

# RELATIONS TROPHIQUES ET DISTRIBUTIONS VERTICALES EN MILIEU PÉLAGIQUE DANS L'OCÉAN PACIFIQUE INTERTROPICAL

M. LEGAND, P. BOURRET, P. FOURMANOIR, R. GRANDPERRIN, J. A. GUÉRÉDRAT,  
A. MICHEL, P. RANCUREL, R. REPELIN ET G. ROGER

*Océanographes biologistes. Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa*

## SOMMAIRE

<i>Résumé</i> .....	304
<i>Abstract</i> .....	304
<i>Introduction</i> .....	306
<b>1<sup>re</sup> Partie : Distribution verticale de la faune pélagique</b> .....	<b>310</b>
1. La faune micronectonique.....	310
1.1. Matériel.....	310
1.2. Méthodes.....	311
1.3. Distributions verticales des poissons bathypélagiques.....	316
1.4. Distributions verticales des autres groupes micronectoniques.....	326
1.5. Conclusions sur la zonation verticale du micronecton.....	332
2. La faune nectonique : les Thons.....	337
<b>2<sup>e</sup> Partie : Relations trophiques au sein de la faune pélagique</b> .....	<b>339</b>
1. Nutrition de la faune micronectonique.....	339
1.1. Matériel et Méthodes.....	339
1.2. Amphipodes.....	339
1.3. Céphalopodes.....	340
1.4. Poissons micronectoniques.....	341
1.4.1. Poissons caractéristiques des filets à plancton et chaluts pélagiques.....	341
1.4.2. Poissons consommés par les thons et <i>Alepisaurus</i> .....	347
1.4.3. Conclusions sur l'activité nutritionnelle des poissons micronectoniques.....	352
2. La faune nectonique : alimentation des thons.....	353
2.1. État de la question.....	355
2.2. Matériel et Méthodes.....	355
2.3. Comparaison des proies des thons et des récoltes des filets.....	356
2.3.1. Analyse au niveau des grands groupes taxinomiques.....	356
2.3.2. Analyse au niveau des familles, genres et espèces.....	359
2.4. Conclusions sur l'alimentation des thons.....	371
<i>Conclusions : Éléments de synthèse sur les réseaux trophiques dans le Pacifique intertropical</i> .....	372
<i>Bibliographie</i> .....	373
Liste des tableaux.....	375
Liste des figures.....	377
ANNEXES.....	381

## RÉSUMÉ

Cette étude est une synthèse des résultats acquis par l'équipe d'Océanographie biologique du Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa (Nouvelle Calédonie), dont le navire de recherche « CORIOLIS » effectue depuis 1964 des campagnes dans l'océan Pacifique équatorial et sud-tropical. Les prélèvements, au nombre de plusieurs milliers, concernent le zooplancton (filets de mailles 0,33 mm et 1 mm), le micronecton (chalut Isaacs-Kidd 10 pieds et chalut pélagique à alevins) et les thons (ligne de traîne, longue ligne japonaise et palangre verticale).

Les différentes faunes, étudiées au niveau des taxa ou des espèces pour les groupes les plus importants, sont définies en fonction, d'une part de leur répartition bathymétrique, d'autre part de leur situation trophique (examen des contenus stomacaux des principales espèces); il apparaît en effet que les distributions verticales constituent l'un des facteurs déterminants de l'établissement des relations trophiques entre deux faunes déterminées.

Dans la première partie, consacrée aux répartitions verticales, on montre que le micronecton récolté au chalut Isaacs-Kidd se répartit en trois faunes: superficielle (toujours présente dans les 450 premiers mètres), profonde (toujours située au delà de 450 m), et migratrice interzonale (partageant de jour l'habitat de la faune profonde et de nuit celui de la faune superficielle). En ce qui concerne les thons de longue ligne, les pêches effectuées ont permis d'établir qu'ils sont présents au moins jusqu'à 400 mètres de profondeur.

La seconde partie étudie la nutrition des organismes caractéristiques des faunes ainsi définies. Les poissons des faunes micronectoniques profonde et interzonale se nourrissent à toute heure, mais surtout de nuit. Au contraire, les poissons micronectoniques trouvés dans les estomacs des thons, et qui échappent aux filets et chaluts en raison de leur agilité, ne consomment que des organismes typiques de la faune superficielle (0-450 m), ce qui conduit à leur attribuer une alimentation diurne (ils ne capturent aucun spécimen de la faune interzonale qui partage de nuit leur biotope) et une répartition verticale ne s'étendant pas au-delà de 450 m (ils ne capturent aucun spécimen de la faune profonde, ni de la faune interzonale de jour). Un raisonnement analogue pour les thons eux-mêmes, d'après l'analyse de leurs contenus stomacaux, conduit à des conclusions similaires: les thons subsuperficiels du Pacifique tropical, ne consommant aucun organisme caractéristique des faunes interzonale ou profonde, peuvent être crédités d'une alimentation diurne et d'une répartition verticale n'excédant pas 450 m.

La structure biologique du milieu pélagique dans ces régions semble donc pouvoir se schématiser de la façon suivante. Il existerait deux grands systèmes:

- le système superficiel, dont on peut fixer la limite à 450 m, comprenant la presque totalité du zooplancton et les faunes superficielles du micronecton et du necton, auxquelles s'ajoute de nuit la fraction migrante de la faune interzonale. Les thons font partie de ce système, auquel, en raison de leur alimentation exclusivement diurne, se limitent leurs ressources alimentaires,
- le système profond, au-dessous de 450 m, comprenant une très faible partie du zooplancton, la faune profonde du micronecton et, de jour, la totalité de la faune interzonale.

Ces deux systèmes ne sont pas équivalents. Le système superficiel, qui inclut le phytoplancton, possède sa propre source d'énergie et semble ne puiser que peu de ressources alimentaires dans les faunes profonde ou interzonale; le système profond au contraire, tire l'essentiel de son énergie du système superficiel par l'intermédiaire de la faune migratrice interzonale. De nuit, thons et necton ne participent plus aux échanges trophiques.

## ABSTRACT

This article tentatively synthesizes recent studies of the trophic relationships within the equatorial and tropical pelagic community by the team of the « Centre O.R.S.T.O.M. », Nouméa (Nouvelle-Calédonie).

All data were collected during cruises of the R. V. « CORIOLIS » in the Equatorial and South Tropical regions of the Central and Western Pacific Ocean. More than 1500 samples have been collected using a 10-foot Isaacs-Kidd midwater trawl and a one-meter plankton net attached (0.33 mm mesh width), from average depths of 1100 m, 850 m, 550 m, 270 m, 130 m and 70 m, during periods of daylight and darkness. Additional sampling was done using a closing-opening ORI-33 (Mouth diameter: 1.6 m) and a pelagic trawl for larval fishes (50 m<sup>2</sup> surface opening). Tunas and Alepisaurus were caught using troll-lines, horizontal long-lines fitted and set in the Japanese way, and vertical long-lines.

## I. — VERTICAL ZONATION OF THE PELAGIC FAUNA

Part one describes diel changes in the vertical distributions of the plankton, micronekton and nekton principal components; species by species when it was possible (Fishes, Amphipods, Euphausiids), and according to various taxonomic groupings for other organisms. Some details are given on the sampling procedures out at sea and on the processing of the samples in the laboratory: different methods for analysing data from oblique hauls are briefly discussed.

On the whole, the micronektonic fishes were caught only below 450 m in the daytime and up to the surface layers during the night. According to their diel changes in vertical distribution those tropical and equatorial micronektonic fishes may be classified into two ecological groups, i.e.:

- (1) **deep non-migrants:** three species of the genus *Cyclothone*, *C. alba*, *C. acclinidens* and *C. pallida*, which together account for 62 % of the total number of micronektonic fishes, and the hatchet-fish *Sternoptyx diaphana*, apparently undertake only low range vertical migrations, their maximum density being located day-and-night between 500 m and 800 m.
- (2) **midwater migrants:** the habitat of which is confounded with that of the non-migrants species during daytime, and which move at night to the upper layers and even to the surface. There is no difference between the day and night catches in the column of water 1200 m-deep for most of the *Myclophids* studied: *Lepidophanes photothorax*, *L. longipes*, *Lampanyctus hubbsi*, *Ceratoscopus warmingi*, *Diaphus termophilus*, *D. fulgens*, *D. fragilis*, *D. regani*, *D. lutkeni*, *Diogenichthys laternatus*, *D. atlanticus*, *Hygophum reinhardti* and *H. proximum*. Differences observed for *Vinciguerria nimbaria*, *Lampanyctus niger* and *Symbolophorus evermanni* may be due to daytime avoidance and juveniles escapement through the meshes, combined with possible diel changes in the spatial distribution and patchiness. The range of the vertical migration varies from 200 m (e.g. *Diaphus regani* and *D. fulgens*) to 700 m (e.g. *Ceratoscopus warmingi* and *Symbolophorus evermanni*), and in most cases only one part of the population of a migrant fish do ascend at night, the other part staying at its daytime level. Distribution patterns may change with location and time of the sampling, with physiological events and generally speaking with growth of the fishes (e.g. *Lampanyctus niger*).

Variations of the vertical distribution with the size of the animals were also noticed for larvae and post larvae of the family *Cranchiidae* (Cephalopoda): young larvae being constant surface dwellers while deeper sub-adults migrate at night from 900 m up to 300 m. Some *Onychoteuthidae* may have reverse migration.

During the night, 75 % of the total biomass of the thirty or so *Euphausiids* identified is concentrated in the 0-150 m layer. In the daytime the small size species have a tendency to stay in that layer, while larger species are more abundant between 450 m and 700 m. The principal species have been classified into four ecological groups according to their vertical distribution:

- (1) **small-size epipelagic species** which occupy the upper 200 m layer: *Stylocheiron carinatum*, *Euphausia tenera*, *S. affine*;
- (2) **midwater non-migrant species** which inhabit the 50-500 m layer: *S. abbreviatum*, *S. longicorne*, *Nematoscelis tenella*, *S. maximum*;
- (3) **deep non-migrant species**: *S. elongatum* (300-600 m), *Nematobrachion boopis* and *Thysanopoda cristata* (300-800 m), *Bentheuphausia amblyops* (600-1000 m);
- (4) **migrating species** which move at night from their daytime level (400 m to 800 m) up to within the mixed layer: *E. diomedae*, *T. tricuspidata*, *T. aequalis*, *E. paragibba*, or in a broader layer including the D.S.L.: *N. microps*, *N. gracilis*, *T. pectinata*, *T. monacantha*, *T. orientalis* and *N. flexipes*.

Amphipods of the outstanding family *Phronimidae* are constant surface dwellers, being absent below 450 m and most abundant day and night in the 0-110 m layer. The range of their diel vertical migrations may not exceed a dozen meters (e.g. *Phronima atlantica*) while the range of others (e.g. *P. sedentaria* and *Phronima semilunata*) may be larger.

Day and night vertical distributions are also given for some other typical groups of the micronekton: midwater larger Copepods, Carids, Sergestids, Peneids, Mysids, Heteropods, Pteropods and meroplanktonic organisms.

Thus the micronektonic organisms are far from being uniformly distributed in the surveyed waters, and most of them are concentrated in usually well limited layers. The depths of the concentration levels vary on a diel basis and following their respective positions, the components of the micronekton collected with a 10 ft. Isaacs-Kidd midwater trawl were arranged into three faunas:

- superficial fauna: surface to 450 m, day-and-night,
- deep fauna: below 450 m, day-and-night,
- interzonal fauna: below 450 m by day, and between the surface and about 950 m by night.

*Thunnus alalunga*, *T. obesus* and *T. albacares* were caught virtually from the surface down to 400 m and even deeper, the hooking rates being fairly uniform all through that layer. The lancet-fish *Alepisaurus ferox* possibly has a maximum around 150 m.

## II. — TROPHIC INTER RELATIONSHIPS OF THE PELAGIC FAUNA

Part two gives a provisional account of the feeding habits of some micronektonic fishes, of the organisms eaten by tunas and of tunas themselves.

About 2000 fish stomach contents have been analyzed, and the micronektonic fishes collected with a 10 ft. Isaacs-Kidd trawl are shown to feed on a wide variety of preys, with a marked predominance of Copepods and small Euphausiids for the smaller species and the smaller sizes, and of large Euphausiids, Fishes and Fish larvae while their size increases. Myctophids display rather different nutritional rythmes, for instance *Lepidophanes*, *N. valdiviae* and *D. lutkeni* feed all day long with the same intensity, while *T. microchir* and *L. hubbsi* feed at night, the former at the beginning and the latter at the end of the night. The Gonostomatid *V. nimbaria* also feeds in the early night and its digestion is almost completed before dawn. As it is the case for some species (e.g. *S. diaphana* and *D. multistriatus*) the weight of the stomach content may increase with the body weight, following a logarithmic law.

Fishes preyed on by tunas, and from whom only larvae and post-larvae are collected with nets, may be classified into three categories according to their diets:

- Centropyge and Anthias prey on copepods,
- Taractes, Collybus, Pteraclis and young *Alepisaurus* feed on larger Crustaceans and on Fishes,
- Pseudoscopelus, Lestidiops and Scombrobrax are strictly ichthyophagous.

The ichthyofauna eaten by the latter two categories is almost entirely composed of superficial organisms, such as the larvae of deep-water and interzonal fishes, as well as the young stages of surface fishes. The genus *Stylocheiron* supersedes the other Euphausiids in the stomach contents thus giving some ground to suggest that those fishes feed mainly by day, from the surface down to 400 m.

It is deduced from these observations that both fishes from the Isaacs-Kidd midwater trawl and fishes from the tunas stomach contents commonly feed in the upper layers: the former being night-feeders and the latter day-feeders.

The fauna found in the stomachs of the deep-swimming tunas which inhabit the tropical regions surveyed is far different from the micronekton sampled with a 10 ft. Isaacs-Kidd midwater trawl, as already noticed by various authors. Cephalopods are much more numerous in the stomachs than in the nets, and on the contrary Crustaceans, which compose between 30 % and 40 % of the total biomass collected with the trawl, are almost absent from the stomach contents. Coastal fishes, most of them in postlarval or juvenile stages, are important food items for the tunas caught by long-lines: 30 % of the total number of ingested fishes for *T. alalunga*, 60 % for *T. albacares*. Off-shore pelagic fishes belonging to the families Bramidae, Ostracionidae, Alepisauridae, Paralepididae, Gempylidae, Chiasmodontidae, Molidae, Anoplogastridae, Exocoetidae, Scombrobracidae, Thunnidae and Caristiidae are collected in very small numbers by the nets while they form more than 60 % of the pelagic fishes eaten by the deep-swimming tunas. Only 18 species of off-shore fishes have been found, at adult or sub-adult stages, both in the nets and in the stomach contents: the principal common species being *Sternoptyx diaphana*, *Argyropelecus olfersi*, *Hoplolatilus* sp., *Diplospinus multistriatus* and different species from the genera *Psenes* and *Cubiceps*. With the exception of *Vinciguerria nimbaria*, interzonal fishes, mostly Gonostomatidae and Myctophidae, are seldom encountered in tunas stomach contents. It was observed that *Alepisaurus ferox* feeds on that migrant ichthyofauna much more than tunas do. Moreover tunas consume a large variety of other organisms: large females of Phronimidae, Stomatopods and Scyllarids larvae, Leptocephals, Annelids, Heteropods, Pteropods... the importance of which varies a lot according to seasons and regions, but they feed only negligibly on Euphausiids and large Crustacean species. Ingested Cephalopods and Fishes were measured and proved to be of a larger size and in later stages than those caught by the nets.

Along with the failure of night long-lining to catch tunas, these feeding habits clearly indicate that the deep-swimming tunas of the Central and Western Pacific feed during day-time, from the surface down to 450 m and perhaps deeper.

## CONCLUSIONS

*The pelagic faunas from these regions have been diagrammatically divided into two ecosystems, following the vertical distributions and the trophic relationships hereby described :*

- (1) *The superficial system, the lower limit of which is estimated to be 450 m, includes almost the whole of zooplankton, the superficial micronektonic and nektonic fauna, and at night the migrating part of the interzonal fauna. Tunas feed exclusively within that system and their predation is limited to the large day-available species.*
- (2) *The deep system, beneath 450 m, includes a very poor amount of zooplankton, a part of the deep micronektonic fauna, and by day the whole interzonal fauna.*

*The superficial system includes the phytoplankton as a whole and then possesses its own source of energy, the deep system, on the contrary, does not have any primary production that could be compared to that of phytoplankton and derives most of its energy from the superficial system through the medium of the interzonal fauna.*

*(Legends are given in the text both in French and English for each plate).*

## INTRODUCTION

Dans le Pacifique équatorial et tropical sud-ouest et sud-central, l'exploitation industrielle des ressources pélagiques porte essentiellement sur quelques grandes espèces, thons, espadons et marlins, dont le mode de capture est la longue ligne. Alors qu'une connaissance approfondie de leur biologie serait nécessaire, aussi bien pour donner une orientation nouvelle aux pêcheries que pour assurer le contrôle éventuel de leur action sur les stocks, on constate qu'elle est encore très insuffisante actuellement. On sait, en effet, assez peu de choses, pour cette région du globe, sur les migrations, les aires et les périodes de reproduction, le devenir des larves et des jeunes, le recrutement du stock exploité, la croissance et enfin la distribution verticale des espèces et leur cycle alimentaire. Depuis 1958, le programme de recherches du Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa en Nouvelle-Calédonie a particulièrement porté sur les deux derniers aspects, s'attachant d'un point de vue plus général, à l'étude du réseau alimentaire aboutissant aux Thunnidés, en attribuant plus d'importance en un premier temps au paramètre répartition verticale qu'au paramètre répartition géographique.

L'utilisation de la matière végétale par les herbivores a fait l'objet de nombreux travaux, limités cependant en général à des zones eutrophiques à forte production épisodique ; par contre, plus rares sont ceux portant sur les niveaux intermédiaires. La raison en est un manque de données, dû aux difficultés d'échantillonnage qui sont elles-mêmes liées à la complexité des phénomènes de migrations

verticales, d'évitement et d'échappement et, en milieu tropical oligotrophe, à l'absence d'alternances saisonnières bien marquées. Dans ces conditions, l'établissement des liaisons prédateurs-proies implique la mise en place d'un programme de prélèvements intensifs, précis dans le temps et dans l'espace, qui permette, à l'aide d'engins adaptés, d'échantillonner statistiquement la population d'une couche d'eau donnée, afin d'évaluer, à un moment déterminé, la densité et le régime alimentaire de chacun de ses constituants.

C'est ce que nous avons tenté de faire, en utilisant, suivant nos possibilités et à différentes époques du programme, des engins de sélections différentes, chacun d'eux étant destiné à la capture d'une certaine catégorie d'organismes : filet à plancton (FCO) de 1 m de diamètre pour le zooplancton, filet à larves ouvrant-fermant OMORI pour le macrozooplancton, chalut pélagique Isaacs-Kidd de 10 pieds (IKMT 10) pour le micronekton, chalut pélagique à alevins pour le petit nekton, et enfin longue ligne et ligne de traîne pour les plus grosses espèces. L'analyse des récoltes et des prises a permis de préciser les distributions verticales, tandis que l'examen des contenus stomacaux a révélé la structure de certaines relations trophiques. Étant donné l'ampleur du travail d'analyse nécessaire, l'étude que nous présentons ici n'est qu'une mise au point provisoire de travaux encore incomplets devant contribuer à une meilleure connaissance des plus hauts niveaux du réseau alimentaire dans ces régions. D'importantes solutions de continuité restent à combler ; cependant, quelques points jusqu'alors demeurés obscurs sont d'ores et déjà éclaircis et nombre de questions, non encore formulées, ont pu être posées. C'est le rôle essentiel de ce travail préliminaire que de préciser un cadre

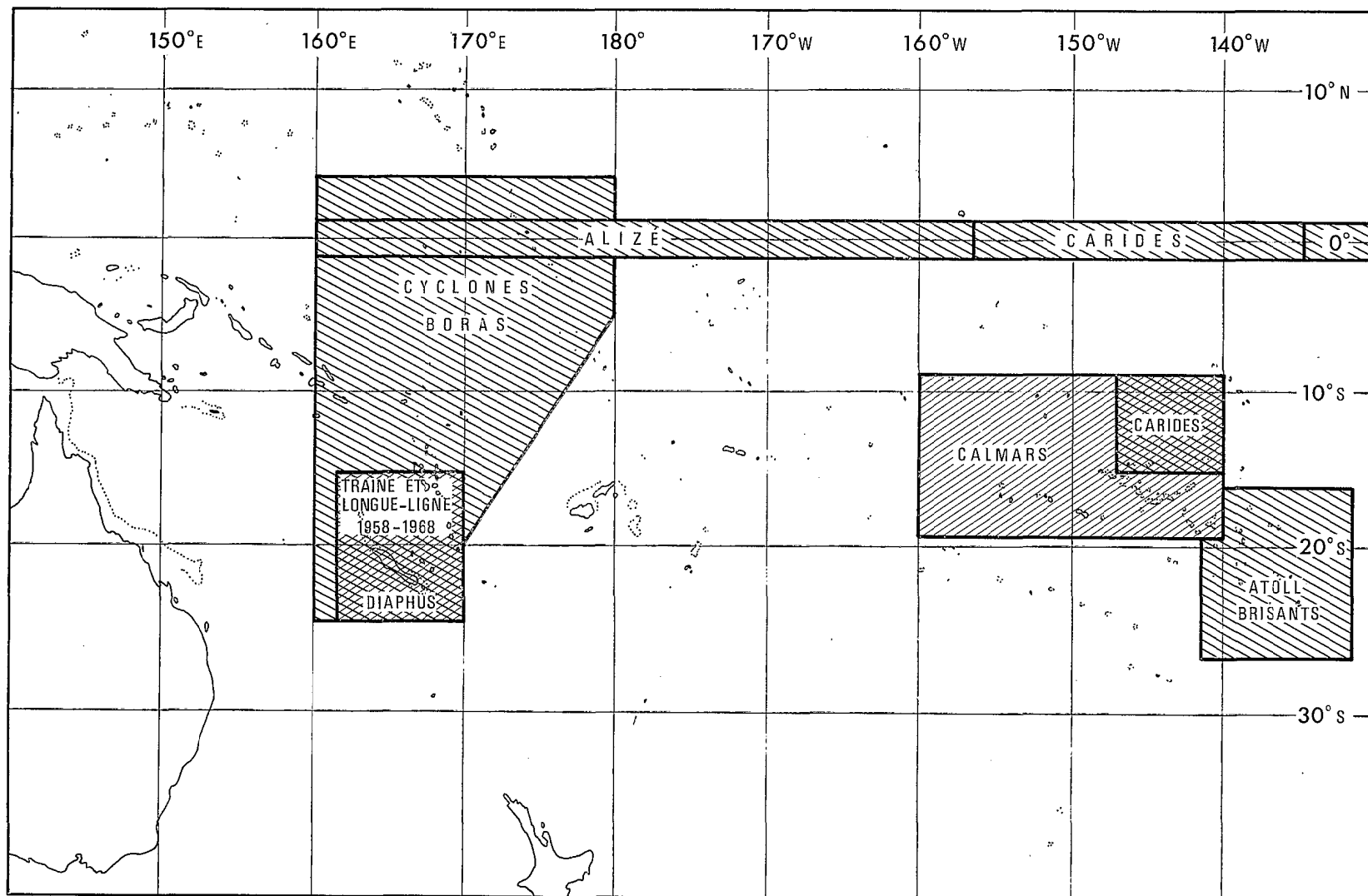


Fig. 1. — Zones étudiées au cours des croisières ATOLL, ALIZÉ et BRISANTS (1965), BORAS (1965-1966), CYCLONES (1966-1967), CARIDES et CALMARS (1968-1970) et DIAPHUS (1970-1971).

Fig. 1. — Areas studied during the cruises : ATOLL, ALIZE and BRISANTS (1965), BORAS (1965-1966), CYCLONES (1966-1967), CARIDES and CALMARS (1968-1970) and DIAPHUS (1970-1971).

TABLEAU 1

Nombres de traits obliques de chalut Isaacs-Kidd 10 pieds effectués dans la région *équatoriale* au cours des croisières CARIDE, par zone de profondeur.

Croisière	N° Ség.	Début séquence		Fin séquence		Phase Lune	Couches échantillonnées													
		Date	Longi- tude	Date	Longi- tude		0 à 109 m		110 à 224 m		225 à 449 m		450 à 699 m		700 à 949 m		950 à 1400 m		TOTAL	
							J	N	J	N	J	N	J	N	J	N	J	N	J	N
CARIDE 1	1	21.9.69	135° W	27.9.69	142° W	NL					5	5	4	5	2	2	5	5	16	17
	2	27.9.69	142° W	3.10.69	149° W	PQ					7	6	3	5	2	2	5	1	17	14
	3	3.10.69	149° W	9.10.69	156° W	PL					6	6	5	4	1	4	6	4	18	18
	Total croisière.....										18	17	12	14	5	8	16	10	51	49
CARIDE 2	1	26.11.69	135° W	1.12.69	140° W	PQ	3	6			2	3	3	2	2	2	4	5	14	18
	2	2.12.69	142° W	7.12.69	147° W	PL	4	5			2	3	3	2	2	3	3	3	14	16
	3	8.12.69	149° W	13.12.69	154° W	DQ	4	6			3	3	3	2	1	1	3	6	14	18
	Total croisière.....						11	17			7	9	9	6	5	6	10	14	42	52
CARIDE 3	1	15.2.70	135° W	20.2.70	141° W	NL	3	6	3	3	6	6	3	3	2	3	4	3	21	24
	2	20.2.70	141° W	24.2.70	147° W	PQ	4	5	4	3	4	7	5	5	3	3	3	3	23	26
	3	25.2.70	148° W	28.2.70	152° W	PQ	3	8	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	18	23
	4	1.3.70	153° W	3.3.70	154° W	PL	3	5	3	4	3	3	3	2	2	1	4	5	18	20
	Total croisière.....						13	24	13	13	16	19	14	13	10	10	14	14	80	93
CARIDE 4	1	25.6.70	135° W	28.6.70	139° W	PL	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	18	18
	2	29.6.70	142° W	2.7.70	146° W	PL	3	5	4	1	2	3	3	3	2	2	4	4	18	18
	3	2.7.70	146° W	5.7.70	150° W	DQ	4	3	2	3	3	2	3	2	2	3	4	4	18	17
	4	5.7.70	151° W	8.7.70	154° W	DQ	4	4	3	2	3	2	2	2		2	6	4	18	16
	Total croisière.....						14	15	12	9	11	10	11	10	7	10	17	15	72	69
CARIDE 5	—	22.9.70	140° W	29.9.70	140° W	PL	10	14	11	13	14	12	9	10	10	10	10	9	64	68
Total croisières CARIDE équatoriales.....						48	70	36	35	66	67	55	53	37	44	67	62	309	331	
Nombre de traits utilisés.....						36	40	35	33	35	33	32	30	28	31	39	34	205	201	

\* NL : Nouvelle lune, PQ : Premier quartier, PL : Pleine lune, DQ : Dernier quartier.

utile tant à la poursuite de notre propre programme qu'à celui d'autres laboratoires concernés par les mêmes préoccupations.

Pour faciliter l'approche de cette étude, on a été conduit à la diviser en 2 grandes parties :

— la première définit : d'une part les répartitions verticales des principaux groupes taxinomiques du macroplancton et du micronecton, ce qui permet de caractériser un certain nombre de faunes en fonction de leur zonation verticale et de leur comportement migratoire ; d'autre part, la distribution verticale des grands prédateurs que sont les thons et les *Alepisaurus*.

— la deuxième partie est consacrée à l'étude de la situation trophique des faunes ainsi définies, et conduit à proposer un schéma des réseaux trophiques auxquels elles participent.

## 1<sup>re</sup> PARTIE : DISTRIBUTION VERTICALE DE LA FAUNE PÉLAGIQUE

### 1. La faune micronectonique.

#### 1.1. MATÉRIEL.

L'essentiel des données concernant les distributions verticales utilisées dans ce chapitre provient des

échantillons des croisières « CARIDE » (fig. 1 et tabl. 1 et 2). A ces données, ont été incorporés les résultats, encore incomplètement exploités, des croisières « BORA » et « CYCLONE », effectuées le long du méridien 170° E et dans la zone équatoriale pour leur essentiel (fig. 1).

Les croisières « CARIDE » 1 à 4 comprennent des stations dans la zone tropicale, entre les Tuamotu et les Marquises, et des stations sur l'équateur, entre 135° W et 155° W. Dans la zone équatoriale, les traits IKMT 10 ont été conçus de manière à former des ensembles d'exploration de la totalité de la colonne 0-1200 m effectués dans le plus bref laps de temps possible. Nous avons appelé « séquences » ces ensembles qui regroupent en moyenne 3 traits par zone de profondeur et par phase du cycle d'éclaircissement nyctéméral, soit au total 36 traits environ, dans une période n'excédant pas 6 jours. Le trajet parcouru au cours d'une séquence était de 420 milles lors de « CARIDE » 1, il a été réduit à 240 milles pour les autres croisières. La croisière « CARIDE » 5, de son côté, se compose de séries de traits effectués à deux stations fixes, l'une tropicale, l'autre équatoriale, d'une durée d'une semaine chacune. Nous considérerons, pour certaines parties de cette étude, chaque séquence comme une station fixe, sans tenir compte des variations des populations micronectoniques au cours de la séquence. Pour obtenir un schéma général des migrations verticales du micronecton dans la zone équatoriale, toutes les séquences de « CARIDE » 3, 4 et 5 ont été regroupées et dans

TABLEAU 2

Nombres de traits obliques de chalut Isaacs-Kidd 10 pieds effectués dans la région tropicale au cours des croisières CARIDE, par zone de profondeur.

Croisière	Début séquence			Fin séquence			Phase Lune	Couches échantillonnées						TOTAL							
	Date	Long.	Lat.	Date	Long.	Lat.		0 à 109 m		110-224 m		225-449 m				450-699 m		700-949 m		950-1500 m	
								J	N	J	N	J	N	J	N	J	N	J	N	J	N
CARIDE 1	12.9.69	147° W	15° S	15.9.69	144° W	12° S	DQ					3	3	2	2	1	1	3*	3*	9	9
CARIDE 2	16.11.69	144° W	13° S	20.11.69	141° W	11° S	NL					2	3	3	1	1	2	3	3	9	9
CARIDE 3	4.2.70	146° W	15° S	8.2.70	143° W	11° S	PL					3	3	2	3	1		2	3	8	9
CARIDE 5	11.9.70	142° W	10° S	17.9.70	142° W	10° S	NL	9	11	11	13	13	12	11	12	8	10	9	8	61	66
Total croisière CARIDE tropicales.....								9	11	11	13	21	21	18	18	11	13	17	17	87	93

\* traits d'immersion moyenne 1 500 m.



la zone tropicale seuls les traits de la station fixe de « CARIDE » 5 ont été retenus.

Enfin, les quelques récoltes effectuées aux environs du lever et du coucher du soleil (17 h à 18 h 30 et 4 h 30 à 6 h, heure locale) n'ont pas été considérées ici, car à ces moments de la journée, la plupart des mouvements migratoires paraissent plus intenses dans la colonne d'eau prospectée.

L'analyse a porté sur les groupes qui constituent la quasi-totalité de la biomasse récoltée par l'IKMT 10 : Poissons bathypélagiques, larves de Poissons, Céphalopodes, Hétéropodes, Ptéropodes thécosomes, Carides, Sergestides, Pénéides, Mysides, Euphausiacés, Amphipodes, Copépodes bathypélagiques, et « organismes gélatineux ». Tous ces groupes constituent ce que nous appellerons, dans la suite, *micronecton*. Les travaux poursuivis depuis quelques années au laboratoire océanographique du Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa ont permis de préciser les distributions verticales des espèces dominantes des Poissons, des Céphalopodes, des Euphausiacés, des Amphipodes et des Copépodes bathypélagiques. Les autres groupes ne seront considérés que dans leur ensemble et leurs schémas de distribution verticale ne seront bien souvent que le reflet des distributions des espèces les plus nombreuses.

Afin d'apprécier l'importance des biomasses des niveaux trophiques inférieurs, les échantillons récoltés par le FCO 1 m maille 2 (vide de maille : 0,33 mm) lors de la croisière CARIDE 5 ont été seulement pesés au niveau des fractions de triage. Ces fractions contiennent en majorité des Copépodes, des Chaetognathes, des Euphausiacés et leurs larves ainsi que celles d'autres Crustacés, des Ostracodes et parfois des Tuniciers en grand nombre.

## 1.2. MÉTHODES.

### 1.2.1. Prélèvements.

L'effort principal de cette étude portant sur les organismes micronectoniques (MARSHALL, 1954), le filet le plus utilisé a été le chalut pélagique Isaacs-Kidd 10 pieds (ISAACS et KIDD, 1953), recommandé par la Working party 4 du S.C.O.R. (FOXTON *et al.*, 1968). Cet engin (fig. 2) est caractérisé par une grande ouverture, de surface 7,8 m<sup>2</sup>, et par un dépresseur de forme telle que la stabilité bathymétrique de l'ensemble soit la moins sensible possible aux variations de vitesse de traction. Conçu à l'origine pour effectuer des récoltes qualitatives par traits horizontaux, sa facilité d'emploi et l'intérêt de ses collectes ont très rapidement conduit à étendre son utilisation à d'autres types de traits et à d'autres études. Le filet est gréé dans sa partie antérieure en maille de 4 mm et son cul est constitué par un filet conique

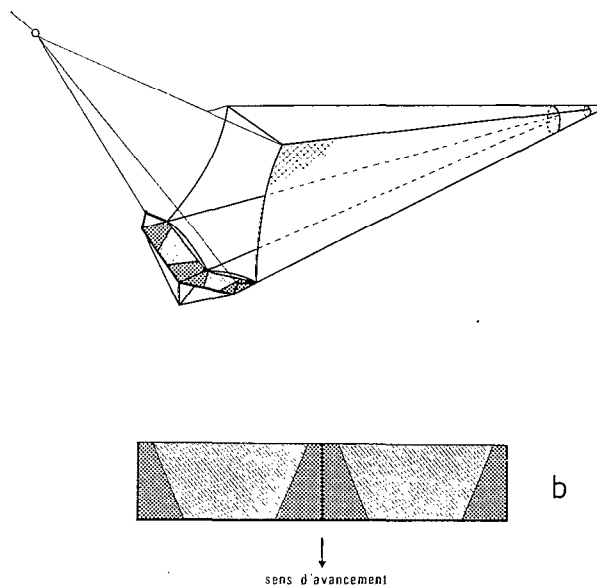


Fig. 2. — Schéma du chalut Isaacs-Kidd 10 pieds : a) vue d'ensemble, b) dépresseur modifié par évidement de la partie hachurée (d'après GRANDPERRIN et MICHEL, 1970).

Fig. 2. — 10-foot Isaacs-Kidd midwater trawl plan a) general view, b) modified depressor with the hachured part cut away (after GRANDPERRIN and MICHEL, 1970).

de 50 cm de diamètre en maille 000 (vide de maille : 1 mm). Les modalités exactes d'emploi de cet engin au cours des quelques 1500 traits réalisés lors des différentes croisières, ont été discutées par GRANDPERRIN et MICHEL (1970). On se bornera à résumer ici les points essentiels de cette méthodologie.

Pour un échantillonnage quantitatif des populations en place, l'absence de système ouvrant-fermant fonctionnant de façon satisfaisante entraîne à opérer par traits obliques. Théoriquement, ce type de trait échantillonne de la même façon les différentes couches d'eau, permettant ainsi, soit la comparaison directe de traits réalisés à la même profondeur, soit la comparaison par différence de traits effectués à diverses immersions. L'utilisation conjointe de deux enregistreurs fournissant, le premier la profondeur en fonction du temps, le second la profondeur en fonction de la distance parcourue par le filet, a permis de définir parfaitement le profil des traits.

Il est apparu rapidement qu'il était impossible de réaliser un trait symétrique aussi bien dans le temps que dans l'espace, l'action du dépresseur en début de virage provoquant un palier horizontal dans la partie inférieure du profil, d'où la surestimation d'une couche par rapport aux autres (fig. 3 B). Afin de minimiser cet effet et de réduire les fortes tensions auxquelles était soumis le câble en zone équatoriale

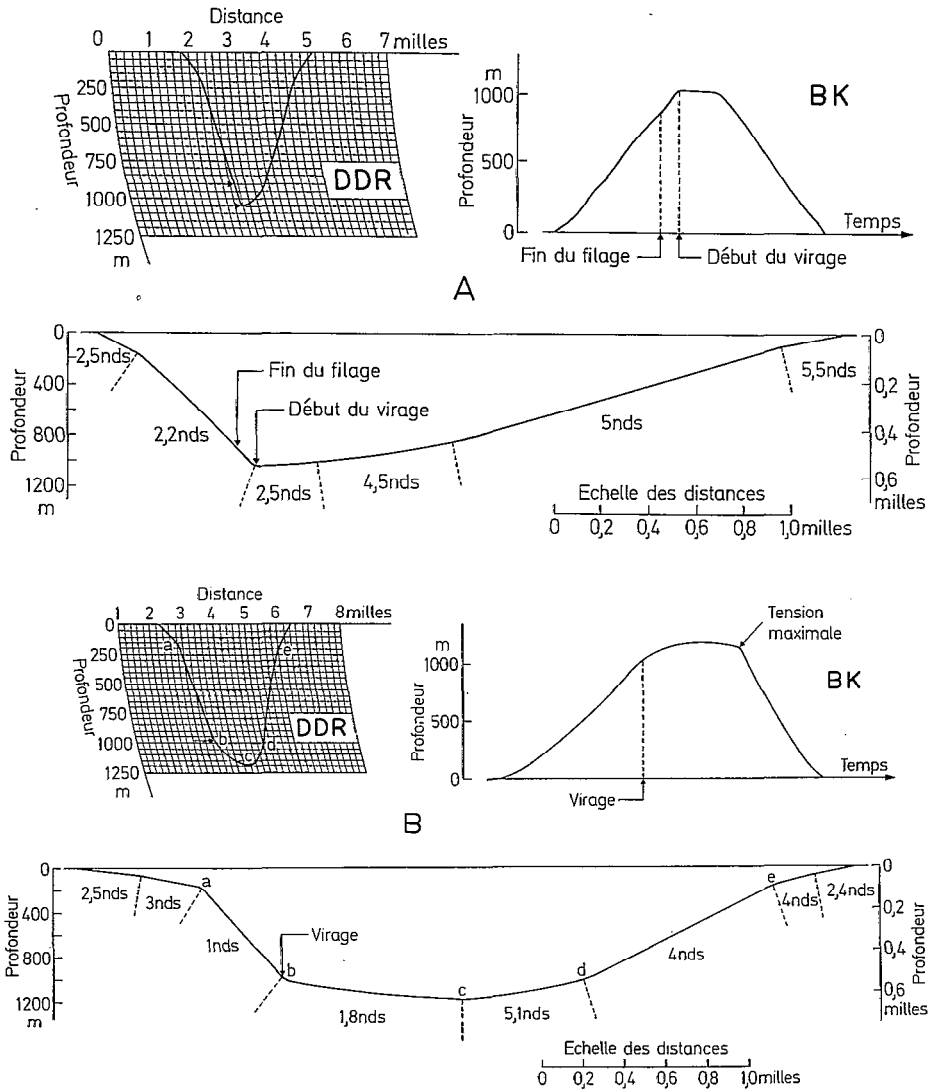


Fig. 3. — Profils caractéristiques d'un trait oblique d'IKMT 10 à partir des enregistrements D. D. R. (Depth-Distance Recorder) et B. K. (Bathykymographe). A) CARIDE 5, B) CARIDE 3 (d'après GRANDPERRIN et MICHEL, 1970).

Fig. 3. — Characteristic profiles of an IKMT 10' tow according to the DDR (Depth-Distance-Recorder) and BK (Bathykymograph) records. a) CARIDE 5, b) CARIDE 3 (after GRANDPERRIN and MICHEL, 1970).

en raison de la stratification de forts courants de directions opposées, on a réduit la surface active du dépresseur par suppression d'une partie de la tôle. Cette modification s'étant avérée insuffisante, il a fallu, dans un dernier stade, laisser le filet plonger de lui-même pendant un certain temps en fin de filage, treuil stoppé et bateau ralenti. On est finalement parvenu à un trait dont le profil est plus satisfaisant (fig. 3 A) ; on obtient de cette façon un échantillonnage à vitesses différentes à la descente et à la remontée, ce qui fait varier les récoltes en raison de l'évitement des organismes, mais comme ces vitesses sont constantes à l'intérieur de chacune des phases (2,5 à 3 nœuds à la descente, 4,5 à 5,5 nœuds à la remontée), chaque couche est, au

total, traversée de la même manière par le filet. Le tableau 3 résume les caractéristiques de ces prélèvements.

L'emploi de filets Bé ouvrant-fermant (BE, 1962) comme cul de l'IKMT 10 devait permettre de fractionner la partie ascendante du trait oblique pour obtenir 4 récoltes distinctes ; malheureusement, les résultats se sont avérés inexploitable en raison d'une très forte contamination d'un niveau à l'autre. L'utilisation de ces filets avait conduit à mener une étude préalable sur les résultats de traits obliques ordinaires effectués à différentes profondeurs, durant les croisières « BORA » et « CYCLONE » en zone équatoriale, afin de déterminer quelles devaient être les profondeurs d'ouverture et de fermeture à adopter

TABLEAU 3

Caractéristiques moyennes des traits de chalut IKMT 10 des séquences équatoriales des croisières CARIDE 3, 4 et 5.

Profondeurs nominales des traits, m. . . .	75	150	300	600	900	1200
Profondeurs moyennes atteintes, m. . . .	68,2±1,32	132,2±2,48	273,5±3,75	551,9±6,06	842,8±9,02	1121±12,5
Nombre de traits. . . . .	91	70	78	63	56	78
Distance parcourue entre 0 et 75 m, en m. . . . .	895,6	783,3	610,2	638,0	740,9	653,0
Distance parcourue entre 75 et 150 m, en m. . . . .		1018,6	617,3	561,5	525,8	496,2
Distance parcourue entre 150 et 300 m, en m. . . . .			1294,1	679,1	605,1	548,5
Distance parcourue entre 300 et 600 m, en m. . . . .				2146,0	1131,1	926,0
Distance parcourue entre 600 et 900 m, en m. . . . .					2450,4	764,6
Distance parcourue entre 900 et 1200 m, en m. . . . .						2756,3
Distance totale parcourue, en m. . . . .	896±34,1	1802±48,8	2520±109	4020±135	5450±221	6150±157

(MICHEL et GRANDPERRIN, 1969); la densité des organismes pour une couche était déduite par soustraction de la comparaison de 2 traits obliques dont les profondeurs maximales constituaient respectivement les limites supérieure et inférieure de la couche. Les résultats obtenus pour différents taxa avaient permis de mettre en évidence une nette stratification des organismes; aussi, en l'absence de moyens plus sophistiqués, on a utilisé cette même méthode des différences lors des croisières «CARIDE». Les résultats ont été cependant améliorés par une meilleure connaissance du trajet réel du filet dans les différentes couches d'eau et par le plus grand nombre de prélèvements réalisés.

Afin d'obtenir un échantillonnage simultané du zooplancton dans les mêmes couches d'eau et au même moment, un filet à plancton conique de 1 m de diamètre et de maille 2 était gréé au-dessus du chalut pélagique Isaacs-Kidd 10 pieds; son trajet était donc identique, et ses récoltes peuvent être soumises aux mêmes interprétations. Enfin, pour préciser certains points des distributions verticales, on a utilisé au cours de quelques croisières un filet ouvrant-fermant de 1,60 m de diamètre et de maille 2, décrit par OMORI (1965) et OMORI, MARUMO et AIZAWA (1965); son trajet utile était oblique et sa vitesse similaire à celle de l'IKMT. Ce filet échantillonne de façon satisfaisante le zooplancton et dans une certaine mesure les organismes de petite taille du micronecton.

### 1.2.2. Facteurs de variabilité des récoltes.

La plupart des organismes zooplanctoniques et micronectoniques étant considérés comme surdispersés, on peut s'attendre, à l'échelle d'un type de trait donné, à obtenir une variance relative élevée qui reflètera le mode de groupement de la population en place (CASSIE, 1962; EBELING *et al.*, 1970; PEARCY, 1964). Malheureusement, à cette variation propre aux organismes, et qui pourrait fournir une information intéressante, se superposent les variations d'échantillonnage provoquées par les imperfections des engins de capture et leurs modalités d'emploi.

Les échantillons provenant des filets sont toujours tronqués par les phénomènes d'évitement et d'échappement et peuvent en outre être entachés d'erreurs dues à la contamination.

L'évitement dépend essentiellement de la superficie d'ouverture du filet, de la forme de l'engin et de sa vitesse et il varie suivant les espèces et la taille des individus; d'une façon générale, on peut toutefois considérer qu'avec un même protocole de prélèvement pour un engin donné, il aura toujours la même importance. Cette hypothèse n'a jusqu'à présent jamais pu être vérifiée mais, dans l'état actuel de nos connaissances, on est obligé de l'admettre sous peine d'avoir à réfuter totalement l'échantillonnage au moyen de filets.

L'échappement, par contre, pour un engin comme

l'IKMT 10 grée de 2 mailles différentes, est beaucoup plus complexe et risque de varier avec le temps de séjour des organismes dans le filet ; ces points ont été discutés par MICHEL et GRANDPERRIN (1970). Il semble extrêmement difficile de chiffrer l'importance de ce phénomène qui ne joue que sur certaines catégories de taille ; on peut simplement indiquer qu'il provoque, pour certains organismes, une sous-estimation systématique des effectifs récoltés en profondeur. L'échappement peut aussi expliquer les différences observées pour certains groupes entre les effectifs récoltés de jour et ceux récoltés de nuit, mais des variations nyctémérales de comportement peuvent aussi être en partie responsables de ces disparités (PEARCY et LAURS, 1966 ; PAXTON, 1967).

Par ailleurs, il faut toujours prendre garde aux contaminations qui peuvent se produire entre deux traits successifs, car certains organismes, les *Cyclothone* par exemple, se maillent très facilement et leur élimination complète est difficile lors d'un programme de récolte intensif. L'examen de la succession des traits permettra souvent de lever le doute sur certains résultats apparemment aberrants.

La dernière source de variation, due à la méthode, provient de l'impossibilité de réaliser des séries de traits qui filtrent rigoureusement la même quantité d'eau dans chaque couche. Il en résulte encore une augmentation de la variance des résultats, qui sera d'autant plus grande que le mode de groupement des organismes sera plus éloigné d'une distribution au hasard.

### 1.2.3. Traitement des récoltes.

Toutes les récoltes micronectioniques ont été, après conservation à bord dans du formol à 10 %, soumises à un même traitement qui a été décrit en détail par MICHEL et GRANDPERRIN (1971). Il consiste à effectuer avant le tri manuel une série d'opérations mécaniques dans un courant d'eau : le passage dans une colonne de 1,60 m de hauteur permet tout d'abord d'isoler par différence de densité les « organismes gélatineux ». La fraction restante passe ensuite sur une série de tamis (ROGER et WAUTHY, 1968), dont le fond est constitué de baguettes de verre régulièrement espacées, qui permettent d'isoler des fractions homogènes en taille, le dernier tamis d'écartement 1 mm éliminant les plus petits organismes. Le tri manuel, qui aboutit à la séparation par taxa, s'en trouve grandement facilité, les organismes étant bien séparés les uns des autres et leurs tailles équivalentes à l'intérieur de chaque fraction. Certains taxa ont été ensuite triés par espèces, d'autres seront considérés dans leur ensemble au cours de cette étude. Pour le chalut pélagique à alevins, qui ne récolte que des organismes de grande taille, le tri a été entièrement manuel.

Le zooplancton récolté par les filets grées en maille 2 a également subi une séparation mécanique à l'aide de tamis, analogues dans leur conception à ceux utilisés pour le micronection. Quatre fractions sont ainsi obtenues :  $F_1$  comprend les organismes qui restent sur un tamis à barres d'écartement 1 mm et qui sont donc comparables à ceux de l'IKMT 10 isolés dans les mêmes conditions ;  $F_2$  correspond aux organismes inférieurs en taille, mais retenus sur un tamis à barres d'écartement 0,7 mm ; la fraction la plus fine est enfin séparée en  $F_3A$  et  $F_3B$  par passage sur un tamis en tissu à filet de mailles 000 (vide de maille : 1 mm).

### 1.2.4. Discussion de la méthode d'interprétation.

Les effectifs récoltés par trait sont très dispersés autour de leur moyenne dans une couche, en raison des sources de variations mentionnées ci-dessus,

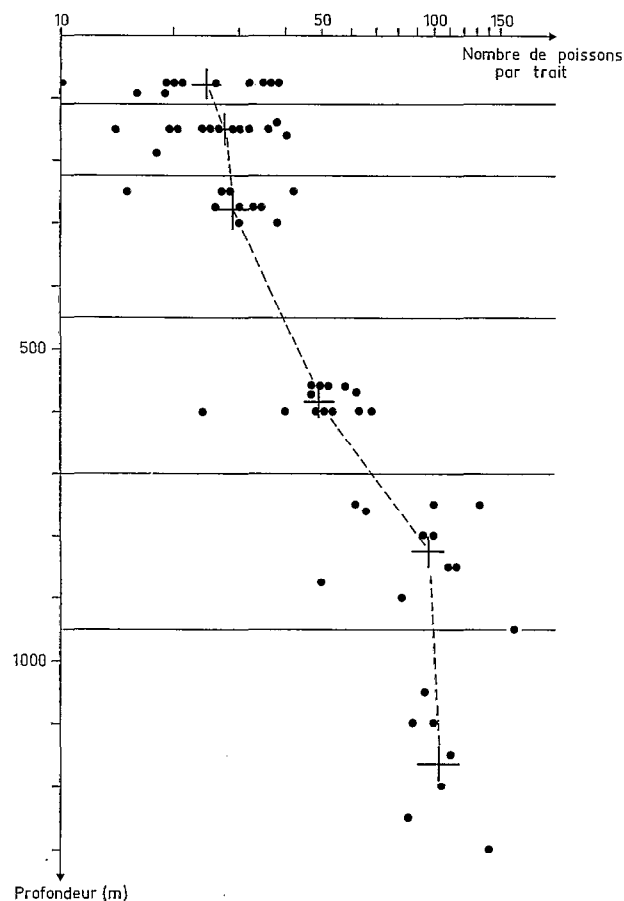
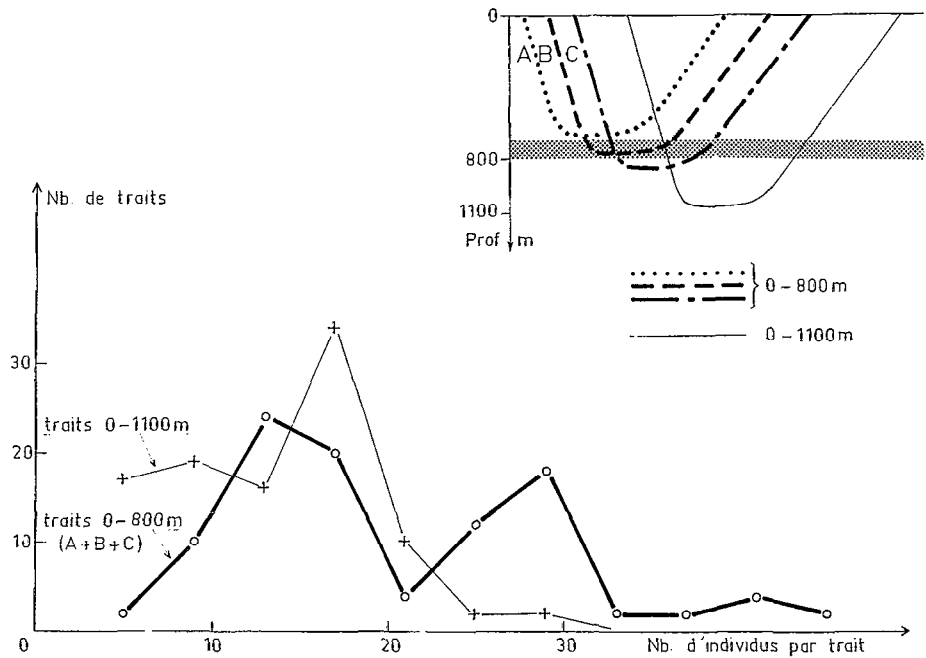


Fig. 4. — Nombres de poissons récoltés par trait au cours de la séquence tropicale de la croisière CARIDE 5.

Fig. 4. — Numbers of fishes collected by tow during the cruise CARIDE 5 at the tropical station.

Fig. 5. — Fréquences des effectifs de *Sternoptyx diaphana* dans deux séries de traits 0-800 m et 0-1100 m. En haut et à droite profils théoriques des traits et positions des paliers par rapport à la zone de concentration de cette espèce.

Fig. 5. — Frequencies of numbers of *Sternoptyx diaphana*, for two series of tows 0-800 m and 0-1100 m. Above right hand : the theoretical profiles of tows and position of their horizontal run with regard to the layer of concentration of this species.



auxquelles s'ajoute la variabilité naturelle du micro-necton (fig. 4). Il s'est, en conséquence, avéré impossible de soustraire trait à trait les effectifs récoltés, et il a été nécessaire d'effectuer cette opération sur les valeurs moyennes obtenues pour chaque couche à partir de nombreux prélèvements.

Afin de tenir compte de la dissymétrie du trajet du chalut, et plus précisément du palier à l'immersion maximale, les caractéristiques moyennes des traits ont été calculées, pour chaque tranche bathymétrique, sur l'ensemble des croisières ; 6 traits théoriques moyens ont été ainsi définis (tabl. 3). Toutefois, le phénomène du palier se traduit par des effets très différents selon la densité des organismes dans la couche où il se produit. Une illustration de ce fait est apportée par la distribution des effectifs de *Sternoptyx diaphana* dans les traits IKMT 10 ayant atteint une profondeur maximale de 800 mètres environ (fig. 5). On y constate une nette bimodalité : les traits au cours desquels le filet a effectué un palier dans la zone très peuplée (trajet B) ont ramené 25 à 30 individus chacun, tandis que ceux dont le palier s'est situé au-dessus ou au-dessous de cette couche n'en ont capturé qu'une quinzaine (trajets A et C), c'est-à-dire à peu près le même nombre que les traits 0-1100 m.

L'importance de ce phénomène nous a conduit à calculer les différences de couche à couche de deux manières (fig. 6) :

— si la couche supérieure avait une densité faible,

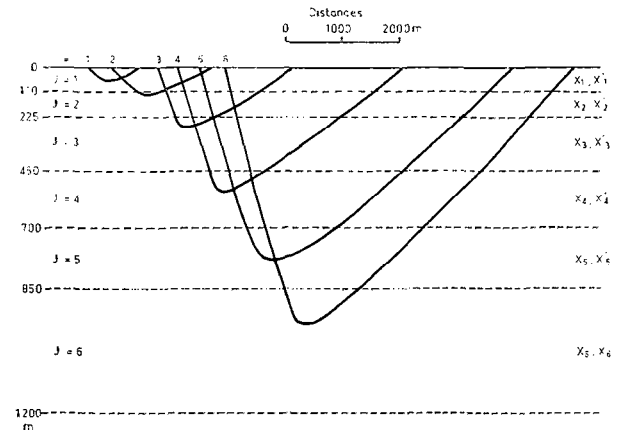


Fig. 6. — Profils théoriques d'une série complète de traits (abréviations dans le texte).

Fig. 6. . . Theoretical profiles for a complete set of tows

on tenait compte des distances réellement parcourues par le filet dans chaque couche. Appelons  $dl_{i,j}$  la distance en mètres parcourue dans la jème couche par le ième trait du groupe des six traits effectués dans la même tranche d'heures, et  $a_i$  le nombre d'individus d'une entité taxinomique capturés par ce ième trait. Une première estimation  $x_i$  de la densité dans la ième couche est obtenue en soustrayant de chaque  $a_i$ , c'est-à-

dire l'effectif récolté par le ième trait, l'effectif récolté par le trait précédent du groupe, soit  $a_{i-1}$ , corrigé du rapport des distances parcourues respectivement par les deux traits dans les couches supérieures. L'effectif  $x_i$  ainsi calculé est ramené à un parcours de 1000 m du filet dans cette ième couche et s'exprime par :

$$x_i = \left( a_i - a_{i-1} \frac{\sum_{j=1}^{j=i-1} dl_{i,j}}{\sum_{j=1}^{j=i-1} dl_{i-1,j}} \right) \frac{1}{dl_{i,i}} 10^3$$

— si, au contraire, la couche supérieure avait une forte densité, on n'effectuait pas de correction de palier, et on considèrerait que les traits de profondeurs maximales différentes étaient homothétiques, filtrant la même quantité d'eau dans chaque couche. Cette deuxième estimation  $x'_i$  de la densité s'écrira donc simplement :

$$x'_i = \frac{a_i - a_{i-1}}{dl_{i,i}} \times 10^3$$

On a calculé les limites de confiance ( $P = 0,10$ ) de la densité moyenne du peuplement d'une couche (densité obtenue par l'un des deux calculs exposés ci-dessus), en admettant que les effectifs étaient distribués normalement. Ces limites ne prétendent pas représenter les variations possibles des effectifs d'une population dans une couche, mais reflètent l'imprécision globale de l'estimation obtenue. De toutes façons, il est vraisemblable que la distribution des effectifs est en fait log-normale (WINSOR et CLARKE, 1940), mais dans l'état actuel de nos travaux, qui ne visent pour le moment qu'à dégager les grandes tendances, il a paru inutile de procéder à des analyses plus poussées, qui auraient d'ailleurs nécessité un bien meilleur échantillonnage.

1.3. DISTRIBUTION VERTICALES DES POISSONS BATHYPÉLAGIQUES.

Dans leur ensemble, ces poissons ne sont présents qu'au-dessous de 450 m le jour (fig. 16 A), à l'exception de quelques individus occupant les couches plus superficielles. La densité est maximale dans la couche 450-700 m et décroît en profondeur. De nuit, on observe que la densité de la couche 950-1200 m reste inchangée par rapport à la situation diurne, alors que celle des deux couches supérieures décroît légèrement ; par contre, les poissons bathypélagiques apparaissent alors dans les couches superficielles et ils sont particulièrement abondants de 0 à 225 m. L'étude des comportements migratoires des espèces va nous permettre de détailler ce schéma général.

1.3.1. Méthode d'analyse du groupe.

Les résultats de différentes séquences ont été groupés, afin de permettre l'analyse par espèce d'effectifs suffisamment représentatifs. Pour atténuer l'effet des fortes variations d'abondance d'une séquence à l'autre, variations imputables à divers facteurs qui peuvent être considérés comme indépendants de la distribution verticale, les effectifs par trait ont été multipliés par le quotient de la moyenne générale par la moyenne de la séquence pour l'espèce considérée. La moyenne par séquence a été calculée en ne tenant pas compte des traits effectués en totalité dans les couches d'absence ou de pauvreté marquée de l'espèce étudiée. La moyenne générale a été calculée en faisant la moyenne arithmétique des moyennes des séquences considérées, pour leur donner à toutes la même valeur.

A l'intérieur de chacune des deux séries jour et nuit, on a groupé les traits suivant leur profondeur maximale en classes d'intervalle 100 m ; on a ensuite soustrait, sans correction de filtration, l'effectif moyen d'une classe de l'effectif moyen de la classe immédiatement inférieure. La différence résultante fournit

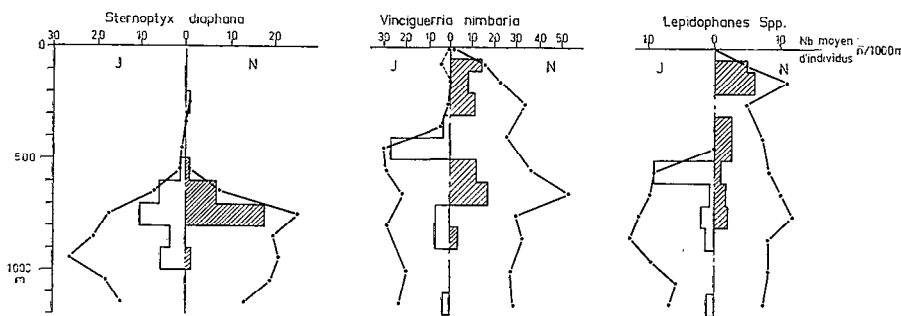


Fig. 7. — Courbes des effectifs moyens réels par trait, et histogrammes des densités moyennes par couches calculées par différence, pour trois espèces de Poissons, de jour et de nuit.

Fig. 7. — Curves of the mean real numbers by tow, and histograms of the mean densities by layer calculated by difference for three species of fishes by day and night.

TABLEAU 4

Composition spécifique de quelques-uns des complexes de Myctophidés étudiés (d'après J. R. PAXTON, communication personnelle)

Dénomination employée	Espèces confondues sous cette dénomination (l'espèce numériquement la plus abondante est en caractères gras)
<i>Ceratoscopelus warmingi</i>	<b>Ceratoscopelus warmingi</b> (Lutken, 1892) <i>C. townsendi</i> (Eigenmann et Eigenmann, 1889)
<i>Triphoturus microchir</i>	<b>Triphoturus microchir</b> (Gilbert, 1913) <i>T. mexicanus</i> Gilbert, 1890
<i>Lepidophanes</i> spp.	<b>Lepidophanes photothorax</b> (Parr, 1928) <i>L. longipes</i> (Brauer, 1906)
<i>Lampanyctus hubbsi</i>	<b>Lampanyctus hubbsi</b> Wisner, 1963 <i>L. omostigma</i> Gilbert, 1908
<i>Symbolophorus evermanni</i>	<b>Symbolophorus evermanni</b> <i>S. boops</i> (Richardson, 1844) <i>S. rufinus</i> (Taaning, 1928)
<i>Hygophum</i> spp.	<b>Hygophum reinhardti</b> (Lütken, 1892) <i>H. benoiti</i> (Cocco, 1838) <i>H. proximum</i> Bekker, 1965
<i>Diogenichthys</i> spp.	<i>Diogenichthys laternatus</i> (Garman, 1899) <i>Diogenichthys atlanticus</i> (Taaning, 1928)
<i>Diaphus regani</i>	<b>Diaphus regani</b> (Taaning, 1932) <i>Diaphus fragilis</i> (Taaning, 1928)
<i>Diaphus fulgens</i>	<b>Diaphus fulgens</b> ? (Brauer, 1904)
<i>Lampanyctus niger</i>	<b>Lampanyctus niger</b> ? Gunther, 1887

une estimation de la densité de l'espèce dans la tranche de 100 m ainsi délimitée. Répété pour les différentes catégories de traits retenues, ce calcul conduit à une appréciation des densités relatives dans la colonne 0-1200 m. Un exemple des résultats réels observés est fourni par les courbes de la figure 7, où les différences calculées ont été représentées en regard.

De la méthode employée et du mode de calcul suivi, on ne peut en définitive espérer obtenir avec une bonne précision que les variations de la limite supérieure de l'habitat de l'espèce et une description sommaire des variations verticales de la densité relative.

### 1.3.2. Espèces étudiées.

Les résultats obtenus concernent 18 espèces, ou complexes d'espèces provisoirement déterminées (tableau 4), qui forment la presque totalité des Poissons récoltés (croisières CARIDE 1, 3, 4 et 5).

En fait, les trois espèces du genre *Cyclothone* (*C. alba*, *C. acclinidens* et *C. pallida*) représentent 61,8 % des 68 740 Poissons déterminés (au large des Bermudes *C. microdon* et *C. braueri* représentent 82 % des 94 684 poissons récoltés par BEEBE, 1937); *Vinciguerria nimbaria* en constitue 8 %, puis viennent avec une importance à peu près égale, *Triphoturus microchir* et *Notolychnus valdiviae*, qui atteignent ensemble 7 % et *Sternoptyx diaphana* 1,8 %; diverses espèces de Myctophidés représentent 15,3 % du total des poissons. On notera que les Myctophidés étudiés ici s'inscrivent donc pour 22,3 % du total des Poissons et 59,5 % des poissons autres que les *Cyclothone*. Il faut ajouter que les poissons non cités dans ce texte et actuellement déterminés représentent seulement 6,1 % du total; ce sont d'ailleurs surtout des Myctophidés. Enfin, la plupart des poissons non déterminés jusqu'ici (environ 3 % du nombre total reporté) appartiennent aux familles des *Melamphaeidae* et des *Stomialidae*.

Le nombre de poissons examinés s'élève à 42 517

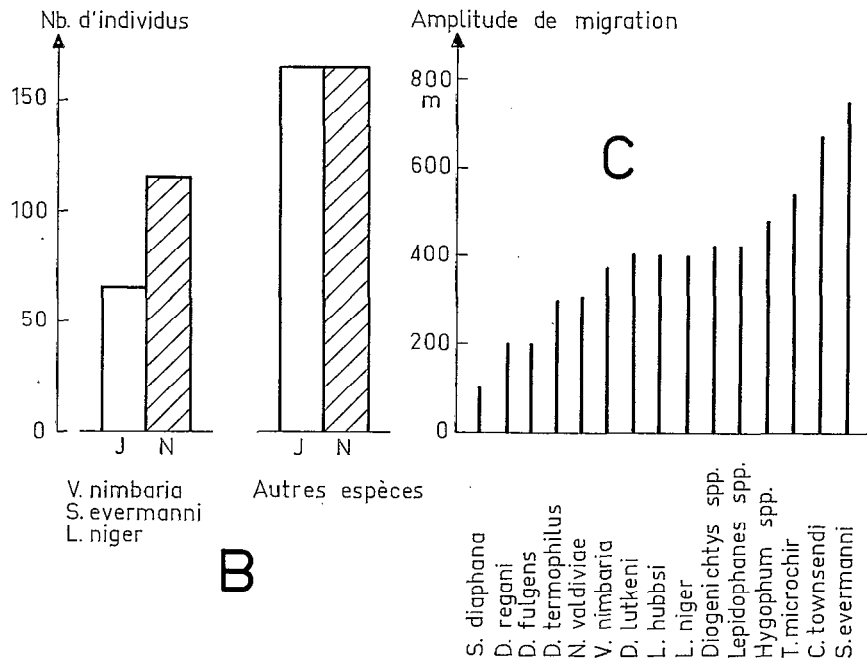
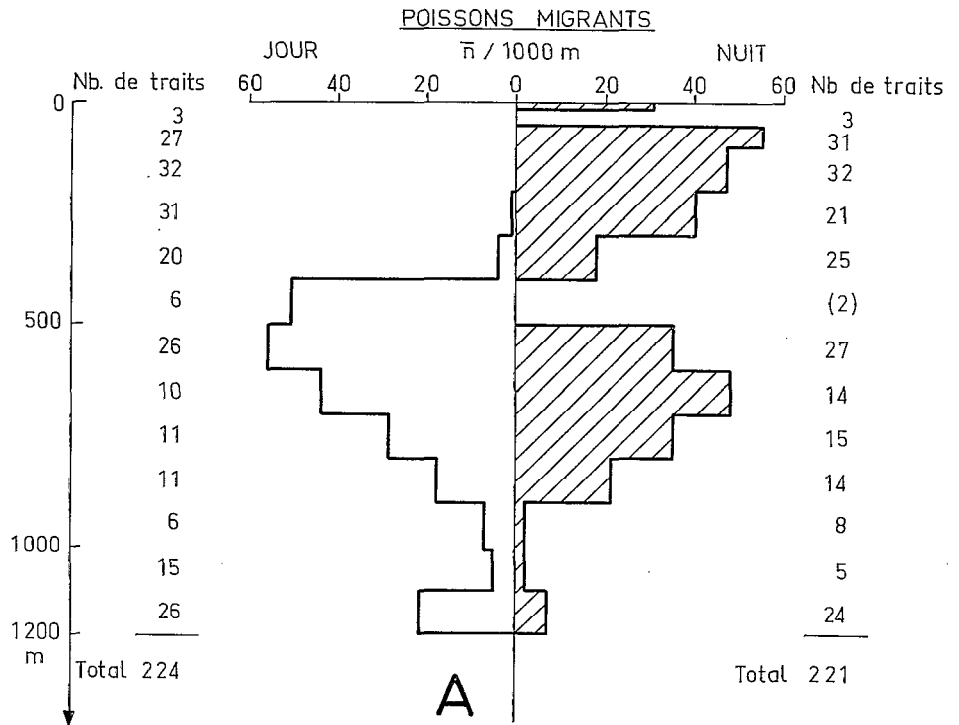


Fig. 8. — Poissons migrants  
A) Effectifs moyens calculés par couche  
B) Différences jour-nuit  
C) Amplitude des migrations verticales.

Fig. 8. — Migrant fishes a) Mean numbers calculated by layer  
b) Day night differences c) Amplitude of the vertical migrations.

*Cyclothone*, 5 513 *V. nimbaria*, 1 245 *S. diaphana*, et environ 700 spécimens de chacun des genres *Diogenichthys*, *Diaphus* et *Hygophum*. Les 15 Myctophidés dont la distribution a été établie appartiennent aux espèces suivantes : *Lepidophanes photothorax*, *L. lon-*

*gipes*, *Lampanyctus hubbsi*, *L. niger*, *Ceratoscopelus warmingi*, *Diaphus termophilus*, *D. fulgens*, *D. fragilis*, *D. regani*, *D. lutkeni*, *Diogenichthys laternatus*, *D. atlanticus*, *Hygophum reinhardtii*, *H. proximum*, *Symbolophorus evermanni*.



### 1.3.3. Distributions verticales.

La figure 8 A, schématisant les densités par couche des 15 espèces considérées, synthétise la répartition verticale des poissons micronectoniques capturés à l'IKMT 10. On notera les faits généraux suivants :

- pratiquement aucune capture diurne n'est observée au-dessus de 400 m,
- maximum diurne très net de 400 à 700 m, surtout marqué entre 500 et 600 m,
- forte concentration nocturne entre 50 et 200 m, suivie d'un minimum vers 300 m ; possibilité d'une extension de cette concentration dans la couche 0-50 m, mal explorée par ces croisières,
- concentration nocturne secondaire presque aussi développée que la première, principalement entre 600-700 m, donc plus profonde que le maximum diurne,
- on notera enfin un maximum secondaire diurne au-delà de 1000 m, peu marqué et pouvant n'être qu'un artefact.

La sommation des densités pour toutes les couches comprises entre 0 et 1200 m, et pour toutes les espèces à l'exception de *V. nimbaria*, *S. evermanni* et *L. niger*, fait apparaître un total identique de jour et de nuit (fig. 8 B) ; on peut en conclure que la totalité de l'habitat de ces espèces est explorée par les traits 0-1200 m.

Les effectifs de *V. nimbaria* de jour et de nuit sont très différents, bien que l'habitat paraisse prospecté dans son entier ; cette différence pourrait s'expliquer par des variations nycthémerales du comportement. Pour *S. evermanni* une des explications possibles de la différence observée serait qu'une partie du stock se situe en-dessous de 1200 m pendant le jour. Pour *L. niger*, la différence nuit-jour du total disparaît complètement si l'on étudie séparément les deux types de distribution décrits dans le § 1.3.5.2.

La figure 9 schématise les résultats obtenus pour toutes les espèces. La situation de jour, plus contrastée que celle de nuit, permet de caractériser certaines couches par le maximum de concentration de quelques espèces. De nuit, *S. evermanni* est presque la seule espèce abondante en surface (BEEBE et VANDER PYL, 1944). Les autres espèces migrantes se répartissent alors largement dans la zone 50-200 m et ces premiers résultats n'indiquent pas que la thermocline ou les limites du courant de Cromwell aient, sur la plupart des poissons migrants adultes, l'influence écologique qu'on leur attribue parfois ; au-dessous de 500 m, on retrouve en nombres appréciables des individus de presque toutes les espèces migrantes, mais leur stratification est alors différente de celle observée de jour.

Les *Cyclothone*, qui sont les plus abondants des poissons récoltés, n'ont été étudiés que sur quelques séquences des croisières CARIDE 1, CARIDE 3 et CARIDE 5. On a observé de fortes variations dans les abondances et les proportions relatives de *C. acclinidens* et *C. pallida* de séquence à séquence : la limite supérieure de présence semble nettement tranchée, mais son niveau, identique de jour et de nuit, pourrait varier d'une séquence à l'autre. On a cependant regroupé l'ensemble des données pour fournir une physionomie générale de leur répartition (fig. 10). *C. alba*, bien que souvent rencontré à faible profondeur, de jour comme de nuit, se situe en général entre 400 et 600 m ; *C. pallida* et *C. acclinidens* se répartissent entre 500 et 800 m ; à partir de 1000 m apparaissent deux espèces de faible importance numérique, *C. microdon* et *C. obscura* (RASS, 1967).

### 1.3.4. Amplitude des migrations verticales.

Sur la figure 8 C sont représentés pour chaque espèce les écarts entre les niveaux des maxima diurne et nocturne ; on constate que l'amplitude des déplacements varie fortement pour les espèces étudiées.

La migration la plus faible est effectuée par *S. diaphana*, dont l'ascension nocturne moyenne ne dépasserait pas 100 m ; on note toutefois la présence de quelques individus entre 200 et 300 m durant la nuit. Les migrations de plus forte amplitude (de l'ordre de 700 m) sont observées chez *C. warmingi* et *S. evermanni*. Près de la moitié des espèces ont une amplitude de migration estimée à 400 m environ. Les *Cyclothone*, non représentés sur la figure, sont considérés comme non migrants.

### 1.3.5. Facteurs de variation des distributions verticales.

#### 1.3.5.1. Variations nycthémerales.

Dans tout ce qui précède, nous avons considéré les distributions de jour et de nuit comme des entités homogènes, obtenant ainsi des images moyennes des distributions. L'examen plus approfondi de certains des résultats permet de préciser maintenant le détail des variations au cours de ces deux périodes pour quelques espèces. On a groupé dans le tableau 5 quatre espèces zoologiquement apparentées et de comportement migratoire voisin ; on constate les caractéristiques suivantes :

- Phase ascendante : on observe que pour plusieurs espèces les récoltes des traits effectués de 17 à 18 heures entre 400 et 500 m (traits non retenus dans les calculs précédents) sont les plus riches de leur séquence, leurs effectifs étant trois à

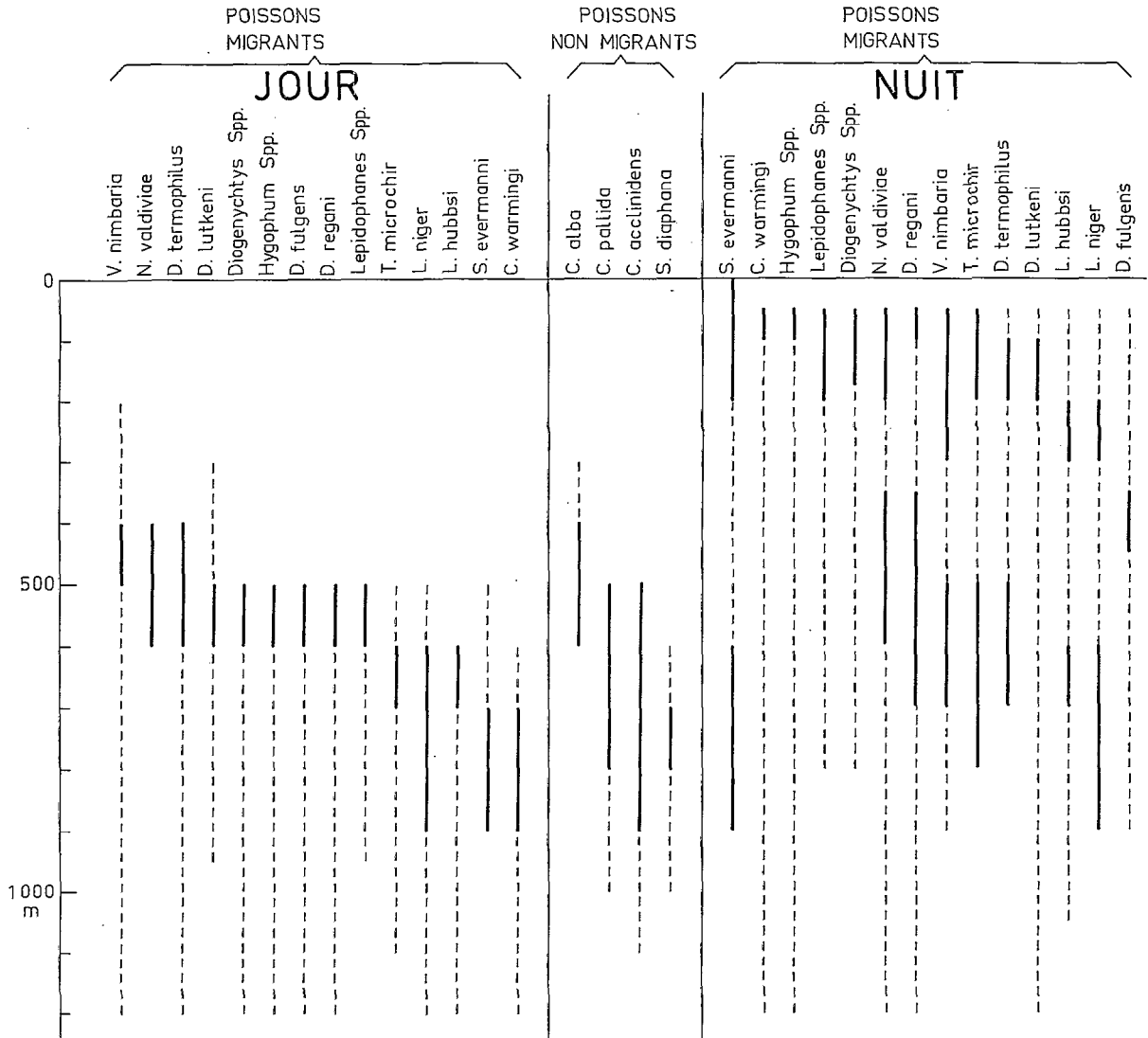


Fig. 9. — Niveaux de concentration des principales espèces de Poissons, de jour et de nuit (traits pleins) ; zones de présence (pointillés).

Fig. 9. — Concentration levels of the main species of fishes by day and night (block line) ; zone of presence (dashed line).

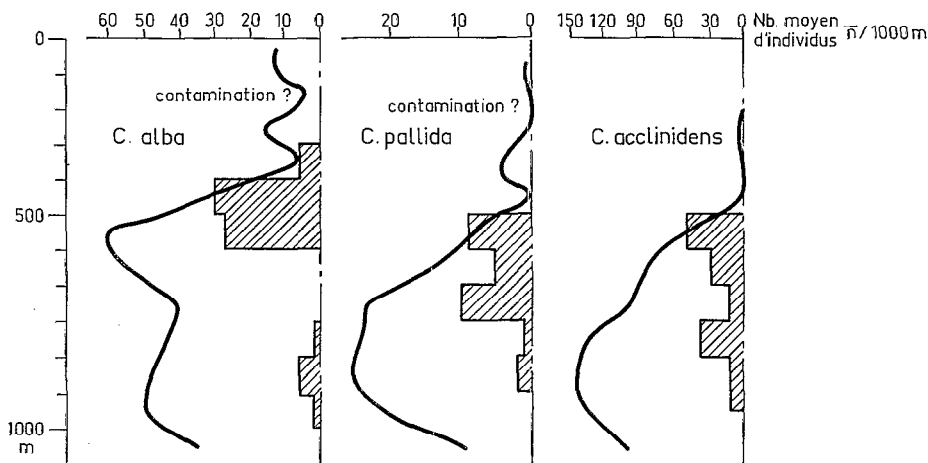


Fig. 10. — Distribution verticale de *Cyclotone alba*, *C. pallida* et *C. acclinidens* : courbes des effectifs moyens réels par trait et histogrammes des effectifs moyens calculés par couche.

Fig. 10. — Vertical distribution of *Cyclotone alba*, *C. pallida* and *C. acclinidens* : curves of the mean real numbers by tow and histograms of the mean numbers calculated by layer.

TABLEAU 5

Effectifs par couche, en fonction de l'heure, de l'ensemble des espèces : *Lampanyctus niger*, *L. hubbsi*, *Tripholurus microchir*, et *Lepidophanes* spp.

Heures	6-8	8-10	10-14	14-16	16-18.30	18.30-20	20-24	0-4
Prof.								
0-50						15	47	27
50-100						10	6	24
100-200						22		
200-300							4	17
300-400					100		19	
400-600	2	44	22	50				
600-800		6	23					
800-1000		3						
1000-1100								

TABLEAU 6

Abondance de certains Myctophidés entre 400 et 500 m au coucher du soleil (rapports des effectifs de quelques stations effectuées au coucher du soleil à l'effectif moyen de leur séquence)

Stations	CARIDE 1	CARIDE 1	CARIDE 1	CARIDE 5
	Séq. 1	Séq. 2	Séq. 3	St. 34
	17 h 47	17 h 51	17 h 10	17 h 23
	550 m	440 m	560 m	500 m
<i>Diogenichthys laternatus</i> .....	3,8			
<i>Lampanyctus niger</i> ...	3,0			
<i>L. hubbsi</i> .....	2,7			
<i>Lepidophanes</i> spp. . .		1,9		
<i>Ceratoscopelus warmingi</i> .....	3,5		2,9	3,7
<i>Tripholurus microchir</i>		3,7		4,1
<i>Hygophum</i> spp.....		4,2		
<i>Diaphus lutkeni</i> .....			3,2	
<i>D. schmidti</i> .....			3,9	
<i>D. regani</i> .....			3,2	

quatre fois supérieurs à la moyenne de la séquence (tabl. 6).

De 18 h 30 à 20 h on note un maximum de densité entre 200 et 300 m, indiquant qu'une partie de

la population n'a pas encore atteint son niveau supérieur nocturne.

— Phase descendante : de 0 à 4 h l'effectif de la couche 50-100 m diminue nettement au profit de la couche 160-200 m. Ce phénomène est surtout sensible à partir de 2 h.

Ces données, bien que fragmentaires, suggèrent une évolution continue ou quasi-continue de la distribution verticale de certaines espèces au cours de la journée, comme en témoignent également le résultats de ROPER *et al.* (1970).

— Heure d'apparition et temps de présence dans les couches superficielles :

Le tableau 7 précise le comportement de quelques espèces lors des croisières CARIDE 3 et CARIDE 5 dans la couche 0-70 m. On constate qu'il existe un décalage dans l'arrivée en surface de ces espèces et que leurs variations d'abondance au cours de la nuit présentent des allures différentes.

1.3.5.2. *Autres variations du cycle migratoire nyctéméral.*

Chez quelques espèces, on observe au niveau de certaines séquences des comportements migratoires très éloignés du schéma moyen résultant. En particulier pour *Lampanyctus niger* et *L. hubbsi* on a pu grouper les séquences en 2 séries :

TABLEAU 7

Effectifs récoltés à différentes heures, en période de nouvelle lune, au cours de quelques traits nocturnes entre 0 et 70 m

CARIDE 5

Heure locale du trait	18.00	18.24	18.40	21.00	21.20
<i>C. warmingi</i> .....	2	11	13	1	3
<i>L. festivus</i> .....	0	0	0	8	6

CARIDE 3

Heure locale du trait	18.45	19.30	22.00	23.40	01.40	03.40
<i>V. nimbaria</i> .....	4	22	35	10	19	35
<i>T. microchir</i> .....	0	16	15	15	14	0
<i>C. warmingi</i> .....	0	8	22	31	10	9

— CARIDE 1, séquences 1 et 2 et CARIDE 3, séquence 1 : ces deux espèces migrent nettement en subsurface durant la nuit, en conservant toutefois un maximum secondaire nocturne profond.

— CARIDE 1, séquence 3 et CARIDE 3, séquence 4 : pratiquement aucun individu ne se trouve de nuit à moins de 500 m, et la distribution devient comparable à celle d'une espèce non migrante comme *S. diaphana* (fig. 11).

Ces comportements migratoires différents ne paraissent pas liés à la position géographique des prélèvements ; par contre, on peut noter que les séquences pendant lesquelles une migration importante a été observée ont été effectuées en phase de nouvelle lune, et celles pendant lesquelles l'ascension nocturne n'avait pas lieu, en période de pleine lune.

1.3.5.3. Variations en fonction de la taille.

Il a été souvent remarqué par différents auteurs que les individus de petite taille étaient plus nombreux dans la partie supérieure de l'habitat de l'espèce, et les individus de grande taille dans la partie inférieure : par exemple ROPEL *et al.* (1970) pour *Melamphaes pumilus* et BADCOCK (1970) pour *Cyclothone braueri*. Nos résultats préliminaires fournissent également des exemples de distributions différentielles des tailles. L'analyse de quelques stations de la croisière CARIDE 1 semble indiquer que les différentes tailles de *Sternophyx diaphana*, espèce peu migrante, n'ont pas la même limite supérieure diurne de distribution (tabl. 8) ; de nuit, par contre, toutes les classes de taille de cette espèce

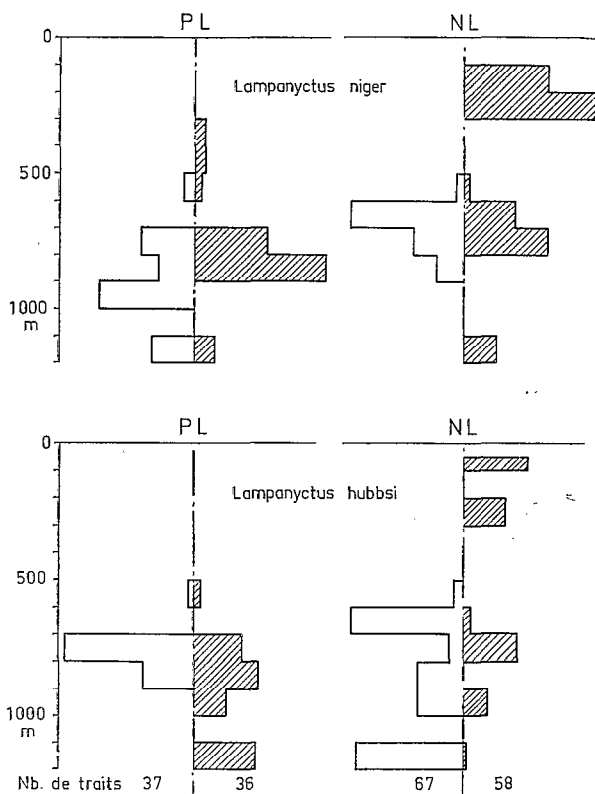


Fig. 11. — Variations dans la distribution verticale de *Lampanyctus niger* et *L. hubbsi* suivant la période de prélèvement : 1° PL (pleine lune) : CARIDE 1, séquence 3 et CARIDE 3, séquence 4. 2° NL (nouvelle lune) : CARIDE 1, séquences 1 et 2 et CARIDE 3, séquence 1.

Fig. 11. — Variations in the vertical distribution of *Lampanyctus niger* and *L. hubbsi* according to the period of collects : 1) PL, fullmoon. CARIDE 1, sequence 3 and CARIDE 3 sequence 4. 2) NL, new moon. CARIDE 1 sequence 1 et 2 and CARIDE 3 sequence 1.

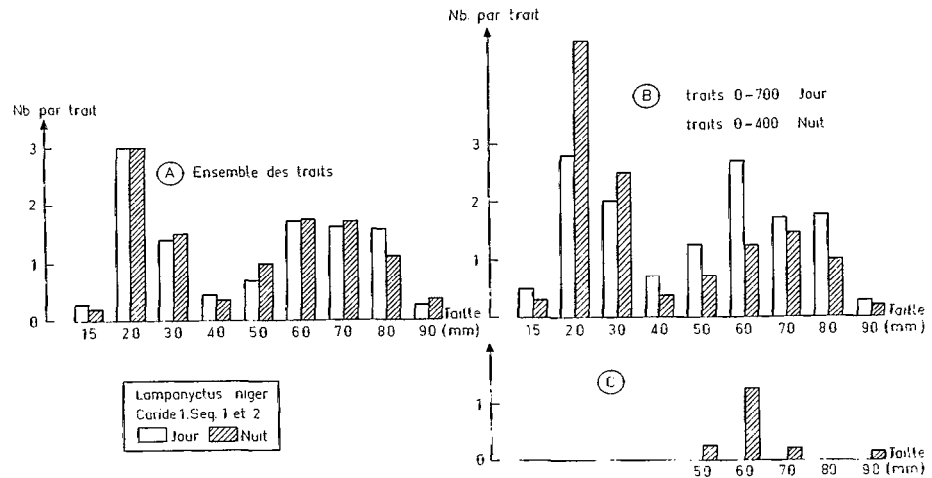
TABLEAU 8

Présence de *Sternophyx diaphana* par classes de taille (LS en mm) dans différents prélèvements diurnes de CARIDE 1

Traits	0-400 m	0-500 m	0-600 m	0-700 m	0-800 m	0-1000 m	0-1200 m
LS mm	m	m	m	m	m	m	m
4	+	+	+	+	+	+	+
6			+	+	+	+	+
8			+	+	+	+	+
10				+	+	+	+
12				+	+	+	+
14				+	+	+	+
16				+	+		+
18					+		+
20						+	+
Nb. stations	1	1	2	6	4	1	6

Fig. 12. — Répartition en tailles de *Lampanyctus niger* A) ensemble des traits, B) traits 0-700 m de jour et traits 0-400 m de nuit, C) excédents des effectifs des traits de nuit 0-500 m et 0-700 m sur les effectifs des traits de nuit 0-400 m.

Fig. 12. — Sizes distribution of *Lampanyctus niger* a) whole lot of tows b) 0-700 m day tows and 0-400 m night tows c) excess of the numbers in the 0-500 m and 0-700 m night tows over the numbers in the 0-400 m night tows.



se retrouvent dans la partie supérieure de l'habitat, montrant par là que la faible migration observée concerne principalement les plus grands individus.

Dans les deux premières séquences de CARIDE 1, où l'amplitude de migration de *Lampanyctus niger* est particulièrement importante (fig. 11), la structure en tailles de cette espèce semble identique de jour et de nuit sur le total des traits (fig. 12 A); par contre, en comparant les récoltes des traits effectués dans les couches du maximum de densité diurne (600-800 m) à celles du maximum nocturne (200-300 m) on constate qu'il y a, de nuit, une proportion plus élevée d'individus de petite taille, due à un échappement plus faible dans ces traits de courte durée (fig. 12 B), et surtout, une moindre proportion d'individus de grande taille. Cette diminution montre qu'une partie seulement des plus grands individus a migré dans les couches superficielles; le maintien en profondeur de l'autre partie est confirmé par

l'examen des traits de nuit plus profonds (fig. 12 C).

La différence observée entre les effectifs de *Triphoturus microchir* dans les traits de 0 à 500-800 m de jour et ceux des traits de 0 à 200-300 m de nuit (fig. 13 A et 13 C) peut s'expliquer en partie par l'existence d'un palier de ces traits de nuit au-dessous de la concentration nocturne des poissons. Mais si l'on compare les distributions en taille dans les couches 500 à 1100 m de jour et 200 à 800 m de nuit (fig. 13 B et 13 D) aux précédentes (fig. 13 A et 13 C), on note que les grands individus manquants, ainsi qu'une importante population de jeunes, se retrouvent de nuit au-dessous du niveau supérieur de concentration, tandis que de jour quelques jeunes seulement habitent le niveau le plus profond. Le total de la colonne est de 20 individus par trait de jour, 18,2 par trait de nuit. On peut conclure qu'une partie importante de la population est restée stationnaire de nuit à un niveau proche du niveau diurne,

TABLEAU 9

Répartition en taille de *Vinciguerria nimbaria* dans les traits de nuit à 75 et 150 m (CARIDE 3, nombres par trait).

Stades	Larves post-métamorphiques				Juvéniles		Adultes			
	LS (mm)									
Niveau	12	14	16	18	20	24	28	32	36	40
75 m (de 60 à 90 m) 10 traits	1,0	8,6	4,4	0,7	0,7	0,2			0,1	0,1
150 m (de 140 à 160 m) 7 traits	0,4	4,3	3,9	1,6	1,3	1,7	1,9	2,3	1,0	1,0

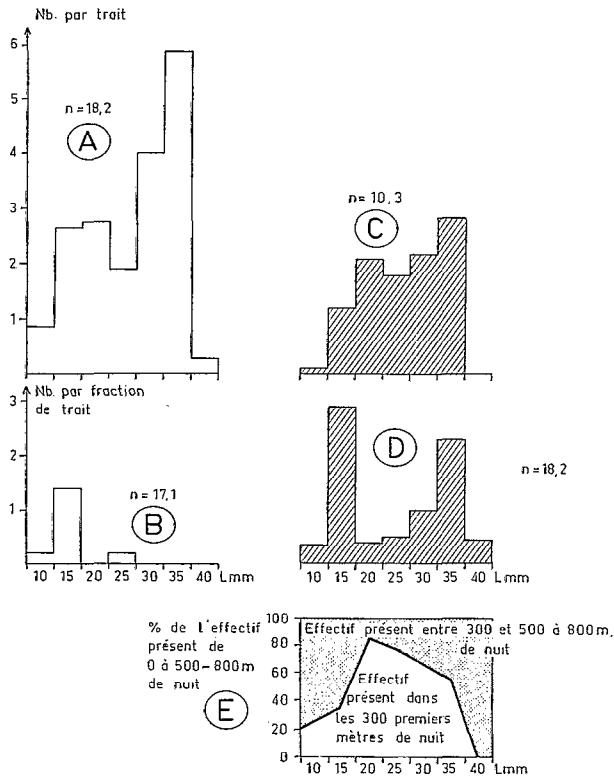


Fig. 13. — Variations, suivant la taille, de la distribution verticale de *Triphoturus microchir* (croisière CARIDE 1) : A) Effectifs par trait et par classe de tailles : traits de jours de profondeur maximale comprise entre 500 et 800 m. B) Différences par classe de tailles entre les effectifs des traits de profondeur maximale 1100 m, et les effectifs des traits de profondeur maximale comprise entre 500 et 800 m (traits de jour). C) Effectifs par trait et par classe de tailles : traits de nuit de profondeur maximale comprise entre 200 et 300 m. D) Différences par trait et par classe de tailles entre les effectifs des traits de profondeur maximale comprise entre 500 et 800 m, et les effectifs des traits de profondeur maximale comprise entre 200 et 300 m (traits de nuit). E) pourcentage de l'effectif des traits de nuit de profondeur maximale comprise entre 500 et 800 m capturé au-dessus de 200 à 300 m de nuit, en fonction de la taille. n = nombre total moyen d'individus par trait.

Fig. 13. — Variations, according to the size, in the vertical distribution of *Triphoturus microchir* (cruise CARIDE 1) : a) Numbers by tow and size class 0 to 500-800 m day tows. b) Differences by size class between the numbers of the 0-1100 m tows and the numbers of the 0 to 500-800 m tows (day tows). c) Numbers by tows and size class for the night tows 0 to 200-300 m. d) Differences by tow and size class between the numbers of the tows 0 to 500-800 m and the numbers of the tows 0 to 200-300 m (night tows). e) Percentage of the numbers of the 0 to 500-800 m night tows collected above 200-300 m by night, according to the size. n = total mean number of individuals by tow.

les individus de taille moyenne effectuant les migrations les plus marquées (fig. 13 E).

Enfin, une représentation, encore incomplète, de la distribution verticale nocturne de *Vinciguerria nimbaria* dans les couches superficielles est donnée dans le tableau 9. Les post-larves semblent se concentrer dans les 100 premiers mètres, les juvéniles et adultes au-dessous. Or, la limite inférieure du courant d'ouest sud-équatorial se situe au voisinage de 75 m et le noyau du contre-courant d'est (courant de Cromwell) occupe la zone de 100 à 150 m. La durée importante du séjour nocturne de l'espèce dans les couches superficielles (cf. tabl. 7) entraînerait donc une dérive générale vers l'est des juvéniles et des adultes, tandis que larves et post-larves seraient transportées vers l'ouest ; cette dérive des larves est d'ailleurs confirmée par les résultats des croisières ALIZÉ et BORA II. Les variations de distribution verticale en fonction de l'âge influencent donc profondément la distribution géographique de cette espèce.

### 1.3.6. Conclusion sur la distribution verticale des poissons bathypélagiques.

Ces études préliminaires confirment donc l'absence des poissons bathypélagiques étudiés dans la couche 0-450 m de jour ; en effet, les effectifs diurnes et nocturnes de la plupart des espèces, calculés pour l'ensemble des couches de 0 à 1200 m, ne différaient pas significativement, on peut affirmer que cette absence est réelle et non due à un évitement diurne plus efficace. *V. nimbaria* est probablement la seule espèce pour laquelle un doute subsiste à cet égard.

L'amplitude des migrations nyctémérales et les niveaux de concentration observés permettent de reconnaître :

- des espèces profondes faiblement migrantes dont les individus n'apparaissent qu'exceptionnellement au-dessus de 450 m. Exemples : *Sternoptyx diaphana*, genre *Cyclothone*.

- des espèces migrantes dont l'habitat se confond de jour avec celui des espèces précédentes, mais qui sont présentes de nuit dans les couches superficielles. Exemples : *Ceratoscopelus warmingi* et *Symbolophorus evermanni*. La concentration de nuit dans les couches superficielles ne concerne qu'une partie de la population de ces espèces ; l'autre partie demeure à son niveau d'immersion diurne, et on observera par conséquent un minimum de densité entre 250 et 350 m pendant la nuit.

A ces grandes tendances de la distribution verticale se superposent des variations liées à la taille des individus à l'intérieur d'une espèce (*L. niger* et *S. diaphana*) et aux lieux et époques des observations (*L. niger*).

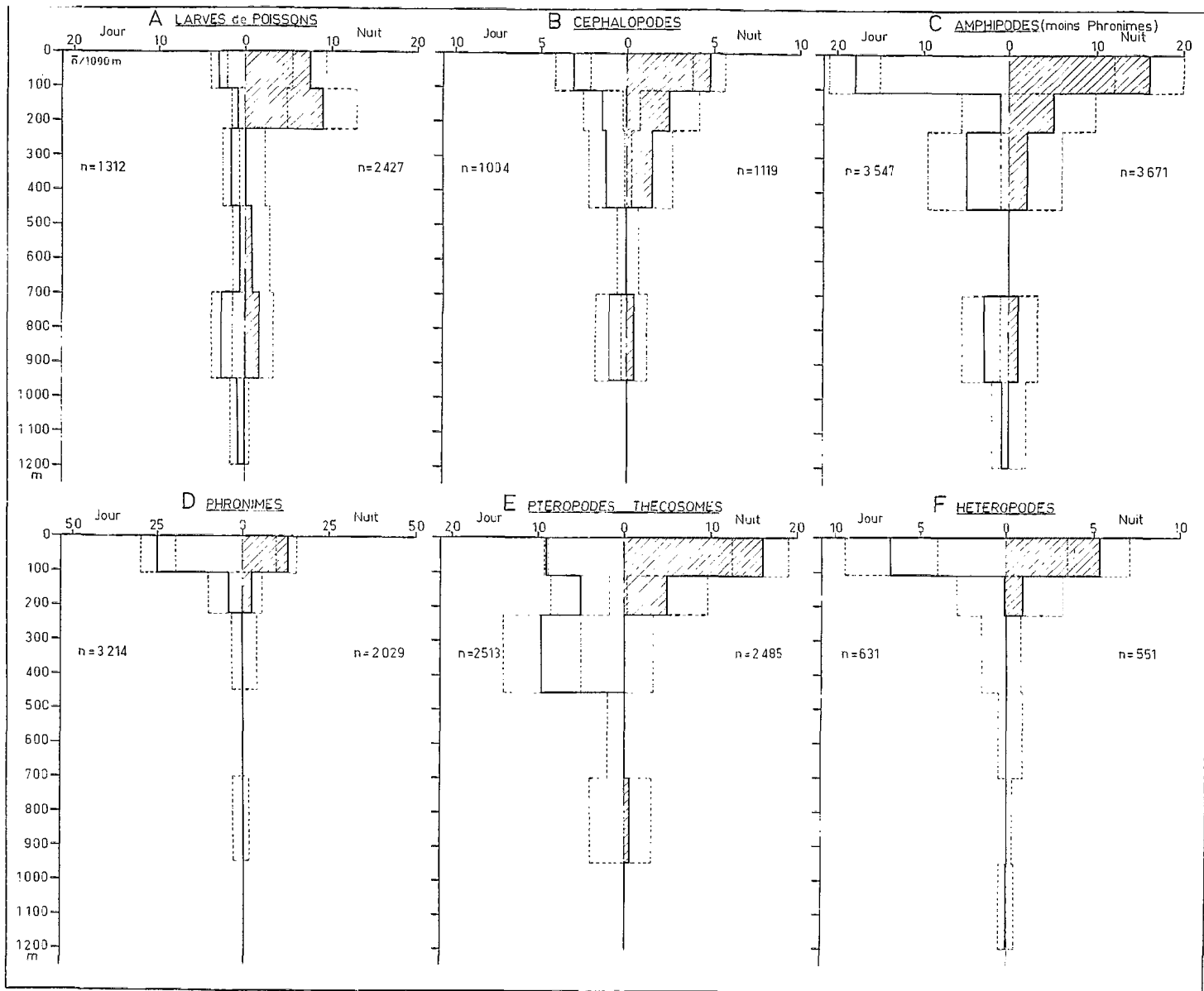


Fig. 14. — Distribution verticale en zone équatoriale de : A) Larves de Poissons, B) Céphalopodes, C) Amphipodes (excepté les Phronimes), D) Phronimes, E) Ptéropodes thécosomes, F) Hétéropodes. Les densités moyennes par couche sont mesurées en nombre d'individus par 1000 m de distance parcourue par l'IKMT 10 dans la couche : en pointillés les limites de confiance de ces densités,  $P = 0,10$  ;  $n =$  nombre total d'individus récoltés de jour ou de nuit.

Fig. 14. — Vertical distribution in the equatorial zone of : a) Fish larvae, b) Cephalopods, c) Amphipods (Phronima excepted), d) Phronima, e) Pteropods thecosoma, f) Heteropods. The mean densities by layer are expressed in numbers of individuals per 1000 m ran by the IKMT 10' through the layer; dashed line : confidence limit of the densities  $p = 0.10$  ;  $n =$  total number of individuals collected by day and night.

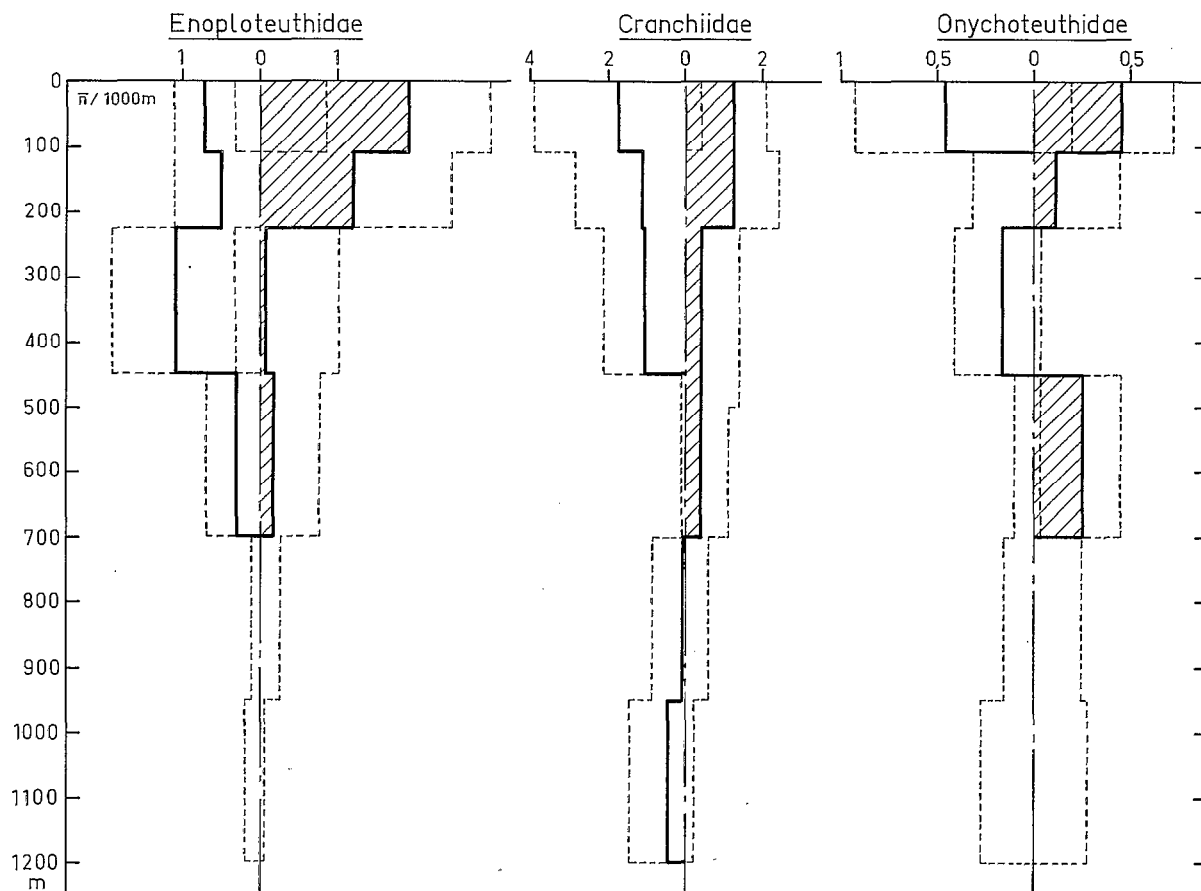


Fig. 15. — Distribution verticale en zone équatoriale des *Cranchiidae*, *Enoplateuthidae* et *Onychoteuthidae* (CARIDE 3).  
 Fig. 15. — Vertical distribution in the equatorial zone of the *Cranchiidae*, *Enoplateuthidae* and *Onychoteuthidae* (CARIDE 3).

#### 1.4. DISTRIBUTIONS VERTICALES DES AUTRES GROUPES MICRONECTONIQUES.

##### 1.4.1. Larves de poissons (fig. 14 A).

L'échantillonnage de ces stades par l'IKMT 10 est très sélectif, les grosses formes étant seules retenues ; d'autre part, une fraction importante de ce groupe est constituée de larves de poissons côtiers. Le caractère le plus intéressant du schéma de distribution paraît être la présence permanente d'un maximum de densité entre 700 et 950 m. On notera aussi un enrichissement nocturne de la couche 0-225 m qui peut être dû, au moins en partie, à une variation de comportement des larves superficielles (PARIN, 1967).

##### 1.4.2. Céphalopodes (fig. 14 B).

Les Céphalopodes, représentés dans nos récoltes surtout par des larves et des post-larves, montrent

dans leur ensemble une distribution verticale identique de jour et de nuit. La couche 0-450 m est la plus riche, le maximum de densité étant superficiel ; on note toutefois l'existence d'une deuxième concentration entre 700 et 950 m.

Les familles des *Cranchiidae*, *Enoplateuthidae* et *Onychoteuthidae* ont été étudiées séparément dans les échantillons de CARIDE 3. Précisons là encore que les individus récoltés sont pour la plupart larvaires ou post-larvaires et que le comportement des adultes ne peut être déduit de ces résultats. On peut estimer, pour les *Cranchiidae* qui sont les plus nombreux, que l'on rencontre en majorité :

- de 0 à 50 m, les larves nouvellement écloses
- de 50 à 100 m, les larves
- de 100 à 250 m, les post-larves
- et au-dessous de 250 m des subadultes.

Des schémas de migration nyctémérale ont été établis pour ces trois familles suivant la méthode des différences (fig. 15) :



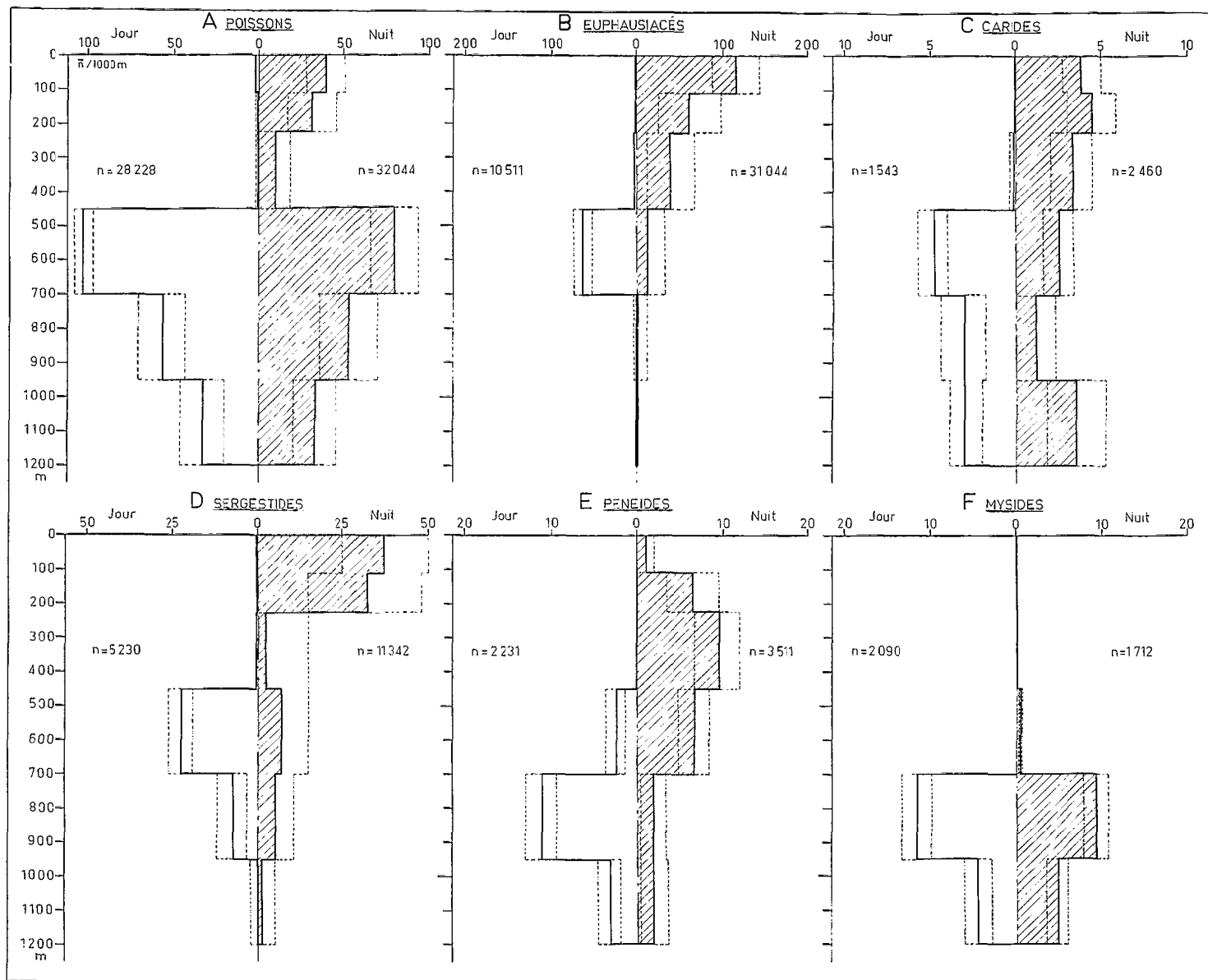


Fig. 16. — Distribution verticale en zone équatoriale de : A) Poissons, B) Euphausiacés, C) Carides, D) Sergestides, E) Peneides, F) Mysides.

Fig. 16. — Vertical distribution in the equatorial zone of the : a) Fishes, b) Euphausiids, c) Carids, d) Sergestids, e) Peneids, f) Mysids.

*Cranchiidae*

De jour, une première population de post-larves de 5 à 30 mm occupe la zone comprise entre 50 et 450 mètres, avec un léger maximum vers 100 m. Une seconde population, très dispersée, de gros individus, principalement de subadultes de *Liocranchia* et de grands *Batholhauma*, se situe entre 700 et 1250 mètres (limite de nos prélèvements). De nuit, la couche de post-larves reste pratiquement stationnaire, et seules les grosses espèces profondes semblent effectuer une remontée entre 300 et 700 mètres.

*Enoploteuthidae*

De jour, la plupart des spécimens capturés se répartissent entre la surface et 700 mètres, avec un maximum vers 400 mètres. Cette population régulièrement dispersée semble se regrouper la nuit dans les couches de surface entre 0 et 200 mètres, avec un maximum dans les 100 premiers mètres. La population nocturne profonde est extrêmement réduite et probablement constituée par des animaux plus gros et mal échantillonnés.

*Onychoteuthidae*

La répartition de cette famille fait apparaître :

- une population de surface située en permanence dans les 100 premiers mètres.
- une seconde population, cantonnée entre 270 et 450 mètres de jour, qui migrerait la nuit dans la couche 450-700 mètres.

Si ce schéma de distribution est exact, on aurait donc un déplacement nycthémeral en partie inversé, un certain nombre d'individus occupant des couches plus profondes de nuit et plus superficielles de jour.

1.4.3. *Euphausiacés* (fig. 16 B).

Dans l'ensemble tropical et équatorial considéré, environ trente espèces ont été identifiées.

- de nuit, 75 % de la biomasse des Euphausiacés sont concentrés dans la couche 0-100 (ou 160) mètres, 19 % entre 160 et 300 m, 6 % au-delà de 300 m.
- de jour, ce groupe ne représente qu'une fraction très faible des populations superficielles, seules les plus petites espèces demeurant dans les 200 premiers mètres. La densité augmente entre 200 et 450 m et est maximale entre 450 et 700 m.

Au niveau spécifique, on a mis en évidence 4 groupes bien individualisés (ROGER, 1971 a) :

- les petites espèces épipelagiques toujours can-

tonnées dans les 200 premiers mètres : *S. carinatum*, *E. tenera*, *S. affine*;

- les non migrateurs mésopélagiques, situés entre 50 et 500 m : *S. abbreviatum*, *S. longicorne*, *N. tenella*, *S. maximum*;
- les non migrateurs profonds : *S. elongatum* (300-600 m), *N. boopis* et *T. cristata* (300-800 m), *B. amblyops* (600-1000 m) ;
- les espèces migratrices liées à la DSL (situées de jour entre 400 et 800 m). On peut distinguer dans cette catégorie, celles qui se rassemblent en totalité pendant la nuit dans la couche 0-160 m (*E. diomedae*, *T. tricuspdata*, *T. aequalis*, *E. paragibba*) et celles qui se répartissent alors entre 0 et 300 m (*N. microps*, *N. gracilis*, *T. pectinata*, *T. monacantha*, *T. orientalis*, *N. flexipes*).

L'ensemble de ces résultats est schématisé sur la figure 17. L'importance relative de ces différentes espèces varie suivant les régions (tabl. 10), et la prédominance de l'une ou l'autre d'entre elles pourra modifier l'aspect du schéma général de distribution.

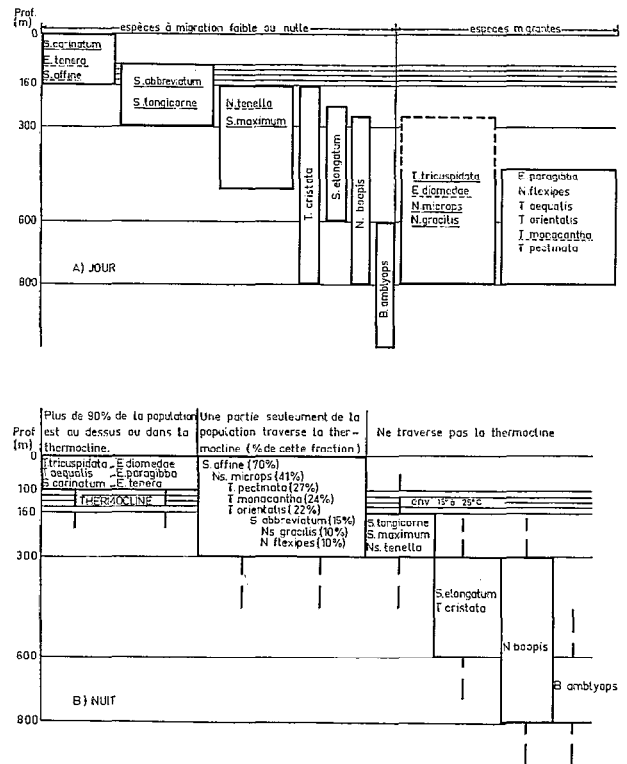


Fig. 17. — Distribution verticale, en zone équatoriale, des Euphausiacés, A) jour, B) nuit (d'après ROGER, 1971 a).

Fig. 17. — Vertical distribution in the equatorial zone of some Euphausiids, a) day, b) night (after ROGER, 1971 a).

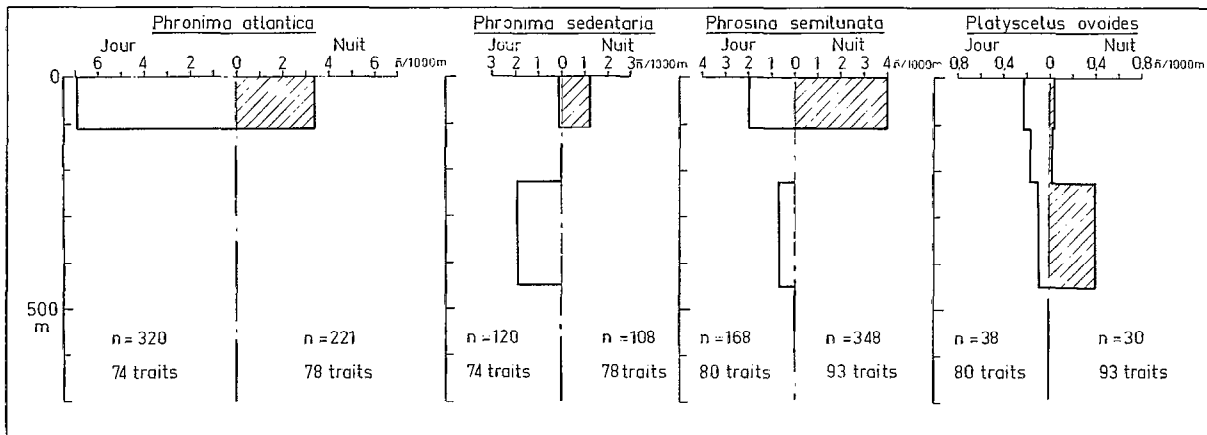


Fig. 18. — Distribution verticale en zone équatoriale de *Phronima atlantica*, *P. sedentaria*, *Phrosina semilunata* et *Platyscelus ovoides*.

Fig. 18. — Vertical distribution in the equatorial zone of *Phronima atlantica*, *P. sedentaria*, *Phrosina semilunata* and *Platyscelus ovoides*.

#### 1.4.4. Amphipodes (fig. 14 C et 14 D).

Les *Phronimes* sont dans leur ensemble superficielles et ne semblent guère dépasser 225 m, leur maximum de densité se situant dans la couche 0-110 m. Le reste des Amphipodes, dans sa majorité superficiel (0-400 m), présente cependant un deuxième niveau de concentration entre 750 et 900 m.

Pour la croisière CARIDE 3, les répartitions verticales de *Phronima atlantica* Guérin, *P. sedentaria* (Forsk.) (*Phrosina semilunata* Risso et *Platyscelus ovoides* (Risso) ont pu être établies, ces espèces étant généralement assez bien représentées dans les collectes équatoriales (fig. 18).

On constate que *Phronima atlantica* se cantonne principalement entre la surface et 110 m de profondeur, de jour comme de nuit. On peut penser que les migrations nyctémérales de cette espèce se déroulent à l'intérieur des limites de cette couche.

*P. sedentaria*, par contre, semble manifester, dans les eaux équatoriales, des mouvements migratoires beaucoup plus importants ; ainsi, la presque totalité de la population occupe, de jour, les niveaux profonds (225 à 450 m environ) et remonte en surface la nuit (0 à 110 m).

Chez *Phrosina semilunata*, on peut observer deux groupements principaux de la population équatoriale : l'un en surface (0-110 m) et l'autre plus profond, entre 225 et 450 m environ. La remontée nocturne de cette espèce en surface est très nette.

*Platyscelus ovoides* est considérée par divers auteurs comme une espèce bathypélagique, pouvant occa-

sionnellement fréquenter les eaux superficielles. Sur l'équateur, elle est très peu abondante dans les pêches et les nombres moyens d'individus par trait ne peuvent être, par conséquent, qu'approchés. Il semble que cette espèce se répartisse, de jour, dans toute l'épaisseur de la couche 0-450 m, tandis que la nuit son habitat serait limité aux eaux profondes (225-450 m environ).

#### 1.4.5. Copépodes bathypélagiques (fig. 19).

Seules quatre espèces de grande taille (7 à 11 mm), considérées comme valablement échantillonnées par l'IKMT 10, sont étudiées ici. Les variations nyctémérales de la limite supérieure de leur présence, de type sinusoidal, ont été décrites par GUÉRÉDRAT et FRIESS (1971). Les trois espèces *Paraeuchaeta hanseni*, *Megacalanus princeps* et *Gaussia princeps* sont concentrées de jour autour de 800 m et migrent la nuit avec plus ou moins d'intensité dans les couches supérieures, ne dépassant toutefois guère 300 m. *Metridia princeps*, par contre, semble répartie également de jour et de nuit, sa distribution pouvant peut-être atteindre des profondeurs supérieures à 1200 m.

#### 1.4.6. Carides (fig. 16 C).

De jour, les Carides sont absentes de la couche 0-450 m et se répartissent de façon homogène dans les couches plus profondes, avec toutefois une densité légèrement supérieure entre 450 et 700 m. De nuit, la couche 0-450 m s'enrichit aux dépens de la couche

TABLEAU 10

Estimation des populations réelles des principales espèces d'Euphausiacés dans différentes zones : nombre d'individus par 1 000 m<sup>3</sup> d'eau et pourcentages (le signe + indique une présence sporadique en très faibles nombres) (d'après Roger 1971 b).

Croisières	CYCLONE		BORA (Tropical)		CARIDE (Équat.)		ATOLL BRISANTS		Moyenne	
<i>T. tricuspida</i> .....	6,8	0,4 %	13	1,5 %	13	0,4 %	3,7	3,5 %	9,1	0,6 %
<i>T. orientalis</i> .....	1,3	0,1 %	0,6	0,1 %	0,2	—	+	—	0,5	—
<i>T. pectinata</i> .....	0,8	—	0,7	0,1 %	0,6	—	0,3	0,3 %	0,6	—
<i>T. monacantha</i> .....	1,7	0,1 %	0,9	0,1 %	3,1	0,1 %	+	—	1,4	0,1 %
<i>T. aequalis</i> .....	25	1,5 %	15	1,7 %	19	0,6 %	22	21,5 %	20	1,3 %
<i>T. obtusifrons</i> .....	+	—	8,7	1,0 %	—	—	15	13,9 %	5,9	0,4 %
<i>T. subaequalis</i> ♂.....	—	—	1,5	0,2 %	—	—	—	—	0,4	—
<b>TOTAL THYSANOPODA.....</b>	<b>36</b>	<b>2,1 %</b>	<b>40</b>	<b>4,7 %</b>	<b>36</b>	<b>1,1 %</b>	<b>41</b>	<b>39,4 %</b>	<b>38</b>	<b>2,6 %</b>
<i>S. carinatum</i> .....	22	1,3 %	59	6,9 %	416	13,0 %	11	10,6 %	127	8,6 %
<i>S. abbreviatum</i> .....	43	2,5 %	141	16,7 %	117	3,7 %	19	18,3 %	80	5,4 %
<i>S. maximum</i> .....	8,0	0,6 %	2,2	0,3 %	3,2	0,1 %	8,7	0,6 %	3,5	0,2 %
<i>S. elongatum</i> .....	16	0,9 %	43	5,1 %	1,5	—	4,3	4,2 %	16	1,1 %
<i>S. affine</i> .....	73	4,3 %	22	2,5 %	220	6,9 %	—	—	79	5,4 %
<i>S. longicorne</i> .....	31	1,8 %	30	3,5 %	22	0,7 %	3,5	3,3 %	22	1,5 %
<b>TOTAL STYLOCHEIRON.....</b>	<b>193</b>	<b>11,2 %</b>	<b>297</b>	<b>35,0 %</b>	<b>780</b>	<b>24,4 %</b>	<b>39</b>	<b>37,0 %</b>	<b>327</b>	<b>22,2 %</b>
<i>E. diomedae</i> .....	835	48,4 %	245	28,8 %	984	30,8 %	—	—	516	35,1 %
<i>E. brevis</i> .....	—	—	16	1,9 %	—	—	10	9,9 %	6,5	0,4 %
<i>E. mutica</i> .....	—	—	56	6,7 %	—	—	0,1	0,1 %	14	1,0 %
<i>E. paragibba</i> .....	75	4,3 %	77	9,0 %	117	3,7 %	0,5	0,5 %	67	4,6 %
<i>E. tenera</i> .....	315	18,2 %	13	1,5 %	931	29,1 %	0,2	0,2 %	315	21,4 %
<b>TOTAL EUPHAUSIA.....</b>	<b>1 225</b>	<b>70,6 %</b>	<b>407</b>	<b>47,9 %</b>	<b>2 032</b>	<b>63,5 %</b>	<b>11</b>	<b>10,7 %</b>	<b>919</b>	<b>62,5 %</b>
<i>N. tenella</i> .....	114	6,6 %	30	3,5 %	34	1,1 %	2,4	2,3 %	45	3,1 %
<i>N. microps</i> .....	96	5,6 %	42	4,9 %	82	2,6 %	1,0	1,0 %	55	3,7 %
<i>N. gracilis</i> .....	62	3,6 %	10	1,2 %	230	7,2 %	0,2	0,2 %	76	5,2 %
<i>N. atlantica</i> .....	—	—	17	2,0 %	—	—	7,6	7,2 %	6,2	0,4 %
<b>TOTAL NEMATOSCELIS.....</b>	<b>272</b>	<b>15,7 %</b>	<b>99</b>	<b>11,7 %</b>	<b>346</b>	<b>10,8 %</b>	<b>11</b>	<b>10,7 %</b>	<b>182</b>	<b>12,4 %</b>
<i>N. flexipes</i> .....	+	—	2,9	0,4 %	4,4	0,1 %	1,7	1,6 %	2,2	0,1 %
<i>N. boopis</i> .....	4,0	0,2 %	3,3	0,4 %	1,0	—	0,4	0,4 %	2,2	0,1 %
<b>TOTAL NEMATOBRACTION.....</b>	<b>4,0</b>	<b>0,2 %</b>	<b>6,2</b>	<b>0,7 %</b>	<b>5,4</b>	<b>0,2 %</b>	<b>2,1</b>	<b>2,0 %</b>	<b>4,4</b>	<b>0,3 %</b>
<i>B. amblyops</i> .....	0,7	—	0,1	—	0,6	—	0,1	0,1 %	0,4	—
<b>TOTAL.....</b>	<b>1 731</b>	<b>—</b>	<b>849</b>	<b>—</b>	<b>3 200</b>	<b>—</b>	<b>104</b>	<b>—</b>	<b>1 471</b>	<b>—</b>

450-950 m, la densité dans les niveaux inférieurs restant sensiblement constante ; on aboutit ainsi à une dispersion des individus dans toute la colonne d'eau. Ce schéma général est voisin de celui observé par Foxton (1970) au large des Canaries. Bien que notre échantillonnage ait atteint 1200 m de profondeur, il apparaît que l'ensemble de la distribution verticale de toutes les espèces n'est pas couvert et

qu'une partie des stocks se situe plus profondément (CHACE, 1940).

#### 1.4.7. *Sergestides* (fig. 16 D).

Les *Sergestides* récoltées présentent de jour une nette stratification : leur densité est maximale entre 450 et 700 m, et décroît rapidement, devenant nulle

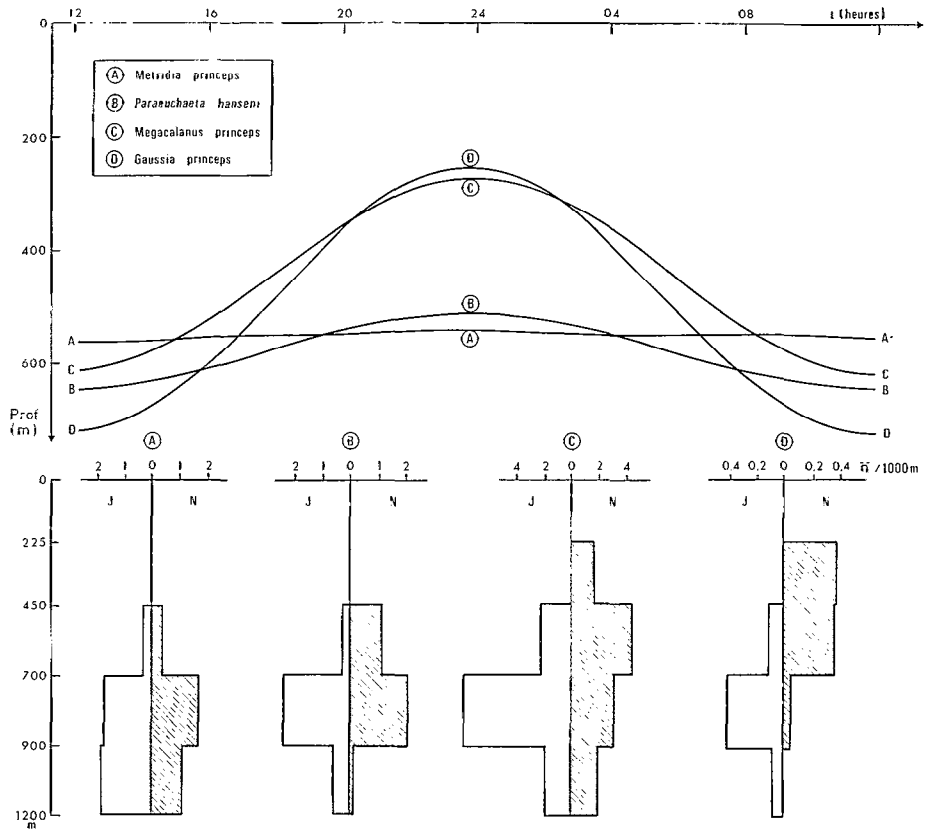


Fig. 19. — Distribution verticale de : A) *Metridia princeps*, B) *Paraeuchaeta hansenii*, C) *Megacalanus princeps*, D) *Gaussia princeps* (CARIDE 1, CARIDE 3, CARIDE 4, CARIDE 5 : séquences équatoriales).

Fig. 19. — Vertical distribution in the equatorial zone of a) *Metridia princeps*, b) *Paraeuchaeta hansenii* c) *Megacalanus princeps*, d) *Gaussia princeps* (CARIDE 1, 3, 4 and 5).

dans la couche 950-1200 m. De nuit, on observe une forte migration de ce groupe dans la couche 0-225 m, déserte de jour. Cette migration semble intéresser surtout les individus du maximum diurne, la diminution de densité se faisant moins sentir entre 700 et 950 m. VINOGRADOV (1968) souligne que les Sergestides sont assez étroitement liées par leur migration au système superficiel.

1.4.8. *Pénéides* (fig. 16 E).

Les Pénéides sont distribuées de jour entre 450 et 1200 m avec un net maximum de densité entre 700 et 950 m. De nuit, ces décapodes migrent dans la couche 110-700 m, la densité la plus forte étant rencontrée entre 225 et 450 m. Contrairement aux groupes précédents, ils ne sont présents qu'en petits nombres dans la couche de surface. La proportion de non-migrants paraît faible dans la zone prospectée.

1.4.9. *Mysides* (fig. 16 F).

De nuit comme de jour, la presque totalité des Mysides est distribuée entre 700 et 1200 m, le maximum de densité s'observant dans la couche

700-950 m. On note toutefois la présence nocturne de quelques individus entre 450 et 700 m.

1.4.10. *Hétéropodes* (fig. 14 F).

Le groupe est essentiellement superficiel ; il pourrait toutefois se produire un enfoncement nocturne de la population jusqu'à 225 m.

1.4.11. *Ptépodes thécosomes* (fig. 14 E).

Répartis de jour entre la surface et 450 m, ils semblent migrer la nuit dans la couche superficielle 0-110 m. On notera cependant l'existence possible d'une population plus profonde entre 700 et 950 m.

1.4.12. *Organismes méroplanctoniques*.

Sous cette dénomination sont rassemblés les larves et juvéniles de poissons côtiers, les larves phyllosomes de *Scyllaridae*, les larves de Stomatopodes et de divers Brachyours. Trouvés en faible nombre lors des CARIDE équatoriales effectuées loin de toute côte, ils constituent une fraction parfois importante du micronecton superficiel des zones où l'influence côtière se fait sentir.

#### 1.4.13. Organismes gélatineux.

Étant donné leur faible pouvoir nutritif et l'hétérogénéité des organismes rassemblés sous cette dénomination (principalement Méduses, Siphonophores et Tuniciers), aucune étude particulière ne leur a été consacrée ; on a simplement noté qu'ils constituent parfois un pourcentage important du poids humide des échantillons. Selon VINOGRADOV (1968), les Coelenthérés peuvent être distribués sur toute la hauteur de la colonne d'eau.

#### 1.5. CONCLUSIONS SUR LA ZONATION VERTICALE DU MICRONECTON.

Les organismes micronectoniques dont nous avons tenté de préciser la distribution verticale ne sont pas distribués uniformément dans la colonne d'eau 0-1200 m, mais paraissent concentrés dans des zones généralement bien délimitées. La profondeur de ces niveaux de concentration peut varier entre le jour et la nuit et, suivant leurs positions respectives, nous avons groupé les organismes micronectoniques collectés par l'IKMT 10 en trois faunes : superficielle (0-450 m, de jour et de nuit), profonde (plus de 450 m de jour et de nuit) et interzonale (plus de 450 m de jour et en partie 0-450 m de nuit).

La stricte appartenance à l'une ou l'autre des deux dernières faunes ne peut être précisée qu'au niveau de l'espèce et parfois même de l'âge des individus. En effet, la distribution schématique d'un groupe ne reflète que la somme des distributions des espèces dominantes, qui peuvent avoir des comportements migratoires très différents. L'image moyenne obtenue rend cependant compte de la tendance profonde ou interzonale du groupe.

##### 1.5.1. La faune superficielle.

Cette faune est constituée par les organismes dont la plus grande partie se cantonne dans la couche 0-450 m de jour comme de nuit. Certains d'entre eux effectuent des migrations nyctémérales, mais toujours à l'intérieur de cette couche. On a classé dans cette faune les groupes et espèces suivants :

- Amphipodes : *Phronima atlantica*, *P. sedentaria* et *Phronimella elongata*, *Phrosina semilunata*, *Platyscelus ovoides*.
- Euphausiacés : *Stylocheiron carinatum*, *S. affine*, *S. abbreviatum*, *S. longicorne*, *S. maximum*, *Euphausia tenera*, *Nematoscelis tenella*.
- Hétéropodes, Ptéropodes thécosomes et Pyrosomes.
- Céphalopodes : ce sont surtout les larves et

juvéniles de *Cranchiidae*, *Enoploteuthidae* et *Onychoteuthidae*, qui appartiennent à cette faune ; ROPER *et al.* (1970), rapportent les mêmes faits pour la zone des Bermudes.

- Poissons : aucun de ceux dont nous avons étudié la distribution n'est typique de cette faune ; cependant, l'habitat diurne de certaines espèces (*Vinciguerria nimbaria*) peut chevaucher la partie inférieure de cette couche. Par contre, les stades larvaires, voire juvéniles, de nombreux poissons bathypélagiques et même abyssaux appartiennent à cette faune. On signalera en outre la présence fréquente de *Lactoria diaphana* dans les récoltes de surface.
- Organismes méroplanctoniques : Leptocéphales et larves de poissons côtiers, *Tetraodontidae* en particulier ; larves phyllosomes ; larves de Stomatopodes.

##### 1.5.2. La faune profonde.

Cette faune profonde est constituée par les organismes qui, de jour et de nuit, demeurent à plus de 450 m. Pour la plupart des distributions étudiées en détail, les densités maximales s'observent entre 450 et 900 m, et, à l'exception des Mysides, la couche 900-1200 m présente toujours une nette diminution des densités. De faibles migrations nyctémérales ont été observées dans certains cas. Ce micronecton profond comprend une majorité de Poissons et de grands Crustacés :

- Poissons, représentés essentiellement par le genre *Cyclothone* (*C. pallida*, *C. alba* et *C. acclinidens* surtout) et par *Sternoptyx diaphana*.
- Mysides en totalité et une partie des Pénéides, des Sergestides et des Carides ; certains Copépodes. Les Euphausiacés profonds sont peu nombreux et représentés principalement par *Bentheuphausia amblyops* et par la plupart des *Thysanopoda cristata* et *Nematobranchion boopis*.
- Cette faune comprend en outre des représentants des grands Céphalopodes, d'Amphipodes, de Coelenthérés et de certaines larves de poissons.

##### 1.5.3. La faune interzonale.

Cette faune se compose des organismes qui cohabitent de jour avec la faune profonde et qui migrent la nuit dans la couche 0-450 m, le maximum de densité se situant alors pour la plupart des groupes entre la surface et 225 m. Ces migrations concernent rarement la totalité des individus du groupe ou de l'espèce, une fraction variable mais souvent importante de la population restant de nuit au niveau de concentration diurne. Cette faune interzonale est également constituée de Poissons et de Crustacés, en particulier d'Euphausiacés :

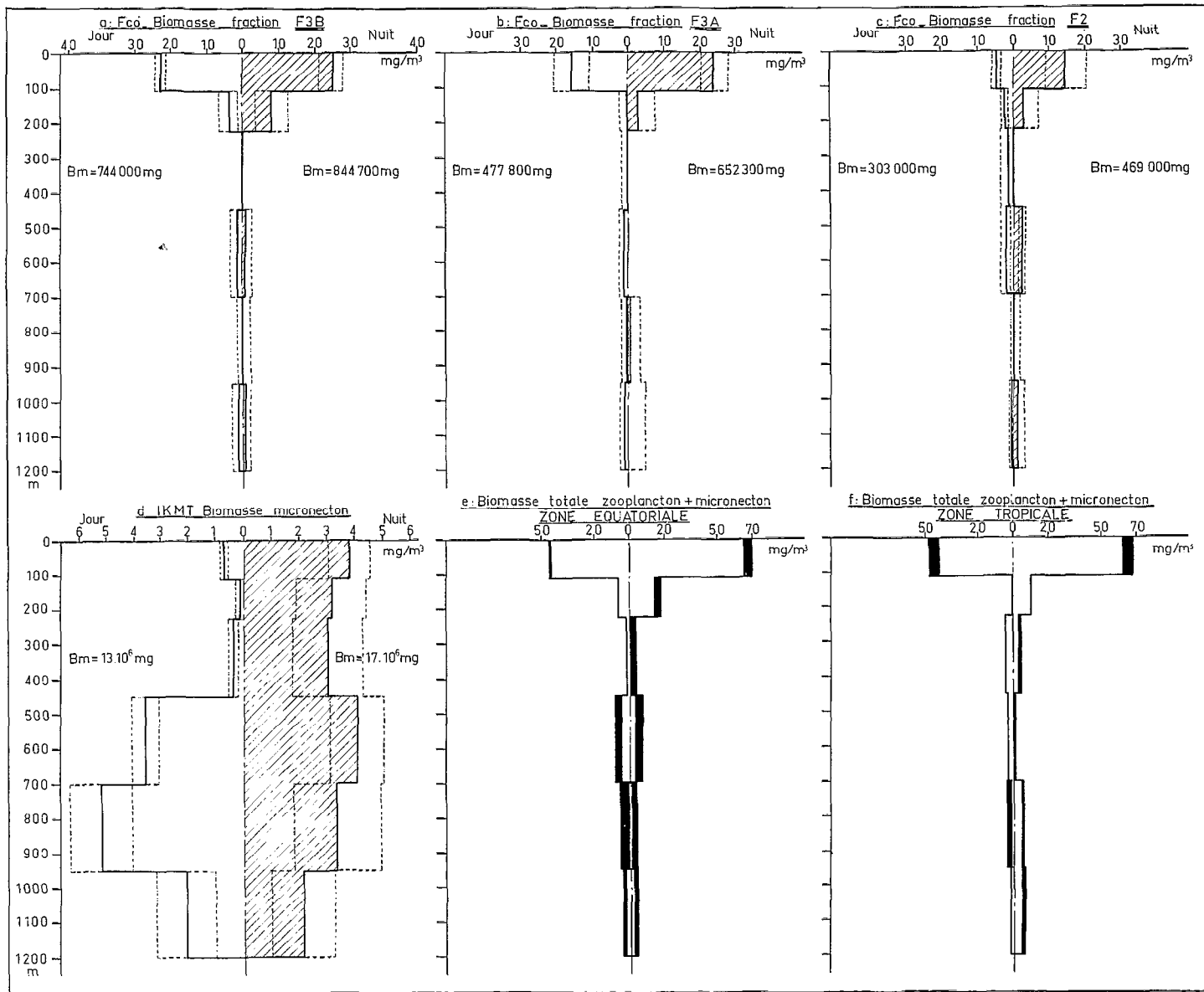


Fig. 20. — Distribution verticale des biomasses (A à E, zone équatoriale ; F, zone tropicale) : A) FCO diamètre 1 m, maille 2 (0,33 mm), fraction F3B. B) FCO diamètre 1 m, maille 2, fraction F3A. C) FCO, diamètre 1 m, maille 2, fraction F2. D) Micronekton, IKMT 10. E) Biomasse totale, Zooplancton + Micronekton (Micronekton en noir). F) Biomasse totale, Zooplancton + Micronekton (Micronekton en noir). Bm = biomasse totale en mg.

Fig. 20. — Vertical distribution of biomasses (A to E : equatorial zone ; F : tropical zone). a) FCO (ordinary conical plankton net) 1 m diameter mesh n° 2 (aperture 0,33 mm). Part F 3 B (which pass through a sieve with a mesh n° 000 aperture 1 mm gauze). b) FCO Part F 3 A (which pass through a sieve with glass rods 0,7 mm apart but retained by the mesh n° 000). c) FCO Part F 2 (which pass through a sieve with glass rods 1 mm apart but retained by the 0,7 mm one). e) Total biomass zooplankton + micronekton (micronekton in black). f) Total biomass zooplankton + micronekton (micronekton in black). Bm = total biomass in mg.

- Poissons : les espèces les plus abondantes appartiennent toutes aux Myctophidés (*Notolychnus valdiviae*, *Diaphus termophilus*, *D. lutkeni*, *D. fulgens*, *D. regani*, *Diogenichthys* spp., *Hygophum* spp., *Lepidophanes* spp., *Tripholurus microchir*, *Lampanyctus niger*, *L. hubbsi*, *Symbolophorus evermanni*, *Ceratoscopelus warmingi*) et aux Gonostomatidés (*Vinciguerria nimbaria*, *Gonostoma* spp.). On y adjoindra les familles des *Melamphaeidae*, des *Stomatidae* et des *Chauliodontidae*. Certaines espèces migrent jusqu'à la surface (*Myclophum asperum*, *Symbolophorus evermanni*) (PARIN, 1968 ; KAWAGUCHI, 1969 ; CRADDOCK et MEAD, 1970).
- Euphausiacés : on distinguera un groupe dont la partie supérieure de l'habitat peut déborder de jour sur le domaine de la faune superficielle : *Euphausia diomedae* (30 % du total des Euphausiacés récoltés), *Nematoscelis gracilis* (11 %), *Thysanopoda tricuspidata* (8 %), *Nematoscelis microps* (4 %) ; et un groupe moins nombreux toujours inférieur de jour à 450 m : *Euphausia paragibba*, *Nematobranchion flexipes*, *Thysanopoda aequalis*, *T. orientalis*, *T. monacantha*, et *T. pectinata*. Les distributions observées dans l'Atlantique par A. DE C. BAKER (1970) sont très voisines.
- La majeure partie des Pénéides, des Sergestides et aussi des Carides. On rejoint ici les conclusions de AIZAWA (1969) et de FOXTON (1970) qui distinguent des espèces migrantes et des espèces non migrantes chez ces Décapodes : l'immersion de leurs maximums diurne et nocturne concorde avec nos propres résultats.

#### 1.5.4. Distribution des biomasses (fig. 20).

La zonation que nous avons tenté d'établir met en évidence la prédominance des espèces interzonales au sein du micronecton. Les organismes micronectoniques adultes sont pour la plupart carnivores ou euryphages, donc en relation étroite avec le zooplancton. Nous n'avons, rappelons-le, analysé ce dernier que d'après les biomasses récoltées par un filet conique de 1 m et de maille 2 couplé à l'IKMT 10, au cours de la croisière CARIDE 5. Les figures 20 A à 20 C rassemblent les valeurs des biomasses par couche pour les différentes fractions définies au § 1.2.3. On observe que :

- au-dessous de 225 m les quantités de zooplancton sont très faibles ; on note cependant une légère augmentation de la densité entre 450 et 700 m.
- l'essentiel de la biomasse zooplanctonique est concentré dans la couche 0-225 m, principalement entre 0 et 110 m.
- la différence nycthémerale des biomasses de la

couche 0-110 m, pratiquement inexistante pour la fraction F3B, s'accroît pour F3A et surtout pour F2, ce qui correspond à l'apparition de nuit dans cette couche des Euphausiacés de petite taille.

Ces résultats sont confirmés par les traits effectués dans la même zone au moyen du filet ouvrant fermant. VINOGRADOV (1968) décrit pour cette région du Pacifique le même type de distribution, avec des biomasses du même ordre de grandeur.

La figure 20 D schématise pour les croisières équatoriales CARIDE 3 à 5 la distribution en biomasse du micronecton, à l'exclusion des organismes gélatineux. On constate :

- une très faible densité diurne dans la couche 0-450 m, le maximum se situant entre 450 et 950 m.
- une augmentation très importante de densité dans la couche 0-450 m de nuit, accompagnée d'une diminution dans l'ensemble de la couche 450-950 m.
- un maximum de densité, localisé de jour dans la couche 700-950 m, et situé de nuit entre 450 et 700 m ; par contre la couche 950-1200 m ne paraît pas présenter de variations nycthémerales de densité.

Si on compare la distribution en biomasse à la distribution en nombre total des organismes, on observe que de nuit la couche 0-225 m est peuplée de beaucoup plus d'organismes que la couche 225-450 m, alors que les biomasses ne sont pas nettement différentes. Cette couche 225-450 m semble être de nuit une zone de séparation entre les parties profondes et superficielles des populations interzonales.

Le tableau 11 résume l'importance relative en biomasse des différents groupes constituants ; dans la plupart des couches, ce sont les Poissons et les grands Crustacés qui forment l'essentiel de la biomasse.

On a réuni dans la figure 20 (E et F) la biomasse des trois fractions caractéristiques du filet conique (F3A, F3B et F2) et celle de la fraction micronectonique caractéristique de l'IKMT 10 (à l'exclusion toujours des organismes gélatineux). On peut remarquer que :

- la biomasse micronectonique est très faible par rapport à celle du zooplancton dans les couches superficielles ; même de nuit dans la couche 0-110 m elle ne représente que 1/14<sup>e</sup> environ de la biomasse totale.
- dans les couches profondes, les proportions relatives sont différentes ; dans la couche 700-950 m en particulier, le micronecton représente à lui seul la majeure partie de la biomasse totale.



TABLEAU 11

Répartition de la biomasse par groupes, en % de la biomasse totale par couche, du micronecton récolté à l'aide de l'IKMT 10 (d'après les poids moyens de CARIDE 1)

Groupes		Pois- sons	Eu- phau- siacés	Ca- rides	Serges- tides	Pe- neides	My- sides	Hété- ro- podes	Larves pois- sons	Cépha- lo- podes	Am- phi- podes	Phro- nimes	Pléro- podes théco- somes
Couches													
0-110	j	6,4	0	0	0	0	0	28,8	1,7	35,9	16,2	7,4	3,6
110-225	j	0	0	0	0	0	0	3,9	2,1	75,0	4,2	5,5	9,4
225-450	o	0	5,6	3,8	0	0	0	0	3,5	54,3	17,6	0	15,2
450-700	u	70,9	9,6	9,9	8,2	1,2	0	0	0,1	0	0	0	0
700-950	r	62,8	0	10,1	4,2	8,6	8,9	0	0,5	4,0	0,9	0	0
950-1200	r	69,2	0	19,2	0	4,6	6,3	0	0,3	0	0,5	0	0
0-110	n	29,8	20,1	8,9	15,3	0,5	0	5,3	1,0	13,2	3,4	0,9	1,5
110-225	n	33,0	14,5	14,3	18,5	4,7	0	1,3	1,7	9,6	1,5	0,2	0,7
225-450	u	21,8	21,1	23,7	2,6	16,3	0	0	0	13,1	1,4	0	0
450-700	i	80,8	2,7	7,7	3,8	4,7	0,1	0	0,1	0	0	0	0
700-950	t	77,2	0	4,9	3,9	1,9	9,1	0	0,4	2,1	0,4	0	0,1
950-1200	t	67,6	0	21,9	1,1	2,6	6,7	0	0	0	0	0	0
Poids individuels moyens, mg (CARIDE 1).....		293 ± 19,6	55,1 ± 2,44	895 ± 63,8	135,3 ± 6,37	183,8 ± 5,07	206 ± 27,6	342	49,0 ± 4,32	960 ± 145	85,0 ± 6,10	30,7 ± 2,35	42,7 ± 3,82

— pour l'ensemble de la colonne d'eau 0-1200 m, la biomasse du micronecton représente environ le quart de celle du zooplancton.

#### 1.5.5. Variations de la distribution verticale.

Le schéma général auquel nous sommes parvenus ne représente qu'une situation moyenne. L'étude, encore à son début, des écarts observés par rapport à cette situation, permet cependant de dégager dès maintenant les modes de variation les plus importants :

— variations accidentelles, liées aux conditions météorologiques : par exemple remontées de la D.S.L. lors de fortes couvertures nuageuses.

— variations cycliques.

Les variations observées dans le cas de *Lampanyctus niger*, et qui peuvent être liées au cycle

lunaire, se retrouvent probablement chez nombre d'espèces (Mc DOWALL, 1969).

-- variations liées à la taille.

Comme le note VINOGRADOV (1968), les fluctuations saisonnières sont faibles en zone tropicale ; il semble par contre qu'il pourrait exister des modifications de la distribution verticale, liées aux migrations des divers stades de développement combinées à la stratification des courants.

Ainsi, les Euphausiacés de grande taille sont en général mieux représentés en profondeur, et au sein d'une même espèce ce sont les plus gros individus qui apparaissent les plus profonds (fig. 21). Ce phénomène, déjà signalé par NEMOTO (1969), entraîne dans les courants équatoriaux une dispersion différentielle des espèces et des stades, analogue à celle de *Vinciguerria nimbaria*.

— variations géographiques.

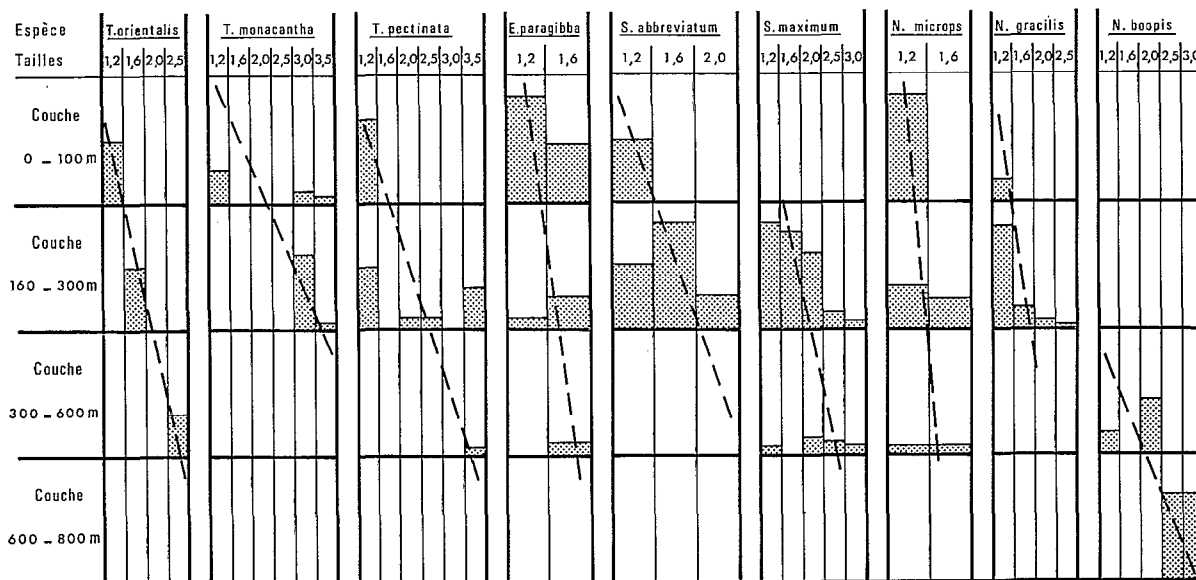


Fig. 21. — Distributions verticales différentielles des groupes de tailles de quelques Euphausiacés (d'après ROGER, 1971 a).

Fig. 21. — Vertical distributions for the different size groups of some Euphausiids (after ROGER, 1971 a).

Les résultats précédents proviennent exclusivement des croisières CARIDE équatoriales, mais l'analyse des récoltes effectuées en d'autres points de la zone équatoriale et en zone tropicale (fig. 22), bien qu'ayant révélé d'importantes variations dans la composition faunistique (tableau 10 par exemple), permet de penser que les grandes lignes de la zonation verticale s'y retrouvent.

Des différences latitudinales apparaissent toutefois dans la répartition verticale de certaines espèces. C'est le cas de *Sternoptyx diaphana*, dont le maximum de densité diurne semble plus profond en zone tropicale qu'en zone équatoriale le long du 170° E (tabl. 12).

TABEAU 12

Effectifs moyens par trait de *Sternoptyx diaphana*

profondeur trait	0-650 m jour	0-1000 m jour
Zone		
Zone équatoriale 4° S - 4° N	16,8	17,7
Zone tropicale 20° S - 5° S	1,8	14,4

De même, une réduction marquée du micronecton profond a été observée lors de la station fixe tropicale de la Croisière CARIDE 5 (fig. 20 F), correspondant à une diminution en nombre des poissons bathypélagiques (fig. 22 A); la forte biomasse micronectonique dans le système superficiel s'explique par la présence de nombreux organismes méroplanctoniques dérivant des îles Marquises voisines. A cette même station, les Euphausiacés et les Pteropodes thécosomes paraissent plus profonds (fig. 22 B et 22 C).

#### 1.5.6. Remarques complémentaires.

L'étude des distributions verticales qui vient d'être exposée, ne concerne que les espèces bien échantillonnées par le chalut IKMT. Nous verrons dans la seconde partie du texte, consacrée aux relations trophiques, que ces organismes ne constituent qu'une faible fraction des contenus stomacaux des thons, ces grands prédateurs capturant des proies qui échappent aux chaluts en raison de leur agilité. Les répartitions verticales des proies des thons sont par conséquent difficilement appréciables, et ne pourront être estimées qu'indirectement; l'une de ces voies d'approche consistera à évaluer les niveaux qu'occupent ces proies d'après l'examen des organismes dont elles se nourrissent, et dont les distributions verticales sont bien connues puisque leur petite taille en permet un bon échantillonnage par les filets et chaluts.

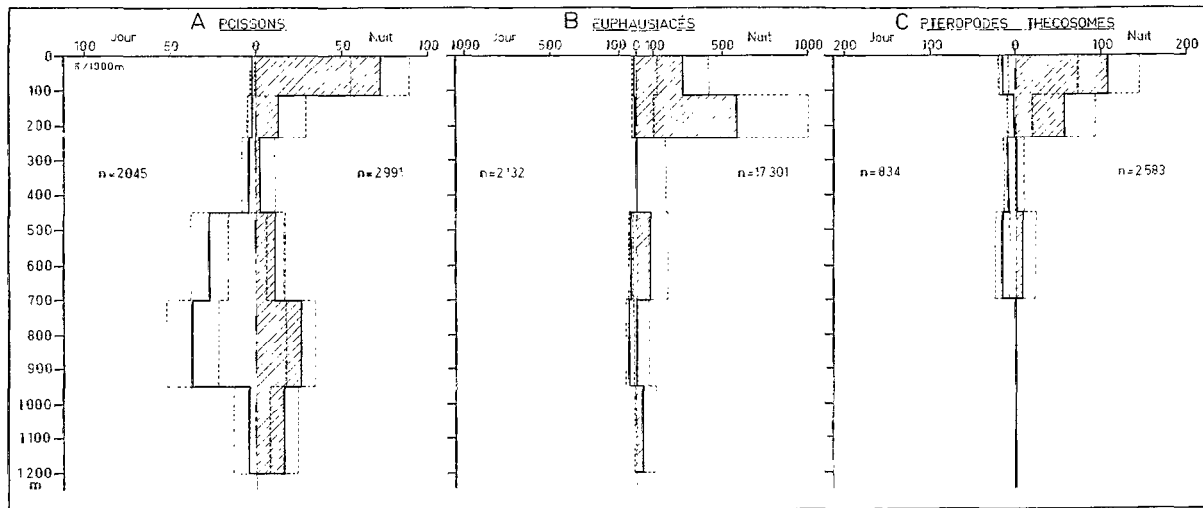


Fig. 22. -- Distribution verticale en zone tropicale de : A) Poissons, B) Euphausiacés, C) Piéropodes thécosomes.

Fig. 22. — Vertical distribution in the tropical zone of : a) Fishes, b) Euphausiids, c) Pteropods thecosoma.

2. La faune nectonique : les Thons.

2.1. MATÉRIEL ET MÉTHODES.

Depuis 1956, mais surtout depuis 1959, année à partir de laquelle l'emploi de *Cololabis saira* en tant qu'appât devint systématique, de nombreuses stations de longue ligne expérimentale ont été réalisées par le Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa dans le Pacifique tropical sud-ouest et sud central, à des latitudes comprises entre 10° S et 25° S. Les modifications successives de montage ont toutes été effectuées dans un sens favorisant la capture des germons, par approfondissement de certains des niveaux de pêche, tout en maintenant des hameçons superficiels. Les profondeurs des hameçons, estimées à partir de la forme en chaînette que prend la longue ligne, de la distance radar moyenne entre les deux extrémités et de quelques mesures de contrôle réalisées à l'aide de profondimètres, se répartissent entre 25-50 mètres et 300-325 mètres.

Depuis mars 1971, quelques lignes verticales ont été mises en service, les hameçons se répartissant entre 125-150 mètres et 400-425 mètres. Cette technique permet en effet de prendre le relais de la longue ligne traditionnelle qui pose, pour les couches profondes, de gros problèmes de manipulation dus aux risques fréquents de rupture par augmentation de la tension sur la ligne mère au moment du virage. Par ailleurs, l'emploi de la ligne verticale permet de recueillir des données précises sur les niveaux

auxquels interviennent les captures, l'erreur sur leur estimation étant inférieure à 3 %. En effet, on sait que les poissons sont susceptibles de mordre durant le filage et le virage, lorsque la longue ligne est en mouvement, principalement les thons à nageoires jaunes et les marlins (WATANABE, 1961), ce qui fausse l'évaluation de la profondeur de leur capture ; comme la ligne verticale, de par la présence de son lest et du fait qu'elle n'est pas sollicitée par des tractions latérales, met environ quatre fois moins de temps à couler que la longue ligne classique (SAITO *et al.* 1970), les risques d'erreurs en sont réduits d'autant.

Quant aux rendements de cette nouvelle technique, ils sont du même ordre de grandeur que ceux obtenus avec la longue ligne traditionnelle ; SAITO *et al.* (1970) et KAMIJO (1969) affirment même qu'ils sont légèrement en faveur de la ligne verticale.

Au total, les 400 premiers mètres ont donc été prospectés, certaines couches l'ayant été toutefois beaucoup mieux que d'autres (tableau 13). Les résultats concernant les deux aires étudiées ont été regroupés, car les caractéristiques hydrologiques de ces deux régions tropicales sont peu différentes. Les quatre espèces retenues sont le germon (*Thunnus alalunga*), le thon à nageoires jaunes (*Thunnus albacares*), le thon obèse (*Thunnus obesus*) et *Alepisaurus ferox*.

2.2. DISTRIBUTIONS VERTICALES (fig. 23).

Les germons sont capturés pratiquement de la surface jusqu'à une profondeur de 400 mètres ; ils

TABLEAU 13

Longue ligne et lignes verticales :  
variations des rendements avec la profondeur.

G (Albacore) : Germon, *T. alalunga*.

YF (Yellowfin) : Thon à nageoires jaunes, *T. albacares*.

BE (Bigeye) : Thon obèse, *T. obesus*.

LF (Lancet Fish) : *Alepisaurus* spp.

Profondeurs estimées des hameçons (m)	Nombres d'hameçons	G		YF		BE		LF	
		Nb.	Rdt %	Nb.	Rdt %	Nb.	Rdt %	Nb.	Rdt %
0-24	0	—	—	—	—	—	—	—	—
25-49	327	3	(0,9)	0	(0)	0	(0)	1	(0,3)
50-74	758	3	0,4	4	0,5	2	0,3	2	0,3
75-99	2 430	19	0,8	13	0,5	3	0,1	9	0,4
100-124	4 802	29	0,6	24	0,5	7	0,1	25	0,5
125-149	5 174	81	1,6	30	0,6	11	0,2	44	0,9
150-174	2 174	26	1,2	8	0,4	4	0,2	33	1,5
175-199	5 135	77	1,5	31	0,6	9	0,2	22	0,4
200-224	1 429	21	1,5	4	0,3	2	0,1	6	0,4
225-249	3 156	27	0,9	14	0,5	2	0,1	4	0,1
250-274	2 917	35	1,2	13	0,4	4	0,1	5	0,2
275-299	5 366	80	1,5	19	0,4	8	0,1	10	0,2
300-324	2 997	43	1,4	15	0,5	4	0,1	9	0,3
325-349	26	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)
350-374	103	3	(2,9)	0	(0)	0	(0)	1	(1,0)
375-399	77	1	(1,3)	0	(0)	1	(1,3)	1	(1,3)
400-424	26	0	(0)	1	(3,8)	0	(0)	0	(0)
Total.....	36 887	458		176		57		172	
Rdt moyen.....			1,2		0,5		0,2		0,5

( ) : douteux car nombre d'hameçons trop faible.

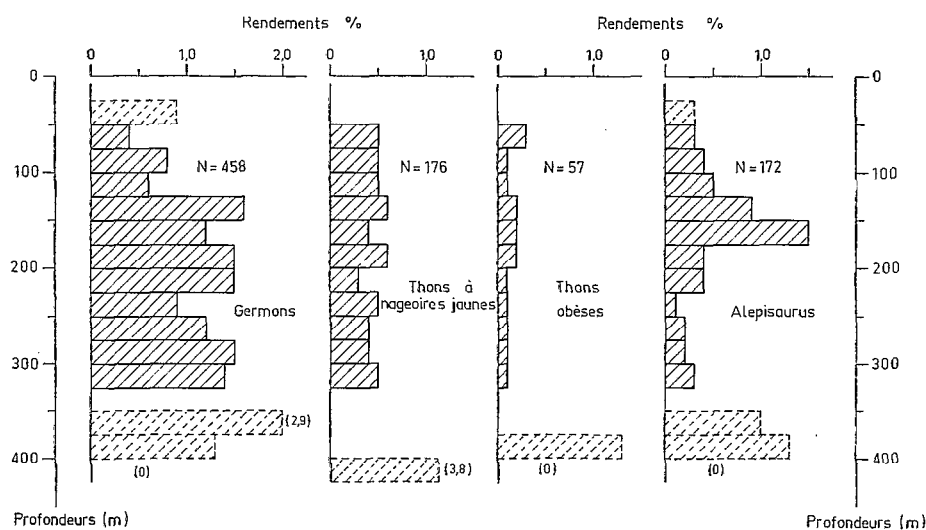


Fig. 23. — Distribution verticale de *Thunnus alalunga*, *T. albacares*, *T. obesus* et *Alepisaurus ferox* dans le Pacifique tropical.

Fig. 23. — Vertical distribution of *Thunnus alalunga*, *T. albacares*, *T. obesus* and *Alepisaurus ferox* in the tropical Pacific Ocean.

semblent toutefois plus abondants, et également répartis, entre 125-150 mètres et 300-325 mètres. En dessous, le nombre d'hameçons et de prises est trop

faible pour qu'on puisse affirmer que leur densité est la même.

En ce qui concerne les thons à nageoires jaunes,

l'estimation est plus délicate, car ces poissons, nous l'avons vu, mordent fréquemment au moment du filage ou du virage de la ligne. Les rendements, faibles, paraissent homogènes dans toute l'épaisseur de la couche qu'ils occupent. Les régions prospectées sont toutefois trop méridionales pour qu'ils soient très nombreux sur la longue ligne.

Il en est de même des thons obèses, dont les rendements sont encore plus bas ; ils semblent présents jusqu'à 400 mètres.

L'abondance maximale des *Alepisaurus* est localisée entre 150 et 175 mètres ; on les capture cependant jusqu'à 400 mètres.

Ainsi, mise à part une restriction pour les thons à nageoires jaunes de longue ligne, auxquels on a coutume d'attribuer (à tort ou à raison) une distribution plus superficielle, les « thons » s'alimentent dans la totalité de la couche 0-400 mètres ; il est possible qu'ils chassent encore plus profondément, mais on ne dispose actuellement d'aucun élément pour le prouver. En ce qui concerne les germons, ces résultats sont confirmés par SAITO *et al.* (1970).

## 2<sup>e</sup> PARTIE : RELATIONS TROPHIQUES AU SEIN DE LA FAUNE PÉLAGIQUE

### 1. Nutrition de la faune micronectonique.

Le présent chapitre est consacré à l'étude de la nutrition d'organismes micronectoniques appartenant à des taxa dont certains représentants sont directement consommés par les thons et les *Alepisaurus* de longue ligne, alors que d'autres ne se trouvent que dans les récoltes des filets, bien que certains d'entre eux soient assez proches des précédents dans la chaîne alimentaire.

Nous allons rechercher si des différences trophiques existent entre ces deux catégories quant à la nature de leur nourriture et les caractéristiques de leur comportement nutritionnel.

D'après les chapitres précédents, ces deux catégories se définissent en fonction des critères suivants :  
— les organismes utilisés par les thons doivent se trouver, de jour (heures d'alimentation des thons), en grande partie dans les 400 premiers mètres et avoir une taille suffisante pour intéresser ces grands prédateurs ; très agiles, ils échappent presque en totalité aux filets.

— les organismes caractéristiques des filets, au contraire, se trouvent plus profondément pendant la période diurne ou sont de plus petite taille.

Les taxa concernés, dont certains représentants sont consommés par les thons, sont principalement :

- les Poissons,
- les Céphalopodes,
- les Amphipodes.

#### 1.1. MATÉRIEL ET MÉTHODE.

Nous ne disposons que de données sommaires en ce qui concerne les Amphipodes et les Céphalopodes ; par contre, une étude détaillée a été conduite sur les Poissons.

On a examiné le contenu stomacal (C.S.) de 404 poissons extraits d'estomacs de thons et d'*Alepisaurus*, et de 1 640 spécimens d'espèces provenant des filets. Dans la détermination des proies ingérées, nous avons considéré les groupes suivants : Annélides, Copépodes, Ostracodes, Amphipodes, Euphausiacés, Sergestides, Pénéides, Chaetognathes, Céphalopodes, Poissons. De plus, les Euphausiacés ont été analysés au niveau de l'espèce.

L'importance pondérale des différents groupes dans les C.S. a été analysée dans la plupart des cas ; nous désignons par « C.S. relatif » le rapport du poids du C.S. au poids du corps. Pour certaines espèces de Poissons, l'insuffisance du dépouillement du matériel n'ayant pas permis cette analyse, nous avons seulement considéré les fréquences d'apparition dans les estomacs (occurrence).

Nous avons appelé « période d'activité nutritionnelle » la période durant laquelle le poids moyen du C.S. est maximal. Cette mesure pondérale ne permet pas de préciser l'importance ni la fréquence respective des activités de prédation et de digestion. De plus, les variations horaires de la nutrition n'ont pu être étudiées que pour les spécimens provenant du chalut IKMT, mais évidemment pas pour ceux trouvés dans les estomacs des thons, l'heure d'ingestion de la proie étudiée étant inconnue.

#### 1.2. AMPHIPODES.

Chez les *Phronimidae*, il a été observé un régime omnivore (SHIH, 1969) ; cependant, dans les eaux orientales de l'Océan Indien, on a pu noter chez le genre *Phronima* (REFELIN, 1970) un comportement nutritionnel essentiellement zoophage (Coelentérés 80 % des cas et Crustacés 11 %). LAVAL (1968) a étudié la nutrition de *Phronima curvipes* en élevage ; il signale que l'animal a ingéré des blastozoïdes et oozoïdes de Salpes (*Salpa fusiformis*, *Thalia democratica*), une colonie tétrazoïde de Pyrosome, deux Cténaïres (*Pleurobrachia rhodopsis*) et une Leptoméduse du genre *Phialidium*.

Chez *Phrosina semilunata*, (*Phrosinidae*), on ne relève pas, dans l'alimentation, de dominance nette des Coelentérés par rapport aux Crustacés. On notera également que les Chaetognathes figurent parfois parmi les proies consommées par cette espèce.

On trouve dans l'estomac de *Platyscelus ovoides* (*Platyscelidae*) des nématocystes de Coelentérés (50 % des cas environ). Ils sont parfois abondants et peuvent constituer jusqu'à 90 % du bol alimentaire ; par contre, l'ingestion de Crustacés et de Copépodes est plus rarement observée (4 % des cas).

### 1.3. CÉPHALOPODES.

Le régime alimentaire des Céphalopodes pélagiques est extrêmement mal connu, et, de plus, les éléments de cette connaissance sont très dispersés dans la littérature et ne font pratiquement jamais l'occasion de travaux particuliers (tabl. 14). La raison principale de cette lacune provient de la difficulté pratiquement insurmontable à l'heure actuelle d'identifier avec certitude les proies réduites en menus fragments dans

TABLEAU 14

Proies de quelques espèces de Céphalopodes

Espèces	Proies	Références*
<i>Sepioteuthis arcipinnis</i> .....	Poissons, Crustacés, Céphalopodes (in vitro) :	RAO 1954
<i>Loligo opalescens</i> .....	Crustacés ( <i>Spirontocaris</i> sp. — <i>Crangon</i> sp.) petits Poissons (in vivo) : Crustacés : Euphausiacés, Mysidacés, Amphipodes, Mégalopes. Poissons. Céphalopodes ( <i>Rossia pacifica</i> ; juv. <i>L. opalescens</i> ). Vers polychètes benthiques.	FIELDS 1965
<i>Ommastrephes pteropus</i> .....	Crustacés, Céphalopodes ( <i>Octopoteuthis sicula</i> ).	ADAM 1952
<i>O. caroli</i> .....	Poissons, Céphalopodes.	CLARKE 1966
<i>Dosidiscus gigas</i> .....	Poissons (Anchois, <i>Scomberesox</i> ), Céphalopodes.	DE SYLVA 1962
<i>Ornithoteuthis antillarum</i> .....	Céphalopodes ( <i>Abralia</i> ), Crevettes, Poissons.	VOSS 1957
<i>Illex illecebrosus</i> .....	Crustacés (Euphausiacés : <i>Meganyctiphanes</i> , <i>Thysanoessa</i> ). Poissons (Capelan, Harengs, Maquereaux).	VERRILL 1882 SQUIRES 1957
<i>Todarodes sagittatus</i> .....	Poissons (Harengs, Morue).	CLARKE 1963-1966
<i>T. pacificus</i> .....	Poissons ( <i>Maurolicus muelleri japonicus</i> ; Myctophides, <i>Engraulis</i> ; <i>Sardinops</i> ; <i>Cololabis saira</i> ). Crustacés (Amphipodes : <i>Parathemisto japonica</i> ; Mégalopes; Copépodes : <i>Calanus darwini</i> ; <i>Euchirella</i> sp.; <i>Cypris</i> ). Chaetognathes : <i>Sagitta</i> . Vers ( <i>Tomopteris pacifica</i> ). Mollusques (larves de <i>Tonna</i> ).	SOEDA 1956 KLUMOV 1963
<i>Onychoteuthis banksi</i> .....	Œufs de Poissons volants. Petits Poissons.	AKIMUSHKIN 1963
<i>Onychoteuthis</i> sp. (non <i>banksi</i> ).....	Crustacés (Amphipodes : <i>Platyscelus ovoides</i> ; <i>Phrosina semilunata</i> ). Cnidaire ( <i>Veella veella</i> ).	obs. originale
<i>Moroteuthis robusta</i> .....	Echinodermes ( <i>Brisaster tousendi</i> ). Crustacés.	SMITH 1963
<i>Gonatus fabricii</i> .....	(Copépodes : <i>Calanus finmarchicus</i> ; <i>C. hyperboreus</i> , <i>Pareuchaeta norvegica</i> ; <i>Metridia</i> sp.. Euphausiacés <i>Thysanoessa longicauda</i> . Amphipodes : <i>Hyperia galba</i> . Mollusques : <i>Limacina retroversa</i> ). Chaetognathes ( <i>Sagitta maxima</i> ). Poissons.	AKIMUSHKIN 1963 NESIS 1965
<i>Lycoteuthis diadema</i> .....	Poissons (Myctophidés), Crustacés.	VOSS 1962
<i>Oregoniateuthis springeri</i> .....	Crustacés (Euphausiacés ?).	VOSS 1962
<i>Selenoteuthis scintillans</i> .....	Crustacés.	VOSS 1962
<i>Mastigoteuthis agassizii</i> .....	Petits Crustacés.	VERRILL 1881
<i>M. grimaldii</i> .....	Crustacés ( <i>Pasiphaeidae</i> ).	RANCUREL 1971
<i>Calliteuthis armata</i> .....	Radiolaires ?	obs. originale
<i>Argonauta boellgeri</i> .....	Mollusques ( <i>Cavolinia tridentata</i> ).	OKUTANI 1960
Argonautes.....	Petits Crustacés. Poissons.	LOBIANCO 1909 LACAZE DUTHIERS 1892

\* La plupart des références citées, sont tirées des travaux de : AKIMUSHKIN 1963 et CLARKE 1966.

les contenus stomacaux ; il est très rare en effet, de pouvoir proposer un nom de genre, encore plus d'espèce, si ce n'est au hasard de la découverte d'une pièce caractéristique non brisée. Le petit nombre d'échantillons de cette faune téuthologique pélagique ne permet pas non plus d'augmenter les chances de découverte, d'autant que le systématien répugne souvent à la destruction d'échantillons parfois rares.

Les divers auteurs qui se sont intéressés un peu plus longuement au régime alimentaire des Céphalopodes pélagiques (AKIMUSHKIN, 1963 et FIELDS, 1965), insistent sur le changement de proies au cours de la croissance. Ainsi pour *Loligo opalescens* — qui est une espèce côtière — la proportion Crustacés-Poissons passe de 3/1 chez le jeune, puis à 1/1 chez l'animal plus âgé et à 1/3 chez le reproducteur, qui capture également des jeunes de sa propre espèce. Il est évident qu'au cours de la croissance le jeune calmar s'adresse à des groupes zoologiques différents et à des proies de plus en plus grosses, comme l'armement de plus en plus pugnace des bras et des tentacules le fait prévoir.

Il semblerait que, très tôt au cours de leur développement, les jeunes larves consomment le microplancton ; un très jeune *Galiteuthis armata* avait dans son estomac une grande quantité de spicules finement barbelés, siliceux, que l'on ne pouvait pas ne pas rapprocher d'aiguilles de Radiolaires. Puis, leur appareil de préhension se perfectionnant, les jeunes calmars s'attaquent aux Copépodes, Euphausiacés, puis aux Amphipodes et certainement aux Pénéides. Nous avons trouvé dans les contenus stomacaux de *Mastigoteuthis grimaldii* des fragments d'antenne appartenant sans nul doute à une Caride de la famille des *Pasiphaeidae* ; en outre, les organes digestifs, hépato-pancréas et canal alimentaire, étaient emplis d'une huile rougeâtre semblable à celle exsudée par les œufs d'une autre *Pasiphaeidae* (*Glyphus marsupialis*). Comme le supposent plusieurs auteurs, les modifications morphologiques radulaires constatées dans certaines familles pourraient être en relation directe avec ce changement d'alimentation.

Au-delà d'un certain point, les calmars pélagiques de taille moyenne et grande (*Onychoteuthidae*, *Ommastrephidae*, *Gonatidae*, *Architeuthidae*) se nourrissent principalement de proies proportionnées à leur taille, c'est-à-dire, chassent de plus en plus les Poissons, la quantité de nourriture nécessaire devenant de plus en plus importante. BIDDER (1950) estime que la vitesse de digestion chez *Loligo* variant de 4 à 6 heures pour un bol alimentaire, l'animal doit faire au moins deux repas par jour. THORSON (1946) de son côté admet que les invertébrés pélagiques ont besoin de quatre fois plus de nourriture par unité somatique que leurs homologues benthiques, et il en déduit qu'un Calmar doit consommer par jour

jusqu'à 20 % de son poids. Il devient ainsi compréhensible que les Calmars s'attaquent à des proies (Poissons) de plus en plus grosses au fur et à mesure de leur croissance.

Arrivés au stade adulte, parfois groupés en bancs importants (*Loligo*, *Sepioteuthis*, *Illex*, *Todaropsis*), les reproducteurs présentent chez certaines espèces étudiées un fort pourcentage d'estomacs vides laissant présumer un arrêt de la nourriture au moment de la reproduction (FIELDS, 1965 ; RAO, 1954).

En ce qui concerne les heures d'activité trophique, les recherches menées dans le cadre des différentes croisières laissent supposer qu'elles sont liées, tout au moins pour les stades juvéniles, à un certain seuil lumineux lunaire déclenchant, soit un regroupement protecteur, soit une dispersion trophique. Quant aux adultes, puissants nageurs, leur activité prédatrice pour une même espèce s'étend de plus de 1000 m (CLARKE, 1966) jusqu'à la surface à la poursuite de bancs de Poissons ; les *Gonatidae* étudiés à ce point de vue présentaient un maximum de contenus stomacaux pleins au lever du jour.

#### 1.4. POISSONS MICRONECTONIQUES.

##### 1.4.1. Poissons caractéristiques des filets à plancton et chaluts pélagiques.

A l'exception des *Cyclothone* spp., non migrants profonds (plus de 450 m de jour et de nuit), tous les adultes des autres espèces étudiées ici appartiennent à la faune migrante interzonale définie antérieurement. \* *Cyclothone* spp., (62 % des poissons récoltés par l'IKMT). On dispose de 106 estomacs au total ; toutefois, cet effectif se répartit entre 3 espèces dont les tailles moyennes et les heures de capture sont nettement différentes (tabl. 15) ; il est donc difficile de généraliser les résultats. Il semble cependant que l'alimentation se fasse surtout de nuit. La nourriture est finement broyée au moment de l'ingestion, de sorte que la nature du contenu stomacal est rarement identifiable ; tous les débris reconnaissables appartiennent cependant à des Copépodes.

\* *Lampanyctus niger* ne constitue que 1 % des poissons de l'IKMT ; on a analysé 491 estomacs dont 268 non vides.

Le poids moyen du contenu stomacal est d'environ 12 mg ; cette valeur augmente avec la taille des poissons, mais semble représenter un pourcentage sensiblement constant du poids du corps (tabl. 16).

Les variations nyctémérales de l'activité nutritionnelle apparaissent similaires pour les différentes classes de taille ; on note un ralentissement pendant la première moitié de la période diurne (6 h à 14 h)

TABLEAU 15

*Cyclothone* spp.: caractéristiques du contenu stomacal (C. S.) en fonction de l'heure.

Espèces	Poids moyen	Poids moyen du C. S.	C. S. relatif	% estomacs vides					
				02-06 h.	06-10 h.	10-14 h.	14-18 h.	18-22 h.	22-02 h.
<i>C. alba</i> .....	58 mg	1,6 mg	2,7 %				53 %		
<i>C. acclinidens</i> .....	198 mg	2,4 mg	1,2 %					23 %	
<i>C. pallida</i> (IKMT).....	429 mg	3,0 mg	0,7 %						13 %
<i>C. pallida</i> (chalut).....	520 mg	6,7 mg	1,1 %	0					

TABLEAU 16

*L. niger*: caractéristiques du contenu stomacal (C. S.) en fonction de la taille

Tailles	20-35 mm	36-50 mm	51-65 mm	66-80 mm
poids moyen du C. S.	0,8 mg	1,9 mg	10,4 mg	26,2 mg
C. S. relatif.....	1,0 %	0,3 %	0,8 %	0,8 %
% estomacs vides...	60 %	52 %	39 %	29 %

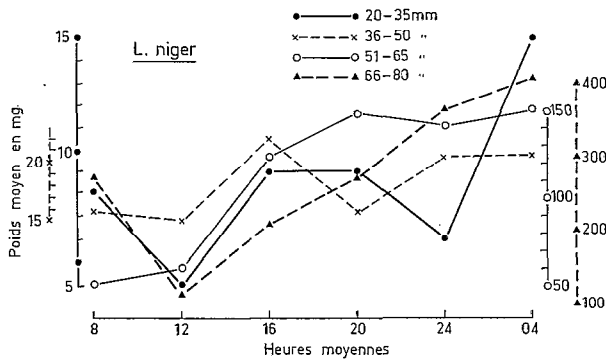


Fig. 24. — Évolution nycthémerale du poids moyen du C.S. pour 4 groupes de tailles de *L. niger*.

Fig. 24. — Diurnal evolution of the mean weight of the stomach content for 4 size groups of *Lampanyctus niger*.

une reprise en fin de journée et un maximum nocturne (fig. 24 et 25).

La nourriture de *L. niger* se compose de Copépodes, Euphausiacés, Amphipodes et Poissons. On observe

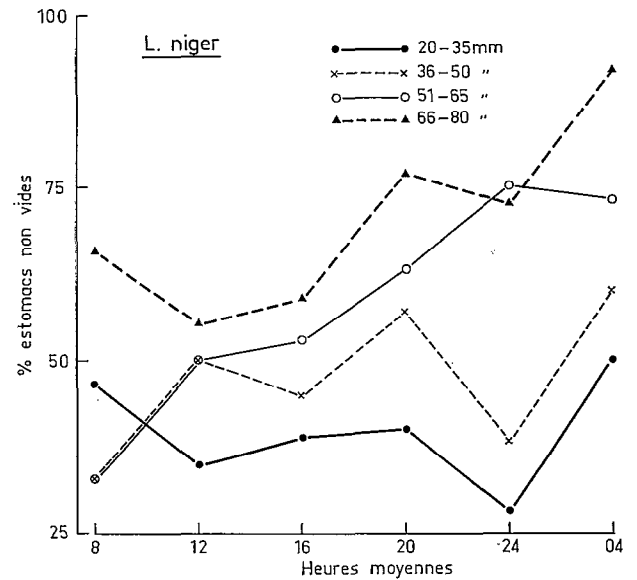


Fig. 25. — Évolution nycthémerale du pourcentage d'estomacs contenant de la nourriture pour 4 groupes de tailles de *L. niger*.

Fig. 25. — Diurnal evolution of the percentage of stomachs with food for 4 size groups of *Lampanyctus niger*.

de plus (fig. 26) que l'importance relative des proies de grande taille (Poissons, Euphausiacés) augmente en fonction de la taille du prédateur. En outre, parmi les Euphausiacés ingérés, on note chez les *L. niger* de moins de 50 mm une prédominance de petits *Stylocheiron*, alors que les poissons de plus de 50 mm consomment plutôt des *Euphausia* et des *Nematoscelis* de plus grande taille.

On constate par ailleurs que les Copépodes sont utilisés à toutes les heures, alors que l'importance



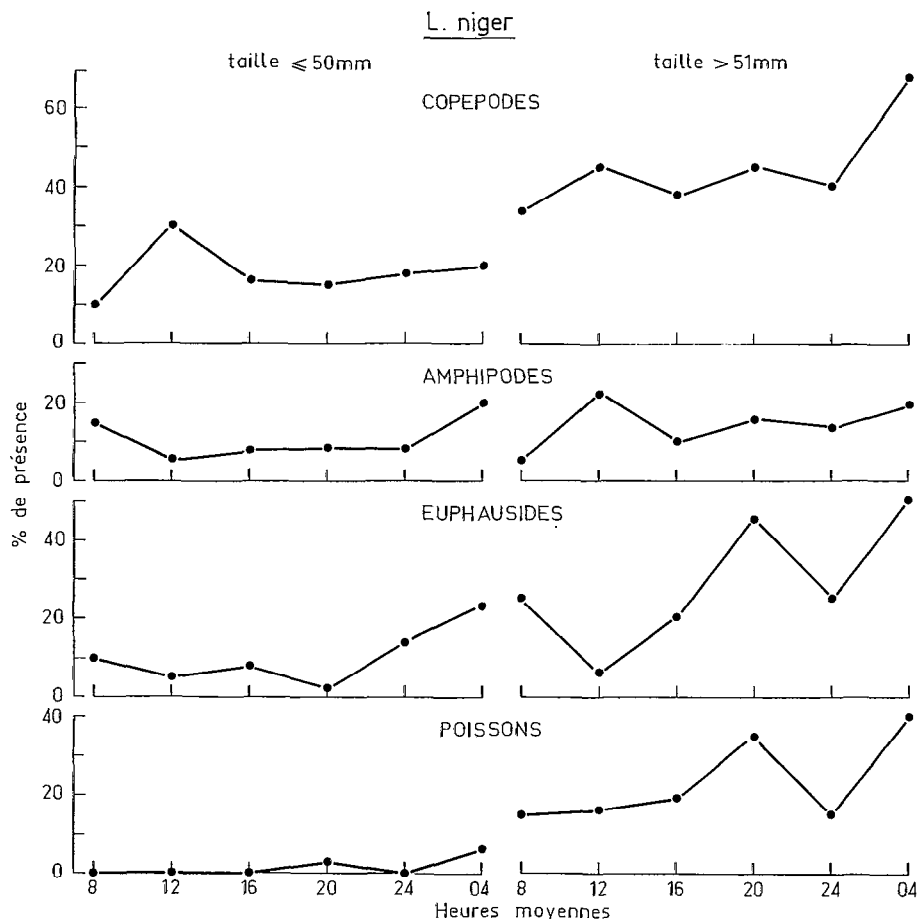


Fig. 26. — Évolution nyctémérale du pourcentage de présence de 4 catégories de proies dans les estomacs de *L. niger*.

Fig. 26. — Diurnal evolution of the percentage of occurrence of 4 types of preys in the stomachs of *Lampanyctus niger*.

des Euphausiacés et des Poissons ne s'affirme que de nuit.

\* *Lampanyctus hubbsi*, représente 2,3 % de l'effectif des poissons capturés à l'IKMT. On a examiné 98 estomacs dont 63 non vides. Les Euphausiacés constituent 86 % en poids de la nourriture totale ; le reste se compose essentiellement de Copépodes.

Bien que la nutrition paraisse s'intensifier en début de journée (fig. 27), elle se produit néanmoins à toutes les heures ; la répartition verticale de l'espèce (50-300 m de nuit, 600-700 m de jour) lui permet en effet d'avoir accès à ses proies, en majorité des *Euphausia*, aussi bien de jour en profondeur que de nuit en subsurface.

Pour cette espèce, ainsi que pour la précédente, les observations concernent l'ensemble des récoltes de la croisière CARIDE 1, pour laquelle nous avons noté au paragraphe 1.3.5.2., deux types de populations : l'une à grande migration et l'autre non migrante. L'examen de ces deux groupes considérés

séparément conduirait peut-être à la mise en évidence de comportements nutritionnels différents.

\* *Lepidophanes spp.*, représente 0,9 % des poissons de l'IKMT. On a analysé 101 estomacs dont 100 non vides. Le poids moyen du contenu stomacal atteint 4,7 mg ; son évolution en fonction de la taille du prédateur est figurée dans le tableau 17.

TABLEAU 17

*Lepidophanes spp.*: caractéristiques du contenu stomacal (C. S.) en fonction de la taille

Taille	inf. à 30 mm	sup. à 30 mm
Poids moyen du C. S.....	2,7 mg	6,2 mg
C. S. relatif.....	1,4 %	0,8 %
% estomacs vides.....	0	2 %

TABLEAU 18

*Lepidophane* spp. : pourcentages de proies aux différents stades de digestion en fonction de l'heure.

Stades de digestion	% d'aliments digérés dans le C. S.	Heures					
		02-06	06-10	10-14	14-18	18-22	22-02
1	0-33 %	66 %	52 %	79 %	84 %	50 %	75 %
2	33-66 %	33 %	26 %	14 %	5 %	30 %	15 %
3	66-100 %	0	22 %	7 %	11 %	20 %	10 %

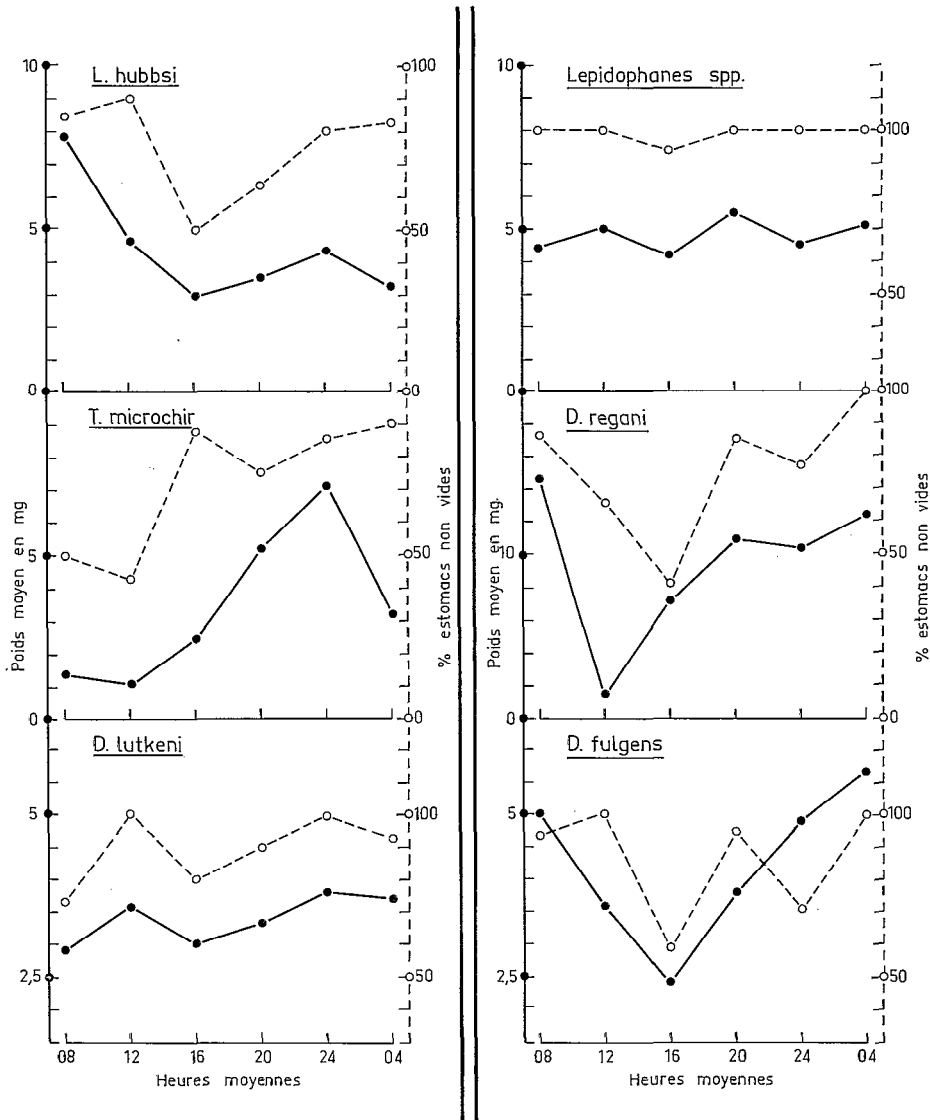


Fig. 27. — Évolution nyctémérale du poids moyen des C. S. (traits pleins) et du pourcentage d'estomacs non vides (pointillés) chez *L. hubbsi*, *Lepidophanes* spp., *T. microchir*, *D. regani*, *D. lutkeni* et *D. fulgens*.

Fig. 27. — Diurnal evolution of the mean weight of the stomach content (block line) and of the percentage of non-empty stomachs (dashed line) for *Lampanyctus hubbsi*, *Lepidophanes* spp., *Tripholurus microchir*, *Diaphus regani*, *D. lutkeni*, and *D. fulgens*.

L'activité nutritionnelle apparaît remarquablement constante au cours du nyctémère (fig. 27) ; ce fait est confirmé par l'analyse des pourcentages du matériel digéré dans les estomacs (tabl. 18).

L'« espèce » est copépodophage (occurrence moyenne 85 %), les autres groupes ne s'observant que rarement ; il n'a pas été remarqué d'évolution de la nature des proies en fonction de l'heure considérée, ni de la taille du prédateur dans la gamme des dimensions examinées.

\* *Triphoturus microchir*, constitue en nombre 3,4 % des poissons IKMT ; 100 estomacs ont été examinés dont 75 non vides. En poids, les Euphausiacés représentent 72 % de la nourriture ingérée, et les Copépodes 14 %.

L'alimentation semble particulièrement active durant la première moitié de la nuit (fig. 27), *T. microchir* trouvant alors en subsurface une plus grande quantité des petites formes (*Euphausia tenera*, *E. diomedae*) dont il se nourrit.

\* *Diaphus regani*. Le pourcentage de cette « espèce » dans l'ichtyofaune de l'IKMT est de 0,9 %. 72 estomacs ont été examinés dont 56 non vides. Le poids moyen du contenu stomacal s'élève à

14,1 mg et augmente avec la taille des individus, puisqu'il représente un pourcentage constant du poids du corps ; toutefois, le pourcentage d'estomacs vides décroît avec la taille (tabl. 19).

TABLEAU 19

*D. regani*: caractéristiques du contenu stomacal (C. S.) en fonction de la taille

Tailles	≤ 40 mm	41-55 mm	> 55 mm
Poids moyen du C. S...	2,4 mg	12,4 mg	28,4 mg
C. S. relatif.....	0,9 %	0,8 %	0,9 %
% estomacs vides.....	35 %	21 %	18 %

L'activité nutritionnelle marque une diminution très nette en première partie et en milieu de journée ; la reprise se manifeste en fin de période diurne et conduit à un maximum nocturne (fig. 27). L'analyse des proportions d'aliments frais et d'aliments digérés aux différentes heures (tabl. 20) permet de situer la période de nutrition la plus active de 16 heures à 6 heures.

TABLEAU 20

*D. regani*: pourcentages de proies aux différents stades de digestion en fonction de l'heure.

Stades de digestion	% d'aliments digérés dans les C. S.	Heures					
		02-06	06-10	10-14	14-18	18-22	22-02
1	0 à 33 %	80 %	0	25 %	40 %	70 %	66 %
2	33 à 66 %	0	28 %	0	40 %	15 %	17 %
3	66 à 100 %	20 %	72 %	75 %	20 %	15 %	17 %

TABLEAU 21

*D. regani*: occurrence des divers types de proies en fonction de la taille

Proies	Copépodes	Euphausiacés	Poissons	Amphipodes
Tailles				
≤ 40 mm	63 %	25 %	0	9 %
41-55 mm	60 %	44 %	16 %	8 %
> 55 mm	95 %	63 %	42 %	10 %

Les proies les plus fréquemment rencontrées dans les estomacs sont les Copépodes, les Euphausiacés et les Poissons. On note de plus une tendance à une évolution de la nature des proies en fonction de la taille du prédateur : l'importance des Euphausiacés et des Poissons s'affirme en effet chez les *D. regani* de grande taille (tabl. 21).

Enfin, l'analyse des fluctuations horaires de la nature du contenu stomacal indique que la consommation des Copépodes et des Poissons se fait principalement pendant la phase nocturne de nutrition active, alors que l'utilisation des Euphausiacés se produit à toute heure (tabl. 22).

TABLEAU 22

*D. regani*: occurrence des divers types de proies en fonction de l'heure

Proies	Copépodos	Euphausiacés	Poissons
06-10	28 %	86 %	0
10-14	(Effectifs insuffisants)		
14-18	80 %	40 %	0
18-22	100 %	40 %	50 %
22-02	80 %	60 %	7 %
02-06	80 %	40 %	40 %

Il s'avère donc que *D. regani* se nourrit la nuit de Copépodos, d'Euphausiacés et de Poissons ; de jour, il est absent des 500 premiers mètres et s'alimente principalement aux dépens des Euphausiacés et des Copépodos.

\* *Diaphus lulkeni*, s'inscrit pour 0,7 % du total de l'ichtyofaune de l'IKMT. L'observation de 94 estomacs, dont 86 non vides, issus de collectes effectuées dans le Pacifique équatorial central, conduit à penser que l'espèce se nourrit de crustacés (75 % en poids) et de poissons (16 %). Parmi les crustacés, Copépodos (26 %) et Euphausiacés (22 %) dominent ; on note aussi la présence de quelques Amphipodes.

L'activité nutritionnelle apparaît sensiblement continue (fig. 27), *D. lulkeni* trouvant ses proies aussi bien en subsurface de nuit (Copépodos et petits Euphausiacés superficiels : *Stylocheiron affine*, *S. longicorne*, *S. carinatum*), qu'en profondeur (400-600 m) de jour (*Euphausia diomedea*).

\* *Diaphus fulgens* représente 0,7 % des poissons de l'IKMT. On a examiné 95 estomacs dont 76 non vides ; 47 % en poids des contenus stomacaux se composent d'organismes gélatineux, 17 % de Copépodos et 10 % de poissons.

Si la nutrition s'avère globalement la plus active pendant la période nocturne de 18 h à 2 h (fig. 27), on constate cependant de grosses variations dans la composition des proies tout au long du cycle nyctéméral.

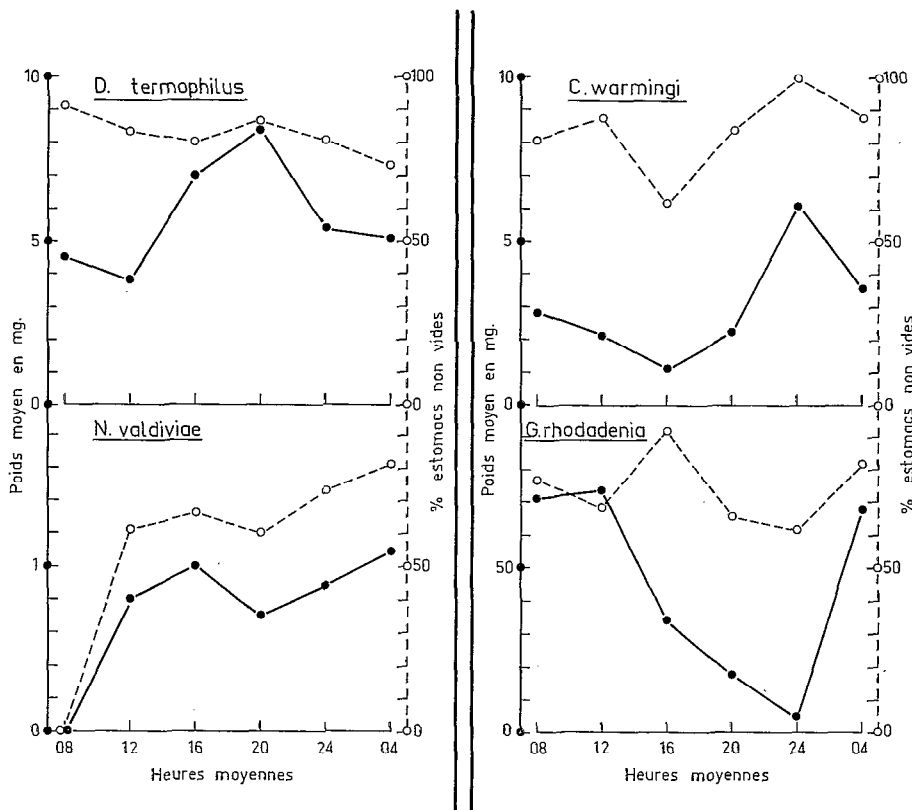


Fig. 28. — Évolution nyctémérale du poids moyen des C.S. (traits pleins) et du pourcentage d'estomacs non vides (pointillés) chez *D. termophilus*, *C. warmingi*, *N. valdiviae* et *G. rhodadenia*.

Fig. 28. — Diurnal evolution of the mean weight of the stomach content (block line) and of the percentage of non-empty stomachs (dashed line) for *Diaphus termophilus*, *Ceratoscopelus warmingi*, *Notolynchus valdiviae* and *Gonostoma rhodadenia*.

\* *Diaphus termophilus* constitue 1,1 % des poissons capturés à l'IKMT. Les 102 estomacs analysés (dont 84 non vides) indiquent que l'espèce se nourrit de proies variées : Euphausiacés 39 % en poids, Copépodes 17 %, Poissons 9 % et Céphalopodes 9 %.

La figure 28 révèle une activité prédatrice en fin de jour et en début de nuit. On observe également une différence dans la nature des organismes capturés selon l'heure ; on constate en particulier parmi les Euphausiacés, que les *Euphausia* sont consommés surtout en subsurface de nuit (0 h-4 h), tandis que les espèces ingérées au cours de la migration verticale ascendante (20 h) et descendante (4 h) appartiennent principalement au genre *Nematoscelis*.

\* *Ceratoscopelus warmingi* représente 1,4 % de l'ensemble des poissons de l'IKMT. On a observé 99 estomacs dont 87 non vides, provenant de collectes réalisées dans le Pacifique équatorial central.

Les crustacés constituent 85 % en poids de la nourriture totale ingérée ; parmi les formes identifiées, on relève 60 % d'Euphausiacés (*Euphausia diomedae*, *E. tenera*), 23 % de Copépodes et 15 % d'Amphipodes.

L'activité nutritionnelle est maximale en début de nuit, décroît régulièrement de 0 h à 16 h puis reprend à partir de 20 h (fig. 28).

La distribution verticale de l'espèce (jour 700-900 m, nuit 0-200 m) explique que *C. warmingi* rencontre principalement la nuit en subsurface les petites proies qu'il consomme.

\* *Notolychnus valdiviae*. Le pourcentage de cette espèce dans les captures de l'IKMT s'élève à 3,6 % des poissons. On a examiné 103 estomacs, dont 71 non vides, provenant de récoltes effectuées dans le Pacifique équatorial central.

Cette espèce se nourrit presque exclusivement de crustacés (98 % en poids), parmi lesquels dominent les Copépodes (90 %) ; on relève la présence de quelques petits Euphausiacés (*Euphausia tenera* ; *Stylocheiron longicorne*) et d'Amphipodes.

Le pourcentage d'estomacs vides apparaît très constant en fonction du temps. On note un arrêt bref mais très net de l'alimentation en fin de nuit et début de journée (fig. 28). La distribution relativement superficielle de *N. valdiviae* (0-200 m de nuit, présence à partir de 300 m de jour) suggère qu'il a accès presque en permanence aux petites formes dont il se nourrit.

\* *Gonostoma rhodadenia* intervient pour 0,7 % dans l'effectif des poissons de l'IKMT ; 179 estomacs dont 125 non vides ont été analysés. Le contenu stomacal pèse en moyenne 48 mg et son évolution avec la taille des individus est indiquée dans le tableau 23.

TABLEAU 23

*G. rhodadenia* : caractéristiques du contenu stomacal (C. S.) en fonction de la taille

Longueur	≤ 50 mm	51-100 mm	101-150 mm	> 150 mm
Poids moyen du C. S.	3 mg	28 mg	92 mg	226 mg
C. S. relatif.....	1,7 %	2,2 %	1,6 %	0,5 %
% estomacs vides...	32 %	39 %	42 %	18 %

Les variations horaires du degré de réplétion des estomacs (fig. 28) traduisent une nutrition plus intense dans la période 2 h-10 h. Toutefois, l'analyse des pourcentages de matières digérées indique que l'activité nutritionnelle n'est pas nulle de 18 h à 2 h (pourcentages élevés de proies peu digérées). 32 % des estomacs contiennent des Euphausiacés, 27 % des Copépodes, 10 % des poissons et 7 % des Amphipodes. On constate de plus que les Euphausiacés sont consommés principalement par les *Gonostoma* de taille moyenne ; la fréquence des poissons dans les estomacs croît régulièrement avec la taille des prédateurs (6 %, 12 %, 14 %, 42 % respectivement pour les 4 classes de tailles considérées). On n'observe pas de différences dans la nature des proies ingérées en fonction de l'heure.

#### 1.4.2. Poissons consommés par les thons et *Alepisaurus*.

\* *Sternoptyx diaphana* : on a examiné 486 contenus stomacaux, dont 463 provenant d'échantillons IKMT. Le poids moyen du contenu stomacal s'élève à 37 mg et s'accroît avec la taille du poisson (fig. 29 et tableau 24). Le rapport du poids du C.S. à celui du

TABLEAU 24

*S. diaphana* : caractéristiques du contenu stomacal (C. S.) en fonction de la taille

Longueur	≤ 9 mm	10-19 mm	20-29 mm	30-39 mm	≥ 40 mm
Poids moyen du C. S.....	6,8 mg	22,5 mg	71,0 mg	103 mg	113 mg
C. S. relatif....	16,6 %	12,2 %	7,8 %	2,5 %	2,2 %
% estomacs vides.....	10,5 %	12,5 %	10,1 %	6,2 %	17,0 %

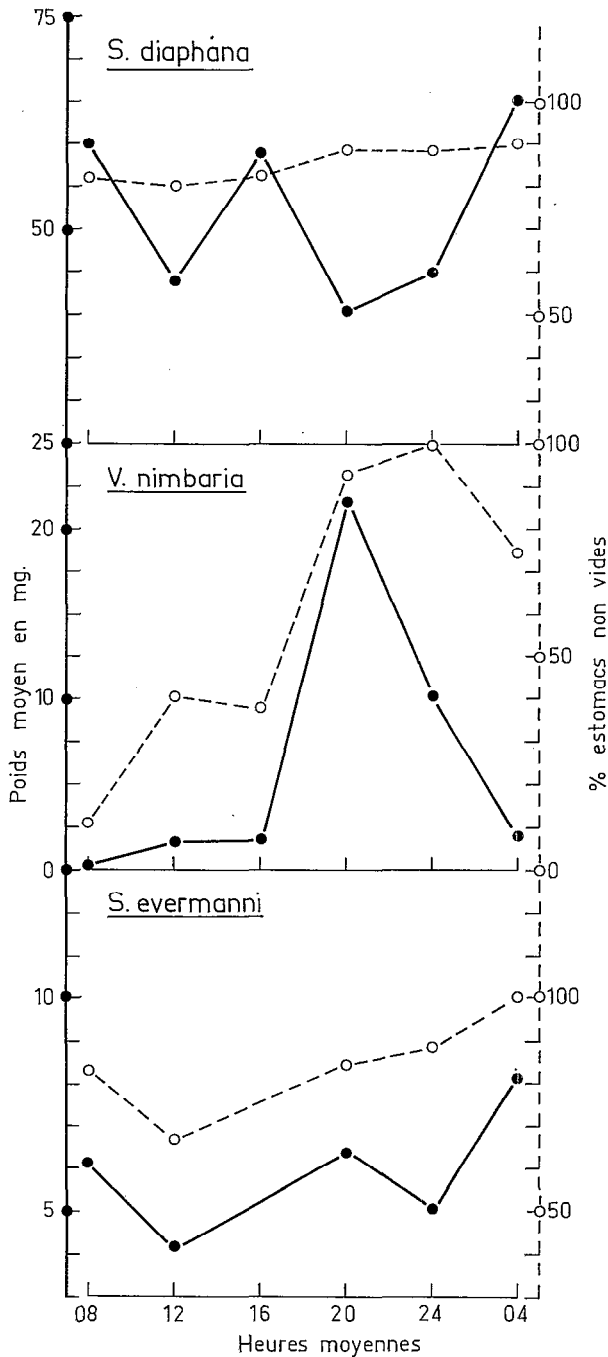


Fig. 29. — Évolution nycthémerale du poids moyen des C.S. (traits pleins) et du pourcentage d'estomacs non vides (pointillés) chez *S. diaphana*, *V. nimbaria* et *S. evermanni*.

Fig. 29. — Diurnal evolution of the mean weight of the stomach content (block line) and of the percentage of non-empty stomachs (dashed line) for *Sternoptyx diaphana*, *Vinciguerria nimbaria* and *Symbolorphus evermanni*.

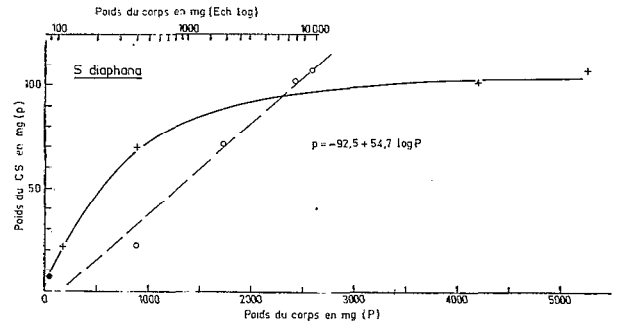


Fig. 30. — Variation du poids du C.S. en fonction du poids du corps chez *S. diaphana*.

Fig. 30. — Variation of the weight of the stomach content in terms of body weight for *Sternoptyx diaphana*.

corps (contenu stomacal relatif) est très élevé, surtout dans les petites tailles ; toutefois, il diminue beaucoup chez les gros individus, la quantité de nourriture ingérée paraissant être une fonction logarithmique du poids du corps, de la forme :

$$CS = 92,5 + 54,7 \log P. \text{ (fig. 30)}$$

avec CS = poids de la nourriture  
et P = poids du corps.

L'alimentation apparaît sensiblement continue, avec cependant une tendance à une plus grande activité dans la seconde partie de la phase nocturne (fig. 29) ; les parts respectives des matériaux frais et digérés aux différentes heures confirment cette permanence (tabl. 25).

En fréquence d'apparition dans les contenus stomacaux, les Annélides prédominent (56 %), suivies des Copépodes (36 %), Amphipodes (34 %), Ostracodes (14 %), etc. Toutefois, la nature des proies évolue nettement selon la taille du prédateur considéré (tabl. 26) ; on note en particulier que l'importance des Euphausiacés et des Poissons croît avec la taille des *Sternoptyx*.

Les Euphausiacés consommés appartiennent pour 75 % au genre *Stylocheiron*. On n'observe pas de changements très nets dans les pourcentages des diverses proies en fonction de l'heure.

En conclusion, il apparaît que *S. diaphana*, non migrant occupant la couche 400-800 mètres, exerce de façon sensiblement constante une prédation de forte intensité sur un plus grand nombre de taxa que les autres espèces.

\* *Vinciguerria nimbaria* — On a examiné 163 estomacs provenant de spécimens capturés au IKMT, dont 99 non vides, ainsi que 43 contenus stomacaux de gros individus trouvés dans des estomacs

TABLEAU 25

*S. diaphana*: pourcentages de proies aux différents stades de digestion en fonction de l'heure.

Stades de digestion	% d'aliments digérés dans le C. S.	Heures					
		02-06	06-10	10-14	14-18	18-22	22-02
1	0 à 33 %	6 %	9 %	21 %	10 %	15 %	9 %
2	33 à 66 %	24 %	22 %	19 %	8 %	15 %	12 %
3	66 à 100 %	70 %	79 %	60 %	82 %	70 %	79 %

TABLEAU 26

*S. diaphana*: occurrence des diverses catégories de proies en fonction de la taille du prédateur.

Proies	Cop.	Ostrac.	Chael.	Annel.	Euph.	Amph.	Ceph.	Pois.
Tailles mm								
≤ 9	42	17	7	51	5	18	—	7
10-19	42	18	13	69	8	41	1	13
20-29	27	23	23	45	25	52	2	23
30-39	55	25	27	13	43	36	13	45
> 40	3	24	3	21	33	26	9	24

d'*Alepisaurus* pêchés à la longue ligne ; toutefois, l'ignorance de l'heure à laquelle ces derniers ont été consommés ne permet pas leur utilisation pour la partie quantitative de cette étude.

Le poids moyen des contenus stomacaux s'élève à 7,2 mg ; on observe que ce poids augmente avec la taille des poissons, et représente un pourcentage sensiblement constant du poids de l'animal (C.S. relatif) pour les deux classes de tailles considérées dans le tableau 27 ; la proportion d'estomacs vides paraît plus élevée chez les gros organismes.

TABLEAU 27

*V. nimbaria*: caractéristiques du contenu stomacal (C. S.) en fonction de la taille

Tailles	≤ 30 mm	> 30 mm
Poids moyen du C. S. ....	5,6 mg	8,8 mg
C. S. relatif.....	2,7 %	2,8 %
% estomacs vides.....	30 %	45 %

L'intensité de la nutrition présente un rythme nyctéméral très marqué ; l'examen de la courbe du poids moyen du contenu stomacal en fonction de l'heure (fig. 29) montre en effet que *V. nimbaria* se nourrit essentiellement entre 18 heures et 22 heures (75 à 100 % d'estomacs non vides), alors que l'activité nutritionnelle apparaît très ralentie pendant la période diurne (plus de 50 % d'estomacs vides). Ceci est confirmé par le pourcentage élevé de matériaux digérés dans les estomacs de 22 h à 6 h (tabl. 28). La digestion apparaît donc rapide, de l'ordre de 4 à 8 heures.

La présence de *V. nimbaria* à moins de 100 m de nuit indique que son alimentation s'effectue en subsurface. La brièveté de la période de nutrition mise en évidence précédemment suggère que cette espèce ne se nourrit qu'une seule fois par 24 heures ; ceci conduit à estimer que chaque poisson consomme en moyenne journalièrement 4,5 mg de nourriture (poids moyen du contenu stomacal compte tenu des estomacs vides).

La fréquence d'apparition des divers groupes de proies dans les estomacs non vides, ainsi que leur

TABLEAU 28

*V. nimbaria*: pourcentages de proies aux différents stades de digestion en fonction de l'heure.

Stades de digestion	% d'aliments digérés dans le C. S.	Heures					
		02-06	06-10	10-14	14-18	18-22	22-02
1	0 à 33 %	8 %	40 %	56 %	70 %	62 %	0
2	33 à 66 %	0	0	15 %	0	29 %	22 %
3	66 à 100 %	92 %	60 %	28 %	30 %	9 %	78 %

importance en poids dans la nourriture de *V. nimbaria*, sont reportées dans le tableau 29.

On n'observe pas de différence notable dans les proportions des divers types de proies en fonction de la taille du prédateur pour les deux classes considérées.

TABLEAU 29

*V. nimbaria*: occurrences et poids des différents taxa dans les C. S.

Taxa	% de présence	Poids en %
Copépodes.....	83	64
Chaetognathes.....	14	8
Amphipodes.....	12	4
Ostracodes.....	12	1
Poissons.....	6	3
Euphausiacés.....	5	6

TABLEAU 30

*V. nimbaria*: occurrence des proies en fonction de l'heure

Heures	Poissons	Copépodes	Ostracodes	Chaetognathes	Euphausiacés	Amphipodes
06-10	0	12 %	0	0	0	0
10-14	11 %	37 %	20 %	0	15 %	2 %
14-18	2 %	17 %	6 %	2 %	0	2 %
18-22	11 %	90 %	25 %	36 %	2 %	41 %
22-02	3 %	96 %	0	17 %	3 %	4 %
02-06	0	65 %	0	0	0	0

Toutefois, l'analyse des contenus stomacaux des gros *V. nimbaria* (> 35 mm) trouvés dans les estomacs d'*Alepisaurus*, révèle une prédominance des Euphausiacés (60 % en poids), et une proportion de

Copépodes beaucoup plus restreinte (20 % en poids); les Euphausiacés appartiennent au genre *Stylocheiron*.

Le tableau 30 montre que la nature des proies ingérées varie en fonction de l'heure: on note que les Copépodes sont consommés principalement la nuit, période pendant laquelle *V. nimbaria* chasse aussi les autres proies; en profondeur de jour, la proportion des Ostracodes, Euphausiacés et Poissons s'accroît notablement.

TABLEAU 31

*D. multistriatus*: caractéristiques du contenu stomacal (C. S.) en fonction de la taille

Taille	≤ 80 mm	81-120 mm	121-160 mm	161-200 mm
Poids moyen du C. S.	15 mg	43 mg	51 mg	110 mg
C. S. relatif.....	4,5 %	4,9 %	3,8 %	2,6 %
% estomacs vides...	25 %	12 %	0	14 %

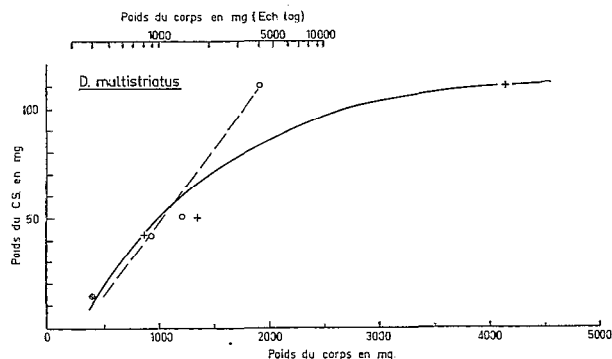


Fig. 31. — Variation du poids du C.S. en fonction du poids du corps chez *D. multistriatus*.

Fig. 31. — Variation of the weight of the stomach content in terms of body weight for *Diplospinus multistriatus*.



*Diplospinus mullistriatus*. On a examiné 157 estomacs dont 140 non vides, provenant de 39 estomacs d'*Alepisaurus*.

Le poids moyen du contenu stomacal est de 46 mg ; la relation de cette valeur avec la taille du poisson est exprimée dans le tableau 31 et la figure 31. *Diplospinus* se nourrit principalement d'Euphausiacés (70 % en poids) et de Céphalopodes (16 %). L'occurrence des divers types de proies en fonction de la taille des poissons est indiquée dans le tableau 32.

TABLEAU 32

*D. mullistriatus*: occurrence des diverses catégories de proies en fonction de la taille du prédateur

Proies	Taille			
	≤ 80 mm	81-120 mm	121-160 mm	161-200 mm
Euphausiacés.....	80 %	82 %	76 %	100 %
Céphalopodes.....	0	10 %	12 %	40 %
Copépodes.....	10 %	27 %	24 %	0
Poissons.....	20 %	28 %	18 %	0
Amphipodes.....	10 %	4 %	12 %	0

L'analyse des espèces d'Euphausiacés consommées par *Diplospinus* montre que le genre *Stylocheiron* domine nettement ; ceci suggère que ce poisson se

nourrit sur les proies qui demeurent les plus superficielles pendant la période diurne. Par contre, son activité nutritionnelle pourrait être très réduite de nuit, puisqu'on ne trouve pas dans ses contenus stomacaux les espèces d'*Euphausia* qui cohabitent avec lui à ce moment ; rappelons toutefois que les spécimens de *Diplospinus* proviennent de contenus stomacaux d'*Alepisaurus* capturés de jour, et que cette hypothèse n'est par conséquent valable qu'en admettant une digestion suffisamment lente pour que les *Euphausia* éventuellement consommés de nuit n'aient pas déjà disparu du C.S.

\* *Symbolophorus evermanni*. On a analysé 99 estomacs, dont 84 non vides, provenant du Pacifique équatorial central. En poids, la nourriture ingérée se compose de 65 % d'Euphausiacés et 10 % d'Amphipodes ; on note également la présence de quelques Copépodes et autres petits crustacés. L'activité nutritionnelle se révèle à peu près constante, avec cependant une intensité légèrement supérieure de nuit (fig. 29). *S. evermanni* se nourrit donc aussi bien de nuit en subsurface (0-200 m) que de jour en profondeur (700-800 m), puisqu'il occupe à tout moment le même biotope que les espèces migratrices dont il se nourrit.

\* *Autres espèces de poissons trouvés dans les estomacs des thons et des Alepisaurus*. L'analyse de la nourriture de ces poissons (tableau 33) montre qu'ils se répartissent en 4 groupes relativement bien individualisés :

- les copépodophages : *Centropyge*, *Anthias*.
- les mangeurs de crustacés autres que les copépodes ; *Naso*, *Balistes*.

TABLEAU 33

Contenus stomacaux de divers poissons trouvés dans les estomacs de thons et d'*Alepisaurus* (Pourcentages en poids des principales catégories de proies).

Prédateurs	Tailles moyennes mm	Copépodes Ostracodes %	Autres crustacés (Euphausiacés Amphipodes) %	Poissons Céphalopodes %
<i>Centropyge</i> .....	18	87	6	0
<i>Anthias</i> .....	23	78	22	0
<i>Naso</i> .....	28	1	53	0
<i>Balistes</i> .....	79	0	81	14
<i>Taracis</i> .....	25	1	44	54
<i>Collybus</i> .....	29	1	42	41
<i>Cubiceps</i> .....	41	8	36	32
<i>Pteraclis</i> .....	49	1	37	61
<i>Alepisaurus</i> juvéniles.....	116	0	37	36
<i>Pseudoscopelus</i> .....	81	1	0	99
<i>Scombrolabrax</i> .....	88	0	0	99
<i>Lestidiops</i> .....	126	0	2	98

TABLEAU 34

Contenus stomacaux de quelques poissons caractéristiques des récoltes du chalut IKMT 10 (Pourcentages en poids des principales catégories de proies).

Prédateurs	Tailles moyennes mm	Copépodes Ostracodes %	Amphipodes %	Petits Euphausiacés %	Grands Euphausiacés %	Poissons %
<i>N. valdiviae</i> .....	19	<b>63</b>	2	6	0	0
<i>Cyclothone sp.</i> .....	25	<b>23</b>	<b>21</b>	0	0	0
<i>C. townsendi</i> .....	25	<b>14</b>	6	<b>28</b>	1	1
<i>S. evermanni</i> .....	29	4	11	<b>44</b>	<b>22</b>	1
<i>D. lulkeni</i> .....	29	<b>26</b>	4	<b>17</b>	5	<b>16</b>
<i>V. nimbaria</i> .....	31	<b>66</b>	4	3	3	4
<i>T. microchir</i> .....	33	14	0	<b>60</b>	10	0
<i>L. hubbsi</i> .....	35	7	0	<b>70</b>	17	0
<i>D. fulgens</i> .....	35	<b>18</b>	3	0	0	<b>10</b>
<i>D. termophilus</i> .....	35	<b>18</b>	0	<b>24</b>	<b>16</b>	<b>13</b>

— les mangeurs de crustacés et de poissons : *Cubiceps*, *Alepisaurus* (juvéniles), *Taractes*, *Collybus*, *Pteraclis*.

— les ichtyophages stricts : *Pseudoscopelus*, *Lestidiops*, *Scombrlabrax*.

Les rythmes alimentaires de ces espèces n'ont pu être étudiés car nous ignorons l'heure à laquelle elles ont été ingérées par leurs prédateurs. Cependant, l'analyse spécifique des Euphausiacés consommés (*Stylocheiron*) suggère que leur activité nutritionnelle est assez voisine de celle de *Diplospinus* : essentiellement diurne, dans les 200 ou 300 premiers mètres.

#### 1.4.3. Conclusions sur l'activité nutritionnelle des poissons micronectoniques.

On a montré que les poissons micronectoniques se nourrissent sur une très vaste gamme de proies, dans laquelle figurent pratiquement tous les taxa, avec une prédominance assez marquée des Copépodes, Euphausiacés, Amphipodes et Poissons. Cependant, on constate que la nature des proies peut différer notablement selon les espèces (tableaux 33 et 34) ; on observe que les proies ingérées sont fonction de la taille des prédateurs, aussi bien au sein d'une espèce donnée (tabl. spécifiques des paragraphes 1.4.1. et 1.4.2.), qu'entre des espèces de tailles moyennes différentes (tabl. 34). En faisant le bilan des rapports entre les tailles des prédateurs et de leurs proies pour l'ensemble des espèces, on met en évidence le fait que les plus petits poissons sont essentiellement copépodophages, alors que les organismes de taille moyenne consomment davantage d'Euphausiacés et ceux de grande taille davantage de poissons (tabl. 35).

TABLEAU 35

Occurrence des divers types de proies dans les estomacs en fonction de la taille des prédateurs (toutes espèces)

Tailles des prédateurs (mm)	Copépodes	Euphausiacés	Poissons
< 30	<b>46</b>	19	12
31-60	<b>40</b>	<b>39</b>	<b>32</b>
61-90	24	<b>37</b>	<b>56</b>
91-120	7	20	<b>57</b>
121-150	5	29	<b>63</b>
> 150	7	<b>34</b>	<b>68</b>

La netteté de cette relation est toutefois masquée par le fait que seuls les petits prédateurs sont limités aux plus petites proies, alors que les grands prédateurs ont accès à toute la gamme disponible.

Notons enfin que l'agilité du prédateur, les dimensions de ses pièces buccales, ainsi que sa dentition, interviennent très probablement dans le type et la taille des proies consommées.

On n'a pas observé de différence significative entre les niveaux trophiques des poissons caractéristiques des filets et ceux consommés par les thons. Toutefois, ces derniers étant en moyenne de taille légèrement supérieure à ceux des filets, ils ont tendance à avoir davantage recours aux proies de plus grandes dimensions.

Le rapport du poids moyen du contenu stomacal au poids total de l'individu (C.S. relatif) varie beaucoup d'une espèce à l'autre, de même que la proportion d'estomacs vides (tabl. 36), mais ces valeurs n'apparaissent pas liées au poids individuel moyen des organismes. On doit noter que le pourcentage moyen d'estomacs vides dépend du rythme nutritionnel des espèces (alimentation continue ou discontinue).

TABLEAU 36

C. S. relatifs et pourcentages d'estomacs vides de quelques poissons

Espèces classées par poids moyens croissants	C. S. relatif	% C. S. vides
<i>Cyclothone alba</i> .....	2,7 %	?
<i>Cyclothone acclinidens</i> .....	1,7 %	?
<i>Vinciguerria nimbaria</i> .....	2,7 %	37 %
<i>Lepidophanes spp</i> .....	0,8 %	45 %
<i>Lampanyctus niger</i> .....	0,6 %	45 %
<i>Diaphus regani</i> .....	0,8 %	27 %
<i>Diplospinus multistriatus</i> .....	3,6 %	12 %
<i>Sternoptyx diaphana</i> .....	8,0 %	9 %
<i>Gonostoma rhodadenia</i> .....	1,4 %	29 %

Il semble que le C.S. relatif de certaines espèces diminue quand la taille des individus augmente ; toutefois, une telle tendance n'a pu être décelée chez toutes les espèces. Elle n'a été trouvée que lorsque la fonction  $CS = a + b \log P$  existe, entraînant la relation :  $CS \text{ relatif} = \frac{100 a}{P} + \frac{100 b \log P}{P}$ , qui est

évidemment décroissante. Il semble qu'on observe une telle relation chaque fois que l'éventail de tailles permet de la calculer. Par contre, le pourcentage d'estomacs vides paraît indépendant de la classe de tailles considérée.

L'examen des fluctuations horaires du poids du contenu stomacal (tabl. 37) montre que la plupart des espèces caractéristiques des filets présentent une activité nutritionnelle plus intense de nuit (*D. termophilus*, *T. microchir*, *D. fulgens*, *L. niger*, *D. regani*), et marquent un ralentissement très sensible en milieu de période diurne ; on doit toutefois noter assez souvent une reprise sensible en fin de période diurne (16 h). *L. hubbsi* fait exception et

semble se nourrir surtout de jour malgré une chute de l'activité prédatrice vers 12 heures. *V. nimbaria*, que l'on trouve aussi dans les estomacs des thons, semble se nourrir presque exclusivement entre 18 h et 0 h. Enfin *N. valdiviae*, *S. diaphana*, *D. lutkeni* et *Lepidophanes spp.* paraissent exercer une prédation sensiblement continue. La figure 32 traduit pour l'ensemble des espèces du tableau 37 la prédominance de l'activité nutritionnelle dans la première partie de la nuit. Ceci apparaît aussi bien lorsque l'on considère les poids bruts des contenus stomacaux, que lorsqu'on pondère cette valeur par le poids de l'individu, ce qui indique que ce comportement concerne indifféremment toutes les classes de tailles. La figure 32, qui synthétise les rythmes alimentaires de plusieurs espèces, conduit à penser qu'une durée de digestion de 4 à 8 heures est vraisemblablement la plus fréquente.

En ce qui concerne les poissons consommés par les thons, dont les adultes ne se trouvent pas dans l'IKMT à l'exception de *V. nimbaria*, *S. diaphana* et *S. evermanni*, on ignore l'heure à laquelle ils ont été capturés (ingestion par le thon), de sorte qu'on n'a pas directement accès à la connaissance de leur rythme nutritionnel. Afin de déterminer celui-ci, on a donc analysé la nature spécifique de celles de leurs proies dont on connaît la répartition verticale aux différentes heures ; cette recherche a été faite sur le groupe des Euphausiacés. On constate que le genre *Stylocheiron* fournit 64 % des Euphausiacés consommés, alors que les *Euphausia* n'en représentent que 12 %. Or, le premier de ces deux genres est constitué d'espèces qui demeurent en permanence entre 100 et 500 m (*S. abbreviatum* notamment) ; au contraire, les *Euphausia* (*E. diomedae* en particulier) se situent de jour entre 400 et 700 m, et n'occupent les couches plus superficielles que de nuit. Les deux genres ayant des effectifs sensiblement équivalents dans le milieu, la prédominance des *Stylocheiron* dans les estomacs de ces poissons suggère que ceux-ci n'exercent leur prédation que de jour et à moins de 400 m.

## 2. La faune nectonique : alimentation des thons.

Pour estimer ce que représente qualitativement et quantitativement la prédation des grands thons pélagiques sur la faune en place et mettre en évidence une éventuelle sélection alimentaire, deux sortes d'échantillonnages ont été utilisés : l'un direct, effectué au moyen de différents filets, l'autre indirect, réalisé par les thons eux-mêmes et dont les contenus stomacaux sont le reflet.

L'échantillonnage direct, qui devrait servir de référence lors de l'étude du régime alimentaire, ne

TABEAU 37

Fluctuations au cours de la journée du poids des C. S., exprimé en % de la somme des poids des C. S. par espèce

Espèces	Jour			Nuit		
	06-10	10-14	14-18	18-22	22-02	02-06
<i>D. termophilus</i> .....	13	11	20	25	16	15
<i>D. fulgens</i> .....	20	15	10	16	20	23
<i>D. regani</i> .....	26	3	13	19	18	22
<i>T. microchir</i> .....	7	5	12	25	35	16
<i>L. niger</i> .....	14	9	17	18	17	24
<i>C. warmingi</i> .....	16	12	6	12	34	20
<i>V. nimbaria</i> .....	1	4	4	58	27	5
<i>L. hubbsi</i> .....	29	18	11	13	16	12
<i>G. rhodadenia</i> .....	26	27	11	6	2	25
<i>N. valdiviae</i> .....	0	18	22	15	20	24
<i>S. diaphana</i> .....	20	13	20	11	13	23
<i>D. lutkeni</i> .....	14	18	15	19	16	18
<i>Lepidophanes spp.</i> .....	15	17	15	19	16	18

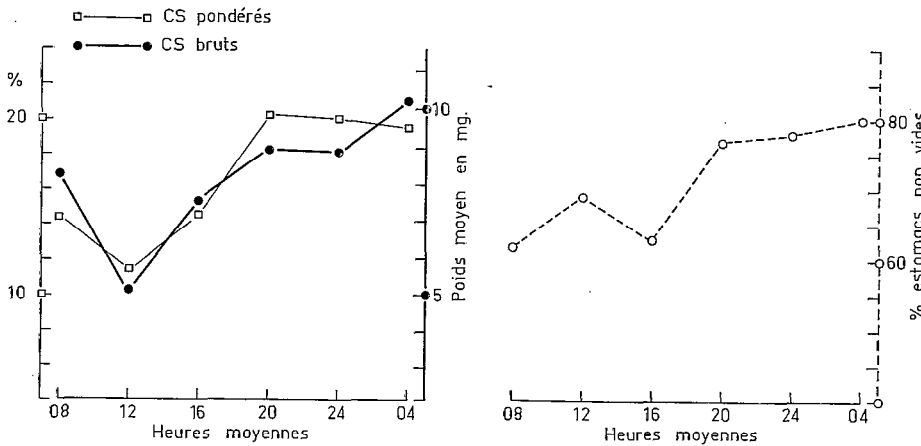


Fig. 32. — Évolution nycthémerale des poids moyens bruts et pondérés des C.S. et du pourcentage d'estomacs non vides (pointillés) des 13 espèces répertoriées dans le tableau 37.

Fig. 32. — Diurnal evolution of the mean uncorrected and balanced (i. e. balanced by the body weight) weights of the stomach content and of the percentage of non-empty stomachs (dashed line) of the 13 species listed in table 37.

permet pas, en fait, de prélever la totalité de la faune en place. Il est sélectif à des degrés divers, cette sélection, qui est essentiellement fonction des phénomènes d'évitement et d'échappement, variant suivant le filet employé et les modalités de sa mise en œuvre et suivant la taille et la forme des organismes. Dès

lors, la référence de base indispensable, qui devrait être la faune en place, devient une référence artificielle dépendant en grande partie de l'engin utilisé. S'il est possible de l'améliorer pour les petites tailles en multipliant les prélèvements à l'aide de filets à mailles de plus en plus petites, conjointement à des

filets à mailles plus grosses, on se trouve rapidement limité vers les grandes tailles, l'emploi systématique de chaluts, qui devraient être gigantesques, se heurtant à d'insolubles problèmes matériels.

L'échantillonnage indirect, réalisé par les espèces pélagiques de traîne et de longue ligne, mérite aussi un commentaire. En effet, leur capture implique nécessairement qu'elles mordent sur les hameçons, c'est-à-dire qu'elles recherchent leur nourriture aux niveaux prospectés par les lignes. Leur contenu stomacal reflète donc un certain état de chasse, sans que soient pris en compte les individus qui ne mordent pas, soit parce qu'ils sont en phase de digestion, soit parce qu'ils se nourrissent à des niveaux plus profonds.

C'est donc finalement par rapport à des récoltes de filets que sera définie l'alimentation, éventuellement sélective, d'une certaine catégorie de thons, et non par rapport à ce qu'ils sont susceptibles de rencontrer dans la totalité du milieu qu'ils occupent.

## 2.1. ÉTAT DE LA QUESTION.

KING et IVERSEN (1962) exploitent les résultats de campagnes effectuées de 1951 à 1956 dans le Pacifique Central et destinées à obtenir une mesure de la quantité de nourriture disponible pour les thons. Ils comparent les contenus stomacaux des prises de longue ligne aux collectes effectuées à l'aide de chaluts pélagiques Isaacs-Kidd de 6 et 10 pieds (ISAACS et KIDD, 1953), ces engins capturant mieux les organismes proches de ceux consommés par les thons que ne le font les filets à plancton classiques. Ils constatent que :

- l'alimentation des thons est très variée, mais le nombre de phyla ou subphyla qui y sont représentés est cependant deux fois moindre que celui des récoltes des filets, ce qui pourrait indiquer une certaine sélection alimentaire ;
- il semble exister une corrélation inverse entre le pourcentage d'occurrence des différents groupes taxinomiques représentés dans les contenus stomacaux et leur pourcentage dans les récoltes ;
- certains organismes sont communs aux filets et aux C.S., une grande partie est caractéristique des filets seuls et une faune typique des contenus stomacaux peut être définie, constituée essentiellement d'espèces bonnes nageuses très agiles. Plutôt qu'une sélection alimentaire, le dernier point mèlerait en évidence le pouvoir de capture insuffisant des filets utilisés.

Émettant la restriction que les traits sont effectués de nuit entre 0 et 400 mètres, alors que la pêche des thons a lieu de jour, ils concluent néanmoins que les chaluts Isaacs-Kidd utilisés ne sont aptes à retenir qu'une faible partie de l'alimentation des germons (*Thunnus alalunga*) et des thons à nageoires jaunes (*Thunnus albacares*).

BLACKBURN (1968), tente d'établir les relations liant le micronecton du Pacifique tropical Est aux thons. Il compare les récoltes d'un filet à ouverture carrée de 1,5 m de côté, obtenues dans la couche 0-95 m, aux contenus stomacaux de thons à nageoires jaunes et de bonites à ventre rayé (*Euthynnus pelamis*) capturés en surface à l'appât vivant et à la senne. Ses résultats font eux aussi ressortir des différences de composition entre les contenus stomacaux et les récoltes. Il donne cinq raisons susceptibles d'expliquer ces différences :

- Les traits étaient effectués de nuit, durant la phase la plus superficielle de la migration verticale du micronecton, alors que les thons étaient capturés de jour, à un moment où la répartition du micronecton est tout autre ; thons et filets n'échantillaient donc pas la même faune.
- Il est probable que les thons de surface se nourrissent dans une couche d'eau moins épaisse encore que la couche 0-95 mètres prospectée par les filets ; les organismes épipélagiques sont donc mieux représentés dans les contenus stomacaux que dans les récoltes, les filets ayant ramené une plus grande quantité d'organismes mésopélagiques qui migrent de nuit en subsurface.
- Il est possible que les thons soient incapables de capturer certains organismes qu'ils ne peuvent pas déceler par manque de stimulus visuels ou chimiques (proies invisibles la nuit, organismes transparents le jour).
- La vitesse de traction de 5 nœuds des filets est faible par rapport aux aptitudes nataoires des thons, qui sont capables de capturer des proies plus agiles.
- Les contenus stomacaux renferment souvent une part importante de matériel digéré non identifiable, dont il est difficile de déterminer la composition.

BLACKBURN conclue finalement que les thons à nageoires jaunes et les bonites de surface se nourrissent de la plupart des organismes micronectoniques présents dans leur habitat, à condition que ceux-ci soient perçus : « les thons sont des prédateurs opportunistes dans les limites de leurs perceptions sensorielles ».

BLACKBURN aussi bien que KING et IVERSEN

parviennent donc à une conclusion commune, à savoir qu'il existe des différences entre les contenus stomacaux et les récoltes des filets. Le fait que leurs traits aient eu lieu de nuit alors que les prélèvements de contenus stomacaux portent sur des thons capturés de jour, à des profondeurs variables suivant les techniques de pêche, incitent ces auteurs à émettre des restrictions quant à la validité de leurs résultats qui ne tiennent pas compte des migrations verticales du micronecton. C'est la raison pour laquelle nous avons tenté d'éliminer l'importance de ce facteur, en effectuant des prélèvements intégrant la totalité de la colonne d'eau à l'intérieur de laquelle se trouvent, quelle que soit l'heure, les organismes qui cohabitent, à un moment ou à un autre, avec les thons ; les résultats des études de répartition verticale nous ont conduit à fixer 1200 m comme limite inférieure de cette couche.

## 2.2. MATÉRIEL ET MÉTHODES.

Deux filets furent utilisés : un chalut pélagique Isaacs-Kidd de 10 pieds (IKMT 10), mailles de 4 mm et 1 mm, et un chalut pélagique à alevins (« chalut ») de 18 mètres de corde de dos, 22 mètres de longueur, ouverture 50 m<sup>2</sup> environ, à grandes mailles de 40 mm et petites mailles de 6 mm. Les traits obliques réalisés à l'aide de l'IKMT 10 échantillaient à la descente à une vitesse d'avancement du filet comprise entre 2 et 3 nœuds, à la remontée à une vitesse comprise entre 4 et 6 nœuds (voir paragraphe 1.2.1. pour la méthodologie d'emploi de ce filet). Le chalut à alevins fut utilisé au cours de traits horizontaux d'une durée de 2 h 30 environ ; il était tracté à 2-3 nœuds. On devra tenir compte, au niveau des interprétations, de cette différence de méthodologie entre les deux filets.

De 1956 à 1961, le Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa a réalisé de nombreuses pêches à la traîne au cours desquelles 1034 thons à nageoires jaunes furent capturés autour de la Nouvelle-Calédonie et des Îles Loyauté, à quelques milles au large du récif barrière et dans les passes. Parallèlement, depuis 1956, une centaine de stations de longue ligne expérimentale ont eu lieu dans le Pacifique tropical ouest, à des latitudes comprises entre 12° S et 23° S, et dans le Pacifique central, entre 10° S et 25° S (LEGAND et GRANDPERRIN, 1969 ; GRANDPERRIN *et al.*, 1969). On a retenu pour cette étude les espèces les mieux représentées dans les captures : germons, thons à nageoires jaunes et enfin *Alepisaurus ferax* qui est pris par la longue ligne en plus grand nombre parfois que les thons. Les *Alepisaurus*, qui jouent sans doute un rôle important dans le cycle biologique des thons du Pacifique tropical (GRANDPERRIN et LEGAND,

1970), présentent l'avantage d'avoir toujours un contenu stomacal en parfait état de conservation, ce qui facilite les déterminations des proies et l'évaluation de leurs biomasses. Dans la suite du texte, l'ensemble de ces trois espèces sera désigné sous le terme général « thons ».

La comparaison entre les captures des filets et les contenus stomacaux a été effectuée dans deux régions (cf. fig. 1) : le Pacifique tropical sud-central en Polynésie Française, avec des stations de longue ligne et d'IKMT 10 et le Pacifique tropical sud-ouest avec des stations de pêche à la traîne, de longue ligne, d'IKMT 10 et de chalut à alevins. Étant donné les grandes parentés hydrologiques et faunistiques existant entre ces deux zones, les résultats ont été regroupés au niveau de l'interprétation. Dans le tableau 38 sont indiqués les nombres de traits retenus dans chaque région pour cette comparaison et les profondeurs extrêmes atteintes. Ces traits ont été effectués de jour et de nuit. Sur les 18 traits de chalut, 9 n'atteignaient pas 400 mètres ; ils furent néanmoins pris en compte, étant donné le manque de collectes faites avec cet engin dans la région, et surtout le fait que les traits horizontaux n'intégrant pas, comme les traits obliques, toute la couche d'eau, il est nécessaire de les multiplier à toutes profondeurs pour parvenir à des résultats comparables. Les occurrences par station des différentes espèces, qui figurent dans les tableaux en annexe, n'ont donc, pour ce filet, que valeur d'information, les traits superficiels n'ayant évidemment pas permis la capture d'organismes profonds. L'intérêt de cet engin réside dans son aptitude à capturer des animaux plus grands que ceux retenus par l'IKMT 10.

## 2.3. COMPARAISON ENTRE LES PROIES DES THONS ET LES RÉCOLTES DES FILETS.

### 2.3.1. Analyse au niveau des grands groupes taxinomiques.

Pour établir l'importance relative de chacun des grands groupes taxinomiques dans l'alimentation des thons d'une part et dans les récoltes de micronecton d'autre part, nous avons utilisé les biomasses. La méthode de triage des récoltes des filets a été exposée au paragraphe 1.2.3. Pour les contenus stomacaux, leur état de digestion en conditionne l'analyse, les débris non identifiables étant regroupés sous la rubrique « débris digérés ». Les récoltes de l'IKMT 10 ont toutes été ramenées à un parcours standard de 10000 mètres du filet, ceci afin de donner autant d'importance aux traits courts qu'aux traits longs ; le facteur de correction n'a d'ailleurs jamais excédé 2. Les résultats sont reportés dans le tableau 39

TABLEAU 38  
Nombres de traits effectués et profondeurs extrêmes

	IKMT 10		CHALUT	
	Nombres de traits obliques (1)	Profondeurs extrêmes (m)	Nombres de traits horizontaux (1)	Profondeurs extrêmes (m)
Pacifique Sud-ouest.....	13 (2)	470-1360	18 (4)	20-1150
Pacifique Sud-central.....	16 (3)	950-1325	—	—
Total.....	29	—	18	—

(1) Traits de jour et de nuit.

(2) Croisières BORA II (BOURRET et CARADANT, 1967) ; BORA III (GUEREDRAT et CARADANT, 1967) ; BORA IV (REPÉLIN *et al.*, 1967).

(3) Croisière CARIDE 5 (MICHEL et GRANDPERRIN, à paraître).

(4) Essais 1971-72 et croisière DIAPHUS 4.

et sur la figure 33, où la biomasse de chaque groupe est exprimée en % de la biomasse totale.

#### — Poissons et larves de poissons.

Pour les deux espèces de thons et pour *Alepisaurus*, les poissons représentent les proies les plus importantes. A l'exception des thons à nageoires jaunes, leur pourcentage ne s'écarte pas sensiblement de celui qu'ils constituent dans les récoltes des filets ; nous verrons pourtant que les compositions spécifiques sont totalement différentes dans l'un et l'autre cas.

#### — Céphalopodes.

C'est avec ce groupe que la composition des contenus stomacaux s'écarte le plus de celle des récoltes. Les Céphalopodes sont des organismes actifs à nage très rapide, leur permettant d'éviter les filets, de sorte que les individus de grande taille sont occasionnels dans les récoltes, alors qu'ils sont nombreux dans les estomacs des thons. Nous verrons, au niveau de l'analyse de détail, que le chalut à alevins permet la capture d'individus dont les tailles se rapprochent de celles observées dans les contenus stomacaux ; les différences de pourcentage constatées font donc ressortir plutôt une inefficacité de l'IKMT 10 à la collecte de ces organismes qu'une véritable sélection alimentaire des thons.

#### — Crustacés.

Les Crustacés forment un pourcentage important des récoltes des filets ; à l'exception des Amphipodes

et des larves de Crustacés, ils sont pourtant mal représentés dans les contenus stomacaux des thons de longue ligne. Ils sont par contre plus fréquents chez les thons de traîne ; le détail n'en a pas été donné, car il varie suivant la proximité des côtes, les saisons et l'heure de capture. D'une façon générale, les thons de traîne absorbent une grande quantité de larves de Stomatopodes, dont certains estomacs sont remplis ; ils consomment aussi un assez grand nombre d'autres larves de Crustacés et d'Amphipodes. Les « crabes » pélagiques *Pleuroncodes planipes* (*Galatheidæ*), si importants pour les thons de surface du Pacifique oriental (BLACKBURN, 1968), n'interviennent pas ici dans l'alimentation. Les Euphausiacés sont, eux aussi, négligeables, alors qu'ils représentent près du dixième de la biomasse totale des récoltes de l'IKMT 10. A ce sujet, signalons que les bonites sont les seules à les consommer largement, bien que les thons à nageoires jaunes de surface fréquentent le même biotope. Pour tenter de l'expliquer, BLACKBURN (1968) envisage des différences de réactions, vis-à-vis de ces organismes, entre les bonites et les thons à nageoires jaunes. Nous serions plutôt amenés à penser qu'un décalage dans le temps entre leurs périodes de nutrition en est la cause : les bonites pourraient être en chasse au moment où les Euphausiacés sont encore très superficiels, une heure ou deux avant le lever du soleil, alors que les thons à nageoires jaunes se trouveraient en période de repos. Sergestides et Carides sont peu représentés dans les contenus stomacaux ; leur distribution verticale explique assez bien leur absence.

TABLEAU 39

Comparaison des contenus stomacaux et des récoltes d'IKMT 10 au niveau des grands groupes taxinomiques : biomasse de chaque groupe en % de la biomasse totale.

N : nombre d'estomacs pleins.

+ : présence (faible pourcentage de la biomasse).

Groupes	Longue Ligne			Traine	IKMT (1) (13 traits)
	G (N = 235)	YF (N = 140)	LF (N = 152)	YF (N = 148)	
Poissons et larves.....	43,1	70,0	60,2	44,2	48,5
Céphalopodes.....	34,9	23,8	22,8	18,7	3,2
Crustacés : total.....	9,0	1,9	4,0	11,9	28,4
Gros Crustacés.....					26,0
Euphausiacés.....	+	+	+		11,0
Sergestides.....	+				3,0
Carides.....	+		+		8,0
Pénéides.....					3,0
Mysides.....					1,0
Crustacés divers.....					2,4
Phronimes.....	2,6	0,2	0,7		} 1,3
Autres Amphipodes.....	1,0	+	2,3		
Larves de Stomatopodes.....	1,0	0,1	+		0,1
Phyllosomes.....	0,9	0,1	+		0,2
Copépodes.....					0,5
Larves de crustacés divers.....	3,5	1,5	1,0		0,3
Autres crustacés divers.....	+	+	+		
Plancton divers (2) : total.....	1,0	2,5	13,0	10,2	11,0
Leptocéphales.....		+	+		1,9
Chaetognathes.....					3,1
Annélides.....			1,0		+
Hétéropodes.....	+	0,4	5,0		4,8
Ptéropodes thécosomes.....		+	3,0		1,2
Ptéropodes gymnosomes.....		+			
Tonnelets de Phronimes.....	1,0	2,1	4,0		
Divers.....	+		+		
Déchets digérés et petit plancton.....	12,0	1,8		15,0	8,9
Total et volume moyen par G.S. (cc)....	100 (16,2)	100 (70,6)	100 (31,6)	100 (17,0)	100

(1) Ne porte que sur les 13 traits des croisières BORA dans le Pacifique sud-ouest tropical, les 16 traits de la croisière CARIDE 5 dans le Pacifique sud-central tropical n'ayant pas fait l'objet de mesures de biomasses.

(2) Les organismes gélatineux (Salpes, Doliolles, Phyllosomes, Siphonophores, Méduses, etc.) n'ont pas été considérés, étant donné la grande variabilité observée dans leur abondance.

Abréviations : G : Germon (*Thunnus alalunga*)

LF : *Alepisaurus ferox*

YF : Thon à nageoires jaunes (*Thunnus albacares*)

IKMT : Chalut pélagique Isaacs-Kidd 10 pieds.

#### — Plancton divers.

Hétéropodes et Ptéropodes thécosomes sont relativement nombreux dans les contenus stomacaux d'*Alepisaurus* ; la grande fragilité des premiers peut expliquer leur absence apparente des estomacs des thons. Parmi les organismes gélatineux, pratiquement seuls les tonnelets des Phronimes sont à signaler, parfois en très grand nombre, dans les estomacs. Leur dénombrement permet souvent de compter le

nombre de Phronimes absorbées, alors que celles-ci sont déjà digérées ou parvenues à un stade de digestion ne permettant pas de les individualiser.

#### — Débris digérés dans les contenus stomacaux et plancton de l'IKMT.

La fraction « petit plancton » des récoltes de l'IKMT 10 est la fraction fine, non représentative de la maille 4 mm de l'engin, retenue surtout par le cul



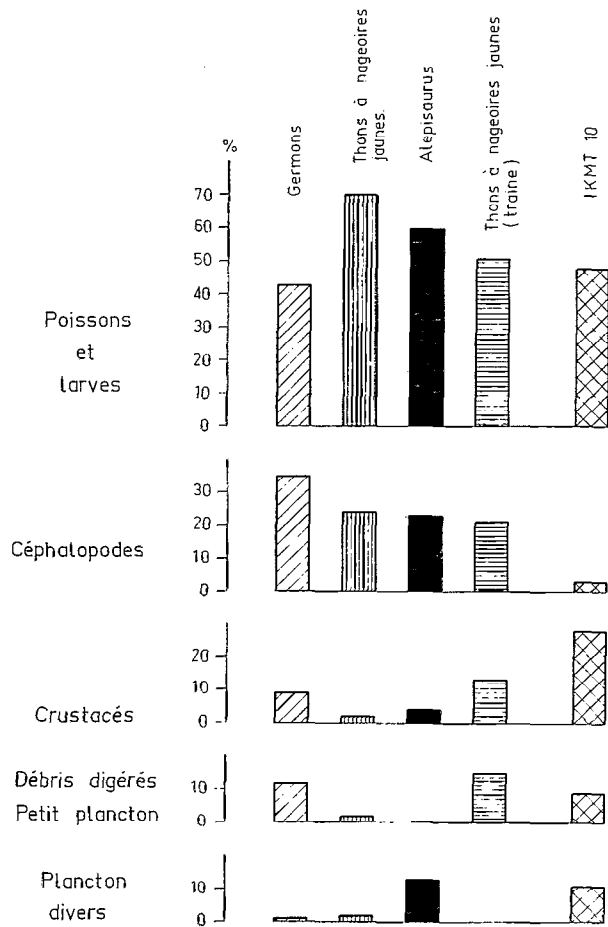


Fig. 33. — Biomasses de différentes catégories de proies dans les estomacs de quelques prédateurs pélagiques, comparées aux biomasses récoltées par le chalut Isaacs-Kidd 10 pieds, en % du total par prédateur ou trait de chalut.

Fig. 33. — Biomasses of different types of preys in the stomachs of some pelagic predators, compared with biomasses collected by the IKMT 10', in percentage of the total for predator or for IKMT tow.

du filet de maille n° 000 (vide de maille compris entre 0,9 et 1 mm). Dans les C.S., les débris digérés non identifiables sont en grande partie des fragments de Poissons et de Céphalopodes ; ils englobent aussi des particules de sang coagulé et des parasites stomacaux. Ces deux reliquats d'analyse ne sont donc aucunement comparables.

— *En conclusion*, deux différences importantes apparaissent dans la comparaison entre les contenus stomacaux et les récoltes des filets : elles se situent au niveau des Céphalopodes et des Crustacés. La première s'explique par l'inefficacité du filet vis-à-vis de ces organismes très actifs que sont les Céphalo-

podes ; quant à la seconde, l'étude détaillée des distributions verticales a montré que ces crustacés ne cohabitent avec le thon que de nuit.

### 2.3.2. Analyse au niveau des familles, genres et espèces.

Poissons et Céphalopodes constituent l'essentiel de l'alimentation des thons ; nous allons maintenant tenter d'en détailler la composition par famille, par genre et surtout par espèce quand ce sera possible. En effet, seule l'analyse spécifique permet de mettre en évidence une sélection apparente ou réelle dans le choix des proies ; jusqu'ici, elle a rarement été effectuée pour les contenus stomacaux de thons. L'étude de détail portera aussi sur les Euphausiacés, sur les Amphipodes et sur les larves de Stomatopodes et de Scyllaridés. La comparaison entre contenus stomacaux et récoltes a été faite sur les nombres et non plus à l'aide des biomasses, de sorte que l'importance quantitative de chaque type de proie sera moins apparente ; on s'efforcera donc, aussi souvent que possible, de donner une idée de la taille moyenne des organismes. Enfin, rappelons que la référence, qui devrait théoriquement être la faune en place, n'est en fait qu'une référence artificielle constituée par la faune sélectionnée par les filets ; ceci permet déjà de prévoir que certaines formes seront présentes dans les estomacs alors qu'elles sont absentes des récoltes.

#### 2.3.2.1. POISSONS.

La pêche à la traîne s'est toujours déroulée très près des côtes, à quelques milles du récif barrière et parfois même dans les passes ; de nombreuses stations longue ligne ont été, elles aussi, effectuées en vue de terre. Les estomacs des thons ainsi capturés contiennent donc de nombreux organismes liés à la côte. Les traits de chalut, par contre, ayant été effectués en pleine mer, au-dessus de fonds moyens de 4000 mètres, nous n'avons pris en compte dans les contenus stomacaux, pour cette comparaison, que les espèces et genres typiquement pélagiques, à l'exclusion des formes inféodées aux récifs et aux talus peu profonds dont la présence n'est due qu'à la proximité des côtes ou à la dispersion par les courants (tel est le cas de nombreuses espèces appartenant aux familles des *Chaetodontidae*, *Bleniidae*, *Acanthuridae*, *Balistidae*, *Scorpaenidae*, *Dactylopteridae*, etc.). Les poissons ont ainsi été classés sous 2 rubriques, la première correspondant aux poissons pélagiques du large (tabl. A et B en annexe) sur lesquels portera la comparaison, la seconde aux poissons côtiers (tabl. C en annexe).

TABLEAU 40

Importances respectives des poissons côtiers et pélagiques du large dans les contenus stomacaux et dans les récoltes : % du nombre total de poissons ingérés ou capturés.

		Longue ligne			Traîne	Filets	
		G	YF	LF	YF	IKMT	CHALUT
Poissons côtiers.....		29	59	16	87	0	0
Poissons pélagiques du large	Communs aux C. S. et aux filets.....	71	41	84	13	11	15
	Uniquement dans les filets.....	—	—	—	—	89	85
N		100 315	100 505	100 636	100 1 485	100 4 263	100 2 613

C. S. : contenus stomacaux.  
N : nombre de poissons déterminés.

A l'intérieur de la première, on a distingué 2 catégories :

- poissons communs aux contenus stomacaux et aux filets (tabl. A).
- poissons trouvés uniquement dans les filets (tabl. B).

De nombreuses espèces n'ont pas été collectées lors des traits retenus pour la comparaison, mais lors d'autres prélèvements plus superficiels effectués avec les mêmes engins dans la même région. Elles y sont donc représentées et nous l'avons signalé ; néanmoins, elles n'interviennent pas lors du calcul des pourcentages.

Le tableau 40 montre l'importance des poissons côtiers dans les contenus stomacaux, de nombreuses familles, absentes des récoltes du chalut et de l'IKMT, étant typiquement récifales. Il montre aussi que plus de 85 % des poissons des filets ne figurent pas dans les estomacs. Des trois prédateurs étudiés, on constate en outre que ce sont les *Alepisaurus* qui ingèrent le plus grand pourcentage de poissons qu'on retrouve dans les chaluts ; cette espèce est, par ailleurs, celle qui utilise le moins les espèces côtières (fig. 34).

Ainsi, il n'existe pas d'espèces pélagiques qui soient trouvées uniquement dans les estomacs. Cependant, si l'on examine les tailles des poissons communs aux deux modes d'échantillonnage, on constate que ce sont presque uniquement de petits stades (non encore adultes) qui sont capturés par les filets. Dans le tableau A en annexe, toutes les espèces répertoriées sous la rubrique IKMT et chalut sont donc des larves ou des post-larves. Quelques adultes (A) ou juvéniles (J) y apparaissent cependant ; ils

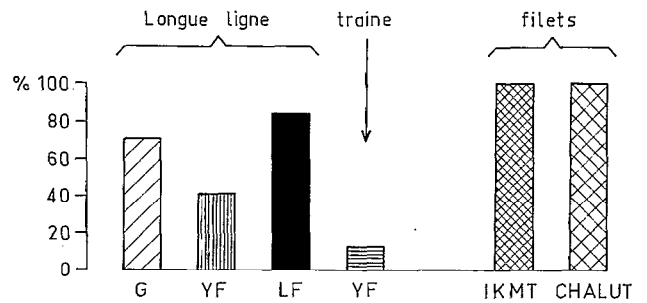


Fig. 34. — Poissons micronektoniques du large en % du nombre total des Poissons capturés par prédateur ou filet.

Fig. 34. — Pelagic micronektonic fishes in percentage of the total number of fishes caught by predator or net.

correspondent à de petites formes à évitement faible, telles que *Vinciguerria*, *Sternoptyx*, *Argyropelecus*, *Benthosema*, *Coccorella*, *Bregmaceros*, etc.

Au total, 43 familles comptant environ 130 espèces pélagiques du large figurent dans l'ensemble contenus stomacaux-récoltes. Nous les avons reportées dans le tableau 41, en les classant en fonction de leur mode préférentiel de collecte, soit :

- familles représentées de la même façon dans les contenus stomacaux et dans les filets, c'est-à-dire soit aussi rares, soit aussi fréquentes dans les uns que dans les autres (fig. 35 B).
- familles caractéristiques des contenus stomacaux, peu représentées dans les filets, du moins à l'état adulte ou subadulte (fig. 35 A).

TABLEAU 41

Poissons : groupement des familles suivant le mode de récolte

Familles communes aux contenus stomacaux et aux filets	Familles caractéristiques des contenus stomacaux	Familles caractéristiques des filets
<i>Argentinidae</i> <i>Sternoptychidae</i> <i>Evermannellidae</i> <i>Scopelarchidae</i> <i>Trachipteridae</i> <i>Bregmacerotidae</i> <i>Coryphaenidae</i> <i>Latilidae</i> <i>Carangidae</i> <i>Champsodontidae</i> <i>Lepidopidae</i> <i>Nomeidae</i> <i>Ceratiidae</i>	<i>Paralepididae</i> <i>Alepisauridae</i> <i>Omosudidae</i> <i>Ostracionidae</i> <i>Molidae</i> <i>Exocoelidae</i> <i>Macruridae</i> <i>Anoplogastridae</i> <i>Direlmidae</i> <i>Caristiidae</i> <i>Zeidae</i> <i>Bramidae</i> <i>Scombrobracidae</i> <i>Chiasmodontidae</i> <i>Thunnidae</i> <i>Gempylidae</i>	* <i>Dalatiidae</i> * <i>Microstomidae</i> <i>Gonostomidae</i> <i>Idiacanthidae</i> * <i>Maurolicidae</i> <i>Astronesthidae</i> * <i>Chauliodidae</i> <i>Stomiidae</i> <i>Myclophidae</i> <i>Nemichthyidae</i> * <i>Giganturidae</i> * <i>Celonimidae</i> * <i>Melamphaeidae</i> * <i>Cheilodipteridae</i>

\* Familles trouvées uniquement dans les récoltes des filets.

- - familles caractéristiques des filets, peu ou pas représentées dans les contenus stomacaux (fig. 35 C).

Nous avons alors éliminé les familles peu représentées ou n'ayant qu'une trop faible occurrence, pour ne conserver que les plus représentatives dont le nombre d'individus est exprimé, dans le tableau 42, en % du nombre total des poissons pélagiques du large. On constate que sont ainsi pris en compte la presque totalité des poissons des filets (98 %) et des poissons ingérés par les *Alepisaurus* (96 %), une grande partie des proies des germons et thons jaunes de longue ligne (83 % et 88 %) et enfin 74 % des proies pélagiques des thons jaunes de traîne.

#### PREMIER GROUPEMENT : FAMILLES COMMUNES AUX CONTENUS STOMACaux ET AUX FILETS.

Pour qu'une espèce appartenant à ce groupe soit bien représentée à l'état adulte ou subadulte, elle doit remplir deux conditions :

- être présente et relativement abondante dans les limites d'habitat des « thons »,
- être peu agile afin de ne pas échapper aux filets.

#### STERNOPTYCHIDAE

*Sternoptyx diaphana* arrive en troisième place,

pour les occurrences, chez les *Alepisaurus*. Il représente aussi une part importante de l'alimentation des germons, alors qu'il est presque inexistant dans celle des thons à nageoires jaunes. Cette espèce, bien capturée par les filets, comprend probablement 3 sous-espèces.

En ce qui concerne les *Argyropelecus*, notons qu'*A. aculeatus*, dont de nombreux exemplaires ont été collectés au chalut, se retrouve dans les estomacs d'*Alepisaurus*, alors que c'est *A. olfersi* qui est consommé par les germons et surtout par les thons à nageoires jaunes de longue ligne.

#### LATILIDAE

Ils n'apparaissent pas sous la forme adulte dans les filets. Relativement superficiels, ils constituent une proie non négligeable des « thons », principalement *Hoplolatilus sp.*

#### NOMEIDAE

Cette famille, très superficielle, n'apparaît pas dans nos récoltes profondes. De jeunes *Psenes maculatus*, *Psenes pellucidus* et surtout *Cubiceps pauciradiatus*, sont pourtant bien collectés lors de traits peu profonds.

#### BREGMACEROTIDAE

Leur détermination est délicate et fait appel à des techniques particulières. Pour le chalut, il se pourrait

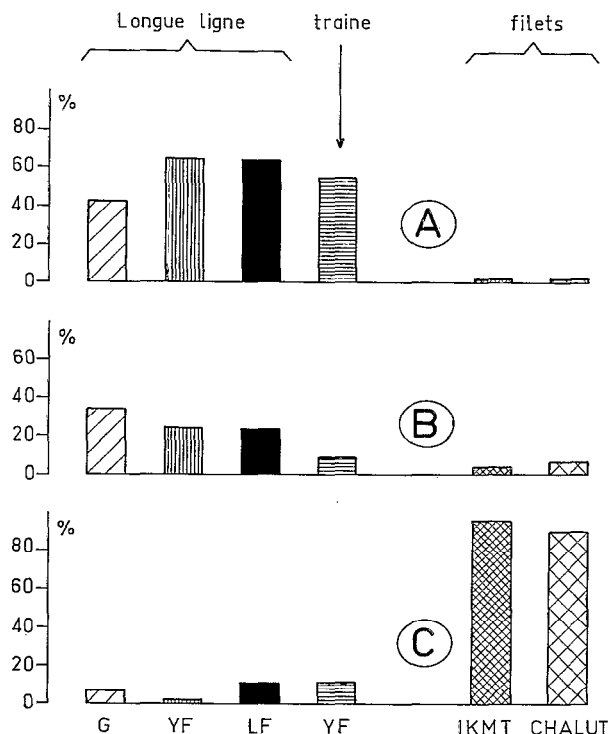


Fig. 35. — Familles des poissons micronektoniques capturés par les filets et par les grands prédateurs pélagiques : A. Familles des Poissons caractéristiques des contenus stomacaux : *Gempylidae*, *Bramidae*, *Alepisauridae*, *Thunnidae*, *Ostracionidae*, *Paralepididae*, *Anoplogastridae*, *Molidae*, *Chiasmodontidae*, *Exocoetidae*, *Caristiidae* et *Scombrabolabracidae*. B. Familles des Poissons capturés par les filets et les prédateurs : *Sternoptychidae*, *Latilidae*, *Bregmacerotidae*, *Nomeidae* et *Lepidopidae*. C. Familles des Poissons caractéristiques des filets : *Gonostomidae*, *Myctophidae*, *Chauliodidae*, *Nemichthyidae*, *Stomiatidae*, *Melamphaeidae*, *Maurolicidae* et *Astronesthidae*. En ordonnées, les pourcentages du tableau 42.

Fig. 35. — Families including the micronektonic fishes caught by the nets and large pelagic predators. a) Families including fishes characteristic of the stomach contents : *Gempylidae*, *Bramidae*, *Alepisauridae*, *Thunnidae*, *Ostracionidae*, *Paralepididae*, *Anoplogastridae*, *Molidae*, *Chiasmodontidae*, *Exocoetidae*, *Caristiidae* and *Scombrabolabracidae*. b) Families including fishes caught by nets and predators : *Sternoptychidae*, *Latilidae*, *Bregmacerotidae*, *Nomeidae* and *Lepidopidae*. c) Families including fishes characteristic of the nets : *Gonostomidae*, *Myctophidae*, *Chauliodidae*, *Nemichthyidae*, *Stomiatidae*, *Melamphaeidae*, *Maurolicidae* and *Astronesthidae*. The ordinates are the percentages of table 42.

que nous soyons en présence de *Bregmaceros japonicus* qui est consommé par les *Alepisaurus*, alors que les germons se nourriraient d'une autre espèce.

## LEPIDOPIDAE

*Benthodesmus tenuis* et surtout *Benthodesmus sp.* sont capturés à l'état subadulte par les filets.

DEUXIÈME GROUPEMENT : FAMILLES CARACTÉRISTIQUES DES CONTENUS STOMACaux.

Les espèces appartenant à ce groupement ne se retrouvent, dans les récoltes des chaluts, que sous forme de larves ou de post-larves, car elles sont très agiles à l'état adulte et évitent les filets.

## GEMPYLIDAE

Sur les 4 espèces trouvées dans les estomacs, toutes très agiles, une seule est capturée, sous forme juvénile, par les filets, et encore ne l'est-elle que par le grand chalut à alevins : il s'agit de *Diplospinus multistriatus*, qui occupe la première place parmi les proies des *Alepisaurus*, tant en nombre (30 %) qu'en occurrence (30 %). Le fait que *D. multistriatus* soit capturé par le chalut à alevins et pas par l'IKMT permet de créditer cette espèce, ainsi que son prédateur *Alepisaurus*, d'une très grande agilité. Sa rareté apparente dans les estomacs des germons et des thons à nageoires jaunes (surtout par comparaison avec sa grande abondance dans les *Alepisaurus*) appelle un commentaire : il semble que ce poisson long et plat soit très rapidement attaqué par les sucs gastriques, disparaissant ainsi très vite du contenu stomacal. En fait, des otolithes et des débris de colonne vertébrale de *D. multistriatus* ont récemment été identifiés dans des estomacs de germons, et suggèrent que cette espèce est en fait pour les thons une proie plus fréquente qu'on ne l'estimait jusqu'à maintenant. Il en serait de même pour *Nesiarchus nasulus*.

## BRAMIDAE

Après les Gempylidae, cette famille atteint le plus fort pourcentage en nombres dans les estomacs des thons à nageoires jaunes de longue ligne et de traîne : elle y est principalement représentée par *Collybus drachme*, qui est aussi très abondant chez les germons et chez *Alepisaurus*.

## OSTRACIONIDAE

*Lactoria diaphana*, seule espèce pélagique de cette famille, est très abondante dans les estomacs des thons jaunes de longue ligne. Superficielle, elle est collectée à l'état juvénile par des traits limités à la zone épipélagique.

TABLEAU 42 (a, b et c)

Familles les mieux représentées dans les contenus stomacaux et dans les récoltes des filets : abondance exprimée en % du nombre total N de poissons pélagiques du large

	Thons					Filets		Total
	Longue Ligne			Traîne	Total	IKMT	Chalut	
	G	YF	LF	YF				
a) Familles communes aux contenus stomacaux et aux filets :								
<i>Sternoplychidae</i> .....	16	12	18		13	4	6	5
<i>Bregmacerotidae</i> .....	4		1		1	+	+	+
<i>Latilidae</i> .....	11	8	3	8	6		1	+
<i>Lepidopidae</i> .....		3	+	1				
<i>Nomeidae</i> .....	3	1	1		1			
% des poissons pélagiques....	34	24	23	9	21	4	7	5
b) Familles caractéristiques des contenus stomacaux :								
<i>Paralepididae</i> .....	5	5	3		3		+	
<i>Alepisauridae</i> .....	5	6	14		8			
<i>Ostracionidae</i> .....	2	20	+		4			
<i>Molidae</i> .....	3	2	1		2			
<i>Exocoetidae</i> .....		3			1			
<i>Anoplogastridae</i> .....	4	1	5		3			
<i>Caristiidae</i> .....		+	1		1			
<i>Bramidae</i> .....	12	20	4	26	12		+	+
<i>Scombrobracidae</i> .....	2	1			1		+	+
<i>Chiasmodontidae</i> .....	3	4	2	+	2	+		+
<i>Thunnidae</i> .....		1		26	5			
<i>Gempylidae</i> .....	7	1	33	2	17		1	+
% des poissons pélagiques....	43	64	63	54	59	+	1	+
c) Familles caractéristiques des filets :								
<i>Gonostomidae</i> .....			8		4	71	13	49
<i>Maurolicidae</i> .....						1	1	1
<i>Astronesthidae</i> .....				+	+	+	+	+
<i>Chauliodidae</i> .....						1	3	2
<i>Stomiidae</i> .....			+		+	1	2	1
<i>Myctophidae</i> .....	6			11	3	19	69	38
<i>Nemichthyidae</i> .....		+	2		1	1	1	1
<i>Melamphaeidae</i> .....						1	1	1
% des poissons pélagiques....	6	+	10	11	8	95	90	93
% total des poissons pélagiques.....	83 %	88 %	96 %	74 %	88 %	99 %	98 %	98 %
N : nb. total de poissons pélagiques.....	223	209	537	200	1 169	4 263	2 614	6 877

+ : inférieur à 1 % (les pourcentages sont calculés sur les effectifs des traits retenus pour la comparaison : ils ne tiennent pas compte des indices d'abondance figurant dans les listes annexes).

### CHIASMODONTIDAE

Dans les estomacs, *Pseudoscopelus sagamianus* est l'espèce la mieux représentée ; on la retrouve sous forme juvénile dans les filets.

Les autres familles du deuxième groupement ne sont présentes dans les récoltes des chaluts que sous formes larvaires ou post-larvaires, étant donné leur aptitude à des fuites rapides à l'état adulte. Il est pourtant étonnant d'y voir figurer les *Caristiidae*, qui paraissent mal adaptés à une nage efficace ; leur rareté peut toutefois être la cause de leur absence dans les filets.

### TROISIÈME GROUPEMENT : FAMILLES CARACTÉRISTIQUES DES FILETS.

Les espèces appartenant à ce groupement sont rares dans les estomacs, surtout par comparaison avec leur grande abondance dans les récoltes. La faible utilisation qu'en font les thons peut s'expliquer de deux façons :

- ou bien elles ne fréquentent pas les couches habitées par les thons aux heures où ceux-ci se nourrissent,
- ou bien elles n'ont pas d'effet attractif sur ces grands prédateurs.

### GONOSTOMIDAE

Seul, *Vinciguerria nimbaria* se rencontre dans les estomacs ; il n'apparaît ici que dans ceux des *Alepisaurus*, mais KING et IVERSEN (1962) et BLACKBURN (1968) le signalent comme proies des thons. La fantastique abondance des *Cyclothone* n'a aucune incidence sur l'alimentation des thons et leur fragilité ne permet pas de rendre compte à elle seule de cette absence ; la distribution verticale profonde de la plupart des espèces est une meilleure explication de leur absence dans les estomacs.

### MYCTOPHIDAE

Pratiquement, une seule espèce très superficielle, *Benthoosema sp.*, se trouve dans les estomacs des thons jaunes de traîne. La biomasse énorme représentée par cette famille ne se retrouve donc pas dans l'alimentation des thons.

### STOMIATIDAE

Ils sont assez nombreux dans les filets ; *Stomias affinis* figure en un seul exemplaire dans *Alepisaurus*.

### NEMICHTHYIDAE

Ces poissons serpentiformes ont un grand pouvoir d'échappement. *Avocettina infans* et *Serrivomer* se

rencontrent pourtant assez fréquemment dans les récoltes. *Alepisaurus* est pratiquement le seul prédateur de cette famille : il consomme *Nemichthys scolopaceus*.

### ASTRONESTHIDAE

Un seul exemplaire d'*A. lucifer* a été trouvé dans l'estomac d'un thon jaune de traîne.

Quant aux *Maurolicidae*, *Chauliodidae* et *Melamphaeidae*, ils sont totalement absents des contenus stomacaux.

### CONCLUSIONS SUR LES POISSONS.

L'étude de la comparaison, limitée au niveau des grands groupes taxinomiques, ne faisait pas ressortir de façon sensible les différences existant entre les contenus stomacaux et les récoltes des filets en ce qui concerne les poissons. Or, après cette étude de détail, il apparaît qu'il existe peu de points communs entre les régimes alimentaires des « thons » et la composition spécifique des collectes par filets. Si toutes les espèces consommées sont capturées par les filets, elles s'y retrouvent généralement à des stades larvaires ou post-larvaires. Seules 18 d'entre elles y figurent à l'état adulte ou subadulte, dont certaines mal représentées. Il s'agit de :

<i>Sternophyx diaphana</i>	<i>Pseudoscopelus sagamianus</i>
<i>Argyropelecus olfersi</i>	<i>Diplospinus multistriatus</i>
<i>Argyropelecus aculeatus</i>	<i>Benthodesmus tenuis</i>
<i>Vinciguerria nimbaria</i>	<i>Benthodesmus sp.</i>
<i>Benthoosema sp.</i>	<i>Psenes maculatus</i>
<i>Lactoria diaphana</i>	<i>Psenes pellucidus</i>
<i>Bregmaceros japonicus</i>	<i>Cubiceps pauciradiatus</i>
<i>Hoplolatilus sp.</i>	<i>Coccorella atrata</i>
<i>Caulolatilus sp.</i>	<i>Scopelarchus guntheri</i>

Parmi celles-ci, 5 sont trouvées uniquement dans *Alepisaurus* (*Vinciguerria nimbaria*, *Argyropelecus aculeatus*, *Coccorella atrata*, *Bregmaceros japonicus*, *Benthodesmus tenuis*) et deux peuvent être considérées comme caractéristiques de ce même prédateur, étant comparativement peu consommées par les germes et les thons jaunes (*Nemichthys scolopaceus*, *Diplospinus multistriatus*).

Devant cette courte énumération, il convient cependant de garder en mémoire toutes les approximations et restrictions que nous avons faites. Cette liste n'est à considérer que comme une illustration peu précise d'un fait néanmoins certain : le faible recouvrement existant, au niveau des espèces, entre les poissons-proies des thons et les poissons collectés par les filets.

Nous pouvons donc conclure sur trois points essentiels :

TABEAU 43  
Céphalopodes : nombre d'espèces et nombre d'individus représentés dans chaque famille

Famille	Longue Ligne				Filets			
	G (N = 235)		LF (N = 152)		IKMT (38 traits)		Chalut (18 traits)	
	nb. d'esp.	nb. d'ind. (1)	nb. d'esp.	nb. d'ind. (1)	nb. d'esp.	nb. d'ind. (1)	nb. d'esp.	nb. d'ind. (1)
<i>Sepioidae</i> .....	1	2	1	1	2	—	1	2
<i>Spirulidae</i> .....					1	—	1	14
<i>Ommastrephidae</i> .....	3	28	3	11	2*	6	2	18
<i>Onychoteuthidae</i> .....	5	151	4	76	J	31		
<i>Thysanoteuthidae</i> .....			1	1	J	3		
<i>Ctenopterygidae</i> .....			1	4	J	3		
<i>Enoplateuthidae</i> .....	1	10	4	53	J	53	5	37
<i>Octopoteuthidae</i> .....			2	7	3	1		
<i>Histioteuthidae</i> .....			2	2	3	3	3	13
<i>Chiroteuthidae</i> .....			1	1	1	3		
<i>Lepidoteuthidae</i> .....			1	1	1	—		
<i>Cranchiidae</i> .....	1	1	3	10	5	147	3	17
<i>Bathyteuthidae</i> .....					1	1		
<i>Brachiooteuthidae</i> .....					1	1		
<i>Bolitaenidae</i> .....	1	4	2	7	3	3		
<i>Amphitriteidae</i> .....			1	8	1	1	1	1
<i>Octopodidae</i> .....	2	4	3	17	2	1	1	10
<i>Vitreledonellidae</i> .....			1	1	1	—		
<i>Tremoctopodidae</i> .....	1	1	1	8	1	—		
<i>Argonautidae</i> .....			3	9	1	—	1	1
<i>Cycloteuthidae</i> .....								
	15		34		29		18	

(1) Ne disposant pas de tous les effectifs, nous n'avons pas calculé le % représenté par chaque famille ;  
\* larves ;  
J non déterminables car trop jeunes.

- les proies des thons ont des tailles moyennes supérieures à celles des captures des filets,
- près de 90 % des composants de l'ichtyofaune collectée par l'IKMT et le chalut à alevins sont absents des estomacs,
- parmi les prédateurs étudiés, ce sont les *Alepisaurus* qui présentent le régime alimentaire le moins côtier et peut-être le moins éloigné de la faune récoltée par les chaluts que nous avons utilisés.

Nous avons ainsi établi, de façon certaine, l'existence d'une nette discordance, au niveau des poissons, entre la composition des contenus stomacaux et des collectes ; déjà mise en évidence par d'autres auteurs utilisant d'autres moyens en d'autres régions, nous allons voir que cette disparité se retrouve pour les autres taxa.

### 2.3.2.2. CÉPHALOPODES.

Au cours de la comparaison, au niveau des grands groupes taxinomiques, entre les contenus stomacaux

et les captures de l'IKMT, nous avons noté la grande importance des Céphalopodes en tant que proies (21 à 35 %) comparativement au faible pourcentage qu'ils représentent dans les récoltes de ce filet (3 %). On peut considérer ces organismes comme les plus rapides de tous, et, compte tenu des difficultés que présente leur capture, on s'interroge encore sur leur biologie et sur l'importance qu'ils peuvent avoir par rapport à la faune en place. Leur grande activité joue un rôle à deux niveaux de la sélection des filets traînés : bien entendu au niveau de l'évitement, mais aussi, et plus que pour tout autre animal, au niveau de l'échappement à travers les mailles. Il semble donc que, si l'on classe les Céphalopodes des plus gros aux plus petits et des plus agiles aux plus lents, nous ne récoltions que la partie moyenne de la population, éliminant la tête et la queue du groupe, queue pouvant d'ailleurs être échantillonnée par les filets à zooplancton coniques habituels. Les listes de détail du tableau D en annexe et la liste par famille du tableau 43 sont donc amputées, pour les filets, des animaux rapides adultes et subadultes. Ainsi, les *Ommastrephidae*, d'ailleurs peu capturés par les

engins, sont de tailles toujours très nettement inférieures à celles des longueurs maximales connues pour l'espèce, et les *Onychoteuthidae* ne sont représentés que par des larves ou de très jeunes animaux non larvaires.

Il est évident aussi que la taille de l'engin influe énormément sur celles des captures. Avec le chalut pélagique à alevins, on constate une augmentation des tailles maximales par rapport à l'IKMT, ainsi que la capture d'un certain nombre d'espèces prises seulement de façon occasionnelle par ce dernier. Les *Spirula* y sont considérablement plus nombreuses et atteignent les tailles limites des adultes, alors qu'elles sont deux fois plus petites dans l'IKMT. Chez les *Enoploteuthidae*, le nombre de spécimens des genres *Enoploteuthis* et *Thelidioteuthis* capturés en 18 coups de chalut équivaut à celui obtenu par plus de 1500 traits d'IKMT. Il semble donc que les captures du filet à alevins soient beaucoup plus représentatives des tailles des Céphalopodes trouvés dans les estomacs des prédateurs étudiés.

En effet, les thons paraissent à la fois négliger les petits animaux, sauf s'ils sont groupés en essaims, et ne capturer qu'occasionnellement les calmars très rapides; l'examen de leurs contenus stomacaux suggère donc plutôt une prédation sur les Céphalopodes de grandes et moyennes dimensions, les individus capturés étant d'autant plus grands que le prédateur est lui-même de plus grande taille.

Compte tenu du fait que, suivant leur stade de développement, donc leur taille et leur agilité, les Céphalopodes sont susceptibles d'être, soit retenus par les engins, soit consommés par les prédateurs, leur groupement par familles ou espèces caractéristiques des uns ou des autres n'est pas très rigoureux. Nous les avons néanmoins classés, comme les poissons, en 3 tendances, en introduisant toutefois une quatrième catégorie correspondant à des organismes absents des estomacs et des filets, car trop agiles, et qui sont capturés par des techniques particulières, notamment à la saignée au cours de pêches à la lumière. Le classement est donc le suivant (tabl. 44) :

- Céphalopodes échappant à la fois aux prédateurs et aux filets,
- Céphalopodes caractéristiques des contenus stomacaux,
- Céphalopodes communs aux récoltes et aux estomacs,
- Céphalopodes caractéristiques des récoltes par filets.

Étant donné le caractère général de ce texte, nous n'avons pas respecté scrupuleusement les listes figurant en annexe. Nous citerons en effet, pour une meilleure démonstration, quelques espèces capturées au cours de traits récents, souvent moins profonds,

effectués dans la même région, et dont les récoltes, encore en voie d'analyse, n'ont pas été retenues pour cette comparaison. L'absence de ces espèces dans notre liste, n'est donc due qu'à l'insuffisance actuelle du nombre de collectes.

#### CÉPHALOPODES ÉCHAPPANT AUX THONS ET AUX FILETS.

Il s'agit de certains *Ommastrephidae* de grande taille (*Symplectoteuthis*, *Ornitoteuthis*), d'*Onychoteuthidae* adultes à l'exception de *Onychia* sp. et *Onychoteuthis* sp. (non *banksi*), et plus généralement de tous les gros adultes actifs.

#### CÉPHALOPODES CARACTÉRISTIQUES DES CONTENUS STOMACAUX.

La majorité de ces calmars sont très charnus, la musculature du corps allant généralement de pair avec une mobilité et une opacité plus importante, qui contribuent à déclencher la réaction de chasse du prédateur. Pourtant, certaines espèces, enveloppées d'un derme conjonctif lacuneux, ont une consistance charnue et paraissent être des animaux rapides; c'est le cas des *Octopoteuthis*, Céphalopodes charnus sous une apparence gélatineuse, dont on ne retrouve que de petits spécimens dans les contenus stomacaux. En règle générale, il y a lieu d'être très prudent quand il s'agit de caractériser le comportement des Céphalopodes difficilement observables: *Thysanoteuthis rhombus* est par exemple cité par certains auteurs (in CLARKE, 1966) comme un puissant nageur, exécutant des sauts hors de l'eau (*ibid.*; SASAKI, 1929), alors que d'autres auteurs le donnent pour indolent (NISHIMURA, 1966).

Les Céphalopodes caractéristiques des contenus stomacaux échappent pour la plupart aux filets car ils sont plus rapides, bien que ce soit généralement des subadultes de taille moyenne comme certains *Onychoteuthidae* (*Ancistroteuthis lichtensteini*, *Tetronychoteuthis massyae*, *Moroteuthis*), voire même de taille modeste dans certains cas (*Onychia* sp., *Onychoteuthis* sp.). *Thysanoteuthis rhombus* au stade jeune est exclusivement trouvé dans les estomacs, de même que trois espèces d'*Argonauta* femelles.

#### CÉPHALOPODES COMMUNS AUX RÉCOLTES ET AUX ESTOMACS.

Ce sont des organismes de taille petite et moyenne relativement peu actifs, qui vivent le plus souvent en groupe. On en rencontre parfois plusieurs dizaines, tous de même taille, dans un seul estomac. En dehors d'espèces sporadiques, occasionnellement capturées,



TABLEAU 44

Céphalopodes : groupements suivant le mode de récolte

Groupements	Familles, genres, espèces
A. Échappent aux filets et aux prédateurs  (adultes de grande taille) (adultes rapides)	<i>Ommastrephidae</i> de grande taille <i>Symplectoteuthis oualaniensis</i> (adulte) <i>Ornithoteuthis volatilis</i> <i>Onychoteuthidae</i> de grande taille <i>Ancistroteuthis lichtensteini</i> <i>Moroteuthis</i> (adulte) <i>Thysanoteuthidae</i> <i>Thysanoteuthis rhombus</i> , etc.
B. Caractéristiques des C. S.  (subadultes et jeunes de A) (adultes de taille moyenne)	<i>Ommastrephidae</i> <i>Symplectoteuthis luminosa</i> (adulte) <i>Symplectoteuthis oualaniensis</i> (jeune) <i>Ornithoteuthis volatilis</i> (jeune) <i>Onychoteuthidae</i> <i>Ancistroteuthis lichtensteini</i> (jeune) <i>Tetronycholeuthis massyae</i> (jeune) <i>Onychoteuthis</i> sp. (non <i>banksi</i> ) (adulte) <i>Onychia</i> sp. (adulte) <i>Moroteuthis</i> (jeune) <i>Thysanoteuthidae</i> <i>Thysanoteuthis rhombus</i> (jeune) <i>Argonautidae</i> (femelles adultes)
C. Communs aux C. S. et aux filets  (jeunes et très jeunes des familles A et B) (adultes peu rapides de petite taille) (espèces sporadiques)	<i>Enoploteuthidae</i> <i>Histioteuthidae</i> <i>Bolitaenidae</i> <i>Amphitraetidae</i> <i>Ommastrephidae</i> ( <i>Hyaloteuthis pelagica</i> )
D. Caractéristiques des filets  (très jeunes larves) (espèces de distribution particulière) (espèces de morphologie particulière)	<i>Spirulidae</i> <i>Bathyleuthidae</i> <i>Mastigoteuthidae</i> <i>Vampyroteuthidae</i> <i>Cranchiidae</i> <i>Chiroteuthidae</i> <i>Vitreledonellidae</i> <i>Bolitaenidae</i>

les seules familles constamment représentées sont celles des *Enoploteuthidae*, des *Histioteuthidae*, des *Amphitraetidae* et une certaine partie des *Ommastrephidae* (*Hyaloteuthis pelagica*).

#### CÉPHALOPODES CARACTÉRISTIQUES DES RÉCOLTES DES FILETS.

La rareté de ces organismes dans les contenus stomacaux peut s'expliquer :

— soit parce qu'ils ne fréquentent pas, au moment où se nourrissent les thons, les mêmes couches d'eau que ces derniers ;

— soit parce qu'ils n'exercent aucune attraction sur ceux-ci ou même parce qu'ils ont un effet répulsif.

A la première catégorie se rattacheraient *Spirula spirula*, *Bathyleuthis abyssicola*, *Vampyroteuthis infernalis* et l'ensemble des *Mastigoteuthidae* qu'on ne retrouve jamais dans les contenus stomacaux.

Dans la seconde, on pourrait citer quelques familles importantes comptant de nombreuses espèces de grandes tailles dont les représentants sont transparents ou gélatineux, leurs viscères, rassemblés en un nucleus condensé, étant, avec les taches oculaires, les seules parties visibles du corps. Ce serait le cas des *Chiroteuthidae*, *Bolitaenidae* et *Vitreledonellidae* qui sont peu fréquents dans les estomacs. De même,

la grande famille des *Cranchiidae* n'y est pratiquement pas représentée, relativement surtout à sa grande abondance dans les récoltes. La présence dans leur coelome d'une quantité importante de chlorure d'ammonium acide et amer jouant le rôle de flotteur (DENTON *et al.*, 1958) pourrait en être la cause, le liquide ayant un rôle répulsif analogue à celui que l'on rencontre chez certains papillons.

#### CONCLUSION SUR LES CÉPHALOPODES.

Comme pour les poissons, nous avons mis en évidence de grandes différences entre la composition du matériel teuthologique récolté par les filets et celle des contenus stomacaux des thons. Pourtant, ces différences semblent se situer moins à un niveau spécifique, comme c'est le cas pour les Poissons, qu'au niveau des tailles. En d'autres termes, mis à part quelques cas où la distribution verticale semble être la cause de discordance, c'est principalement l'aptitude natatoire des proies qui détermine leur abondance relative dans le filet ou dans les estomacs des grands prédateurs. Quant aux espèces absentes des estomacs des thons, alors qu'elles constituent une part non négligeable de la faune en place, il semble que les hypothèses de non détection, voire même à la limite de répulsion, qui paraissent pour les Céphalopodes plus fréquentes que pour les Poissons, soient suffisantes pour expliquer le phénomène.

#### 2.3.2.3. EUPHAUSIACÉS

La comparaison des contenus stomacaux aux récoltes des filets est simple en ce qui concerne les Euphausiacés : les thons de longue ligne, à la différence des bonites de traine, ne les consomment qu'exceptionnellement.

Les Euphausiacés récoltés entre 5° S et 20° S durant les croisières BORA (11 traits d'IKMT de nuit de 0 à 350 m, 5 traits de nuit de 0 à 650 m, 7 traits de nuit de 0 à 1200 m) et durant les deux croisières ATOLL et BRISANTS en Polynésie Française (44 traits de 0 à 350 m de nuit et 14 traits de 0 à 800 m de jour), sont répertoriés dans le tableau 10. Au total, 25 espèces y figurent, représentant un nombre moyen de 450 individus par station pour le Pacifique sud ouest et de 115 par station pour le Pacifique sud central. Parmi ces espèces, 11 sont à considérer comme de grande taille, c'est-à-dire susceptibles d'être recherchées par les thons : sur ces 11, 3 seulement ont été trouvées dans les contenus stomacaux de germons, de thons à nageoires jaunes et de thons obèses (tableau 45) et elles n'étaient chaque fois représentées que par un

seul individu. Il s'agissait de *Thysanopoda tricuspidata* (7 spécimens au total), *Thysanopoda cristata* (5 spécimens au total) et *Euphausia fallax* (1 spécimen).

TABLEAU 45

Euphausiacés trouvés dans les contenus stomacaux des captures de longue ligne

	Nombre de C.S. examinés	Nombre de C.S. contenant des Euphausiacés
Germon.....	107	8
Thons à nageoires jaunes.....	49	4
Thons obèses.....	9	1
Bonites.....	7	0
<i>Alepisaurus</i> .....	23	0

Étant donné l'importance de ces Crustacés dans la faune en place, leur rareté dans les contenus stomacaux n'est explicable que par :

- leur absence dans les couches fréquentées par les thons au moment où ces derniers recherchent leur nourriture ;
- la non perception de ces organismes par les thons.

Comme nous l'avons déjà signalé, la seconde hypothèse, avancée par BLACKBURN (1968) pour expliquer leur abondance dans les contenus stomacaux des bonites de surface alors qu'ils sont rares dans les contenus stomacaux des thons à nageoires jaunes superficiels, ne semble se justifier que pour les espèces de petite taille ; selon toutes probabilités, c'est la première hypothèse qu'il convient de retenir dans les autres cas.

#### 2.3.2.4. AMPHIPODES.

On a constaté (tableau 39) que l'importance pondérale des Amphipodes par rapport aux autres taxa était plus grande chez les thons que dans les récoltes de l'IKMT, ce qui prouve une certaine recherche de ces organismes par les grands prédateurs. Au niveau de l'étude de détail, les différences s'amplifient encore, la prédation portant essentiellement sur quelques familles.

Nous n'avons pu examiner jusqu'ici à ce niveau que les récoltes IKMT provenant de 2 traits effectués de nuit le long du 170° E : le premier à 600 m, au cours de la croisière BORA III, à 15° 48 S, le second à 1200 m, au cours de la croisière BORA IV, à 17° 35 S. La liste des espèces déterminées dans ces

TABLEAU 46

Amphipodes : nombre d'espèces et nombre d'individus (%) représentés dans chaque famille  
N : nombre de contenus stomacaux examinés

Familles	Longue Ligne						IKMT (2 traits)	
	G (N = 215)		YF (N = 86)		LF (N = 129)		nb. d'esp.	nb. d'ind. %
	nb. d'esp.	nb. d'ind. %	nb. d'esp.	nb. d'ind. %	nb. d'esp.	nb. d'ind. %		
<i>Lysianassidae</i> .....							1	0,8
<i>Pardalsicidae</i> .....							1	0,8
<i>Stegocephalidae</i> .....							1	0,8
<i>Scinidae</i> .....							5	16,0
<i>Vibiliidae</i> .....							2	1,9
<i>Lanceolidae</i> .....	1	2,1			1	0,7	2	4,2
<i>Cystisomidae</i> .....							1	0,8
<i>Paraphronimidae</i> .....							1	1,7
<i>Phronimidae</i> .....	1	22,1	1	55,3	4	5,7	7	32,8
<i>Hyperiidæ</i> .....					1	0,5	2	3,4
<i>Phrosinidae</i> .....	2	52,9	1	13,8	3	46,6	3	9,2
<i>Pronoïdæ</i> .....			2	3,4	3	1,8	3	5,9
<i>Brachyscelidae</i> .....	1	1,4	1	3,4	1	8,9	1	0,8
<i>Oxycephalidae</i> .....	1	0,7	1	1,8	2	1,5	5	18,4
<i>Platyscelidae</i> .....	2	20,8	2	22,4	4	34,3	1	2,5
	8	100,0	8	100,0	19	100,0	36	100,0
Nombre d'espèces communes avec l'IKMT.....	7		6		15		—	

échantillons et de celles issues des estomacs de thons sont reportées en annexe dans le tableau E. Les occurrences ne figurent que pour le filet, car les Amphipodes de plusieurs estomacs ont été rassemblés parfois dans un seul échantillon. Dans le tableau 46, on constate que 15 familles sont représentées dans le filet avec 36 espèces, alors qu'elles sont au nombre de 6 avec 8 espèces chez les germons et les thons à nageoires jaunes et 8 avec 19 espèces chez les *Alepisaurus*. La prédation s'exerce principalement aux dépens des plus gros Amphipodes, appartenant aux familles des *Phronimidae*, *Phrosinidae* et *Platyscelidae* avec les 3 espèces *Phronima sedentaria*, *Phrosina semilunata* et *Platyscelus ovoides*. En ce qui concerne la première, on note l'ingestion des tonnelets dans lesquels les adultes se réfugient habituellement, notamment pour y pondre ; il semble que ces tonnelets, du fait de leur volume, ne seraient pas sans exercer un effet attractif vis-à-vis des prédateurs. On observe en général que les individus ingérés sont en majeure partie des femelles adultes, qui sont plus grosses que les mâles.

Parmi les Amphipodes, qui sont des organismes relativement petits et peu agiles, bien échantillonnés

par le filet, il semble donc, à part quelques exceptions, que les plus gros soient retenus comme proies par les thons (fig. 36). L'absence, dans les filets, des 5 espèces trouvées uniquement dans les contenus stomacaux (*Platyscelus armatus*, *Parapronoe campbelli*, *Eupronoe maculata*, *Hemityphis crustulum* et *Paratyphis spinosus*) n'est raisonnablement imputable au fait que seulement deux pêches ont été analysées.

### 2.3.2.5. LARVES DE STOMATOPODES ET DE SCYLLARIDÉS.

Stomatopodes et Scyllaridés (langoustes et cigales de mer), organismes méroplanctoniques, ont des larves qui présentent une longue phase pélagique ; bien que leur abondance diminue au fur et à mesure qu'on s'éloigne des côtes, on les trouve cependant encore très au large, à plusieurs centaines de milles. Bien capturés par les filets employés (évitement et échappement faibles), ces organismes forment également une part non négligeable des C.S. de thons,

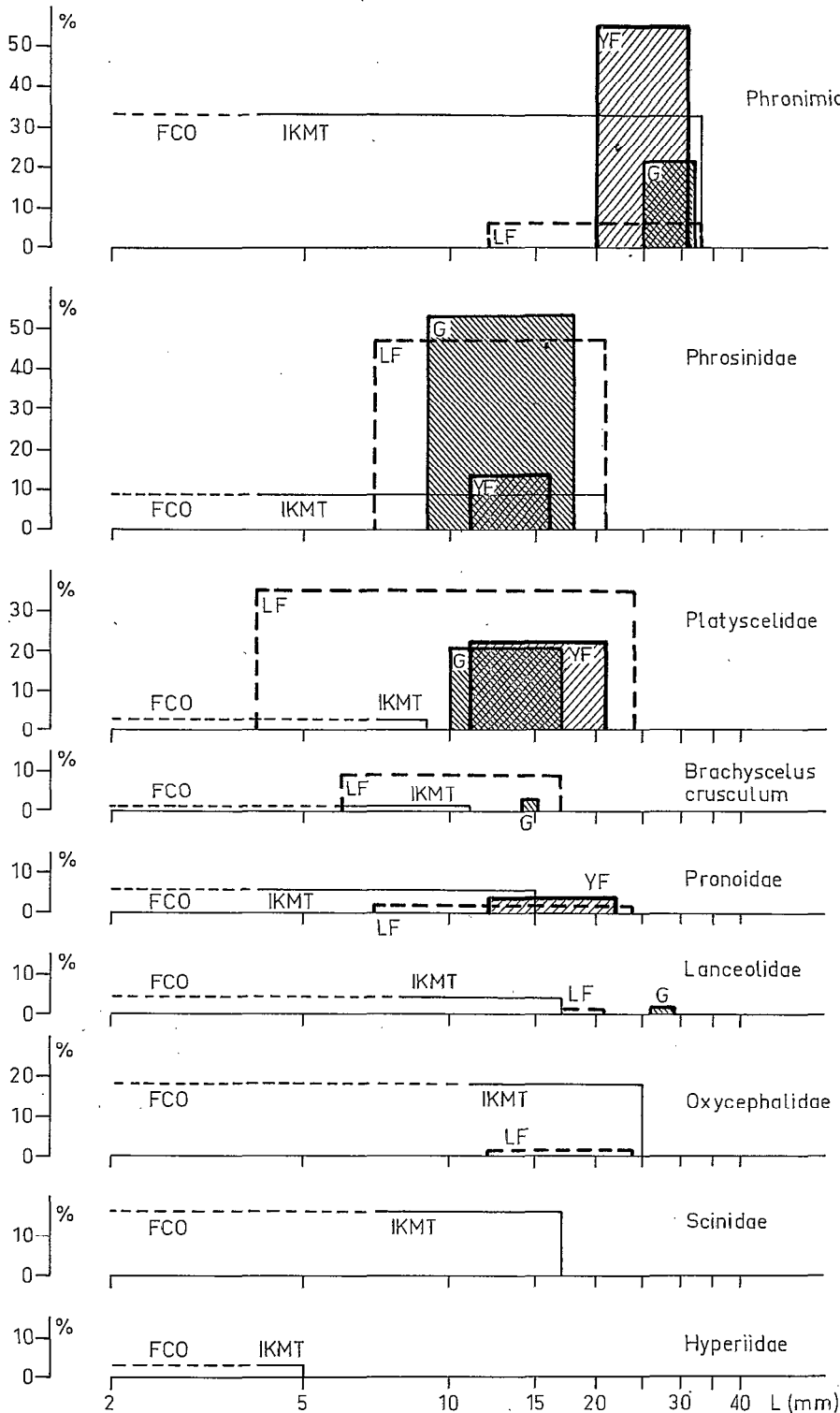


Fig. 36. — Sélection en taille des Amphipodes par les filets (FCO : filet conique de 1 m de diamètre, maille 2; IKMT : chalut Isaacs-Kidd 10') et trois grands prédateurs pélagiques (LF : *Alepisaurus ferax*, G : *Thunnus alalunga*, YF : *Thunnus albacares*). En abscisses, les longueurs (mm) des Amphipodes; en ordonnées, les pourcentages du tableau 46. Données des croisières de long-ligne 1958-1968 et des croisières BORA dans le Pacifique occidental.

Fig. 36. — Size selection of the Amphipods by the nets (FCO : conical net 1 m diameter mesh n° 2; IKMT 10') and by 3 large pelagic predators (LF : *Alepisaurus ferax*, G : *Thunnus alalunga*, YF : *Thunnus albacares*.) The abscissa are the lengths (mm) of the Amphipods, the ordinates are the percentages of table 46. Data from long-line cruises made from 1958 to 1968 and BORA cruises in the Western Pacific.

surtout des thons côtiers de surface (environ les 2/3 du volume des Crustacés selon LEGAND et DESROSIÈRES, 1960). Leur abondance dans les filets et dans les contenus stomacaux étant fonction de la proximité des terres, du sens général des dérives et des périodes de reproduction, nous n'avons pas donné, en annexe, de listes comparatives complètes des espèces présentes, dont beaucoup restent d'ailleurs encore indéterminées, leur rattachement à des formes adultes connues ou nouvelles faisant l'objet de travaux actuellement en cours. Nous avons simplement, pour chaque famille, indiqué le nombre total d'espèces et la liste des plus fréquentes (Tabl. F, en annexe).

Dans le tableau 47, nous n'avons utilisé qu'une cotation d'abondance. L'IKMT échantillonne toutes les tailles à l'exception des post-larves, qui sont par contre capturées par le chalut, cette différence étant due à un évitement plus important de ce stade. Les thons, quant à eux, consomment uniquement les plus grosses larves et les post-larves.

Aucune espèce n'apparaît donc vraiment caractéristique des récoltes ou des contenus stomacaux et la sélection semble s'effectuer uniquement au niveau des tailles.

TABLEAU 47

Larves de Stomatopodes et de Scyllaridés : captures des différents modes de collecte (échelle d'abondance-dominance)

Stades	Tailles (1)	IKMT 10	Chalut	Thons
Larves	2 à 10 mm	++		
	10 à 20 mm	+++		
	20 à 50 mm	+++	+++	+++
Post-larves	10 à 50 mm	+	++	+++

- (1) Tailles : mesures effectuées de la base de l'épine rostrale à l'extrémité du telson.  
 + Présence occasionnelle.  
 ++ Assez fréquent et assez abondant.  
 +++ Très fréquent et très abondant.

#### 2.4. CONCLUSIONS SUR L'ALIMENTATION DES THONS.

Nous venons donc de montrer que l'alimentation des « thons » était très différente de la faune en place récoltée lors de traits obliques intégrant toute la colonne d'eau 0-1200 mètres. Si on néglige les cas relativement rares de répulsion alimentaire (Céphalopodes surtout), on peut s'étonner de voir absentes de leurs contenus stomacaux des formes peu agiles qui sont très abondantes dans les filets, soit la presque

totalité des Myctophidés, des Gonostomatidés et des Euphausiacés. Comme ces espèces appartiennent à la faune profonde ou à la faune interzonale, leur absence des estomacs semble donc due :

- pour les migrantes, au fait qu'elles ne se trouvent dans la couche d'eau fréquentée par les « thons » qu'au moment où ceux-ci ne s'alimentent pas ;
- pour les profondes, au fait qu'il n'y a pas coïncidence de leur habitat avec celui des thons.

Ces deux points nous conduisent à définir respectivement le cycle alimentaire des thons et leur répartition verticale comparée à celle de leurs proies.

TABLEAU 48

Comparaison des prises de longue-ligne effectuées de jour et de nuit

	jour	nuit
Nombre de stations.....	9	9
Nombre d'hameçons.....	3 170	2 091
Nombre de prises :		
Germons.....	26	0
Thons jaunes.....	11	0
Thons obèses.....	2	1
<i>Alepisaurus</i> .....	9	0
Rendements % :		
Germons.....	0,8	0
Thons jaunes.....	0,3	0
Thons obèses.....	ε	ε
<i>Alepisaurus</i> .....	0,3	0

##### 2.4.1. Cycle alimentaire des « thons ».

Afin de comprendre pourquoi un grand nombre d'espèces migrantes ne sont pas consommées, il convient, après avoir précisé les variations de leurs distributions verticales en fonction du temps, de connaître quelles sont les périodes de chasse des prédateurs. Nous avons effectué 9 couples de stations, chacun comportant une station de longue ligne de jour immédiatement précédée ou suivie d'une station de nuit au même endroit. De nuit, la ligne était mise à l'eau bien après le coucher du soleil, et le virage se terminait avant l'aube. Au total, les hameçons séjournant le plus longtemps dans l'eau y demeureraient environ 9 heures, contre 12 heures en moyenne pour les longues lignes de jour. Malgré cette différence dans les durées de pêche, il apparaît nettement, sur le tableau 48, que les thons, à l'exception peut-être des thons obèses, ne mordent pas, donc ne s'alimentent pas durant la nuit et délaissent ainsi toute la

faune migrante (interzonale), qui se trouve alors présente dans leur habitat. Ces résultats vont dans le même sens que ceux de KOBAYASHI et YAMAGUCHI (1971), et suggèrent fortement que les thons ne s'alimentent que de jour.

#### 2.4.2. Limite inférieure de la distribution verticale des thons.

Les captures à la longue ligne et à la palangre verticale ont montré que cette limite se situe au-delà de 400 m (cf. tabl. 13 et fig. 23).

L'analyse des contenus stomacaux des thons montre par ailleurs que ceux-ci consomment presque tous les organismes de la faune définie comme superficielle (0-450 m) d'après les récoltes IKMT. Ils capturent aussi d'autres organismes (*Gempylidae*, *Bramidae*, *Alepisauridae*, *Paralepididae*, etc.) qui échappent aux filets en raison de leur agilité ; mais nous avons vu que ces organismes se nourrissent sur des formes typiquement superficielles, de sorte qu'ils peuvent être eux aussi considérés comme habitant en permanence la couche 0-450 m.

Par contre, on ne rencontre dans les estomacs des thons, pratiquement aucun représentant de la faune interzonale (sauf *Vinciguerria nimbaria* qu'on trouve de jour à partir de 250 m), ni de la faune profonde (sauf *Sternoptyx diaphana*, qui peut, d'après PARIN 1968 et ROPER *et al.* 1970, effectuer des incursions de jour dans la couche 200-400 m).

Il semble donc qu'on puisse raisonnablement retenir 450 m comme limite inférieure de la couche d'eau fréquentée par les thons, ou du moins, celle au sein de laquelle ils s'alimentent.

## CONCLUSIONS

### Éléments de synthèse sur les réseaux trophiques dans le Pacifique intertropical.

Au terme de cette étude, il est nécessaire d'en rappeler brièvement les points essentiels ; au-delà des résultats acquis, il est en effet important de retenir la méthode de recherche employée, qui pouvait seule permettre de les atteindre par la prise en considération simultanée des paramètres de répartition verticale et de comportement trophique.

Au cours de la première partie, consacrée aux répartitions verticales, on a montré que le micronecton récolté au chalut IKMT pouvait se répartir en trois faunes : superficielle (toujours présente dans les 450 premiers mètres), profonde (toujours située au-delà de 450 m) et interzonale (partageant de jour l'habitat de la faune profonde et de nuit celui de la faune superficielle). En ce qui concerne les thons de

longue ligne, les pêches effectuées ont conduit à admettre qu'ils sont présents au moins jusqu'à 400 m de profondeur.

La seconde partie a été consacrée à l'étude de la nutrition des organismes caractéristiques des faunes ainsi définies. Les poissons micronectoniques des faunes profonde ou interzonale se nourrissent à toute heure, mais surtout de nuit. Au contraire, les poissons micronectoniques trouvés dans les estomacs des thons, et qui échappent aux filets en raison de leur agilité, ne consomment que des organismes typiques de la faune superficielle (0-450 m), ce qui conduit à leur attribuer une alimentation diurne (ils ne capturent aucun spécimen de la faune interzonale qui partage de nuit leur biotope) et une répartition verticale ne s'étendant pas au-delà de 450 m (ils ne capturent aucun spécimen de la faune profonde, ni de la faune interzonale de jour). Un raisonnement analogue pour les thons eux-mêmes, d'après l'analyse de leurs contenus stomacaux, conduit à des conclusions similaires : les thons subsurfaceaux du Pacifique tropical, ne consommant aucun organisme caractéristique des faunes interzonale ou profonde, peuvent être crédités d'une alimentation diurne et d'une répartition verticale n'excédant pas 450 m.

L'ensemble de ces données permet de schématiser la structure des réseaux trophiques auxquels participent les faunes pélagiques de ces régions. Il semble exister deux grands systèmes :

— *le système superficiel*, dont on fixe la limite à 450 mètres, comprend la presque totalité du zooplancton et les faunes superficielles du micronecton et du necton, auxquelles s'ajoute de nuit la fraction migrante de la faune interzonale. Les thons font partie de ce système, auquel, en raison de leur alimentation exclusivement diurne, se limitent leurs ressources alimentaires.

— *le système profond*, au-dessous de 450 mètres, comprend une très faible partie du zooplancton, la faune profonde du micronecton et, de jour, la totalité de la faune interzonale.

Ces deux systèmes ne sont pas équivalents. Le système superficiel, qui inclut la masse du phytoplancton, possède sa propre source d'énergie, et semble ne puiser que peu de ressources alimentaires dans les faunes profondes ou interzonales ; le système profond, au contraire, n'a pas de production primaire comparable à celle du phytoplancton et tire l'essentiel de son énergie du système superficiel par l'intermédiaire de la faune migratrice interzonale. De nuit, thons et necton s'isolent du circuit général.

*Manuscrit reçu au S.C.D. le 18 juillet 1972.*

Les auteurs expriment leurs remerciements à M. J. DAGET de l'intérêt qu'il a manifesté pour ce travail et pour les conseils et critiques qui en ont aidé la rédaction.

## BIBLIOGRAPHIE

- ADAM (W.), 1952. — Cephalopoda. *Exped. Océanogr. Belge Eaux côtières africaines Atlantique Sud (1948-49)*. *Res. sci.*, 3 (3), Bruxelles, 142 p.
- AIZAWA (Y.), 1969. — Vertical distribution and migration of Meso- and Bathypelagic shrimps in the neighbouring sea of Japan. *Bull. Plankton Soc. Japan*, 16 (1) : 60-63.
- AKIMUSHKIN (I. I.), 1963. — Cephalopods of the Seas of the URSS. *Izdat. Akad. Nauk. SSSR Moskva* (Translated 1965 by Israel Program for Scientific Translations. IPST cat. n° 1384), 223 p.
- BADCOCK (J.), 1970. — The vertical distribution of mesopelagic fishes collected on the SOND Cruise. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 50 (4) : 1001-1044.
- BAKER (A. de C.), 1970. — The vertical distribution of euphausiids near Fuerteventura, Canary Islands (« Discovery » SOND Cruise, 1965). *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 50 (2) : 301-342.
- BE (A. W. H.), 1962. — Quantitative multiple opening-closing plankton sampler. *Deep-Sea Res.*, 9 (2) : 144-151.
- BEEBE (W.), 1937. — Preliminary list of Bermuda deep-sea fishes. *Zoologica, N. Y.*, 22 : 197-208.
- BEERE (W.) et VANDER PYL (M.), 1944. — Eastern Pacific Expeditions of the New-York Zoological Society XXXIII. Pacific Myctophidae (Fishes). *Zoologica N. Y.*, 29 : 59-95.
- BIDDER (A. M.), 1950. — The digestive mechanism of the European Squids : *Loligo vulgaris*, *Loligo forbesii*, *Alloteuthis media* and *Alloteuthis subulata*. *Quart. J. Micr. Sci.*, 91 (1) : 1-43.
- BLACKBURN (M.), 1968. — Micronekton of the eastern tropical Pacific Ocean : family composition, distribution, abundance, and relations to tuna. *Fish. Bull. U. S.*, 67 : 71-115.
- CASSIE (R. M.), 1962. — Frequency distribution models in the ecology of plankton and other organisms. *J. Anim. Ecol.*, 31 : 65-92.
- CHACE (F. A. Jr.), 1940. — Plankton of the Bermuda Oceanographic Expeditions. IX. The bathypelagic caridean Crustacea. *Zoologica, N. Y.*, 25 : 117-209.
- CLARKE (M. R.), 1963. — Economic importance of North Atlantic squids *New. Scient.*, 17 : 568-570.
- CLARKE (M. R.), 1966. — A review of the systematics and ecology of Oceanic squids. *Adv. Mar. Biol.*, 4 : 93-327.
- GRADDOCK (J. E.) et MEAD (G. W.), 1970. — Midwater fishes from the Eastern South Pacific Ocean. *Anton Bruun Report*, 3 (3) : 3-46.
- DENTON (E. J.), SHAW (T. I.) et GILPIN-BROWN, 1958. — Bathyscapoid squid. *Nature London*, 182 : 1810-1811.
- EBELING (A. W.), IBARA (R. M.), LAVENBERG (R. J.) et ROHLF (F. J.), 1970. — Ecological groups of deep-sea animals off Southern California. *Bull. Los Angeles County Mus. Nat. Hist.*, 6 : 1-43.
- FIELDS (G. W.), 1965. — The structure, development, food relations, reproduction and life history of the squid *Loligo opalescens*, Berry. *Fish. Bull. U. S.*, 131 : 1-108.
- FOXTON (P.), 1970. — The vertical distribution of pelagic decapods (Crustacea, Natantia) collected on the SOND Cruise 1965 ; I. The Caridea ; II The Penaeidea and general discussion. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 50 (4) : 939-1000.
- FOXTON (P.), ARON (W.), LEGAND (M.) et NEMOTO (T.), 1968. — Micronekton. Report of Working Party n° 4. In : *Zooplankton sampling, UNESCO Monogr. oceanogr. Meth.*, 2 : 164-167.
- GRANDPERRIN (R.), BOURRET (P.), MICHEL (A.) et MARTEAU (J.), 1969. — Résultats des stations de longue ligne expérimentale effectuées dans le Pacifique sud-central par le Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa en 1969. *O.R.S.T.O.M. - Nouméa - Océanographie - Rapport n° 39*, 34 p., multigr.
- GRANDPERRIN (R.) et LEGAND (M.), 1970. — Contribution à la connaissance des *Alepisaurus* (Pisces) dans le Pacifique équatorial et sud-tropical. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, 8 (3) : 11-34.
- GRANDPERRIN (R.) et MICHEL (A.), 1970. — Emploi du chalut pélagique Isaacs-Kidd 10 pieds dans les eaux équatoriales du Pacifique. *Mar. Biol.* 7 (4) : 273-284.
- GUEREDRAT (J. A.) et FRIESS (R.), 1971. — Importance des migrations nyctémérales de copépodes bathypélagiques. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.* 9 (2) : 187-196.
- ISAACS (J. D.) et KIDD (L. W.), 1953. — Isaacs-Kidd midwater trawl, final report. *Scripps Inst. Océanogr.*, Rep. 53-3, 18 p.
- KAMIJO (K.), 1969. — On vertical long line gear for tuna. (Kanagawa Prefectural Fisheries Experimental Station), 9 p., dact.

- KAWAGUCHI (K.), 1969. — Diurnal vertical migration of micronektonic fishes in the Western North Pacific. *Bull. Plankton Soc. Japan*, 16 (1) : 63-66.
- KING (J. E.) et IKEHARA (I. I.), 1956. — Comparative study of food of bigeye and yellowfin tuna in the central Pacific. *Fish. Bull. U. S.*, 108 : 61-85.
- KING (J. E.) et IVERSEN (R. T. B.), 1962. — Midwater trawling for forage organisms in the central Pacific, 1951-1956. *Fish. Bull. U. S.*, 62 : 271-321.
- KLUMOV (in: Akimushkin, 1963).
- KOBAYASHI (H.) et YAMAGUCHI (Y.), 1971. — Feeding ecology and hooking tendency of tunas and marlins in the eastern equatorial Pacific. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 37 (2) : 83-89.
- LACAZE-DUTHIERS (H. DE), 1892. — Observation d'un *Argonauta* de la Méditerranée. *Arch. Zool. exp. gén.*, 2 (10) : 37-56.
- LAVAL (Ph.), 1968. — Observations sur la biologie de *Phronima curvipes* Voss. (Amphipode Hypéride) et description du mâle adulte. *Cahiers de Biologie Marine.*, IX : 347-362.
- LEGAND (M.) et DESROSIÈRES (R.), 1960. — Premières données sur le thon à nageoires jaunes en Nouvelle-Calédonie. *I.F.O. Rapport Scientifique* n° 11, 78 p., multigr.
- LEGAND (M.) et GRANDPERRIN (R.), 1969. — Résultats des stations de longue ligne expérimentale effectuées dans le Pacifique sud-ouest et central par le Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa de 1956 à 1968. *O.R.S.T.O.M. Nouméa - Océanographie - Rapport* n° 30, 33 p., multigr.
- LO BIANCO (S.), 1909. — Notizie biologiche riguardanti specialmente il periodo di maturità sessuale degli animali del Golfo di Napoli. *Mill. zool. Sta. Neapel.*, 19 : 513-761.
- MCDOWALL (R. M.), 1969. — Lunar Rhythms in Aquatic Animals, a general review. *Tuatara*, 17 (3) : 133-144.
- MARSHALL (N. B.), 1954. — Aspects of Deep-Sea Biology. 380 p. (Hutchinson, London).
- MICHEL (A.) et GRANDPERRIN (R.), 1969. — Aperçu sur la distribution verticale du micronekton dans le Pacifique Ouest Équatorial (170°00 E). *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, 7 (2) : 45-52.
- MICHEL (A.) et GRANDPERRIN (R.), 1970. — Sélection du chaluot pélagique Isaacs-Kidd 10 pieds. *Mar. Biol.*, 6 (3) : 200-212.
- MICHEL (A.) et GRANDPERRIN (R.), 1971. — Traitement des récoltes micronektoniques. *Mar. Biol.*, 8 (3) : 238-242.
- NEMOTO (T.), 1969. — Euphausiacés dans les couches intermédiaires et profondes. *La mer*, 7 (1) : 50-55.
- NESIS (K. N.), 1965. — The distribution and nutrition of the young of the squid *Gonatus fabricii* (Licht) in the North west Atlantic and the Norwegian sea. *Okeanologiya*, 5 : 134-141.
- NISHIMURA (S.), 1966. — Notes on the occurrence and biology of the oceanic squid : *Thysanoteuthis rhombus* Troschel, in Japan. *Publ. Seto Mar. Biol. Lab.*, 14 (4) : 327-349.
- OKUTANI (T.), 1960. — *Argonauta boettgeri* preys on *Cavolinia bidentata*. *Venus*, 21 : 39-41.
- OMORI (M.), 1965. — A 160 cm opening-closing plankton net. I : description of the gear. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, 21 (5) : 212-218.
- OMORI (M.), MARUMO (R.) et AIZAWA (Y.), 1965. — A 160 cm opening-closing plankton net. II : Some notes on the towing behaviour of the net. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, 21 (6) : 245-252.
- PARIN (N. V.), 1967. — Diurnal variations in the larval occurrence of some oceanic fishes near the ocean surface. *Oceanology*, 7 (1) : 115-121.
- PARIN (N. V.), 1968. — Ichthyofauna of the epipelagic zone (Translated 1970 by Israel Program for Scientific translations IPST cat. n° 5528) 206 p.
- PAXTON (J. R.), 1967. — A distributional analysis for the lanternfishes (family *Myctophidae*) of the San Pedro Basin, California. *Copeia* 1967 (2) : 422-440.
- PEARCY (W. G.), 1964. — Some distributional features of mesopelagic fishes off Oregon. *J. Mar. Res.*, 22 : 83-102.
- PEARCY (W. G.) et LAURS (R. M.), 1966. — Vertical migration and distribution of mesopelagic fishes off Oregon. *Deep Sea Res.*, 13 (2) : 153-165.
- RANCUREL (P.), 1971. — *Mastigoteuthis grimaldii* (Joubin 1895), *Chiroteuthidae* peu connu de l'Atlantique tropical (*Cephalopoda oegopsida*). *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, 9 (2) : 125-145.
- RAO (K. V.), 1954. — Biology and Fishery of the Palkbay squid *Sepioteuthis arcipinnis* Gould - *Indian J. Fish.*, 1 : 37-66.
- RASS (T. S.) ed., 1967. — Biologie de l'Océan Pacifique. Tome III : Poissons pélagiques. 273 p. (Nauka, Moscou).
- REINTJES (J. W.) et KING (J. E.), 1953. — Food of yellowfin tuna in the central Pacific. *Fish. Bull. U.S.*, 51 : 91-110.
- REPELIN (R.), 1970. — Phronimidae du Bassin Indo-Australien (Amphipodes Hypérides). Cycle génital et répartition saisonnière. Relations quantitatives et écologiques. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, 8 (2) : 65-109.
- ROGER (C.), 1968. — Évaluation d'une population planctonique. *Mar. Biol.*, 2 (1) : 66-70.
- ROGER (C.), 1971 a. — Distribution verticale des euphausiacés (crustacés) dans les courants équatoriaux de l'Océan Pacifique. *Mar. Biol.*, 10 (2) : 134-144.
- ROGER (C.), 1971 b. — Les Euphausiacés du Pacifique équatorial et sud-tropical : zoogéographie, écologie, biologie et situation trophique. (Thèse de doctorat d'état). 331 p., multigr.
- ROGER (C.) et WAUTHY (B.), 1968. — Sur une technique de détermination de groupes de tailles applicable à l'étude de certains organismes planctoniques. *J. Cons.*, 32 (2) : 216-225.
- ROPER (C. F. E.), GIBBS (R. H. Jr.) et ARON (W.), 1970. — Ocean Acre : an interim report. *Report to the U. S. Navy Underwater Sound Laboratory*, 32 p.
- SAITO (S.), ISHII (K.) et YONETA (K.), 1970. — Swimming depths of large sized albacore in the South Pacific Ocean. I. Fishing of albacore by a newly designed vertical longline. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 36 (6) : 578-584.



- SASAKI (M.), 1929. — A monograph of the Dibranchiate Cephalopods of the Japanese and adjacent waters. *Journ. Coll. Agr. Hokkaido Imp. Univ. Sapporo*, suppl. to vol. 20 : 1-357.
- SHIH (C. T.), 1969. — The systematics and biology of the family *Phronimidae* (Crustacea: Amphipoda). *Dana Rep.*, 74, 100 p.
- SMITH (A. G.), 1963. — More giant Squids from California. *Calif Fish and Game* 49 (3) : 209-211.
- SOEDA (J.), 1956. — Studies on the ecology and the breeding habits of the squids *Ommastrephes sloanei pacificus* (Steenstrup). *Bull. Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab.*, 14 : 1-24.
- SQUIRES (H. J.), 1957. — Squid *Illex illecebrosus* (Lesueur) in the Newfoundland fishing area. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 14 (5) : 693-728.
- SYLVA (D. P. DE), 1962. — Red water blooms off northern Chile April-May 1956 with references to the ecology of swordfish and the striped marlin. *Pacif. Sci.*, 16 : 171-179.
- THORSON (G.), 1946. — Reproduction and larval development of Danish marine bottom invertebrates, with special reference to the planktonic larvae in the sound (Dresung). *Medd. Komm. Dansk. Fish. og. havundersg. ser. Plankton*, 4 (9) : 1-523.
- VERRILL (A. E.), 1881. — The Cephalopods of the North eastern coast of America. II : The smaller cephalopods including the «squids» and the octopi with other allied forms. *Trans. Conn. Acad. Arts Sci.*, 5 : 259-446.
- VERRILL (A. E.), 1882. — Catalogue of marine Mollusca added to the fauna of New England during the past ten years. *Trans. Conn. Acad. Arts Sci.* 5 : 177-257 ; 395-458 ; 447-587.
- VINOGRADOV (M. E.), 1968. — Vertical distribution of the Oceanic zooplankton (Translated 1970 by Israel Program for Scientific Translations. IPST Cat. n° 5513), 339 p.
- VOSS (G.), 1957. — Observations on *Ornitholeuthis antillarum* Adam 1957, an ommastrephid squid from the West Indies. *Bull. mar. Sci. Gulf. Carrib.*, 7 : 370-378.
- VOSS (G.), 1962. — A monograph of the Cephalopoda of the North Atlantic. *Bull. mar. Sci. Gulf. Carrib.*, 12 : 264-305.
- WATANABE (H.), 1961. — Study of tuna hooked layer by long line. *Rep. Ser. Kanagawa Pref. Fish. Exp. Stat.*, 4, 10 p.
- WINSOR (C. P.) et CLARKE (G. L.), 1940. — A statistical study of variation in the catch of plankton nets. *J. Mar. Res.*, 3 : 1-34.

## LISTE DES TABLEAUX

1. Nombres de traits obliques de chalut Isaacs-Kidd 10 pieds effectués dans la région équatoriale au cours des croisières CARIDE, par zone de profondeur.....	309
2. Nombres de traits obliques de chalut Isaacs-Kidd 10 pieds effectués dans la région tropicale des croisières CARIDE, par zone de profondeur.....	310
3. Caractéristiques moyennes des traits de chalut IKMT 10 des séquences équatoriales des croisières CARIDE 3, 4 et 5.....	313
4. Composition spécifique de quelques-uns des complexes de Myctophidés étudiés (d'après J. R. PAXTON, communication personnelle).....	317
5. Effectifs par couche, en fonction de l'heure, de l'ensemble des espèces : <i>Lampanyctus niger</i> , <i>L. hubbsi</i> , <i>Triphoturus microchir</i> et <i>Lepidophanes</i> spp.....	321
6. Abondance de certains Myctophidés entre 400 et 500 m au coucher du soleil (rapports des effectifs de quelques stations effectuées au coucher du soleil à l'effectif moyen de leur séquence).....	321
7. Effectifs récoltés à différentes heures, en période de nouvelle lune, au cours de quelques traits nocturnes entre 0 et 70 m (CARIDE 5 et CARIDE 3).....	322
8. Présence de <i>Sternoptyx diaphana</i> par classes de taille (LS en mm) dans différents prélèvements diurnes de CARIDE 1.....	322
9. Répartition en taille de <i>Vinciguerria nimbaria</i> dans les traits de nuit à 75 et 150 m (CARIDE 3, nombres par traits).....	323
10. Estimation des populations réelles des principales espèces d'Euphausiacés dans différentes zones....	330

11. Répartition de la biomasse par groupe, en % de la biomasse totale par couche du micronecton récolté à l'aide de l'IKMT 10, (d'après les poids moyens de CARIDE 1).....	335
12. Effectifs moyens par trait de <i>Sternopyx diaphana</i> .....	336
13. Longue ligne et lignes verticales : Variations des rendements avec la profondeur.....	338
14. Proies de quelques espèces de Céphalopodes.....	340
15. <i>Cyclothone</i> spp. : caractéristiques du contenu stomacal (C.S.) en fonction de l'heure.....	342
16. <i>L. niger</i> : caractéristiques du contenu stomacal (C.S.) en fonction de la taille.....	342
17. <i>Lepidophanes</i> spp. : caractéristiques du contenu stomacal (C.S.) en fonction de la taille.....	343
18. <i>Lepidophanes</i> spp. : pourcentages de proies aux différents stades de digestion en fonction de l'heure.....	344
19. <i>D. regani</i> : caractéristiques du contenu stomacal (C.S.) en fonction de la taille.....	345
20. <i>D. regani</i> : pourcentages de proies aux différents stades de digestion en fonction de l'heure.....	345
21. <i>D. regani</i> : occurrence des divers types de proies en fonction de la taille.....	345
22. <i>D. regani</i> : occurrence des divers types de proies en fonction de l'heure.....	346
23. <i>G. rhodadenia</i> : caractéristiques du contenu stomacal (C.S.) en fonction de la taille.....	347
24. <i>S. diaphana</i> : caractéristiques du contenu stomacal (C.S.) en fonction de la taille.....	347
25. <i>S. diaphana</i> : pourcentages de proies aux différents stades de digestion en fonction de l'heure.....	349
26. <i>S. diaphana</i> : occurrence des diverses catégories de proies en fonction de la taille du prédateur.....	349
27. <i>V. nimbaria</i> : caractéristiques du contenu stomacal (C.S.) en fonction de la taille.....	349
28. <i>V. nimbaria</i> : pourcentages de proies aux différents stades de digestion en fonction de l'heure.....	350
29. <i>V. nimbaria</i> : occurrence et poids des différents taxa dans les C.S.....	350
30. <i>V. nimbaria</i> : occurrence des proies en fonction de l'heure.....	350
31. <i>D. multistriatus</i> : caractéristiques du contenu stomacal (C.S.) en fonction de la taille.....	350
32. <i>D. multistriatus</i> : occurrence des diverses catégories de proies en fonction de la taille du prédateur.....	351
33. Contenus stomacaux de divers poissons trouvés dans les estomacs de thons et d' <i>Alepisaurus</i> (Pourcentages en poids des principales catégories de proies).....	351
34. Contenus stomacaux de quelques poissons caractéristiques des récoltes du chalut IKMT 10 (Pourcentages en poids des principales catégories de proies).....	352
35. Occurrence des divers types de proies dans les estomacs en fonction de la taille des prédateurs (toutes espèces).....	352
36. C.S. relatifs et pourcentages d'estomacs vides de quelques poissons.....	353
37. Fluctuations au cours de la journée du poids des C.S. exprimé en % de la somme des poids des C.S. par espèce.....	354
38. Nombre de traits effectués et profondeurs extrêmes.....	357
39. Comparaison des contenus stomacaux et des récoltes d'IKMT 10 au niveau des grands groupes taxinomiques : biomasse de chaque groupe en % de la biomasse totale.....	358
40. Importances respectives des poissons côtiers et pélagiques du large dans les contenus stomacaux et dans les récoltes : % du nombre total de poissons ingérés ou capturés.....	360
41. Poissons : groupement des familles suivant le mode de récolte.....	361
42. Familles les mieux représentées dans les contenus stomacaux et dans les récoltes des filets : abondance exprimée en % du nombre total N de poissons pélagiques du large.....	363
43. Céphalopodes : nombre d'espèces et nombre d'individus représentés dans chaque famille.....	365
44. Céphalopodes : groupements suivant le mode de récolte.....	367
45. Euphausiacés trouvés dans les contenus stomacaux des captures de longue ligne.....	368
46. Amphipodes : nombre d'espèces et nombre d'individus (%) représentés dans chaque famille.....	369
47. Larves de Stomatopodes et de Scyllaridés : captures des différents modes de collecte (échelle d'abondance-dominance).....	371
48. Comparaison des prises de longue-ligne effectuées de jour et de nuit.....	371

## LISTE DES FIGURES

- Fig. 1. — Zones étudiées au cours des croisières, ATOLL, ALIZÉ et BRISANTS (1965), BORAS (1965-1966), CYCLONES (1966-1967), CARIDES et CALMARS (1968-1970) et DIAPHUS (1970-1971).
- Fig. 2. — Schéma du chalut Isaacs-Kidd 10 pieds : a) vue d'ensemble, b) dépresseur modifié par évidement de la partie hachurée (d'après GRANDPERRIN et MICHEL, 1970).
- Fig. 3. — Profil caractéristique d'un trait oblique d'IKMT 10 à partir des enregistrements D.D.R. (Depth-Distance Recorder) et B.K. (Bathykymographe.) A) CARIDE 5 ; B) CARIDE 3 (d'après GRANDPERRIN et MICHEL, 1970).
- Fig. 4. — Nombres de poissons récoltés par trait au cours de la séquence tropicale de la croisière CARIDE 5.
- Fig. 5. — Fréquences des effectifs de *Sternoplyx diaphana* dans deux séries de traits 0-800 m et 0-1100 m. En haut et à droite profils théoriques des traits et positions des paliers par rapport à la zone de concentration de cette espèce.
- Fig. 6. — Profils théoriques d'une série complète de traits (abréviations dans le texte).
- Fig. 7. — Courbes des effectifs moyens réels par trait, et histogrammes des densités moyennes par couches calculées par différence, pour trois espèces de Poissons, de jour et nuit.
- Fig. 8. — Poissons migrants. A) Effectifs moyens calculés par couche. B) Différences jour-nuit. C) Amplitude des migrations verticales.
- Fig. 9. — Niveaux de concentration des principales espèces de Poissons, de jour et de nuit (traits pleins) ; zones de présence (pointillés).
- Fig. 10. — Distribution verticale de *Cyclothone alba*, *C. pallida* et *C. acclinidens* : courbes des effectifs moyens réels par trait et histogrammes des effectifs moyens calculés par couche.
- Fig. 11. — Variations dans la distribution verticale de *Lampanyctus niger* et *L. hubbsi* suivant la période de prélèvement : 1° PL, pleine lune : CARIDE 1, séquence 3 et CARIDE 3, séquence 4. 2° NL, nouvelle lune : CARIDE 1, séquence 1 et 2 et CARIDE 3, séquence 1.
- Fig. 12. — Répartition en tailles de *Lampanyctus niger* A) ensemble des traits, B) traits 0-700 m de jour et traits 0-400 m de nuit, C) excédents des effectifs des traits de nuit 0-500 m et 0-700 m sur les effectifs des traits de nuit 0-400 m.
- Fig. 13. — Variations, suivant la taille, de la distribution verticale de *Triphoturus microchir* (croisière CARIDE 1) : A) effectifs par trait et par classe de tailles : traits de jour de profondeur maximale comprise entre 500 et 800 m. B) différences par classe de tailles entre les effectifs des traits de profondeur maximale 1100 m, et les effectifs des traits de profondeur maximale comprise entre 500 et 800 m (traits de jour). C) effectifs par trait et par classe de tailles : traits de nuit de profondeur maximale comprise entre 200 et 300 m. D) différences par trait et par classe de tailles entre les effectifs des traits de profondeur maximale comprise entre 500 et 800 m, et les effectifs des traits de profondeur maximale comprise entre 200 et 300 m (traits de nuit). E) pourcentage de l'effectif des traits de nuit de profondeur maximale comprise entre 500 et 800 m capturé au-dessus de 200 à 300 m de nuit, en fonction de la taille. n = Nombre total moyen d'individus par trait.
- Fig. 14. — Distribution verticale en zone équatoriale de : A) Larves de Poissons, B) Céphalopodes, C) Amphipodes (excepté les Phronimes), D) Phronimes, E) Ptéropodes thécosomes, F) Hétéropodes. Les densités

moyennes par couche sont mesurées en nombre d'individus par 1000 m de distance parcourue par l'IKMT 10 dans la couche : en pointillés les limites de confiance de ces densités,  $P = 0,10$  ;  $n$  = nombre total d'individus récoltés de jour ou de nuit.

- Fig. 15. — Distribution verticale en zone équatoriale des *Cranchiidae*, *Enoplateuthidae* et *Onychoteuthidae* (CARIDE 3).
- Fig. 16. — Distribution verticale en zone équatoriale de : A) Poissons, B) Euphausiacés, C) Carides, D) Sergestides, E) Penéides, F) Mysides.
- Fig. 17. — Distribution verticale en zone équatoriale des Euphausiacés. A) jour. B) nuit (d'après ROGER, 1971 a).
- Fig. 18. — Distribution verticale en zone équatoriale de *Phronima atlantica*, *P. sedentaria*, *Phrosina semilunata* et *Platyscelus ovoides*.
- Fig. 19. — Distribution verticale de : A) *Melridia princeps*, B) *Paraeuchaeta hanseni* C) *Megacalanus princeps*, D) *Gaussia princeps* (CARIDE 1, CARIDE 3, CARIDE 4, CARIDE 5 : séquences équatoriales).
- Fig. 20. — Distribution verticale des biomasses (A à E, zone équatoriale ; F, zone tropicale) : A) FCO diamètre 1 m, maille 2 (0,33 mm), fraction F3B, B) FCO diamètre 1 m, maille 2, fraction F3A, C) FCO, diamètre 1 m, maille 2, fraction F2, D) Micronecton, IKMT 10, E) Biomasse totale, Zooplancton+Micronecton, (Micronecton en noir), F) Biomasse totale, Zooplancton+Micronecton (Micronecton en noir). Bm = biomasse totale en mg.
- Fig. 21. — Distributions verticales différentielles des groupes de tailles de quelques Euphausiacés (d'après ROGER, 1971 a).
- Fig. 22. — Distribution verticale en zone tropicale de : A) Poissons, B) Euphausiacés, C) Ptéropodes thécosomes.
- Fig. 23. — Distribution verticale de *Thunnus alalunga*, *T. albacares*, *T. obesus* et *Alepisaurus ferox* dans le Pacifique tropical.
- Fig. 24. — Évolution nyctémérale du poids moyen du C.S. pour 4 groupes de tailles de *L. niger*.
- Fig. 25. — Évolution nyctémérale du pourcentage d'estomacs contenant de la nourriture pour 4 groupes de tailles de *L. niger*.
- Fig. 26. — Évolution nyctémérale du pourcentage de présence de 4 catégories de proies dans les estomacs de *L. niger*.
- Fig. 27. — Évolution nyctémérale du poids moyen des C.S. (traits pleins) et du pourcentage d'estomacs non vides (pointillés) chez *L. hubbsi*, *Lepidophanes* spp., *T. microchir*, *D. regani*, *D. lutkeni* et *D. fulgens*.
- Fig. 28. — Évolution nyctémérale du poids moyen des C.S. (traits pleins) et du pourcentage d'estomacs non vides (pointillés) chez *D. termophilus*, *C. warmingi*, *N. valdiviae* et *C. rhodadenia*.
- Fig. 29. — Évolution nyctémérale du poids moyen des C.S. (traits pleins) et du pourcentage d'estomacs non vides (pointillés) chez *S. diaphana*, *V. nimbaria* et *S. evermanni*.
- Fig. 30. — Variation du poids du C.S. en fonction du poids du corps chez *S. diaphana*.
- Fig. 31. — Variation du poids du C.S. en fonction du poids du corps chez *D. multistriatus*.
- Fig. 32. — Évolution nyctémérale des poids moyens brut et pondéré des C.S. et du pourcentage d'estomacs non vides (pointillés) des 13 espèces répertoriées dans le tableau 37.
- Fig. 33. — Biomasses de différentes catégories de proies dans les estomacs de quelques prédateurs pélagiques, comparées aux biomasses récoltées par le chalut Isaacs-Kidd 10 pieds, en % du total par prédateur ou trait de chalut.
- Fig. 34. — Poissons micronectoniques du large en % du nombre total des Poissons capturés par prédateur ou filet.
- Fig. 35. — Familles des poissons micronectoniques capturés par les filets et par les grands prédateurs pélagiques : A. familles des Poissons caractéristiques des contenus stomacaux : *Gempylidae*, *Bramidae*, *Alepisauridae*, *Thunnidae*, *Ostracionidae*, *Paralepididae*, *Anoplogastridae*, *Molidae*, *Chiasmodontidae*, *Exocoelidae*, *Caristiidae* et *Scombrobracidae*. B. familles des Poissons capturés par les filets et les prédateurs : *Sternoplychidae*, *Latilidae*, *Bregmacerolidae*, *Nomeidae* et *Lepidopidae*. C. familles des Poissons caractéristiques des filets : *Gonostomidae*, *Myciophidae*, *Chauliodidae*, *Nemichthyidae*, *Stomiidae*, *Melamphaeidae*, *Maurolidae* et *Astronesthidae*. En ordonnées, les pourcentages du tableau 42.

Fig. 36. — Sélection en taille des amphipodes par les filets (FCO : filet conique de 1 m de diamètre, maille 2 ; IKMT : chalut Isaacs-Kidd 10) et trois grands prédateurs pélagiques (LF : *Alepisaurus ferox*, G : *Thunnus alalunga*, YF : *Thunnus albacares*). En abscisses, les longueurs (mm) des amphipodes ; en ordonnées, les pourcentages du tableau 46. Données des croisières de longue-ligne 1958-1968 et des croisières BORA dans le Pacifique occidental.

## LIST OF FIGURES

- Fig. 1. — Areas studied during the cruises : ATOLL, ALIZÉ and BRISANTS (1965), BORAS (1965-1966), CYCLONES (1966-1967), CARIDES and CALMARS (1968-1970) and DIAPHUS (1970-1971).
- Fig. 2. — 10-foot Isaacs-Kidd midwater trawl plan a) general view, b) modified depressor with the hachured part cut away (after GRANDPERRIN and MICHEL, 1970).
- Fig. 3. — Characteristic profiles of an IKMT 10' tow according to the DDR (Depth-Distance-Recorder) and BK (Bathykymograph) records. a) CARIDE 5, b) CARIDE 3 (after GRANDPERRIN and MICHEL, 1970).
- Fig. 4. — Numbers of fishes collected by tow during the cruise CARIDE 5 at the tropical station.
- Fig. 5. — Frequencies of numbers of *Sternoptyx diaphana*, for two series of tows 0-800 m and 0-1100 m. Above right hand : the theoretical profiles of tows and position of their horizontal run with regard to the layer of concentration of this species.
- Fig. 6. — Theoretical profiles for a complete set of tows.
- Fig. 7. — Curves of the mean real numbers by tow, and histograms of the mean densities by layer calculated by difference for three species of fishes by day and night.
- Fig. 8. — Migrant fishes a) Mean numbers calculated by layer b) Day-night differences, c) Amplitude of the vertical migrations.
- Fig. 9. — Concentration levels of the main species of fishes by day and night (block line) ; zone of presence (dashed line).
- Fig. 10. — Vertical distribution of *Cyclothone alba*, *C. pallida* and *C. acclinidens* : curves of the mean real numbers by tow and histograms of the mean numbers calculated by layer.
- Fig. 11. — Variations in the vertical distribution of *Lampanyctus niger* and *L. hubbsi* according to the period of collects 1) PL, full moon. CARIDE 1, sequence 3 and CARIDE 3 sequence 4. 2) NL, new moon CARIDE 1, sequence 1 et 2 and CARIDE 3 sequence 1.
- Fig. 12. - - Sizes distribution of *Lampanyctus niger*, a) whole lot of tows, b) 0-700 m day tows and 0-400 m night tows, c) excess of the numbers in the 0-500 m and 0-700 m night tows over the numbers in the 0-400 m night tows.
- Fig. 13. — Variations, according to the size, in the vertical distribution of *Tripholurus microchir* (cruise CARIDE 1). a) Numbers by tow and size class 0 to 500-800 m day tows, b) Differences by size class between the numbers of the 0-1100 m tows and the numbers of the 0 to 500-800 m tows (day tows), c) Numbers by tows and size class for the night tows 0 to 200-300 m, d) Differences by tow and size class between the numbers of the tows 0 to 500-800 m and the numbers of the tows 0 to 200-300 m (night tows), e) Percentage of the numbers of the 0 to 500-800 m night tows collected above 200-300 m by night, according to the size.  $n$  = total mean number of individuals by tow.
- Fig. 14. — Vertical distribution in the equatorial zone of : a) Fish larvae, b) Cephalopods, c) Amphipods (Phronima excepted), d) Phronima, e) Pteropods thecosoma, f) Heteropods. The mean densities by layer are expressed in numbers of individuals per 1000 m ran by the IKMT 10' through the layer, dashed line : confidence limit of the densities  $p = 0.10$  ;  $n$  = number of individuals collected by day and night.
- Fig. 15. — Vertical distribution in the equatorial zone of the *Cranchiidae*, *Enoploteuthidae* and *Onychoteuthidae* (CARIDE 3).
- Fig. 16. — Vertical distribution in the equatorial zone of the : a) Fishes, b) Euphausiids, c) Carids, d) Sergestids, e) Peneids, f) Mysids.

- Fig. 17. — Vertical distribution in the equatorial zone of some Euphausiids a) day, b) night (after ROGER, 1971 a).
- Fig. 18. — Vertical distribution in the equatorial zone of *Phronima allantica*, *P. sedentaria*, *Phrosina semilunata* and *Platyscelus ovoides*.
- Fig. 19. — Vertical distribution in the equatorial zone of a) *Metridia princeps*, b) *Paraeuchaeta hanseni* c) *Megacalanus princeps*, d) *Gaussia princeps* (CARIDE 1, 3, 4 and 5).
- Fig. 20. — Vertical distribution of biomasses (A to E : equatorial zone ; F : tropical zone). a) FCO (ordinary conical plankton net) 1 m diameter mesh n° 2 (aperture 0,33 mm). Part F3B (which pass through a sieve with a mesh n° 000 aperture 1 mm gauze), b) FCO Part F3A (which pass through a sieve with glass rods 0,7 mm apart but retained by the mesh n° 000), c) FCO Part F2 (which pass through a sieve with glass rods 1 mm apart but retained by the 0,7 mm one), e) Total biomass zooplankton + micronekton (micronekton in black), f) Total biomass zooplankton + micronekton (micronekton in black). Bm = total biomass in mg.
- Fig. 21. — Vertical distributions for the different size groups of some Euphausiids (after ROGER, 1971 a).
- Fig. 22. — Vertical distribution in the tropical zone of : a) Fishes, b) Euphausiids, c) Pteropods thecosoma.
- Fig. 23. — Vertical distribution of *Thunnus alalunga*, *T. albacares*, *T. obesus* and *Alepisaurus ferox* in the tropical Pacific Ocean.
- Fig. 24. — Diurnal evolution of the mean weight of the stomach content for 4 size groups of *Lampanyctus niger*.
- Fig. 25. — Diurnal evolution of the percentage of stomachs with food for 4 size groups of *Lampanyctus niger*.
- Fig. 26. — Diurnal evolution of the percentage of occurrence of 4 types of preys in the stomachs of *Lampanyctus niger*.
- Fig. 27. — Diurnal evolution of the mean weight of the stomach content (block line) and of the percentage of non-empty stomachs (dashed line) for *Lampanyctus hubbsi*, *Lepidophanes spp.*, *Triphoturus microchir*, *Diaphus regani*, *D. lutkeni*, and *D. fulgens*.
- Fig. 28. — Diurnal evolution of the mean weight of the stomach content (block line) and of the percentage of non-empty stomachs (dashed line) for *Diaphus termophilus*, *Ceratoscopelus warmingi*, *Notolychnus valdiviae* and *Gonostoma rhodadenia*.
- Fig. 29. — Diurnal evolution of the mean weight of the stomach content (block line) and of the percentage of non-empty stomachs (dashed line) for *Sternoptyx diaphana*.
- Fig. 30. — Variation of the weight of the stomach content in terms of body weight for *Sternoptyx diaphana*.
- Fig. 31. — Variation of the weight of the stomach content in terms of body weight for *Diplospinus multistriatus*.
- Fig. 32. — Diurnal evolution of the mean uncorrected and balanced (e.i. balanced by the body weight) weights of the stomach content and of the percentage of non-empty stomachs (dashed line) of the 13 species listed in table 37.
- Fig. 33. — Biomasses of different types of preys in the stomachs of some pelagic predators, compared with biomasses collected by the IKMT 10', in percentage of the total for predator or for IKMT tow.
- Fig. 34. — Pelagic micronektonic fishes in percentages of the total number of fishes caught by predator or net.
- Fig. 35. — Families including the micronekton fishes caught by the nets and large pelagic predators. a) Families including fishes characteristic of the stomach contents : *Gempylidae*, *Bramidae*, *Alepisauridae*, *Thunnidae*, *Ostracionidae*, *Paralepididae*, *Anoplogastridae*, *Molidae*, *Chiasmodontidae*, *Exocoetidae*, *Caristiidae* and *Scombrobracidae*. b) Families including fishes caught by nets and predators : *Sternoptychidae*, *Latilidae*, *Bregmacerotidae*, *Nomeidae* and *Lepidopidae*. c) Families including fishes characteristic of the nets : *Gonostomidae*, *Myctophidae*, *Chauliodidae*, *Nemichthyidae*, *Stomatidae*, *Melamphaeidae*, *Maurollicidae* and *Astronesthidae*. The ordinates are the percentages of table 42.
- Fig. 36. — Size selection of the Amphipods by the nets (FCO : conical net 1 m diameter mesh n° 2 ; IKMT 10') and by 3 large pelagic predators (LF : *Alepisaurus ferox*, G : *Thunnus alalunga*, YF : *Thunnus albacares*). The abscissa are the lengths (mm) of the Amphipods, the ordinates are the percentages of table 46. Data from longline cruises made from 1968 and BORA cruises in the Western Pacific.

## ANNEXES

Tableau A. — Poissons communs aux contenus stomacaux et aux récoltes des filets.

Tableau B. — Poissons pélagiques du large trouvés uniquement dans les récoltes des filets.

Tableau C. — Poissons côtiers trouvés dans les contenus stomacaux.

Tableau D. — Céphalopodes : nombres.

Tableau E. — Amphipodes : nombres.

Tableau F. — Larves de Stomatopodes et larves de Scyllaridés

-- Familles et nombre d'espèces par famille

— Espèces les plus fréquentes dans le filet et dans les contenus stomacaux.

## Abréviations :

G : germon, *Thunnus alalunga*  
 YF : thon à nageoires jaunes, *Thunnus albacares*  
 LF : *Alepisaurus ferox*  
 IKMT : chalut pélagique Isaacs-Kidd 10 pieds  
 Chalut : chalut à alevins de 22 mètres de long  
 N : nombre d'estomacs pleins examinés  
 nb : nombre de proies

occ. : occurrence

A : adulte

J : jeune

L : larve

F : femelle

X : correspond aux cas où l'espèce est présente mais où son abondance n'a pas été déterminée, et aux cas où l'espèce n'est pas présente dans cette liste mais a été collectée aux mêmes lieux au cours d'autres traits non pris en compte ici.

## Remarques :

(1) En ce qui concerne les poissons ingérés par les thons à nageoires jaunes de traîne, les Céphalopodes ingérés par les germons et tous les Amphipodes, plusieurs estomacs ayant été réunis dans un seul échantillon, il n'a pas été possible de donner l'occurrence par rapport au nombre de thons.

(2) *Sternoptyx diaphana* comprend 3 sous-espèces

(3) *Cyclothone pallida* : sous cette appellation, nous avons groupé 4 espèces : *C. microdon*, *C. pallida*, *C. alba*, *C. obscura*.

(4) Au moment des identifications des Myctophidés, les 2 espèces ont été identifiées à une seule.

TABLEAU A

Poissons communs aux contenus stomacaux et aux récoltes des filets

Familles, genres, espèces	Longue ligne						Traine	Filets			
	G (N = 105)		YF (N = 95)		LF (N = 110)		YF (1) (N = 275)	IKMT (29 traits)		CHALUT (18 traits)	
	nb.	occ./ 105	nb.	occ./ 95	nb.	occ./ 110	nb.	nb.	occ./ 29	nb.	occ./ 18
Argentinidae.....											
Glossanodon sp.....			2	1				×		×	
Gonostomidae.....											
Vinciguerria nimbaria.....					42	3		116 (A)	23	74 (A)	7
Iidiacanthidae.....											
Idiacanthus fasciola.....					1	1				7	2
Sternoptychidae.....											
Sternoptyx diaphana (2).....	25	14	1	1	95	26		138 (A)	25	43 (A)	9
Argyrolepeceus amabilis.....			2	2				×		×	
Argyrolepeceus aculeatus.....					3	3				115 (A)	12
Argyrolepeceus olfersi.....	7	4	18	10				(J)		(J)	
Argyrolepeceus sp.....	3	2	3	3				12 (A)	9		
Astronesthidae.....											
Astronesthes lucifer.....							1			1	1
Astronesthes ind.....								13	8	3	3
Stomiidae.....											
Stomias affinis.....					1	1					
Stomiidae ind.....								31	11	50	14
Paralepididae.....											
Macroparalepis breve.....					8	2		×		×	
Macroparalepis affine.....					1	1				×	
Stemonosudis elongata.....					4	3				×	
Lestidiops mirabilis.....					2	2		×		×	
Lestidiops sphyraenopsis.....			4	3						×	
Lestidiops jayakari.....	2	2	1	1	2	1		×		×	
Lestidiops pacificum.....	1	1						×		×	
Paralepis atlantica.....	2	2						×		×	
Paralepididae (Lestidiops-Lestrolepis).....	5	5	5	5						2	2
Myctophidae.....											
Benthoosema sp.....							21	(A)		(A)	
Lampanyctus ind.....							1				
Myctophidae ind.....	14	13						4 (A)	4	9 (A)	2
Evermannellidae.....											
Coccorella atrata.....					1	1		(A)		(A)	
Scopelarchidae.....											
Scopelarchus guntheri.....	4	2			1	1		2 (J)	1	(A)	
Alepisauridae.....											
Alepisaurus ferox.....	3	3	7	4	13	12					
Alepisaurus brevisrostris.....	8	4	3	2	62	28					
Alepisaurus ind.....			2	2				×	(J)	×	(J)
Omosudidae.....											
Omosudis lowei.....	1	1			1	1		×		×	
Ostracionidae.....											
Lactoria diaphana.....	5	1	42	14	1	1		(J)		(J)	
Molidae.....											
Ranzania laevis.....			3	2	6	1		×		×	
Mola mola.....	6	3	1	1	2	2		×		×	
Nemichthyidae.....											
Nemichthys scolopaceus.....			1	1	13(L)	7		×		×	
Exocoetidae.....											
Cypsilurus sp.....			7	4				×		×	



Familles, genres, espèces	Longue ligne						Traine	Filets			
	G (N = 105)		YF (N = 95)		LF (N = 110)		YF (1) (N = 275)	IKMT (29 traits)		CHALUT (18 traits)	
	nb.	occ./ 105	nb.	occ./ 95	nb.	occ./ 110	nb.	nb.	occ./ 29	nb.	occ./ 18
Macruridae.....											
<i>Odontomacurus murrayi</i> .....					2	2		×		×	
Bregmacerotidae.....											
<i>Bregmaceros japonicus</i> .....					4	1		(A)		(A)	
<i>Bregmaceros rarissquamosus</i> .....	8	1						(A)		(A)	
Bregmacerotidae.....								7 (A)	3	5 (A)	2
Trachipteridae.....											
<i>Trachipterus iris</i> .....					1	1		×		×	
<i>Desmodema polysticta</i> .....			1	1	3	2		1	1		
Trachipteridae ind.....								1	1		
Anoplogastridae.....											
<i>Anoplogaster cornuta</i> .....	9	9	2	1	28	11		×		×	
Diretmidae.....											
<i>Diretmus argenteus</i> .....	4	4						×		×	
Caristiidae.....											
<i>Caristus macropus</i> .....			1	1	7	2		×		×	
Zeidae.....											
<i>Zenion longipinnis</i> .....	1	1						×		×	
Bramidae.....											
<i>Collybus drachme</i> .....	18	10	30	14	14	9	30	×		×	
<i>Taractes asper</i> .....	4	4	3	2	2	2	4			1	1
<i>Taractes longipinnis</i> .....			3	2			2	×		×	
<i>Pteraclis carolinus</i> .....	4	3	3	3	6	6	15	×		×	
<i>Pteraclis velifera</i> .....	1	1	3	2	1	1	1	×		×	
Coryphaenidae.....											
<i>Coryphaena</i> sp.....							1	×		×	
Scombrobracridae.....											
<i>Scombrobrax heterolepis</i> .....	5	3	2	1				×		×	
Latilidae.....											
<i>Hoplostiltilus</i> sp.....	23	9	16	5	15	5	10	(J)		32 (J)	7
<i>Caulostiltilus</i> sp.....	1	1	1	1			6	(J)		(J)	
Carangidae.....											
<i>Naucrates ductor</i> .....			1	1				×		×	
<i>Decapterus sancta-helenae</i> .....	×		×		×		×	(J)		(J)	
Champsodontidae.....											
<i>Champsodon guentheri</i> .....					1	1		×		×	
Chiasmodontidae.....											
<i>Pseudoscopelus sagamianus</i> .....	4	4	7	5	8	5	1	(J)		(J)	
<i>Chiasmodon</i> sp.....	3	2	1	1	1	1		2	1	×	
Thunnidae.....											
<i>Euthynnus pelamis</i> .....			2	2			52	×		×	
Gempylidae.....											
<i>Gempylus serpens</i> .....	3	3			2	2	3	×		×	
<i>Nealotus tripes</i> .....	6	5	1	1			2	×		×	
<i>Nesiarchus nasutus</i> .....	3	2			9	6		×		×	
<i>Diplospinus multistriatus</i> .....	4	2	1	1	167	33				14 (J)	4
Lepidopidae.....											
<i>Benthodesmus tenuis</i> .....					1	1		(J)		(A)	
<i>Benthodesmus</i> sp.....			6	5				(A)		(A)	
Nomeidae.....											
<i>Psenes whitelegi</i> .....					2	2		(J)		(J)	
<i>Psenes maculatus</i> .....			2	1	1	1		(J)		(J)	
<i>Psenes pellucidus</i> .....			1	1				(J)		(J)	
<i>Cubiceps coeruleus</i> .....					1	1		(J)		(J)	

Familles, genres, espèces	Longue ligne						Traîne	Filets			
	G (N = 105)		YF (N = 95)		LF (N = 110)		YF (1) (N = 275)	IKMT (29 traits)		CHALUT (18 traits)	
	nb.	occ./ 105	nb.	occ./ 95	nb.	occ./ 110	nb.	nb.	occ./ 29	nb.	occ./ 18
<i>Cubiceps pauciradiatus</i> .....	6	1						(J)		(J)	
Ceratiidae.....											
<i>Oneirodes</i> sp.....					2	2		×		×	
Ceratiidae sp.....								5	3	2	1
Divers indéterminés.....	30		20				50	138		21	
	223		209		537		200	(470)		(379)	

TABLEAU B

Poissons pélagiques du large trouvés uniquement dans les récoltes des filets

FAMILLES, GENRES, ESPÈCES	IKMT (29 traits)		CHALUT (18 traits)	
	nb.	occ./29	nb.	occ./18
Dalatiidae.....				
<i>Isistius brasiliensis</i> .....	1	1		
Microstomidae.....	1	1		
Gonostomidae.....				
<i>Gonostoma rhodadenia</i> .....	22	9		
<i>Gonostoma bathyphilum</i> .....	6	3		
<i>Gonostoma</i> .....			30	10
<i>Cyclothone pallida</i> (3).....	2 797	29	235	9
<i>Danaphos asteroscopus</i> .....	8	6		
<i>Diplophos taenia</i> .....	1	1		
<i>Araiphos eastropas</i> .....	25	3	+	
<i>Ichtyococcus ovatus</i> .....	2	1	+	
<i>Margrethia obtusirostris</i> .....	1	1	+	
Gonostomidae divers.....	2	2	9	7
Idiacanthidae divers.....			5	4
Maurolicidae.....				
<i>Valenciennellus tripunctulatus</i> .....	34	15	17	6
Chauliodidae.....				
<i>Chauliodus sloanei</i> .....	23	9		
<i>Chauliodus</i> .....	3	3	86	4
Chauliodidae divers.....	1	1		
Myctophidae.....				
<i>Myctophum affine</i> .....	1	1		
<i>Myctophum asperum</i> .....	3	2		
<i>Myctophum punctatum</i> .....	1	1		
<i>Symbolophorus evermanni</i> .....	44	21		
<i>Diaphus fulgens</i> .....	15	11		
<i>Diaphus schmidti</i> .....	53	19		
<i>Diaphus regani</i> + <i>D. fragilis</i> (4).....	37	11		
<i>Diaphus lucidus</i> .....	7	3		
<i>Diaphus andersoni</i> .....	1	1		
<i>Diaphus theta</i> .....	70	13		

FAMILLES, GENRES, ESPÈCES	IKMT (29 traits)		CHALUT (18 traits)	
	nb.	occ./29	nb.	occ./18
Diaphus splendidus.....	3	1		
Diaphus termophilus.....	5	3		
Diaphus malayanus.....	1	1		
Hygophum reinhardtii+H. proximum (4).....	19	10		
Diogenichthys laternatus+D. atlanticus (4).....	29	11		
Ceratoscopelus warmingi.....	171	28		
Lampadena urophaos.....	8	7		
Lampadena nitida.....	3	2		
Lampadena dea.....	4	3		
Notolychnus valdiviae.....	44	9		
Lepidophanes photothorax+L. longipes (4).....	63	25		
Lampanyctus festivus.....	93	24		
Lampanyctus niger.....	43	15		
Lampanyctus steinbecki.....	1	1		
Lampanyctus hubbsi.....	1	1		
Triphoturus microchir.....	77	16		
Myctophidae ind.....			1 804	18
Nemichthyidae.....				
Avocettina infans.....	6	4	5	3
Serrivomer.....	32	18	9	5
Giganturidae.....				
Gigantura vorax.....	1	1		
Cetomimidae.....				
Cetomimus gilli.....			2	2
Melamphaeidae.....	26	11	29	6
Cheilodipteridae.....				
Howella.....	4	3	4	2
<b>TOTAL.....</b>	<b>3 793</b>		<b>2 235</b>	

TABLEAU C

Poissons côtiers trouvés dans les contenus stomacaux

Familles, genres, espèces	Longue ligne						Traine
	G (N = 105)		YF (N = 95)		LF (N = 110)		YF (1) (N = 275)
	nb.	occ./ 105	nb.	occ./ 95	nb.	occ./ 110	nb.
Clupeidae							
Spratelloides gracilis.....							2
Sardinella sp.....							1
Engraulidae							
Stolephorus buccanieri.....					7	3	60
Stolephorus indicus.....							6
Gonorhynchidae							
Gonorhynchus gonorhynchus.....							6

Familles, genres, espèces	Longue ligne						Traîne
	G (N = 105)		YF (N = 95)		LF (N = 110)		YF (1) (N = 275)
	nb.	occ./ 105	nb.	occ./ 95	nb.	occ./ 110	nb.
Aulopidae							
Aulopus sp.....					1	1	
Synodontidae							
Synodus variegatus.....							2
Synodus sp.....							46
Chlorophthalmidae							
Chlorophthalmus sp.....					1	1	
Ostracionidae							
Ostracion tuberculatus.....	2	2	2	2			30
Ostracion sp.....					1	1	
Rhinesomus reipublicae.....	1	1	4	3	1	1	4
Lactoria fornasini.....	1	1	11	4	1	1	19
Strophurichthys sp.....			1	1			
Lactoria ind.....					1	1	
Ostracionidae ind.....					1	1	
Tetraodontidae							
Tetraodon reticularis.....							2
Tetraodon hispidus.....							2
Tetraodon sp.....			27	2	9	8	124
Arothron stellatus.....					1	1	6
Canthigaster sp.....							2
Lagocephalus sp.....	2	2	1	1			21
Diodontidae							
Diodon sp.....							1
Chilomycterus sp.....			1	1			
Muraenidae							
Uropterygius sp.....					1	1	
Echelidae							
Muraenichthys macropterus.....							1
Fistulariidae							
Fistularia petimba.....			3	3			2
Fistularia villosa.....							6
Aulostomidae							
Aulostomus sp.....			1	1			
Belonidae							
Belone sp.....							1
Sphyraenidae							
Sphyraena barracuda.....							2
Mugilidae							
Mugil sp.....							2
Syngnathidae							
Syngnathoides biaculeatus.....							29
Hippocampus jayakari.....							6
Corythoichthys flavofasciatus.....							10
Corythoichthys haematopterus.....							3
Yozia intermedia.....							9
Coelonotus leiaspis.....							5
Halicampus sp.....							7
Syngnathus sp.....							7
Macruridae							
Macruronus (maderensis ?).....					1	1	
Gadidae							
Lepidion sp.....					1	1	
Physiculus sp.....					1	1	

Familles, genres, espèces	Longue ligne						Traîne
	G (N = 105)		YF (N = 95)		LF (N = 110)		YF (1) (N = 275)
	nb.	occ./ 105	nb.	occ./ 95	nb.	occ./ 110	nb.
Polymixiidae							
<i>Polymixia berndti</i> .....	2	2	2	2	2	2	
Holocentridae							
<i>Myripristis</i> sp.....			1	1			
Berycidae							
<i>Actinoberyx longipinnis</i> .....			5	3	3	3	
Trachichtyidae							
<i>Trachichtodes affinis</i> .....					1	1	
<i>Gephyroberyx darwini</i> .....	1	1					2
Antigoniidae							
<i>Antigonia rubescens</i> .....	4	2	6	3	2	2	
<i>Antigonia capros</i> .....	2	1	4	2			
Serranidae							
<i>Ostracoberyx tricornis</i> .....					1	1	
<i>Sacura margaritacea</i> .....	1	1			1	1	
<i>Anthias squamipinnis</i> .....	5	2	3	2			59
<i>Pteranthias</i> sp.....					1	1	
<i>Naurua</i> sp.....					2	2	
Priacanthidae							
<i>Priacanthus hamrur</i> .....			2	2	1	1	5
<i>Pristigenys nipponia</i> .....	1	1	1	1			3
Apogonidae							
<i>Apogon</i> sp.....					1	1	
<i>Siphamia</i> sp.....							1
Scombropidae							
<i>Scombrosphyraena oceanica</i> .....	6	2					
Malacanthidae							
<i>Malacanthus hoedti</i> .....			2	1			4
Latilidae							
<i>Caulolatilus</i> sp.....			12	4			8
Mullidae							
<i>Mulloidichthys flavolineatus</i> .....							24
Lutjanidae							
<i>Symphysanodon typus</i> .....	4	1	2	2	2	2	
<i>Erythrocles schlegeli</i> .....			3	1			
<i>Emmelichthys nitidus</i> .....			6	1			75
<i>Scolopsis personatus</i> .....							1
<i>Gymnocranius</i> sp.....							2
<i>Lutjanus</i> sp.....							13
Etelidae							
<i>Etelis oculatus</i> .....	3	3	1	1	2	2	
<i>Pristipomoides typus</i> .....					1	1	
<i>Pristipomoides filamentosus</i> .....			2	2			1
<i>Pristipomoides</i> sp.....	10	7					
Carangidae							
<i>Caranx armatus</i> .....							1
<i>Caranx</i> sp.....			1	1			5
<i>Uraspis uraspis</i> .....			1	1			
<i>Megalaspis cordyla</i> .....							4
<i>Decapterus lajang</i> .....							7
<i>Decapterus kurroides</i> .....							1
<i>Chorinemus tal</i> .....							1
<i>Decapterus</i> sp.....							6

Familles, genres, espèces	Longue ligne						Traine
	G (N = 105)		YF (N = 95)		LF (N = 110)		YF (1) (N = 275)
	nb.	occ./ 105	nb.	occ./ 95	nb.	occ./ 110	nb.
Chaetodontidae							
<i>Chaetodon speculum</i> .....					4	1	
<i>Chaetodon</i> sp.....	6	4			10	5	50
<i>Heniochus varius</i> (forme <i>Tholichthys</i> ).....							12
<i>Centropyge</i> sp.....	8	3					47
<i>Holacanthus</i> .....					1	1	3
Cirrhitidae							
<i>Cirrhitichthys</i> sp.....							3
<i>Oxyrrhites</i> sp.....							1
Uranoscopidae							
<i>Uranoscopus</i> sp.....							3
Blenniidae							
<i>Cirripectes sebae</i> .....	1	1					
<i>Cirripectes fuscoguttatus</i> .....							1
<i>Cirripectes aerostaticus</i> .....							11
<i>Petroscirtes rhinorhynchus</i> .....							14
<i>Petroscirtes gorrorensis</i> .....			1	1			2
<i>Aspidontus taeniatus</i> .....			2	1			9
<i>Xiphasia setifer</i> .....							36
Acanthuridae							
<i>Axinurus thynnoides</i> .....					3	2	
<i>Naso brevirostris</i> .....			15	2			5
<i>Naso unicornis</i> .....			19	3			5
<i>Naso</i> sp.....	10	6			7	4	
<i>Acanthurus</i> sp.....					7	3	7
Siganidae							
<i>Siganus</i> sp.....							19
Triacanthidae							
<i>Triacanthodes</i> sp.....					1	1	
<i>Halimochirus alcocki</i> .....	1	1					
Balistidae							
<i>Canthidermis maculatus</i> .....					1	1	
<i>Xanthichthys ringens</i> .....			1	1			6
<i>Balistes vidua</i> .....	1	1	1	1	1	1	
<i>Balistes radula</i> .....			8	5			1
<i>Balistes</i> sp.....			5	5	1	1	43
Monacanthidae							
<i>Pseudaluteres nasicornis</i> .....			100	1	1	1	146
<i>Oxymonacanthus longirostris</i> .....							8
<i>Osbeckia scripta</i> .....							1
<i>Monacanthus</i> sp.....			18	8	1	1	146
Thunnidae							
<i>Auxis</i> sp.....			2	2			1
Gempylidae							
<i>Rexea solandri</i> .....	4	4	1	1			2
<i>Lepidocybium flavobrunneum</i> .....	5	5	2	2	1	1	
<i>Promethichthys prometheus</i> .....			1	1			1
<i>Gempylidae</i> ind.....	4	3	3	3			3
Lepidopidae							
<i>Aphanopus</i> .....	1	1					
Nomeidae							
<i>Cubiceps gracilis</i> .....			2	2	2	2	
Eleotridae							
<i>Eleotris</i> sp.....							1

Familles, genres, espèces	Longue ligne						Traine
	G (N = 105)		YF (N = 95)		LF (N = 110)		YF (1) (N = 275)
	nb.	occ./ 105	nb.	occ./ 95	nb.	occ./ 110	nb.
Echeneidae (5)							
Echeneis sex decim lamellata.....			1	1			
Echeneis osteochir.....			8	4			
Scorpaenidae							
Setarches guntheri.....	6	3					6
Pteropterus sp.....					1	1	
Triglidae							
Trigla sp.....					2	2	
Platycephalidae							
Platycephalus sp.....							2
Dactylopteridae							
Dactyloptera orientalis.....							42
Bothidae							
Arnoglossus microphthalmus.....					1	1	
Laeops sp.....					1	1	
Lophiidae							
Lophius setigerus.....					2	1	
Lophiomus sp.....			1	1			
Lophioides sp.....					1	1	
Antennariidae (5)							
Antennarius sp.....					2	2	
TOTAL.....	92		296		99		1 285

TABLEAU D

Céphalopodes : nombres

Familles, genres, espèces	Longue ligne			Filets			
	G (1) (N = 235)	LF (N = 152)		IKMT 38 traits*		CHALUT 18 traits	
	nb.	nb.	occ./152	nb.	occ./38	nb.	occ./18
SEPIOIDEA							
Sepiolidae							
Euprymna sp.....		1	1	×			
Heteroteuthis sp.....	2			×		2	2
Spirulidae							
Spirula spirula.....				×		14	7
TEUTHOIDEA							
Ommastrephidae							
Symplectoteuthis luminosa.....		1	1	L			
Symplectoteuthis oualaniensis.....	1			L		9	4
Hyaloteuthis pelagica.....	16	7	6			9	3
Ornithoteuthis volatilis.....	3	3	3				
Ommastrephidae divers ind.....	8			6	5		

Familles, genres, espèces	Longue ligne			Filets			
	G (1) (N = 235)	LF (N = 152)		IKMT 38 traits*		CHALUT 18 traits	
		nb.	nb.	occ./152	nb.	occ./38	nb.
<b>Onychoteuthidae</b>							
<i>Onychoteuthis banksii</i> .....						1	1
<i>Onychoteuthis</i> sp.....	108	65	34				
<i>Ancistroteuthis lichtensteini</i> .....	1	2	2				
<i>Tetronychoteuthis (massyae)</i> .....	3	3	3				
<i>Onychia</i> sp.....	37	6	6				
<i>Moroteuthis</i> juvénile.....	1						
Onychoteuthidae divers.....	1			31	18		
<b>Thysanoteuthidae</b>							
<i>Thysanoteuthis rhombus</i> .....		1	1				
Thysanoteuthidae ind.....				3	3		
<b>Ctenopterygidae</b>							
<i>Ctenopteryx sepioloides</i> .....		4	4				
Ctenopterygidae divers.....				3	3		
<b>Enoploteuthidae</b>							
<i>Enoploteuthis reticulata</i> .....	2	14	11				
<i>Enoploteuthis</i> sp.....				×		3	3
<i>Pyroteuthis margaritifera</i> .....				×		10	7
<i>Pterygioteuthis giardi</i> .....		2	1	×			
<i>Thelidioteuthis alessandrini</i> .....				×		6	4
<i>Abralia</i> sp.....		1	1	×		11	5
<i>Abraliopsis</i> sp.....		36	9	×		7	5
Enoploteuthidae divers.....	8			53	23		
<b>Octopoteuthidae</b>							
<i>Octopoteuthis sicula</i> .....		6	5	×			
<i>Taningia danae</i> .....		1	1	L			
Octopoteuthidae ind.....				×	1		
<b>Histioteuthidae</b>							
<i>Histioteuthis dofleini</i> .....		1	1			1	1
<i>Histioteuthis (meleagroteuthis)</i> .....				×		4	3
<i>Histioteuthis (celetaria ?)</i> .....		1	1	×		8	5
Histioteuthidae divers.....				3	3		
<b>Chiroteuthidae</b>							
<i>Chiroteuthis</i> sp.....		1	1				
Chiroteuthidae divers.....				3	3		
<b>Lepidoteuthidae</b>							
<i>Lepidoteuthis grimaldii</i> .....		1	1	L			
<b>Cranchiidae</b>							
<i>Cranchia scabra</i> .....		2	2	×			
<i>Liocranchia</i> .....	1	6	6	L		5	5
<i>Taonidium pacificum</i> .....		2	2	×			
<i>Bathothauma lyromma</i> .....				×		2	2
<i>Desmoteuthis</i> sp.....				×		13	5
Cranchiidae divers.....				147	27		
<b>Bathyteuthidae</b>							
<i>Bathyteuthis abyssicola</i> .....				1	1		
<b>Brachioteuthidae</b>							
<i>Brachioteuthis</i> .....				1	1		
<b>OCTOPODA</b>							
<b>Bolitaenidae</b>							
<i>Japetella diaphana</i> .....		5	5	×			
Bolitaenidae divers.....				3	3		
<i>Eledonella pygmaea</i> .....		2	2	×			
<i>Eledonella</i> sp.....	4						



Familles, genres, espèces	Longue ligne			Filets				
	G (1) (N = 235)		LF (N = 152)		IKMT 38 traits*		CHALUT 18 traits	
	nb.	nb.	occ./152	nb.	occ./38	nb.	occ./18	
Amphitruetidae								
Amphitruetus pelagicus.....		8	8	1	1	1	1	
Octopodidae								
Octopus teuthoides.....	2	4	4					
Octopus (stade Macrotritopus).....	2	7	7					
Larves d'Octopus.....		6	6	×		10	1	
Octopodidae divers.....				1	1			
Vitreledonellidae.....								
Vitreledonella richardi.....		1	1	×				
Tremoctopodidae								
Tremoctopus violaceus.....	1	8	8	×				
Argonautidae								
Argonauta argo.....		4F	4					
Argonauta hians.....		4F	3					
Argonauta (nodosa ?).....		1F	1					
Cycloteuthidae								
Discoteuthis sp.....				×		1	1	

\* 38 traits obliques effectués de nuit et de jour jusqu'à des profondeurs comprises entre 470 et 1550 mètres : zones tropicales des croisières BORA, CARIDE 1 et CARIDE 3.

TABLEAU E  
Amphipodes (1) : nombres

Familles, genres, espèces	Longue ligne						IKMT (2 traits)	
	G (N = 215)		YF (N = 86)		LF (N = 129)		nb.	occ./2
	nb.	%	nb.	%	nb.	%		
<b>GAMMARIDES</b>								
Lysianassidae								
Cyphocaris challengeri.....							1	1
Pardaliscidae								
Synopioides macronyx.....							1	1
Stegocephalidae								
Bathystegocephalus globosus.....							1	1
<b>HYPERIDES</b>								
Scinidae								
Scina crassicornis.....							12	1
Scina marginata.....							1	1
Scina borealis.....							4	2
Scina vosseleri.....							1	1
Scina langhansi.....							1	1
Vibiliidae								
Vibilia propinqua.....							1	1
Vibilia cultripes.....							1	1

Familles, genres, espèces	Longue ligne						IKMT (2 traits)	
	G (N = 215)		YF (N = 86)		LF (N = 129)		nb.	occ./2
	nb.	%	nb.	%	nb.	%		
Lanceolidae								
Lanceola sayana.....	3	2,1			4	0,7	2	2
Lanceola pacifica.....							3	1
Cystisomidae								
Cystisoma sp.....							1	1
Paraphronimidae								
Paraphronima gracilis.....							2	2
Phronimidae								
Phronima sedentaria.....	31	22,1	32	55,2	22	3,8	9	2
Phronima atlantica.....							6	2
Phronima solitaria.....					9	1,5	1	1
Phronima pacifica.....					1	0,2	2	1
Phronima curvipes.....					1	0,2	1	1
Phronima stebbingi.....							16	1
Phronimella elongata.....							4	1
Hyperiidae								
Hyperoides longipes.....					3	0,5	2	1
Hyperia sp.....							2	2
Phrosinidae								
Phrosina semilunata.....	71	50,7	8	13,8	259	44,6	6	2
Anchylomera blossevillei.....	3	2,1			3	0,5	1	1
Primno macropa.....					9	1,5	4	2
Pronoidae								
Eupronoe maculata.....					5	0,9		
Eupronoe minuta.....							5	1
Sympronoe parva.....					4	0,7	1	1
Parapronoe crustulum.....			1	1,7	1	0,2	1	1
Parapronoe campbelli.....			1	1,7				
Brachyscelidae								
Brachyscelus crusculum.....	2	1,4	2	3,4	52	8,9	1	1
Oxycephalidae								
Oxycephalus piscator.....							1	1
Streetsia challengerii.....	1	0,7	1	1,7	6	1,0	8	2
Streetsia porcella.....					3	0,5	1	1
Rhabdosoma armatum.....							5	1
Rhabdosoma whitei.....							7	1
Platyscelidae								
Platyscelus ovoides.....	26	18,6	12	20,7	165	28,4	3	1
Platyscelus armatus.....	3	2,1	1	1,7	32	5,5		
Hemityphis crustulum.....					1	0,2		
Paratyphis spinosus.....					1	0,2		
TOTAL.....	140		58		581		119	
		100		100		100		—

TABLEAU F

Larves de Stomatopodes et larves de Scyllaridea  
 — Familles et nombre d'espèces par famille.  
 — Espèces les plus fréquentes dans le filet et dans les contenus  
 stomacaux.

Larves de Stomatopodes		Larves de Scyllaridea	
Familles	nb. d'espèces	Familles	nb. d'espèces
Gonodactylidae..	28	Palinuridae.....	6
Lysiosquillidae..	30	Scyllaridae.....	8
Squillidae.....	20		
Bathysquillidae..	1		

Gonodactylidae	Palinuridae
Pseudosquilla ciliata	Panulirus longipes
Pseudosquilla oculata	Panulirus penicillatus
Odontodactylus scyllarus	Panulirus homarus
Odontodactylus brevirostris	Scyllaridae
Chorosquilla tuberculata	Scyllarides squamosus
Lysiosquillidae	Scyllarus sp.
Lysiosquilla maculata	Parribacus spp.
Lysiosquilla spp.	
Austrosquilla spp.*	
Acanthosquilla spp.*	
Coronida spp.*	
Squillidae	
Oratosquilla spp.	
Anchisquilla spp.	
Squilla alba	

\* espèces de petites tailles peu représentées dans les  
 C. S.