : 2,4 8, 2 et 9,7 ; toutes les autres sont de l'ordre de 0,0 à 0,3 sauf 2,6 et 0,5 observées en juillet-août. Les trois valeurs élevées de G citées ci-dessus correspondaient aux tailles des plus fortes (16 à 21 cm), ce qui confirmerait que la phase adulte se situerait dans les tailles mal échantillonnées par le IKMT 5.

1.1. Le cycle annuel de l'espèce.

Même en tenant pour des conclusions les apparences résultant de l'échantillonnage, il nous reste cette fois une situation bien moins nette que pour l'espèce précédente ; cependant, des faits convergents importants subsistent :

Échantillonnage limité en pratique à une taille maximale de 8 cm, atteinte probablement en un an. Ponte probablement étalée toute l'année avec peut être un pic provoquant une apparition plus marquée de juvéniles en janvier.

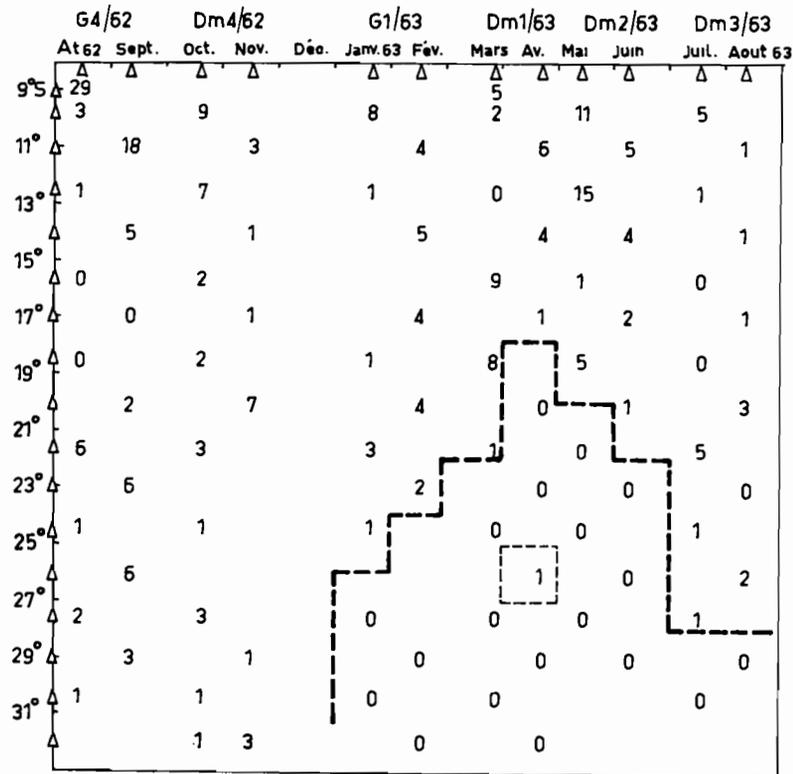


Figure 5: Répartition géographique de *Gonostoma* sp en fonction de la saison

— Espèce plus superficielle à l'heure de l'échantillonnage que *Scopelopsis*, les plus gros individus étant à nouveau moins profonds que les stades qui les précèdent.

-- S'étendant progressivement à toute la radiale de juillet à novembre, l'espèce se restreint à la région nord de janvier à juin.

- - La croissance d'une partie de la population échantillonnée semble à nouveau liée à ce déplacement apparent hors des limites géographiques habituelles de l'espèce, car il concerne surtout les groupes de taille moyens.

S'agit-il d'un déplacement réel ? Est-ce la répercussion artificielle sur l'échantillonnage des variations de la répartition verticale ou de la distribution dans le sens Est-Ouest ?

Cette question se pose plus encore pour *Gonostoma* sp que pour *Scopelopsis multipunctatus*, mais le fait que l'espèce ait été en général plus mal collectée par les traits accidentellement plus profonds que par les autres s'inscrit contre l'hypothèse de l'artefact.

5. CYCLE DE *NOTOLYCHNUS VALDIVIAE* BRAUER.

5.1. Croissance annuelle de l'espèce.

La répartition en taille des échantillons est la suivante (longueur à la fourche en mm) :

L. en mm	n
6	8
9	119
12	132
14	168
16	243
18	427
20	277
22 à 28 mm	52
Total	1 426

La variation annuelle de taille est comme précédemment mieux décrite en étudiant la variation de composition en taille des échantillonnages réalisés à chaque croisière (tableau 4).

TABLEAU 4

Variations saisonnières de la composition en taille des échantillons (en % du total de chaque croisière).

Mois	Taille L. en mm croisières	Taille						Nb. total
		6	9	12	16	18	> 20	
janv.-févr.	G1 63	3	16	21	16	25	20	216
mars-avril	DM1 63	0	11	25	18	21	<i>26</i>	263
mai-juin	DM2 63	<i>0,5</i>	3	24	26	29	19	237
juillet-août	DM3 63	<i>0,5</i>	3,5	12	24	36	23	268
août-sept.	G4 62	0	<i>11</i>	15	16	35	24	167
oct.-nov.	DM4 62	0	7	<i>26</i>	8	33	27	275
	moyen	0,5	9	21	17	30	23	1 426

La croisière G1 63 étant prise comme point de départ, étant donné le nombre maximal de juvéniles qui y a été observé, on peut noter que les chiffres gras qui tous, sauf dans le cas du groupe 12, représentent le maximum d'importance pris par la classe au cours de l'année, forment une très bonne séquence suggérant un cycle d'un an avec une génération principale qui irait de juvéniles, apparaissant en janvier-février, comme dans le cas de *Gonostoma sp.* à des adultes rencontrés en fin d'année. Une génération secondaire peut être notée, comme pour l'espèce précédente, environ 4 mois avant cette génération principale (chiffres italiques). La croissance de l'espèce serait d'environ un groupe de taille par croisière, mais l'image obtenue suggère une large répartition des pontes dans l'année.

5.2. Répartition en profondeur de l'espèce.

Suivant les mêmes critères que précédemment, on peut classer les résultats obtenus en divisant en trois groupes les 61 stations où des *N. valdiviae* furent capturés et où des observations de profondeurs furent faites (Tableau 5).

TABLEAU 5

Nombre moyen de N. valdiviae collectés par station; en fonction de la profondeur atteinte par l'IKMT 5 et de la taille des spécimens.

Profondeurs Numéros des colonnes	St. « superficiel » (10)	St. « moyennes » (42)	St. « profondes » (9)	Rapports des moyennes observées	
	1	2	3	1/2	3/2
L. (mm)					
6	1,0	0,5	0,1	2,0	0,8
10	1,5	0,7	3,0	2,1	4,3
12	2,4	1,3	2,7	1,9	2,1
14	2,7	2,3	3,1	1,2	1,3
16	3,0	3,6	3,7	0,8	1,0
18	6,1	6,0	5,1	1,0	0,9
>20	4,8	4,6	4,5	>1,0	<1,0
Total	21,5	19,0	22,8	1,1	1,2

Il y a une remarquable cohésion des résultats, qui ont pu être détaillés du fait de la plus grande abondance des diverses tailles toute l'année. D'abord superficielle pour les rares plus petites formes, l'espèce paraît s'enfoncer assez brusquement pour une taille de 10 mm; elle remonte très progressivement, le relour vers la surface passant par les stations moyennes pour le groupe 16 et étant maximal pour les adultes (groupes 18 et 20). Cependant, les groupes 10 à 14 montrent toujours un relèvement du rendement pour les stations les plus superficielles: il peut être le reflet de deux situations verticales différentes correspondant à des régions ou à des périodes différentes mais nous avons trop peu de données pour l'étudier. Rappelons qu'un changement du niveau de capture peut signifier tout autre chose qu'un changement du niveau moyen de l'espèce à l'heure de prélèvement.

La variation saisonnière globale de capture de l'espèce en fonction de la profondeur paraît intéressante aussi, (tableau 6).

TABLEAU 6

Variations saisonnières des captures de N. valdiviae en fonction de la profondeur par station.

Croisières	St. « superficielles »	St. « moyennes »	St. « profondes »
G4 62	1	12	22
DM4 62	76		47
G1 63	9	17	17
DM1 63	11	17	
DM2 63	24	14	
DM3 63	15	15	18

5.3. Répartition géographique et saisonnière en fonction de la taille.

La majorité des individus a été collectée entre 27° et 18° S et la répartition obtenue en première analyse est assez homogène. Cependant l'importance prise par les différentes classes aux latitudes d'observations diffère notablement d'une région à l'autre, ainsi que le fait apparaître le résumé suivant (% de l'effectif de chaque groupe de taille observé par région). On y notera une influence accentuée des premiers groupes et du groupe 18 au centre, des groupes 12 et 16 et des plus gros individus au sud.

	Nb. st.	Groupes (L. en mm)						% du total
		6	9	12	16	18	20	
Sud 32° à 26° S.....	25	0	27	39	31	26	38	29 %
Centre 24° 30 à 17° S.....	35	88	57	52	58	61	46	59 %
Nord 15° 30 à 9° S.....	31	13	16	8	12	12	16	12 %

Cependant, le chiffre de 29 %, trouvé au sud, pour le total annuel des classes traduit mal l'existence de fluctuations saisonnières importantes : on observe dans cette région 12 % des individus capturés, pendant G1 63, puis 42 % pendant DM1 63, 24 % pendant DM2, 45 % pendant DM3 63 et G4 62, 51 % pendant DM4 62. Nous retrouvons donc à nouveau, le déplacement général vers le sud noté pour les précédentes espèces en fin d'année, sensible ici également pendant DM1 63.

Le pourcentage d'individus présents au nord de 18° varie de manière moins cohérente et n'excède généralement pas 15 % du total. Le tableau 7 explicitant les notions précédentes, ne tiendra pas compte de la situation dans cette zone.

TABLEAU 7

Nombre moyen de *N. valdiviae* de chaque groupe collectés par station de 32° à 26° S (sud) et de 24° 30 à 17° S (centre)

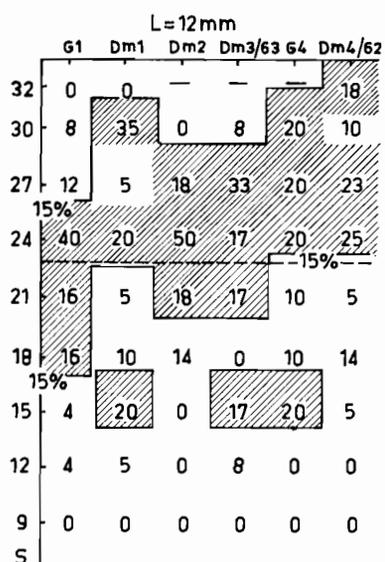
I — Nombres :

Croisières	G1 63		DM1 63		DM2 63		DM3 63		G4 63		DM4 63	
Mois	janv.-févr.		mars-avril		mai-juin		juil.-août		août-sept.		oct.-nov.	
Zones L. en mm	sud	centre	sud	centre	sud	centre	sud	centre	sud	centre	sud	centre
6	0	1,0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0
9	0,7	5,2	2,2	1,3	0,3	0,7	1,3	0,3	0,3	2,5	1,6	2,4
12	1,5	6,2	6,6	3,5	3,0	7,7	2,8	2,0	3,5	1,5	8,8	6,2
16	0,3	1,2	3,6	3,7	2,7	8,2	5,0	4,3	3,5	1,2	2,6	2,2
18	0,8	7,5	2,6	4,8	1,0	9,8	6,8	7,5	4,3	6,3	10,0	9,2
≥ 20	1,3	5,0	4,8	5,3	4,0	1,0	4,3	4,0	4,3	3,0	9,0	6,0
Total par station	4,6	29,1	19,8	18,6	11,0	30,6	20,2	18,1	15,9	14,5	32,0	26,0

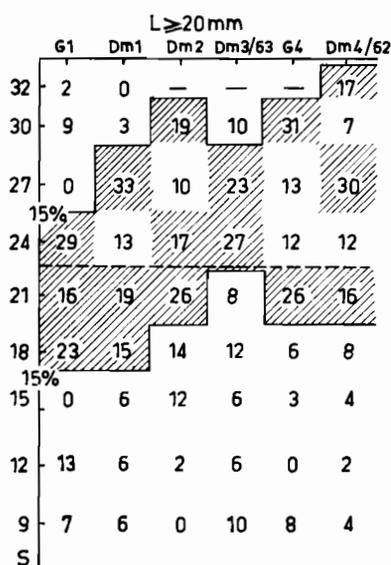
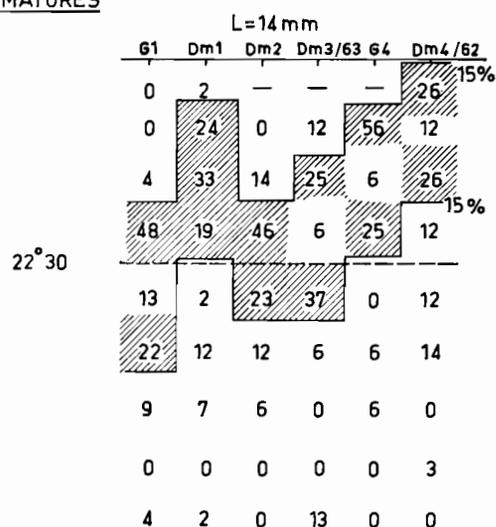
TABLEAU 7

II. Rapports centre/sud (quotient des valeurs figurées en 1 dans les 2 colonnes de chaque croisière).

Zones L. en mm	G1 63	DM1 63	DM2 63	DM3 63	G4 63	DM4 63	Rapport moyen 1962-63
6	—	—	—	—	—	—	—
9	7,4	0,6	2,3	0,3	8,3	1,5	1,48
12	4,1	0,5	2,6	0,7	0,4	0,7	0,96
16	14,0	1,0	3,0	0,9	0,3	0,8	1,34
18	9,4	1,8	9,8	1,1	1,5	0,9	1,74
20	3,8	1,1	1,0	0,9	0,7	0,7	0,86
Rapport moyen	6,3	0,9	2,8	0,9	0,9	0,8	1,46



IMMATURES



ADULTES

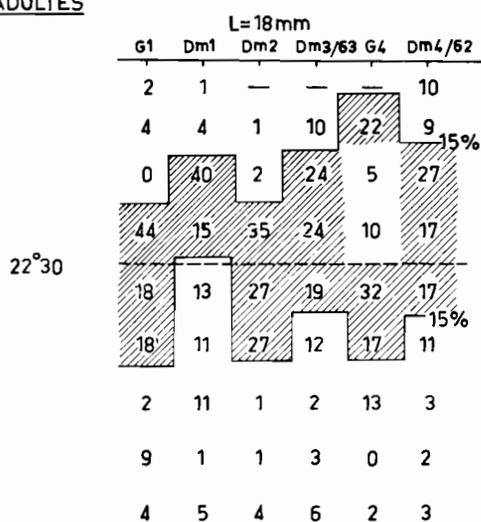


Figure 6: Distribution géographique de divers groupes de taille de *N. Valdiviae* Brauer le long du 110° E en fonction de la saison (en% du total par croisière)

Quand le rapport centre/sud est inférieur à 1, cela signifie que la densité observée était plus forte au sud qu'au centre, et inversement. S'il est supérieur à la moyenne générale de la croisière pour l'ensemble des groupes, cela signifie que le groupe concerné était alors davantage concentré que les autres dans le centre (valeurs soulignées dans la partie II), et inversement.

L'examen de la deuxième partie du tableau confirme que la situation moyenne décrite précédemment reste la plupart du temps valable malgré les variations saisonnières : groupe 12 plus dense vers le sud ainsi que les tailles les plus fortes, groupe 18 plus dense dans le centre ; groupe 6 seulement observé dans le centre où le groupe 9 est aussi plus abondant, spécialement pendant les croisières où il a son développement maximal.

L'évolution saisonnière de la valeur des rapports centre/sud pour le total des groupes décrit bien le glissement progressif de l'espèce vers le sud dont nous avons parlé y inclus son extension provisoire au sud pendant DMI 63.

5.4. Index gonado-somatique (G).

5.4.1. Sexe et tailles.

L'examen des gonades a été fait, cette fois en différenciant les sexes, sur des sous-échantillons d'individus des groupes 18 et 20, groupes où le développement des gonades est net. La répartition des sexes observée est :

	Effectif étudié	% mâles	% femelles
L = 18 mm	267	60 %	40 %
L = 20 mm	98	40 %	60 %

Ceci indique une taille moyenne un peu plus forte pour les femelles que pour les mâles.

5.4.2. Taille et gonades.

L'échelle de taille utilisée ne se révélait pas assez précise pour l'étude de l'évolution de la maturité des ovaires en fonction de la taille ; on y a substitué ici un classement en poids.

Les résultats obtenus sont figurés dans le tableau 8.

TABLEAU 8

*Classement des fréquences observées pour les valeurs de G par groupe de poids
(en % de l'effectif par groupe)*

Poids du corps (mg)	G = 0	1-2	3-4	5-6	7-8-9	≥ 10	Effectif (= 100 %)
40	23	35	12	16	16	0	53
50	3	34	35	16	9	3	92
60	2	19	41	20	17	0	53
70	0	21	31	42	5	0	19
80	0	0	50	50	0	0	2

Les remarques suivantes peuvent être faites :

— Les plus petits représentants des tailles 18 montrent le pourcentage maximum des gonades non ou peu développées. Quelques-uns de ces petits individus cependant ont des gonades très développées ; au total, le groupe de poids 40 est probablement très près du début effectif de la première maturation génitale de l'espèce.

Dans une certaine limite du moins, on observe un développement corrélatif de la taille et des gonades pour une majorité d'individus.

De plus pour les plus grandes tailles, les index $G = 0$ et $G = 1$ deviennent rares ou sont absents.

Si nous étions sûrs d'avoir échantillonné de façon homogène tout le cycle de l'espèce, ceci pourrait vouloir dire qu'il n'y a qu'une ponte dans la vie de l'individu, car, nous le verrons, les pontes interviennent une grande partie de l'année ; on aurait dû dans le cas contraire trouver des débuts de développement de gonades aussi bien dans un groupe de taille que dans un autre puisque ces groupes sont eux aussi plus ou moins présents toute l'année. Mais on ne saurait exclure que les plus grandes tailles connaissent leur début de maturation génitale plus profondément que les limites d'échantillonnage.

Si nous nous reportons à ce qui a été dit de la croissance de l'espèce, le passage du groupe 18 au groupe 20 étudié ici demanderait environ 1 mois et demi à 2 mois. Le poids moyen de la classe 18 étant d'environ 54 mg et celui de la classe 20 de 68 mg, une conclusion pourrait être que le passage des faibles index gonado-somatiques aux valeurs moyennes ou élevées, se ferait dans un laps de temps équivalent ou au plus deux fois supérieur à ce délai. On peut déduire des données très comparables des observations faites à propos de *S. multipunctatus*.

5.4.3. Maturation des gonades au cours de l'année.

Dans le tableau 9 la maturation des gonades a été étudiée dans les diverses croisières pour l'ensemble de la radiale, en exprimant en % de l'effectif étudié pour la croisière considérée, les effectifs des diverses classes de G. La croisière G4 où un maximum de gonades peu développées a été observé, a été prise cette fois comme point de départ.

TABLEAU 9

Variations de G en fonction de la saison

Mois	Croisière	n	Classes de G (fréquences en %)						Rappel des % de juvéniles observés	
			0	1-2	3-4	5-6	7-8-9	10	CL. 6	CL. 9
Août-sept.	G4 62	36	14	39	36	6	3	3	0	11
Oct.-nov.	DM4 62	59	5	30	39	19	5	2	0	7
Janv.-févr.	G1 63	32	6	26	34	18	16	0	3	16
Mars-avril	DM1 63	22	0	10	22	36	28	5	0	11
Mai-juin	DM2 63	38	13	53	18	16	0	0	0,5	3
Juil.-août	DM3 63	27	0	8	30	22	40	0	0,5	3,5

Il est difficile d'entrevoir dans ce tableau un schéma clair de la reproduction de l'espèce.

Au total des pontes paraissent intervenir à plusieurs reprises dans l'année. Certaines concernent un pourcentage plus élevé d'individus, l'évolution des index gonado-somatiques suggère qu'il peut y avoir au moins deux pontes principales, probablement assez étalées, correspondant,

suivant la durée inconnue de la vie larvaire, avec l'une ou l'autre des deux générations de stades juvéniles rencontrées.

5.4.4. Cycle de maturation des gonades en fonction de la dispersion géographique.

En reprenant la division précédemment faite en trois régions on peut subdiviser le tableau précédent, pour étudier comparativement l'évolution des gonades dans les deux régions centre et sud, les plus intéressantes. On obtient, pour les plus fortes valeurs de G les résultats du tableau 10.

TABLEAU 10

Pourcentages des valeurs de G supérieures à 4 au sud et au centre

Croisières	Au sud 26° S		De 24° 30 à 17° S	
	n	G ≥ 5	n	G ≥ 5
G4 62.....	11	18	20	28
DM4 62.....	31	19	23	30
G1 63.....	4	25	21	38
DM1 63.....	9	66	13	68
DM2 63.....	3	33	34	12
DM3 63.....	3	66	17	64

L'existence de deux pics de maturation génitale identiques dans les deux régions n'est pas invalidée par cette comparaison et la similitude des valeurs maximales dans les deux zones est intéressante à noter, quoique non significative.

Toutefois, en ne retenant que les gonades les plus développées, on observe dans la répartition des fréquences moyennes observées par station d'intéressantes différenciations :

G	0 à 5	≥ 6	Nombre de stations
Sud.....	3,40	0,61	15
Centre.....	3,48	1,27	27
Nord.....	1,07	0,43	19

Les gonades de poids relatif élevé paraissent nettement plus abondantes dans le centre que dans le sud, ceci malgré la plus grande densité d'individus de la plus grande classe de taille dans le sud (§ 5-3) ; il est donc probable que le lieu de ponte principal de l'espèce dans la zone échantillonnée est dans le centre tel qu'il a été défini : ceci serait en accord avec la concentration maximale de juvéniles qu'on y rencontre.

5.4.5. Variations de la répartition des sexes au cours de l'année.

Sur le total des observations faites (n = 537) le rapport $\frac{\text{mâles}}{\text{femelles}}$ s'établit à 1,28, ce qui correspond à peu près à 5 mâles pour 4 femelles. Ce rapport montre des variations saisonnières. Il est successivement de G 4 62 : 1,37, DM4 62 : 1,05, G1 63 : 1,60, DM1 63 : 1,78, DM2 63 : 1,28, DM3 63 : 1,00.

La proportion des sexes qui est de 5 mâles pour 5 femelles en octobre-novembre s'accroît donc en début d'année jusqu'à 9 mâles pour 5 femelles en mars-avril pour retourner progressivement à l'égalité en juillet-août et remonter à 7 mâles pour 5 femelles en août-septembre.

Toutefois si on analyse mieux cette situation, on peut voir qu'elle est nettement hétérogène.

En effet, on note les rapports $\frac{\text{mâles}}{\text{femelles}}$ suivants dans les trois régions étudiées.

	G4 62	DM4 62	G1 63	DM1 63	DM2 63	DM3 63	Total
Sud.....	1,5	0,8	1,0	2,0	2,3	1,3	1,22
Centre.....	1,6	1,3	1,8	1,0	1,0	0,8	1,25
Nord.....	0,6	1,4	1,4	(fem = 0)	(fem = 0)	1,0	1,63

Si les rapports $\frac{\text{mâles}}{\text{femelles}}$ varient à peu près parallèlement dans le nord et le sud, ils tendent plutôt vers une corrélation négative entre le sud et le centre. Les croisières où le contraste est le plus fort sont DM1 63 et DM2 63 où la proportion des mâles est maximale au sud, minimale au centre. Il est difficile d'interpréter ce fait, autrement qu'en rappelant que DM1 63 paraît être une période de ponte active ; la proportion des femelles se trouverait alors plus élevée au centre, zone de ponte plus active, nous venons de le voir.

5.5. Le cycle annuel de l'espèce.

Le cas de *N. valdiviae* est différent des précédents. Bien que l'espèce soit très largement répandue sur la radiale, on observe en effet cette fois plus d'homogénéité dans les distributions observées à la fois dans le temps et dans l'espace, et les déplacements notés, antérieurement, ne se traduisent ici que par le fait que certaines classes voient leur importance relative varier avec la latitude de manière plus ou moins sensible : il n'y a plus ici qu'un reflet très atténué des deux cycles qui viennent d'être décrits.

Pendant, on peut résumer ainsi les observations faites :

— L'espèce est la plus petite et la plus abondante parmi celles étudiées ici. Sa taille ne dépassant guère 2,2 cm est très probablement atteinte en un an. L'apparition maximale des juvéniles est notée en début d'avril.

— Les captures pour l'ensemble de l'espèce sont réparties verticalement à l'heure d'échantillonnage d'une manière assez homogène, malgré les irrégularités des profondeurs d'échantillonnage ; de nouveau les plus gros individus tendent à être capturés moins profondément que les classes de tailles qui les précèdent.

— Le pourcentage d'individus capturés au sud de 25° S, faible en début d'année, s'accroît sensiblement en mars-avril, diminue à nouveau, puis s'accroît comme précédemment de plus en plus de juillet à novembre.

— On retrouve également le fait que ce déplacement apparent d'une partie du stock étudié concerne davantage les groupes de taille précédant la maturation génitale (groupe 12 et 16).

— Les pontes sont très étalées dans l'année et l'évolution des gonades ne montre guère de cycle net ; un certain nombre de faits suggèrent que les pontes principales ont lieu dans la région définie comme la région centrale de la radiale.

6. COMPARAISON ET SYNTHÈSE DES CYCLES OBSERVÉS.

6.1. Effet de l'échantillonnage : sélection en taille.

Il est intéressant de juxtaposer les trois tableaux de répartition en taille des espèces étudiées (% du total échantillonné) (tableau 11).

TABLEAU 11

Action supposée du filet	S. multipunctatus		Gonostoma sp		N. valdiviae	
	Poids	Fréq.	Tailles	Fréquences	Tailles	Fréquences
Échappement : majeure partie de l'effectif de ces classes	< 100 mg # 20 mm	58 %	10 mm	4 %	< 12 mm	9 %
			15 mm	11 %	12 mm	9 %
Meilleures conditions d'échantillonnage	100-200 mg	13 %	20 mm	47 %	14 mm	12 %
	200-400 mg	4 %			16 mm	17 %
Évitement croissant + mortalité de l'espèce	400-800	4 %	30 mm	19 %	18 mm	30 %
	800-1500	6 %	40 mm	11 %	20 mm	20 %
Évitement : partie importante de l'effectif des classes	adultes : 1500-4500 # 50 à 75 mm	16 %	60 mm	4 %	22 mm	4 %
			80 à 210 mm	4 % (adultes)		
	Effectifs totaux	259		301		1426

Les commentaires indiqués en marge et surtout les limites qui leur sont assignées sont de pures hypothèses ; il semble toutefois qu'on puisse admettre que dans les 3 espèces, compte tenu de leur forme générale, de leurs aptitudes natatoires et des mailles du filet employé et de sa cod-end, l'échappement ait été maximum en dessous d'une dimension commune très proche de 20 mm. Cette taille était la mieux échantillonnée ; l'évitement débute au-delà de ce seuil et son importance est certainement croissante. Bien qu'impossible à estimer, il devrait être faible ou nul pour la première espèce et la troisième, mais peut devenir très marqué pour les gros *Gonostoma*.

Ces commentaires ne tiennent pas compte des variations de la distribution verticale au cours du cycle.

6.2. Irrégularité de l'échantillonnage vertical : indications sur le cycle vertical des espèces.

Il est également intéressant de comparer les résultats obtenus en étudiant sur les 3 espèces l'influence des irrégularités de l'échantillonnage vertical. Les stations ont été classées, rappelons le, en trois groupes, stations « moyennes » (moyennes $\pm 10\%$), stations « superficielles » et « profondes » ; ces deux derniers groupes représentent ensemble à peu près le 1/3 du total et comprennent les stations que l'on peut qualifier d'aberrantes (tableau 12).

TABLEAU 12

Nombre collecté par station en fonction de la profondeur atteinte

Cycle	S. multipunctatus				Gonostoma sp.				N. valdiviae			
	Poids mg	St. sup.	moy.	prof.	long. mm	St. sup.	moy.	prof.	long. mm	St. sup.	moy.	prof.
Juvéniles									6-9	1,0	0,5	0,4
Maturation Somatique	< 100	1,8	3,1	5,8	10-29	1,9	2,5	1,3	10-15	6,6	4,3	8,8
	100 à 1000	1,3	0,3	1,7	30-79	2,1	1,3	0,9	16-17	3,0	3,8	3,7
Maturation génitale et adultes	> 1000	0,5	2,1	0,6	≥ 80	0,4	0,1	0,1	≤ 18	10,9	10,6	9,9
	total	3,6	5,5	8,1		4,4	3,9	2,3		21,5	19,2	22,8

On remarque des points communs très clairs entre ces trois séries d'observations :

— Les plus jeunes stades ont été pris plus en profondeur que les adultes, à l'exception des tout premiers stades de *N. valdiviae*.

— Le retour de captures plus abondantes en surface marque plus ou moins l'accession des espèces au stade qui précède ou accompagne le développement des gonades.

Les différences entre les 3 espèces sont :

--- La stratification apparente est de moins en moins nette de la première espèce à la troisième.

— *Scopelopsis multipunctatus* est relativement plus abondant dans les traits profonds. La situation est inverse pour *Gonostoma sp.* *N. valdiviae* est très régulièrement répartie, si l'on considère le total des stades, mais l'étude plus précise de la stratification de l'échantillonnage en fonction de la taille faite pour cette espèce, montre des changements nets et progressifs de la profondeur de densité maximale des captures.

6.3. Distribution des trois espèces en fonction de la latitude et de la saison.

Les cycles des trois espèces ont leurs points de départ en des régions très différentes de la radiale, mais ils se présentent tous à un degré plus ou moins grand de la même manière comme on peut le voir dans les tableaux de la figure 7.

Les valeurs maximales ont été encadrées et leur disposition montre bien dans tous les cas que :

— Un enrichissement marqué au sud, de juillet à novembre, apparaît assez soudainement.

— La densité des 3 espèces dans le nord est maximale de mars à juin.

— Les chiffres les plus élevés notés dans le centre représentent très bien des transitions dans le temps entre ces deux situations ; ceci s'accorderait entre autre avec le fait que la situation rencontrée serait réellement un transport.

--- Lors de la croisière DMI, la situation pourrait être celle d'un étalement des distributions le long de la radiale.

Répartition des trois espèces étudiées dans les trois parties de la radiale 110 E (% de l'effectif par croisière)

	32° à 23°S			21°30 à 17°S			15°30 à 9°S		
	Scopel. multip.	Gonost.	N. valdiviae	Scopel. multip.	Gonost.	N. valdiviae	Scopel. multip.	Gonost.	N. valdiviae
Aout Sept.	96	23	48	4	16	37	0	61	15
Oct. Nov. 62	96	22	65	2	29	29	2	49	6
Janv. Fév.	34	9	47	50	36	40	17	55	13
Mars Avril	42	1	57	29	14	21	29	85	22
Mai Juin	22	0	48	11	18	45	66	82	7
Juillet Aout 63	95	19	66	0	43	20	5	38	14
Moy. ann.	86	12	51	7	20	31	7	68	13

Répartition des classes concernées par les déplacements apparents maximums pour les trois espèces ci-dessus (stades de prématuration génitale en % de leurs effectifs par croisière)

	32° à 23°S			21°30 à 17°S			15°30 à 9°S			Fréquences de classes en % du total collecté.		
	Scopel. 400 à 2000	Gonost. 30 à 80	N. valdiviae 14-15	Scopel. 400 à 200	Gonost. 30 à 80	N. valdiviae 14-15	Scopel. 400 à 2000	Gonost. 30 à 80	N. valdiviae 14-15	Scopel. 400 à 2000 mg.	Gonost. 30 à 80 mm.	N. valdiviae 14-15 mm.
Aout Sept.	0	35	87	0	3	6	0	61	6	0	36	10
Oct. Nov. 62	50	38	76	50	28	26	0	33	3	3	46	13
Janv. Fév.	33	25	52	51	25	35	17	50	3	100	12	10
Mars Avril	31	0	78	37	5	14	31	95	9	67	26	16
Mai Juin	0	0	60	14	10	35	86	90	6	77	43	15
Juillet Aout 63	75	10	43	0	20	40	25	70	13	10	48	7

Figure 7: Répartition saisonnière résumée des trois espèces étudiées le long du 110°E.

6.4. Cycle des espèces : Croissance et maturation des gonades.

Les cycles sont inégalement clairs, reflétant sans doute des saisons de ponte plus ou moins nombreuses, ou plus ou moins étalées.

S. multipunctatus a probablement le cycle le mieux individualisé avec la capture de la presque totalité de juvéniles en août-septembre, d'adultes aux gonades très développées en juillet-août, les mélanges des stades, n'intervenant qu'à ce moment entre ces deux formes extrêmes.

Pour les deux autres espèces le maximum de juvéniles a été observé en janvier-février, avec un mode secondaire de mai à août pour *Gonostoma sp.*, en août-septembre pour *N. valdiviae*.

Les diverses classes de tailles étaient rencontrées toute l'année pour ces deux dernières espèces, mais elles prennent leur maximum d'importance successivement ; cette séquence observée dans les tableaux des §§ 4.1. et 5.1. suggère un cycle d'un an pour *N. valdiviae* et la même durée, au moins pour la partie valablement échantillonnée du cycle de *Gonostoma sp.*

Le développement des gonades s'accorde parfaitement avec les autres données pour *Scopelopsis multipunctatus*, n'a pratiquement pas été observé pour *Gonostoma sp.*, et montre une évolution saisonnière confuse pour *N. valdiviae*, s'accordant plus ou moins avec l'hypothèse de 2 générations principales dans l'année.

6.5. Croissance et variations géographiques des espèces.

Dans les trois cas, le déplacement observé concerne uniquement, ou principalement, les stades où la maturation somatique est active, précédant, ou semblant précéder (*Gonostoma sp.*), la maturation génitale.

C'est ainsi qu'au sud, de juillet à novembre, on observe à la fois des juvéniles et des adultes mûrs, pour *Scopelopsis multipunctatus*, des *Gonostoma* de taille intermédiaire, et, pour *N. valdiviae*, une proportion élevée des stades précédant les classes où la maturation génitale a été observée. Au nord on trouve, dans le reste de l'année, des *Scopelopsis* en plein développement somatique et, les plus petits et les plus grands — et les plus mûrs — des *Gonostoma* capturés. Au centre on rencontre à la même période les plus petits et la majorité des plus mûrs des *N. valdiviae*.

Le tableau de la partie inférieure de la figure 7 permet de constater qu'en effet le déplacement apparent loin de la zone d'abondance normale de l'espèce est plus marqué pour les stades précédant la maturation génitale que pour l'ensemble des récoltes.

6.6. Signification de ces déplacements apparents.

Il est difficile cependant de trouver une signification précise et surtout sûre à ces déplacements.

S'agit-il d'un artifice de l'échantillonnage, lié aux différentes dispersions verticales des différents stades ? Nous avons vu que de tels changements existent dans les trois espèces, mais les niveaux de concentrations au moment des captures sont manifestement très différents, et *Gonostoma sp.* était pris constamment plus en surface que le niveau atteint par les traits les plus profonds : il semblerait surprenant que pour des espèces si différenciées verticalement et géographiquement on ait observé régulièrement comme cela a été le cas, des cycles de dispersion géographique de même type ; le cycle de *Scopelopsis* est trop clair et trop complètement décrit dans les faits observés, le cycle de *Gonostoma* est trop manifestement plus superficiel que les autres à l'heure des stations, pour que l'on puisse s'en tenir à l'intervention de l'échantillonnage sans du moins examiner d'autres hypothèses.

Mais si nous éliminons une explication artificielle, il reste nombre de problèmes posés. S'agit-il d'un déplacement actif ou passif ? On peut être tenté d'exclure la première hypothèse, étant donné la petite taille des formes étudiées (sauf peut-être pour quelques *Gonostoma* adultes capturés) et, plus encore, étant donné la rapidité relative de certains des déplacements observés.

S'agit-il d'une situation advective ; en d'autres termes, avons-nous vu passer sur la radiale plusieurs populations différentes en différents états d'évolution localisées en des latitudes très différentes ? S'agit-il d'une situation convective, en d'autres termes le déplacement a-t-il bien réellement eu lieu dans la région étudiée ? Contre la première hypothèse s'inscrit la cohésion entre la plupart des données obtenues qui forment des cycles très complets pour des espèces dont la biologie est à d'autres égards très différente. Contre la seconde hypothèse s'inscrivent, l'insuffisance de l'échantillonnage vertical et le fait que l'étude de la région a été basée sur une seule radiale.

Même si nous admettons cependant cette dernière hypothèse, surtout séduisante dans le cas de *S. multipunctatus*, il reste de nombreux points obscurs, les déplacements des espèces étant des déplacements résultants. Les déplacements réels sont-ils donc l'action de transports d'eau, de sens inverses, superposés, constants ou non dans le temps ou de transports s'inversant plus ou moins successivement dans une même couche d'eau ? L'homogénéité dans le temps des aspects communs trouvés entre les déplacements des diverses espèces est en faveur de la deuxième sugges-

tion. Mais il est assez logique aussi de s'attendre à des dérives différentes des divers stades au cours de leurs migrations verticales ontogéniques et saisonnières.

Les unes comme les autres de ces hypothèses ne peuvent rester malheureusement que cela en l'état actuel de l'échantillonnage et des connaissances sur la biologie verticale de ces trois espèces.

BIBLIOGRAPHIE

- BRAUER (A.), 1906. — Die Tiefsee-Fische. I. Systematischer Teil. Wiss. Erg. Deut. Tiefsee Exped. Valdivia, 1898-1899. Bd. XV.
- EBELING (A. W.), 1962. — Melamphaidae I. Systematics and zoogeography of the species in the bathypelagic fish Genus *Melamphaes* Günther-Dana Report n° 58.
- FRASER-BRUNNER (A.), 1948. — A classification of the fishes of the family Myctophidae. Proc. Zool. Soc. London, 118 (Part 4), pp. 1019-1106.
- GILBERT (C. H.), 1905. — The Deep Sea Fishes. In Jord-Everm The Aquat. Resources of the Hawaiian Islands Part II Washington 1905.
- GRANDPERRIN (R.) et LEGAND (M.), 1967. — Influence possible du système des courants équatoriaux du Pacifique sur la répartition et la biologie de deux poissons bathypélagiques. *Cah. ORSTOM*, sér. *Océanogr.* vol. V, n° 2, p. 67-77.
- JESPERSEN (P.) et TANING (A. V.), 1926. — Mediterranean Sternoptychidae. Rep. of the Dan. Oc. Exp. 1908-1910 to the Medit. and adj. Seas. Vol. II Biol. n° 9, Copenhague pp. 1 à 59.
- KING (E. J.) et IVERSEN (R. T. B.), 1962. — Midwater trawling for forage organisms in the Central Pacific-Fishery Bulletin, vol. 62, n° 210, pp. 271-321.

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

Deuxième note

DISTRIBUTION MOYENNE DES PRINCIPALES ESPECES DE L'ICHTYOFAUNE

par Michel LEGAND* et J. RIVATON**

RÉSUMÉ

L'auteur définit les espèces les plus abondantes de l'ichtyofaune capturée le long du 110° E de 9° S à 32° S. durant les 91 stations micronekton des croisières saisonnières du C.S.I.R.O. d'août 1962 à août 1963 et étudie principalement la répartition géographique moyenne de 23 d'entre elles trouvées dans plus de 20 % des stations.

Celles-ci montrent un maximum moyen annuel de fréquence généralement bien délimité géographiquement : en fonction de sa position elles peuvent être divisées en 5 groupements liés aux eaux de la région subtropicale, de la région tropicale, aux zones de mélange (2 groupements) ou montrer leur plus grand développement aux deux extrémités de la radiale (« bimodalité »). Le degré d'exigence écologique de ces groupements paraît différer notablement, les deux premiers ayant des besoins plus étroitement précisés que les trois suivants : ils sont presque entièrement composés de Myctophidés. Les variations annuelles de l'abondance numérique diffèrent d'un groupement à l'autre.

SUMMARY

This paper deals with the most frequently caught species of fish collected from 9° S to 32° S along the 110° E at the 91 micronekton stations during the C.S.I.R.O. cruises, from august 1962

* Océanographe biologiste au centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa.

** Auxiliaire de recherche au centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa.

till august 1963. The author mainly studies the geographical distribution of 23 of them occurring in more than 20 % of the stations.

These species show an annual maximum of frequency geographically delimited. According to the position of this maximum, one can divide these species into 5 groups: one closely related to the subtropical area, one related to the tropical area, two occurring in the intermediate areas, one showing a bimodal distribution at each end of the leg. The ecological needs of these groups seem to vary from one to the others: they are strict for the 2 first ones, which are mainly formed with *Myctophidae*. Annual variation in frequency vary from one group to the others.

1. LES POISSONS DANS LES ÉCHANTILLONS MICRONECTON DES CROISIÈRES SAISONNIÈRES ÉCOLOGIQUES DU C.S.I.R.O.

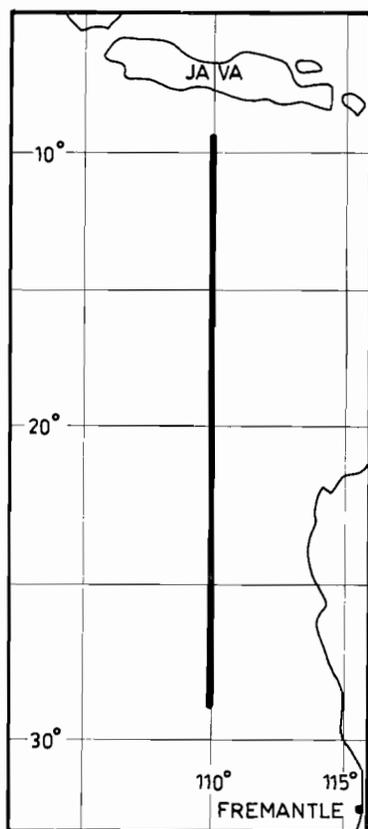


Fig. 1. - Itinéraire exploré par les croisières C.S.I.R.O. des *Hmas Gascoyne* et *Diamantina* en 1962-1963.

Dans une première note (1), l'auteur a décrit les cycles biologiques de 3 espèces, chacune d'entre elles étant caractéristique des 3 grandes régions de la radiale (Sud, Centre, Nord). Le but de ce premier texte était de montrer l'évidence d'un certain pourcentage d'échange entre les ichtyofaunes de ces trois régions, échange sur le mécanisme duquel seules des hypothèses pouvaient être émises.

La note qui suit caractérise la distribution moyenne des principales espèces, calculée pour une année d'observations.

1.1. Rappel des conditions de récolte :

Nous ne ferons que rappeler brièvement que les échantillons étudiés ici furent collectés durant les 6 croisières biologiques saisonnières organisées par le C.S.I.R.O. d'août 1962 à octobre 1963 entre 9° S et 32° S le long du 110° E (fig. 1). Les 91 stations dont le Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa eut la responsabilité constituaient le programme dit « micronecton » et furent exécutées sur les navires « HMAS GASCOYNE » et « DIAMANTINA » en utilisant un chalut Isaacs-Kidd de 5 pieds (IKMT 5) en traits obliques de 0 à 210 m (moyenne générale), chaque soir vers 22 h. 30, temps local.

1.2. Importance relative des poissons dans les échantillons IKMT 5 :

La place tenue par les poissons dans les échantillons collectés au IKMT 5 en 1962-1963 le long du 110° E est essentielle, comme le montre le tableau qui suit, puisque, en masse, ils viennent en tête de tous les groupes capturés, et, en nombre, au second rang, après leurs larves.

(1) Cf. LEGAND, M. Cycles biologiques des poissons mésopélagiques dans l'est de l'Océan Indien. Première note. *Cah. O.R.S.T.O.M. série Océanographie vol. V n° 4.*

TABLEAU 1 : *Importance des Poissons dans les échantillons IKMT 5*
(Moyenne par station)

Caractère	Valeur	Importance relative
Biomasse estimée.....	22,0 g	17 % de l'échantillon total
Poids sec.....	5,1 g	34 % de l'échantillon. 4/5 de la fraction dite micronectonique.
Nombre.....	97* (1)	18 % des 532 org. micronectoniques ou macroplanctoniques.
Poids sec individuel moyen	47 mg	
Biomasse individuelle moyenne.....	203 mg	Variant en fait de 50 mg à 100 g.

1.3. Répartition géographique moyenne des poissons :

Considérés dans leur ensemble, les poissons se différencient également notablement des autres groupes collectés par l'IKMT 5 : au lieu de montrer comme eux un seul maximum très distinct d'abondance dans le nord de la radiale, leurs biomasses présentent des pics presque équivalents de part et d'autre de 20° S, et en nombre, ils sont même plus abondants au sud de 20° S qu'au nord. Leur taille individuelle, réduite au sud, est minimale de 25° à 20° S, et atteint son maximum au nord. La distribution du nombre d'espèces est elle aussi maximale au nord et minimale vers 21° (2) (fig. 2).

2. COMPOSITION DE L'ICHTHYOFAUNE CAPTURÉE. DIFFÉRENCIATIONS DANS LES EXIGENCES ÉCOLOGIQUES DES ESPÈCES

2.1. Classement des espèces par abondance :

Le tableau 2 classe les principales espèces rencontrées en fonction du pourcentage de l'ichtyofaune que chacune d'elles représente. On y a reporté également le pourcentage d'occurrence des espèces : les espèces énumérées ici sont celles qui étaient présentes dans plus de 10 % des stations visitées. Le nombre moyen observé par station d'occurrence (d) est une valeur plus consistante que la moyenne figurant dans la première colonne et calculée sur l'ensemble des stations, puisque les 2/3 des espèces étaient absentes dans 40 % au moins des stations visitées. Enfin, le coefficient de variation de (d), V, a été calculé sur l'ensemble des stations d'occurrence pour les espèces présentes dans plus de 20 % des stations — qui seront étudiées plus en détail que

(1) Une certaine marge d'imprécision existe quant à la limite entre les poissons (adultes et juvéniles en principe) et les larves de poissons. C'est ainsi que dans le premier décompte brut du groupement dit « poissons » figuraient des stades post-métamorphiques de *Vinciguerria* qui ont été reportés dans les « Larves de poissons » après que l'analyse ait été conduite jusqu'à l'espèce : ceci faisait passer le nombre des poissons à 110 et doublait l'effectif du genre, sans qu'aucune des conclusions suivantes soient modifiées.

(2) Les valeurs minimales observées aux deux extrémités peuvent s'expliquer par le fait que la station 32° a été occupée 4 fois au lieu de 12 et que la station 9° l'a été seulement 2 fois : cette dernière par ailleurs très différenciée hydrologiquement, ne sera la plupart du temps pas prise en compte dans les calculs et commentaires qui suivent et ne figurera dans les tableaux qu'à titre indicatif. Le nombre total de stations retenu est donc de 89.

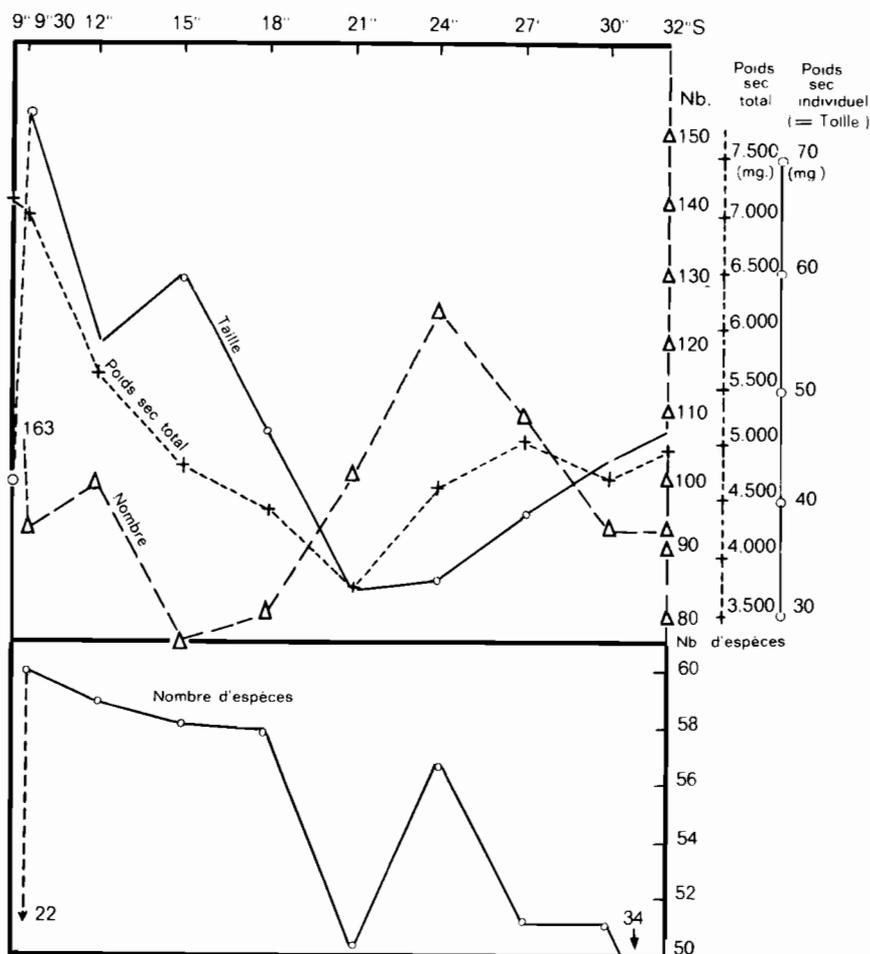


Fig. 2. — Variations géographiques de la fréquence moyenne du poids sec individuel moyen par station, et du nombre total d'espèces par latitude pour les poissons capturés au IKMT 5 le long du 110° E en 1962-1963.

les autres ; — notons que dans 15 cas, 1, 2 ou même 3 des valeurs observées, éloignées de la moyenne de plus de trois σ , ont été éliminées du calcul définitif de la variance, et le nombre des valeurs éliminées a été reporté entre parenthèses dans la dernière colonne.

On notera que le quart de l'ichtyofaune est formé par deux espèces et qu'il n'en faut que sept pour atteindre la moitié de celle-ci ; par contre 102 espèces ayant été séparées, les 2/3 d'entre elles, non reportées dans le tableau, forment seulement le quart du nombre des poissons et n'étant présentes que dans 10 % des stations, sont donc à la fois sporadiques et rares.

Les Myclophtidés dominent largement dans les échantillons. Parmi les autres familles, seuls les Gonostomatidés avec *Vinciguerria nimbaria*, et *Gonostoma rhodadenia* prennent une place de quelque importance.

TABLEAU 2 : Abondances des Poissons présents dans plus de 10 % des stations (Myclophidés marqués d'une croix).

Espèces	Nb. par station (sur 89 st.)	% du total des Poissons	% d'occurrence (sur 89 st.)	Nb. moyen par station pour les st. d'occurrence (d)	Coef. de variation du nb. d (V = σ en % de d)
+ <i>Notolychnus valdiviae</i> (Brauer 1904)...	16,0	15,8	97	16,5	77 (1)
+ <i>Vinciguerria nimbaria</i> (Jordan et Williams 1896).....	9,4	9,3	90	10,5	75 (3)
25 % de l'ixtyofaune					
+ <i>Lampanyctus alatus</i> (Goode et Bean 1895).....	8,3	8,2	81	10,2	92 (1)
+ <i>Ceratoscopelus townsendi</i> (Eigenmann 1889).....	5,4	5,3	88	6,2	74 (2)
+ <i>Benthoosema pterota</i> (Alcock 1891)....	4,7	4,6	71	6,7	87 (1)
+ <i>Diaphus lutkeni</i> (Brauer 1904).....	3,7	3,6	56	6,6	94 (2)
+ <i>Lampanyctus macropterus</i> (Brauer 1904).....	3,6	3,6	62	5,6	95 (0)
50,4 % de l'ichtyofaune					
<i>Gonostoma rhodadenia</i> (Gilbert 1905).....	3,0	2,9	70	4,3	73 (1)
+ <i>Diaphus rafinesquei</i> (Cocco 1820).....	2,8	2,7	76	3,6	65 (1)
+ <i>Scopelopsis multipunctatus</i> (Brauer 1906).....	2,7	2,7	48	5,6	108 (2)
+ <i>Lampanyctus pyrsobolus</i> (Alcock 1890).....	2,3	2,3	72	3,1	69 (1)
+ <i>Diaphus diadematus</i> (Taning 1932)....	2,0	1,9	55	3,7	79 (1)
<i>Bregmaceros maclellandi</i> (Thompson 1840).....	1,5	1,5	60	2,3	73 (0)
<i>Valenciennellus tripunctulatus</i> (Jordan et Evermann 1895).....	1,4	1,4	32	4,4	93 (1)
<i>Chauliodus sloanei</i> (Schneider 1801)...	1,4	1,4	57	2,5	65 (2)
<i>Melamphaes suborbitalis</i> (Gill 1883)...	1,4	1,4	57	2,5	65 (2)
+ <i>Clenoscopelus phengodes</i> (Lutken 1892).....	1,2	1,1	33	3,6	102 (0)
+ <i>Hygophum reinhardti</i> (Lutken 1893)...	0,8	0,8	37	2,2	64 (0)
+ <i>Diaphus microps</i> (Brauer 1904).....	0,7	0,6	25	2,8	81 (1)
+ <i>Lampanyctus niger</i> (Gunther 1887)....	0,6	0,6	24	2,5	151 (0)
<i>Idiacanthus fasciola</i> (Peters 1876).....	0,6	0,6	37	1,5	49 (0)
+ <i>Diaphus fulgens</i> (Brauer 1904).....	0,5	0,6	14	3,7	—
<i>Dioplophos taenia</i> (Gunther 1873)....	0,4	0,5	21	1,7	48
<i>Ichthyococcus ovalis</i> (Cocco 1838)....	0,3	0,3	21	1,6	37 (0)
+ <i>Hygophum benoiti</i> (Cocco 1838).....	0,3	0,3	16	2,3	—
+ <i>Diaphus splendidus</i> (Brauer 1904)....	0,3	0,3	16	1,9	—
<i>Scopelogadus mizolepis</i> (Gunther 1878).....	0,3	0,3	18	1,6	—
<i>Nemichthys scolopaceus</i> (Richardson 1848).....	0,2	0,2	19	1,1	—
+ <i>Diogenichthys laternatus</i> (Garman 1899).....	0,2	0,2	14	1,6	—
+ <i>Myclophum humboldti</i> (Risso 1810)....	0,2	0,2	18	1,3	—
+ <i>Notoscopelus elongatus</i> (Costa 1845)...	0,2	0,2	17	1,2	—
+ <i>Diaphus elucens</i> (Brauer 1904).....	0,2	0,2	13	1,3	—
<i>Dissoma anale</i> (Brauer 1902).....	0,1	0,1	12	1,1	—
75,7 % de l'ichtyofaune					

TABLEAU 2

Pourcentages de l'ichtyofaune par famille pour les espèces citées dans ce tableau

MYCTOPHOIDES (+).	
Myctophides : <i>N. valdiviae</i> , <i>L. alalus</i> , <i>C. lownsendi</i> , <i>B. pterota</i> , <i>D. lutkeni</i> , <i>L. Macropterus</i> , <i>D. rafinesquei</i> , <i>S. multipunctatus</i> , <i>L. pyrsoholus</i> , <i>D. diadematus</i> , <i>C. phengodes</i> , <i>H. reinhardli</i> , <i>D. microps</i> , <i>L. niger</i> , <i>D. fulgens</i> , <i>H. benoili</i> , <i>D. splendi-</i> <i>didus</i> , <i>D. laternatus</i> , <i>M. humboldli</i> , <i>N. elongatus</i> , <i>D. elucens</i>	55,8 % (1)
STOMIATOIDES.	
Gonostomatides : <i>V. nimbaria</i> , <i>G. rhodadenia</i>	12,2 %
Autres Stomatoidei : <i>Idiacanthides</i> : <i>I. fasciola</i> ; <i>Chauliodides</i> : <i>Ch. sloanei</i> ; <i>Maurolicides</i> : <i>D. taenia</i> , <i>V. tripunctulatus</i> , <i>I. ovalus</i>	4,2 %
ALEPISAUROIDES.	
Scopelarchides : <i>D. anale</i>	0,1 %
STEPHANOPERYCIFORMES.	
Melamphaides : <i>M. suborbitalis</i> , <i>S. mizolepis</i>	1,7 %
GADIFORMES.	
Bregmacerotidés : <i>B. maclellandi</i>	1,5 %
NEMICRTHYOIDES.	
Nemichthyidés : <i>N. scopelaceus</i>	0,2 %

2.2. Différenciations écologiques : variations des densités horizontales :

L'examen simultané du pourcentage d'occurrence, de la densité observée par station d'occurrence et du coefficient de variation peut donner une idée des exigences écologiques des espèces considérées ; théoriquement, une espèce aux besoins très étroitement définis n'aura de chances de rencontrer les conditions qui lui conviennent que dans un nombre relativement faible de stations : son abondance variera très sensiblement avec l'éloignement ou le rapprochement du point de prélèvement par rapport à cette zone optimale. Une espèce plus tolérante sera présente dans une proportion bien plus élevée de stations et ses variations d'abondance y seront plus progressives. Tout ceci suppose bien entendu que l'écologie des espèces observées dans les 200 premiers mètres à l'heure de capture reflète leur écologie générale.

La figure 3 représente le résultat de cet examen pour les espèces présentes dans plus de 20 % des stations. On y a séparé arbitrairement les espèces en trois lots, les deux lots extrêmes représentant pour des densités comparables :

-- l'un : des espèces « sur-dispersées » présentes dans un plus grand nombre de stations (plus de la moitié) ; leur densité est effectivement moins variable (V : de 65 à 77 %).

- l'autre : des espèces « sous-dispersées » présentes dans moins de la moitié des stations ; leur densité est effectivement plus variable (V : de 93 à 151 % ; 81 % dans un cas).

C'est dans ce dernier lot que l'on rencontrera sans doute les espèces écologiquement les plus exigeantes.

(1) 69,1 % en y incluant les espèces non recensées dans le présent tableau.

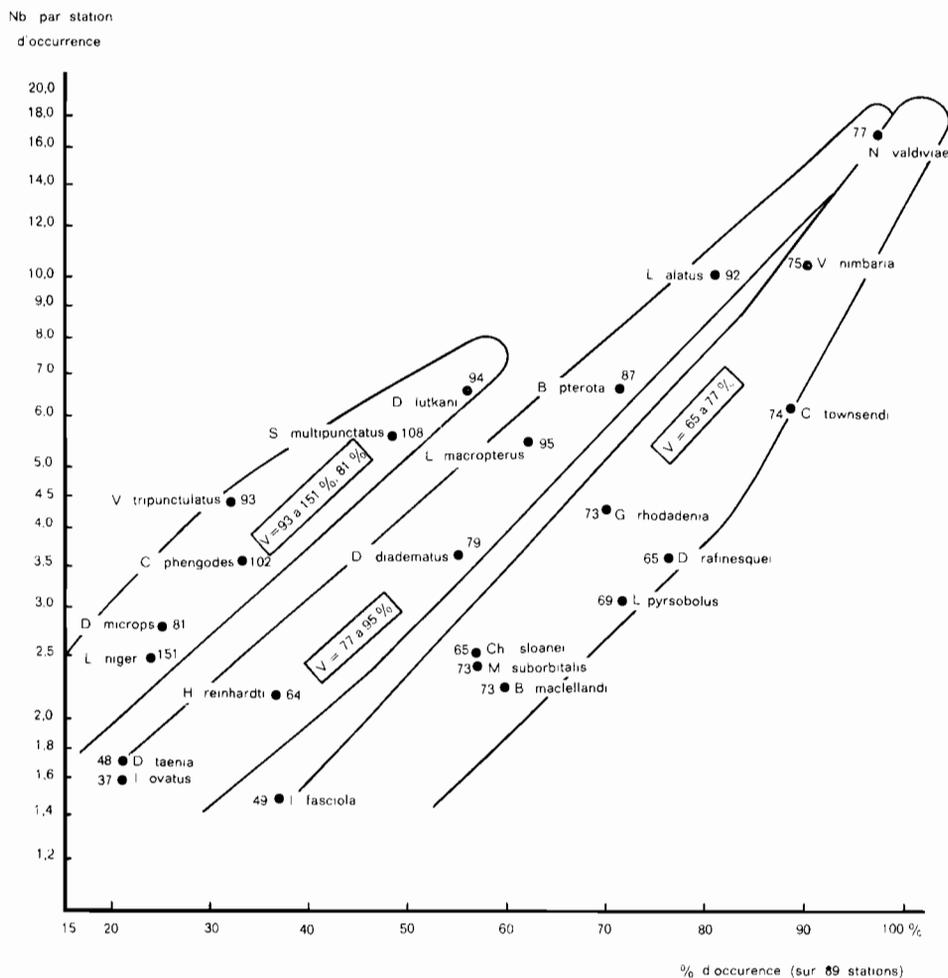


Fig. 3. — Relation entre le nombre de stations d'occurrence, la fréquence moyenne observée par station d'occurrence, et le coefficient de variation de cette fréquence, pour les espèces les plus communes de l'ichtyofaune du 110° E.

Des facteurs artificiels peuvent cependant intervenir dans ce classement : on remarquera notamment que la relation entre la densité par station d'occurrence et le pourcentage d'occurrence a très nettement la forme d'une régression. Admettre son existence reviendrait à affirmer qu'une espèce peu fréquemment rencontrée reste aussi une espèce de densité moyenne faible même lorsque le milieu lui devient favorable : ou lierait ainsi deux notions qui, pour des tailles et des niveaux trophiques équivalents du moins, n'ont pas de raison de l'être aussi systématiquement. En fait, cette régression peut être surtout le résultat des conditions de prélèvement : si l'on admet que dans beaucoup de cas, on a échantillonné uniquement la partie supérieure de l'habitat des espèces et que dans cet habitat les densités décroissent de manière centrifuge, — donc aussi bien dans un plan vertical que dans un plan horizontal, — à partir d'un optimum bien délimité, la densité observée a pu être effectivement en corrélation positive avec la « surface » sur laquelle a été rencontrée l'espèce ; cette hypothèse est assez vraisemblable dans plusieurs cas.

Il est intéressant de noter la composition du groupe dit « sur-dispersé ». Les 4 plus nombreuses espèces figurent en effet dans ce groupe ou lui sont juxtaposées (notamment *Notolychnus valdiviae*, *V. nimbaria*, *Cératoscopelus townsendi*) mais il comprend aussi les 3 espèces les plus grandes qui peuvent être considérées comme d'un niveau trophique plus élevé : *Gonostoma rhodadenia*,

Chauliodus sloanei, *Idiacanthus fasciola*. On peut remarquer en outre que sur 10 espèces qui y ont été incluses figurent seulement 4 Myctophidés alors que les autres groupements ne comprennent presque entièrement que des Myctophidés. Il est au total assez logique de s'attendre à ce que les espèces exceptionnellement abondantes dans l'ensemble de la région soient parmi les plus tolérantes écologiquement, comme il l'est que les gros prédateurs soient plus dispersés et moins denses que les autres espèces.

D'autre part, dans la première note de cette série, il a déjà été indiqué qu'on pouvait s'attendre à voir *Scopelopsis mullipunctatus* faire figure d'espèce écologiquement exigeante et des observations en cours font penser qu'il peut en être de même pour *Lampanyctus niger*: toutes deux figurent en effet dans le groupe dit « sous-dispersé ».

2.3. Variabilité verticale de la densité :

Ces commentaires nous amènent à nous poser le problème de la variabilité verticale de ces espèces. En principe nous n'avons pas collecté de données sur le niveau de concentration de ces espèces à l'heure de capture ; mais il se trouve que la variabilité des niveaux extrêmes atteints par les traits a été assez grande, les 2/3 seulement d'entre eux étant compris entre les valeurs $210 \text{ m} \pm 10 \%$. En séparant les stations en trois lots, en fonction des profondeurs qui y ont été atteintes (voir tableau 3), on obtiendra donc, pour les espèces les plus abondantes parmi celles étudiées ici, un nouveau classement dépendant plus ou moins des variations verticales de densité ; ceci évidemment ne tient aucun compte des facteurs saisonniers qui peuvent intervenir dans le niveau de concentration des espèces et qui n'ont pas en réalité la même influence dans les trois groupes de stations : le classement obtenu en espèces profondes, moyennes et superficielles n'a donc que la valeur d'une suggestion, valable au mieux pour l'heure de capture considérée, dans l'aire considérée, pour l'engin de capture considéré.

Au total, si, d'après ces critères, nombre d'espèces montrent une répartition verticale à l'heure de capture, qui peut être considérée comme homogène, on obtient, pour quelques unes d'entre elles, des résultats assez franchement hétérogènes. Le rapport entre la densité maximale et la densité minimale observées caractérisera cette hétérogénéité : il constituera un indice très grossier de la variabilité verticale. Les coefficients de variation horizontale (V) déjà fournis dans le tableau 2 étant rappelés dans le tableau 3, on remarquera que dans les 8 cas où l'indice de variabilité verticale est égal ou supérieur à 1,8, on observe 6 valeurs de V supérieures à 85 % (les 3 V les plus forts correspondent à 3 des 5 espèces les plus profondes d'après les critères employés) ; dans 9 des 10 autres cas (variabilité verticale jugée faible ou nulle), V varie de 64 à 79 % seulement.

Le tableau 3 bis, utilisant les groupements résultants de la figure 3, montre lui aussi une assez bonne corrélation entre tous ces éléments. Il confirme notamment que l'on peut s'attendre à ce que, pour la région considérée, *S. mullipunctatus*, *V. tripunctulatus* et *C. phengodes* soient des espèces écologiquement exigeantes et à ce que *N. valdiviae*, *Ch. sloanei* aient au contraire des limitations écologiques moins étroites.

3. RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES ESPÈCES PRINCIPALES

3.1. Caractères généraux et grandes régions biologiques :

La figure 4 donne une représentation schématique du nombre d'espèces observées en fonction du genre et de la latitude au cours de l'année ; les Myctophidés y ont été divisés en seulement 3 genres principaux d'après la vieille classification utilisée par Brauer, qui, commode par sa simplicité pour de telles représentations globales, n'a cependant pas été suivie dans les études de détail. Si le nombre d'espèces pour les *Myctophum* et les *Diaphus* se montre à peu près constant d'un

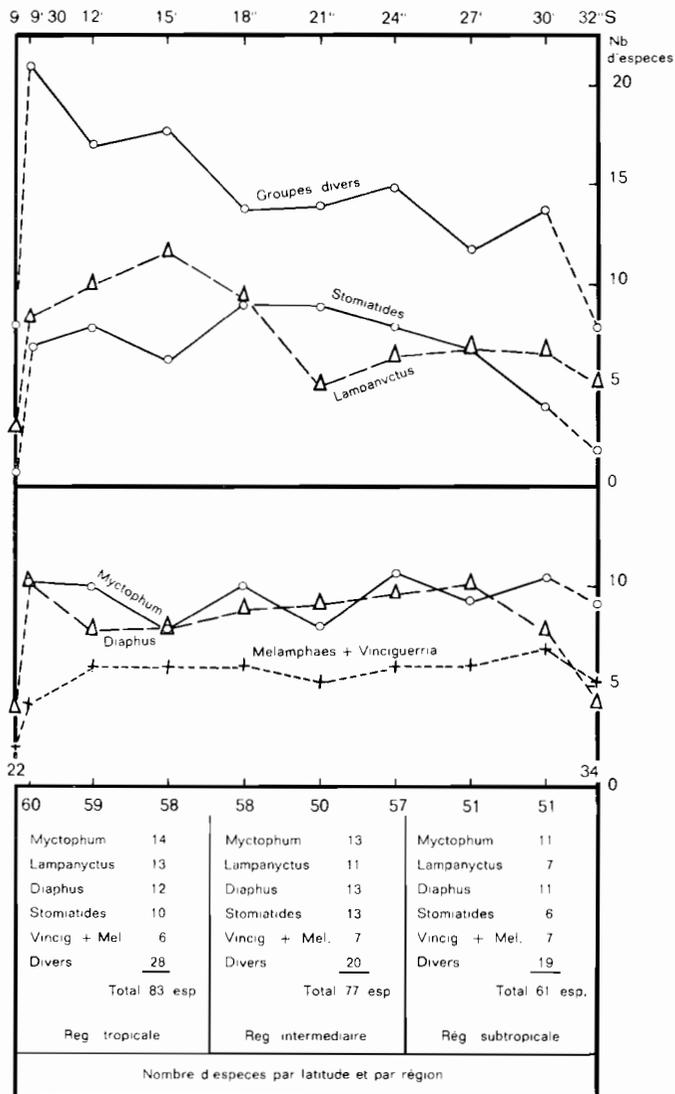


Fig. 4. — Variations géographiques du nombre d'espèces de poissons rencontrées annuellement par latitude, pour divers genres et groupes.

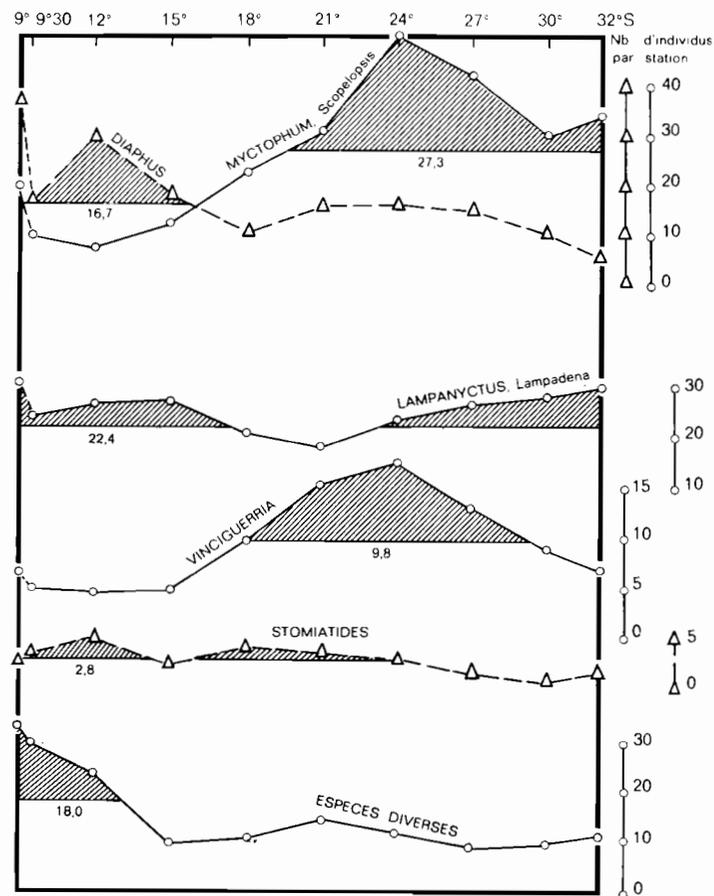


Fig. 5. — Variations géographiques la fréquence des individus (moyenne par station) pour les genres et groupes représentés dans la figure 4.

TABLEAU 3 : Variabilité verticale: nombre de poissons récoltés par station d'occurrence (d) en fonction de l'espèce et de la profondeur atteinte par le chalut

Profondeurs atteintes : 1 150 à 185 m
 2 190 à 230 m (approximativement $M \pm 10\%$)
 3 230 à 300 m

	Profondeurs atteintes P (nombre de stations entre parenthèses)			Comparaison des valeurs de d.		Indice de variabilité verticale d. maximum d. minimum	Rappel du coefficient de variation des espèces (V en %)
	1 P < 210 m - 10 %	2 210 m \pm 10 %	3 P > 210 m + 10 %	1/2	1/3		
Espèces superficielles à l'heure de capture							
<i>Benthosema plerota</i>	13,2 (7)	5,5 (27)	7,1 (16)	2,4	1,9	2,4	87
<i>Valenciennellus tripunctulatus</i>	6,2 (3)	2,6 (11)	4,6 (9)	2,4	1,6	2,4	93
<i>Diaphus rafinesquei</i>	6,2 (8)	3,3 (36)	3,0 (12)	1,9	2,1	2,1	65
<i>Melamphaes suborbitalis</i>	3,3 (7)	2,2 (22)	2,0 (11)	1,5	1,7	1,7	73
<i>Lampanyctus alatus</i>	13,6 (7)	9,7 (33)	7,7 (17)	1,4	1,8	1,8	92
<i>Vinciguerria nimbaria</i>	14,0 (9)	10,1 (43)	9,9 (1)	1,4	1,4	1,4	75
<i>Bregmaceros maclellandi</i>	2,9 (6)	2,3 (26)	1,8 (9)	1,3	1,6	1,6	73
Espèces réparties indifféremment							
<i>Nololychnus valdiviae</i>	19,5 (11)	16,4 (44)	19,2 (16)	1,2	1,0	1,2	77
<i>Diaphus hulkeni</i>	6,2 (5)	5,8 (27)	5,7 (9)	1,1	1,1	1,1	94
<i>Gonostoma rhodadenia</i>	4,5 (7)	4,4 (31)	3,7 (10)	1,0	1,2	1,2	73
<i>Ceratoscopelus townsendi</i>	6,5 (10)	6,3 (40)	5,4 (16)	1,0	1,2	1,2	74
<i>Chauliodus sloanei</i>	1,6 (5)	2,0 (27)	1,8 (9)	0,8	0,9	1,4	65
<i>Diaphus diadematus</i>	2,5 (6)	3,6 (25)	3,3 (10)	0,7	0,8	1,4	79
Espèces profondes							
<i>Scopelopsis multipunctatus</i>	3,6 (6)	5,2 (21)	7,1 (9)	0,7	0,5	2,0	108
<i>Hygophum reinhardi</i>	1,4 (4)	2,5 (13)	1,8 (8)	0,6	0,8	1,4	64
<i>Lampanyctus pyrosobolus</i>	1,9 (8)	3,5 (31)	2,1 (14)	0,5	0,9	1,8	69
<i>Lampanyctus macropterus</i>	2,9 (8)	5,6 (29)	4,4 (5)	0,5	0,7	1,9	95
<i>Ctenospetus phengodes</i>	1,7 (5)	4,3 (17)	2,8 (5)	0,4	0,6	2,5	102

TABLEAU 3 bis

Indice de variabilité verticale, et coefficient de variation

Espèces classées d'après la fig. 2 (+ Myctophidés)	Indice de variabilité verticale (tableau 3)								Coefficient de variation (V en %)
	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	
+ valdiviae.....									V : 65 à 77
V. nimbaria.....									
+ C. townsendi.....									
G. rhodadenia.....									
+ D. rafinesquei.....		3	2	2	1	1			
+ L. pyrsoobolus.....									
C. sloanei.....									
M. suborbitalis.....									
B. maclellandi.....									
+ L. alatus.....									V : 77 à 95 (dans 1 cas 64 %)
+ B. plerota.....									
+ L. macropterus.....			2		2			1	
D. diadematus.....									
H. reinhardti.....									V : 93 à 108
D. lutkeni.....									
S. multipunctatus.....									
V. tripunctulatus.....	1					1		2	
C. phengodes.....									

bout à l'autre de la radiale, les *Lampanyclus* deviennent nettement plus diversifiés aux approches des eaux tropicales ; les Stomiatiidés — soient ici les Stomiatoïdes autres que les Gonostomiatoïdes — le sont plus dans la région intermédiaire et au voisinage de celle-ci. Les groupes divers représentent un nombre d'espèces à peu près régulièrement croissant du sud au nord.

La figure 5 reprend cette division, en indiquant cette fois le nombre moyen d'individus par station et par latitude pour chaque genre ou famille et, donne une idée très différente de leur répartition. Les *Myctophum* et les *Diaphus* y apparaissent complémentaires, caractérisant, les premiers, la région subtropicale et le sud de la région intermédiaire, les autres, la région tropicale. Par contre le groupement d'espèces que Brauer classait sous le nom de *Lampanyclus* est ici subdivisé en 2 sections : l'une caractérise la région subtropicale, l'autre la région tropicale. Le genre *Vinciguerria* caractérise essentiellement les eaux de la région intermédiaire. La zone 17°-20° est dans tous les cas très pauvre : on n'y note que la fin du développement des *Vinciguerria* et le début de celui des Stomiatiidés. Ces derniers ont leur maximum en zone tropicale. Pour les espèces secondaires non groupées, il se confirme également que leur importance croît vers le nord de la radiale et qu'elles exercent donc une influence prédominante dans la diversification de la faune de cette région.

3.2. Distribution géographique des espèces présentes dans plus de 20 % des stations :

Le tableau 4 décrit les distributions géographiques qui ont été observées pour les 23 espèces présentes dans plus de 20 % des stations. Les espèces y ont été classées en fonction de la position de leur pic moyen annuel et les valeurs supérieures à la moyenne annuelle y ont été renforcées. Les figures 6 et 6 bis représentent ces distributions. Il faut souligner ici que le classement adopté,

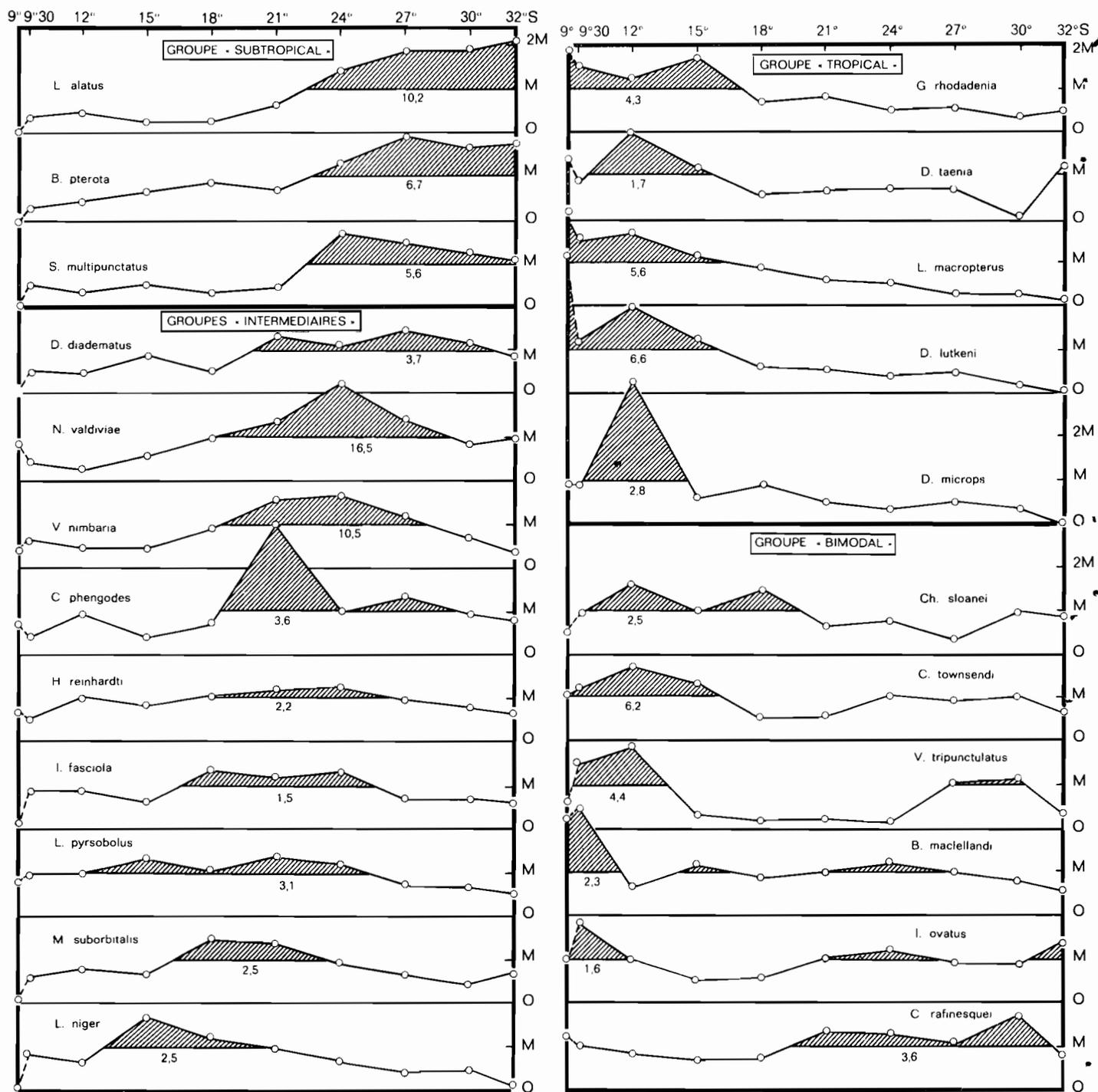


Fig. 6, 6 bis. - Distribution géographique des 23 espèces les plus communes de l'ichtyofaune du 110° E : fréquences moyennes annuelles par latitude, calculées pour les stations d'occurrence et exprimées en pourcentage de la moyenne générale M.

TABEAU 4 : Variations géographiques des densités moyennes annuelles d'observées aux stations d'occurrence pour 23 espèces présentes dans plus de 20 % des stations (moyenne par latitude exprimée en fraction de la moyenne générale de l'espèce)

Latitudes S Espèces (+ Myctophides)	9°	9° 30'	12°	15°	18°	21°	24°	27°	30°	32°	Moyenne générale (9° S exclus)
ESPÈCES SUBTROPICALES											
+ <i>Lampanyctus alatus</i>	0	0,3	0,4	0,2	0,3	0,7	1,4	1,8	1,8	2,1	10,2
+ <i>Benthosema plerota</i>	0	0,3	0,4	0,6	0,8	0,7	1,2	1,9	1,6	1,7	6,7
+ <i>Scopelopsis multipunctatus</i>	0	0,5	0,3	0,5	0,3	0,4	1,7	1,5	1,2	1,0	5,6
ESPÈCES INTERMÉDIAIRES											
+ <i>Diaphus diadematus</i>	0	0,5	0,5	0,9	0,5	1,3	1,1	1,5	1,1	0,8	3,7
+ <i>Notolychnus valdiviae</i>	0,8	0,4	0,2	0,5	1,0	1,3	2,2	1,4	0,8	1,0	16,5
+ <i>Vinciguerria nimbaria</i>	0,5	0,7	0,5	0,5	0,9	1,6	1,7	1,2	0,7	0,5	10,5
+ <i>Ctenoscopelus phengodes</i>	0,8	0,4	0,9	0,4	0,7	3,1	1,0	1,3	0,9	0,8	3,6
ESPÈCES INTERMÉDIAIRES NORD											
+ <i>Hygophum reinhardti</i>	0,7	0,5	1,0	0,8	1,2	1,2	1,2	0,9	0,7	0,6	2,2
+ <i>Idiacanthus fasciola</i>	0	0,9	0,9	0,7	1,3	1,2	1,3	0,7	0,7	0,7	1,5
+ <i>Lampanyctus pyrsobolus</i>	0,9	0,9	1,0	1,3	1,0	1,3	1,2	0,6	0,6	0,5	3,1
+ <i>Melamphaes suborbitalis</i>	0	0,6	0,8	0,7	1,5	1,4	0,9	0,7	0,4	0,6	2,5
+ <i>Lampanyctus niger</i>	0	0,8	0,6	1,7	1,2	1,0	0,7	0,4	0,5	0	2,5
ESPÈCES TROPICALES											
+ <i>Gonostoma rhodadenia</i>	4,0	1,5	1,3	1,8	0,7	0,8	0,5	0,6	0,4	0,5	4,3
+ <i>Diplophos laenia</i>	1,6	0,8	2,0	1,2	0,5	0,6	0,7	0,7	0	1,2	1,7
+ <i>Lampanyctus macropterus</i>	2,2	1,5	1,7	1,2	0,9	0,6	0,6	0,3	0,3	0,2	5,6
+ <i>Diaphus tulkeni</i>	4,2	1,3	2,0	1,3	0,6	0,6	0,4	0,5	0,2	0	6,6
+ <i>Diaphus microps</i>	0,9	0,9	3,4	0,6	0,8	0,5	0,4	0,6	0,4	0	2,8
ESPÈCES « BIMODALES »											
+ <i>Chauliodus sloanei</i>	0,6	0,8	1,6	1,0	1,5	0,7	0,8	0,4	1,0	1,0	2,5
+ <i>Ceratoscopelus townsendi</i>	3,1	1,2	1,6	1,4	0,6	0,6	1,0	0,9	1,0	0,7	6,2
+ <i>Valenciennellus tripunctulatus</i>	0,3	1,5	1,8	0,4	0,2	0,2	0,2	1,1	1,2	0,4	4,4
+ <i>Bregmaceros maclellandi</i>	20,8	2,4	0,7	1,1	0,9	1,0	1,2	1,0	0,8	0,6	2,3
+ <i>Ichthyococcus ovatus</i>	0,9	1,8	1,0	0,6	0,6	1,0	1,1	0,9	0,9	1,4	1,6
+ <i>Diaphus rafinesquei</i>	1,2	1,0	0,8	0,7	0,7	1,2	1,2	1,0	1,7	0,8	3,6

TABLEAU 4 (suite)

Distribution géographique des coefficients de variation V

8 ESPÈCES CARACTÉRISTIQUES DES EXTRÉMITÉS SUD ET NORD : de *L. alatus* à *S. mullipunctatus*, de *G. rhodadenia* à *D. microps*.

(espèces subtropicales et tropicales).

V > 80 % dans 6 cas

V < 80 % dans 2 cas

9 ESPÈCES CARACTÉRISTIQUES DE LA RÉGION INTERMÉDIAIRE : de *D. diadematus* à *L. Niger*

V > 80 % dans 2 cas

V < 80 % dans 7 cas

6 ESPÈCES « BIMODALES » : de *Ch. sloanei* à *D. rafinesquei*.

V > 80 % dans 1 cas

V < 80 % dans 5 cas

et, en conséquence, le regroupement des espèces qui a été tenté à partir de ce classement, est plus ou moins approximatif dans plusieurs cas. *Diaphus diadematus* eut pu être classé par exemple dans le deuxième groupe comme dans le premier. Mais ce sont les espèces classées sous le nom de « bimodales » qui ont souvent une position incertaine. Si d'une part, une certaine bimodalité peut être notée, pour plusieurs des autres espèces (ex : *H. reinhardli*, *D. taenia*), d'autre part la bimodalité de certaines des formes ainsi classées est discutable (ex : *D. rafinesquei*).

Au total, il est surprenant de voir à quel point pour presque toutes les espèces des quatre premiers groupes, le maximum d'abondance peut caractériser une région assez étroitement délimitée de la radiale.

On remarquera aussi que, bien qu'un peu décalées par rapport à elles, les limites des groupements d'espèces s'accordent avec celles des grandes régions hydrologiques faites par Rochford et qui sont illustrées dans la figure reproduite ci-contre (fig. 7). C'est d'ailleurs la raison pour laquelle la nomenclature de Rochford a été suivie. On notera aussi la forte prédominance des Myctophidés aux deux extrémités de la radiale, alors qu'en zone intermédiaire les autres groupes interviennent plus nettement.

De même, comme l'on pouvait s'y attendre, le résumé des valeurs du coefficient de variation V donné au bas du tableau 4 montre que pour les espèces tropicales et subtropicales on trouve des chiffres plus élevés, répondant ainsi à la définition d'espèces écologiquement plus exigeantes donnée au § 2.2.

Le tableau 5 représente l'évolution des pourcentages d'occurrence par latitude des mêmes espèces. Il confirme les données du tableau 4, mais on remarquera que la plupart du temps, le nombre des valeurs supérieures à la moyenne générale trouvé pour chaque espèce est plus grand qu'il ne l'était dans le tableau 4 : la zone de densité maximale des espèces est donc entourée d'une zone de dispersion où celles-ci continuent d'être présentes dans un maximum de stations, mais en faible densité.

Enfin, si l'on n'avait considéré que leur développement maximal, les espèces dites bimodales auraient pu être classées au voisinage du groupe tropical sauf *D. rafinesquei* qui se rapprocherait davantage des groupes intermédiaires.

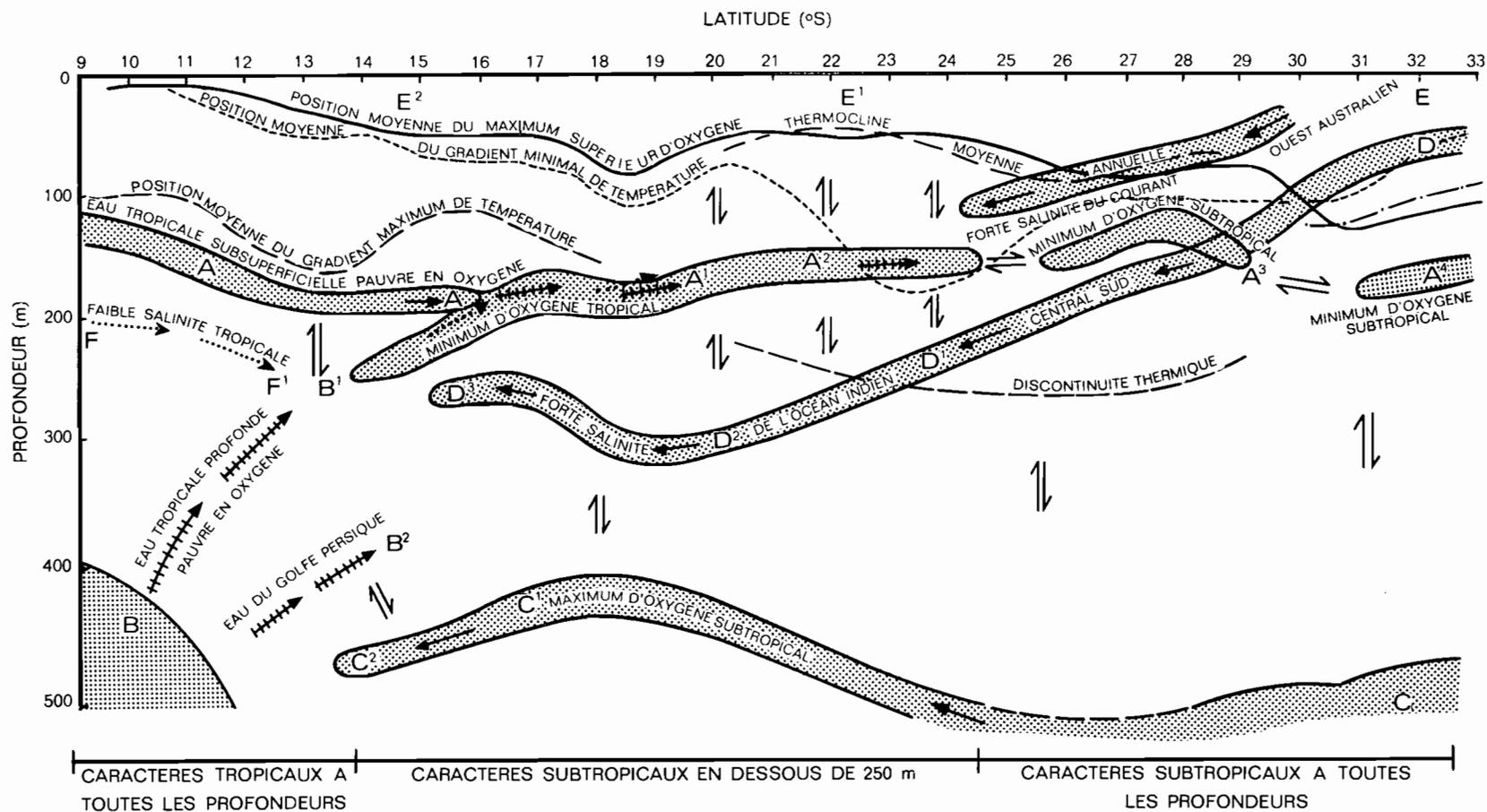


Fig. 7. --- Distribution moyenne annuelle des caractéristiques générales des masses d'eau rencontrées le long du 110 E en 1962-1963, d'après Rochford (sous presse).

TABLEAU 5 : Répartition géographique des pourcentages d'occurrence des 23 espèces présentes dans plus de 20 % des stations. (Classement du tableau 4)

Latitudes Espèces	9° (2 st.)	9° 30'	12°	15°	18°	21°	24°	27°	30°	32° (4 st.)	% sur 89 stations
ESPÈCES SUBTROPICALES											
<i>Lampanyctus alatus</i>	0	83	75	72	58	83	90	90	100	100	81
<i>Benthosema pterota</i>	0	50	66	45	66	83	90	80	72	75	70
<i>Scopelopsis multipunctatus</i>	0	17	17	36	33	42	63	70	72	100	48
ESPÈCES INTERMÉDIAIRES											
<i>Diaphus diadematus</i>	0	17	50	50	33	42	81	80	72	50	55
<i>Notolychnus valdiviae</i>	100	83	92	100	100	100	100	100	90	100	97
<i>Vinciguerria nimbaria</i>	100	85	75	90	100	100	90	100	100	50	90
<i>Ctenoscopelus phengodes</i>	50	33	42	18	25	17	47	30	45	50	33
ESPÈCES INTERMÉDIAIRES NORD											
<i>Hygophum reinhardti</i>	50	17	42	27	42	83	27	20	9	75	37
<i>Idiacanthus fasciola</i>	100	33	33	18	66	50	54	50	27	25	37
<i>Lampanyctus pyrsobolus</i>	100	66	93	72	75	75	54	70	63	75	72
<i>Melamphaes suborbitalis</i>	0	33	66	45	75	83	54	50	27	75	57
<i>Lampanyctus niger</i>	0	17	25	45	42	17	18	10	18	0	24
ESPÈCES TROPICALES											
<i>Gonostoma rhodadenia</i>	100	100	93	81	75	83	54	60	36	50	70
<i>Diplophos taenia</i>	50	83	33	9	17	17	9	30	0	25	21
<i>Lampanyctus macropterus</i>	50	83	93	90	75	66	36	30	36	25	61
<i>Diaphus tulkeni</i>	50	83	83	72	58	92	27	30	36	0	56
<i>Diaphus microps</i>	50	66	25	18	25	33	27	20	9	9	25
ESPÈCES « BIMODALES »											
<i>Chauliodus sloanei</i>	50	66	75	63	58	75	63	40	18	50	57
<i>Ceratoscopelus townsendi</i>	50	85	75	81	92	92	81	90	100	100	88
<i>Valenciennellus tripunctulatus</i>	100	66	50	18	17	25	18	20	45	50	32
<i>Bregmaceros maclellandi</i>	50	33	75	36	58	58	63	70	63	50	60
<i>Ichtyococcus ovatus</i>	50	17	50	9	8	8	9	50	18	25	21
<i>Diaphus rafinesquei</i>	100	50	58	90	83	93	100	70	54	75	76

3.3. Variations géographiques de la composition de l'Ichtyofaune :

La figure 8 illustre les groupements faits dans le tableau 4 : mais cette fois pour chaque espèce, on a utilisé le pourcentage moyen annuel de l'Ichtyofaune qu'elle représentait à la latitude considérée.

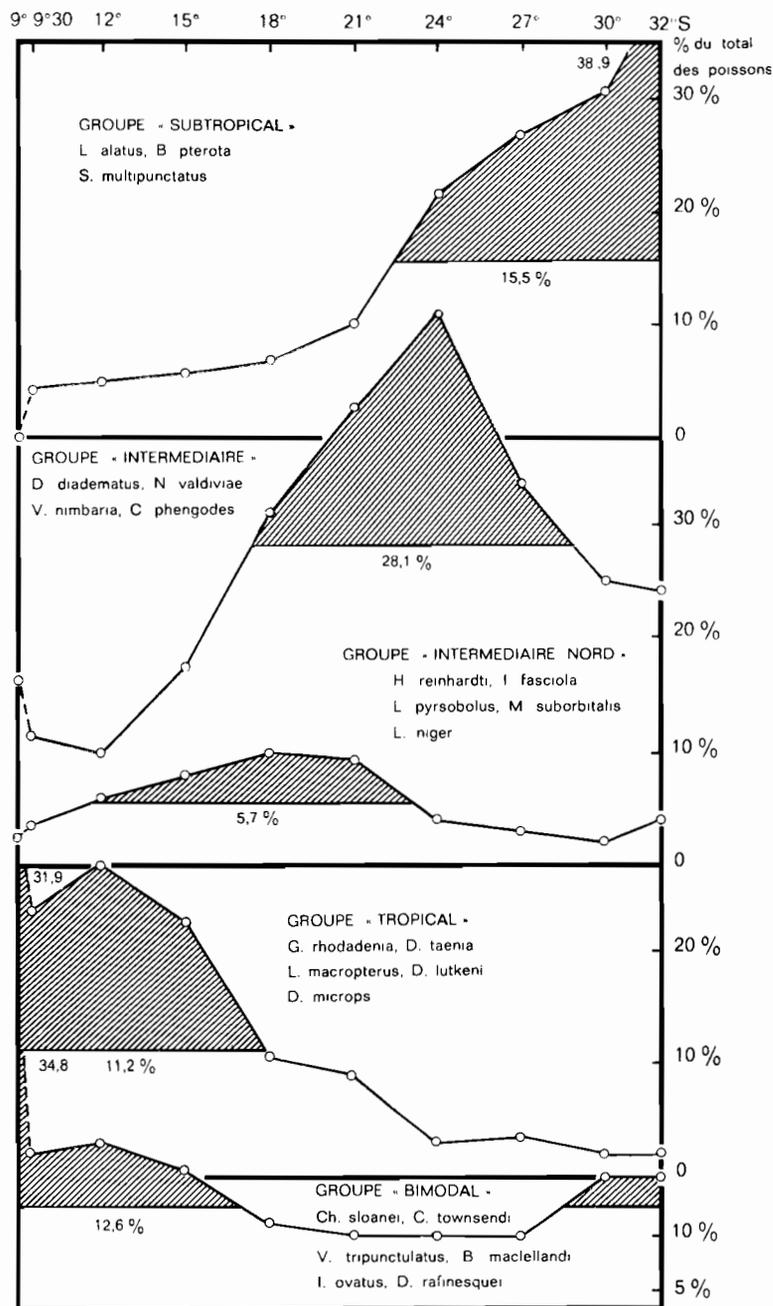


Fig. 8. — Distribution géographique moyenne annuelle des 23 espèces les plus communes de l'ichtyofaune, classées en 5 groupements d'après les données du tableau 4 (résultats exprimés en pourcentage moyen annuel de l'ichtyofaune par latitude pour chaque groupe).

Le groupement le plus important est sans conteste le groupe dit « intermédiaire » avec plus du quart des poissons récoltés, et il se développe de 20° à 26° S, ce qui correspond bien aux définitions données par Rochford des zones de mélange.

Une frontière assez importante est probablement celle qui marque la limite moyenne sud du développement de la faune dite ici « tropicale » (15° à 18° S) : on peut remarquer dans le tableau 4 qu'elle correspond à un nombre minimum de fréquences supérieures à la moyenne. Les espèces subtropicales notamment, y perdent toute importance. La même ligne peut être retenue comme frontière commune entre les stocks apparents tropicaux et subtropicaux des espèces dites bimodales. Elles marque par contre à peu près le centre de la distribution du groupe intermédiaire nord.

Il faut cependant rappeler ici que, comme en témoigne la première note de cette série, les espèces paraissent franchir largement leurs limites moyennes annuelles au cours de leurs déplacements saisonniers.

3.4. Distribution géographique moyenne des espèces d'importance secondaire :

Pour essayer de compléter la description précédente nous donnerons ici quelques indications sur la distribution de certaines espèces trouvées dans moins de 20 % des stations : en raison de leur faible fréquence, elles ne feront pas l'objet de travaux ultérieurs et n'ont pas été considérées jusqu'ici dans le cadre de la présente note, mais on peut tenter de les rattacher aux groupements qui viennent d'être définis.

a) Au groupement subtropical se rattache à peu près sûrement *Hygophus benoiti* : sur 14 stations seulement où l'espèce fut rencontrée, elle était présente dans 9 des 23 stations exécutées entre 32° et 26°, à peu près à toutes les croisières, 3 des 5 autres stations d'occurrence restant situées au voisinage immédiat de cette zone.

Parmi les espèces plus rares encore, non citées dans le tableau 1, notons *Argyropelecus hemigymnus* (Cocco 1829) qui sur 8 occurrences à diverses croisières a été rencontré 6 fois de 30° 30' à 23°, une fois à 21° (densité 1,2 par station d'occurrence) et surtout à presque toutes les stations de la croisière Dm 3/62 de 32° à 45° S en septembre-octobre 1962. Un travail en cours sur les cycles larvaires complétant les quelques données obtenues sur les adultes permet d'ajouter à ces deux espèces : *Vinciguerrria poweriae* (Cocco 1938) ;

b) Au groupement tropical, on peut rattacher sans doute *Myctophum humboldti*. Il a été trouvé également en toutes saisons, dans 16 stations et notamment dans 8 des 29 stations échantillonnées entre 15° 30' et 9° 30'. Les occurrences regressent ensuite progressivement vers le sud, puisqu'il n'a été rencontré que 4 fois dans la région immédiatement adjacente à la précédente (17° à 21°).

— *Dissoma anale* présent dans 11 stations se rencontre 7 fois entre 9° 30' et 15° et 2 fois dans les stations adjacentes : il paraît donc aussi avoir des préférences nettement tropicales.

— *Lampanyctus nigrescens* (BRAUER 1904), présent dans 9 stations surtout lors de 2 croisières ne fut rencontré qu'entre 9° 30' et 18°, dont 6 fois dans la zone définie comme tropicale (densité observée : 2,0 par station d'occurrence).

— Autre espèce non signalée dans le tableau 1, *Argyropelecus olfersii* (CUVIER 1829) a une répartition nettement tropicale, opposée à celle d'*Argyropelecus hemigymnus*, puisque sur 8 occurrences dispersées dans toutes les croisières, 7 étaient réparties entre 9° et 11° (densité observée : 1,5 par station).

— *Diaphus elucens*, un peu plus fréquent, a une distribution qui le situe aussi dans le groupe tropical ou du moins immédiatement au sud de celui-ci. Il n'a été rencontré que lors des 3 dernières croisières dans 12 stations au total. Six d'entre elles sont situées au nord de 15° et au total 10 d'entre elles sont au nord de 21° ;

c) Aux groupements intermédiaires peuvent être rattachés probablement :

- *Scopelogadus mizolepis*, présent dans 16 stations à peu près réparties dans toutes les croisières sur lesquelles 10 sont situées entre 24° 30' et 17°.

- *Diaphus splendidus*, présent un peu toute l'année dans 14 stations : 7 d'entre elles sont comprises entre 27° 30' et 17° ; 6 sont situées en zone tropicale.

- *Nemichthys scolopaceus*, trouvé dans 17 stations, principalement en octobre-novembre et mars-avril ; 10 d'entre elles étaient situées entre 27° 30' et 18°, mais 7 en zone tropicale.

- *Vinciguerria attenuata* (Cocco 1938) a rarement été capturé à l'état adulte, mais en considérant aussi la distribution de ses larves qui est en cours d'étude il se rattache clairement au plus méridional des deux groupes concernés ici, dit « intermédiaire ».

d) Au groupement dit « bimodal » peuvent être rattachés :

— *Diogenichthys laternalus*, présent dans 13 stations à des saisons très diverses, l'est 5 fois en zone subtropicale et 7 fois en zone tropicale.

— *Notoscopelus elongatus*, présent dans 15 stations, l'est dans 6 stations tropicales et dans 8 stations subtropicales. Ces deux espèces sont donc nettement bimodales au sens donné ici à ce terme ;

e) Distribution des Stomiatiidés : étant donné le rôle prédateur actif à un niveau trophique élevé des Stomiatiidés, leur taille généralement grande et le nombre relativement élevé d'espèces rencontrées, il n'est pas inutile de tenter de rattacher la répartition des genres identifiés (Stomiatiidés, autres que Gonostomiatiidés et Maurolicidés) aux normes de distribution qui viennent d'être citées.

— Les genres *Eustomias*, *Stomias*, *Photostomias*, *Aristostomias* sont rencontrés au total 23 fois, sur 30 occurrences, de 9° à 18° ce qui correspond à la distribution générale du groupement tropical.

— Les genres *Balhophilus*, *Melanostomias* et *Echiostomias* sont rencontrés 11 fois, sur 14, entre 15° et 24° ; le genre *Thysanactis* est rencontré 7 fois entre 12° et 21° : tous sont à rattacher aux groupements intermédiaires.

— Le genre *Pholonectes* voit ses 16 occurrences partagées également entre le groupement intermédiaire et le groupement tropical.

Le pic tropical qu'on peut noter dans la figure 5 pour les Stomiatiidés est donc dû en grande partie à *Chauliodus sloanei* (cf. tableau 4) puis à une partie des *Pholonectes* et aux *Eustomias*, *Stomias*, *Photostomias*, *Aristostomias*. Le deuxième pic visible correspond à la région intermédiaire et est quant à lui, le fait d'*Idiacanthus fasciola* (cf. tableau 6), d'une partie des *Pholonectes*, des *Thysanactis*, *Balhophilus*, *Melanostomias* et *Echiostomias*.

4. DISCUSSION ET CONCLUSION

4.1. Définition et signification des groupements :

Dans la mesure donc où les groupements rencontrés vers 22 heures, entre 0 et 210 m, reflètent l'ensemble de la biologie des espèces considérées et aussi dans la mesure où les moyennes annuelles reflètent l'essentiel des cycles rencontrés, on pourrait donc suggérer la liste suivante comme une hypothèse de travail sur les relations de l'Ichtyofaune avec les grandes divisions géographiques de la répartition des masses d'eau établies par Rochford (Myctophidés marqués d'une croix).

a) *Groupement subtropical* : espèces surtout rencontrées dans la zone caractérisée par la présence de masses d'eau caractéristiques des régions subtropicales à tous les niveaux entre 0 et 500 mètres.

- espèces principales + *Lampanyctus alatus*
 + *Benthosema pterota*
 + *Scopelopsis multipunctatus*
- espèces secondaires + *Hygophum benoili*
Vinciguerrria poweriae
- et peut être + *Argyropelecus hemigymnus*

b) *Groupement tropical* : espèces surtout rencontrées dans la zone caractérisée par la présence de masses d'eau caractéristiques des régions tropicales à tous les niveaux, entre 0 et 500 mètres.

- espèces principales *Gonostoma rhodadenia*
Diplophos taenia
 + *Lampanyctus macropterus*
 + *Diaphus lulkeni*
 + *Diaphus microps*
- espèces secondaires + *Myctophum humboldti*
Dissoma anale
 + *Lampanyctus nigrescens*
Argyropelecus olfersii
- et peut être + *Diaphus eluscens*

c) *Groupements intermédiaires* : il s'agit ici d'espèces qui seront probablement moins exigeantes écologiquement et qui caractérisent plus ou moins les régions de mélange de masses d'eau : dans la zone où elles furent principalement capturées, on rencontrait les eaux subtropicales en moyenne au-dessous de 250 m et des eaux tropicales en surface, au moins dans la partie nord de cette zone et à certaines saisons. On peut les diviser en deux groupements dont le premier comprend les deux espèces les plus abondantes :

- + *Notolychnus valdiviae*
Vinciguerrria nimbaria
 + *Diaphus diadematus*
 + *Glenoscopelus phengodes*

Le deuxième correspond au contraire à des espèces qui sont parmi les moins importantes de la radiale, elles pourraient être aussi bien reliées à la bordure méridionale des eaux tropicales, mais cependant, elles sont moins abondantes en zone tropicale proprement dite.

- Il s'agit de : + *Lampanyctus pyrosbotus*
Melamphaes suborbitalis
 + *Lampanyctus niger*
 + *Hygophum reinhardti*
Idiacanthus fasciola

En outre, *Vinciguerrria attenuata*, *Scopelogadus mizolepis*, + *Diaphus splendidus* et *Nemichthys scolopaceus* peuvent être aussi rattachés à l'un ou l'autre de ces groupements. La première espèce est plus probablement reliée au premier des deux.

d) *Groupement « bimodal »* : il est difficile de penser que le groupement ainsi désigné puisse constituer une entité, les espèces dont il s'agit étant caractérisées par le fait qu'elles sont plus abondantes à la fois en zone tropicale et en zone subtropicale et plus rares en zone intermédiaire ; les latitudes optimales au nord comme au sud peuvent changer de l'une à l'autre et le degré de

bimodalité lui-même est parfois fort discutable. Celles dont la distribution correspond le mieux à cette définition de la bimodalité sont :

Valenciennellus tripunctulatus
Ichthyococcus ovalis

et 2 espèces d'importance secondaire :

+ *Diogenichthys laternalus*
+ *Notoscopelus elongatus*

On rencontre ensuite + *Ceratoscopelus townsendi* qui est la plus fréquente de ces espèces.

Chauliodus sloanei
Bregmaceros maclellandi

- *Diaphus rafinesquei*, dont nous avons déjà dit qu'elle se rattachait tout juste un peu moins mal à ce groupement qu'à un autre.

On peut s'interroger sur la signification biologique de ces espèces bimodales : il peut s'agir d'espèces liées essentiellement à un habitat plus profond que les autres et qui ne réapparaîtraient la nuit dans la zone d'échantillonnage que là où les conditions de surface leur conviendraient (certaines d'entre elles prennent un grand développement aux stations effectuées par 9° à proximité de l'upwelling de Java). Il peut s'agir aussi d'espèces rejetées vers les extrémités de la radiale par le jeu des courants, ou même liées à la proximité relative des masses continentales.

Enfin, on remarquera qu'en y incluant les espèces secondaires les Myctophidés (signalés par un astérisque) ne représentant que 11 sur 21 espèces citées dans les 2 derniers groupements contre 10 sur 16 dans les deux premiers, confirment l'hétérogénéité plus grande de la faune de la zone de mélange.

De même, on peut maintenant relier l'accroissement de taille des poissons dans le nord de la radiale à l'abondance dans cette région d'espèces de plus grande taille (Stomiatides, *Gonostoma*, *Diaphus*).

4.2. Variations saisonnières de l'Ichtyofaune :

La figure 9 indique pour l'ensemble des poissons un maximum d'individus en octobre-novembre et un deuxième maximum à peine marqué en mars-avril. La taille moyenne s'abaisse de

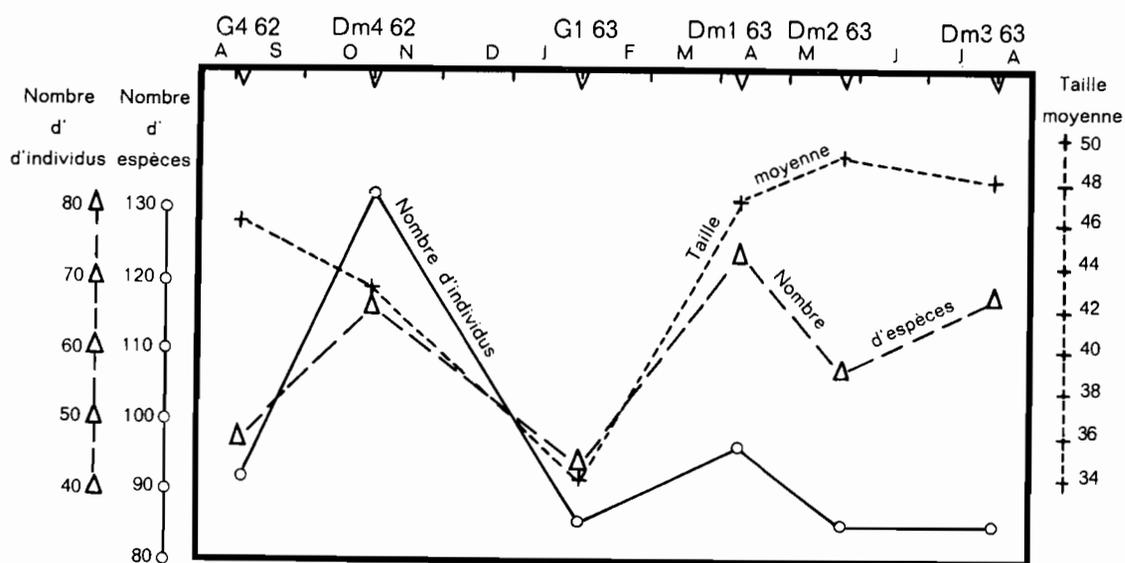


Fig. 9. — Variations saisonnières de la fréquence moyenne par station, de la taille individuelle moyenne (calculées pour chaque croisière) et du nombre d'espèces (total par croisière) pour les poissons du 110° E.

juillet-août à janvier-février puis se relève pour connaître son maximum en mai-juin : dans la mesure où les cycles saisonniers sont ainsi reflétés on peut s'attendre à une influence maximale des juvéniles en début d'année et des adultes en mai-juin. Le nombre d'espèces est en assez bonne corrélation avec celui des individus, mais son augmentation progressive du début à la fin du cycle d'observations peut refléter le fait que l'expérience accrue des trieurs après l'étude des premières croisières leur a permis de réduire le pourcentage d'indéterminés (ceux-ci étant des formes sporadiques).

Le tableau 6 indique en détail la répartition saisonnière (moyenne par radiale) des 23 espèces étudiées précédemment. On peut remarquer que les groupements se distinguent les uns des autres par leur cycle annuel comme ils le faisaient par la position de leur maximum d'influence. Cependant, rappelons que les maximums observés ne sont pas tous biologiquement équivalents : pour les grandes espèces, les modes peuvent correspondre surtout aux formes juvéniles, pour les plus petites aux adultes.

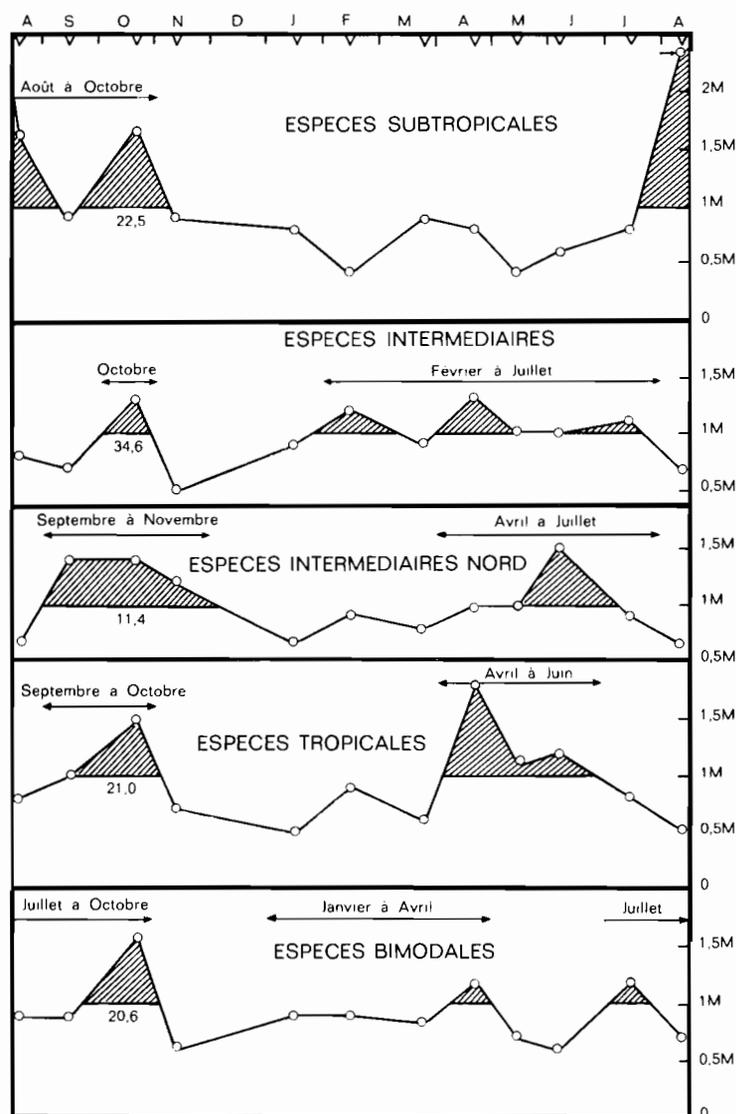


Fig. 10. — Variations saisonnières du nombre de Poissons observé par radiale (moyenne par station) pour les groupements de la figure 8.

TABLEAU 6 : Variations saisonnières des densités moyennes (moyenne par radiale des *d* observés aux stations d'occurrence, exprimée en fraction de la moyenne générale annuelle pour chacune des 23 espèces retenues. Stations à 9° exclues)

Croisières radiales Espèces Mois	G4 62		Dm4 62		G1 63		Dm1 63		Dm2 63		Dm3 63	
	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R
	août-sept.		oct.-nov.		jan.-févr.		mars-avril		mai-juin		juil.-août	
GROUPEMENT SUBTROPICAL												
<i>Lampanyctus alatus</i>	1,0	0,4	1,4	0,7	1,4	0,4	1,1	0,9	0,3	0,7	1,1	3,2
<i>Benthoosema pterota</i>	0,7	1,4	2,0	1,0	0,7	0,6	0,9	0,9	0,8	0,8	0,6	0,8
<i>Scopelopsis multipunctatus</i>	3,6	1,1	1,6	0,9	0,4	0,3	0,4	0,3	0,2	0,4	0,3	2,9
GROUPEMENT INTERMÉDIAIRE												
<i>Diaphus diademctus</i>	1,1	1,1	2,2	0,6	0,3	1,0	1,5	1,9	0,5	1,0	0,9	0,7
<i>Notolychnus valdiviae</i>	0,6	1,0	1,5	0,6	0,7	1,2	1,1	0,8	1,1	1,0	1,5	0,8
<i>Vinciguerria nimbaria</i>	1,1	0,3	1,0	0,4	1,8	1,6	0,6	1,7	0,9	0,7	0,8	0,8
<i>Ctenoscopelus phenqodes</i>	0,3	0,3	0,4	0,2	0	0,4	0,6	1,3	1,5	1,9	1,0	0,8
GROUPEMENT INTERMÉDIAIRE NORD												
<i>Hygophum reinhardti</i>	0,5	1,3	0,8	1,2	0,5	0,7	1,5	1,0	0,5	1,4	0,7	1,2
<i>Idiacanthus fasciola</i>	1,1	1,5	1,1	0,9	0,9	1,4	0,6	1,1	0,7	0,7	1,5	0,7
<i>Lampanyctus pyrsobolus</i>	0,6	0,4	1,6	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,5	2,1	1,2	0,7
<i>Metamphaes suborbitalis</i>	1,2	0,8	1,4	1,0	1,1	1,1	0,8	0,5	1,2	1,6	0,5	0,4
<i>Lampanyctus niger</i>	0	3,2	1,7	1,9	0	0,4	0,4	1,2	1,8	0,8	0,7	0,4
GROUPEMENT TROPICAL												
<i>Gonostoma rhodadenia</i>	0,5	1,5	0,7	0,6	0,7	0,9	1,2	3,7	1,9	0,7	0,6	0,4
<i>Diplophos taenia</i>	1,1	0	0,6	0	0,8	1,2	0,5	1,2	0,6	3,2	0,5	1,1
<i>Lampanyctus macropterus</i>	1,6	1,4	1,5	1,2	0,8	0,6	0,3	1,1	1,0	0,9	0,5	0,3
<i>Diaphus lutkeni</i>	0,8	0,8	2,2	0,8	0,3	1,5	0,6	1,7	1,1	0,7	1,1	0,4
<i>Diaphus microps</i>	0	0,4	0,8	0	0	0	0,4	0,6	0,8	2,3	1,2	1,0
GROUPEMENT « BIMODAL »												
<i>Chauliodus sloanei</i>	0,6	1,2	2,7	0,6	0,9	1,2	0,7	0,9	0,7	0,8	0,6	0,4
<i>Ceratoscopelus townsendi</i>	1,1	0,6	1,5	0,4	1,0	0,6	1,0	1,8	0,8	0,8	1,1	0,7
<i>Valenciennellus tripunctulatus</i>	0,8	1,2	1,4	0,7	1,1	1,7	0,3	0,4	0,2	0	1,3	0,2
<i>Bregmaceros maclellandi</i>	1,3	0,8	1,7	1,0	0,4	0,9	0,7	0,7	0,7	0,6	1,7	1,6
<i>Ichthyococcus ovatus</i>	0	1,3	1,9	0,6	0,9	1,1	1,2	0,9	1,8	0,6	1,2	0,9
<i>Diaphus rafinesquei</i>	0,9	0,6	1,3	0,9	0,9	0,6	0,9	1,8	0,8	0,6	1,4	1,1

Toutefois le nombre d'espèces placées dans ce dernier cas est une minorité (les 2 cas les plus nets étant *B. plerota* et *N. valdiviae*). La sélection est ici le fait de l'engin car l'échappement varie avec la taille et la forme qui dépendent à la fois de l'espèce et de la croissance. Les modes trouvés reflètent donc probablement dans la plupart des cas, mais non dans tous, la présence massive d'immatures plus ou moins âgés.

La figure 10 illustre le tableau 6. La schématisation qu'elle implique est justifiée sous les réserves qui précèdent, par le résumé suivant du tableau 6 (M étant la moyenne de chaque espèce) :

— *groupement subtropical*: 3 esp., 13 val. > M distribuées ainsi : août à octobre 9 dont les 3 max., janvier à juillet 3.

— *groupement intermédiaire*: 4 esp., 24 val. > M distribuées ainsi : août à octobre 7 dont 1 max., février à juillet. 16 et 2 max.

— *groupement intermédiaire nord*: 5 esp., 27 val. > M distribuées ainsi : septembre à novembre 10 dont 1 max., avril à juillet 10 dont 4 max.

— *groupement tropical*: 5 esp., 23 val. > M distribuées ainsi : août à octobre 8 dont 2 max., avril à juillet 11 dont 3 max.

— *groupement bimodal*: 6 esp., 29 val. > M distribuées ainsi : juillet à octobre 18 dont 3 max., janvier à avril 9 dont 3 max.

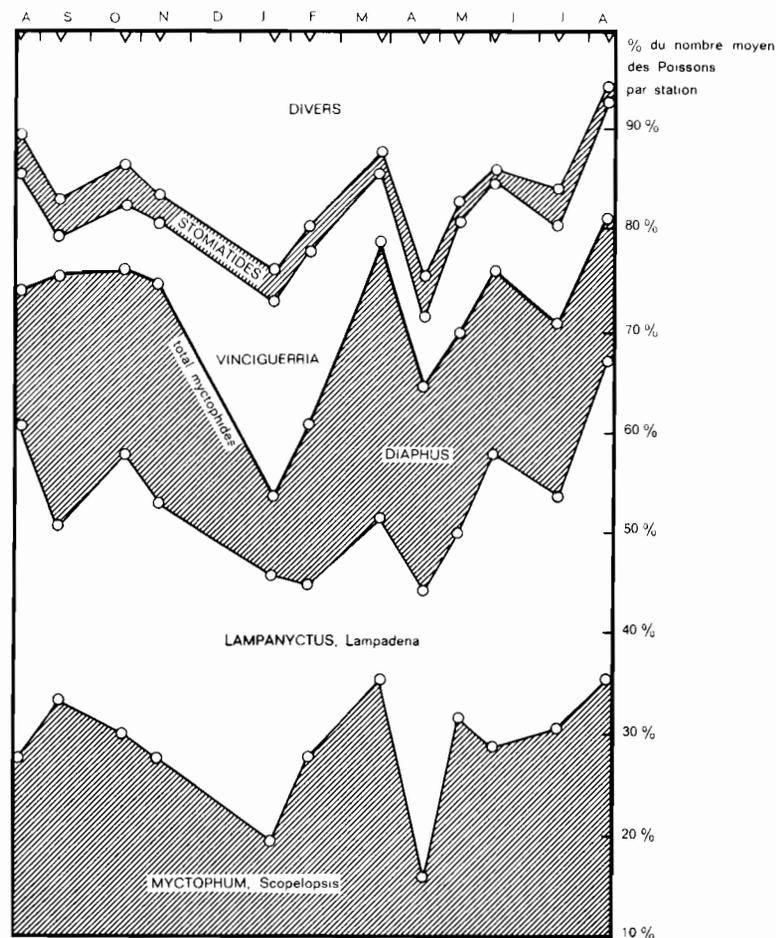


Fig. 11. -- Variations saisonnières de la composition de l'ichtyofaune du 110° E (pourcentages moyens calculés sur l'ensemble de chaque radiale).

On remarquera que le mois d'octobre correspond dans tous les cas à une période d'abondance maximale et les mois de janvier-février-mars à une période d'abondance minimale ou inférieure à la moyenne, sauf pour le deuxième groupement. Lors des premières croisières, d'août à novembre, il y avait donc une bonne corrélation entre les variations de fréquence de toutes les espèces. C'est à partir de janvier qu'apparaissent les différenciations les plus nettes entre elles, en particulier une alternance maximum-minimum entre les espèces subtropicales et les espèces intermédiaires. La figure 11 montre le reflet de cette alternance sur la variation de la composition de l'Ichtyofaune : les *Vinciguerria* prennent en importance la relève des autres groupes, au début de l'année.

On remarquera enfin que l'hétérogénéité dans le cycle annuel est maximale pour les espèces subtropicales, assez marquée pour les espèces tropicales mais ne se manifeste que par des pics multiples et assez peu distincts pour les espèces intermédiaires et bimodales. Ceci est à ajouter aux considérations précédentes sur la comparaison des besoins écologiques des unes et des autres.

4.3. Relations entre la distribution des poissons et celle des larves de poissons :

A ce stade nous ne disposons que des comptes globaux des larves de poissons. Il est évident que la sélection opérée par l'engin n'est pas la même pour celles-ci et pour les juvéniles et adultes que nous venons d'étudier. La composition spécifique de l'échantillonnage varie probablement fortement des larves aux adultes. Néanmoins, il est intéressant de rapprocher la figure 12 de

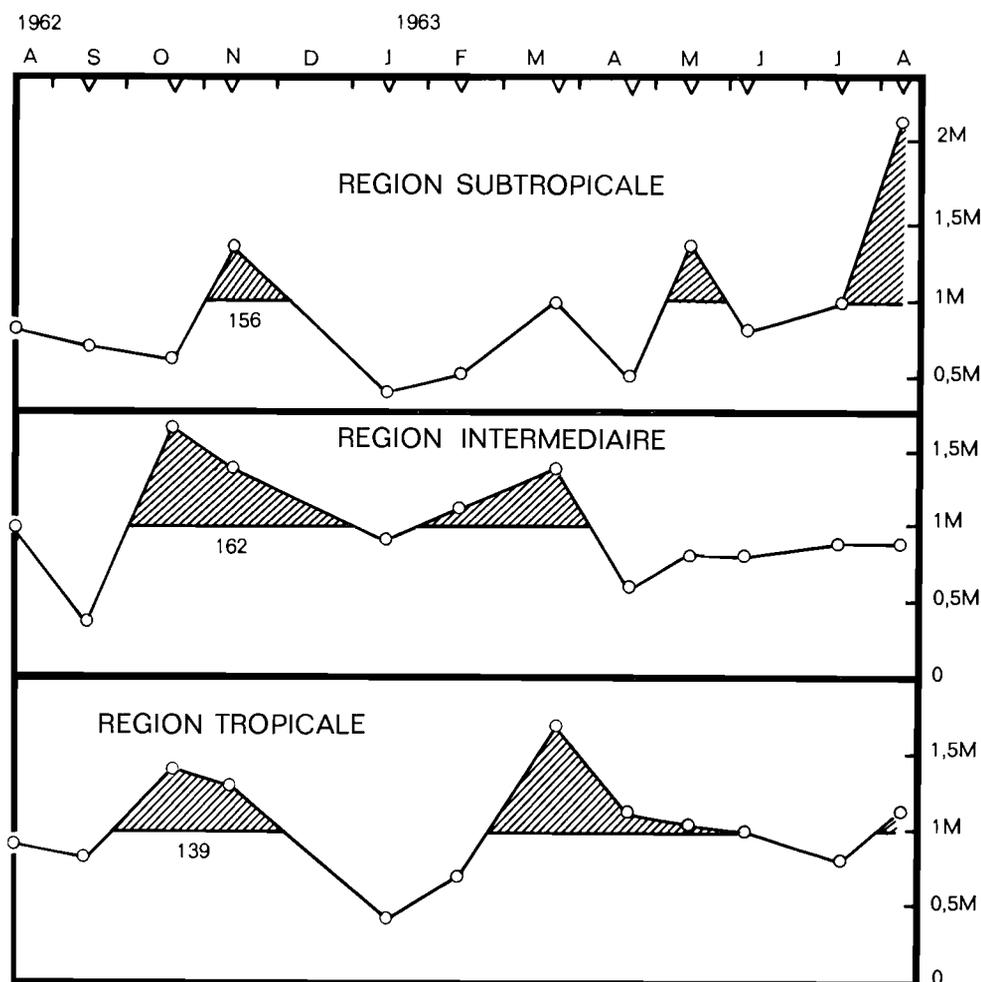


Fig. 12. — Variations saisonnières du nombre de Larves de poissons pour les régions correspondant aux groupements de la figure 10 (nombre moyen par station calculé pour l'ensemble de chaque radiale).

la figure 10 : les distributions y sont très comparables et notamment les différenciations géographiques trouvées précédemment à partir de janvier y réapparaissent. Il est aussi intéressant de remarquer que si les pics des Larves de poissons et ceux des poissons coïncident partout assez bien en octobre-novembre, ils tendent plutôt à indiquer une certaine succession dans le temps dans le reste de l'année :

- Région subtropicale* : Larves de Poissons, mai et août.
Poissons, août.
- Région intermédiaire* : Larves de Poissons, février-mars.
Poissons, février-juillet.
- Région tropicale* : Larves de Poissons, mars-avril.
Poissons, avril à juin.

4.4. Conclusions :

L'étude faite ici n'avait pas pour but de préciser l'écologie des différentes espèces : celle-ci ne pourra être envisagée que lorsque davantage de connaissances seront acquises sur le cycle saisonnier de chacune d'elles et nécessitera probablement la comparaison de ces cycles. Toutefois nous avons pu mettre en évidence ici une division de l'Ichtyofaune en groupements dont chacun correspond à un régime hydrologique moyen particulier. Nous venons de voir aussi que les cycles annuels moyens de ces groupements diffèrent, de même que le niveau de leurs exigences écologiques : sans qu'on puisse parler d'associations, il y a donc probablement dans un grand nombre de cas certains liens réels entre les espèces considérées ici.

Il est regrettable que nous n'ayons pas disposé pour cette étude de véritables données sur la distribution verticale : on peut en effet penser à la lumière des résultats qui précèdent que l'ichtyofaune mésopélagique est souvent beaucoup plus caractéristique de grandes régions hydrologiques qu'on ne pouvait le supposer. Toutefois la caractérisation du biotope d'une espèce ne peut être véritablement approchée que si l'on peut suivre ses variations verticales, diurnes ou saisonnières, aussi bien que ses variations horizontales.

Quoiqu'il en soit dans les notes suivantes, les cycles biologiques des espèces dont l'abondance est suffisante pour permettre leur étude, seront examinés en tenant compte des groupements définis ici.

BIBLIOGRAPHIE

- BACKUS (R. H.), MEAD (G. W.), MAEDRICH (R. L.), EBELING (A. W.), 1965. — The mesopelagic fishes collected during cruise 17 of the R. V. CHAIN, with a method for analyzing faunal transects. *Bull. mus. Comp. Zool.* 134 (5) pp. 139-198, sept. 1965.
- BRAUER (A.), 1906. — Die Tiefsee Fische. I. Systematischer Teil. *Wiss. Erg. Deut. Tiefsee. Exped. Valdivia 1898-1899.* Bd. XV.
- EBELING (A. W.), 1962. — Melamphidae. 1. Systematic and zoogeography of the species in the bathypelagic fish genus *Melamphaes* Günther.
- FRASER-BRUNNER (A.), 1949. — A classification of the fishes of the family Myctophidae. *Proc. zool. Soc. London.* 118, part. 4 pp. 1019-1106.
- GILBERT (G. R.), 1905. — The deep sea fishes. In Jord and Everm. *The Equal. resources of the Hawaiian islands.* Part II, Washington 1905.
- LEGAND (M.), 1967. — Cycles biologiques des poissons mésopélagiques dans l'est de l'Océan Indien. Première note : *Scopelopsis multipunctatus*, *Gonosoma* sp., *Notolychnus valdiviae* Brauer. *Cah. O.R.S.T.O.M.*, sér. *Océanogr.* Vol. V, n° 4, pp. 47-71.
- PEARCY (W. G.) et LAURS (R. M.), — Vertical migration and distribution of mesopelagic fishes off Oregon. *Deep. Sea. Res.* Vol. 13. pp. 153-165.
- ROCHFORD (D. J.) (sous presse) Oceanographic studies along 110° E. August 1962, August 1963. Part 2 : Hydrological structure of the upper 500 m. A paraître dans *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*

Océanographie Physique. — *Observation de deux fronts thermiques dans le Pacifique équatorial occidental*. Note (*) de MM. **HENRI ROTSCHI**, **PHILIPPE HISARD** et **PIERRE RUAL**, présentée par M. André Gougenheim.

Deux fronts thermiques ont été observés en mars 1967 dans le Pacifique occidental, de part et d'autre de l'équateur aux latitudes respectives de 3° S et $3^{\circ}16'$ N. Ils étaient associés à une divergence à l'équateur des courants de surface et une convergence était présente à la latitude de chacun d'eux. Les eaux équatoriales étaient plus froides, plus denses et plus riches en sels nutritifs que les eaux adjacentes au Nord et au Sud.

Au cours de la croisière « Cyclone II » du navire océanographique *Coriolis* dans les eaux équatoriales du Pacifique occidental, deux fronts thermiques ont été observés, aux environs du méridien 170° E, à 3° S et $3^{\circ}16'$ N respectivement. Le premier, rencontré le 21 mars 1967, correspond à une baisse globale en direction du Nord de la température superficielle de l'ordre de $1,2^{\circ}$ C; le gradient méridien de température y est en moyenne de $0,06^{\circ}$ C par mille avec une valeur maximale de $0,18^{\circ}$ C par mille à 3° S. Le second, nettement moins marqué, a été rencontré le 24 mars; il correspond à une augmentation globale vers le Nord de la température superficielle de l'ordre de $0,5^{\circ}$ C; le gradient méridien de température au centre du front à $3^{\circ}16'$ N y a une valeur plus faible, voisine de $0,05^{\circ}$ C par mille, qui est néanmoins très significative dans les eaux tropicales chaudes où la température varie très lentement avec la latitude (*fig. 1 a*). Pendant toute la période d'observation un vent de 10 nœuds souffle du secteur Est - Nord-Est au voisinage du front méridional et du secteur Nord - Nord-Est au voisinage du front septentrional.

Cette structure à deux fronts est associée à un « upwelling » équatorial très net intéressant au moins les cent premiers mètres, comme l'indiquent la forme des isothermes 27 et 28° C (*fig. 1 b*) ainsi que la distribution en surface de la densité et des concentrations de l'oxygène et des sels nutritifs.

A la latitude du front méridional, le gradient méridien superficiel de densité vers le Nord est de l'ordre de $+0,1$ g/l.mille; au voisinage du front septentrional il a la même valeur, mais il est de signe contraire; en revanche, entre 3° S et 3° N, c'est-à-dire dans les eaux relativement froides, il est douze fois plus faible.

Pour ce qui est de l'oxygène, les eaux froides sont nettement plus riches avec une teneur de $4,75$ ml/l, constante entre 3° S et 3° N, tandis que les eaux chaudes du Sud ont une teneur de $4,63$ ml/l et celles du Nord de $4,61$ ml/l. De même, la concentration du phosphate dans les eaux froides est constante entre les deux fronts et égale à $0,40$ mat-g/m³ (milliatome-gramme par mètre cube) tandis que dans les eaux chaudes du Sud et du Nord elle est respectivement de $0,27$ et $0,26$ mat-g/m³; pareillement, la concentration du nitrate est supérieure à $2,0$ mat-g/m³ dans les eaux enrichies

et elle est inférieure à $0,5 \text{ mat-g/m}^3$ dans les eaux situées de part et d'autre de la zone d'« upwelling ». Enfin, la répartition horizontale de la température (fig. 1 a) indique clairement un minimum équatorial qui ne peut découler que d'un « upwelling ».

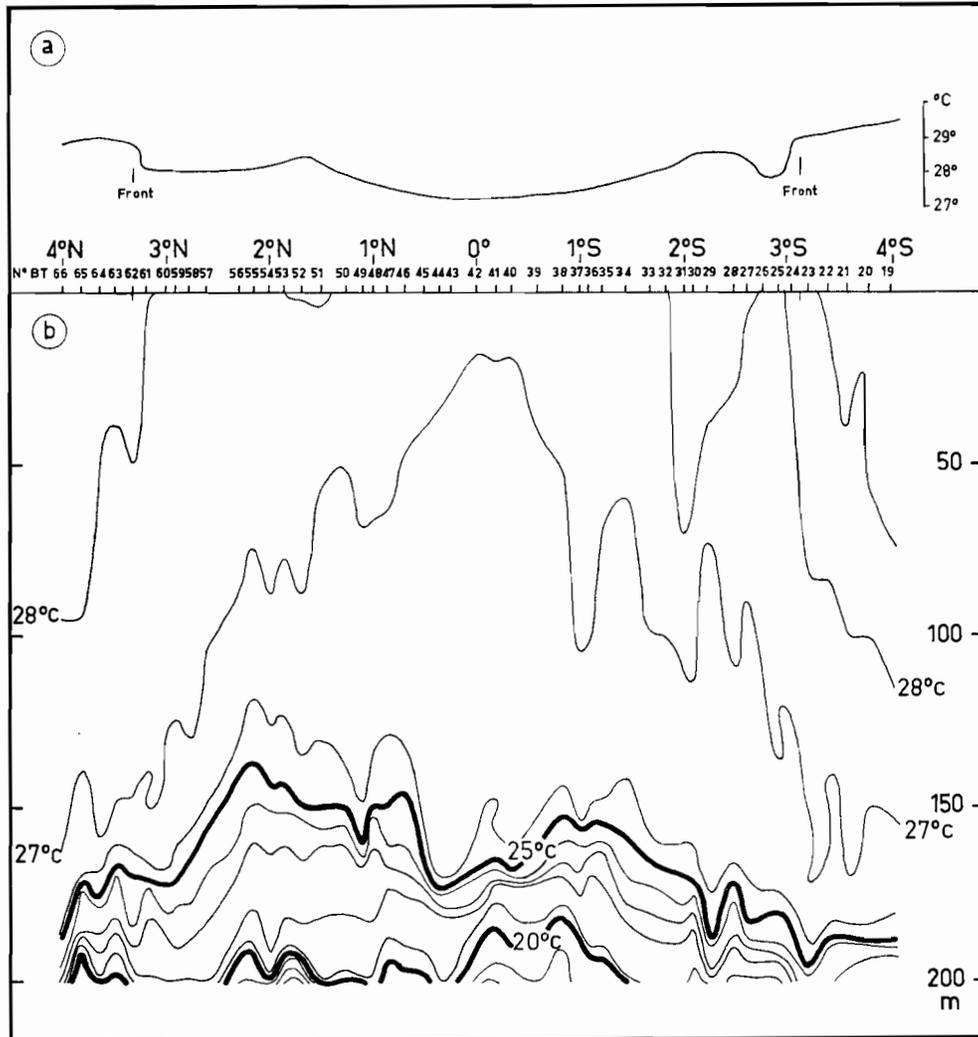


Fig. 1.

(a) Température superficielle à 170°E .

(b) Répartition verticale de la température entre 4°S et 4°N .

Bien qu'à la latitude de ces deux fronts le gradient méridien de température soit plus faible qu'aux fronts signalés antérieurement par divers auteurs [(¹), (²)], fronts où la variation de température pouvait être de 1°C en quelques dixièmes de mille, et bien que les différences de température entre les eaux froides équatoriales et les eaux adjacentes chaudes soient

plus petites, il n'est pas douteux que les observations du *Coriolis* concernant des fronts. En effet, la structure thermique verticale telle qu'elle apparaît sur les mesures bathythermiques est, de chaque côté des fronts, identique à celle signalée antérieurement ⁽¹⁾, tout au moins en ce qui concerne le front le plus intense à 3°S (fig. 2) : dans l'eau chaude (BT n° 23), la température varie avec la profondeur en une succession de couches isothermes isolées par de petites thermoclines dont les plus superficielles

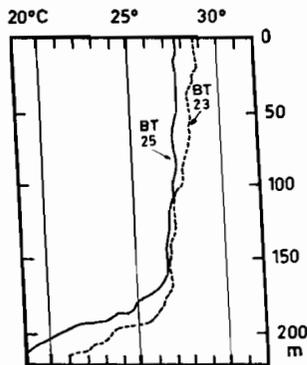


Fig. 2.

Fig. 2. — Distribution verticale de la température au Nord et au Sud du front à 3°S.

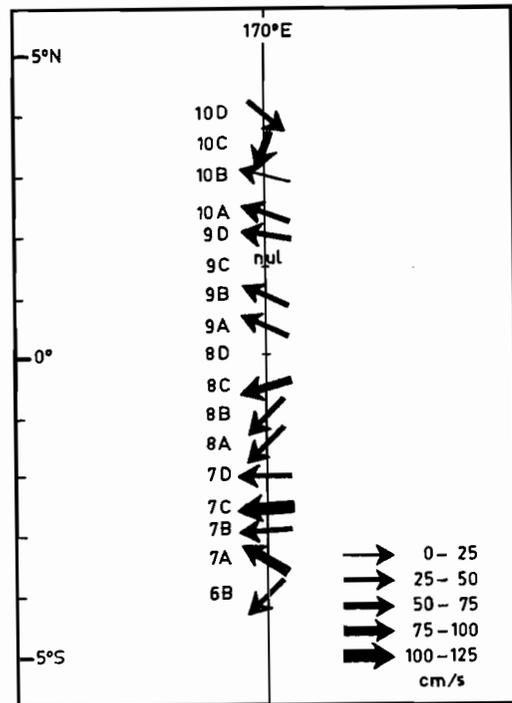


Fig. 3.

Fig. 3. — Courants à 5 m de profondeur.

ont été assimilées ⁽¹⁾ à une zone frontale; dans l'eau froide (BT n° 25), l'épaisseur de la couche isotherme est beaucoup plus grande parce que le mouvement de plongée à la convergence y atteint le sommet de la thermocline.

De plus, des mesures directes de courants furent exécutées navire en dérive, tous les 30 milles entre 4°N et 4°S, avec un courantographe à rotor de Savonius. La distance verticale entre les immersions de l'appareil était de 20 m, la durée de chacune 5 mn pendant lesquelles 40 mesures étaient effectuées. Le courant à une immersion est déduit de la différence vectorielle entre la mesure moyenne à 500 m et la mesure moyenne à l'im-

mersion considérée; en supposant qu'à 500 m on a atteint la couche de mouvement nul, les valeurs enregistrées par le courantographe à cette profondeur indiquent la dérive éprouvée. L'analyse critique des mesures effectuées et leur répétition à la descente du courantographe et à sa remontée suggèrent que l'approximation est de l'ordre de $\pm 10^\circ$, sur la direction du courant, de ± 10 cm/s sur sa vitesse.

Les courants à 5 m de profondeur (fig. 3) dont la vitesse est comprise entre 20 et 100 cm/s et qui ont tous une forte composante vers l'ouest indiquent cependant, sans équivoque possible, l'existence d'une convergence entre les stations 7 A et 7 B situées respectivement à $3^\circ 24' S$ et $2^\circ 56' S$ ainsi qu'entre les stations 10 B et 10 C dont les latitudes respectives sont $3^\circ 00' N$ et $3^\circ 30' N$; cette convergence à la latitude des fronts est identifiable également aux profondeurs de 20, 40, 60, 80 et 100 m avec toutefois, aux profondeurs les plus élevées, un léger décalage en latitude. De plus, la divergence des courants à l'équateur liée à l'« upwelling » apparaît également très clairement.

Une autre caractéristique de la circulation superficielle, qui ne sera pas discutée car elle ne semble pas liée à l'existence des fronts, est une convergence entre les stations 7 D et 8 A qui se traduit par un échauffement superficiel et une poche isolée d'eau chaude atteignant la profondeur de 50 m.

Les deux fronts semblent donc être étroitement liés à la présence d'une circulation superficielle divergente à l'équateur et convergente à la latitude des deux fronts. Une telle circulation méridienne à l'équateur est un argument en faveur des schémas de circulation proposés en régime de vents des secteurs Est et Nord (*). Ces mesures sont à notre connaissance la première mise en évidence directe d'une circulation méridienne en présence de fronts de chaque côté de l'équateur, avec une convergence aux deux fronts; de plus, elles montrent qu'un front thermique peut se rencontrer au Sud de l'équateur, ce qui avait été contesté (†); elles indiquent enfin que les fronts thermiques signalés essentiellement dans le Pacifique oriental [(1), (2), (3)] peuvent aussi exister dans le Pacifique occidental où l'« upwelling » équatorial est supposé par les auteurs être intermittent et beaucoup moins intense.

(*) Séance du 27 mai 1968.

(1) J. L. REID et T. CROMWELL, *Tellus*, 8, 1956, p. 94-101.

(2) J. A. KNAUSS, *Tellus*, 9, 1957, p. 234-237.

(3) T. CROMWELL, *J. Mar. Res.*, 12, 1956, p. 196-213.

(†) J. A. KNAUSS, dans *The Sea*, M. N. Hill (éd.), Interscience, New York, 2, 1963, p. 237-252.

(Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa.)

ÉTUDE COMPARATIVE D'ÉCHANTILLONS DE MACROPLANCTON ET DE MICRONECTON RÉCOLTÉS PAR TROIS FILETS DIFFÉRENTS

par R. GRANDPERRIN*

RÉSUMÉ

Lors de la croisière transpacifique « ALIZÉ » effectuée le long de l'équateur par le N. O. CORIOLIS, 21 stations de production secondaire ont été retenues pour comparer entre eux 3 filets : un chalut pélagique Isaacs-Kidd 5 pieds (IKMT 5), un filet conique ordinaire maille 000 de 1 m de diamètre (fco 1 m), un filet conique ordinaire maille 000 de 50 cm de diamètre (fco 50). Les organismes évitent mieux, à unité de surface d'ouverture égale, le fco 50 que le fco 1 m à l'exception des 3 groupes planctoniques Hétéropodes, Ptéropodes et Chétognathes qui sont numériquement capturés proportionnellement à la surface de la gueule : l'IKMT 5 ne les retiendrait qu'au niveau du cul du filet (fco 50 maille 000). Il semble qu'on puisse dresser une classification des organismes étudiés par agilité décroissante. La comparaison au niveau de l'espèce pour 10 Poissons bathypélagiques tend à prouver que les plus grands stades sont mieux échantillonnés par l'IKMT 5 que par le fco 1 m. Les jeunes stades et les petites espèces sont mieux retenus par le fco 1 m. Par ailleurs les différences de profondeurs d'échantillonnage mettraient en évidence une augmentation des tailles moyennes avec la profondeur pour les Euphausiides, Sergestides, Amphipodes, larves de Poissons et Pénéides.

SUMMARY

During the transpacific cruise « ALIZÉ » along the equator, hauls were made from the R.V. « CORIOLIS » with a 5 foot Isaacs-Kidd midwater trawl (IKMT 5), a 1-meter ring net mesh 000 (fco 1 m) and a 50 cm ring net mesh 000 (fco 50). 21 replicates have been retained to compare the performances of these nets. Per unit of mouth opening the fco 1 mesh avoided by organisms than the fco 1 m with the exception of 3 planktonic groups: Heteropods, Pteropods and Chaetognaths which are collected proportionally to the surface of the mouth. As IKMT 5 is concerned, these groups seem to be retained only in the cod-end (fco 50 mesh 000). As a result of these comparisons it is attempted a classification of organisms according to their estimated dodging activity in water.

* Océanographe biologiste au Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa.

Comparison with regard to length-groups of 10 species of bathypelagic fishes shows that large stages are much better collected with the IKMT 5 than with the fco 1 m when young stages and small species are much better retained in the fco 1 m. In other respects, differences in sampling depths seem to show an increase in mean size with depth for Euphausiids, Sergestids, Amphipods, Fish larvae and Penaeids.

1. INTRODUCTION.
 2. PRÉLÈVEMENTS ET MESURES AU LABORATOIRE.
 3. COMPARAISON DU FCO 1 M AU FCO 50.
 - 3.1. Comparaison au niveau des abondances.
 - 3.2. Comparaison au niveau des tailles moyennes.
 4. COMPARAISON DE L'IKMT 5 AU FCO 50.
 5. COMPARAISON DE L'IKMT 5 AU FCO 1 m.
 - 5.1. Comparaison au niveau des principaux groupes.
 - 5.2. Comparaison au niveau de l'espèce.
 6. DISCUSSION.
- BIBLIOGRAPHIE.

1. INTRODUCTION

Durant la croisière transpacifique « ALIZÉ » le long de l'équateur, le N. O. CORIOLIS effectua 36 stations de production secondaire, au cours desquelles furent réalisés 33 traits de filet conique ordinaire de 50 cm de diamètre d'ouverture, 32 traits de filet conique de 1 m de diamètre et 36 traits de chalut pélagique Isaacs-Kidd 5 pieds (1).

21 stations ont été retenues pour cette étude. Elles ont toutes comporté chaque soir un trait de chacun des 3 types de filets. Les collectes furent effectuées dans des conditions presque identiques. Les triages au laboratoire ont tous été conduits de la même façon : ont été notamment retirés des échantillons, par filtration sur une maille donnée, les planctons les plus petits. Nous ne considérons donc ici la comparaison des résultats qu'au niveau du macroplankton et du micronecton.

Cette comparaison sera faite en étudiant les abondances respectives et les tailles moyennes des groupes importants régulièrement capturés ; pour le fco 1 m et l'IKMT 5, elle s'étendra à quelques espèces de Poissons bathypélagiques et, au sein de celles-ci, à la répartition des groupes de tailles.

Avant d'entreprendre cette étude, il est bon de rappeler que l'efficacité d'un filet doit toujours être définie par rapport aux organismes qu'il rencontre, ceux-ci ayant 2 possibilités d'échapper à l'engin :

— soit en s'écartant de sa trajectoire et même parfois en ressortant de la gueule du filet après y être entrés, action qu'on résumera en utilisant le terme « évitement » ;

— soit en s'échappant activement ou passivement à travers les mailles, action qu'on résumera en utilisant le terme « échappement ».

(1) Dans la suite du texte, ces filets seront désignés respectivement par fco 50, fco 1 m et IKMT 5.

2. PRÉLÈVEMENTS ET MESURES AU LABORATOIRE

2.1. Prélèvements :

Tous les traits furent des traits obliques symétriques de nuit. Chaque filet était équipé d'un débit-mètre. La vitesse du filet par rapport aux masses d'eau supposées fixes fut approximativement de 2,5 nœuds. En fait la vitesse d'écoulement des filets d'eau déduite des indications des débit-mètres et de la durée des traits fut en moyenne de 110 m/mn, soit 3,5 nœuds pour les trois filets. Aucun colmatage n'a été constaté au cours de la croisière : la figure 1 en rend compte.

L'IKMT 5 a travaillé généralement de 0 à 300 m, 2 heures environ après le coucher du soleil. Le cul du chalut était constitué par un fco 50, maille 000 (1,024 mm d'ouverture), dans la gueule duquel était placé le débit-mètre.

Sur le même câble, 10 mètres avant la patte d'oie, était monté un fco 50, maille 000, sans dépresseur. Il travaillait ainsi presque dans les mêmes conditions que l'IKMT 5. Les débit-mètres de l'IKMT 5 et du fco 50 donnèrent d'ailleurs les mêmes résultats pour la moyenne des traits, à moins de 5 % près (la moyenne générale des parcours lus sur le débit-mètre fut de 6 138 mètres pour le fco 50 et 6 081 mètres pour l'IKMT 5).

Dès la fin de ce « double trait », le fco 1 m maille 000 était mis à l'eau, l'heure moyenne du trait correspondant à 3 heures environ après le coucher du soleil. Il a échantillonné en moyenne de 0 à 200 mètres à la même vitesse que précédemment. La moyenne générale des parcours lus sur le débit-mètre de ce filet fut de 5 859 mètres.

Tous les traits ont été ramenés à une longueur standard de colonne d'eau filtrée égale à 5 000 mètres.

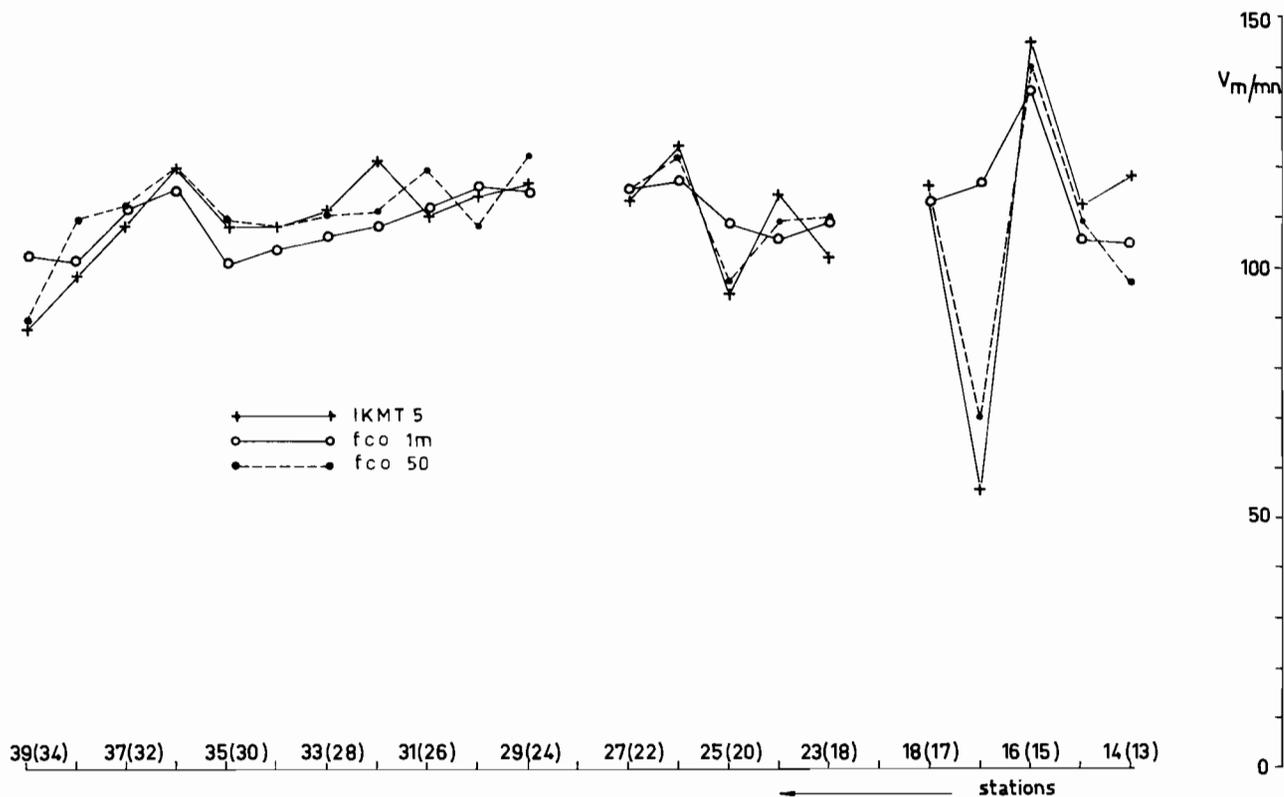


Fig. 1. — Vitesses d'écoulement des filets d'eau (V) pour chaque station d'après les indications des débit-mètres. Vitesses exprimées en m/mn.

2.2. Définition des mesures faites en laboratoire :

Les taxa retenus pour cette étude sont ceux qui étaient simultanément les mieux représentés dans les collectes des trois filets.

Après triage par taxon et comptage, les biomasses étaient évaluées par des pesées humides. La taille moyenne utilisée ici est en réalité un poids moyen (exprimé en *cg*) obtenu en divisant la biomasse évaluée du groupe par la fréquence.

Dans les tableaux, les Amphipodes englobent les Phronimidés sans leur tonnelet gélatineux ; les Ptéropodes sont des Ptéropodes Thécosomes.

La longueur des Poissons mesurés est la longueur standard.

3. COMPARAISON DU FCO 1 M AU FCO 50

Rappelons que le fco 50 a une surface d'ouverture quatre fois inférieure à celle du fco 1 m.

3.1. Comparaison au niveau des abondances :

Le rapport du nombre des captures du fco 1 m au nombre de celles du fco 50 est de très loin supérieur à 4 pour certains groupes, égal ou proche de 4 pour d'autres (tableau I). Il n'est inférieur à 4 pour aucun des groupes étudiés. Cela prouve que toute proportion de surface d'ouverture gardée et pour une même maille 000, la majorité des organismes évite mieux le fco 50 que le fco 1 m, aucun colmatage n'ayant été constaté, rappelons-le.

La différence entre les deux filets est maximale dans le cas des Sergestides : WELSH et CHASE (1938) les considèrent en effet comme les Crustacés pélagiques les plus rapides et les mieux adaptés à la nage.

3.2. Comparaison au niveau des tailles moyennes :

L'examen du rapport des tailles moyennes des captures du fco 1 m à celles du fco 50 conduit à séparer les organismes en trois groupes (tableau II) :

a) La taille moyenne des individus capturés avec le fco 1 m est supérieure à celle des captures du fco 50 : il s'agit des Céphalopodes, Carides et Poissons ;

b) La taille moyenne semble indépendante du filet utilisé : il s'agit des Héétéropodes, Ptéropodes et Chétognathes, qui sont strictement planctoniques ;

c) La taille moyenne des captures du fco 1 m est inférieure à celle des captures du fco 50 : ce sont surtout les Euphausides, Sergestides, Amphipodes. Il semble qu'on puisse expliquer le sens de cette différence en faisant intervenir de 2 façons les différences de profondeurs d'échantillonnage (le fco 50, rappelons-le, travaillait jusqu'à 300 m alors que le fco 1 m n'échantillonnait que la couche 0-200 m), ces différences pouvant jouer d'une part au niveau des espèces, d'autre part au sein d'une espèce, au niveau des stades de développement. En effet, BRUNTON (1962), étudiant les répartitions verticales de 70 espèces différentes d'Euphausides, fait nettement ressortir que les espèces les plus profondes sont les plus grosses. STEPHENSEN (1924), dans son étude des Amphipodes, met notamment en évidence, pour les Phronimidés, une distribution bathymétrique présentant les mêmes caractères (certains travaux en cours au laboratoire semblent d'ailleurs confirmer ce dernier point). D'autre part, au sein d'une espèce, les individus les plus jeunes vivent en général plus en surface que les adultes. Il est possible que ce décalage soit en partie respecté lors des migrations verticales. Ainsi, une différence de 100 m dans les profondeurs d'échantillonnage pourrait rendre compte des faibles différences observées dans les tailles moyennes pour le dernier type d'organismes.

TABLEAU I : *Comparaison fco 1 m - fco 50*
 Nombres moyens par station calculés sur 21 stations

Groupes	fco 1 m	fco 50	Rapport des nombres	Rapport des nombres par unité de surface
			$\frac{\text{fco 1 m}}{\text{fco 50}}$	$\frac{\text{fco 1 m}/4}{\text{fco 50}}$
Sergestides.....	23,5	1,7	14,1	3,5
Carides.....	4,3	0,3	12,7	3,2
Euphausides.....	666,0	58,0	11,5	2,9
Pénéides.....	10,6	1,1	9,3	2,3
Céphalopodes.....	17,2	2,1	8,2	2,1
Amphipodes.....	41,4	5,1	8,0	2,0
Hétéropodes.....	11,5	1,7	6,9	1,7
Poissons.....	48,6	8,0	6,1	1,5
Ptéroptères.....	28,9	5,7	5,1	1,3
Chétognathes.....	87,0	20,8	4,2	1,0
Larves de Poissons.....	314,0	78,0	4,0	1,0

TABLEAU II : *Comparaison fco 1 m - fco 50*
 Poids moyens calculés sur 21 stations (poids exprimés en cg)

Groupes	fco 1 m (cg)	fco 50 (cg)	Rapport des poids moyens
			$\frac{\text{fco 1 m}}{\text{fco 50}}$
Céphalopodes.....	10,0	5,0	2,0
Carides.....	37,6	26,7	1,4
Poissons.....	31,5	26,2	1,2
Hétéropodes.....	7,1	6,4	1,1
Chétognathes.....	1,8	1,6	1,1
Ptéroptères.....	2,4	2,3	1,0
Pénéides.....	14,7	16,6	0,9
Larves de Poissons.....	1,0	1,1	0,9
Sergestides.....	11,5	14,0	0,8
Euphausides.....	1,9	2,6	0,7
Amphipodes.....	2,3	3,0	0,7

En fait, pour que ces comparaisons soient rigoureusement valables, il eut fallu les établir au niveau des espèces et pour une même espèce, au niveau des groupes de tailles, comme on l'a fait pour certains Poissons, tout en s'efforçant d'échantillonner aux mêmes profondeurs et aux mêmes heures avec les deux filets.

En résumé, si l'on choisit une grosse maille (000) à grand pouvoir de filtration, ce qui laisse supposer qu'on veuille surtout capturer les plus gros zooplanctes, il semble que l'utilisation du fco 1 m présente de nets avantages sur celle du fco 50, à profondeurs de trait égales, pour la plupart des taxa étudiés ici.

4. COMPARAISON DE L'IKMT 5 AU FCO 50

Si l'on assimile l'ouverture de la gueule de l'IKMT 5 à un carré de 1,50 m de côté le rapport de la surface de ce carré à l'ouverture du fco 50 est voisin de 11,5.

Les plus petits organismes récoltés par l'IKMT 5 sont principalement retenus par le cul du filet qui est un fco 50. Le deuxième fco 50 fixé sur le même câble permet théoriquement d'isoler indirectement la fraction de la récolte imputable au seul cul de l'IKMT 5, fraction qui n'est pas caractéristique de ce filet. En fait, les deux filets ne travaillent pas rigoureusement dans les mêmes conditions.

En bas du tableau III, on retrouve les 3 groupes planctoniques (Hétéropodes, Ptéropodes et Chétognathes) qui étaient déjà, toute proportion de surface d'ouverture gardée, presque aussi abondamment capturés par le fco 50 que par le fco 1 m. Mal retenus par les grosses mailles, ils ne sont que légèrement mieux collectés par l'IKMT 5 que par le fco 50. Le fait que l'IKMT 5 ne collecte pas mieux ces groupes que le fco 50 et que les tailles moyennes des captures soient les mêmes avec les 2 filets constitue, en quelque sorte, une justification du montage.

TABLEAU III : *Comparaison IKMT 5 - FCO 50*
Rapports des nombres et des poids moyens calculés sur 21 stations

Groupes	Rapport des nombres IKMT 5 <hr/> fco 50	Groupes	Rapport des poids moyens IKMT 5 <hr/> fco 50
Carides.....	13.9	Céphalopodes.....	14.0
Sergestides.....	13.1	Carides.....	3.1
Pénéides.....	9.4	Sergestides.....	2.4
Poissons.....	6.6	Poissons.....	2.2
Euphausides.....	6.6	Larves de Poissons.....	1.5
Amphipodes.....	5.1	Euphausides.....	1.3
Céphalopodes.....	2.5	Pénéides.....	1.1
Larves de Poissons.....	2.1	Amphipodes.....	1.0
Ptéropodes.....	1.4	Hétéropodes.....	1.1
Hétéropodes.....	1.3	Chétognathes.....	1.1
Chétognathes.....	1.2	Ptéropodes.....	1.0

Alors que les Pénéides, larves de Poissons, Sergestides, Euphausides et Amphipodes étaient de tailles moyennes plus petites avec le fco 1 m qu'avec le fco 50, l'IKMT 5 les capture plus gros ou de même taille moyenne, mais jamais plus petits que ne le fait le fco 50 (ces 2 filets travaillaient à la même profondeur). Ceci joue indirectement en faveur de l'interprétation précédente selon laquelle les différences de tailles, apparemment insolites, notées entre les captures du fco 1 m et du fco 50 pour ces groupes étaient dues à des différences dans les profondeurs d'échantillonnage.

Plus encore que dans la comparaison précédemment étudiée, la plus grosse différence entre les filets, au niveau des tailles moyennes, s'observe pour les Céphalopodes.

En résumé, pour les organismes peu retenus par les grosses mailles (Chétognates, Hétéropodes et Ptéropodes), l'IKMT 5, monté conformément à la description faite au début, travaille sensiblement avec la même efficacité qu'un fco 50 de même taille que son cul. Pour tous les autres groupes l'efficacité de l'IKMT 5 est de très loin supérieure à celle du fco 50.

5. COMPARAISON DE L'IKMT 5 AU FCO 1 M

Elle se fera d'une part au niveau des principaux groupes comme pour les deux comparaisons précédentes, d'autre part pour certaines espèces de Poissons bathypélagiques, au niveau des groupes de tailles. Si l'on associe l'ouverture de la gueule de l'IKMT 5 à un carré de 1,50 m de côté, le rapport de la surface de l'ouverture du fco 1 m à celle de ce carré est voisin de 0,3.

5.1. Comparaison au niveau des principaux groupes :

L'examen des deux dernières colonnes du tableau IV montre qu'on peut diviser à nouveau les organismes en 3 groupes.

a) On retrouve évidemment dans le premier : Hétéropodes, Ptéropodes et Chétognathes. Les tailles moyennes sont les mêmes pour les deux filets. Dans le tableau V, les rapports d'abondance fco 1 m à fco 50 et fco 1 m à IKMT 5 sont peu différents ;

b) Pour le deuxième groupe d'organismes, l'avantage demeure au fco 1 m en ce qui concerne le nombre de captures, mais l'IKMT 5 collecte des individus plus gros : c'est très net dans le cas des Céphalopodes ;

c) Le troisième groupe est numériquement collecté avec la même efficacité par les 2 filets, mais les captures de l'IKMT 5 sont nettement les plus grosses.

Nous avons vu que le rapport des surfaces d'ouverture des deux filets était voisin de 0,3. Or, aucun organisme, même parmi les plus gros, n'est capturé dans ce rapport d'abondance pour les deux filets. Cela permet de suggérer :

— soit que l'IKMT 5 est moins efficace que le fco 1 m par unité de surface d'ouverture et pour les conditions de prélèvement définies précédemment ;

soit que les différences de profondeurs d'échantillonnage entre les engins ont influé sur le nombre et sur les tailles moyennes des captures ; il est toutefois impossible de séparer l'action de la profondeur de celle de l'augmentation de surface d'ouverture quand on passe du fco 1 m à l'IKMT 5.

TABLEAU IV : Comparaison fco 1 m - IKMT 5

Nombres moyens par station et poids moyens calculés sur 21 stations
(Poids exprimés en cg)

Groupes	Nombres		Poids moyens		fco 1 m/IKMT 5	
	fco 1 m	IKMT 5	fco 1 m (cg)	IKMT 5 (cg)	Rapport des nombres	Rapport des poids moyens
Hétéropodes.....	11,5	2,1	7,1	6,9	5,5	1,0
Ptéro-podes.....	28,9	7,9	2,4	2,4	3,6	1,0
Chétognathes.....	87,0	24,9	1,8	1,7	3,4	1,0
Céphalopodes.....	17,2	5,3	10,0	70,0	3,2	0,1
Amphipodes.....	41,4	20,0	2,3	3,1	2,1	0,7
Larves de Poissons.....	314,0	167,0	1,0	1,7	1,9	0,6
Euphausides.....	666,0	381,0	1,9	3,3	1,7	0,6
Sergestides.....	23,5	21,7	11,5	33,6	1,1	0,3
Pénéides.....	10,6	10,8	14,7	18,6	1,0	0,8
Carides.....	4,3	4,6	37,6	82,3	0,9	0,4
Poissons.....	48,6	52,5	31,5	57,5	0,9	0,5

TABLEAU V : Rapports des nombres pour les trois filets

Groupes	fco 1 m	fco 1 m
	fco 50	IKMT 5
Hétéropodes.....	6,9	5,5
Ptéro-podes.....	5,1	3,6
Chétognathes.....	4,2	3,4

Peut-être est-il souhaitable de noter ici qu'une augmentation de taille moyenne des captures, d'un filet à l'autre, peut signifier, suivant les cas, qu'on a collecté :

- soit plus de gros individus et autant de petits,
- soit plus de gros individus et moins de petits,
- soit plus de gros individus et plus de petits,
- soit moins de gros individus et moins de petits.

Il est donc indispensable de raisonner au niveau de l'espèce, et, au sein d'une espèce, au niveau des groupes de tailles.

5.2. Comparaison au niveau de l'espèce :

Rappelons que le fco 1 m échantillonnait de 0 à 200 mètres et l'IKMT 5 de 0 à 300 mètres. La comparaison de ces deux filets n'est donc pas rigoureusement valable puisque sur un cycle de 24 heures les niveaux préférentiels moyens des petits stades sont en général situés moins en profondeur que ceux des grands stades. Cependant, si l'on admet pour certaines espèces que l'amplitude des migrations verticales est moins importante chez les petits stades que chez les

grands, cela implique que les grands stades ont quelque chance, à un instant donné de la migration verticale ascendante, d'être aussi abondants (voire plus) que les petits stades dans les couches superficielles (1). En d'autres termes il ne résulte pas obligatoirement de la différence dans les profondeurs d'échantillonnage entre les deux filets que le fco 1 m a échantillonné des couches d'eau plus fréquentées par les jeunes stades que par les adultes. Cependant, étant donné la pauvreté des connaissances sur la biologie des espèces bathypélagiques, il faut admettre que les différences que fait ressortir le tableau VI ont pour cause d'une part la différence des profondeurs de travail, d'autre part la différence d'efficacité des deux filets.

Le tableau VI donne pour les deux filets et pour les 10 espèces de Poissons bathypélagiques ce que représente chaque groupe de taille en pourcentage du nombre total d'individus de chaque espèce. Ce travail n'ayant pas pour but une étude statistique de la croissance, les tailles n'ont pas été groupées en classes mais en groupes d'intervalles inégaux croissant avec la taille afin d'obtenir au sein des groupements de grandes tailles des nombres suffisamment significatifs. Ces groupements sont donc qualificatifs et non quantitatifs. Les nombres observés correspondent à la totalité des captures pour les 21 stations.

On a tracé pour chaque espèce (fig. 2 à 11) la courbe des fréquences observées dans chaque groupe de taille et la courbe correspondante des fréquences cumulées. Ces courbes donnent une bonne idée de l'efficacité des 2 filets : les conclusions à en tirer sont exposées dans les paragraphes suivants.

5.2.1. Les petites tailles sont toutes mieux capturées par le fco 1 m que par l'IKMT 5, sauf pour *Gonostoma* sp. (2), la plus grande des espèces étudiées.

5.2.2. Les grandes tailles sont toutes mieux capturées par l'IKMT 5 que par le fco 1 m sauf dans le cas de *Notolychnus valdiviae*, la plus petite des espèces étudiées.

5.2.3. La taille L_c correspondant à l'intersection des 2 courbes de fréquences peut-être considérée comme la taille critique au-delà de laquelle l'efficacité de l'IKMT 5 l'emporte sur celle du fco 1 m. En d'autres termes, avant L_c , l'échappement serait important pour l'IKMT 5, après L_c , l'évitement jouerait un rôle bien plus marqué pour le fco 1 m que pour l'IKMT 5.

Pour *Notolychnus valdiviae*, la courbe de sélection du fco 1 m est située, pour toutes les tailles, au-dessus de celle de l'IKMT 5. Il semble donc que pour toutes les tailles l'évitement pour le fco 1 m soit inférieur à l'échappement pour l'IKMT 5.

Pour *Gonostoma* sp., la courbe de sélection du fco 1 m est située, pour toutes les tailles, au-dessous de celle de l'IKMT 5. Il semble donc que pour toutes les tailles, l'évitement pour le fco 1 m soit supérieur à l'échappement pour l'IKMT 5.

Suivant les espèces, L_c varie de 10 à 30 mm. Elle est minimale (comprise entre 10 et 15 mm) pour 3 *Diaphus* qui sont des poissons ronds massifs ; elle est maximale (comprise entre 20 et 30 mm) pour les formes très allongées telles que les *Lampanyctus*, *Ceratoscopelus townsendi* et *Notolychnus valdiviae*. Ainsi, à taille égale, les individus des espèces de forme trapue seraient mieux retenus par les mailles de l'IKMT 5 que les individus des espèces de forme allongée. Cette situation est résumée dans la figure 12 pour 4 formes massives, dans la figure 13 pour 4 formes allongées. Pour chaque groupe de taille les captures de chacun des deux filets sont exprimées en % des captures totales des deux filets.

5.2.4. La taille L_c des plus petits individus retenus correspond d'une part à la taille limite d'échappement à travers les mailles 000 des 2 filets, d'autre part et surtout à la taille limite en deçà de laquelle la détermination des espèces n'a plus été possible, les individus étant trop

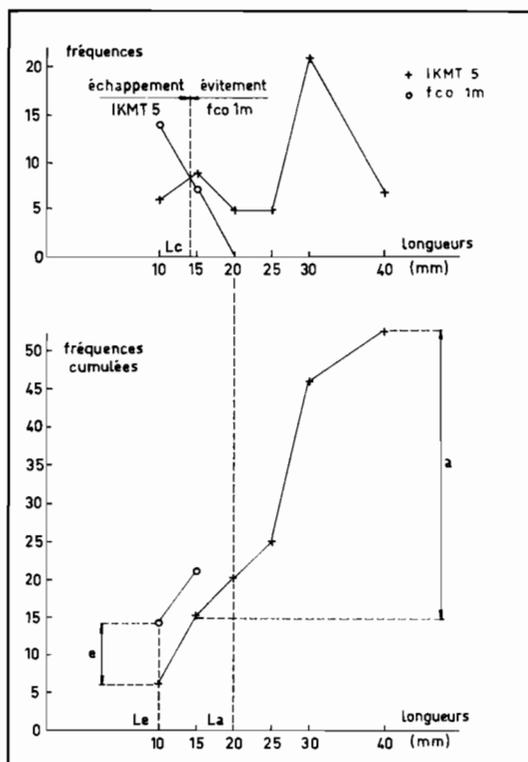
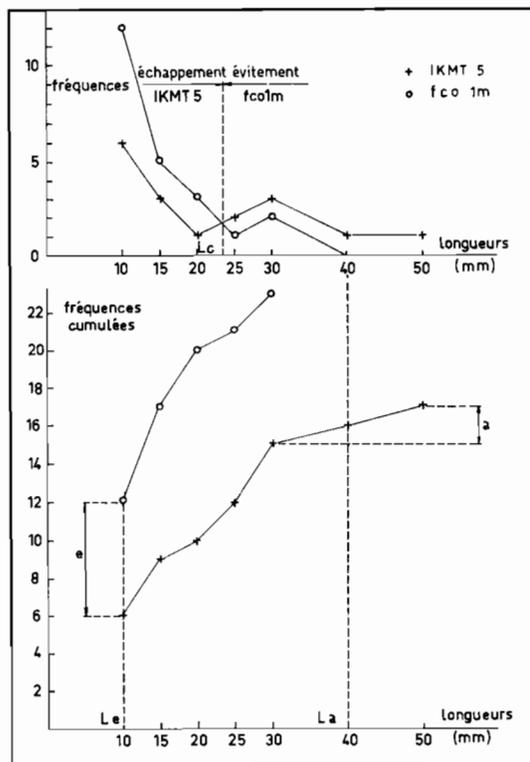
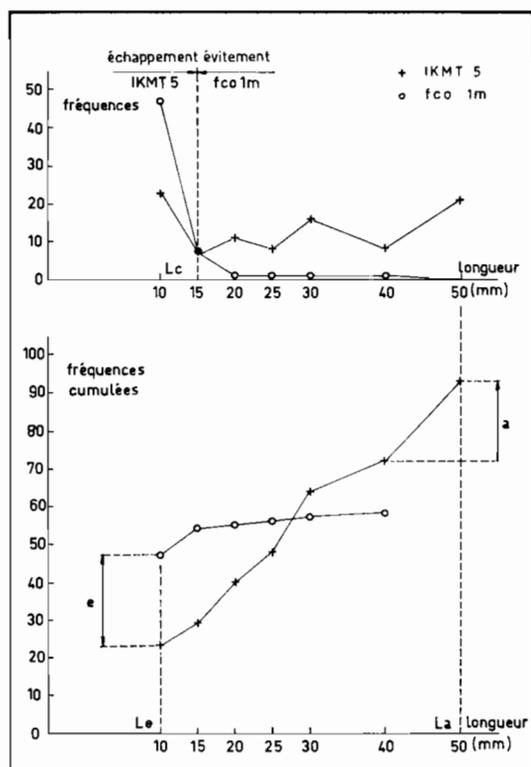
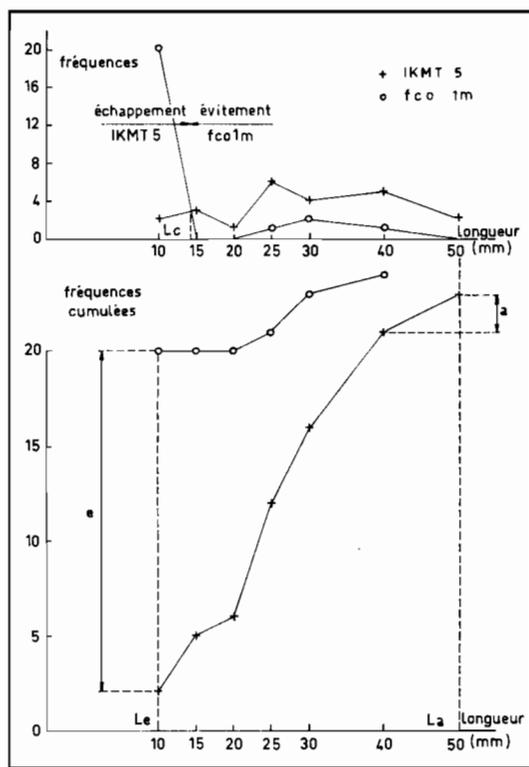
(1) Cf. LEGAND, M. 1967 b.

(2) Les *Gonostoma* collectés semblent tous appartenir à l'espèce *Gonostoma rhodadenia* Gilbert 1905.

TABLEAU VI : Comparaison fco 1 m - IKMT 5 au niveau des groupes de tailles de 10 Poissons bathypélagiques

Espèces	Groupes de tailles (mm)	Nbs. observés		% du nb. total	
		IKMT 5	fco 1 m	IKMT 5	fco 1 m
<i>Diaphus fulgens</i> Brauer 1904	10 —	6	14	11	67
	15 —	9	7	17	33
	20 —	5	0	9	0
	25 —	5	0	9	0
	30 —	21	0	41	0
	40 +	7	0	13	0
		53	21	100	100
<i>Diaphus theta</i> Eigenmann 1891	10 —	6	12	35	52
	15 —	3	5	17	22
	20 —	1	3	6	13
	25 —	2	1	12	4
	30 —	3	2	18	9
	40 —	1	0	6	0
50 +	1	0	6	0	
		17	23	100	100
<i>Diaphus regani</i> Taning 1932	10 —	23	47	25	80
	15 —	6	7	6	12
	20 —	11	1	12	2
	25 —	8	1	9	2
	30 —	16	1	17	2
	40 —	8	1	8	2
50 +	21	0	23	0	
		93	58	100	100
<i>Diaphus tulkeni</i> Brauer 1904	10 —	2	20	9	82
	15 —	3	0	13	0
	20 —	1	0	14	0
	25 —	6	1	26	2
	30 —	4	2	17	4
	40 —	5	1	22	2
50 +	2	0	9	0	
		23	24	100	100
<i>Diogenichthys laternatus</i> (Garman 1899)	10 —	1	2	7	9
	12 —	3	7	20	32
	15 —	1	3	7	14
	18 —	0	5	0	23
	21 —	5	4	33	18
	24 —	5	1	33	4
28 +	0	0	0	0	
		15	22	100	100

Espèces	Groupes de tailles (mm)	Nbs. observés		% du nb. total	
		IKMT 5	feo 1 m	IKMT 5	feo 1 m
<i>Lampanyctus pyrsobolus</i> Alcock 1890	10 --	9	18	18	41
	15 --	15	10	30	23
	20 --	5	5	10	12
	25 --	4	2	8	5
	30 --	5	1	10	2
	35 --	11	5	22	12
	40 +	1	2	2	5
			50	43	100
<i>Lampanyctus niger</i> Günther 1887	20 --	1	7	4	29
	25 --	1	5	4	21
	30 --	6	5	26	21
	40 --	10	5	44	21
	50 --	1	1	4	4
	60 --	2	1	9	4
	80 +	2	0	9	0
		23	24	100	100
<i>Notolychnus valdiviae</i> (Brauer 1904)	10 --	3	4	3	3
	12 --	3	6	3	4
	14 --	11	26	13	19
	16 --	11	29	13	22
	18 --	2	6	2	4
	20 --	41	45	48	33
	22 +	15	20	18	15
		86	136	100	100
<i>Ceratoscopus townsendi</i> (Eigenmann 1889)	15 --	13	30	36	71
	20 --	2	10	5	24
	25 --	1	0	3	0
	30 --	4	1	11	3
	40 --	2	0	6	0
	50 --	8	1	25	2
	60 +	3	0	4	0
		33	42	100	100
<i>Gonostoma</i> sp.	20 --	5	0	16	trop peu : non signif- ficatif
	30 --	2	2	6	
	40 --	15	2	47	
	60 --	4	0	13	
	80 --	3	1	9	
	110 --	2	1	6	
	140 +	1	0	3	
		32	6	100	

Fig. 2. — *Diaphus fulgens*.Fig. 3. — *Diaphus theta*.Fig. 4. — *Diaphus regani*.Fig. 5. — *Diaphus lutheni*.

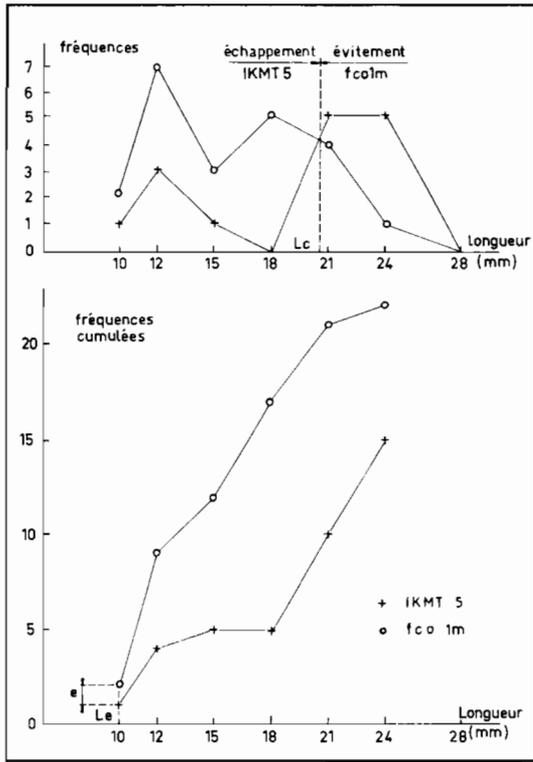


Fig. 6. *Diogenichthys laternalis*.

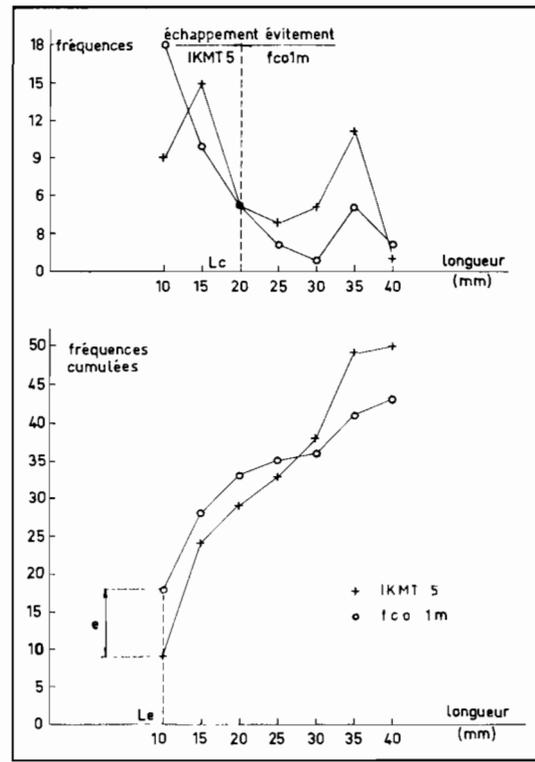


Fig. 7. *Lampanyctus pyrsoholus*.

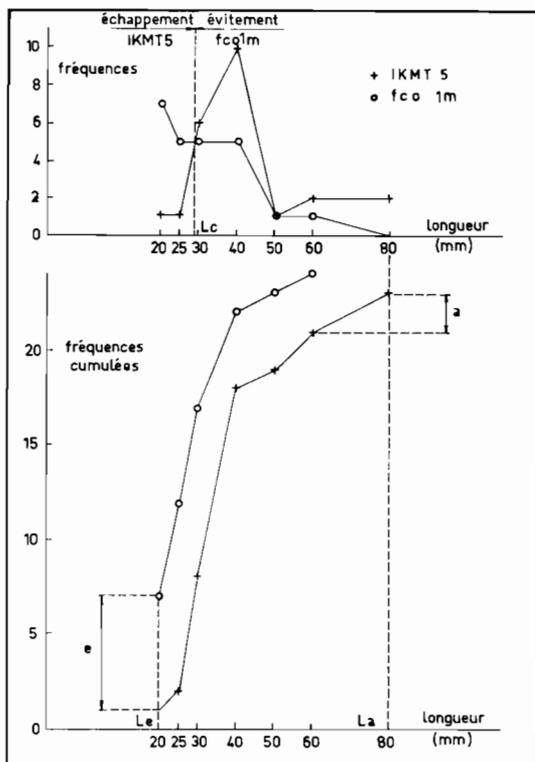


Fig. 8. *Lampanyctus niger*.

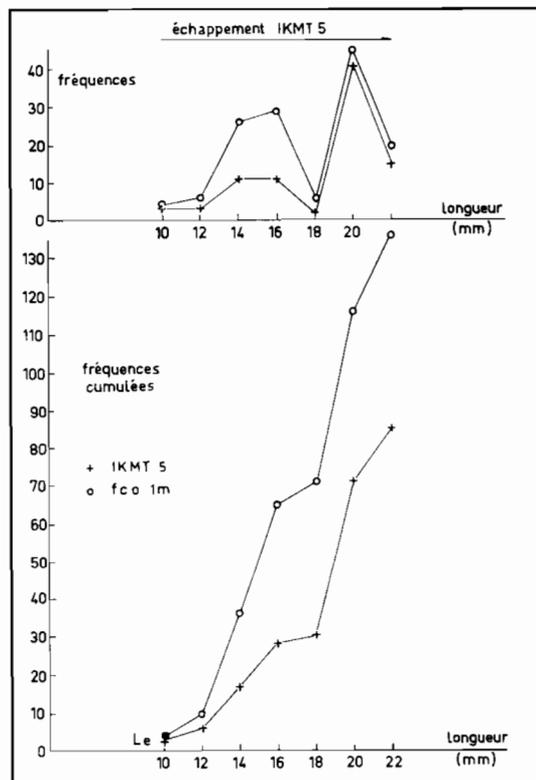


Fig. 9. *Notolychnus valdiviae*.

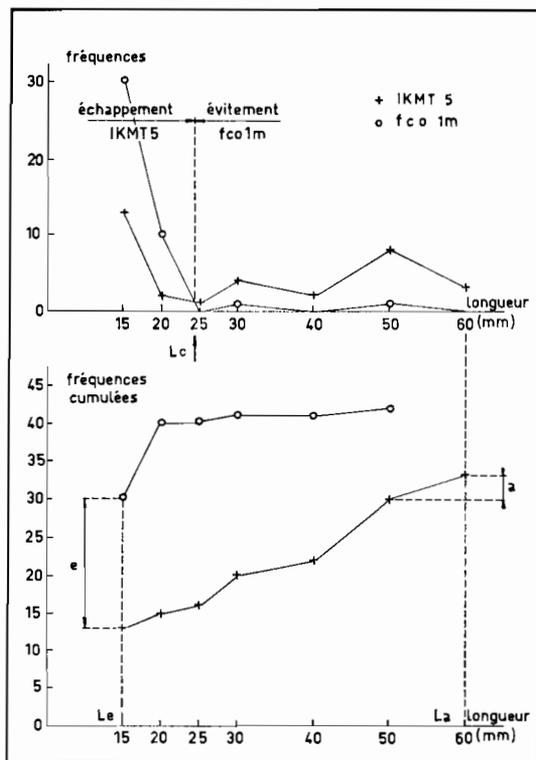


Fig. 10. — *Ceratoscopelus townsendi*.

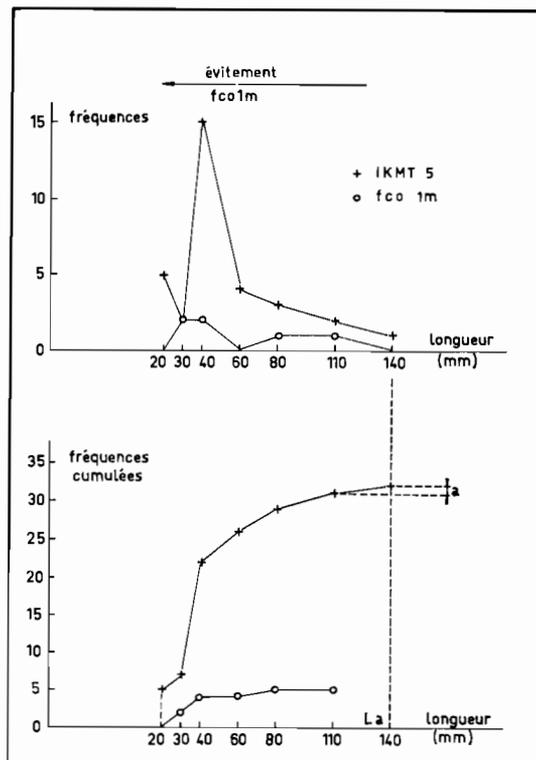


Fig. 11. — *Gonostoma* sp.

Fig. 2 à 11. — Fréquences observées et fréquences cumulées pour les différents groupes de tailles de 10 Poissons bathypélagiques (Nombres totaux pour 21 stations).

- a : différence entre l'évitement pour le fco 1 m et l'évitement pour l'IKMT 5
- La : taille non retenue par le fco 1 m
- Lc : taille critique au delà de laquelle l'efficacité de l'IKMT 5 l'emporte sur celle du fco 1 m
- e : différence entre l'échappement pour le fco 1 m et l'échappement pour l'IKMT 5
- Le : taille des plus petits individus retenus

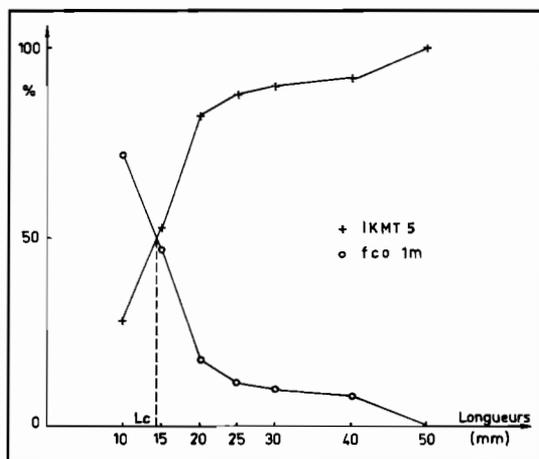


Fig. 12. — 4 Poissons ronds massifs.

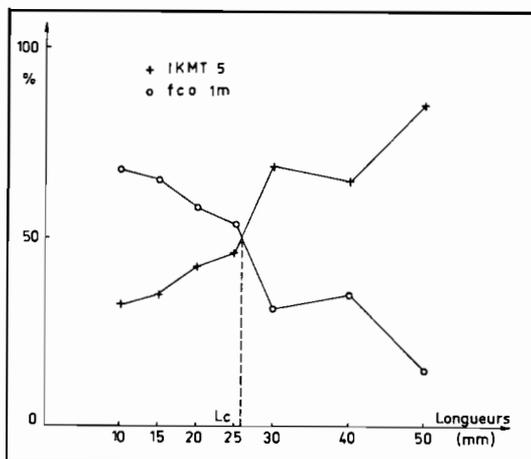


Fig. 13. — 4 Poissons allongés.

Fig. 12 et 13. — Captures de chacun des deux filets exprimées en % des captures totales des deux filets.

petits (stades larvaires ou post-larvaires non encore identifiés). e représente la différence entre l'échappement pour le fco 1 m et l'échappement pour l'IKMT 5. Si l'on rapporte le nombre des plus petits individus capturés par le fco 1 m au nombre des plus petits individus capturés par l'IKMT 5 (tableau VII), on constate que pour 6 espèces le rapport est compris entre 2,0 et 2,3. Dans la comparaison fco 1 m - IKMT 5 au niveau des principaux groupes (tableau IV) ce rapport, pour les larves de Poissons, était égal à 1,9 : dans une certaine mesure la constance relative de ce rapport peut être considérée comme un argument en faveur de la validité des résultats.

TABLEAU VII : Comparaison fco 1 m - IKMT 5

Fréquence des plus petits individus capturés par le fco 1 m rapportée à la fréquence des plus petits individus capturés par l'IKMT 5

Espèces	Rapport des fréquences
<i>Notolychnus valdiviae</i>	1,3
<i>Diaphus theta</i>	2,0
<i>Diaphus regani</i>	2,0
<i>Diogenichthys laternatus</i>	2,0
<i>Lampanyctus pyrsobolus</i>	2,0
<i>Diaphus fulgens</i>	2,3
<i>Ceratoscopelus townsendi</i>	2,3
<i>Lampanyctus niger</i>	7,0
<i>Diaphus lulkeni</i>	10,0

Pour 2 espèces, *Diaphus lulkeni* et *Lampanyctus niger*, le rapport est très élevé, ce qui peut indiquer que l'IKMT 5 ne collecte pratiquement pas la taille L_e de ces deux espèces. La différence entre les profondeurs d'échantillonnage des 2 filets pourrait en être la cause.

Pour *Notolychnus valdiviae*, le rapport est proche de l'unité. Cela signifie que fco 1 m et IKMT 5 échantillonnent avec des efficacités peu différentes la classe limite L_e . Cette espèce, la plus abondamment capturée est la plus petite des espèces étudiées ; c'est aussi la seule pour laquelle toutes les classes de taille sont mieux représentées dans les collectes du fco 1 m que dans celles de l'IKMT 5. Les courbes de sélection des deux filets sont relativement « parallèles », ce qui tendrait à prouver qu'à l'heure des prélèvements, le stock était aussi bien réparti dans la couche 0-200 m que dans la couche 0-300 m. D'autres données tendraient à confirmer ce point de vue (1). Dans les 2 cas la taille 18 mm est mal représentée : il est permis de supposer, soit que cette taille était absente des lieux de prélèvements au moment du passage du bateau, soit qu'elle vivait très en profondeur, au-delà des limites atteintes par les 2 filets.

6. CONCLUSION

La fuite d'un organisme devant un engin (évitement) est fonction de l'agilité de cet organisme, donc indirectement, dans beaucoup de cas, de sa taille, des caractéristiques de l'engin et de la méthodologie employée, notamment de la vitesse du filet par rapport aux masses d'eau qu'il rencontre.

(1) Cf. LEGAND, M. 1967 b.

Si les trois filets avaient échantillonné dans les mêmes conditions, l'étude comparative des résultats, d'une part aurait conduit à l'établissement, pour les différents groupes étudiés, d'une échelle d'évitement vis-à-vis des trois filets utilisés, d'autre part aurait permis de décider que tel filet convenait mieux que tel autre pour la capture de tel organisme ou de tel stade de développement de cet organisme. Malgré les réserves formulées au sujet des différences de profondeurs d'échantillonnage entre le fco 1 m et les deux autres filets, cette étude demeure cependant sur plus d'un point pleine d'enseignement.

Pour les trois filets, Hétéropodes, Pléropodes et Chétognathes sont numériquement capturés proportionnellement à la surface d'ouverture de la partie filtrante de maille 000. Ainsi, l'IKMT 5 ne les retiendrait qu'avec son cul. Cela tend à prouver que ces groupes sont les plus planctoniques des groupes étudiés et aussi que leurs distributions moyennes et leurs tailles moyennes étaient sensiblement les mêmes dans la couche 0-200 m (fco 1 m) et dans la couche 0-300 m (IKMT 5 et fco 50) au moment des prélèvements.

Les Céphalopodes ne sont capturés numériquement que 2,5 fois mieux par l'IKMT 5 que par le fco 50, alors que les poids moyens des captures de l'IKMT 5 sont 14 fois supérieurs à ceux des captures du fco 50. Le fco 50 ne collecte donc que de jeunes stades ou de petites espèces. Une grande quantité de ces petits individus traverse les grosses mailles de l'IKMT 5 (échappement), ce qui explique que le rapport des abondances $\frac{\text{IKMT 5}}{\text{fco 50}}$ soit si faible. Par contre, seul l'IKMT 5 capture de gros Céphalopodes.

Carides et Sergestides semblent incapables de s'échapper à travers les mailles de l'IKMT 5. Les fortes différences entre les filets au niveau des nombres des captures ne sont pas accompagnées de différences aussi importantes au niveau des tailles moyennes. Cela prouverait que l'échappement intervient peu pour ces organismes alors que l'évitement est important.

Les Poissons bathypélagiques, à l'exception des très petites espèces et des jeunes stades, sont mieux capturés par l'IKMT 5 que par les autres filets. Par contre, leurs larves et les jeunes stades sont plus abondants dans les récoltes du fco 1 m.

En nombre, Euphausides, Pénéides et Amphipodes sont mieux collectés par le fco 1 m. Les plus gros individus sont cependant à nouveau mieux retenus par l'IKMT 5.

Il semble ainsi qu'on puisse dresser grossièrement une classification des organismes étudiés par agilité décroissante (tableau VIII).

TABLEAU VIII

Organismes classés par agilité décroissante

Céphalopodes
 Carides
 Sergestides
 Poissons
 Pénéides
 Euphausides
 Amphipodes
 Larves de Poissons
 Pléropodes
 Hétéropodes
 Chétognathes

La position occupée dans cette liste par les Poissons peut paraître surprenante, étant donné que ce groupe, pris dans son ensemble est considéré d'ordinaire plutôt comme nectonique, que comme micronectonique. En fait, il ne faut pas perdre de vue que l'IKMT 5 ne capture presque que des Poissons bathypélagiques qui sont en général des poissons de taille modeste : lui échappent ainsi systématiquement les grandes espèces vraiment nectoniques et les très grands stades des petites.

BIBLIOGRAPHIE

- ARON (W.), 1962. — The distribution of animals in the Eastern North Pacific and its relationship to physical and chemical conditions. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 19 (2) : 271-314.
- BARKLEY (R. A.), 1964. — The theoretical effectiveness of towed-net samplers as related to sampler size and to swimming speed of organisms. *J. Cons. Int. Explor. Mer*, 29 (2) : 146-157.
- BARNES (H.) and (D. J.) TRANTER, 1965. — A statistical examination of the catches, numbers and biomass taken by three commonly used plankton nets. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, 16 : 293-306.
- BEVERTON (R. J. H.) and (S. J.) HOLT, 1957. — On the dynamics of exploited fish populations. *Fish. Invest.*, 2 (19), 533 pp.
- BRAUER (A.), 1906 — Die Tiefsee-Fische, I. Systematischer Teil. Wiss. Erg. Deut. Tiefsee-Exped. Valdiviae, 1898-1899. Bd. XV.
- BRINTON (E.), 1962. — The distribution of Pacific Euphausiids. *Bull. Scripps Inst. Oceanogr. Univ. Calif.*, 8 (2) : 51-270.
- FLEMINGER (A.) and (R. L.) CLUTTER, 1965. — Avoidance of towed nets by zooplankton. *Limnology and Oceanography*, 10 (1) : 96-104.
- FRASER-BRUNNER (A.), 1949. — A classification of the Fishes of the family Myctophidae, *Proc. Zool. Soc. London*, 118 (Part 4) : 1019-1106.
- GRANDPERRIN (R.) et (M.) LEGAND, 1967. — Influence possible du système des courants équatoriaux du Pacifique sur la répartition et la biologie de deux Poissons bathypélagiques. *Cah. O.R.S.T.O.M. sér. Océanogr.*, vol. V, n° 2, p. 69-77.
- KING (J. E.) and (R. T. B.) IVERSEN, 1962. — Midwater trawling for forage organisms in the Central Pacific 1951-1956, *Fishery Bulletin*, 62 (210) : 271-321.
- LEGAND (M.), a. — Oceanographic studies along 110° E, August 62-August 63, Part 7, Micronekton (sous presse dans l'*Australian Journal of Marine and Freshwater Research*).
- LEGAND (M.), 1967. b. — Cycles biologiques des Poissons mésopélagiques dans l'est de l'Océan Indien. Première note : *Scopelopsis multipunctatus* Brauer, *Gonosoma* sp., *Nololychnus valdiviae* Brauer, *Cah. O.R.S.T.O.M. sér. Océanogr.*, vol. V, n° 4, p. 47-71.
- ROGER (C.), 1967. — Contribution à la connaissance des Euphausiacés du Pacifique Equatorial. *Cah. O.R.S.T.O.M. sér. Océanogr.*, vol. V, n° 1, p. 29-37.
- ROGER (C.), 1967. — Considération sur la biologie des Euphausiacés du Pacifique Équatorial. *Cah. O.R.S.T.O.M. sér. Océanogr.* vol. V, n° 4, p. 3-11.
- STEPHENSEN (K.), 1924. — Hyperiidæ-Amphipoda (Part 2 : Paraphronimidæ, Hyperiidæ, Dairellidæ, Phronimidæ, Anchylomeridæ). *Rep. Danish Oceanogr. Exped. Medit.*, 2 (4) : 71-149.
- WELSH (J. H.) and (F. A.) CHASE, 1938. — Eyes of Deep Sea Crustacea, II. Sergestidæ. *The biological Bull.* 74 (3) : 364-375.

CONSIDÉRATIONS SUR LA BIOLOGIE DES EUPHAUSIACÉS DANS LES COURANTS ÉQUATORIAUX DU PACIFIQUE

par C. ROGER*

RÉSUMÉ

Les Euphausiacés recollés au cours d'une croisière le long de l'Équateur sont étudiés du point de vue de la distribution de leurs tailles. Elles peuvent être divisées en trois groupes : une Faune Ouest, une Faune Est et une Faune Transpacifique (ROGER 1967).

Les espèces de la Faune Ouest (E. paragibba, Th. monacantha, Th. aequalis, Th. tricuspidata), sont représentées par des individus de taille moyenne à l'Ouest de leur aire de distribution et par des individus de grande et de petite taille à l'Est (fig. 1). Le schéma est inverse pour les espèces de la Faune Est (E. eximia, E. gibboides) (fig. 2).

Il est suggéré que cette distribution des tailles traduit les migrations effectuées au cours des différentes phases du cycle vital (fig. 5) : les espèces de la Faune Est et de la Faune Ouest auraient une aire de reproduction située à l'extrémité de leur zone de distribution la plus proche du Pacifique Central, et seraient entraînées respectivement vers l'Est et vers l'Ouest par les courants équatoriaux dont les sens de déplacement sont opposés dans les deux cas.

Les espèces transpacifiques auraient leur zone de ponte soit à l'Est soit à l'Ouest du Pacifique Équatorial.

SUMMARY

The Euphausiids collected during a cruise along the Equator are studied from the point of view of the distribution of their sizes. They can be divided into three groups : a West Fauna, a Transpacific Fauna and an East Fauna (ROGER 1967).

The species of the West Fauna (E. paragibba, Th. monacantha, Th. aequalis, Th. tricuspidata) are represented by individuals of medium size in the West of their distribution area and by individuals of big and small sizes on the East (fig. 1). The scheme is inverted for the East Fauna (E. eximia, E. gibboides) (fig. 2).

It is assumed that this distribution of the sizes of the individuals traduces the migrations performed in accordance with the different phases of the vital cycle (fig. 5) : the species of the West and East Fauna would have both their reproductive zone in the part of their distribution area which is closed to the Central Pacific, and would be carried away respectively Westward and Eastward by the Equatorial Currents which have different directions in the two cases.

The species of the Transpacific Fauna would have their reproductive area either in the East or in the West of the Equatorial Pacific.

* Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa.

INTRODUCTION.

- I. Méthodes d'étude.
- II. Rappel sur l'existence de différentes régions faunistiques
- III. Quelques données sur les poids individuels.
- IV. Distribution des tailles.
 - IV. 1. Espèces de la faune Ouest.
 - IV. 2. Espèces de la faune Est.
 - IV. 3. Espèces transpacifiques.
 - IV. 4. Interprétation.
- V. Conclusions.

BIBLIOGRAPHIE.

INTRODUCTION

Le matériel sur lequel est basée cette étude a été récolté au cours des trente trois stations de la croisière « ALIZÉ » que le N. O. « CORIOLIS » du centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa a effectuées le long de l'équateur de fin novembre 1964 à début mars 1965, de 92° 20 W à 162° 45 E.

La distribution générale des Euphausiacés échantillonnés et ses causes probables ont été considérées dans une précédente publication (ROGER, 1967).

Rappelons que les traits possèdent tous les caractéristiques suivantes : engin Midwater Trawl Isaacs-Kidd de 5 ou 10 pieds, à partie terminale en mailles 000 (1,024 mm) ; traits obliques de la surface à une profondeur voisine de 300 m ; heure moyenne 20 h 45 ; durée moyenne 55 minutes.

Le but de la présente note est d'examiner si, pour les principales espèces rencontrées, l'âge des individus capturés est sensiblement le même tout au long de la zone prospectée, ou si, au contraire, on peut constater une évolution de la distribution des différents groupes de taille en fonction de la position géographique des récoltes.

I. MÉTHODES D'ÉTUDE

Parmi les 18 espèces récoltées, 6 (*Thysanopoda peclinata*, *Th. cristata*, *Nematobrachion boopis*, *Stylocheiron elongatum*, *S. maximum*, *S. abbreviatum*) n'ont pu être incluses dans cette étude, soit à cause de leur taille très réduite, soit en raison du nombre très peu élevé de spécimens capturés.

Les 12 espèces retenues sont indiquées dans le tableau 1.

On sait (PONOMAREVA 1963) que les Euphausiacés croissent pendant toute leur vie, c'est-à-dire que l'âge peut être évalué par la mesure des tailles ou des poids.

Toutefois, d'une part le nombre considérable d'individus récoltés (plus de 12 000) interdisait pratiquement les pesées individuelles, d'autre part il suffisait de déterminer pour chaque espèce les poids respectifs des petits et des gros spécimens présents à chaque station pour savoir si ceux-ci croissaient ou décroissaient dans une direction déterminée.

L'analyse des récoltes a donc consisté à isoler dans chaque espèce deux groupes d'individus par station, les gros d'une part, les petits de l'autre. Chaque groupe était pesé (poids humide) et, le poids obtenu divisé par le nombre d'individus le constituant, donnait le poids moyen, pour la station considérée, des adultes et des jeunes.

TABLEAU I

Liste des espèces retenues pour l'étude de la distribution des tailles

ESPÈCES	NOMBRE D'INDIVIDUS PESÉS
<i>Euphausia diomedae</i> Ortmann.....	4.989
<i>Euphausia eximia</i> Hansen.....	4.911
<i>Nematoscelis gracilis</i> Hansen.....	555
<i>Nematobranchion flexipes</i> (Ortmann) Calman.....	413
<i>Thysanopoda tricuspidata</i> Milne Edwards.....	336
<i>Euphausia paragibba</i> Hansen.....	282
<i>Nematoscelis tenella</i> G. O. Sars.....	267
<i>Euphausia gibboides</i> Ortmann.....	256
<i>Nematoscelis microps</i> G. O. Sars.....	170
<i>Thysanopoda aequalis</i> Hansen.....	116
<i>Thysanopoda monacantha</i> Ortmann.....	69
<i>Thysanopoda orientalis</i> Hansen.....	31

II. RAPPEL SUR L'EXISTENCE DE DIFFÉRENTES RÉGIONS FAUNISTIQUES :

L'analyse de la distribution générale des espèces d'Euphausiacés récoltées au cours de la croisière « ALIZÉ » (cf. ROGER, 1967) a permis la mise en évidence de faunes nettement différenciées.

Les espèces qui nous occupent ici se répartissent en trois ensembles :

— Faune Ouest : *E. paragibba*, *Th. monacantha*, *Ns. microps*, *Th. aequalis*, *Th. tricuspidata*, *E. diomedae*.

— Faune Transpacifique : *Ns. gracilis*, *Ns. tenella*, *Th. orientalis*.

— Faune Est : *E. eximia*, *E. gibboides*, *N. flexipes*.

III. QUELQUES DONNÉES SUR LES POIDS INDIVIDUELS.

Les poids individuels moyens des adultes (poids humide) ont été établis pour la plupart des espèces, à l'exception toutefois de celles appartenant au genre *Stylocheiron*, dont les individus sont en général peu nombreux, de petite taille, et en mauvais état, ce qui n'aurait pas permis de mesures exactes.

Ces poids se répartissent comme suit (par ordre décroissant) :

<i>Th. cristata</i>	650 mg	<i>N. flexipes</i>	61 mg
<i>Th. pectinala</i>	272 mg	<i>Th. aequalis</i>	45 mg
<i>Th. monacantha</i>	263 mg	<i>Ns. tenella</i>	37 mg
<i>Th. orientalis</i>	171 mg	<i>Ns. microps</i>	36 mg
<i>Th. tricuspidata</i>	133 mg	<i>E. eximia</i>	36 mg
<i>E. gibboides</i>	90 mg	<i>E. paragibba</i>	19 mg
<i>N. boopis</i>	84 mg	<i>Ns. gracilis</i>	16 mg
		<i>E. diomedae</i>	10 mg

On pourra remarquer que, à l'exception de *E. gibboides*, tous les gros individus appartiennent aux genres *Thysanopoda* et *Nematobranchion*.

D'après les résultats obtenus au cours d'ALIZÉ et de croisières antérieures, on peut penser que des spécimens de moins de 15 mg sont mal échantillonnés par le Midwater Trawl Isaacs-Kidd. En dessous de 10 mg, seuls de rares exemplaires sont récoltés, et aucune étude quantitative ne peut en être faite.

IV. DISTRIBUTION DES TAILLES

IV. 1. Espèces de la Faune Ouest :

Quatre de ces six espèces, *E. paragibba*, *Th. monacantha*, *Th. aequalis*, *Th. tricuspadata*, présentent une évolution similaire des tailles individuelles, reportées simultanément sur la figure 1 à l'aide d'un ajustement des échelles. On constate une distribution en V ouvert, l'éventail des tailles étant minimum à l'Ouest tandis qu'à l'Est on rencontre simultanément des individus de très grande et de très petite taille.

E. diomedae offre une représentation moins claire. Les tailles sont à peu près constantes de la station 39 (162° 45 E) à la station 10 (115° 40 W), et s'accroissent brusquement à l'Est de cette longitude. Aucune évolution des tailles n'est apparente chez *Ns. microps* d'un bout à l'autre de la zone étudiée.

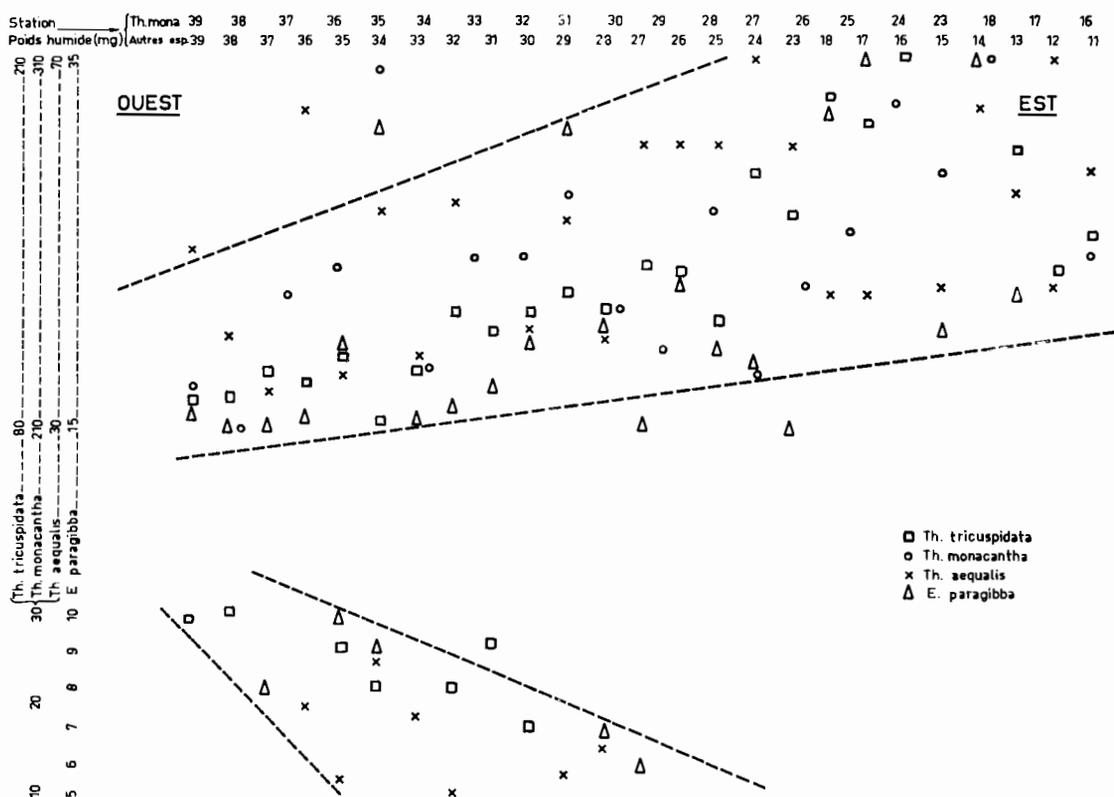


Fig. 1. — Distribution des tailles chez les espèces de la faune Ouest.

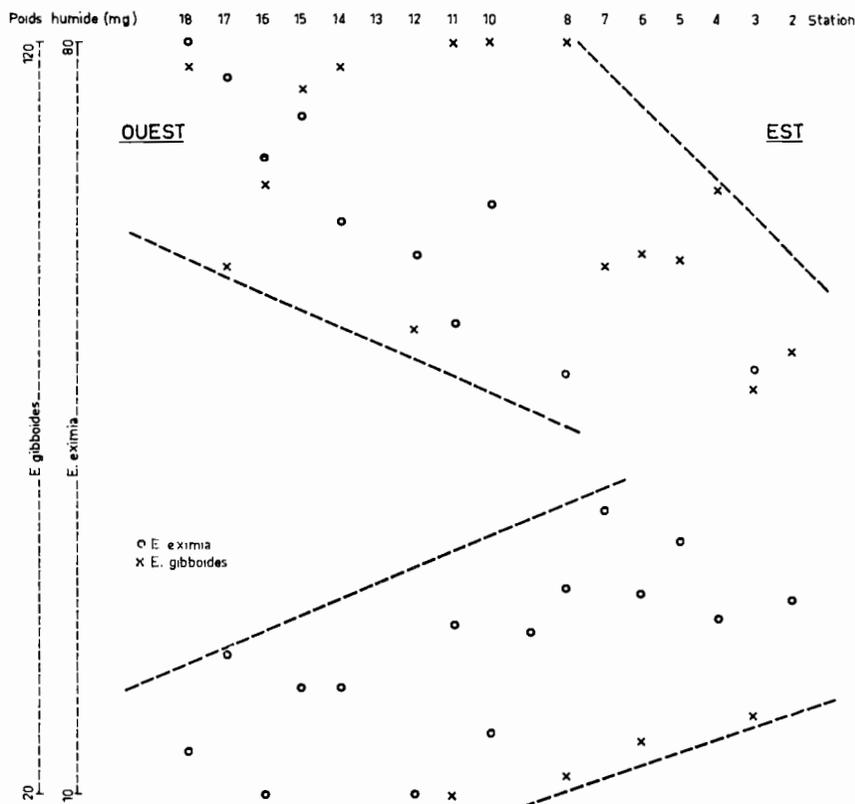


Fig. 2. — Distribution des tailles chez les espèces de la faune Est.

IV. 2. Espèces de la Faune Est :

E. eximia et *E. gibboides* montrent une évolution des tailles inverse de celle de la Faune Ouest, l'éventail étant cette fois ouvert vers l'Ouest (fig. 2). Une disposition similaire apparaît chez *N. flexipes*, moins évidente cependant.

IV. 3. Espèces Transpacifiques :

La tendance à une distribution de type Faune Est se retrouve chez *Th. orientalis* sans toutefois être très nette, probablement en raison du nombre très réduit de spécimens récoltés. *Ns. tenella* et *Ns. gracilis* (fig. 3) présentent une situation proche de celle de la Faune Ouest. Pour ces deux espèces de petite taille, les jeunes n'ont pas été collectés par le Midwater Trawl, et seule la branche supérieure du « V » apparaît.

IV. 4. Interprétation des distributions des tailles :

Une tentative d'interprétation des observations doit être précédée d'un rappel des incertitudes qui rejettent toute proposition au niveau d'une simple hypothèse de travail. Nous ignorons en effet :

- La validité de l'échantillonnage lui-même (variabilité des récoltes).
- La distribution bathymétrique exacte à l'heure des captures des différents groupes de taille de chaque espèce.

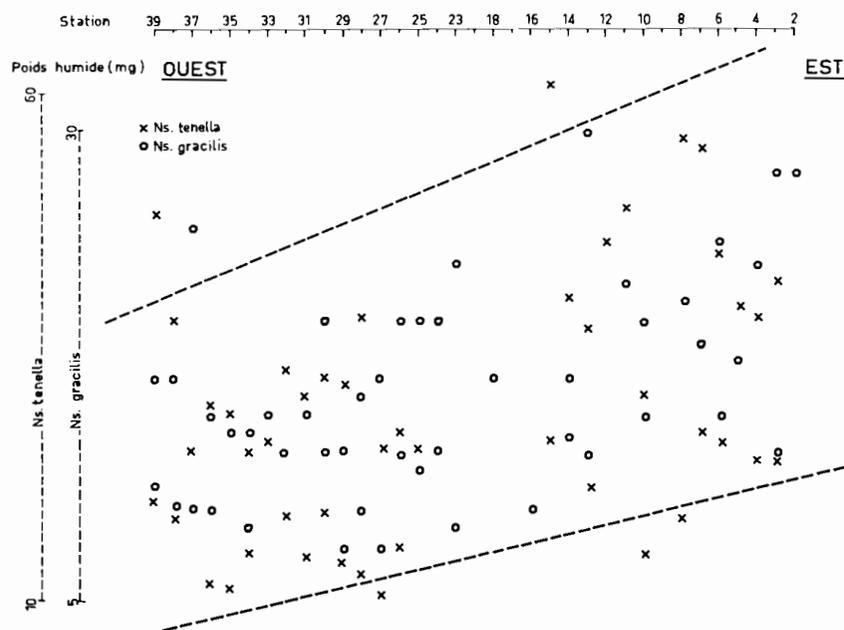


Fig. 3. - - Distribution des tailles chez *Ns. tenella* et *Ns. gracilis*.

- L'influence du facteur temps (la croisière s'est étalée sur près de 4 mois, avec une interruption de 70 jours entre les stations 18 et 23). Il faut toutefois remarquer à ce sujet que, ayant relevé deux types de distributions, inversées l'une par rapport à l'autre, le facteur temps ne peut être invoqué que contre l'une d'entre elles.

- L'apport éventuel d'individus venant du Nord ou du Sud.

Compte tenu de ces réserves on peut supposer avec GRANDPERRIN et RIVATON (1966) que : « Si l'on admet que la dérive des eaux du Courant Équatorial Sud s'effectue à deux nœuds en moyenne tout le long de l'Équateur, un simple calcul montre qu'il suffit d'un peu plus de trois mois à un organisme passif pour parcourir la distance des Galapagos au 160° E. Si l'on tient compte du Contre Courant de Cromwell qui s'écoule en sens inverse, on conçoit qu'une population puisse se disperser très rapidement si elle est composée au départ d'individus d'âges et de biologies différents, d'adultes et de larves par exemple. »

De plus, les courants équatoriaux se trouvent à des profondeurs très différentes entre l'Est et l'Ouest, la limite supérieure du Contre Courant de Cromwell se situant notamment vers 30 m de profondeur à l'Est pour atteindre près de 200 m à l'Ouest. De cette différence dans la bathymétrie des courants équatoriaux entre l'Est et l'Ouest (fig. 4) il résulte que, à des immersions identiques, les faunes Est et Ouest se trouvent soumises à des déplacements de sens contraires.

Enfin, les échogrammes réalisés au cours de la croisière « ALIZÉ » situent la variation journalière de la DSL entre 50 et 450 m environ. De nombreux auteurs pensent que les Euphausiacés sont liés à la DSL, et on peut admettre que son amplitude de variation bathymétrique nycthémerale correspond en gros à celle de la majorité des Euphausiacés.

On sait par ailleurs que la répartition bathymétrique au sein d'une espèce donnée n'est pas la même pour les différents stades de développement, et notamment que, d'une part les jeunes sont plus superficiels que les adultes, et effectuent souvent des migrations diurnes de moindre amplitude, et d'autre part que les individus les plus âgés cessent généralement de migrer vers les niveaux supérieurs (PONOMAREVA 1963).

En réunissant cet ensemble de données, on peut proposer le schéma hypothétique suivant (fig. 5) :

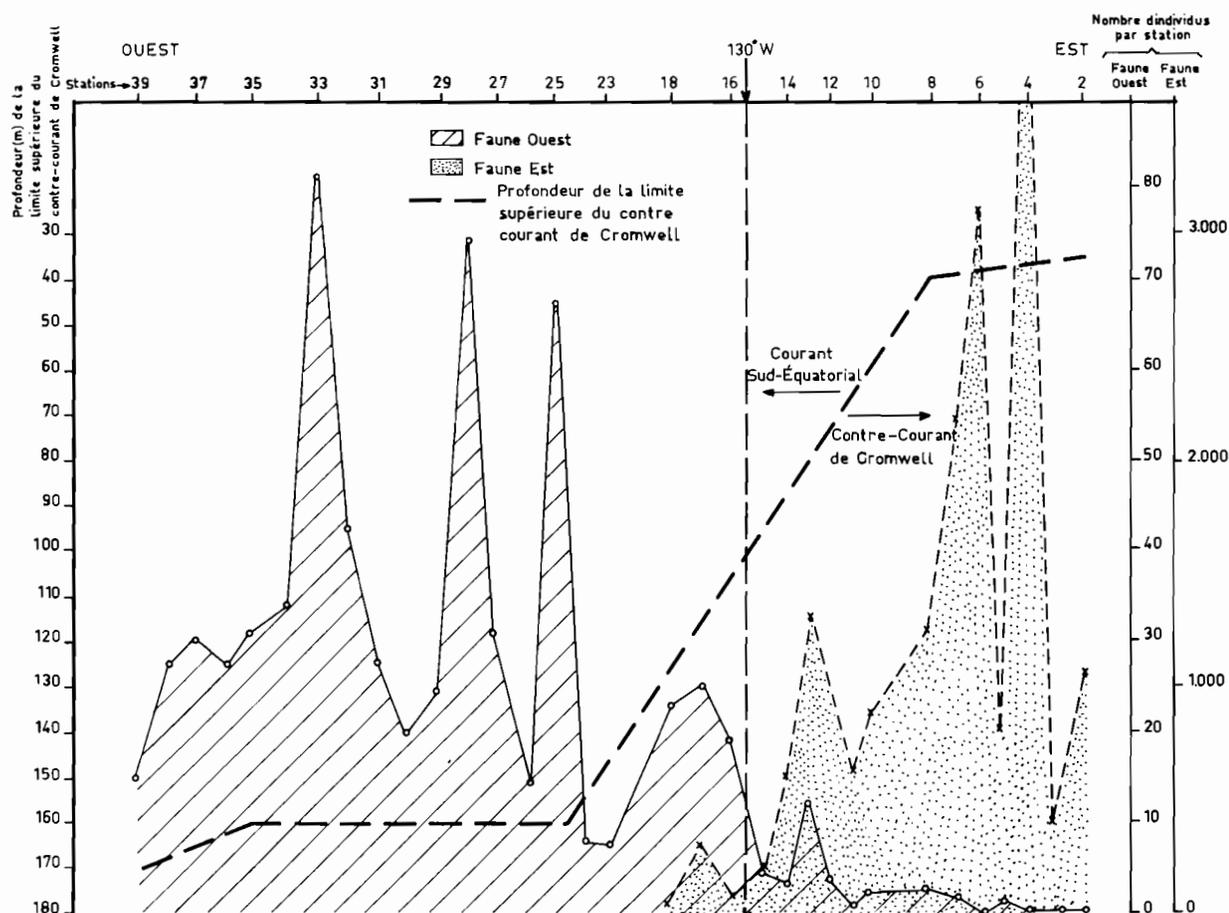


Fig. 4. - Distribution quantitative des faunes Est et Ouest et profondeur de la limite supérieure du Contre-Courant de Cromwell.

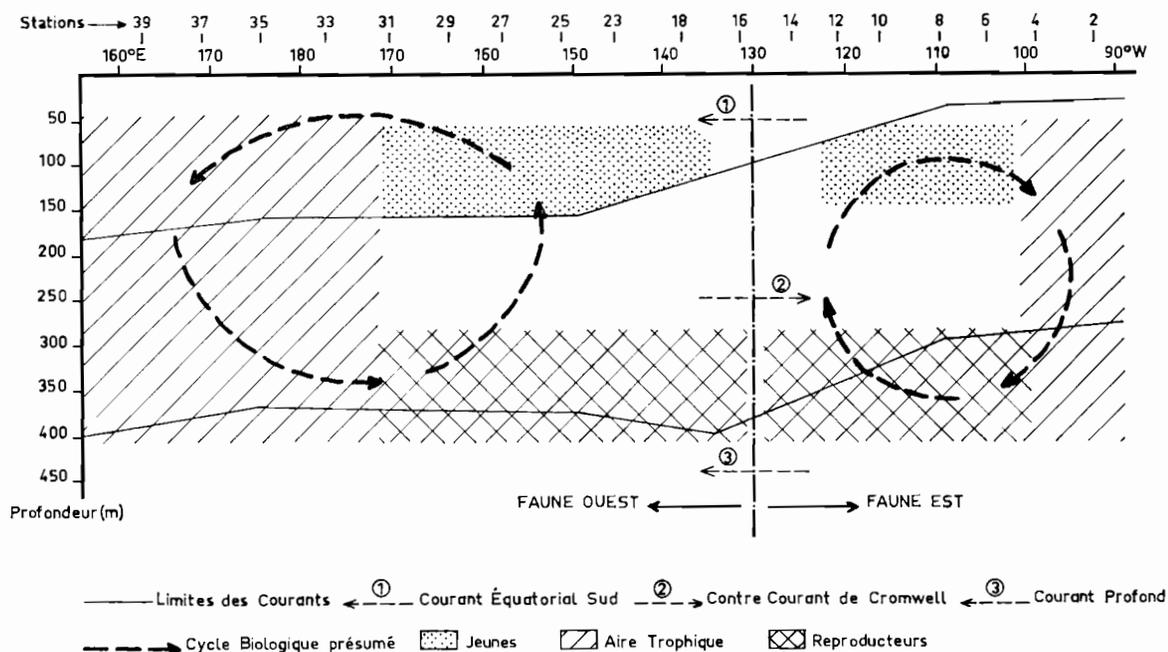


Fig. 5. - Schéma du cycle biologique supposé des Euphausiacés dans les courants équatoriaux du Pacifique.

-- Des adultes présentant des migrations verticales journalières amples, qui les amènent à passer chaque jour dans des masses d'eau circulant en sens inverse : Contre Courant de Cromwell et Courant Équatorial Profond pour la Faune Est, Courant Équatorial Sud et Contre Courant de Cromwell pour la Faune Ouest.

Cette fraction de la population reste donc sensiblement stable géographiquement, dans une aire trophique ou s'effectuerait le passage du stade « jeune » au stade « pré-reproducteur ».

-- Au stade de « pré-reproduction », les individus cesseraient de migrer vers les niveaux superficiels (PONOMAREVA, 1963) et se trouveraient soumis pendant beaucoup plus longtemps à l'action du Contre Courant de Cromwell pour la Faune Ouest (d'où entraînement vers l'Est) ou du Courant Équatorial Profond pour la Faune Est (entraînement vers l'Ouest).

On peut remarquer également que la vitesse très réduite du Courant Équatorial Profond expliquerait la faible dispersion vers l'Ouest de la Faune Est.

Ce déplacement passif pourrait correspondre à la période de maturation.

-- La reproduction interviendrait au terme de cette dérive, se traduisant par l'apparition de jeunes, ramenés vers leurs zones trophiques respectives par les courants superficiels.

Rappelons que de tels déplacements ont été décrits chez certaines espèces de poissons bathypélagiques des courants équatoriaux (GRANDPERRIN et LEGAND 1967).

V. CONCLUSIONS

Il y a donc des indications sérieuses pour que la biologie des espèces considérées reflète successivement les sens différents des déplacements horizontaux des masses d'eau rencontrées au cours de leurs migrations ontogéniques verticales.

Dans le cadre des processus décrits, il faut supposer que les espèces de la faune Ouest et de la Faune Est ont une aire de reproduction située à l'extrémité de leur zone de présence la plus proche du Pacifique Central, et seraient ramenées respectivement vers l'Ouest et vers l'Est par le jeu des courants, dont, à immersion identique, les mouvements sont de sens contraires dans les deux cas.

Les espèces de la Faune Transpacifique auraient par contre leur aire de ponte à l'une ou l'autre extrémité du Pacifique.

Le manque de précision des méthodes utilisées (détermination indirecte des poids individuels) et les graves lacunes du matériel disponible (absence de données verticales) ne permettent toutefois de placer ces considérations qu'au niveau d'une simple hypothèse de travail.

BIBLIOGRAPHIE

- BODEN (B. P.), (M. W.) JOHNSON and (E.) BRINTON, 1955. - - The Euphausiacea of the North Pacific. *Bull. Scripps Instn. Oceanogr.* 6 (8) p. 287-400. 55 fig.
- BODEN (B. P.), (E. M.) KAMPA, and (B. C.) ABBOTT, 1961. — Photoreception of a planktonic crustacean in relation to light penetration in the sea. *Contr. Scripps Instn. Oceanogr.* n° 1307.
- BRINTON (E.), 1962. — The distribution of Pacific Euphausiids. *Bull. Scripps Instn. Oceanogr.* 8 (2) p. 51-270. 126 fig.
- GRANDPERRIN (R.) et (M.) LEGAND, 1967. — Influence possible du système des courants équatoriaux du Pacifique sur la répartition et la biologie de deux poissons bathypélagiques. *Cah. O.R.S.T.O.M. sér. océanogr.* vol. V, n° 2 p. 69-77.
- GRANDPERRIN (R.) et RIVATON (J.), 1966. — « CORIOLIS » : croisière « ALIZÉ » Individualisation de plusieurs ichthyofaunes le long de l'équateur. *Cah. O.R.S.T.O.M. sér. Océanogr.*, vol. IV, n° 4, p. 35-49.
- PONOMAREVA (L. A.), 1963. — The Euphausiids of the North Pacific, their distribution and mass species. *Akad. Nauk C.C.C.P. Moscou.* 142 pp. 40 fig. (en russe).
- ROGER (C.), 1967. — Contribution à la connaissance des Euphausiacés du Pacifique Équatorial. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.* Vol. V, n° 1', p. 29-37.
- ROTSCHI (H. et coll.), 1966. Résultats des observations physicochimiques de la croisière « ALIZÉ ». *mulligr. Centre O.R.S.T.O.M.* Nouméa, n° 2, 56 p.
- ZELIKMAN (E. A.), 1959. — Some characteristics of the behaviour of the Barents sea Euphausiacea and possible causes of their seasonal vertical migrations. *International Oceanographic Congress.* 31/8-12/9/1959 A.A.A.S. Washington D. C., p. 189-190.

Nouméa, juin 1966.

DOSAGE DES DIFFERENTES FORMES DU PHOSPHORE
DANS L'EAU DE MER *

par

B. PITON et B. VOITURIEZ

Océanographes physiciens au Centre ORSTOM de Nouméa

R é s u m é

On discute les résultats de déterminations de phosphore organique en solution et en particules faites sur des eaux tropicales par la méthode au persulfate de potassium. Quelques données sur la teneur du lagon de Nouvelle-Calédonie ainsi que sur la composition de quelques organismes du plancton sont présentées.

A b s t r a c t

The results of the determination of organic phosphorus both dissolved and in particles, by the potassium persulfate method are discussed. Some data on the composition of the water of the lagoon of New Caledonia and of some planktonic organisms are presented.

INTRODUCTION

La plus grande partie du phosphore contenu dans les organismes marins est sous forme de composés organiques ; la décomposition de ces organismes libère des molécules organiques qui se dissolvent dans l'eau de mer et dont l'hydrolyse ou l'oxydation entraînent la formation d'ions phosphoriques (REDFIELD et al. 1964)^{xxx}. Le cycle du phosphore dans l'eau de mer intéresse donc essentiellement le phosphore contenu dans les particules vivantes ou mortes, le phosphore lié à des molécules organiques dissoutes et le phosphore sous forme de phosphate minéral dissous. L'étude de ces formes du phosphore dans une masse d'eau de mer a permis à divers auteurs soit de mesurer la productivité de l'eau à partir de variations observées à plus ou moins long terme (REDFIELD et al.-1937, KETCHUM et CORWIN-1965), soit d'éclairer les processus de minéralisation des composés du phosphore dans l'océan (ARMSTRONG et HARVEY-1950, MC GILL-1964). De plus, il est possible de caractériser une masse d'eau par la somme de ces formes qui représentent le phosphore total contenu dans

* Manuscrit reçu le 14 décembre 1967.

xxx Voir la bibliographie in fine.

l'eau et qui est une propriété conservative (MC GILL-1964, ROCHFORD-1958). Enfin, la concentration des diverses formes de phosphore organique permet une évaluation approximative de la quantité de matière organique totale, dissoute ou sous forme de particules, sans qu'il soit nécessaire de mettre en oeuvre du matériel analytique coûteux et des méthodes laborieuses.

MODE OPERATOIRE

STRICKLAND et PARSONS (1965), dans leur énoncé de toutes les formes du phosphore que l'on peut rencontrer, rappellent que dans l'état actuel des techniques, et pour simplifier le travail à la mer, on peut se contenter d'un compromis dans les analyses à effectuer pour atteindre de façon satisfaisante les diverses formes du phosphore.

Pour une eau de mer du large, on appelle phosphore minéral dissous, PO_4-P , celui qui est complexé par la solution sulfomolybdique dans une eau de mer non filtrée et qui inclut le phosphate et la fraction du phosphore organique hydrolysée en milieu acide ; le phosphore organique dissous, Pod , est la différence entre le phosphore total d'une eau de mer filtrée, et le phosphore minéral dissous ; le phosphore en particules, Pp , est obtenu soit directement par oxydation de la matière organique retenue sur filtre Millipore $0,45\mu$, soit indirectement par différence entre le phosphore total d'une eau de mer non filtrée Pt et le phosphore total de la même eau de mer filtrée.

Dans un échantillon d'eau de mer non filtrée, on a donc :

$$Pt = PO_4-P + Pod + Pp.$$

Pour évaluer toutes les formes du phosphore dans un échantillon d'eau de mer du large, on doit donc doser le phosphore minéral dissous dans l'eau non filtrée, le phosphore total dans l'eau non filtrée et soit le phosphore total dans l'eau filtrée, soit le phosphore contenu dans les particules retenues par un filtre après passage d'une quantité connue d'eau.

Si, dans le cas d'une eau côtière, il faut tenir compte de la turbidité de l'eau, qui peut provoquer une extinction de l'ordre de $30.10^{-4}/cm$, dans les eaux du large en zone tropicale on peut généralement déterminer le phosphate directement sur l'échantillon d'eau de mer recueillie dans les bouteilles à prélèvements.

La méthode de détermination du phosphore minéral dissous est celle de MURPHY et RILEY (1962), adaptée par STRICKLAND et PARSONS (1965). A chaque échantillon de 50 ml d'eau de mer, on ajoute 5 ml d'un mélange de molybdate d'ammonium, d'acide sulfurique, d'acide ascorbique et de tartrate de potassium et d'antimoine. L'extinction est lue, en cuve de 10 cm, au spectrophotocolorimètre BECKMAN D.U. à $885 m\mu$. L'étalonnage est fait à partir d'une solution étalon de phosphate de potassium $PO_4 H_2 K$. Au niveau de probabilité 95 %, la précision atteinte sur la moyenne de deux analyses est égale à $\pm 0,02 \text{ mat-g/m}^3$.

Analyse du phosphore contenu dans les composés organiques

La détermination du phosphore organique est basée sur son oxydation sous forme de phosphate et son dosage ultérieur par la méthode ci-dessus ; l'agent oxydant de la matière organique est le persulfate de potassium, suivant la méthode décrite par MENZEL et CORWIN (1965).

A un échantillon d'eau de mer de 50 ml recueilli dans un erlenmeyer en borosilicate préalablement nettoyé à l'acide fluorhydrique à 1 %, on ajoute 8 ml de persulfate de potassium à 5 %. Cet échantillon est maintenu 45 minutes dans un autoclave à vapeur à 117°C sous une pression de 1,70 atmosphère environ ; pour empêcher toute pollution, on recouvre les erlenmeyers d'un petit becher lavé également à l'acide fluorhydrique à 1 %. Le volume des solutions n'est pas modifié sensiblement après le passage à l'autoclave et refroidissement ; on ajoute alors 5 ml du mélange réagissant utilisé dans le dosage de PO_4 -P. La détermination de l'extinction se fait comme pour le phosphate minéral dissous. On traite exactement de la même façon l'eau de mer non filtrée et l'eau de mer filtrée. Au niveau 95 %, la précision sur la moyenne de deux mesures est de $\pm 0,04$ mat-g/m³.

Le coefficient d'étalonnage est évalué en soustrayant au phosphore total d'une eau de mer filtrée enrichie par addition d'une quantité connue de solution étalon de phosphate de potassium, le phosphore total de la même eau filtrée non enrichie. Ce coefficient n'a en fait qu'une signification relative car il correspond à une quantité de phosphate minéral et non à une quantité connue de phosphore lié à un composé organique. Il correspond d'ailleurs à celui trouvé dans l'analyse du phosphore minéral dissous, compte tenu de la dilution de la solution par l'addition de 8 ml de solution de persulfate de potassium.

La connaissance exacte des diverses corrections à apporter aux lectures brutes d'extinction a une très grande importance dans ce type d'analyse où des concentrations souvent faibles sont déduites par différence. Les corrections à introduire sont dues aux réactifs, à la turbidité propre de l'échantillon d'eau de mer soumis à l'analyse et à la pollution au cours de la filtration.

Pour déterminer l'extinction due aux réactifs, on opère sur l'eau distillée comme avec l'eau de mer. L'extinction lue, déduite de la correction de cuve, correspond au témoin des réactifs. Cette extinction, inférieure à $10 \cdot 10^{-4}$ /cm dans le dosage du phosphore minéral dissous, semble dépendre de la qualité du verre de l'erlenmeyer ; il est donc nécessaire de sélectionner les erlenmeyers utilisés pour l'analyse du phosphore total. Au cours de nos mesures, les extinctions des réactifs déterminées avec une série d'erlenmeyers préalablement sélectionnés furent voisines de $40 \cdot 10^{-4}$ /cm. Une valeur aussi forte peut également provenir du persulfate de potassium.

La correction de turbidité est négligeable pour une eau de mer du large ; elle devient nulle après passage à l'autoclave, même dans une eau côtière turbide.

En ce qui concerne la filtration sur filtre Millipore $0,45\mu$, des expériences récentes indiquent que cette manipulation pollue le filtrat. Une eau distillée filtrée à travers des filtres Millipore préalablement rincés avec soin donne une extinction des réactifs de l'ordre de $15.10^{-4}/\text{cm}$, supérieure à celle d'une eau distillée n'ayant jamais été en contact avec ces filtres. La pollution provient sans doute du filtre lui-même et non de la manipulation, car des filtres brûlés puis solubilisés comme dans l'analyse du phosphore total donnent une quantité de phosphate de l'ordre de $0,4 \mu\text{at-g}$ par filtre.

Il faut noter que le dosage du phosphate contenu dans une eau de mer non filtrée et de celui contenu dans la même eau de mer filtrée, conduit souvent à des différences d'extinction inférieures à $15.10^{-4}/\text{cm}$. Ceci est sans doute dû à ce que, dans le second cas, la pollution du filtrat par les filtres Millipore, est partiellement compensée, dans l'analyse de l'eau de mer non filtrée, par le passage en solution en milieu acide d'une faible fraction du phosphore organique en particule, cette fraction étant hydrolysée, complexée par le molybdate et analysée comme du phosphate.

Il faut donc tenir compte de la pollution par filtration dans le calcul du phosphore total contenu dans l'eau de mer filtrée. La valeur de la correction est déterminée lors du dosage du phosphate minéral dissous dans une eau distillée non filtrée et filtrée.

Dosage direct du phosphore contenu dans les particules

Pratiquement, on admet que tout le phosphore contenu dans les particules est sous forme de composés organiques ; on suppose aussi que toutes les particules sont retenues par les filtres de $0,45\mu$.

On recueille sur filtre Millipore, rincé à l'eau distillée auparavant, les particules contenues dans une quantité connue d'eau de mer ; cette quantité, 1-5 l est fonction de la richesse de l'eau en particules. Après rinçage à l'eau distillée, on recueille ces filtres dans des erlenmeyers que l'on met à sécher sur bain de sable ou à l'étuve à $50-60^{\circ}\text{C}$. En mer, il vaut mieux stocker proprement les filtres dans une étuve pour les reprendre ensuite au laboratoire à terre. On place les erlenmeyers dans un four à mouffle et on calcine les filtres à $450-500^{\circ}\text{C}$. Après refroidissement, on ajoute 15 ml d'eau distillée et 8 ml de persulfate de potassium, et on passe les échantillons à l'autoclave à vapeur comme pour la détermination du phosphore total. Après refroidissement, on filtre sur filtre ordinaire sans cendres, on rince à l'eau distillée et on dilue à 58 ml. On analyse ensuite le phosphore minéral dissous ainsi libéré. La turbidité d'un tel échantillon est nulle.

En traitant de la même manière un filtre rincé à l'eau distillée on obtient une correction de filtre et de réactif que l'on retranche de la lecture donnée par les particules retenues sur le filtre. L'extinction nette ainsi obtenue est divisée par le multiple de 50 ml donnant le volume d'eau filtrée ; multipliée ensuite par le coefficient d'étalonnage correspondant au dosage du phosphore total, elle donne la concentration du phosphore en particules en mat-g/m^3 . Au niveau 95 %, la moyenne de 2 mesures donne une précision de $\pm 0,05 \text{ mat-g/m}^3$.

Problème particulier des mers tropicales

Il existe donc deux méthodes permettant de mesurer le phosphore en particules, la méthode directe ou la méthode indirecte par différence entre l'eau non filtrée et l'eau filtrée. La correspondance entre les deux est bonne dans une eau riche en particules comme une eau côtière ou de lagon ; dans une eau pélagique tropicale par contre, il semble que le problème soit un peu plus délicat.

En effet, d'après la relation quantitative de STRICKLAND (1960) $\text{mg P} = (0,75 \pm 0,2) \text{ mg chl } a$, une eau superficielle tropicale contenant environ $0,1 \text{ mg/m}^3$ de chlorophylle a contient approximativement $0,003 \text{ mat-g/m}^3$ de phosphore en particules lié à des composés organiques renfermant de la chlorophylle ; cette évaluation est minérale ; cependant, même avec le rapport moyen observé par KETCHUM et CORWIN (1965) $\text{P mat-g/m}^3/\text{chl } a$ égal pour une eau tropicale à $50 \cdot 10^{-3}$, c'est une teneur de $0,005 \text{ mat-g/m}^3$ en phosphore en particules qui correspondrait à une concentration de $0,1 \text{ mg/m}^3$ de chlorophylle. Ces deux valeurs sont nettement inférieures à la précision de la méthode indirecte de détermination du phosphore en particules. De plus, avec la méthode directe il faudrait filtrer 20 litres d'eau de mer superficielle tropicale pour obtenir des quantités mesurables sous forme de concentrations de l'ordre de $0,1 \text{ mat-g/m}^3$ de phosphore.

Par conséquent, l'analyse des différentes formes de phosphore dans une eau tropicale ne peut guère que donner le phosphore total contenu dans l'eau de mer non filtrée et le phosphore minéral dissous ; par différence on aura le phosphore organique total, correspondant en gros au phosphore organique dissous. D'après KETCHUM et al. (1955), cette différence ne serait significative que si elle est supérieure à 10 % du phosphore total. Quant à l'analyse du phosphore en particules par la méthode directe, on ne peut envisager de la faire dans les mers tropicales qu'aux niveaux d'accumulation de chlorophylle, en filtrant 5 à 10 litres d'eau de mer.

RESULTATS NUMERIQUES

Différents essais ont porté sur l'eau du lagon de Nouvelle-Calédonie et sur quelques espèces du zooplancton.

En ce qui concerne l'eau du lagon de Nouméa, l'analyse complète de la même eau à deux jours d'intervalle a révélé une augmentation considérable de la teneur en phosphore total correspondant, puisque la concentration du PO_4-P n'a pas varié, à une augmentation de la concentration des formes organiques du phosphore. La concordance entre les déterminations directes et indirectes du phosphore total (tableau 1) indique sans équivoque que les différences observées sont réelles. Elles sont dues essentiellement aux conditions météorologiques ayant prévalu au cours de l'échantillonnage. Pour la première série, l'échantillonnage a été fait par beau temps, le lagon étant extrêmement calme ; pour la deuxième série, l'eau était fortement agitée et la teneur en suspension a imposé l'introduction d'une correction de turbidité. Certaines formes de phosphore organique étant utilisables dans la photosynthèse, il apparaît donc qu'en eau peu profonde l'agitation due au vent peut être un facteur non négligeable d'enrichissement.

TABLEAU 1 : Différentes formes du phosphore dans l'eau du lagon de Nouvelle-Calédonie (en mg/m^3).

	PO_4-P	Pt	Pod	Pp	
				indirecte	directe
1ère série	0,16	0,32	0,08	0,08	0,12
2ème série	0,18	0,82	0,26	0,38	0,30

En ce qui concerne le zooplancton, il peut être intéressant de connaître la quantité de phosphore contenu par les organismes ; le rapport P/poids sec peut en effet caractériser l'état d'une population, sa richesse relative ou sa carence en phosphore. Enfin, la connaissance de la quantité de phosphore contenu dans le zooplancton est une étape dans la connaissance de la constitution chimique du zooplancton à laquelle viendra s'ajouter celle de l'azote et du carbone.

Pour analyser des organismes vivants, il est conseillé de travailler sur des matériaux frais n'ayant pas séjourné dans le formol ; en effet, il y a de fortes présomptions (LEGAND et GRANDPERRIN, Communication personnelle) pour penser qu'un animal séjournant dans le formol peut perdre jusqu'à 30 % de son poids sec. Les échantillons identifiés de zooplancton rincés à l'eau distillée sont donc stockés dans des vases à tarer à l'étuve, à 60°C. Les pesées sont effectuées à terre. On transvase ensuite le matériel à analyser dans des erlenmeyers que l'on place dans un four à moufle à 450-500°C. On opère ensuite comme pour la détermination du phosphore en particules. On ajoute une quantité de persulfate de potassium proportionnelle au poids sec, de l'ordre de 8 ml de

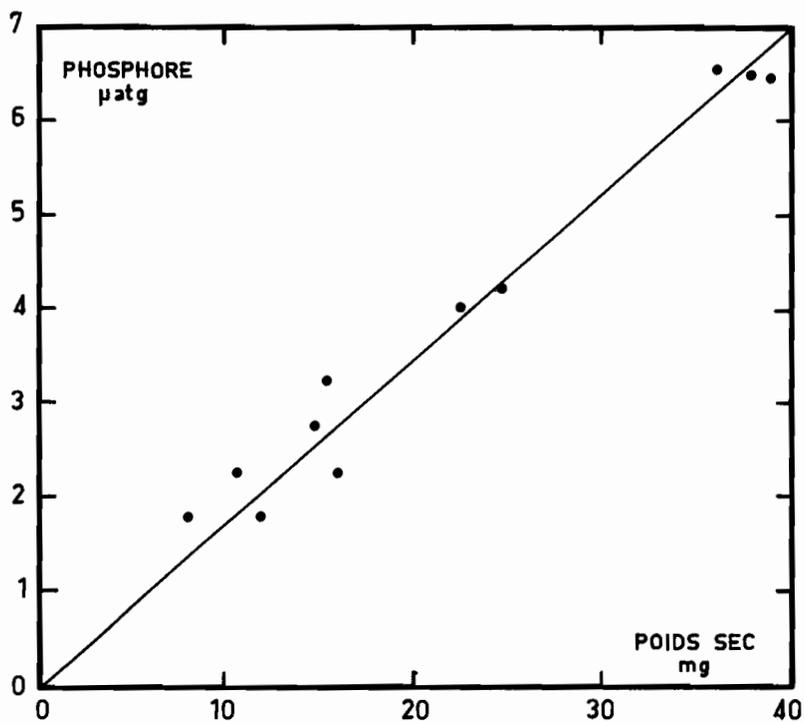


Fig. 1 : Teneur en phosphore d'Euphatsiacés

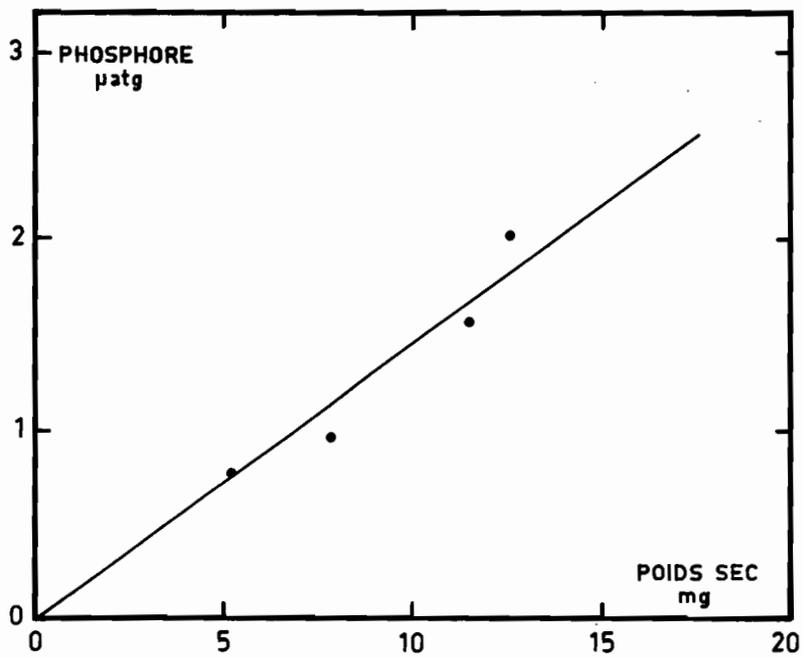


Fig.2 : Teneur en phosphore de Chétognathes

solution à 5 % pour 10 mg de poids sec. Après passage à l'autoclave, il faut diluer de façon à obtenir une concentration en ion phosphate mesurable de l'ordre de 0,5 à 3 $\mu\text{at-g/m}^3$. Cette dilution a le double avantage de supprimer pratiquement la turbidité et de donner un témoin des réactifs très faible et presque négligeable lorsque la dilution est supérieure à 20 fois.

Des analyses d'Euphausiacés et de Chétognathes indiquent une bonne corrélation entre la quantité de phosphore et le poids sec ; ce zooplancton analysé était conservé dans du formol depuis sa capture quelques mois auparavant.

1. Euphausiacés

Poids sec mg	8,2	11,9	10,6	16	14,8	15,4	22,5	24,6	36	37,8	38,8
Poids de phosphore 10^{-3} mg	56	56	70,4	70,4	86,4	100	122	131	203	200	200

2. Chétognathes

Poids sec mg	5,2	7,9	11,5	12,6
Poids de phosphore 10^{-3} mg	23,5	29	48,4	62,5

Le calcul des corrélations conduit dans les deux cas à un coefficient de régression extrêmement voisin de 1 correspondant à une teneur en phosphore par rapport au poids sec de 0,54 % pour les Euphausiacés et 0,45 % pour les Chétognathes (fig. 1 et 2).

BIBLIOGRAPHIE

- ARMSTRONG (F.A.J.) and HARVEY (H.W.) - 1950 - The cycle of phosphorus in the waters of the English Channel. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, 29-1, p.145.
- KETCHUM (B.H.), CORWIN (N.) and KEEN (D.J.) - 1955 - The significance of organic phosphorus determinations in ocean waters. *Deep Sea Res.*, 2, 3, pp. 172-181.

- KETCHUM (B.H.) and CORWIN (N.) - 1965 - Cycle of phosphorus in the Gulf of Maine. *Limno. and Oceano.*, suppl. à 10, A.C. REDFIELD 75th Anniversary Vol., pp. R148-R161.
- MENZEL (D.W.) and CORWIN (N.) - 1965 - The measurements of total phosphorus in sea water based on the liberation of organically bound fractions by persulfate oxydation. *Limno. and Oceano.*, 10, 2, pp.280-282.
- MC GILL (D.A.) - 1964 - The distribution of phosphorus and oxygen in the Atlantic Ocean as observed during the I.G.Y. 1957-1958. Dans *Progress in oceanography-2*, Mary Sears Pergamon Press, pp.129-211.
- MC GILL (D.A.), CORWIN (N.) and KETCHUM (B.H.) - 1964 - Organic phosphorus in the deep water of the western north Atlantic. *Limno. and Oceano.*, 9, pp.27-34.
- MURPHY (J.) and RILEY (J.P.) - 1962 - A modified single solution Method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chim. Acta* 26, pp.31-36.
- REDFIELD (A.C.), SMITH (H.P.) and KETCHUM (B.) - 1937 - The cycle of organic phosphorus in the Gulf of Maine. *Biol. Bull. Woods Hole*, 73, pp.421-443.
- REDFIELD (A.C.), KETCHUM (B.H.) and RICHARDS (F.A.) - 1963 - The influence of organisms on the composition of sea water. Dans *the Sea* 2, M.N. HILL Interscience Publishers, pp.26-49.
- ROCHFORD (D.) - 1958 - Total phosphorus as a mean of identifying East Australian water masses, *Deep Sea Res.*, 5, 2, pp.81-110.
- STRICKLAND (J.D.H.) - 1960 - Measuring the production of marine phytoplankton. *Fish. Res. Board of Canada, Bull. N° 122*.
- STRICKLAND (J.D.H.) and AUSTIN (K.K.) - 1960 - On the forms, balance and cycle of phosphorus observed in the coastal and oceanic waters of the north-eastern Pacific. *Journ. Fish. Res. Board of Canada*, 17, 3, pp.337-345.
- STRICKLAND (J.D.H.) and PARSONS (T.R.) - 1965 - A manual of sea water analysis. *Fish. Res. Board of Canada, Bull. N°125*, pp.43-65.

551.464.6

On the Eastward Flow of Water in the Western Pacific South of the Equator¹

François Jarrige

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

From December 1965 to August 1967, the R/V CORIOLIS of the Centre O.R.S.T.O.M. of Nouméa made nine cruises along 170°E, from 20°S to 4°N. The eastward component of the geostrophic current relative to 1000 db was calculated, and the results from all cruises indicate an eastward flow near 10°S. Supporting evidence for this surface flow is found in (i) the capture at 10°S, 170°E of *Euphausia fallax* (C. Roger, personal communication), which originated north of New Guinea (Brinton 1962), and (ii) the capture at about the same location of stomatopod larvae (very early stages), which can only have had their origin in the northern part of the New Hebrides Archipelago (A. Michel, personal communication). Further, the CORIOLIS often drifted toward the east where the calculated surface current was also to the east (Table I).

The characteristics of this current are highly variable (Table I). Although this current may be at least 500 m deep, its velocity core, with a velocity of 10–30 cm/sec, is always close to the surface. Its width varies from 330 km to more than 920 km, with an average width of about 650 km. Also, the wider the current, the more northerly is the velocity core; this apparent relationship may be due to the fact that the latitude of the current's southern limit, which is bound to the permanent presence of a minimum of the westward wind component between 10°S and 12°S, does not vary much; on the other hand, the latitude of the northern limit varies with the latitude of the velocity core.

The computed values of the volume transport of this current range from 2×10^6 m³/sec to 20×10^6 m³/sec. The upper part of this current (ca. 100 m) is always associated with a salinity minimum whose value is between 34.00‰ and 34.80‰, and the higher the volume transport, the lower is the surface salinity. If this current is in fact formed in a region where the surface salinity

1. Accepted for publication and submitted to press 6 June 1968.

Table I.

Cruise	Date	Latitude	Depth (m)	Max. vol. (cm/sec)	Latitude (Max. vol.)	Width (km)	Volume transp. (10^6 m ³ /sec)	S _{min} (‰)	Drift of the ship
BORA 1	Dec. 65	7°00'S-12°15'S	160	12	9°45'S	580	2.2	34.6	
BORA 2	March 66	4°00'S-10°15'S	> 500	31	7°50'S	695	19.6	34.3	6°00'S-5°00'S 1 kt-ENE
BORA 3	June 66	5°50'S-12°05'S	> 500	24	6°50'S	685	9.6	34.5	
BORA 4	Sept.-Oct. 66	7°30'S-10°25'S	> 500	29	8°00'S	330	8.8	34.7	9°00'S 0.2 kt-E
CYCLONE 2	March 67	8°20'S-12°10'S	> 500	31	9°40'S	410	18.6	34.8	10°30'S-9°00'S 0.8-1.0 kt
CYCLONE 3	April 67	5°00'S-12°45'S	> 500	22	6°00'S	930	14.7	34.2	9°00'S 1.5-2.0 kt-SE
CYCLONE 4	June 67	8°45'S-13°05'S	> 500	20	12°00'S	480	12.4	34.0	
CYCLONE 5	July 67	9°20'S-13°00'S	280	21	12°00'S	410	6.6	34.8	11°30'S-11°00'S < 1.0 kt-E
CYCLONE 6	Aug. 67	8°25'S-13°10'S	220	15	9°00'S	540	3.4	34.8	

is low, then the stronger the eastward flow, the lower the salinity of the core will be, because the effect of lateral mixing with adjacent waters of higher salinity will be reduced.

In the westernmost part of the equatorial Pacific, it is only in the Celebes Sea and its eastern surroundings that water with a surface salinity of less than 34.00‰ is found over a relatively large area; thus, the origin of this eastward current could be in the same region as the origin of the North Equatorial Countercurrent, and possibly of the Equatorial Undercurrent also. These three eastward flows, with the same hydrological origin, could also be caused by the same mechanism—the potential energy of the waters that accumulate north of New Guinea as a result of the trade winds.

This current is shown in various atlases (Air Ministry 1939), but for the northern winter only. Reid (1959), in some results of the EQUAPAC Expedition, reported that it occurred at 9°S, between 170°E and 135°W, and had a speed of the order of 10 cm/sec. He suggested (1961) that this current was part of a large intertropical anticyclone that induced an eastward flow that is approximately symmetrical to the North Equatorial Countercurrent. Burkov (1966) has supported this view. At present it is uncertain how far this surface current extends toward the east.

Further, Reid (1959) observed an eastward flow on the 125 cl/ton isosteric surface at a depth of about 300–400 m, extending from 165°E to 95°W; and Wooster (1961) has shown that the main circulation is on the 160 cl/ton surface. Both authors insist that the deep eastward circulation, which they call the South Equatorial Countercurrent, is bound to a salinity maximum, which, according to Reid, has its origin in the Coral Sea.

Thus, at 10°S the origin of this current could be different from the origin of the surface current, in spite of the fact that there seems to be a continuity through the eastward flows of (i) the North Equatorial Countercurrent, (ii) the Equatorial Undercurrent, (iii) the permanent surface flow at 10°S, and (iv) the South Equatorial Countercurrent of Reid, at least in the western Pacific.

REFERENCES

AIR MINISTRY

1939. South Pacific Ocean currents. M. O. 435. Mar. Meteor. Off., London. 11 figs., 8 pls.

BRINTON, EDWARD

1962. The distribution of Pacific euphausiids. Bull. Scripps. Inst. Oceanogr., 8: 51–270.

BURKOV, V. A.

1966. Structure and nomenclature of Pacific Ocean currents. *Oceanology*, 6: 1–11. (English translation.)

REID, J. L., JR.

1959. Evidence of a South Equatorial Counter Current in the Pacific Ocean. *Nature*, London, 184: 209-210.

1961. On the geostrophic flow at the surface of the Pacific Ocean with respect to the 1000 decibar surface. *Tellus*, 13: 489-502.

WOOSTER, W. S.

1961. Further evidence of a Pacific South Equatorial Counter Current. *Deep-sea Res.*, 8: 294-297.

Printed in Denmark for the Sears Foundation for Marine Research,
Yale University, New Haven, Connecticut, U. S. A.
Bianco Lunos Bogtrykkeri A/S, Copenhagen, Denmark