

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 pectinata*

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.

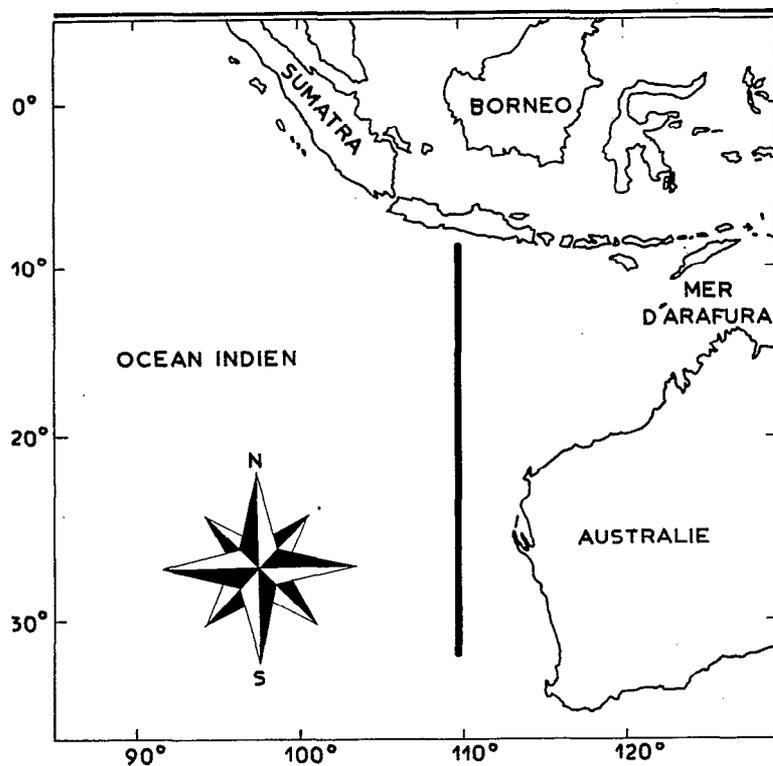


Fig. 1. — Itinéraire des croisières.

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 appartenait 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 tricuspidata 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'essaïms 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 laisse 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.

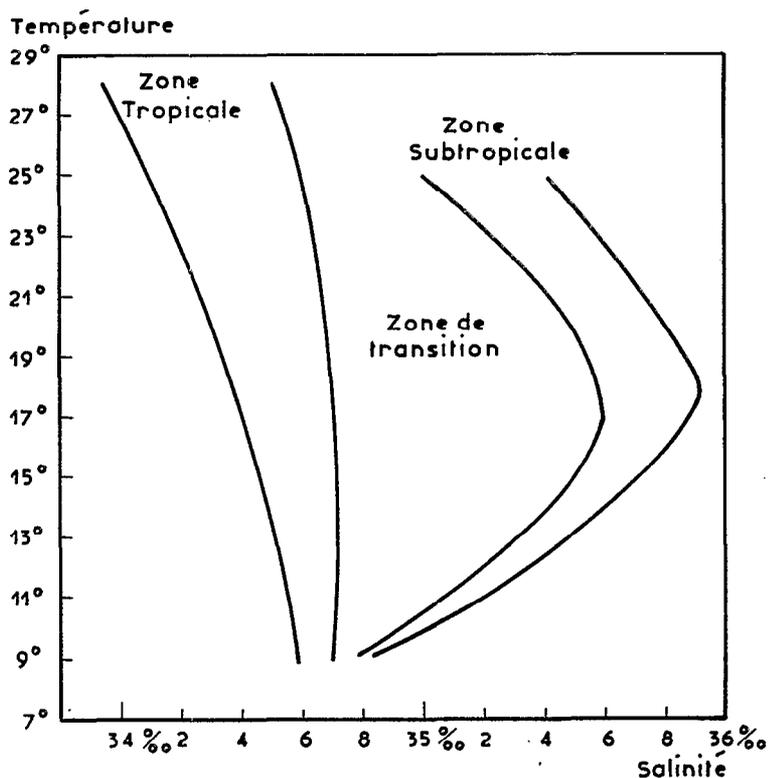


Fig. 2. — Diagrammes TS.

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.

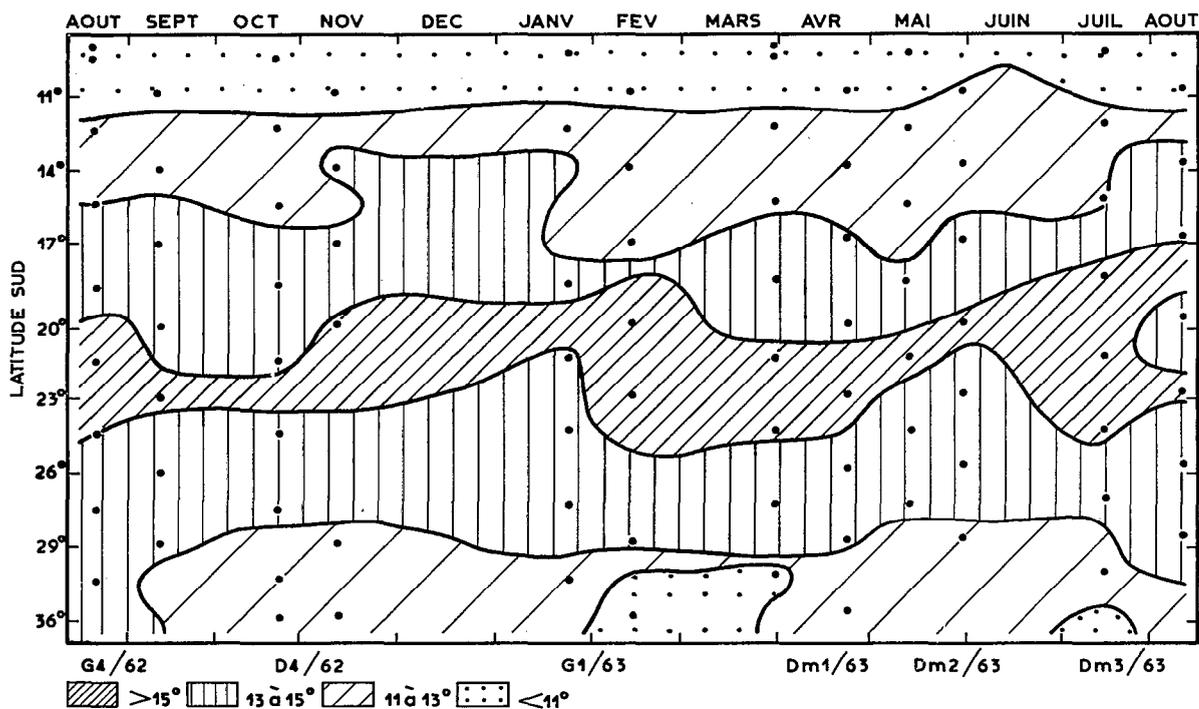


Fig. 3. — Température à 300 m.

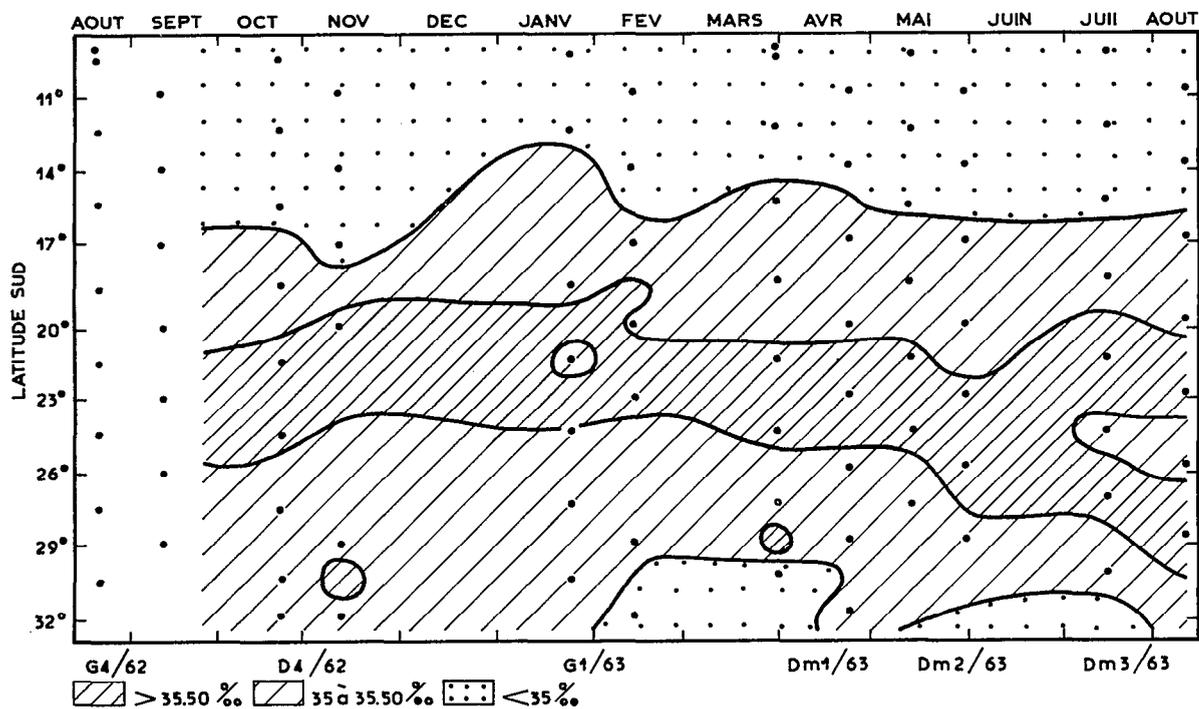


Fig. 4. — Salinité à 300 m.

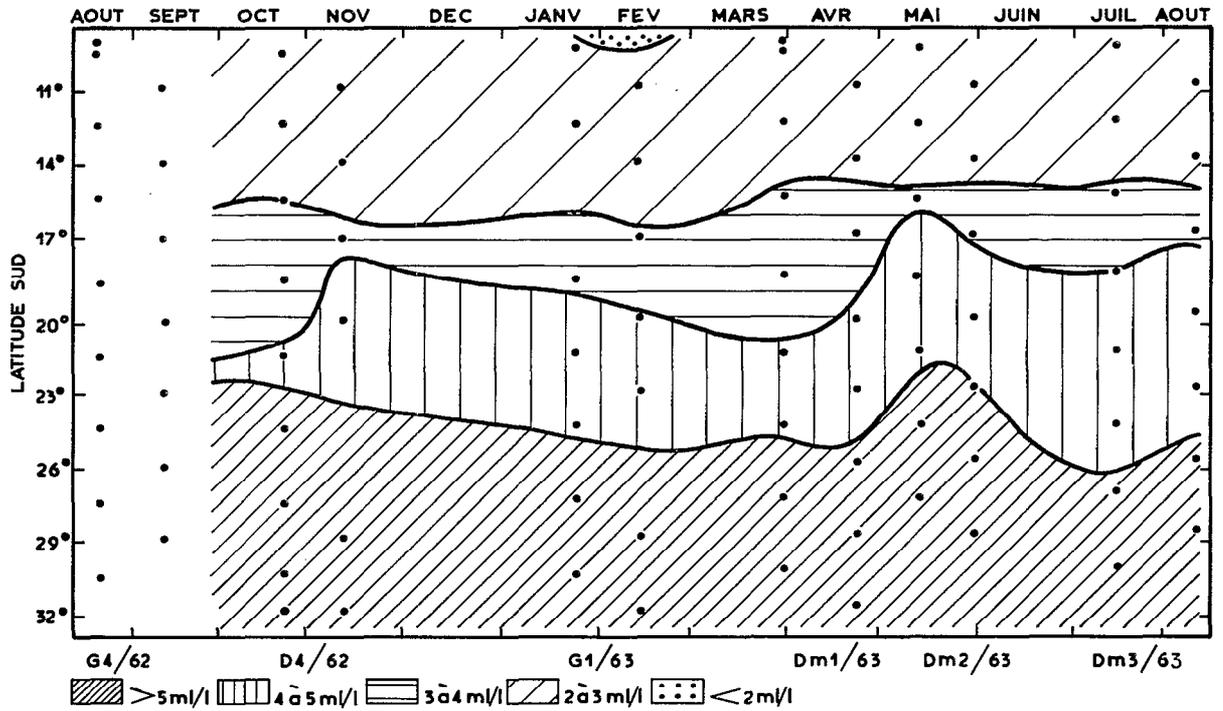


Fig. 5. — Oxygène à 300 m (m/l).

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.

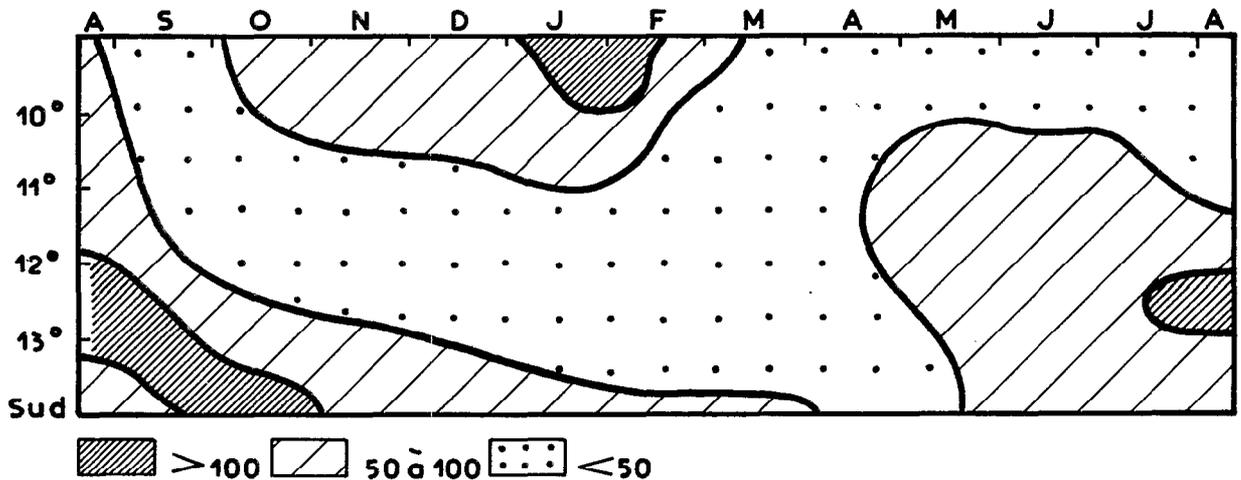


Fig. 6. — Épaisseur de la couche isotherme (en mètres).

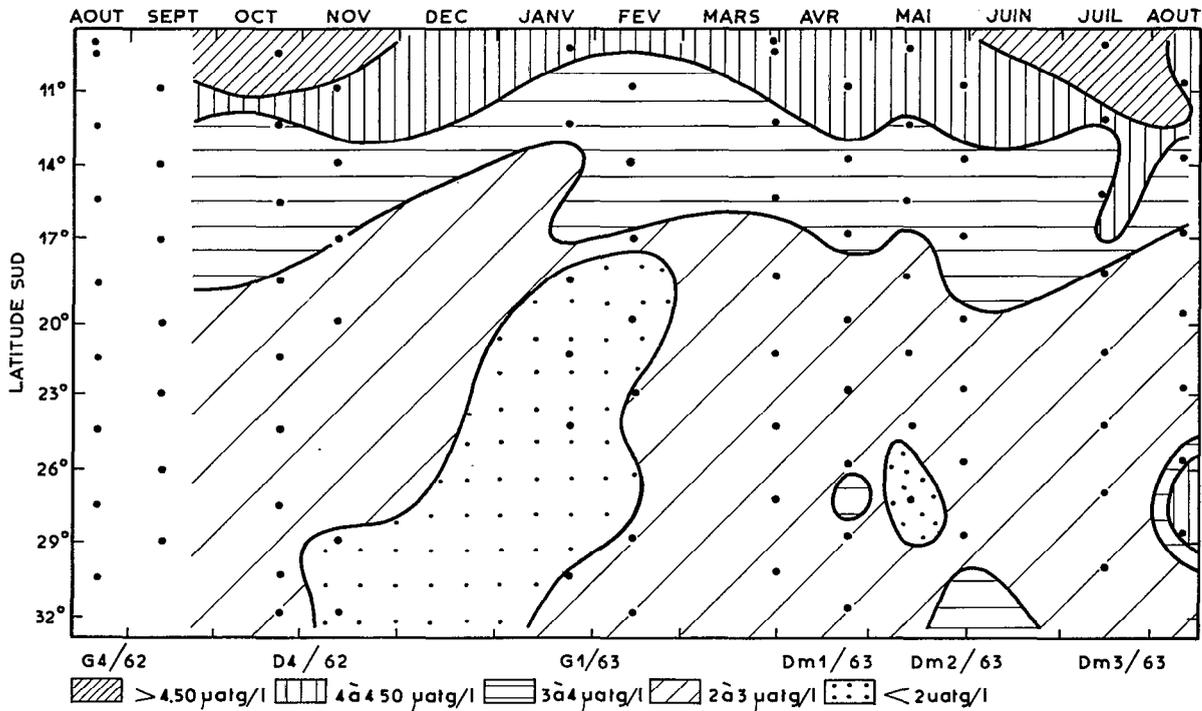


Fig. 7. — Somme des teneurs en phosphates à 0 m, 300 m et 500 m ($\mu\text{atg/l}$)

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.

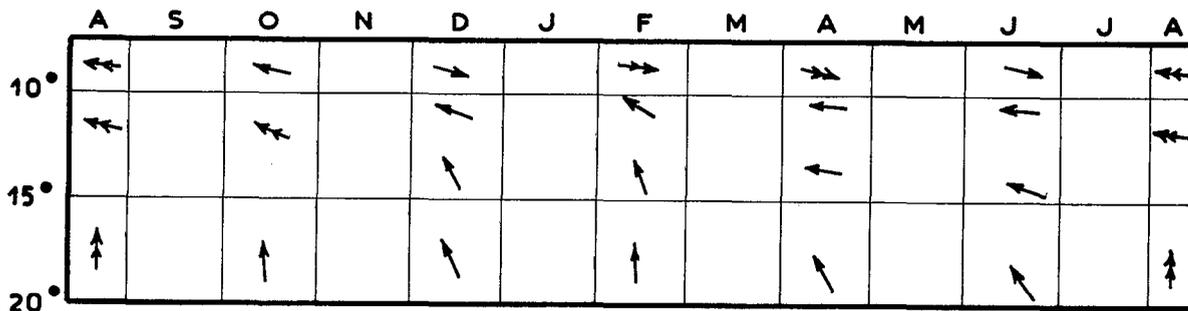


Fig. 8. — Courants de surface (d'après Wyrtki 1961). →0,5 noeud. →→0,8 noeud.

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. tricuspidata</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 H.-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 tricuspidata*. 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.

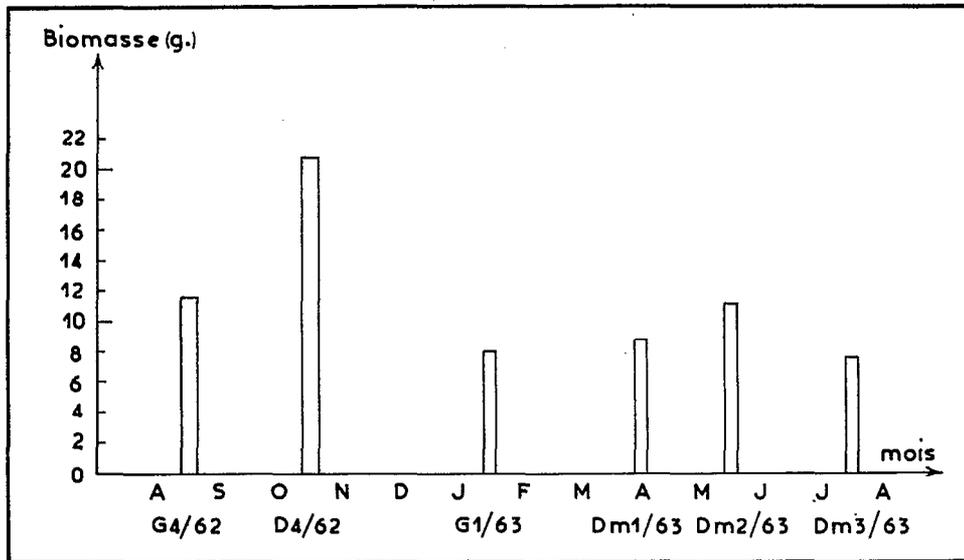


Fig. 9. — Biomasse moyenne d'Euphausiacés par station en fonction de la saison.

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.

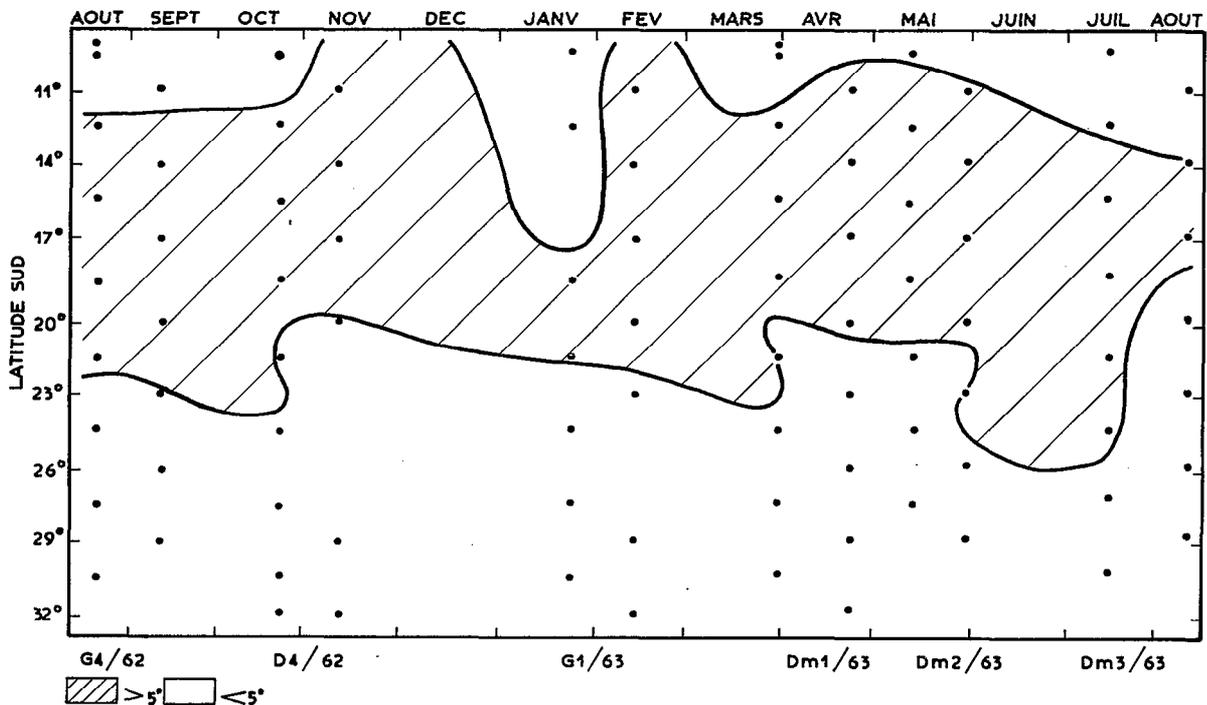


Fig. 10. — Température à 1.000 m.

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 obtusifrons* (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 pectinata* (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. tricuspidata*, *Th. obtusifrons*, 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 pectinata* 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.

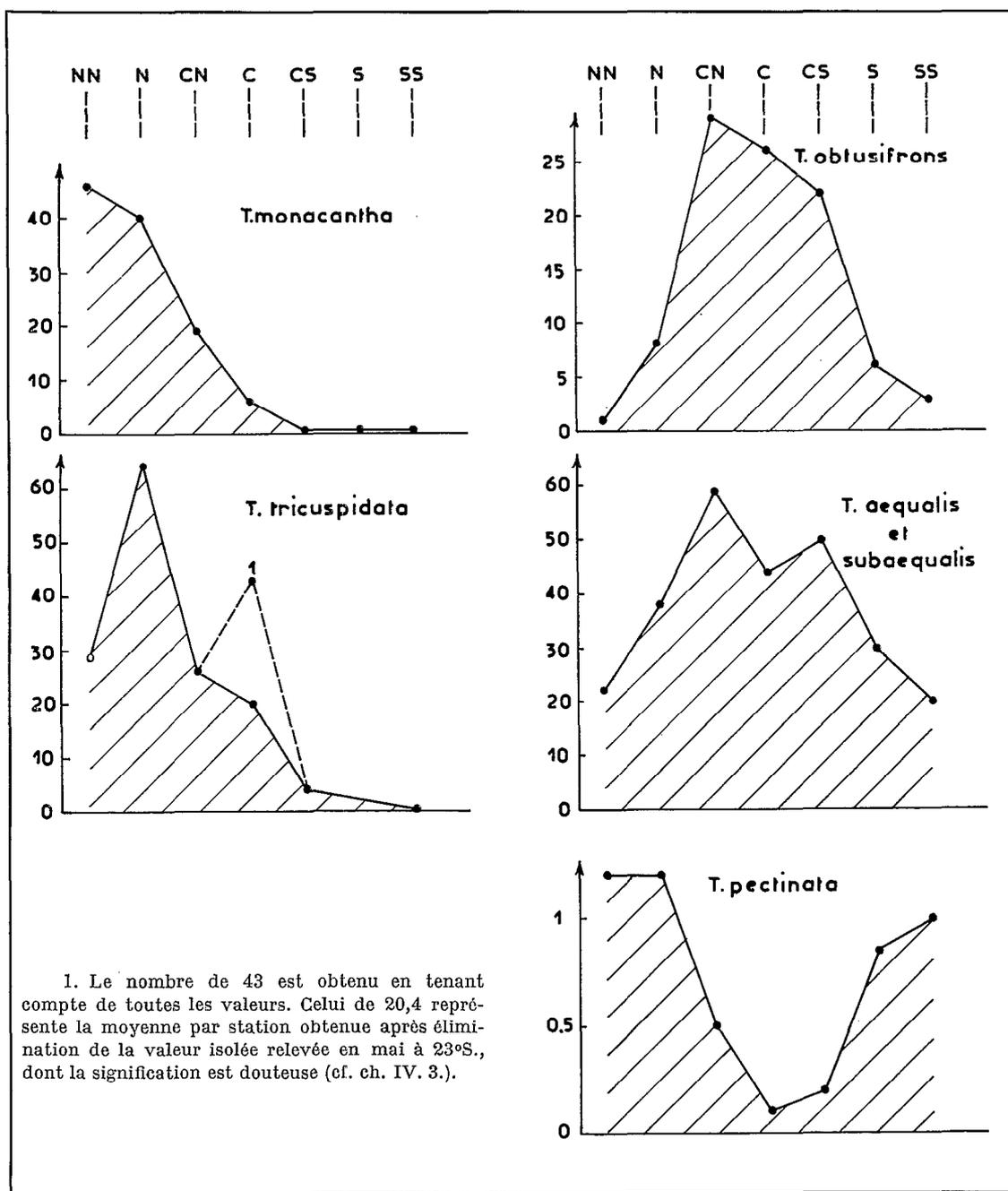


Fig. 12. — Nombre moyen d'individus de chaque espèce par station, dans les différentes régions hydrologiques, définies par les diagrammes Température-oxygène à 300 m.

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. tricuspadata* (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. pectinata* (fig. 17), plus abondante dans les eaux froides, qu'elles soient du Nord (teneur en oxygène faible), ou du Sud (teneur en oxygène forte).

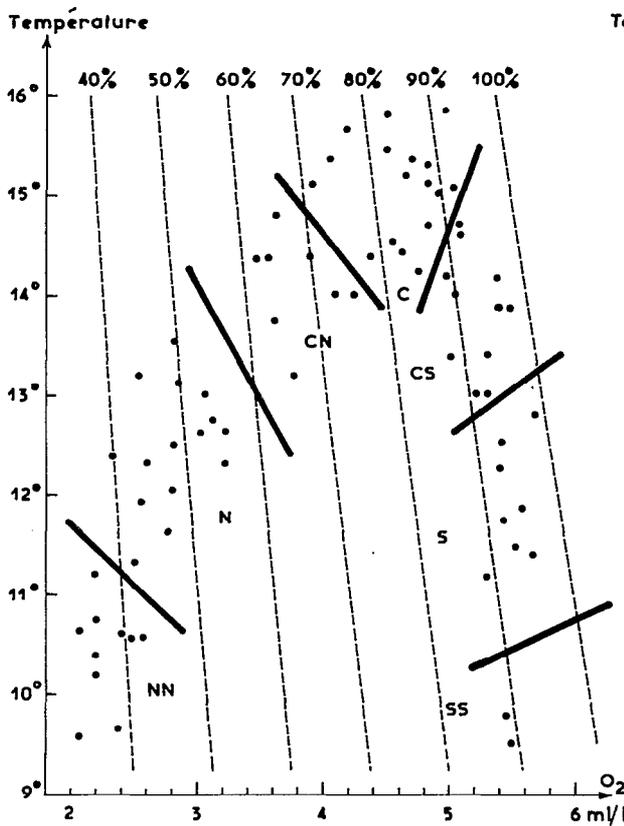


Fig. 11. — Diagramme température-oxygène à 300 m.
--- Courbes de saturation pour une salinité de 35,30 ‰.

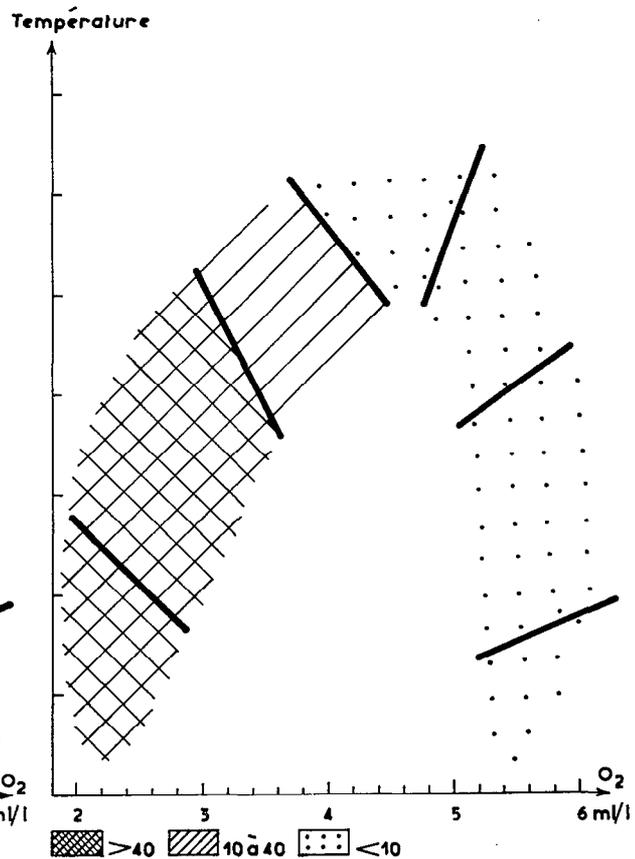


Fig. 13. — Répartition de *Thysanopoda monacantha* dans les diagrammes Température-oxygène.

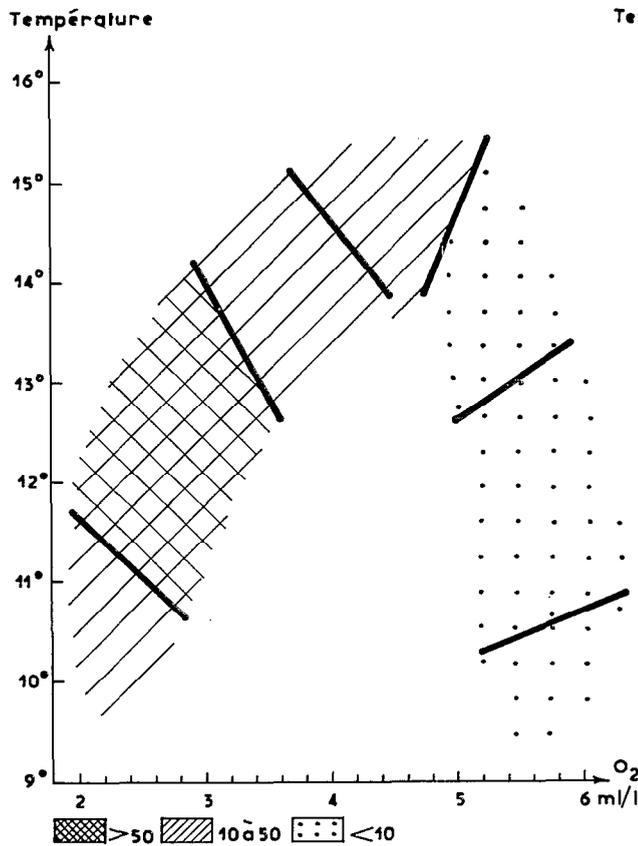


Fig. 14. — Répartition de *Thysanopoda tricuspidata* dans les diagrammes Température-oxygène.

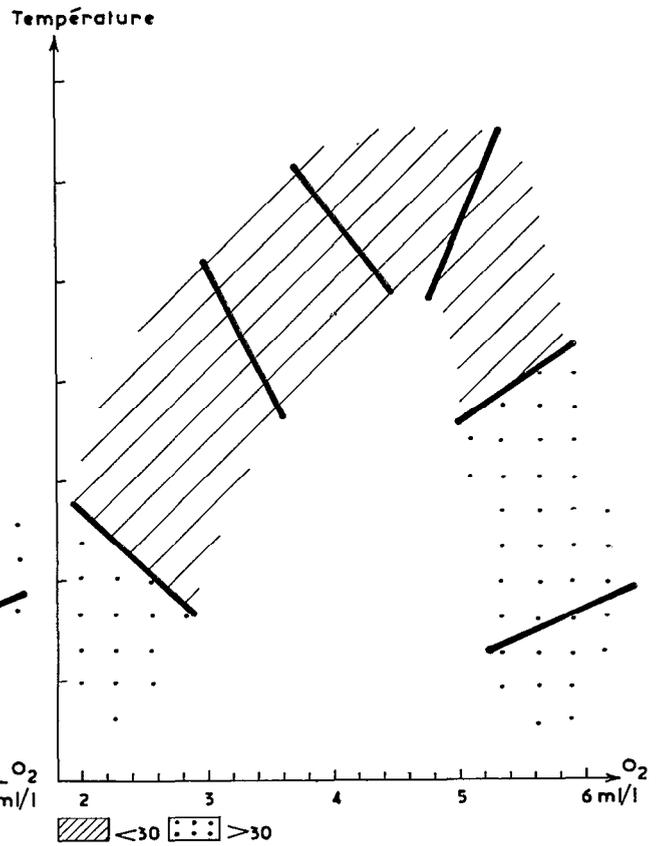


Fig. 15. — Répartition de *Thysanopoda aequalis* et *subaequalis* dans les diagrammes Température-oxygène.

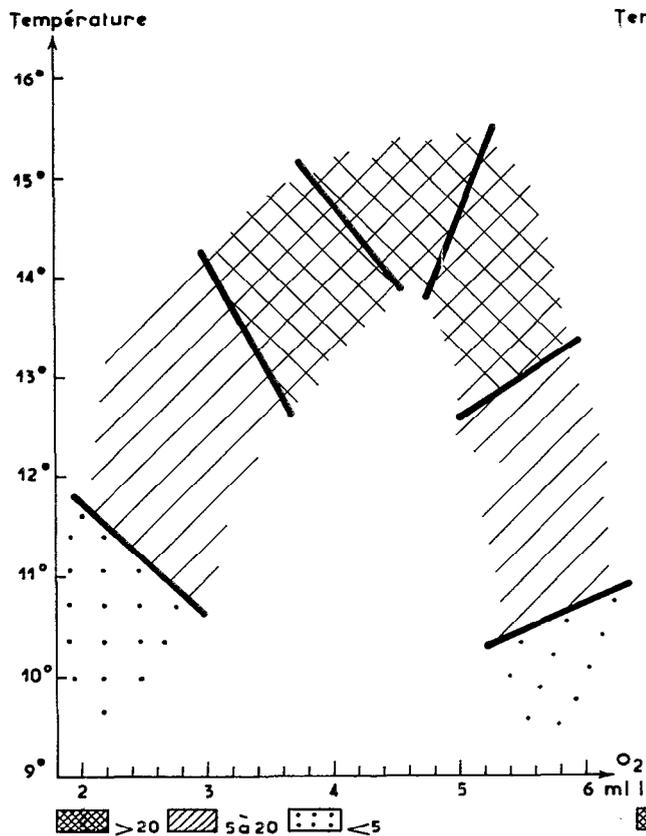


Fig. 16. — Répartition de *Thysanopoda obtusifrons* dans les diagrammes Température-oxygène.

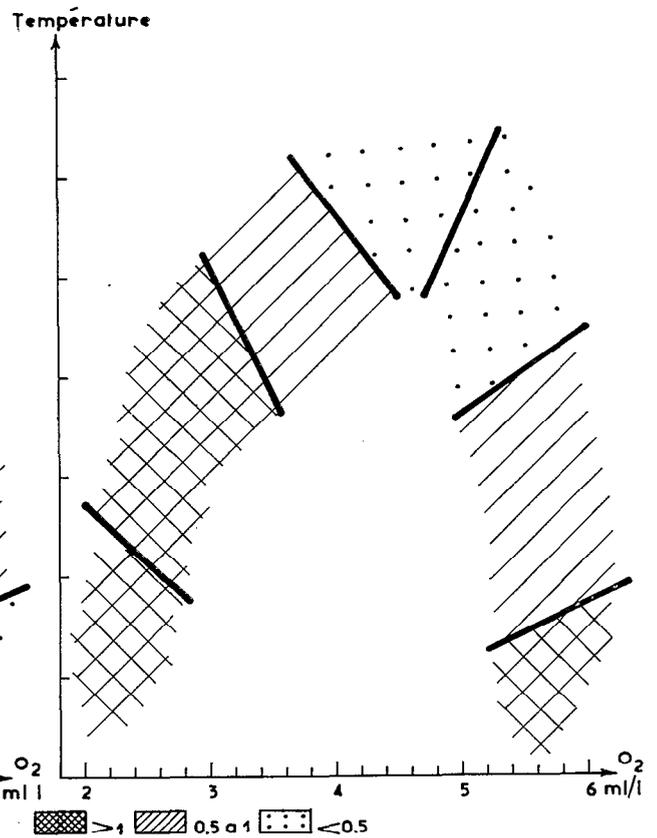


Fig. 17. — Répartition de *Thysanopoda pectinata* dans les diagrammes Température-oxygène.

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 tricuspida*, *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

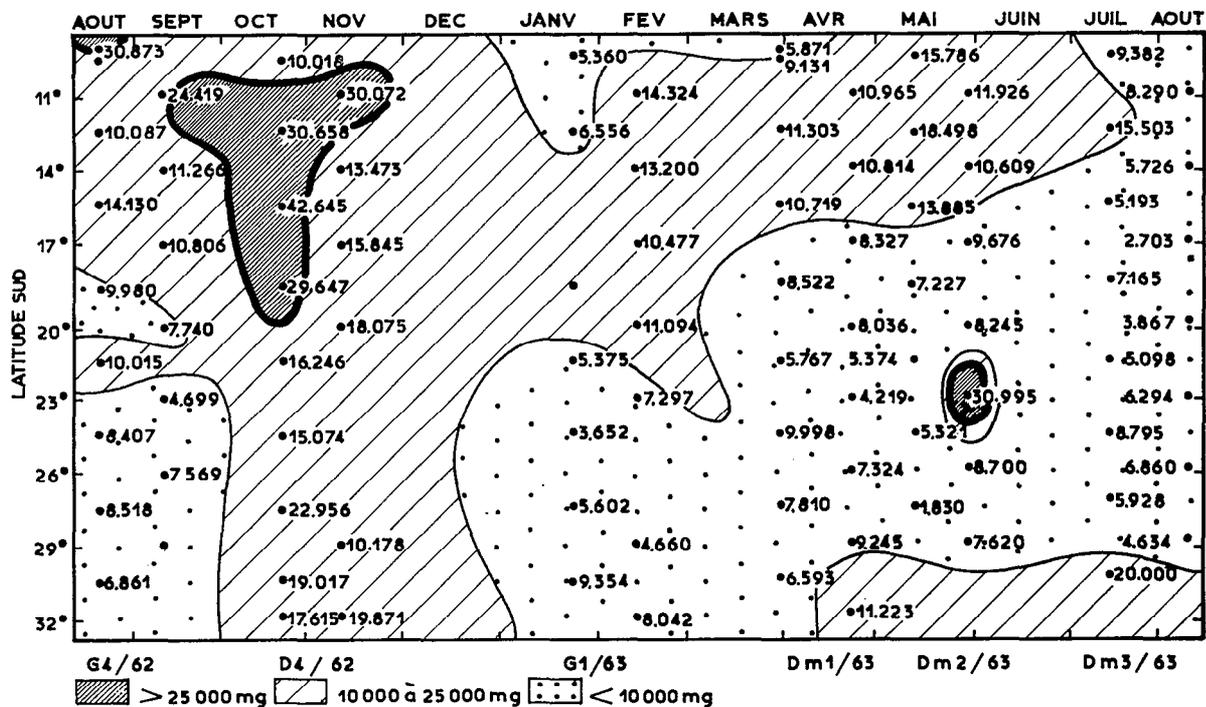
- AHLSTROM (E. H.) and THRAILKILL (J. R.). — 1963, Plankton volume loss with time of preservation. *Rep. Calif. Ocean. Fish. Invest.* IX, p. 57-73.
- ANDREWARTHA (H. G.). — 1961, Introduction to the study of animal populations. Methuen and Co. Ltd. London 1961. xvii+281 pp. 38 fig.
- ANRAKU (M.). — 1961, 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. Buzzati - 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 *Meganyctiphanes 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.

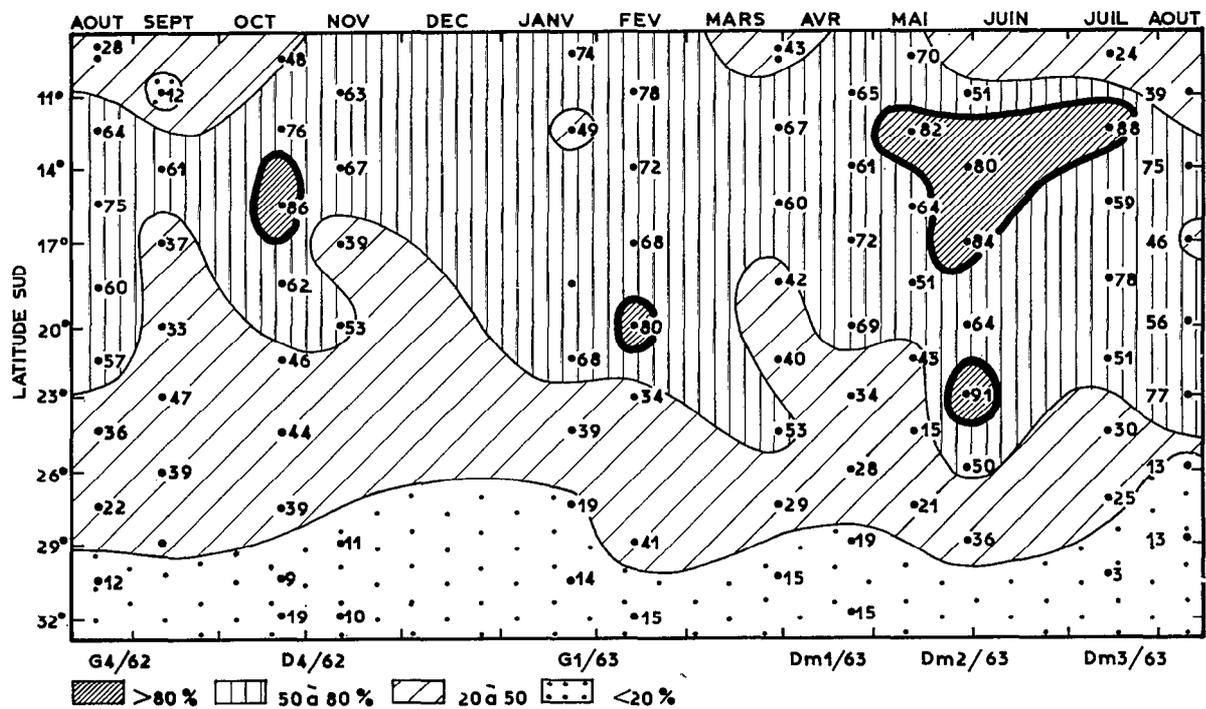
- FRASER (F. C.) — 1936, On the development and distribution of the young stages of krill (*Euphausia superba*). *Discovery Reports*, XIV, p. 1-192, 76 fig.
- FURNESTIN (M. L.). — 1957, Chaetognathes et zooplancton du secteur atlantique marocain. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.* 21 (1-2), 356 pp., 104 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 zooplancton 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 zooplancton of the Caribbean 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.

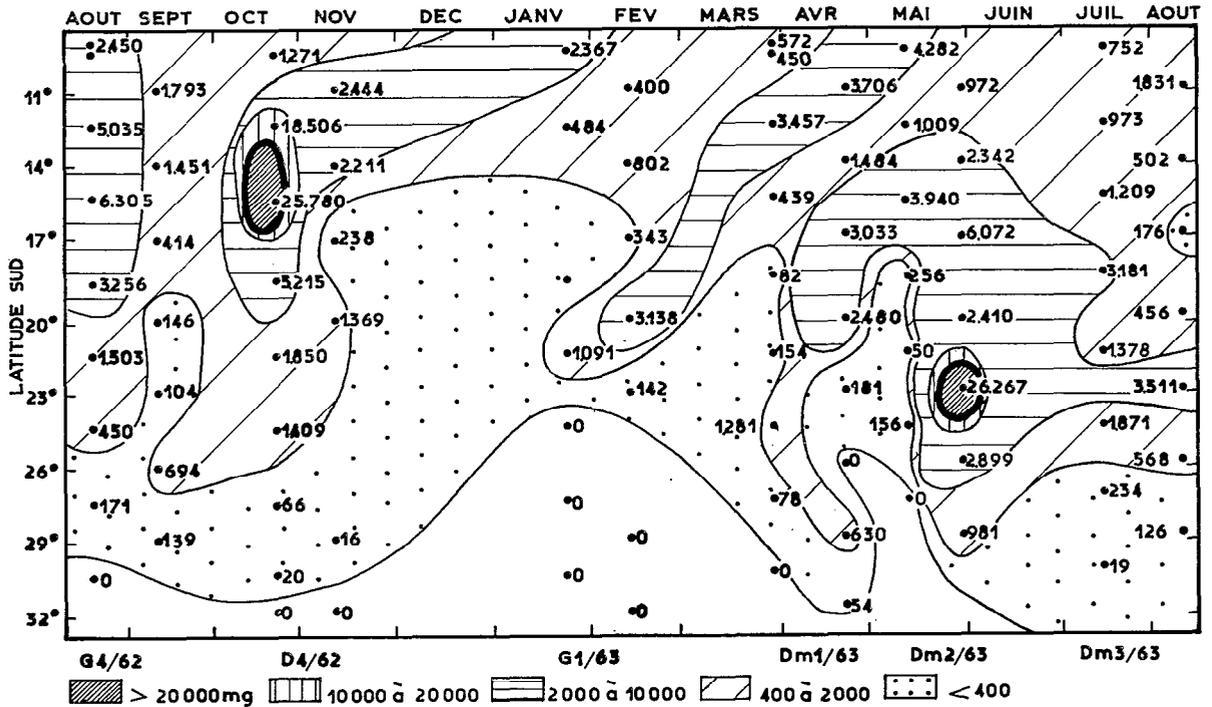
- TATTERSALL (W. M.). — 1939, The Euphausiacea and Mysidacea of the John Murray expedition to the Indian Ocean. *Scientific Reports of the John Murray Expedition 1933-34*. V (8), p. 203-246.
- THIRIOT (A.). — 1965, Zooplancton du Golfe du Lion. Essai de justification de l'étude de zooplancton dans la 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.



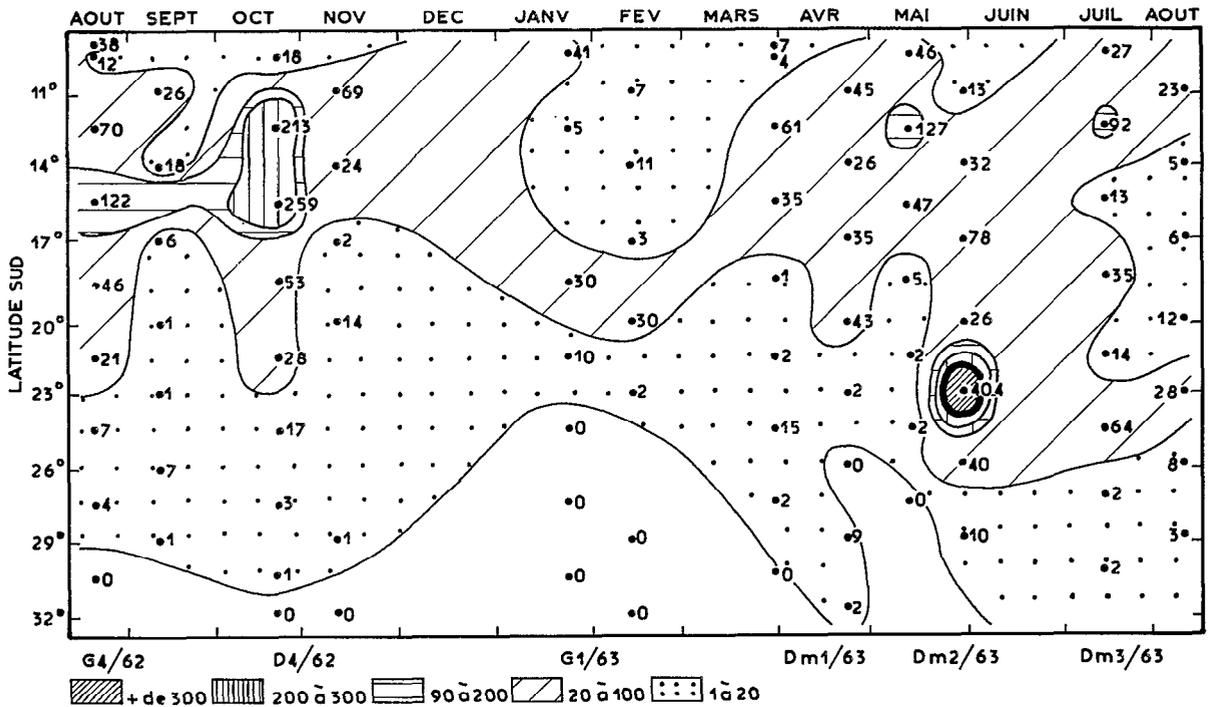
Carte H.-T. I. — Distribution annuelle des Euphausiacés (biomasses).



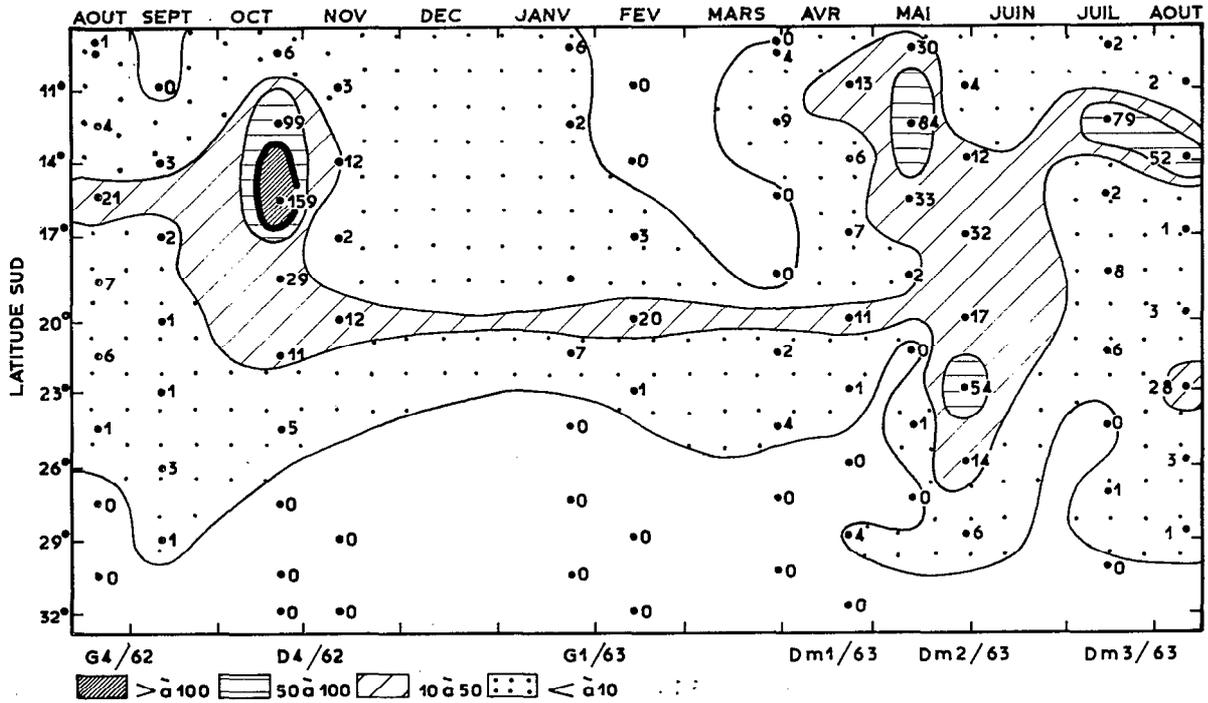
Carte H.-T. II. — % en biomasse du genre *Thysanopoda*.



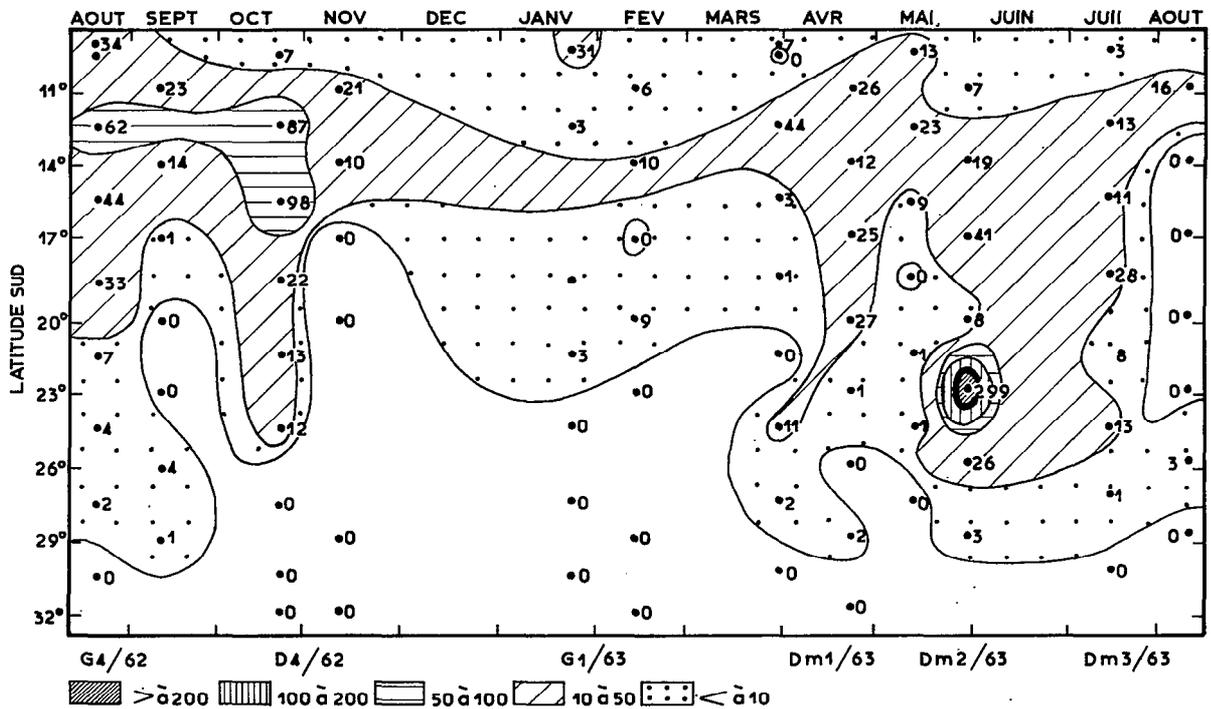
Carte H.-T. III. — Distribution annuelle de *Thysanopoda tricuspidata* (biomasses).



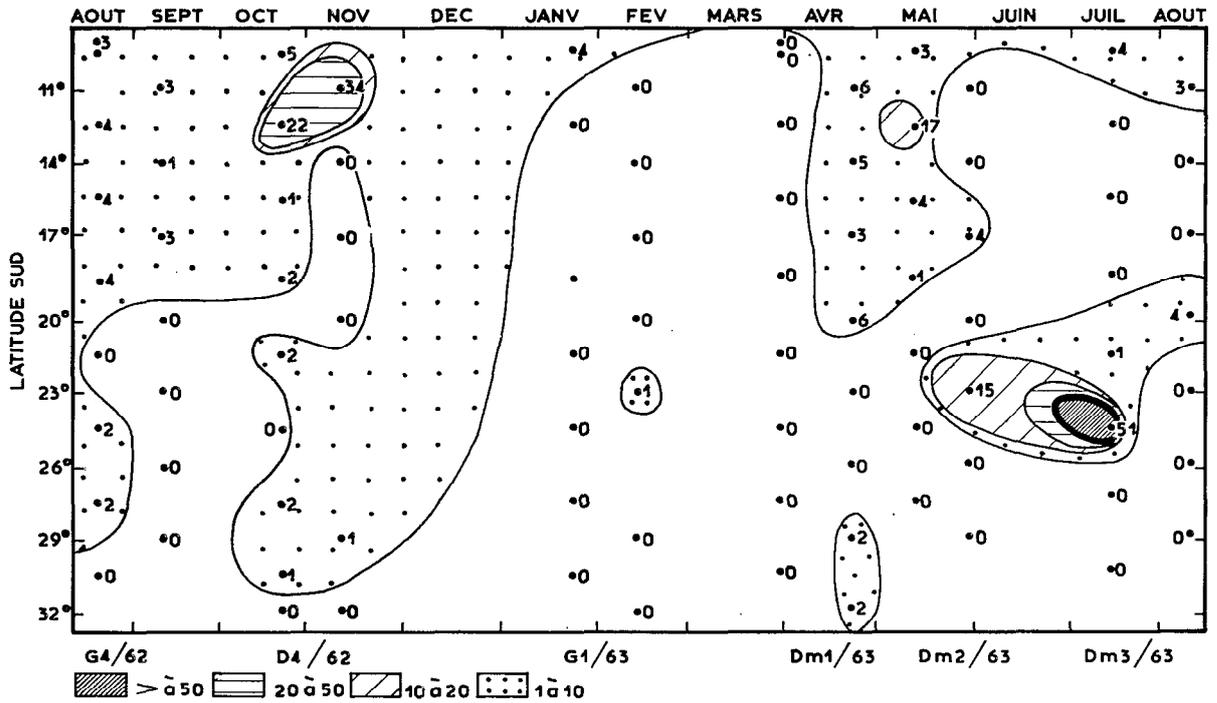
Carte H.-T. IV. — Distribution annuelle de *Thysanopoda tricuspidata* (nombres).



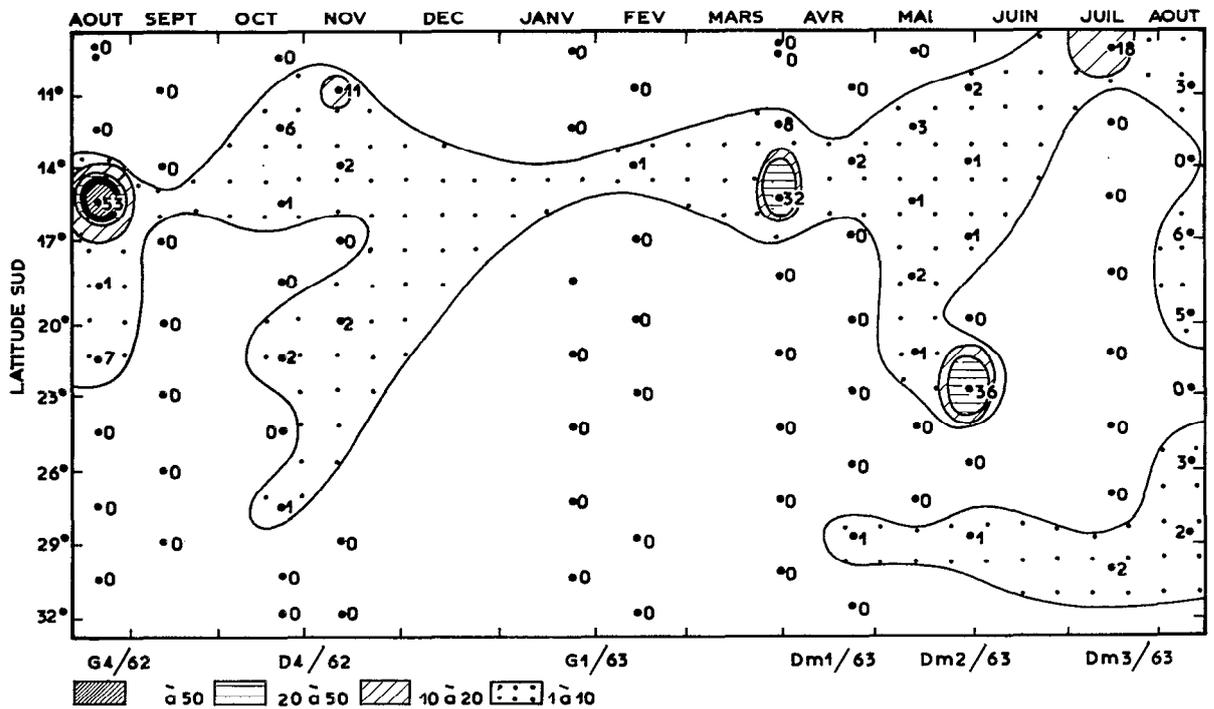
Carte H.-T. V. — Distribution annuelle de *Thysanopoda tricuspidata*, groupe 1 (nombres).



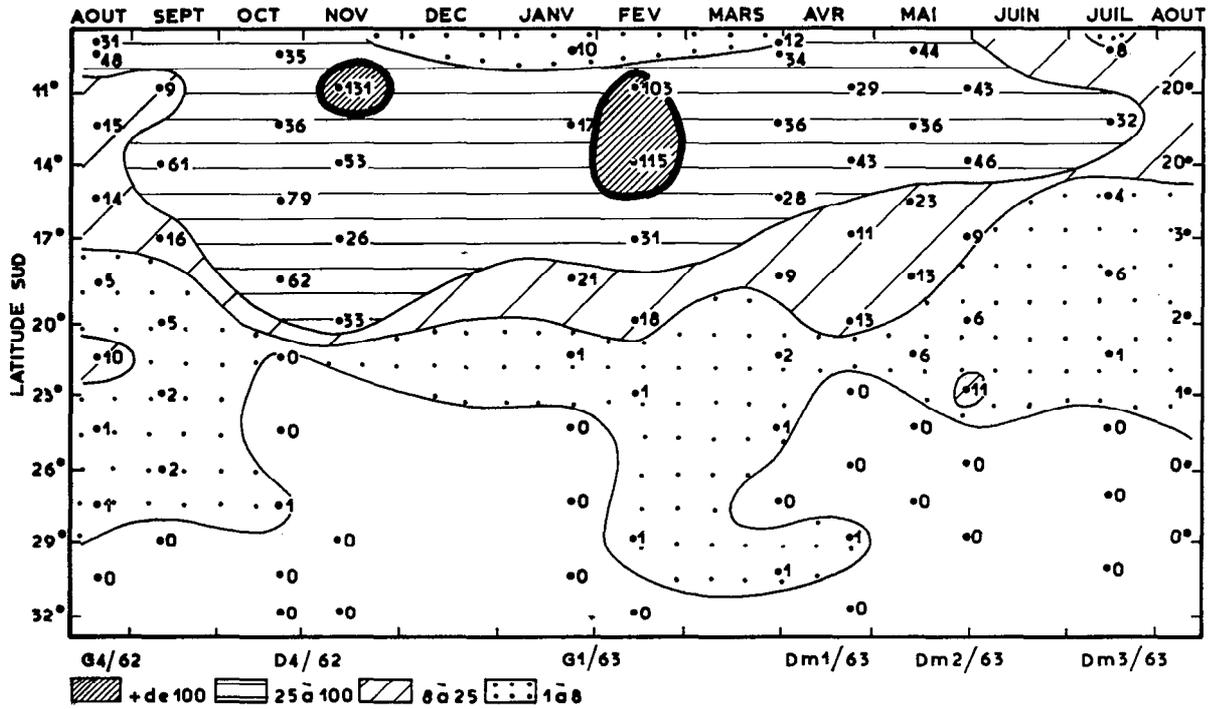
Carte H.-T. VI. — Distribution annuelle de *Thysanopoda tricuspidata*, groupe 2 (nombres).



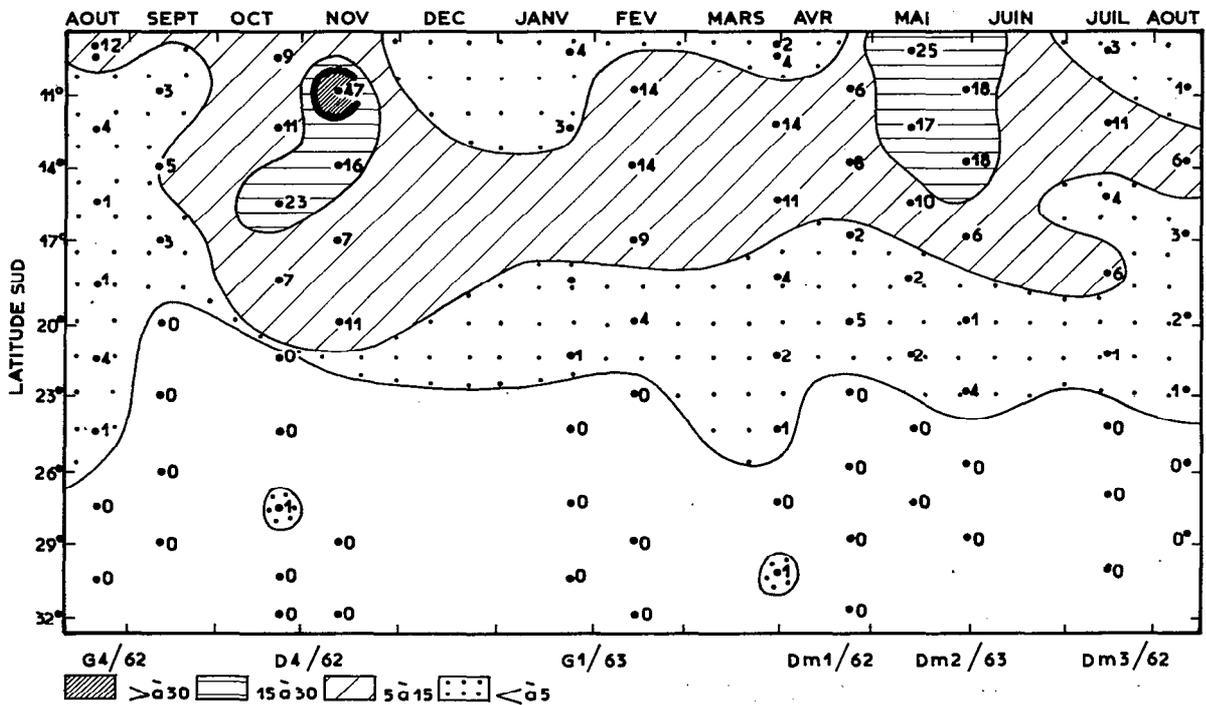
Carte H.-T. VII. — Distribution annuelle de *Thysanopoda tricuspidata*, groupe 3 (nombres).



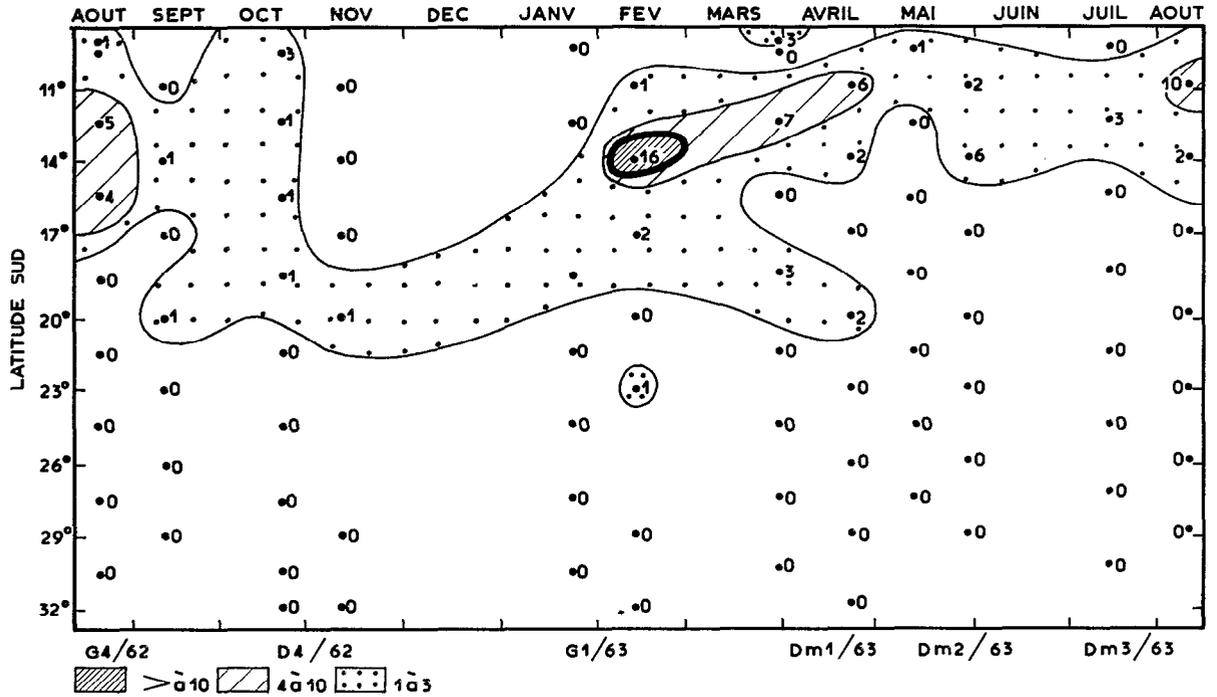
Carte H.-T. VIII. — Distribution annuelle de *Thysanopoda tricuspidata*, groupe 4 (nombres).



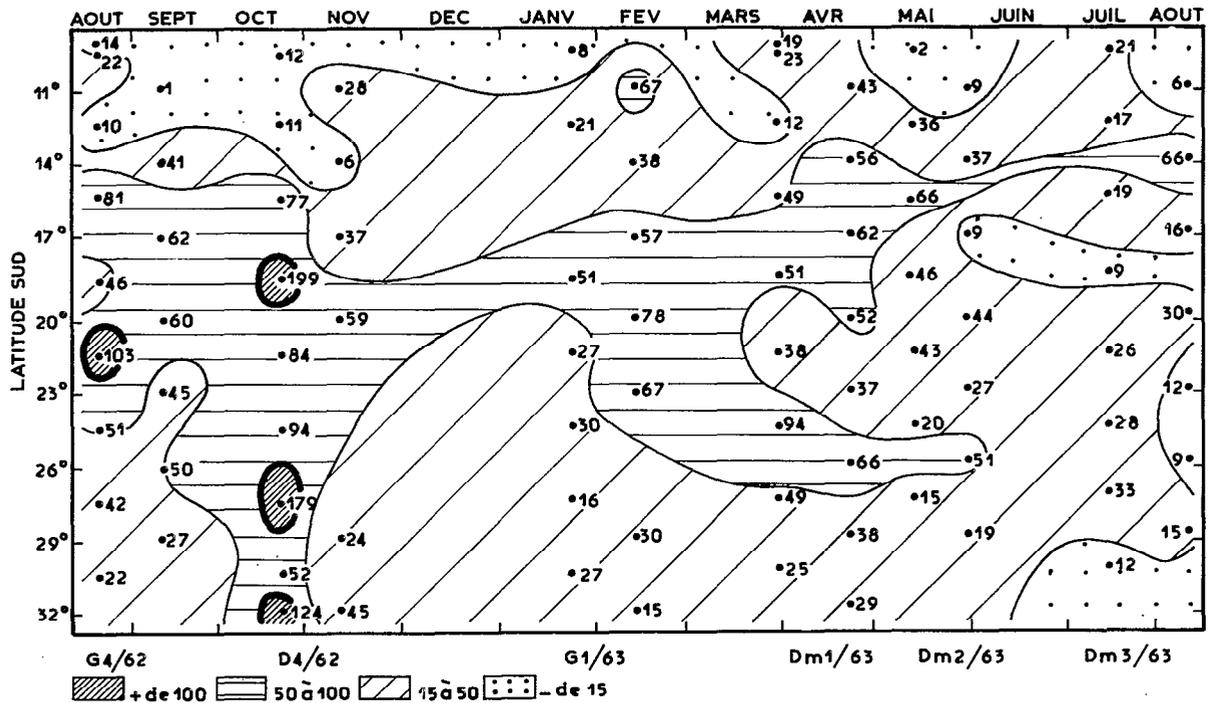
Carte H.-T. IX. — Distribution annuelle de *Thysanopoda monacantha* (nombres).



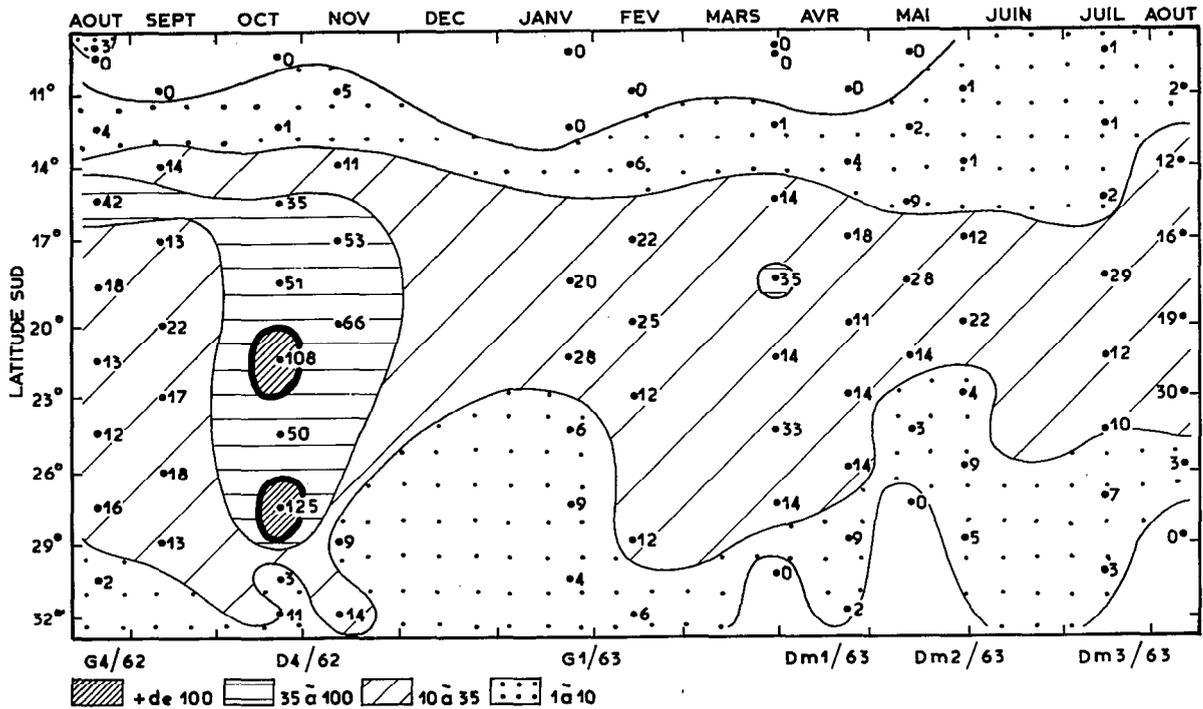
Carte H.-T. X. — Distribution annuelle de *Thysanopoda monacantha*, groupe I (nombres).



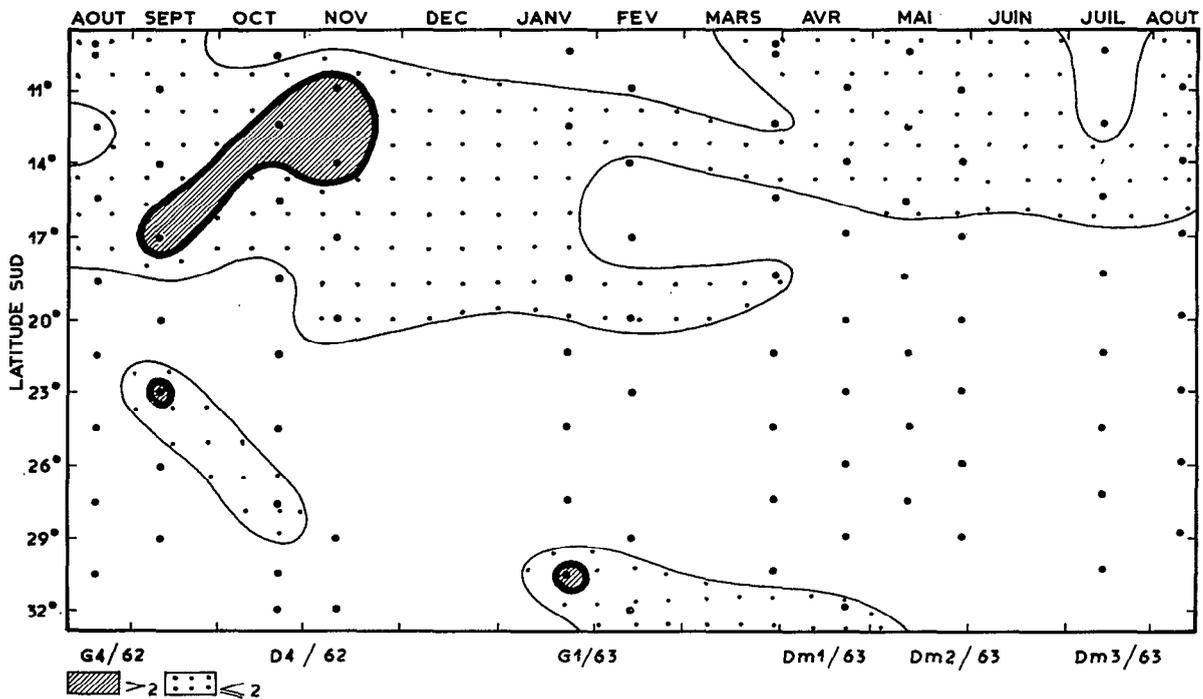
Carte H.-T. XI. — Distribution annuelle de *Thysanopoda monacantha*, groupe 4 (nombres).



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 pectinata* (nombres).