

# PREMIÈRES DONNÉES SUR LES COPEPODES PÉLAGIQUES DE LA RÉGION CONGOLAISE

## III. DIVERSITÉ SPÉCIFIQUE

DENIS BINET,

et

ALAIN DESSIER,

Océanographe biologiste de l'O.R.S.T.O.M.  
C.R.O. Abidjan (Côte d'Ivoire).

Océanographe biologiste de l'O.R.S.T.O.M.  
C.R.O. Pointe-Noire (Congo).

### RÉSUMÉ

L'indice de diversité de Shannon  $I = -\sum p_i \log_2 p_i$  ( $p_i$  = fréquence de l'espèce  $i$  dans l'échantillon) est utilisé pour suivre les variations des populations de copépodes au cours de l'année 1967, en 5 stations échelonnées de la côte congolaise à 160 milles au large.

On note une augmentation de cet indice avec la profondeur d'origine des échantillons, ainsi qu'avec l'éloignement de la côte. La grande saison chaude est marquée par une diversité assez élevée qui varie brutalement avec le déclenchement des upwellings. Au cours de la saison froide la diversité diminue jusqu'en fin de petite saison chaude. Elle augmente ensuite rapidement dans les eaux très pauvres qui font la transition entre petites saisons chaude et froide.

Les variations du nombre d'espèces par échantillon et de l'indice de diversité relative ( $I/I_{\max}$ ) sont sensiblement les mêmes que celles de l'indice de Shannon.

L'utilisation de diagrammes de fréquence en coordonnées semi-logarithmiques (droite de Motomura) ou logarithmiques (courbe de Mandelbrot) apporte une information supplémentaire sur l'homogénéité ou la maturité de la population échantillonnée.

### ABSTRACT

The Shannon index of diversity  $I = -\sum p_i \log_2 p_i$  bits/individual (where  $p_i$  is the frequency of the species  $i$  in the sample) is used to follow the seasonal variations of the population of Copepods during the year 1967, at five stations spread from the congolese coast to 160 milles offshore. They were visited approximately once a month.

We can notice an increase of this index with the sampling depth and with the distance from the shore. The main warm season is marked by a rather high diversity which varies quickly with the starting of upwellings. During the cold season the diversity decreases until the end of the little warm season. Then it increases in the very poor waters of the transition period between warm and cold little seasons.

The variations of the number of species by sample and of the relative diversity index ( $I/I_{\max}$  %) are approximately the same as those of Shannon's index.

The use of the frequency diagram in semi logarithmic (Motomura's law) or logarithmic co-ordinates (Mandelbrot's graph) brings supplementary information about the homogeneity or maturity of the sampled population.

## INTRODUCTION : MÉTHODES ET MATÉRIEL

L'usage d'indices permettant de caractériser la diversité d'une population s'est répandu parmi les biologistes marins; on en trouve cependant plus d'exemples d'application aux populations de phytoplancton qu'à celles de zooplancton. Citons pour ce qui concerne ce dernier, SUTCLIFFE (1960), HOPKINS (1963), LONGHURST (1967), FRONTIER (1969), GUEREDRAT (1971), TIMONIN (1971).

D'après l'étude de TRAVERS (1971) sur le phytoplancton du Golfe de Marseille, ce sont les indices dérivés de la théorie de l'information qui permettent la meilleure caractérisation du stade d'évolution d'une population.

Plutôt que l'indice de MARGALEF (1956) :

$$I' = \frac{1}{N} \log_2 \frac{N!}{N_1! N_2! \dots N_s!} \text{ bits/individu}$$

dans lequel  $n_1, n_2 \dots n_s$  sont les effectifs des  $s$  espèces et  $N = n_1 + n_2 + \dots + n_s$ , nous utiliserons la formule de SHANNON (1948) exprimant l'entropie d'un message :

$$I = - \sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i \text{ bits/individu}$$

$$\text{avec } p_i = \frac{n_i}{N}$$

$I$  représente d'ailleurs la limite de  $I'$  lorsque  $N$  s'accroît indéfiniment. Plus simple à calculer que  $I'$ ,  $I$  donne une estimation non biaisée de la diversité du peuplement (FRONTIER 1969, DAGET 1970, TRAVERS 1971).

Nous avons constaté que nos sous-échantillons étaient suffisamment abondants ( $N$  variant de 500 à 1500) pour que l'indice de MARGALEF, toujours inférieur à celui de Shannon, n'en diffère que très peu.

L'indice  $I$  exprime l'information apportée par la distribution des effectifs parmi les  $s$  espèces. Nous comparerons  $I$  à  $s$  pour voir dans quelle mesure la diversité  $I$  est fonction du nombre d'espèces présentes. Pour un même nombre d'espèces, l'indice diffère selon que la population est dominée par quelques espèces ou bien que les  $s$  espèces ont même effectif (cas d'équipartition); l'indice dans ce dernier cas est alors maximum et égal à  $I_{\max} = \log_2 s$ .

On exprimera le rapport de la diversité observée à la diversité maximale théorique que pourrait avoir une population du même nombre d'espèces par la formule :

$$\frac{I}{I_{\max}} \%$$

Le rapport devrait permettre de comparer des populations d'origine différente (GUEREDRAT, 1971).

Mais un indice n'apporte qu'un élément à la connaissance d'une population; un diagramme de fréquence : droite de Motomura (in INAGAKI, 1967) ou courbe de Mandelbrot (in FRONTIER, 1969) devrait représenter de manière plus fine la structure d'une population.

Le matériel utilisé provient des comptages de copépodes planctoniques capturés au cours d'un cycle annuel en 5 stations au large du Congo-Brazzaville (BINET et DESSIER, 1972).

Nous exposerons les variations de l'indice  $I$  au cours des saisons, à différentes profondeurs et à différents éloignements de la côte, avant de le comparer au nombre d'espèce ( $s$ ) et à la diversité relative ( $\frac{I}{I_{\max}}$ ). Quelques exemples de diagramme de fréquence termineront cette note.

## 1. VARIATION DE L'INDICE DE DIVERSITÉ

Il est soumis à de nombreuses fluctuations et peut varier de 1,10 (surface, décembre, station 1) à 4,90 bits/individu (trait vertical, janvier, station 3). On constate des variations systématiques de l'indice :

- 1° Avec la profondeur
- 2° Avec l'éloignement de la côte
- 3° Avec la saison.

## 1.1. Variations de l'indice avec la profondeur.

En règle générale l'indice croît avec la profondeur : l'indice de diversité des récoltes de surface est inférieur à celui des récoltes à 15 m, lui-même inférieur à celui des récoltes verticales.

Les conditions de surface sont en effet les plus rigoureuses; les eaux subissent les variations les plus importantes de température et de salinité au cours de l'année. Au cours de la journée la luminosité varie considérablement. La thermocline ralentit plus ou moins les échanges suivant qu'elle est ou non proche de la surface. Seules les espèces très tolérantes parviennent jusqu'en surface. On conçoit donc que la diversité puisse être très inférieure en surface à ce qu'elle est à 15 m ou plus profond. La composition très particulière de l'hyponeuston est d'ailleurs connue.

Les traits verticaux échantillonnant les populations du fond jusqu'en surface intègrent les diversités propres à chaque niveau. Dans les eaux peu profondes le mélange des populations dû à ce mode de récolte est probablement peu important. Au large,

par contre, les traits verticaux de 200 m jusqu'en surface traversent peut-être plusieurs peuplements, ce qui augmenterait artificiellement la diversité.

**1.2. Variations de l'indice avec l'éloignement de la côte.**

On observe en général une augmentation de l'indice avec l'éloignement de la côte.

**(a) AU-DESSUS DU PLATEAU CONTINENTAL.**

Cette augmentation est plus visible à 15 m qu'en surface où les conditions particulières citées précédemment cachent le phénomène général. Néanmoins ce que des variations aléatoires ou saisonnières peuvent masquer, ressort nettement sur une moyenne annuelle des indices.

L'accroissement de l'indice de la côte vers le large est particulièrement net sur les traits verticaux, mais il n'est pas impossible qu'en augmentant la colonne d'eau traversée par le filet (33-0 m, 75-0 m, 200-0 m) on échantillonne plusieurs peuplements.

TABLEAU I

Moyennes annuelles de l'indice de diversité (bits/individu)

STATIONS	I	II	III	IV	VI
Fond (m).....	33	75	200	1500	> 1500
Distance à la côte (milles).....	6	13,5	31	45	160
Diversité 0 m....	2,68	2,86	3,20	2,78	—
Diversité 15 m...	2,98	3,15	3,54	3,34	—
Diversité fond-surface ou 200 m-surface.....	3,30	3,84	4,20	4,15	4,30

Notons que les diversités des prélèvements verticaux effectués devant l'embouchure du Kouilou en saison chaude sur des fonds de 30 m (station A) ou de 25 m (station A 1) sont très inférieures à celles mesurées les mêmes jours à la station 1 (cf. fig. 1).

**(b) AU-DELÀ DU PLATEAU CONTINENTAL.**

La dessalure très importante due à l'apport d'eau douce du Congo à la station 4 (S ‰ variant de 27,0 à 33,5), diminue la diversité de manière très impor-

tante en surface (moyenne annuelle inférieure à celle de la station 2) et de façon encore notable à 15 m.

Par contre dans les récoltes verticales on ne note pas d'augmentation importante de la station 3 à la station 6.

**1.3. Variations saisonnières de l'indice.**

Il faut ici encore distinguer les situations néritiques et océaniques (fig. 1, 2, 3).

**(a) AU-DESSUS DU PLATEAU CONTINENTAL.**

C'est dans les couches superficielles ou subsuperficielles qu'ont lieu les plus grandes variations

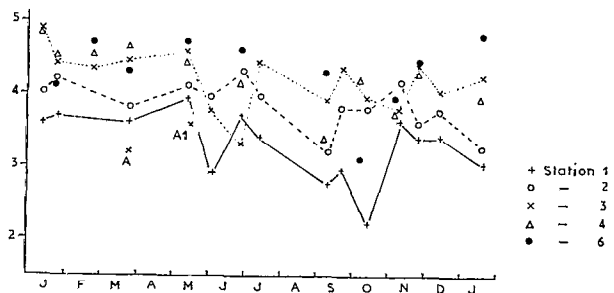


Fig. 1. — Variations de l'indice I (bits/individu) dans les traits verticaux des stations 1, 2, 3, 4 et 6.

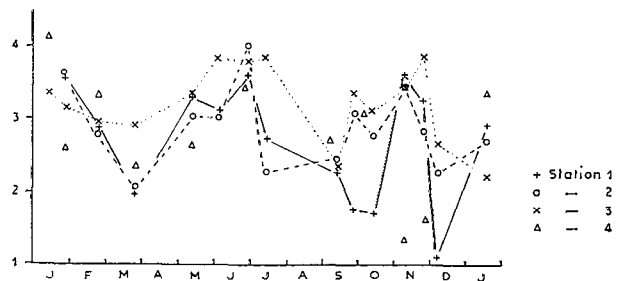


Fig. 2. — Variations de l'indice I (bits/individu) dans les traits horizontaux de surface aux stations 1, 2, 3 et 4.

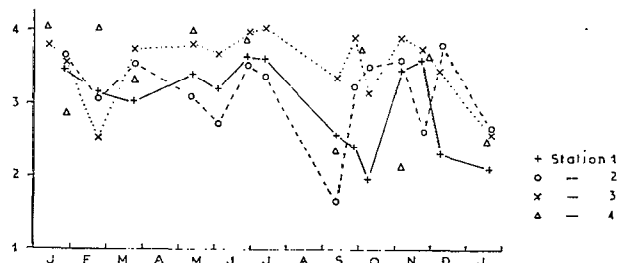


Fig. 3. --- Variations de l'indice I (bits/individu) dans les traits horizontaux à 15 m aux stations 1, 2, 3 et 4.

saisonniers. Aux stations 1, 2 et 3 les indices des récoltes horizontales ont deux maximums, l'un en juin-juillet, l'autre en novembre. Ces maximums sont plus accusés en surface qu'à 15 m. Dans les récoltes verticales des stations 1 et 2 les variations sont plus régulières, mais suivent le même schéma.

Par contre à la station 3 l'arrivée des eaux froides et le déclenchement des upwellings en mai abaisse la diversité.

#### (b) AU-DELÀ DU PLATEAU.

Le schéma précédent n'est plus guère applicable. A la station 4 on observe un minimum en septembre (récoltes verticales) ou en novembre (récoltes horizontales). A la station 6, sur la colonne 0-200 m peu de variations sont perceptibles, toutes les valeurs se situent entre 4,0 et 4,8 à l'exception de celle du mois d'octobre (3,1).

#### Interprétation.

A ces variations plusieurs explications peuvent être proposées. Elles peuvent être d'ordre *hydrologiques* ou *biologiques*.

On sait que l'augmentation de l'indice de diversité caractérise un « vieillissement » de population (MARGALEF, 1967). Il semble que les populations zooplanctoniques de la région de Pointe-Noire, trop fréquemment renouvelées et mélangées, n'aient guère la possibilité de « vieillir ».

La grande saison chaude est relativement pauvre en phytoplancton, ce qui ne favorise pas une poussée brutale du zooplancton mais autorise une certaine diversité.

Après une chute brève marquant l'arrivée des eaux froides, l'indice augmente fin juin traduisant un certain mélange de population, bien qu'indépendamment de ce mélange la faune froide d'origine plus profonde soit plus diverse. Cependant des éléments minéraux remontés dans la couche euphotique par les upwellings autorisent un développement important de phytoplancton; ce qui favorisera la croissance d'espèces privilégiées, d'où diminution de l'indice jusqu'en début de petite saison chaude. On observe en effet en fin de saison froide une dominance de *Temora turbinata* à la station 1.

En novembre la grande poussée est terminée, ces éléments nutritifs épuisés et une couche isotherme très importante limitée par une thermocline intense se développe, isolant ainsi sa propre population. La présence d'éléments des faunes « chaude » et « froide » augmente également la diversité.

Les plus grandes quantités de copépodes sont récoltées alors que la diversité est la plus faible (septembre-octobre) et inversement en novembre les récoltes sont les plus pauvres, tandis que la diversité est maximum.

Enfin en décembre et janvier on s'achemine vers un retour à la normale aux conditions de saison chaude.

Certaines exceptions à cette ligne générale ont des explications hydrologiques; de même que les eaux superficielles sont celles qui subissent les changements les plus rapides, les variations de l'indice de diversité les plus brutales sont celles qui ont lieu en surface.

On peut rattacher les valeurs particulièrement basses de l'indice :

— à la dessalure (eau fluviale sans doute) : l'indice de diversité en surface est inférieur à l'indice à 15 m en mars aux 4 premières stations; les salinités superficielles sont en effet de 30,4, 29,9, 27,0 et 29,4 ‰ respectivement aux stations 1, 2, 3 et 4.

— à un gradient de température important près de la surface : l'indice en surface est très inférieur à l'indice à 15 m aux 3 premières stations en décembre; alors que la température de surface est de 26,3°C à la station 1, elle n'est que de 21,4°C à 15 m. La faune relativement cryophile des couches sous-jacentes ne peut atteindre la surface.

## 2. RELATION ENTRE INDICE DE DIVERSITÉ ET NOMBRE D'ESPÈCES

Le nombre d'espèces présentes dans un échantillon est évidemment fonction de sa dimension. Nous nous sommes efforcés de travailler avec des échantillons de tailles point trop différentes.

Le nombre d'espèces suit en première approximation les mêmes lois que l'indice de diversité, qu'il s'agisse de répartition verticale (fig. 4), horizontale ou saisonnière.

TABLEAU 2

Moyenne annuelle du nombre d'espèces s par échantillon

STATIONS	I	II	III	IV	VI
0 m.....	24,4	27,8	36,3	22,2	—
15 m.....	25,9	28,6	40,8	31,0	—
Fond-surface ou 200 m-surface....	30,4	42,0	59,7	50,1	47,1

Remarquons néanmoins que s semble diminuer dans les traits verticaux au large du talus continental (présence simultanée d'espèces côtières et océaniques à la station 3, et pas au-delà ?).

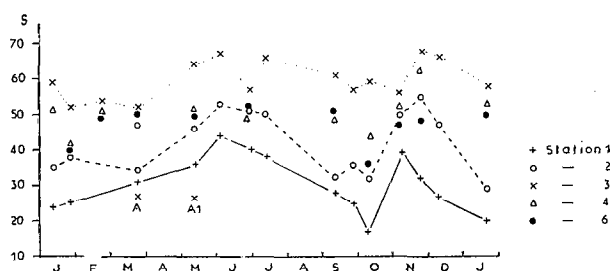


Fig. 4. — Variations du nombre d'espèces (s) dans les traits verticaux des stations 1, 2, 3, 4 et 6.

Les variations saisonnières de s sont plus régulières que celles de I. On note également deux maximums : juin et novembre. Remarquons que l'arrivée du front froid début juin, marquée par une baisse de la diversité est accompagnée au contraire par une augmentation de s. En effet le mélange des eaux augmente le nombre d'espèces en présence, mais les conditions de ce mélange défavorisent les 2 faunes et la diversité s'en trouve diminuée.

On peut s'attendre à des bonnes corrélations entre s et I (fig. 5). Néanmoins les distributions n'ont pas été ajustées à la loi normale et les corrélations n'ont donc qu'une valeur indicative.

Sur l'ensemble des 172 récoltes on constate la corrélation de coefficient  $r = 0,79$  et d'équation  $I = 0,0458 s + 1,75$ .

Mais plus intéressantes nous semblent les corrélations par type de récolte et par station :

Enfin le coefficient de la droite de régression peut avoir un rapport avec le stade d'évolution d'une population. En effet si pour un même nombre d'espèces la diversité est plus élevée, la population est plus « âgée ». Il est plausible que dans les eaux de surface ou de 15 m les populations soient plus évoluées au large qu'à la côte.

### 3. INDICE DE DIVERSITÉ RELATIVE

Fonction du nombre d'espèces présentes et de l'indice de diversité observé, l'indice de diversité relative ne nous apportera que peu d'information supplémentaire.

Ses variations se rapprochent davantage de celles de l'indice de diversité observé que de celles du nombre d'espèces (fig. 6).

TABLEAU 4

Moyenne annuelle de l'indice de diversité relative (I/I max. %)

STATIONS	I	II	III	IV	VI
0 m.....	58,3	60,0	61,9	62,2	—
15 m.....	66,2	65,8	66,2	67,3	—
Fond-surface ou 200 m-surface....	67,2	71,9	71,3	73,8	77,3

TABLEAU 3

Corrélations entre le nombre d'espèces (s) et l'indice de diversité (I), entre parenthèses le nombre de couples.

STATIONS	I	II	III	IV	VI
Traits horizontaux (0 et 15 m)	$r = 0,66$ $I = 0,06 s + 1,32$ (n = 28)	$r = 0,53$ $I = 0,038 s + 1,93$ (n = 28)	$r = 0,86$ $I = 0,056 s + 1,20$ (n = 30)	$r = 0,85$ $I = 0,083 s + 0,85$ (n = 22)	—
Traits verticaux : fond-surface et 200 m-surface	$r = 0,45$ $I = 0,026 s + 2,50$ (n = 14)	$r = 0,48$ $I = 0,017 s + 3,14$ (n = 14)	$r = -0,04$ $I = 0,003 s + 4,37$ (n = 15)	$r = 0,19$ $I = 0,014 s + 3,44$ (n = 11)	$r = 0,85$ $I = 0,086 s + 0,25$ (n = 10)

Les corrélations sont meilleures pour les récoltes horizontales que pour les verticales, et parmi les récoltes horizontales la corrélation semble plus élevée aux stations du large. Une corrélation faible ou nulle peut être interprétée comme une plus grande hétérogénéité et vraisemblablement comme un mélange de faune.

On peut interpréter le rapport indice de diversité observé/indice de diversité maximale comme la façon dont le milieu est exploité, ou encore comme l'« âge » de populations différentes. Du tableau 4 on tire les mêmes conclusions que du tableau 1 à ceci près :

— L'indice de diversité relative augmente en surface de la côte jusqu'à la station 4 comprise,

cette augmentation n'est par contre pas notable à 15 m.

— Dans la colonne 200 m-surface l'indice de diversité relative augmente au large du talus continental jusqu'à l'extrémité de la radiale.

Ces deux exemples d'augmentation de l'indice peuvent être interprétés comme une « maturité » plus grande des populations.

#### 4. DIAGRAMMES DE FRÉQUENCE

Les diagrammes rang-fréquence peuvent apporter des renseignements intéressants sur la structure d'une population et son évolution dans le temps et l'espace. FRONTIER (1969) donne deux exemples d'utilisation de ces diagrammes (courbes de Mandelbrot) pour suivre dans le Pacifique la succession des populations

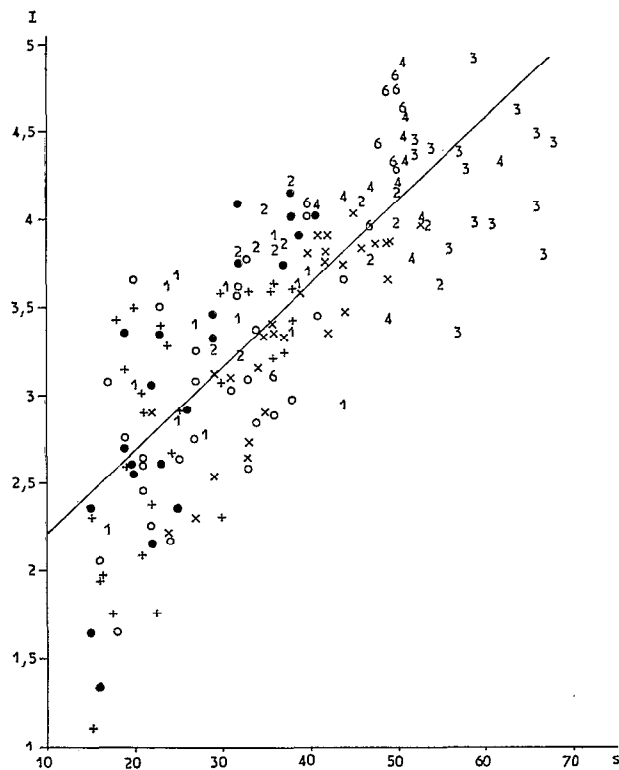


Fig. 5. — Corrélation entre le nombre d'espèces (s) et l'indice de diversité (I, exprimé en bits/individu). Droite de régression pour l'ensemble des récoltes (voir texte).

Légende: Station 1, traits horizontaux: +, traits verticaux: 1  
 " 2, traits horizontaux: o, traits verticaux: 2  
 " 3, traits horizontaux: x, traits verticaux: 3  
 " 4, traits horizontaux: ●, traits verticaux: 4  
 " 6, traits verticaux: 6

d'Euphausiacés le long de l'équateur ou celles de Myctophidae le long de 170° E entre l'équateur et 3° S. Dans le Golfe de Marseille, TRAVERS (1971) a utilisé aussi les mêmes diagrammes pour suivre dans le temps l'évolution des populations de micro-plancton.

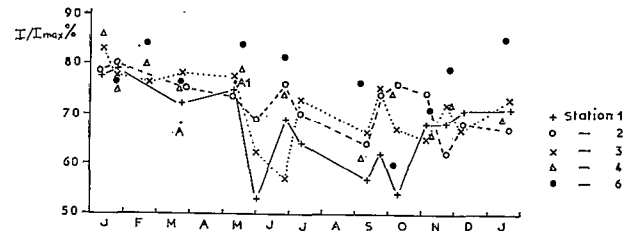


Fig. 6. — Variations de l'indice de diversité relative ( $I/I_{max}$  %) dans les traits verticaux des stations 1, 2, 3, 4 et 6.

Nous n'avons construit ces diagrammes (en coordonnées logarithmiques et semi-logarithmiques) que pour les prélèvements des stations 3 et 4 et nous n'en donnerons que quelques exemples parmi les plus caractéristiques des populations échantillonnées.

Dans les prélèvements de surface il y a généralement dominance de 1 à 3 espèces; ceci se traduit sur les courbes rang-fréquence en coordonnées logarithmiques par l'existence d'un point d'inflexion d'autant mieux marqué que ces dominances seront fortes (faible indice de diversité). Les autres espèces plus rares s'alignent à peu près selon une droite de pente  $-1$  ou légèrement inférieure à  $-1$ . Pour les prélèvements verticaux la décroissance des effectifs est plus régulière et la courbe a tendance à prendre une allure parabolique dont la concavité est d'autant plus accusée que l'indice de diversité est élevé. Le point d'inflexion disparaît alors et la distribution des effectifs des espèces (en éliminant les espèces les plus rares) s'approche de celle d'une population suivant une loi de Mac Arthur. Cette situation se rencontre surtout en saison chaude quand les indices de diversité sont les plus élevés. En saison froide du fait de l'homogénéisation des eaux et du mélange des populations les différences entre les diagrammes des prélèvements horizontaux et verticaux sont moins nettes.

En coordonnées semi-logarithmiques les courbes sont constituées de segments de droite à pente négative. Le 1<sup>er</sup> segment, à pente  $< -1$ , passe par le ou les points des espèces les mieux représentées (situés au-dessus du point d'inflexion dans les courbes en coordonnées logarithmiques). Il est suivi par un segment de pente voisine de  $-1$ , constitué par les espèces d'abondance moyenne, et parfois par un 3<sup>e</sup> segment de pente  $> -1$ , représentant les espèces

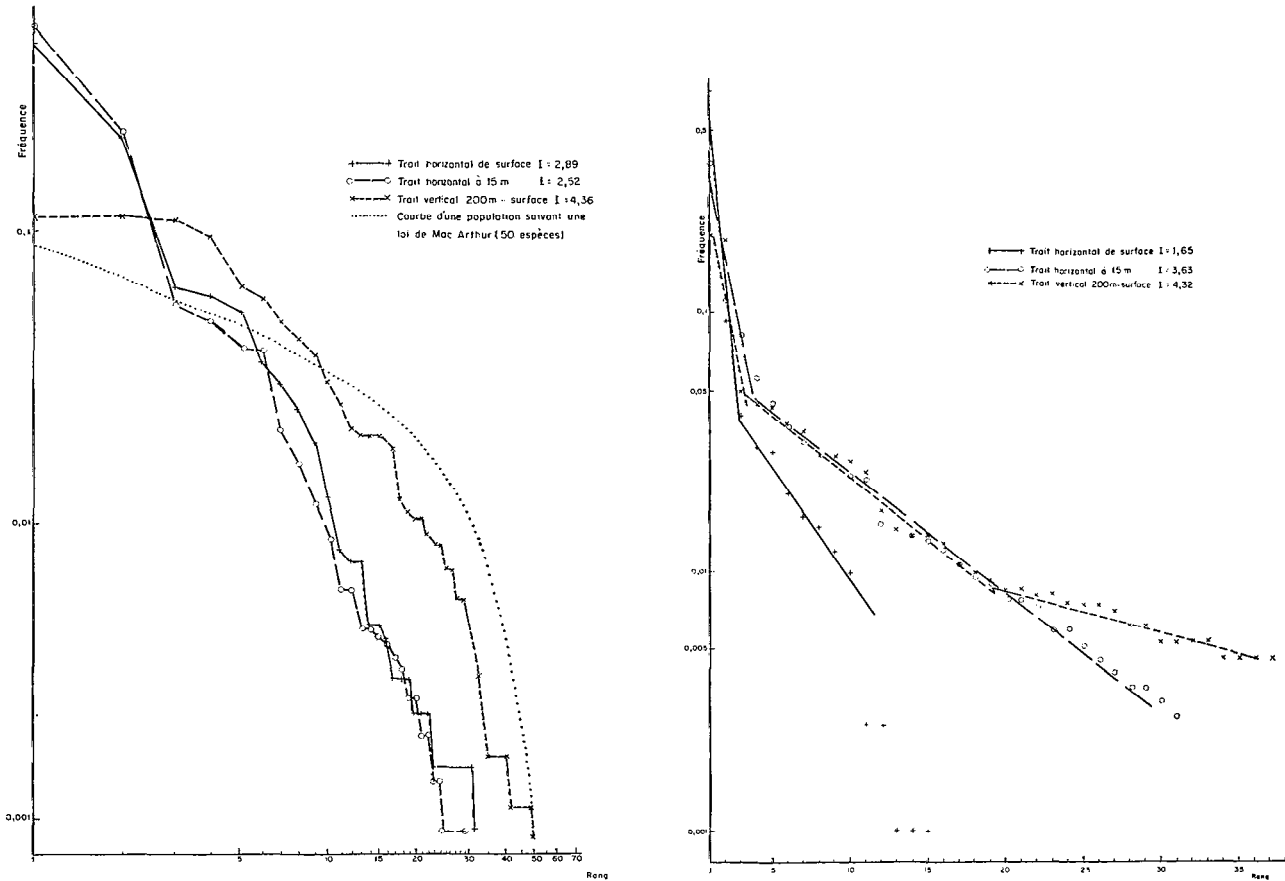


Fig. 7. — Diagrammes, rang-fréquence

A. Coordonnées logarithmiques (Station 3 ; février).

B. Coordonnées semilogarithmiques (Station 4 ; fin novembre).

les plus rares dont les fréquences sont trop faibles pour pouvoir être ordonnées avec rigueur.

Le 1<sup>er</sup> segment est surtout bien développé pour les prélèvements de surface, particulièrement ceux effectués à la station 4 dans les eaux du Congo (fig. 7 B). Il manque généralement pour les prélèvements verticaux sauf en saison froide où on peut parfois observer une situation inverse (importance des espèces de saison froide telle que *Eucalanus monachus*).

L'interprétation des diagrammes en coordonnées semi-logarithmiques nous semble plus aisée; le calcul des paramètres de ces courbes peut être envisagé.

DISCUSSION

Il est délicat de comparer nos résultats à ceux de la littérature puisque les indices de diversité n'ont

été que très peu appliqués aux populations de zooplancton.

Les exemples de FRONTIER (1969) concernant des populations d'Euphausiacés ou de Myctophidae, ceux de GUEREDRAT (1971) ont trait à 13 espèces de copépodes seulement. Les indices observés sont donc beaucoup plus faibles que les nôtres.

On trouve chez SUTCLIFFE (1960) et LONGHURST (1967) des exemples d'indices  $\alpha$  de Fisher appliqué au zooplancton. Cet indice donne des résultats assez différents de celui de SHANNON (TIMONIN, 1971; GILLON et PERNES, 1970, BINET non publié) mais ses variations sont généralement de même sens. SUTCLIFFE suggère une relation inverse entre volume total de zooplancton et indice  $\alpha$ , mais son échantillonnage est très réduit. TIMONIN trouve une relation inverse assez nette entre biomasse totale et diversité (I) exprimés en bits/g.

LONGHURST note un abaissement de la diversité ( $\alpha$ ) des eaux d'upwellings par rapport aux eaux voisines.

Cette diversité s'élève d'ailleurs avec le « vieillissement » de l'upwelling. Ces deux derniers auteurs notent que le pourcentage de carnivores augmente avec la diversité de la population.

REYSSAC (1970) sur des prélèvements de phytoplancton au filet calcule l'indice de Margalef. Les valeurs moyennes sont du même ordre que les nôtres mais les diversités minimums sont très inférieures. Elle observe lors de l'upwelling de début de saison froide l'apparition d'une nouvelle succession.

Pouvons-nous retrouver une « succession » au sens de MARGALEF (1967) ? Rien n'est moins sûr. D'une part la multiplication des copépodes est beaucoup

moins rapide que celles de Diatomées ou de Peridiniens, et les masses d'eaux du plateau continental sont soumises à de multiples renouvellements, d'autre part une masse d'eau profonde venant en surface transporte la faune plus sûrement que la flore. Les eaux d'upwelling qui envahissent le plateau au début de la saison froide portent une population déjà très diversifiée qui semble régresser vers une diversité moindre et la dominance de quelques espèces. Il semble s'agir d'un cas de rajeunissement du peuplement lié à l'eutrophisation du milieu (cf. MARGALEF, 1968).

*Manuscrit reçu au S.C.D. le 5 mai 1972.*

### BIBLIOGRAPHIE

- BINET (D.), 1970. — Aperçu sur les variations saisonnières du zooplancton et plus particulièrement des copépodes du plateau continental de Pointe-Noire (Congo). *Centre O.R.S.T.O.M. de Pointe-Noire, Doc. Scient. Nlle série*, 8, 109 p.
- BINET (D.) et DESSIER (A.), 1971. — Premières données sur les copépodes pélagiques de la région congolaise. I. Liste des espèces et Notes écologiques. *Cah. O.R.S.T.O.M. Sér. Océanogr.*, 9 (4) : 411-457
- DAGET (J.), 1970. — Les modèles mathématiques en écologie. *Lab. de zool. de l'École Normale Supérieure*, 105 p. ronéo.
- FRONTIER (S.), 1969. — Méthodes d'analyse statistique applicables à l'écologie du plancton. *Centre O.R.S.T.O.M de Nosy-Bé, Doc. n° 7*, 33 p.
- GILLON (Y.) et PERNES (J.), 1970. — Recherches écologiques dans la savane de Lamto (Côte d'Ivoire) : Comparaison de plusieurs indices de diversité dans l'étude d'un peuplement de Mantes. *La Terre et la vie*, 1 : 54-61.
- GUEREDRAT (J. A.), 1971. — Évolution d'une population de copépodes dans le système des courants équatoriaux de l'Océan Pacifique. *Zoogéographie, écologie et diversité spécifique. Marine Biology*, 9 (4) : 300-314.
- HOPKINS (T. L.), 1963. — The variation in the catch of plankton nets in a system of estuaries. *J. Mar. Res.*, 21 (1) : 39-47.
- INAGAKI (H.), 1967. — Mise au point de la loi de Motomura et essai d'une écologie évolutive. *Vie et Milieu*, sér. B, 18 (1) : 153-166.
- LONGHURST (A. R.), 1967. — Diversity and trophic structure of zooplankton communities in the California Current. *Deep. Sea Research*, 14 : 393-408, 4 fig.
- MARGALEF (R.), 1956. — Información y diversidad específica en las comunidades de organismos. *Invest. Pesq.*, 3 : 99-106.
- MARGALEF (R.), 1967. — Some concepts relative to the organization of plankton. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 5 : 257-289.
- MARGALEF (R.), 1968. — Perspectives in Ecological Theory. Chicago Series in Biology. University of Chicago Press, 111 p.
- SUTCLIFFE (W. N.), 1960. — On the diversity of the copepod population in the Sargasso sea off Bermuda. *Ecology*, 41 (3) : 585-587.
- TIMONIN (A. G.), 1971. — The structure of plankton communities of the Indian Ocean. *Marine Biology*, 9 (4) : 281-289.
- TRAVERS (M.), 1971. — Diversité du microplancton du Golfe de Marseille en 1964. *Marine Biology*, 8 (4) : 308-343.