

# THÈSE

présentée

A LA FACULTÉ DES SCIENCES  
DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

pour obtenir

LE TITRE DE DOCTEUR DE 3<sup>ème</sup> CYCLE

Spécialité : Océanographie Biologique

par

**Denis BINET**

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

---

*VARIATIONS SAISONNIÈRES DU ZOOPLANCTON  
ET PLUS PARTICULIÈREMENT DES COPEPODES  
DU PLATEAU CONTINENTAL DE POINTE NOIRE (CONGO)*

---

Soutenue le

devant la Commission d'Examen

Jury { MM. P. DRACH      Président  
          { Ph. BOUGIS      } Examineurs  
          { J. FOREST

O. R. S. T. O. M.  
PARIS  
1968

## E R R A T A

- p. 1, ligne 9 ... Nordmende - lire : Noordende III.
- p. 1, ligne 27 ... analyse factorielle des correspondances principales -  
lire : analyse factorielle des correspondances.
- p. 10, ligne 30 ... corrélation de Brave et Pearson - lire : corrélation  
de Bravais-Pearson.
- p. 11, ligne 12 ...  $d^2(i,i') = \sum_{j=1}^m$  - lire :  $d^2(i,i') = \sum_{j=1}^n$
- p. 25, ligne 2 ... corrélations entre "volumes par sédimentation" et "poids  
sec" - lire : corrélations entre "volumes par sédimentation"  
et "volumes par déplacement"
- p. 27, ligne 29 ... Quelques autres larves - lire : Quelques autres formes.
- p. 30, ligne 18 ... 1.000 et 3.500 - lire : 1.000 à 3.500.
- p. 34, ligne 29 ... Euphausia mutica - lire : Euphausia mutica Hansen, 1905.
- p. 41, ligne 21 ... Station 2  
+ de 20 % - lire : Station 2  
+ de 40 %
- p. 54, ligne 6 ... VERVOORT (1963) estime ... au rang d'espèce - lire :  
VERVOORT (1963) estime que P. pygmaeus Scott, 1894 doit  
être considéré comme synonyme de P. crassirostris f. scotti  
Früchtl, 1923 et que cette forme doit être élevée au rang  
d'espèce.
- p. 55, ligne 8 ... HEINRICH (in VERVOORT) - lire : HEINRICH (in BJORNBERG)
- p. 80, ligne 18 ... (VERVOORT, 1963) - lire : BJORNBERG, 1963)
- p. 97, ligne 5 ... eaux froides et dessalées - lire : eaux froides et salées.

D e n i s    B I N E T

VARIATIONS SAISONNIERES DU ZOOPLANCTON  
ET PLUS PARTICULIEREMENT DES COPEPODES  
DU PLATEAU CONTINENTAL DE POINTE - NOIRE (CONGO)

O R S T O M

Paris

1968

## R e m e r c i e m e n t s

Ces recherches ont été entreprises au cours de notre Service National, effectué dans le cadre de la coopération technique au centre ORSTOM de Pointe-Noire (Congo). La Direction Générale de l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer a bien voulu faciliter la préparation de cette thèse.

Il y a quatre ans, M. le Professeur P. Drach nous initiait à l'Océanographie biologique; il nous fait aujourd'hui l'honneur de présider notre jury et nous l'en remercions.

M. le Professeur P. Bougis nous éveilla aux recherches planctologiques : nous lui sommes reconnaissant de ses conseils, de ses critiques et de ses encouragements.

Nous remercions sincèrement M. le Professeur J. Forest de bien vouloir nous éclairer de sa grande expérience des crustacés tropicaux.

Nous sommes vivement reconnaissant à M. le Professeur Th. Monod, membre de l'Institut, de son accueil au Laboratoire des pêches outre-mer durant notre congé en France.

Nous remercions également ceux qui ont particulièrement contribué à l'achèvement de cette étude,

M. M. Roux, statisticien de l'I.S.U.P., attaché au Laboratoire de taxinomie végétale expérimentale et numérique de la Faculté d'Orsay, a très obligeamment accepté de traiter nos données sur ordinateur.

M. S. Frontier, notre Directeur scientifique, auquel nous devons une méthode de travail, a bien voulu nous faire part de ses nombreuses suggestions et corrections.

Notre reconnaissance va également à MM. R. Desrosières et A. Crosnier directeurs successifs du Centre de Pointe-Noire, ainsi qu'à tous nos collègues de ce Centre. Nous sommes spécialement redevable à M. Y. Gallardo d'avoir vérifié et complété la partie hydrologique de notre exposé, ainsi qu'à notre ami et collaborateur A. Dessier qui nous a fait profiter de son expérience du plancton hauturier.

## I n t r o d u c t i o n

De la fin du 19<sup>ème</sup> siècle datent les premiers travaux sur la faune pélagique du Golfe de Guinée; SCOTT publie en 1894 son étude sur les Entomostracés, la "Tiefsee Expedition" (1898-1899) explore les eaux côtières.

Il faut ensuite attendre une autre croisière germanique : la "Meteor Expedition" (1925-1927) pour que, au cours des profils transversaux parcourus dans l'Atlantique, soient visitées les régions qui nous intéressent.

Puis ce furent les expéditions de l'après-guerre : celle de l' "Atlantide" (1945-1946), celle de la "Galathea" (1950-1952), celles du "Mercator" et du "Nordmande" (1948-1949).

Plus récentes encore sont les campagnes "Equalant" dont, à notre connaissance, aucune synthèse n'a encore été publiée.

Néanmoins, même dans les cas où des stations ont été effectuées à proximité de Pointe-Noire, il ne s'agit que d'observations isolées.

L'implantation d'un centre de recherches à Pointe-Noire, les campagnes de l' "Ombango", ont permis de décrire plus parfaitement la faune planctonique de la région : DUCRET (1962, 1965), REPBLIN (1964, 1965), RULLIER (1965), FRONTIER (1968 a) et GODEAUX (1968).

En ce qui concerne les Copépodes, nous avons cité SCOTT; mentionnons aussi les nombreux travaux de MARQUES; mais nous avons essentiellement utilisé les résultats de la campagne de l' "Atlantide" (VERVOORT, 1963, 1965).

Malgré ces nombreux travaux, l'aspect saisonnier des variations planctoniques n'avait pas encore été abordé. C'est le but que nous nous sommes fixé DESSIER (1) et moi-même, pour notre premier séjour à Pointe-Noire.

Ce travail vise une description succincte des variations saisonnières quantitatives et qualitatives du zooplancton du plateau continental. La classe des Copépodes, seule, y fait l'objet d'une étude taxinomique précise. L'utilisation de la méthode d'analyse factorielle des correspondances principales a permis de dégager les principaux ensembles écologiques saisonniers, chez ce groupe.

---

(1) DESSIER étudiait la zone hauturière, tandis que je me limitais au plateau continental.

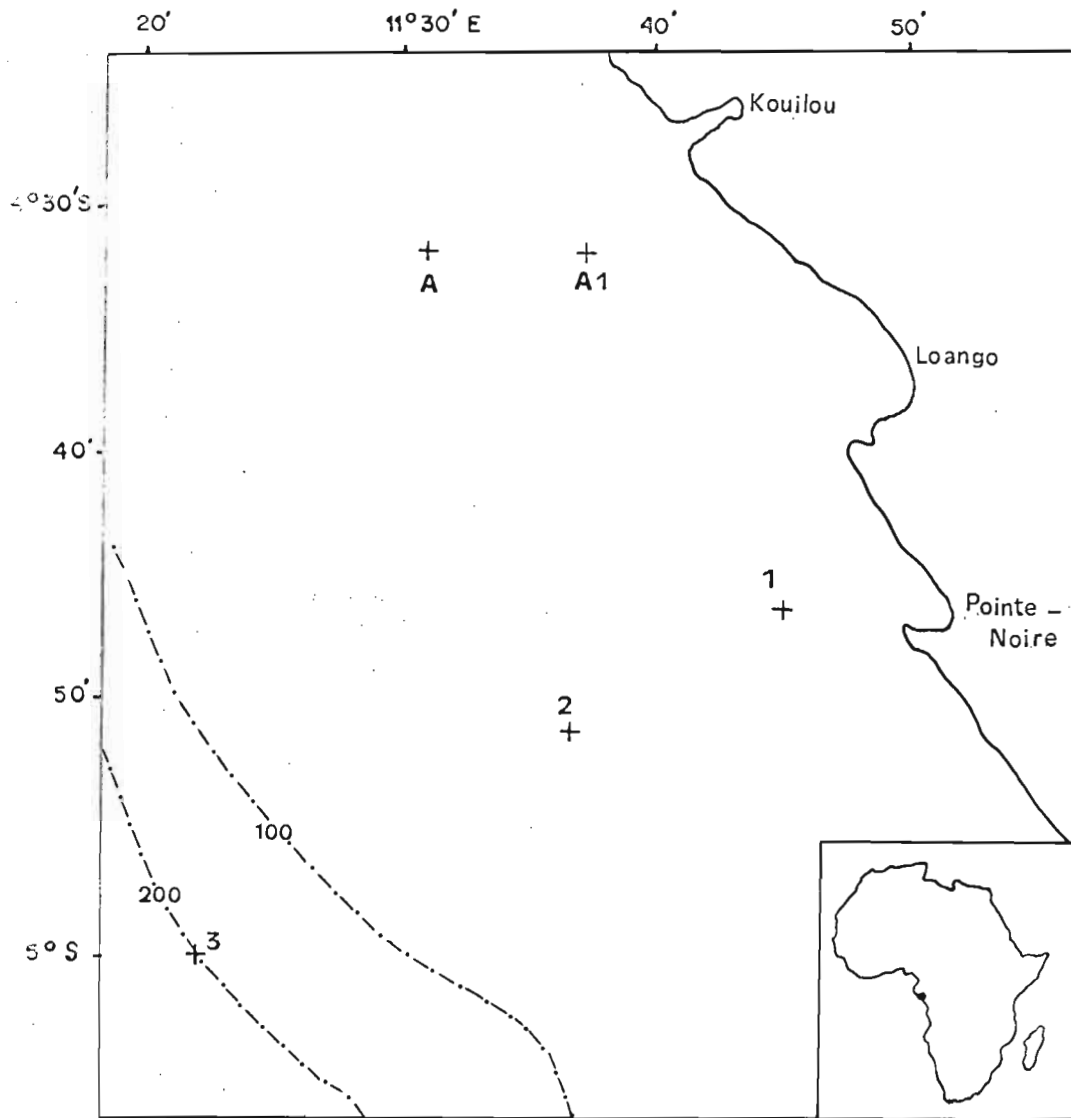


Fig. 1 - Position des stations (d'après POINSARD et TROADEC, 1977)

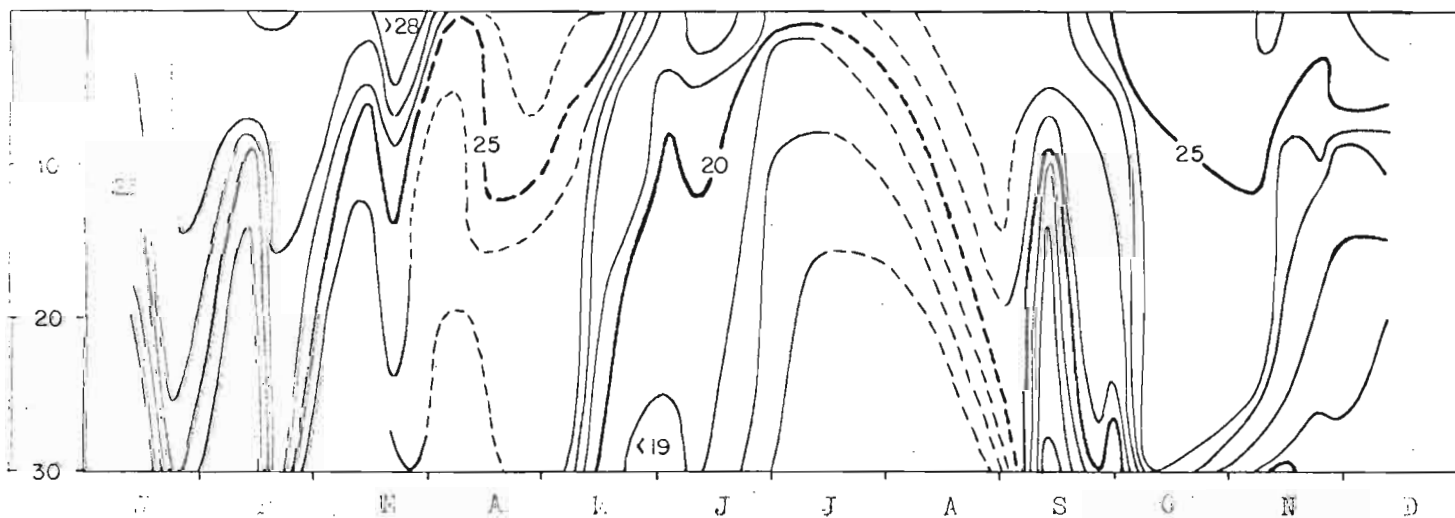


Fig. 2 - Evolution des températures à la station 1 (d'après GALLARDO et al., 1968)

## I. METHODOLOGIE

Nous exposerons au cours de ce chapitre les méthodes de récolte, d'analyse des échantillons et d'exploitation des résultats.

### I. 1. STATIONS

Les programmes de planctologie et de physique du centre ORSTOM de Pointe-Noire comprenaient, pour l'année 1967, la visite mensuelle d'une radiale (R.P.N.) de 200 milles, perpendiculaire à la côte.

Sur cette radiale, 6 points ont été choisis pour des pêches planctoniques. Pour des raisons d'horaire, les 3 premières stations ne pouvaient être occupées au cours de cette radiale "longue" et faisaient l'objet d'une radiale courte, qui se déroulait dans une même nuit.

Ces 3 stations étaient visitées à heures fixes : la station 3 entre 20 h et 21h 30, la seconde entre 23 et 24 h, la première entre 01 et 03 h (heures locales).

Les résultats exposés ci-après concernent le zooplancton des stations 1 et 2, les plus côtières, mais il sera souvent fait référence à la station 3, suivie par DESSIER.

Les positions de ces stations sont les suivantes : (fig.1)

- station 1 (4°46'Sud, 11°45'Est), au-dessus des fonds de 33 m, à 6 milles de la côte.

- station 2 (4°51'Sud, 11°37'Est), au-dessus des fonds de 75 m, à 15 milles de la côte et 12 de la flexure du plateau continental (fonds de 120 m).

- station 3 (5°00'Sud, 11°22'Est), au-dessus des fonds de 200 m, à 32 milles de la côte et à 5 du rebord continental.

Signalons aussi que des pêches ont été accomplies au large de l'embouchure du Kouilou : sur des fonds de 33 m (station A; 4°32'Sud, 11°31'Est) et sur des fonds de 15 m (station A1; 4°32'Sud, 11°37'Est).

Toutes les récoltes ont été effectuées par l'"Ombango", navire océanographique du centre ORSTOM qui a visité les stations pendant les nuits suivantes :

Janvier 67, du 12 au 13.

Les traits horizontaux ne sont pas pris en considération, la radiale s'étant terminée au petit jour.

Janvier 67, du 26 au 27.

Février 67, du 23 au 24.

Aucun trait vertical n'a été effectué, à la suite de la perte d'un filet par rupture du câble.

Mars 67, du 23 au 24.

La station A a été visitée après la radiale.

Mai 67, du 11 au 12.

La station A1 a été occupée après les 3 stations habituelles.

Juin 67, du 1er au 2.

Juin 67, du 29 au 30.

Juillet 67, du 11 au 12.

Septembre 67, du 11 au 12.

Septembre 67, du 25 au 26.

Octobre 67, du 9 au 10.

Novembre 67, du 6 au 7.

Novembre 67, du 23 au 24.

Décembre 67, du 7 au 8.

Janvier 68, du 19 au 20.

Soit un total de 15 sorties.

## I. 2. RECOLTES A LA MER

### I. 2.1. Filet

Le filet I.C.I.T.A. utilisé au cours des campagnes "Equalant" de l' "International Cooperative Investigations of the Tropical Atlantic", a déjà récolté plus de 1 500 échantillons. L'utilisation intensive de ce filet dans la région qui nous intéresse, la connaissance de ses caractères hydrodynamiques - satisfaisants - justifiaient son emploi pour nos pêches; l'absence de tout autre modèle disponible au centre, l'imposait.

Ses principales caractéristiques sont les suivantes (JOSSI, 1966) : forme conique, diamètre à l'ouverture 1 m, longueur 3,48 m, dont 3,30 m pour la partie filtrante et vide de maille de 0,281 mm.



Un débit-mètre "Tsurumi-Seiki" monté au centre du filet évaluait la longueur de la colonne d'eau traversée. Les récents travaux de TRANTIER (1967) laissent prévoir que nos mesures pèchent par défaut et que, par conséquent, toutes les évaluations quantitatives du zooplancton seront surestimées.

Nous avons avec ce filet procédé à des traits verticaux et horizontaux, non fermants.

Pour les traits horizontaux, le cercle d'ouverture était maintenu vertical entre un lest de 0,5 kg pour les traits de surface, 2 kgs pour les traits à 15 m et des flotteurs de chalut frappés sur des orins de 1 m ou 15 m respectivement.

Le filet était gréé différemment pour les traits verticaux. Un petit cercle métallique au milieu duquel est fixé le collecteur est haubanné sur le cercle d'ouverture; sous le petit cercle se trouve une patte d'oie sur laquelle on manille un poids de 20 kgs. Pour faciliter les manoeuvres de mise à l'eau et de remontée du poids, un gros cordage le relie, sans tension, au grand cercle.

#### I. 2.2. Déroulement des pêches

Au début de chaque station, un bathythermogramme est enregistré, des échantillons pour détermination de salinité sont prélevés au voisinage du fond, à 15 m et en surface; les températures de ces différentes profondeurs sont également notées (1).

Les filets à plancton sont mis à l'eau sur le câble hydrologique.

Pour un trait vertical, le filet est descendu lentement, le câble raide. On le descend aussi profond qu'il est possible, sans toutefois lui faire toucher le sédiment. La pêche commence donc à une hauteur de filet au-dessus du fond. Il convient, en fait, de tenir compte de la houle et du roulis, pour se donner une marge de sécurité supplémentaire.

Les traits horizontaux duraient 5 mn, ces 5 mn sont comptées entre le moment où le câble filé (30 m pour un trait de surface, 60 m pour travailler à 15 m) est raide, et le début de la remontée. Le bateau décrit un large cercle pour éviter au câble la proximité de l'hélice. Le moteur, embrayé ou

---

(1) Toutes les analyses ont été effectuées par le laboratoire de Physique du centre que nous tenons à remercier.

débrayé, assurait une vitesse de traction de 1 à 2 noeuds. Le cercle parcouru par le filet est donc d'un diamètre inférieur pour le trait de 15 m (plus de câble filé, filet travaillant plus près du centre du cercle décrit par le bateau) et par conséquent l'eau était filtrée moins rapidement.

Quelques enregistrements au bathykymographe "Marine Advisers" montrent que le filet pouvait descendre au-dessous de 15 m, (flotteurs insuffisants) jusque vers une vingtaine de mètres; d'autre part, la remontée du filet représentait un trajet de 60 m à une profondeur supérieure à 15 m, tandis que la pêche à 15 m avait lieu sur 300 m environ. L'expression "trait de 15 m" est donc une appréciation optimiste de la situation.

Sitôt recueilli, le plancton est fixé au formol neutralisé au borax. L'échantillon est dilué avec de l'eau de mer jusqu'à posséder un titre de 5% de formol pur.

### I. 3. ETUDE DU MATERIEL

On a procédé pour chaque échantillon aux opérations suivantes :

- . mesure du volume sédimenté
- . fractionnement
- . tri des gros éléments à l'oeil nu
- . mesure du volume par déplacement
- . mesure du poids sec
- . examen à la loupe binoculaire

Ces différentes phases sont exposées ci-après suivant l'ordre de leur déroulement.

#### I. 3.1. Mesure des volumes par sédimentation

Dès le retour de mer, les organismes de taille supérieure à 2 cm (méduses etc...) sont extraits de la récolte, puis celle-ci est versée dans une éprouvette graduée où elle repose 24 heures avant lecture du volume sédimenté.

### I. 3.2. Fractionnement

Tous les traits horizontaux ont été fractionnés à la boîte de Motoda. Selon leur importance, 1/2, 1/4, ou le plus souvent 1/8 est prélevé pour l'examen taxinomique, le reste de la récolte faisant l'objet de mesures de volume par déplacement et de poids sec. Les deux traits verticaux d'une même station ont été, à partir de mai, mélangés puis fractionnés en deux. N'ayant pas le temps d'analyser chacun de ces traits, mieux valait en donner une valeur "moyenne" que d'en choisir un arbitrairement.

### I. 3.3. Tri à l'oeil nu

Un premier tri concernant oeufs et larves de poisson, dont il ne sera pas question par la suite, Phyllosomes, gros Ptéropodes et Euphausiacés adultes, avait eu lieu avant le fractionnement. On procédait après celui-ci à un second tri, portant sur tous les taxons (1).

### I. 3.4. Mesure des volumes par déplacement

Une première mesure est effectuée par différence entre le volume de la suspension de plancton et l'eau recueillie par filtration sous dépression (trompe à eau). On réalise une seconde mesure en versant le plancton égoutté dans un volume d'eau connu et en notant l'augmentation de volume. Nous retiendrons la valeur moyenne des deux mesures.

### I. 3.5. Mesure des poids secs

Une fraction aliquote du prélèvement est asséchée au maximum sur un support de filtre Millipore (verre frité). Le plancton recueilli dans des boîtes de Pétri est laissé une vingtaine d'heures à l'étuve à 80° C (en fait la dessiccation est terminée après 6 h). Les prélèvements sont alors pesés sur balance Mettler.

Les échantillons sont sortis de l'étuve, couvercle en place, ils sont pesés immédiatement en salle sèche et nous n'avons appliqué aucune correction

---

(1) Mesures et tris ont été menés à bien par le personnel technique de la station; je remercie ici MM. ISSANGA, BITEBO, DEMBI, MIANGOUILA et NEVEZ.

d'hygrométrie.

Nous n'avons pas tenu compte de la solubilisation des protéines, pas plus que du sel marin contenu par les organismes. FRONTIER (comm. pers.) estime que pour une mesure de la biomasse il faut tenir compte du poids du sel de l'eau des organismes, en retranchant du poids sec 35 % de la perte à la dessiccation. Nous n'avons pas pesé les échantillons avant dessiccation et ne pouvons donc pas tenir compte de cette correction.

### I. 3.6. Examen à la loupe binoculaire.

Les taxons séparés par les trieurs sont dénombrés (voir ci-dessous la liste des groupés étudiés). Puis une fraction des Copépodes triés est isolée pour comptage total en cuve de Dollfus : les Copépodes sont versés dans un béccher dont on prélève une fraction de volume connu avec une poire en caoutchouc.

Suivant la quantité de Copépodes, la suspension est diluée à l'eau formolée jusqu'à atteindre un volume de 5, 10 ou 20 poires. La poire est remplie entièrement en 2 fois; on chasse l'air restant après la première aspiration en dirigeant vers le haut son orifice. Ceci permet donc une précision de  $\pm 1$  ml sur le volume du sous-échantillon (de l'ordre de 20 ml). La poire complètement remplie, l'homogénéisation est assurée en chassant vigoureusement son contenu une dizaine de fois, l'extrémité du tube qui prolonge la poire bien immergée. Le plancton recueilli est versé dans une cuve de Dollfus, la poire est rincée et le liquide de rinçage ajouté à la cuve.

Le contenu de la cuve est compté intégralement. Les planctontes qui n'avaient pas été triés sont dénombrés et ajoutés aux comptages précédents. Le contenu d'une seconde poire est examiné si moins d'un millier de Copépodes ont été observés dans la première cuve. Un examen rapide du reste des Copépodes a lieu sur la fraction triée, pour noter la présence d'espèces plus rares.

Dans une distribution au hasard il faut compter  $\frac{4}{k^2} (1 - \frac{1}{m})$  organismes, soit sensiblement  $\frac{4}{k^2}$ , pour obtenir une précision de  $k, \frac{1}{m}$

étant la fraction de récolte comptée (BINET et DESSIER 1967 a). Pour obtenir une précision de 10 % il suffit de compter 400 organismes.

En fait le plancton a tendance à s'agglomérer et est de ce fait légèrement surdispersé, un comptage de 1000 individus ne donne pas une précision supérieure à 11 ou 12 % (FRONTIER, comm. pers.)

## I. 4. EXPLOITATION DES RESULTATS

### I. 4.1. Normalisation des données

Mesures et comptages ont été ramenés à un "échantillon standard", de 250 m<sup>3</sup> pour les traits horizontaux, de 23,5 m<sup>3</sup> (trajet de 30 m) et 56,5 m<sup>3</sup> (trajet de 72 m) pour les traits verticaux des stations 1 et 2.

Quand nous parlerons de l'effectif d'une récolte, il s'agira toujours d'un effectif "standard".

### I. 4.2. Représentation graphique

Nous avons adopté la transformation en  $\text{Log}_{10}^2$  qui atténue l'amplitude des fortes variations, sans accorder une trop grande importance aux variations des faibles effectifs, comme la transformation logarithmique simple (cf. FRONTIER 1968 c).

L'unité est transformée en zéro et pour ne pas confondre les prélèvements contenant un individu avec ceux qui n'en contiennent aucun, nous marquerons ceux-là d'une croix ou d'un point sur le graphique.

Pour les Copépodes, nous avons également calculé le nombre d'individus de chaque espèce par rapport à un total de 1.000 Copépodes; ceci facilite un examen rapide des données.

### I. 4.3. Indice de diversité de Shannon (1)

L'indice de diversité proposé par MARGALEF (1961, 1967), est le suivant :

$$I = \frac{1}{N} \log_2 \frac{N!}{n_1! n_2! \dots n_s!};$$

où  $n_1, n_2, \dots, n_s$  sont les effectifs des  $s$  espèces et  $N$  leur somme.

Cette quantité est longue à calculer, on peut en donner une valeur approchée par la formule :

$$I \approx \frac{1}{N} \sum_{i=1}^s \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N} \quad (\text{MARGALEF, 1967; FRONTIER, 1968 b});$$

$n_i$  est l'effectif de l'espèce  $i$ ,  $N$  est l'effectif total de l'échantillon.

La formule de MARGALEF fait intervenir les effectifs des espèces dans l'échantillon, celle de SHANNON ne prend en considération que les fréquences. "A première vue la formule de SHANNON semble donc mieux adaptée, puisqu'il s'agit somme toute de caractériser une population naturelle, dont on a extrait un échantillon aléatoire". (FRONTIER, ibid.)

Les calculs ont été effectués à l'aide de la table de FRONTIER (1968 b).

(1) Pour ne pas risquer de confusion entre l'indice de diversité de MARGALEF et la formule utilisée, nous nommons celle-ci : indice de diversité de SHANNON; en effet : "On (y) reconnaît, à un facteur près dépendant des unités, la formule donnant l'entropie d'un message selon SHANNON" (FRONTIER, 1968 b).

#### I. 4.4. Analyse factorielle des correspondances (1)

Nous avons cherché un moyen statistique de traiter nos données, pour préciser cette étude quantitative et utiliser plus pleinement les comptages.

M. ROUX, contacté dans cette intention a choisi l'analyse factorielle des correspondances que CORDIER (1965) a programmé. Il a utilisé le programme de la thèse citée et l'a appliqué à des problèmes de phytosociologie pour lesquels il a obtenu des résultats très satisfaisants.

Il était intéressant de voir dans quelle mesure cette méthode était applicable au plancton. Nous y avons soumis nos données sur les Copépodes.

Mon ignorance en mathématiques ne me permet pas d'entrer dans le détail de la théorie; je ne citerai que les généralités suivantes.

Dans un espace vectoriel à  $n$  dimensions ( $m$  = nombre d'espèces), les  $n$  prélèvements seront représentés par  $n$  vecteurs. Les extrémités de ces vecteurs forment un nuage de points. Si on "matérialise" ce nuage en affectant chaque point d'une même masse on le transforme en un solide. L'inertie de rotation d'un solide est la somme des inerties de rotation de ses "particules élémentaires". L'inertie de rotation d'une telle particule est proportionnelle à la masse de cette particule et au carré de sa distance au point, ou à l'axe, autour duquel on envisage la rotation.

Si la masse est également répartie, il est clair que l'axe le meilleur du point de vue de la stabilité de la rotation est celui pour lequel les distances des masses à cet axe sont le plus uniformément réparties, c'est-à-dire l'axe d'allongement maximum, c'est-à-dire encore l'axe autour duquel l'inertie est la plus grande. La recherche des axes principaux d'inertie, ceux autour desquels le solide tourne le mieux, est le but de toute analyse en composantes principales.

L'analyse factorielle des correspondances est une sorte d'analyse en composantes principales; les différences sont les suivantes :

une analyse des composantes principales utilise une matrice de corrélation classique (corrélation de Bravais et Pearson) qui en langage géométrique est une matrice de distances euclidiennes, généralisées à un espace à  $n$  dimensions, (mais calculées selon le théorème de Pythagore.) La matrice obtenue est ensuite diagonalisée.

L'analyse factorielle des correspondances utilise une autre "forme quadratique" (formule du calcul de distance).

---

(1) On trouvera en annexe ( I ) un exposé mathématique sur l'analyse factorielle des correspondances par FRONTIER

Soit la matrice  $n \times n$  ( $n$  espèces,  $n$  prélèvements), équivalente de nos données ( $p_i^j$  est le nombre d'individus de l'espèce  $i$  dans l'échantillon  $j$ ).

$$\begin{bmatrix} p_1^1 & p_1^2 & \dots & p_1^j & \dots & p_1^n \\ p_2^1 & p_2^2 & \dots & p_2^j & \dots & p_2^n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_i^1 & p_i^2 & \dots & p_i^j & \dots & p_i^n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{i'}^1 & p_{i'}^2 & \dots & p_{i'}^j & \dots & p_{i'}^n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_n^1 & p_n^2 & \dots & p_n^j & \dots & p_n^n \end{bmatrix}$$

Si on pose  $p(j) = \sum_{i=1}^n p_i^j$  et  $p(i) = \sum_{j=1}^n p_i^j$ ,

la formule donnant le carré de la distance des lignes  $i$  et  $i'$  est :

$$d^2(i, i') = \frac{1}{p(j)} \left[ \frac{p_i^j}{p(i)} - \frac{p_{i'}^j}{p(i')} \right]^2$$

On constate une double "pondération". Sur les lignes, les valeurs  $p_i^j$  et  $p_{i'}^j$ , sont divisées par la somme des  $p_i^j$  ou  $p_{i'}^j$ , correspondante; sur les colonnes aussi puisqu'on divise par  $p(j)$ .

Cette analyse conduit donc, non à comparer des valeurs entre elles, mais des "profils". Ainsi deux espèces d'abondance très différente mais dont les variations saisonnières sont très voisines seront séparées par une distance  $d(i, i')$  faible.

Ayant ainsi recomposé le nuage de points - équivalent de nos données - en fonction de cette nouvelle définition des distances, il convient d'en rechercher les axes principaux d'inertie.

Cette recherche ne fait pas intervenir de méthode particulière. Comme pour une analyse des composantes principales, les axes choisis sont ceux qui extraient successivement le maximum d'inertie (qui coïncide avec la variance quand les distances sont classiques). Le premier axe extrait le maximum d'inertie, le second le maximum de l'inertie restante etc... La valeur propre d'un axe est proportionnelle à l'inertie relative à cet axe. La décroissance des valeurs propres des premiers axes est rapide, celles des axes suivants beaucoup plus lente. En général les 2 ou 3 premiers axes extraient la plus grande partie de l'inertie et l'on ne tient pas compte des axes suivants, peu significatifs.

Les "saturations" ou côtes des espèces sur les différents axes sont calculées et permettent d'établir des graphiques. On a choisi le plan des axes 1 et 2, parce qu'ils sont les plus lourds d'information et celui des axes 2 et 3 pour faire intervenir l'axe 3, sans que les points soient écrasés sur l'axe 1 comme cela aurait été dans un plan axe 1 - axe 3.

L'analyse effectuée sur les espèces en fonction des prélèvements, peut être répétée sur les prélèvements en fonction des espèces, en calculant  $d^2(j, j')$ .

Ces graphiques, établis par l'ordinateur, marquent la fin de l'analyse (1). Le travail du biologiste consiste alors à rechercher les associations (d'espèces ou de prélèvements) et la signification des axes. Celle-ci serait évidemment déterminée plus rigoureusement par un calcul de corrélations entre facteurs physico-chimiques et axes.

---

(1) Tous les calculs ont été effectués par M. RUX sur l'ordinateur "Univac 1108" de la Faculté d'Orsay, grâce à l'amabilité du Laboratoire de Taxinomie végétale expérimentale et numérique, associé au C.N.R.S. Les valeurs utilisées sont celles des "échantillons standards" définis ci-dessus, elles n'ont pas subi de transformation logarithmique préalable.



## II. H Y D R O L O G I E

L'hydrologie de la région ponténégrine commence à être bien connue. Les observations régulières faites à la côte par le centre ORSTOM depuis 1953 ont permis à J. COLLIGNON (in BERRIT 1958) de donner les grandes lignes des variations saisonnières de la zone côtière, que BERRIT a reprises et précisées.

Les campagnes de l' "Ombango" ont permis également de saisir les grands traits de la région océanique. Une radiale longue de 200 milles a été visitée au cours de l'année 1967.

Avant tout, il convient de rappeler la position de Pointe-Noire : 4°47' Sud, 11°50' Est. Le caractère légèrement austral de cette région est accentué par le décalage vers le nord de l'équateur thermique. La situation de Pointe-Noire entre les eaux chaudes à faible salinité du golfe de Guinée et celles, froides et salées, du courant de Benguela, compte-tenu de la proximité de l'embouchure du Congo, explique en grande partie les phénomènes observés dans la couche superficielle.

Les lignes suivantes ne sont pas l'expression de travaux personnels, mais ils traduisent les connaissances acquises par le laboratoire de physique de Pointe-Noire.

### II. 1. DIFFERENTES MASSES D'EAUX

#### II. 1.1. Eau Guinéenne

" Il existe en permanence dans la région est du golfe de Guinée, une masse d'eau superficielle, sinon bien définie, du moins très différente des autres masses d'eaux qui la limitent, tant dans le sens

horizontal, qu'en profondeur. Ces eaux sont caractérisées par une température élevée (24 à 30° C) et une salinité nettement inférieure à celle des eaux océaniques (33 à 34 ‰), avec des valeurs extrêmes de moins de 25 ‰" (BERRIT, 1958).

Ce sont les "Eaux Guinéennes", très transparentes, reconnaissables à leur couleur bleue.

## II. 1.2. Eau de la thermocline

Innédiatelement au-dessous on trouve des eaux, facilement décelables sur les bathythermogrammes par leur décroissance brutale de température (24 à 18° C). Leur salinité élevée (36 ‰) les distingue également des eaux susjacentes. Très marquée en saison chaude, où elle est relativement profonde (jusqu'à plusieurs dizaines de m), cette thermocline remonte et s'estompe en saison froide. Le point bas de la thermocline où se trouve le maximum de salinité, peut se déplacer selon la saison entre 30 et 100 m, profondeurs où apparaît l'Eau centrale sud-atlantique.

## II 1.3. Eau centrale sud-atlantique

Le passage des eaux de la thermocline à cette dernière n'est pas brutal; les bathythermogrammes révèlent une décroissance assez lente de la température, de 18° à 6° C (6° correspond à l'immersion maximale de l'Eau centrale sud-atlantique, soit environ 600 m). Ce sont également des eaux salées (34,5 < S < 35,85 ‰).

## II 1.4. Eau froide du courant de Benguela

On trouve le long de la côte africaine, au large de l'Angola, une eau superficielle froide (moins de 23° C) et salée (plus de 35 ‰). Moins transparentes que les eaux guinéennes, les eaux de Benguela sont également plus vertes.

## II 1.5. Eaux fluviales

Il ne faut pas négliger l'apport des grands fleuves : le Congo en période de crue (décembre) charrie 60.000 m<sup>3</sup>/s (DONGUY et Al, 1965). Il influence

considérablement les couches superficielles, par l'apport d'eaux douces et de matières terrigènes. On reconnaît aisément les eaux du Congo à leur couleur brune dont la transparence est très faible (elle varie avec l'épaisseur de ces eaux) et aux nombreuses "îles flottantes" qui sèment son parcours maritime.

La zone côtière qui nous intéresse est souvent recouverte en surface par des eaux fluviales. Les eaux du Congo se retrouvent plus souvent hors du plateau continental. Ce sont surtout les eaux du fleuve Kouilou, dont l'embouchure n'est qu'à 25 milles dans le nord-ouest de Pointe-Noire qui s'étalent à la côte.

## II. 2. "FRONT" OCEANIQUE

Le passage des eaux superficielles du golfe de Guinée à celles du Benguela n'est pas progressif mais brusque : c'est un véritable front au sens météorologique.

A cause de sa grande mobilité et de sa faible largeur (quelques milles) les observations sur le front sont peu aisées. Le front se déplace rapidement aux mois de mai-juin de 16° sud environ jusqu'à l'équateur, le retour se faisant en septembre-octobre. Son allure est très irrégulière et tourmentée, sous forme de méandres très étendus, impliquant la formation de zones de divergence non loin de la ligne de convergence du front. Lorsque la région frontale se déplace vers l'équateur, des eaux froides à salinité élevée sont au contact d'eaux chaudes à faible salinité, au large du Gabon, où un fort gradient thermique et halin accompagné d'un renversement de courant d'ouest en est définit un front : ce front a été appelé front chaud (GALLARDO 1968 b) pour le distinguer d'un front froid, existant également bien plus au sud, entre les isothermes 21° et 19° et que l'on connaît encore mal. On ne le trouve pas au nord de Pointe-Noire et dans les zones côtières du Congo et du Nord-Angola, où les eaux inférieures à 21° semblent correspondre plus souvent à des upwellings qu'au front froid.

## II. 3. UPWELLINGS

Ce sont des remontées d'eau froide à la côte venant compenser des transports d'eau de surface vers le large induits par les vents. Les vents

de sud-est sensiblement parallèles à la côte dans la région de Pointe-Noire seraient, parmi les vents de secteur sud, les plus favorables aux upwellings. Bien que les vents aient soufflé principalement des secteurs sud à sud-ouest en 1967, la part des vents du sud-est est encore en mesure de provoquer à certaines époques de l'année, notamment de mai à juillet des remontées de faible amplitude.

#### II. 4. COURANTS

Les courants de surface portent généralement vers le nord-ouest avec des vitesses voisines du noeud tandis que la couche subsuperficielle est fréquemment animée d'un mouvement opposé sud-est. Ces renversements de courants, qui apparaissent parfois en surface, se produisent à toute époque de l'année, avec semble-t-il une intensité maximale du courant sud en septembre-octobre lorsque le front repasse devant Pointe-Noire (GALLARDO 1968 b).

#### II. 5. SAISONS MARINES

Les mouvements de la zone frontale et l'installation des upwellings déterminent 4 saisons, où dominent en surface les eaux guinéennes (saisons chaudes), ou les eaux du Benguela (saisons froides).

Il existe deux autres catégories d'eaux de surface à apparitions plus brèves que BERRIT (1961) a appelées les eaux froides salées et les eaux froides dessalées. GALLARDO (1968 b) montre que les eaux froides à haute salinité se forment facilement au voisinage du front avant leur montée (eaux tropicales + eaux du Benguela mélangées) et suppose que les eaux froides dessalées se forment épisodiquement dans des zones de divergence au voisinage de l'équateur lorsque le front atteint sa position nord extrême.

Nous nous référons encore à BERRIT pour définir ces saisons. Leur durée et leur "intensité" sont variables, elles sont souvent précédées par une période d'oscillations. C'est en suivant un point situé à 15 m de profondeur, sur des fonds de 16 m que les critères d'établissement ont été précisés. Les mesures superficielles sont en effet trop altérées par les conditions locales.

### II. 5.1. Grande saison chaude

Elle s'étend approximativement de janvier à avril. A 15 m les eaux sont en permanence à plus de 24° C tandis que leur salinité est inférieure à 35 ‰. En surface les eaux sont également chaudes (jusqu'à 28° C) et des-salées (30 à 34 ‰). L'étalement des eaux du Kouilou peut abaisser notablement la salinité des premiers mètres.

### II. 5.2. Grande saison froide

Elle débute entre le 15 mai et le 15 juin, lorsqu'à 15 m les eaux ont une température inférieure à 22° C. L'upwelling s'est installé et le front a dépassé Pointe-Noire dans sa remontée vers le nord. Elle se termine entre le 20 août et le 20 septembre.

### II. 5.3. Petite saison chaude

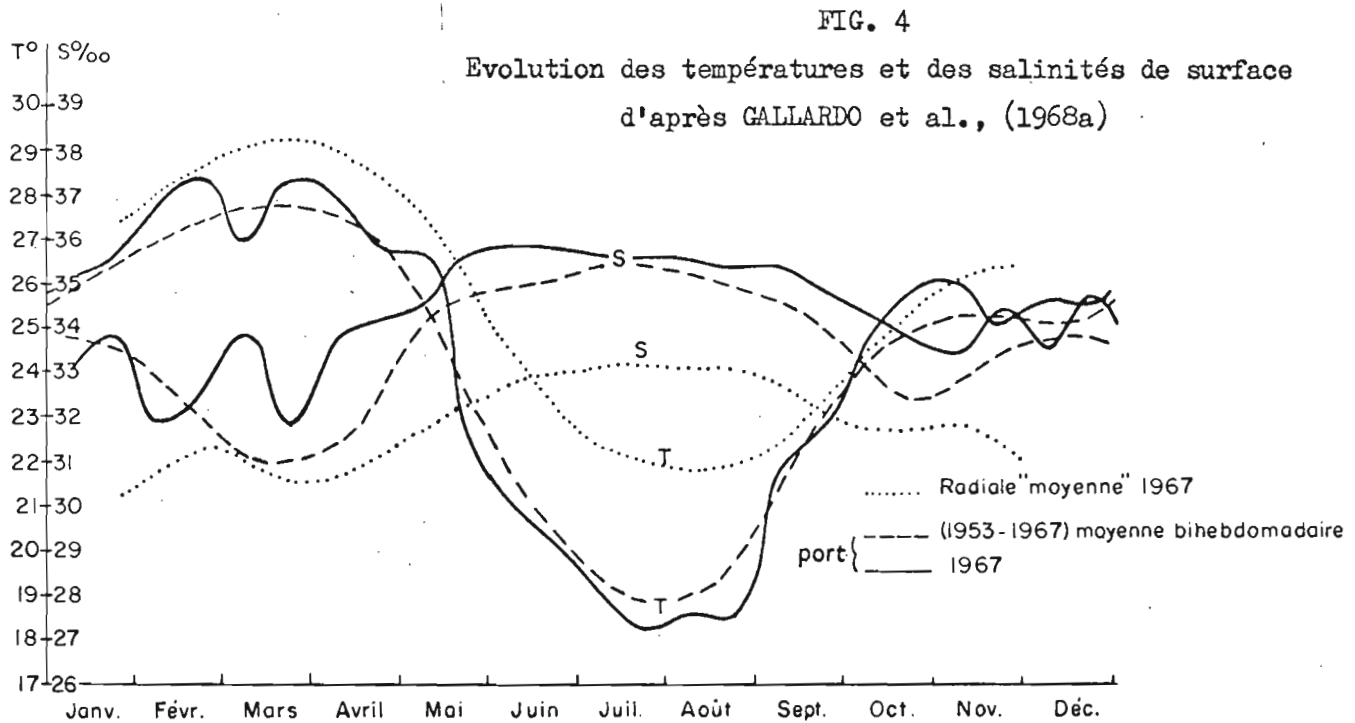
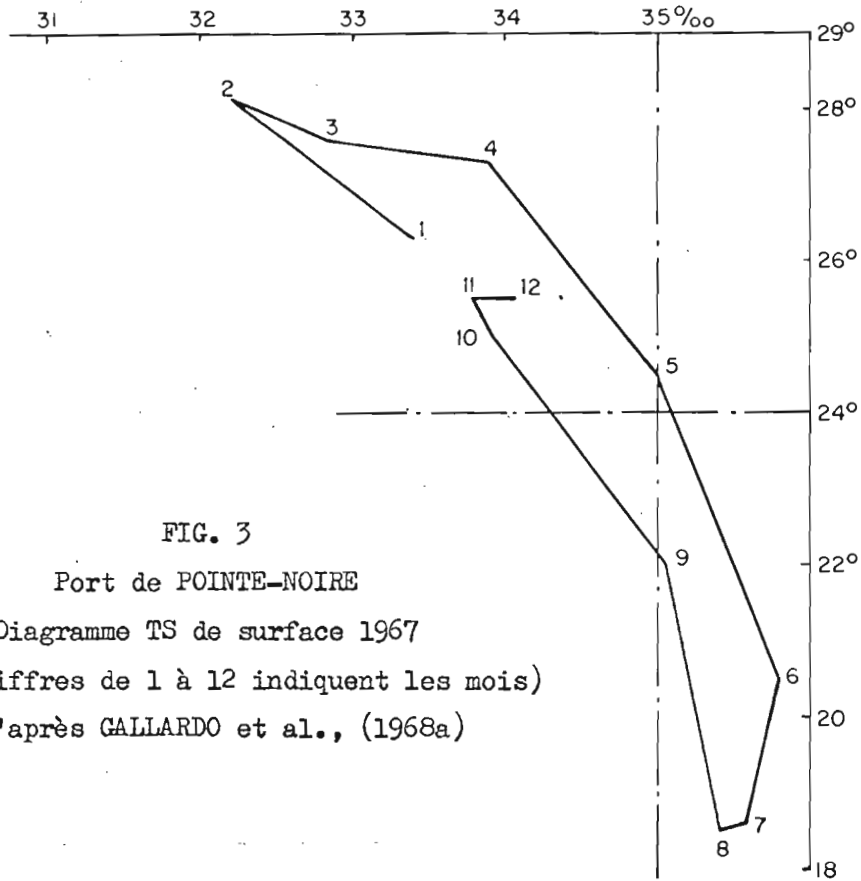
Elle succède à la précédente quand le front a dépassé Pointe-Noire en direction du sud. La température est relativement élevée : 26° C en surface, 24,5° C près du fond, la salinité basse (inférieure à 35 ‰).

### II. 5.4. Petite saison froide

La région de Pointe-Noire est à nouveau baignée d'eaux fraîches (21 à 23° C à 15 m) et plus salées (plus de 35 ‰). La température de surface avoisine 25° C. Débutant en novembre ou décembre elle peut durer jusqu'en janvier.

Si les deux "grandes" saisons sont nettes et faciles à mettre en évidence, il n'en est pas toujours de même des "petites" saisons aux caractères moins marqués. Elles peuvent être réduites à une longue période de transition. (1)

(1) Bien que l'étude du phytoplancton n'entre pas dans notre dessein, il faut mentionner les travaux de BERRIT et TROADEC (1960) sur la question, ceux de DESROSIERES n'étant pas encore parus. Des mesures de productivité montrent que les eaux froides et riches en sels nutritifs sont également celles qui supportent la plus importante microflore planctonique. Les eaux chaudes en sont au contraire très pauvres.



II. 6. CARACTERISTIQUES DE L'ANNEE 1967 (Cf. fig. 2, 3 et 4)

Les stations adoptées par les physiciens diffèrent légèrement des nôtres; nous les citerons cependant afin de situer, pour les fonds de 30, 50 et 100 m, durée et "intensité" des saisons. Les tableaux et les lignes suivantes sont empruntés à GALLARDO et Al (1968 a).

Station	Grande saison chaude		Grande saison froide	
	Durée	Intensité	Durée	Intensité
30 m	10-1, 25-4	faible	15-5, 30-9	forte
50 m	1-1, 10-5	noyenne	20-5, 30-9	forte
100 m	15-1, 30-4	noyenne	15-5, 25-9	forte

Station	Petite saison chaude		Petite saison froide	
	Durée	Intensité	Durée	Intensité
30 m	10-10, 10-11	forte	25-11, 10-12	faible
50 m	10-10, 20-11	forte	1-12, ?	?
100 m	5-10, 20-11	très forte	5-12, ?	?

- "La grande saison chaude est peu marquée dans l'ensemble,... sur le plateau continental, c'est sur les fonds de 50 m qu'elle est la plus marquée (...)
- La grande saison froide est bien marquée sur le plateau (...)
- La petite saison chaude est très marquée (...)
- Pour la petite saison froide, les données sont insuffisantes, mais il semble qu'elle ait été peu marquée".

Le grand espacement de nos sorties ne nous permet pas de prétendre suivre l'évolution saisonnière des populations, il convient donc de noter avec précision leur contexte hydrologique.

Les prélèvements de janvier, février et mars se placent nettement en saison chaude. Par contre ceux de mai (le 12) ont eu lieu juste avant le passage du front froid; les températures de surface sont  $26^{\circ}$  et  $26,3^{\circ}$  C aux stations 1 et 2, celles à 15 m sont  $24,3^{\circ}$  et  $25,1^{\circ}$  C.

Les sorties de juin, juillet et celle de début septembre se situent incontestablement en grande saison froide. Les stations de la dernière radiale de septembre se trouvent encore en saison froide à la côte mais non plus au large.

Les échantillons du mois d'octobre ont été prélevés au début de la petite saison chaude; début novembre, c'est encore, théoriquement, la petite saison chaude.

Les prélèvements du 23 novembre se situent entre les deux petites saisons. Quant à la petite saison froide, nous n'en verrons les effets qu'à la station 1 ( $21,5^{\circ}$  C à 15 m le 19 décembre).



### III. VARIATIONS SAISONNIERES DES PRINCIPAUX TAXONS

#### III. 1. GENERALITES

Afin de reconstituer l'environnement biologique des Copépodes, nous nous sommes efforcés de donner de chaque prélèvement un aspect aussi complet que possible, sans, bien sûr, qu'il nous ait été possible de rentrer dans le détail des espèces observées.

Nous avons pour cela utilisé la méthode "semi-quantitative", mise au point par FRONTIER (1966) et que nous avons reprise à Nosy-Bé, pour l'étude d'un cycle annuel également (BINET et DESSIER 1967 a). Les études de FRONTIER portaient sur des prélèvements mensuels, les nôtres sur des récoltes hebdomadaires.

Tandis que nos observations malgaches étaient cohérentes, concordaient avec celles de FRONTIER et avaient permis de déterminer des "saisons écologiques" pour les groupes étudiés, nous nous heurterons ici à une certaine difficulté d'interprétation.

Quelles en sont les raisons? Sans aucun doute le nombre insuffisant de prélèvements; le fait que les stations aient été choisies au hasard, tandis que celle étudiée à Nosy-Bé caractérisait la zone néritique externe; enfin les conditions hydrologiques de Pointe-Noire ne permettent pas, comme dans les baies de Nosy-Bé de suivre une population au cours de l'année. Pour certains taxons, il ne semble pas exister de tendances écologiques au niveau supra spécifique; pour d'autres, par contre, nous trouvons des "saisons écologiques", qu'il faudrait confirmer par un ou deux ans d'échantillonnage supplémentaires.

## Biomasses et biovolumes

Les mesures de volume, par sédimentation ou par déplacement, ainsi que celles de poids sec peuvent être considérées comme des estimations de la production secondaire.

Nous n'avons pu relier, d'une manière précise, les variations du volume et du poids de zooplancton aux caractères hydrologiques (fig.5). A la station 1 (0 et 15 m), les deux grandes saisons sont marquées par une abondance moyenne et assez constante qui se termine sur le pic de septembre-octobre. Lui succède une chute brutale, qui affecte la plupart des taxons et dont témoignent les deux sorties de novembre. Décembre connaît ensuite des valeurs élevées.

A la station 2, dans les mêmes conditions, la séparation de deux ensembles apparaît grâce au trait de 15 m début juin, qui marque une chute entre les deux grandes saisons. La fin de l'année sera autant affectée par la baisse de novembre, mais moins par les pics qui l'encadrent.

On ne peut vraiment parler de variations saisonnières; les fluctuations observées jusqu'en septembre sont probablement dues davantage à l'échantillonnage qu'à des facteurs physiques ou biologiques. Par contre les traits horizontaux de la station 1 accusent un pic brutal en octobre, suivi d'une chute dont témoignent les deux prélèvements de novembre, que ne peuvent seuls expliquer les aléas du trait de plancton. Il faut noter l'absence presque totale de thermocline pendant la sortie d'octobre; une remontée d'eau profonde est-elle cause du développement massif de zooplancton?

Les valeurs moyennes pour l'année sont les suivantes : (par échantillon standard : Es., ou par m<sup>3</sup>).

	Vol. sédimenté (ml)			Vol. déplacement (ml)			Poids sec (g)	
	0 m	15 m	Vert.	0 m.	15 m	Vert.	0 m	15 m
Station 1 Es.	222	303	30	61	62	7	6	7
Station 2 Es.	262	280	50	50	54	9	4,7	4,6
Station 1 m <sup>3</sup>	0,9	1,2	1,3	0,24	0,24	0,30	0,025	0,028
Station 2 m <sup>3</sup>	1,0	1,1	0,9	0,20	0,21	0,16	0,019	0,018

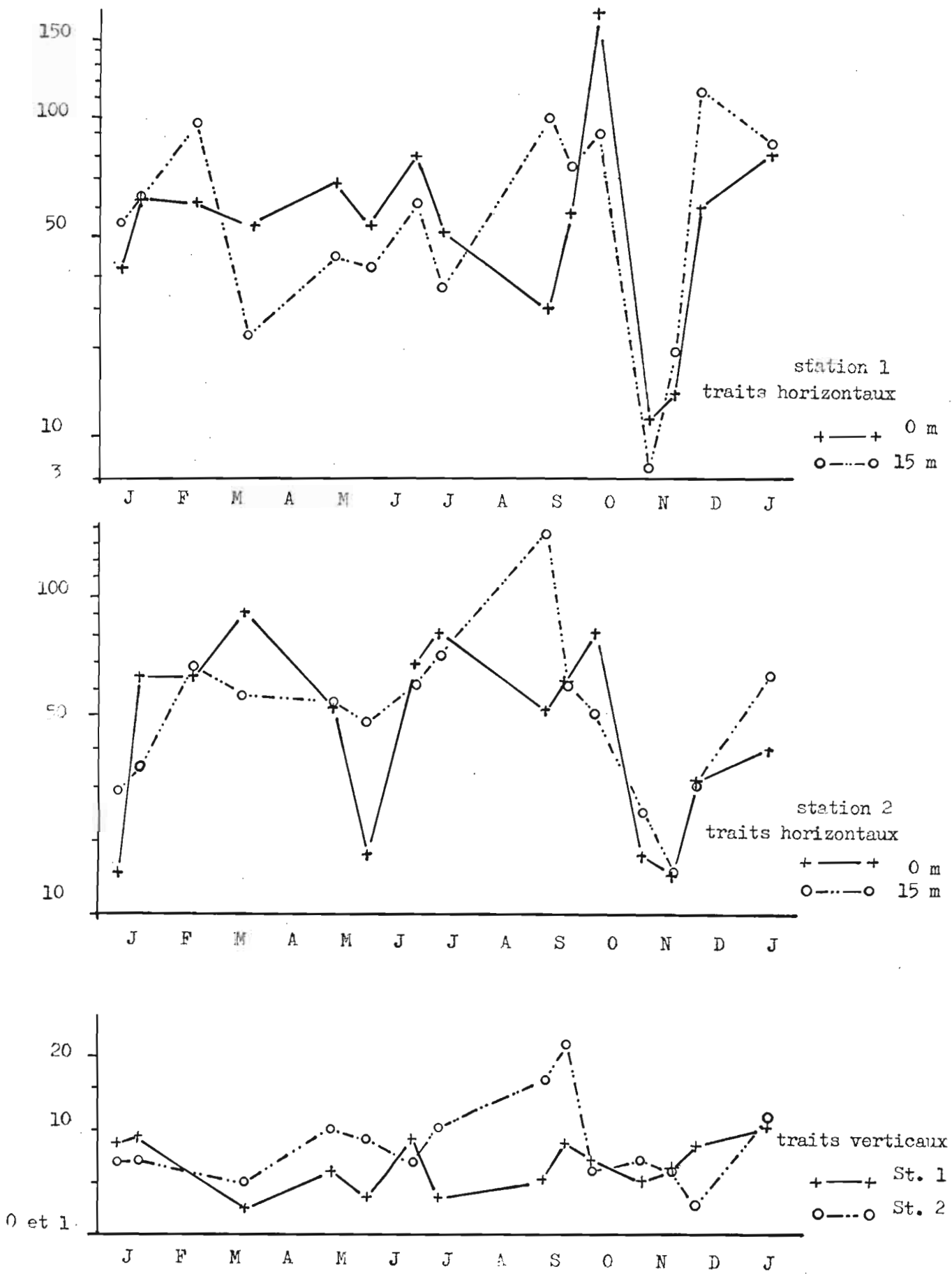


FIG. 5 - Volumes par déplacement (ml)

Une colonne d'eau, du fond jusqu'en surface, contient, à la station 2, un peu plus de matière vivante qu'à la station 1. Par contre, exprimée par volume d'eau filtrée, la quantité de zooplancton est supérieure à la station 1.

En ce qui concerne les différences de profondeur des échantillons horizontaux, les traits de 15 m sont en moyenne légèrement plus riches que ceux de surface.

La comparaison des traits horizontaux et verticaux indique qu'à la station 1, les densités maximales se trouveraient au-dessous de 15 m. A la station 2 ce sont les traits de 15 m qui présentent la densité de biomasse maximale.

Cette différence entre les deux stations traduit probablement un phénomène de migration verticale : la station 2 était visitée entre 23 et 24 h, la station 1 entre 01 et 03 heures.

La comparaison des différentes mesures (volumes sédimentés, volumes par déplacement, poids sec) est très satisfaisante : la transformation en  $\log^2$  donne, des variations de ces grandeurs, des représentations semblables.

Les corrélations entre ces mesures ont été calculées après transformation logarithmique, pour les différents types de récolte (1).

- Pour les traits horizontaux, les résultats sont les suivants (2) :

	Station 1				Station 2			
	0 m		15 m		0 m		15 m	
	Vd	Ps	Vd	Ps	Vd	Ps	Vd	Ps
Vs	0,79	0,84	0,88	0,88	0,91	0,85	0,96	0,95
Vd	1	0,98	1	0,86	1	0,95	1	0,93

(1) Nous devons ce calcul à l'obligeance de M. IBANEZ, de la station zoologique de Villefranche sur Mer, qui a bien voulu l'effectuer sur l'ordinateur I.B.M. de l'Observatoire de Nice.

(2) Vs, Vd, Ps, signifient respectivement : Volume obtenu par sédimentation, Volume obtenu par déplacement, Poids sec.

- Pour les faits verticaux, nous ne disposons pas des mesures de poids sec; les corrélations entre "volume par sédimentation" et "poids sec" sont :

à la station 1 : 0,44

à la station 2 : 0,68

Les corrélations entre ces 3 mesures sont, à l'exception des échantillons verticaux, hautement significatives. Les mesures du volume par déplacement et celles du poids sec, ont, en général, les coefficients de corrélation les plus élevés. Malgré leur discrédit actuel, les mesures volumétriques ne sont pas à rejeter. Celle du volume par déplacement, plus rapide et plus simple que celle du poids sec, nous paraît très adaptée à une estimation sommaire de la quantité de matière vivante animale du plancton.

A titre d'exemple nous avons calculé, pour les traits à 15 m de la station 2, le coefficient de régression des "poids sec" par rapport aux "volume par déplacement". La relation liant ces 2 grandeurs est la suivante :

$$\log Ps = 2,587 \log Vd - 1$$

Ps étant exprimé en g, Vd en ml.

### III. 2. SYSTEMATIQUE

#### III. 2.1. Hydroméduses, Scyphoméduses (1)

Nous nous contenterons de citer les espèces les plus abondantes de nos pêches.

Chez les Narcoméduses, Solmundella bitentaculata (Quoy et Gaimard) est irrégulière mais elle est capturée toute l'année à la station 2, tandis que ses apparitions à la station 1 n'ont lieu qu'en période froide.

Parmi les Trachyméduses, Aglaura hemistoma Peron et Lesueur et Liriope tetraphylla (Chamisso et Eisenhardt) forment la presque totalité de l'ordre et la majorité des méduses. Présentes toute l'année, ces deux espèces n'ont, semble-t-il, pas de variations saisonnières significatives.

Les Leptoméduses étaient essentiellement représentées par quelques Obelia sp.. Nous ne mentionnerons les Anthoméduses que pour citer Amphinema rubrum

(1) Je remercie Mme GOY d'avoir bien voulu vérifier la détermination des espèces citées.

(KRAMP, 1957) que Mme Goy a observée dans le trait superficiel de la station 2 en juillet; c'est en effet après l'Antarctique, les Orcades du sud et la Méditerranée (GOY, 1968) la quatrième mention de cette espèce.

Des petites Scyphoméduses ont été observées presque toute l'année, il s'agit probablement de Nausithoe punctata Kölliker.

### III. 2.2. Siphonophores

- Les Calyphores en constituent l'essentiel. Les deux stations suivent des variations voisines, d'après les traits horizontaux. Le cycle annuel se décompose grossièrement en 2 parties : une période où les captures sont abondantes (jusqu'à 8.800 dans un trait), et assez régulières, de janvier à septembre; une autre période occupe les mois d'octobre à novembre, les prises sont plus faibles, surtout en surface.

Ces phases semblent chevaucher les saisons hydrologiques. Aucun rythme n'est décelable sur les échantillons prélevés verticalement.

- Les Physophores se rencontrent bien plus rarement au-dessus du plateau continental; elles sont cependant présentes dans toutes les récoltes de la 2ème station, exception faite des 2 radiales de janvier 67. Leur apparition à la première station se fait en saison froide (80 dans un trait vertical de septembre), ce qui semble indiquer une transgression d'eau océanique à cette époque.

### III. 2.3. Cténophores

Présents pratiquement toute l'année, leur période de prédilection est la saison froide (juin à septembre). Les caractères écologiques "océanique" et "froid" sont souvent liés. Ici, par contre, ils sont plus nombreux à la côte. Les traits horizontaux de saison froide ont récolté 1.270 cténaires à la station 1, contre 420 seulement à la station 2.

### III. 2.4. Phoronidiens

L'apparition d'actinotroques dans un trait vertical de juillet est discrète. Ils deviennent abondants en septembre et se trouvent dans les traits

horizontaux fin septembre. Les larves disparaissent au cours de novembre.

### III. 2.5. Polychètes

La plupart étant méroplanctoniques, ils sont bien représentés au-dessus du plateau continental. Larves et adultes (dénombrés séparément) sont abondants surtout pendant la saison froide (juin à septembre). Ils sont toujours plus fréquents près de la côte, où le trait à 15 m de fin septembre a ramené plus de 5.200 larves et celui de surface 1.680 adultes.

Le genre Tomoptéris, en raison de son identification immédiate, a été dénombré séparément. On note encore une préférence hivernale, avec un étalement saisonnier un peu plus important à la seconde station qu'à la côte.

### III. 2.6. Cladocères

- Les Calyptomères du genre Pénilia représentent la majorité du groupe. Leur préférence côtière se décèle facilement, mais c'est en saison froide qu'a lieu le maximum (30.000 en septembre). La présence de Pénilia à la station 2 est, dans les traits horizontaux, limitée aux saisons froides, de juin à septembre (maximum : 18.000 individus), et décembre.

- Les Gymnomères, du genre Evadne apparaissent moins fréquemment et surtout d'une manière plus dispersée. Ils ont deux maximums, l'un de saison froide (septembre : 2.400 individus à 15 m, station 2), l'autre de saison chaude, beaucoup plus étalé, de janvier à mars.

A Nosy-Bé nous avons noté une importance inverse des Calyptomères et des Gymnomères (BINET et DESSLER 1967 a).

### III. 2.7. Ostracodes

Ils constituent un élément essentiel du plancton côtier (1). Certains traits horizontaux de la station 1 en ont ramenés 160.000 (janvier,

---

(1) On sait (TREGOUBOFF et ROSE 1957), que : "la plupart (sont) benthiques ou fouisseurs mais la famille des Halocyprinidae (= Conchoecidae) est pélagique ... Quelques autres larves rangées dans les familles en général benthiques, peuvent être capturées dans le plancton; surtout en profondeur; et, la nuit, dans les pêches au feu."

février). Ils sont beaucoup moins abondants à la station 2 (maximum 30.000 en février). De telles quantités ne se récoltent vraisemblablement qu'à la faveur d'une répartition spatiale très hétérogène.

Les fluctuations d'abondance à la station 1 ne semblent pas caractériser des saisons, peut-être reflètent-elles une succession de générations?

A la seconde station, par contre, de fortes variations d'abondance, (600 à 30.000 individus dans un trait horizontal) ont lieu pendant le premier semestre; tandis que de juillet à la fin de l'année s'installe une saison assez pauvre (environ un millier d'Ostracodes par trait) dépourvue de variations importantes.

Les incursions d'eau océanique, en saison froide, ont, à la seconde station, empêché ou ralenti considérablement le développement des espèces néritiques.

### III. 2.8. Copépodes

Sans faire preuve d'un caractère saisonnier les variations de l'ensemble du groupe rappellent de près celles des biomasses et biovolumes (fig.36). Grosso-modo et pour les deux stations : abondance et fluctuations moyennes pendant la grande saison chaude et la grande saison froide, maximum en septembre ou octobre (petite saison chaude à la station 1, thermocline au-dessous de 50 m sur les fonds de 200 m), minimum début novembre (petite thermocline dans les 10 premiers mètres), suivi d'un maximum en décembre (thermocline en surface).

### III. 2.9. Cirripèdes

A la côte on trouve quelques Cypris de Cirripèdes en saison chaude, mais c'est début septembre, en fin de saison froide qu'a lieu une véritable explosion (106.000 à 15 m). Le phénomène, évidemment très côtier, est ressenti de façon très atténuée à la seconde station (750 individus fin septembre). Dès octobre on observe des valeurs normales (de l'ordre de la centaine).



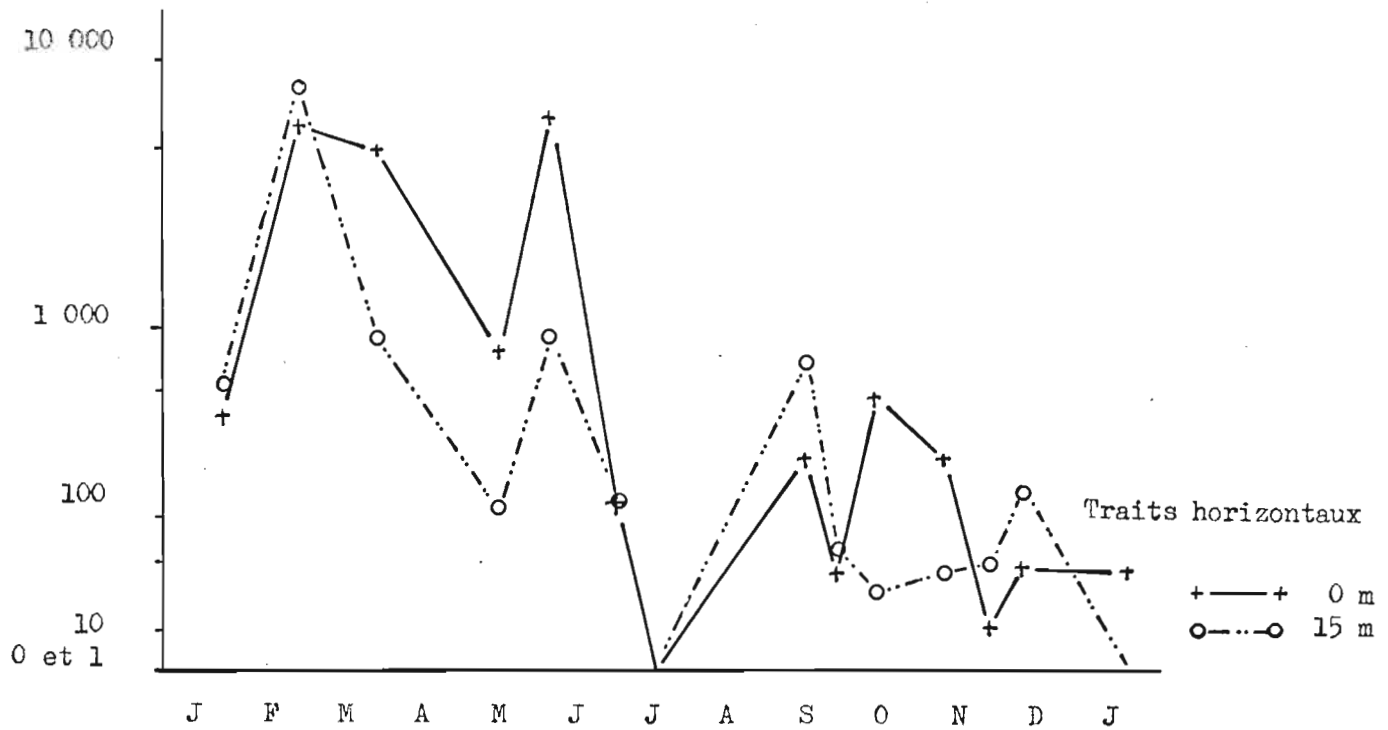


FIG. 6 - Mysidacés, station 1

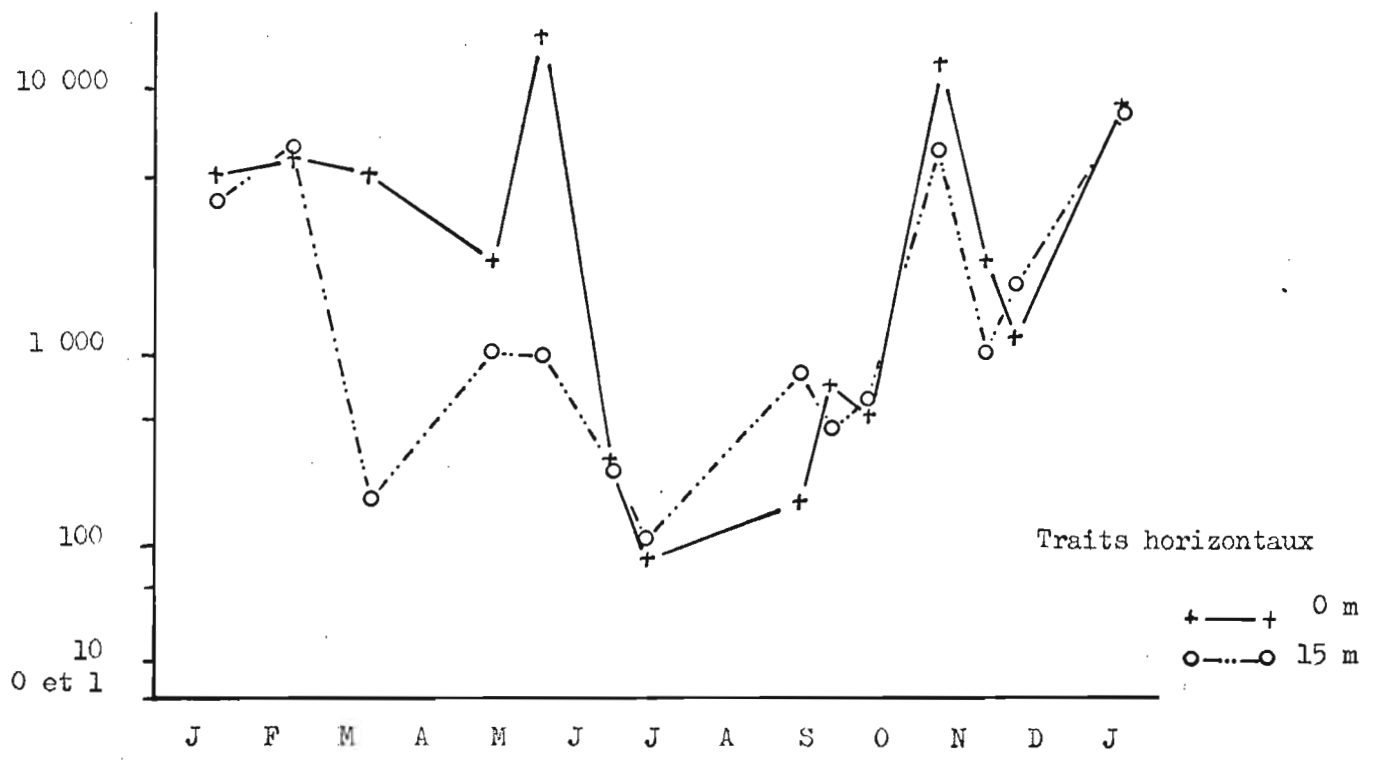


FIG. 7 - Larves de Natantia, station 1

### III. 2.10. Mysidacés (fig. 6)

On sait l'importance de leurs migrations nycthémerales. L'heure de la pêche a donc pu influencer sur leur capture. Cependant, les traits verticaux semblent confirmer que les Mysidacés sont beaucoup mieux représentées au-dessus des fonds de 33 m que de ceux de 75 m. Toutefois les filets ne pêchaient pas très près du fond. Par ailleurs, DESSIER (comm. pers.) n'en a jamais trouvé au-delà de la flexure continentale.

A la station 1, l'année se divise en deux parties égales: très forte abondance de février à juin, relative pauvreté de juillet à janvier (mise à part une récolte verticale abondante en novembre).

A la station 2, les traits horizontaux ne font apparaître qu'un pic d'abondance en février; par contre les traits verticaux indiquent un maximum d'abondance étalé entre juillet et septembre pendant la période de pauvreté de la station 1.

### III. 2.11. Amphipodes

A la seconde station, deux minimums (début juin et début novembre) délimitent deux saisons, également abondantes et sans grandes variations dans les traits horizontaux (1.000 et 3.500 amphipodes par récolte). Au contraire, un maximum de saison froide se dégage des échantillons verticaux.

A la première station, où les effectifs sont parfois plus élevés qu'à la seconde, les saisons sont bien séparées par un minimum en novembre, mais pas en juin.

### III. 2.12. Décapodes

a. Lucifer. Ce genre est représenté sur le plateau continental par une seule espèce, Lucifer faxoni. Une femelle de L. typus a été trouvée à la station 2 début janvier. DESSIER n'en a pas trouvé davantage plus au large.

Rappelons nos observations faites à Anno-Bon par 1° 25 S, 5° 37' E (BINET et DESSIER 1968) : L. typus semble, dans cette région de l'Atlantique, limitée aux eaux les plus dessalées de la baie de Biafra et ne s'en

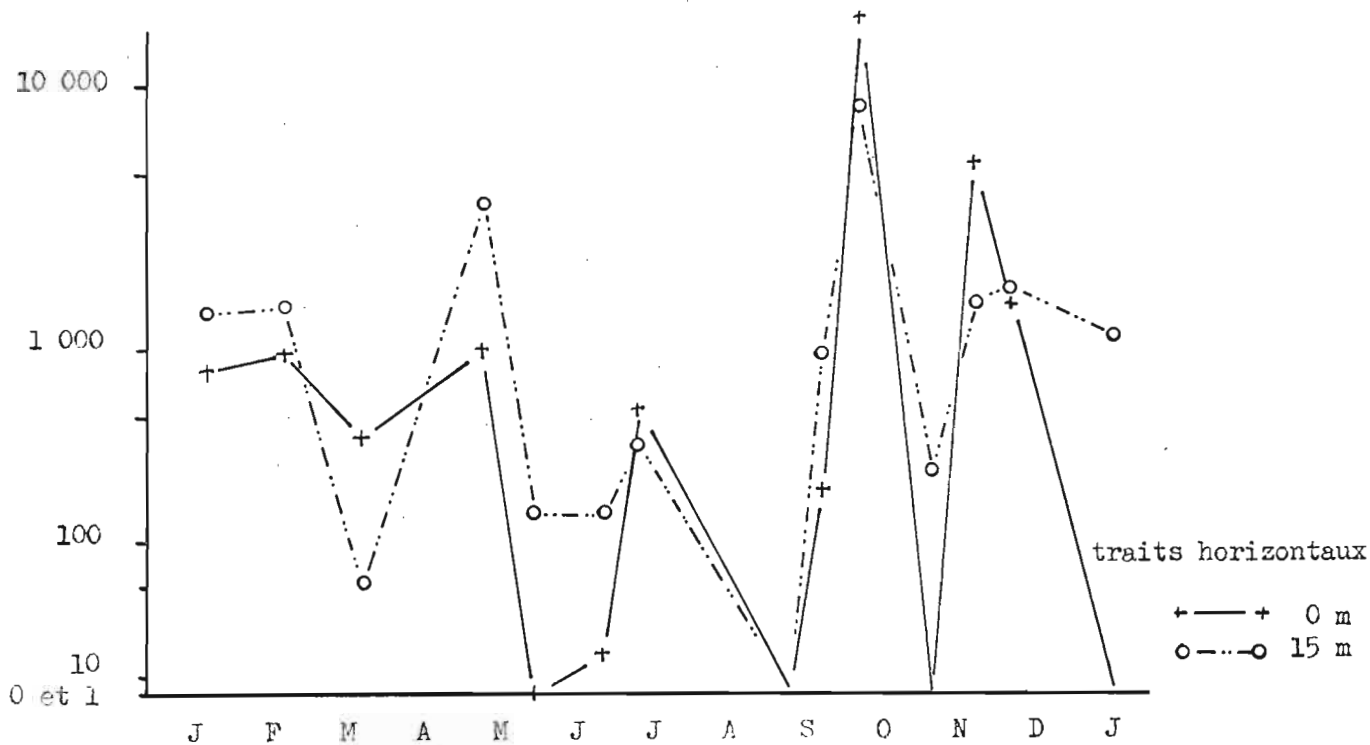


FIG. 8 - Protozoés de Lucifer, station 1

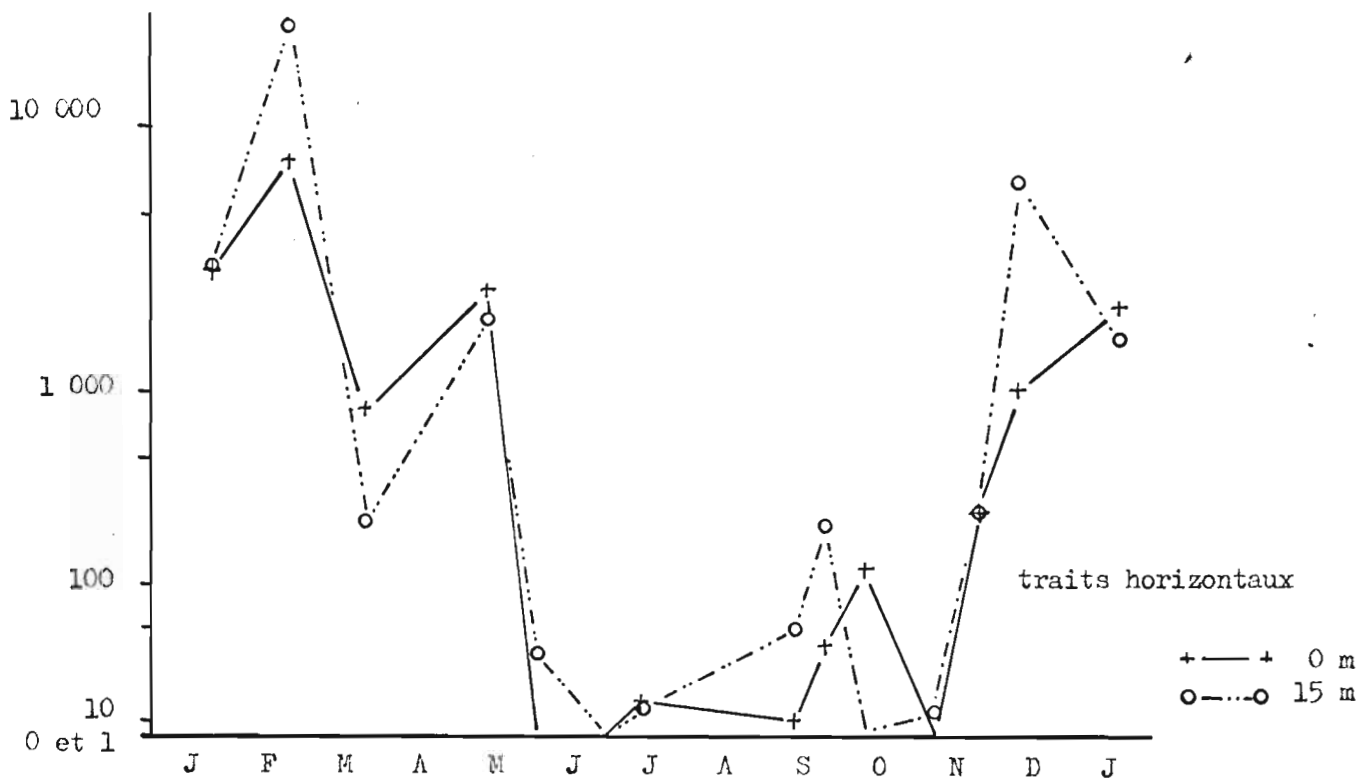


FIG. 9 - Mysis de Lucifer, station 1

éloignerait qu'à la faveur d'extensions importantes vers le sud des eaux guinéennes.

La distinction des stades larvaires et la détermination de l'espèce L. faxoni se fait sans difficulté, grâce à HANSEN (1919), à TREGOUBOFF et ROSE (1957) et à PETIT (1968).

Les protozoés présentent une série de maximums (fig.8) : janvier-février, mai, octobre, décembre) auxquels il faut ajouter celui de juillet, beaucoup moins net et pour la seule station 1. Tous ces maximums correspondent vraisemblablement à des pontes récentes. Les mysis (fig. 9) et naustigopous ont leur période de prédilection de décembre à mai (grande saison chaude); on note également une légère remontée lors de la petite saison chaude. En résumé il semble que la reproduction soit largement conditionnée par le réchauffement du milieu. Pour tous les stades larvaires, la station 1 est la plus abondamment pourvue.

L'abondance des adultes montre (fig. 10), en dépit de fortes fluctuations, un cycle saisonnier très prononcé à la station 1 (maximum en février : 29.000 individus à 15 m, diminution jusque début novembre, remontée ensuite); moins prononcé mais assez net cependant à la station 2, avec un décalage par rapport à la station côtière (minimum en juillet-septembre). Superposés à ces variations, on note des maximums fin juin et début septembre. Ces maximums semblent coïncider avec l'ascension (juin) et la descente (septembre) du front océanique; il pourrait s'agir non de la population locale de Lucifer, mais de la population déjà observée au voisinage de la zone frontale, du côté froid (campagne d'Anno-Bon : BINET, DESSIER et Al. 1967 b).

b. Natantia autres que Lucifer. Il s'agit essentiellement des larves de Caridca et de celles, moins abondantes, de Peneidea; les natantia adultes ne constituant jamais une partie importante de la récolte.

Les variations saisonnières (fig. 7), plus nettes à la côte montrent un minimum hivernal, encadré par deux maximums. Les plus grandes abondances numériques s'observent à la station côtière (14.000 en surface, début juin).

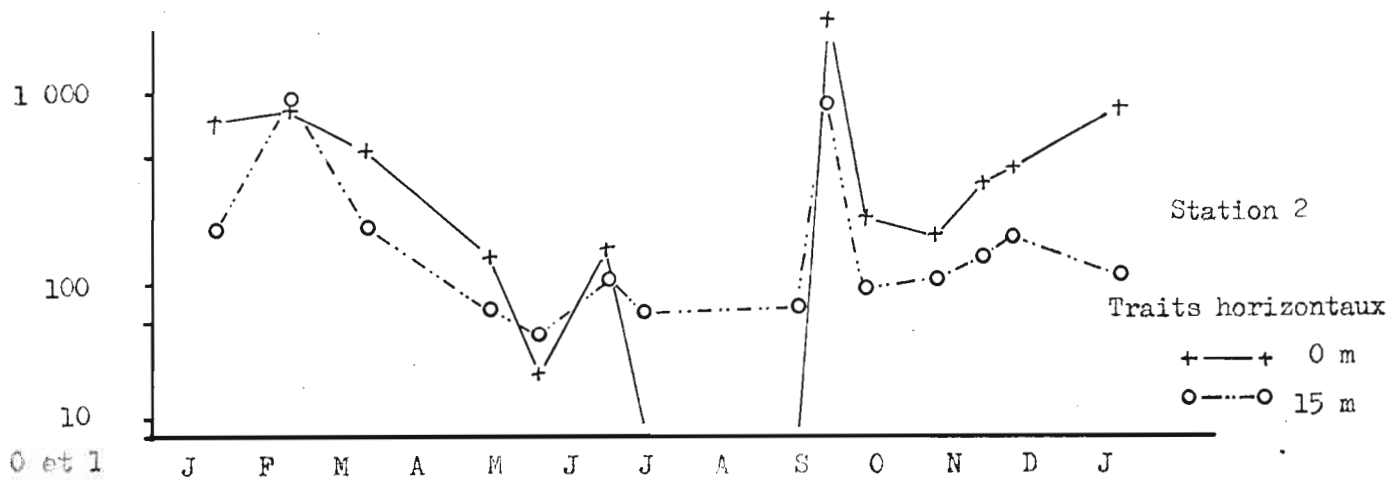
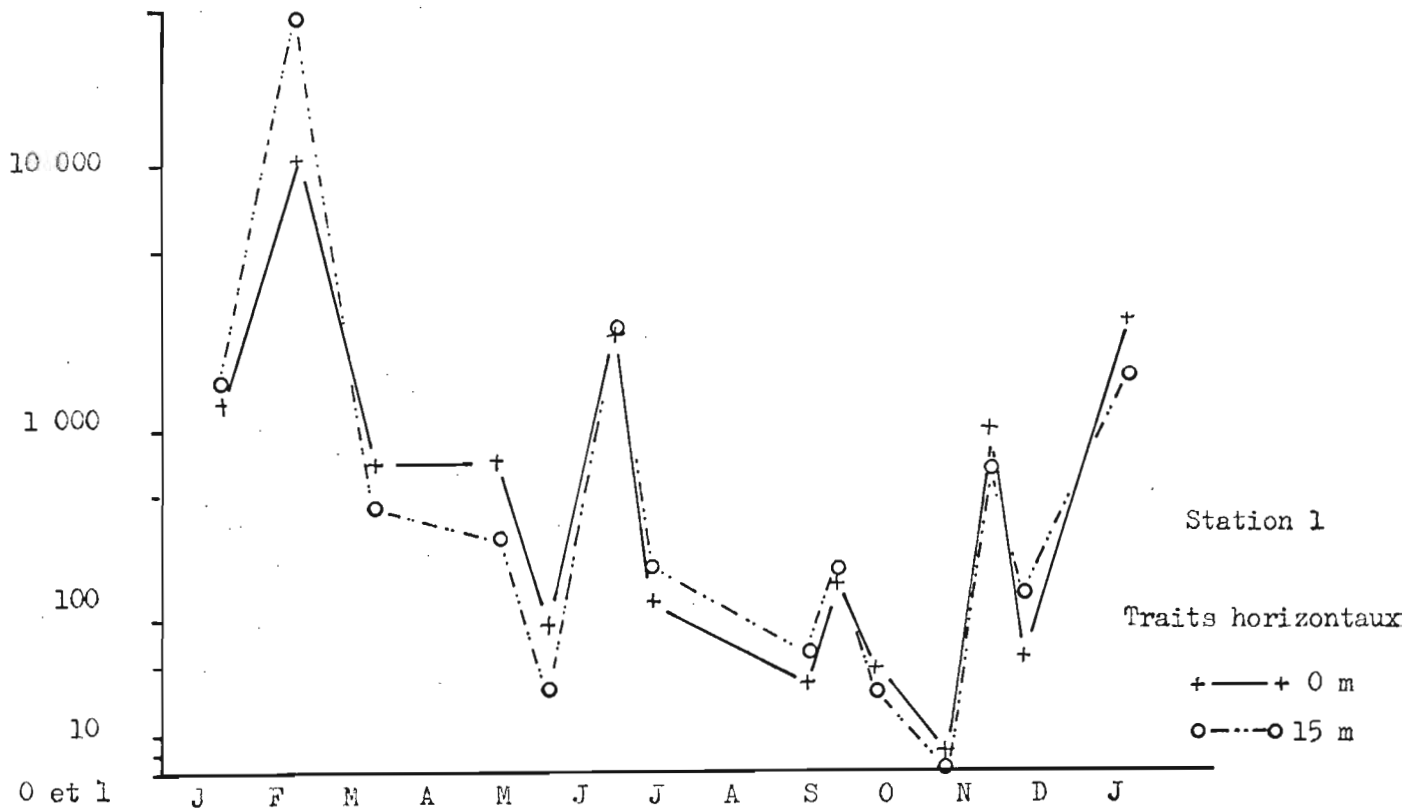


FIG. 10 - Lucifer faxonii adultes, stations 1 et 2

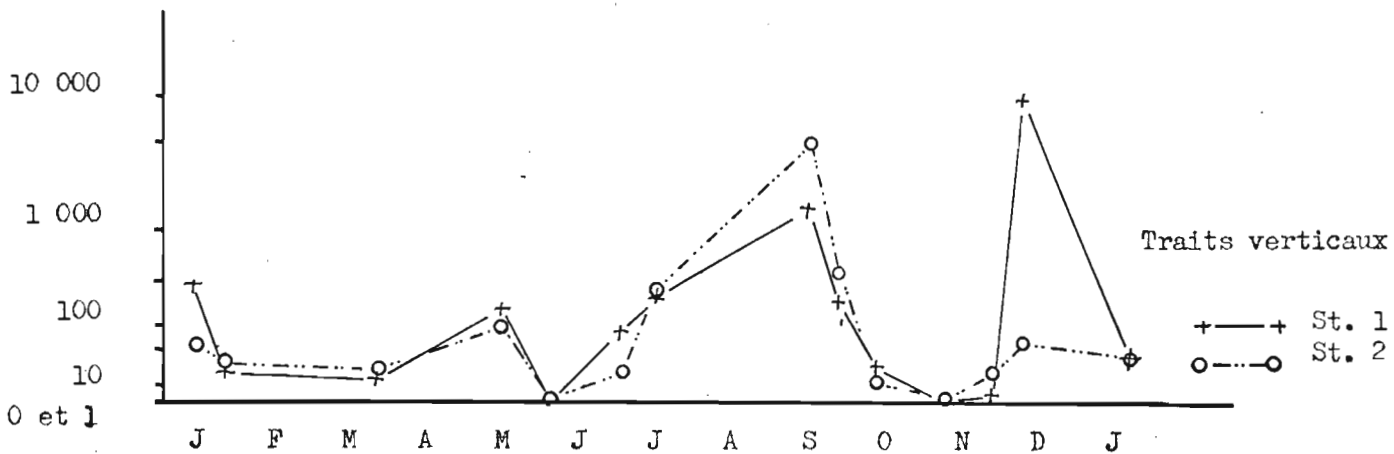


FIG. 11 - Poliolela, stations 1 et 2

c. Macroures. Les Phyllosomes étaient fréquentes dans nos récoltes, et feront l'objet d'une note de CROSNIER.

d. Brachyoures. Les zoés peuvent être l'élément dominant du néroplancton. Nous noterons la valeur remarquable de fin juin à la station 1 (42.000 à 15 n).

Les mégalopes montrent, à la station 1, une préférence estivale (grande saison chaude et mois d'octobre).

Les valeurs observées à la station 2, sont, pour les deux stations, moindres et sujettes à des variations d'amplitude plus limitées. Nous avons déjà noté à Nosy-Bé la difficulté de distinguer des saisons pour les larves de Brachyoures.

e. Anonoures. Les Thalassinides dominaient en général les autres familles : Porcellanides, Galathéides et Hippides.

Zoés et métazoés ont des variations assez semblables aux larves de Matantia. Les périodes chaudes seraient plus propices à la reproduction. Des glaucothoés ont été trouvées toute l'année sur les fonds de 33 n.

### III. 2.13. Euphausiacés

Calyptopis, furcilia et adultes ont été dénombrés séparément.

A quelques exceptions près, tous les adultes appartenaient à l'espèce Lyctiphanes capensis Hansen, 1911; d'après B.P. BODEL (1954) cette espèce ne devrait pas dépasser la région du Cap de Bonne Espérance, cependant il la signale (1955) dans les eaux du courant de Benguela.

La limite de son extension vers le large est très nette : DESSIER n'en a pratiquement pas rencontré à la station 3. Plus fréquente et plus abondante à la seconde qu'à la première station, elle a donc des exigences précises quant à l'éloignement du rivage. Le caractère néritique de cette espèce a déjà été signalé par BODEL (1955), puis NEPGEN (1957) sur les côtes du sud-ouest africain et de l'Union Sud Africaine.

La seconde espèce par ordre d'importance est Euphausia nutica. Encore ne la trouve-t-on que très rarement à la station 2 (1 exemplaire en

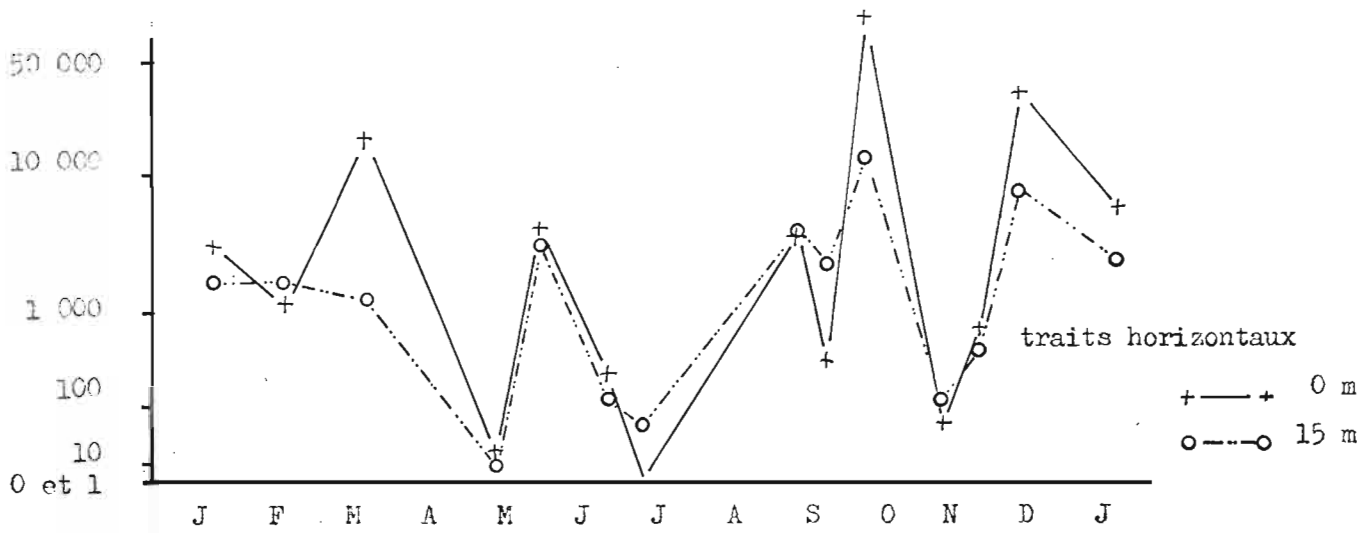


FIG. 12 - *Calyptopsis*, station 2

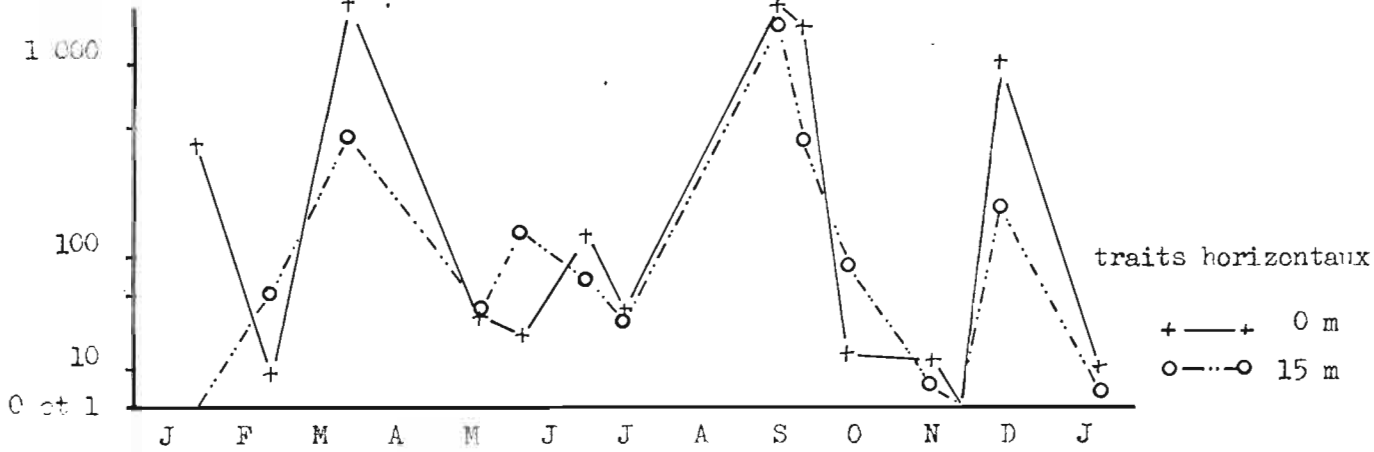


FIG. 13 - *Furcilia*, station 2

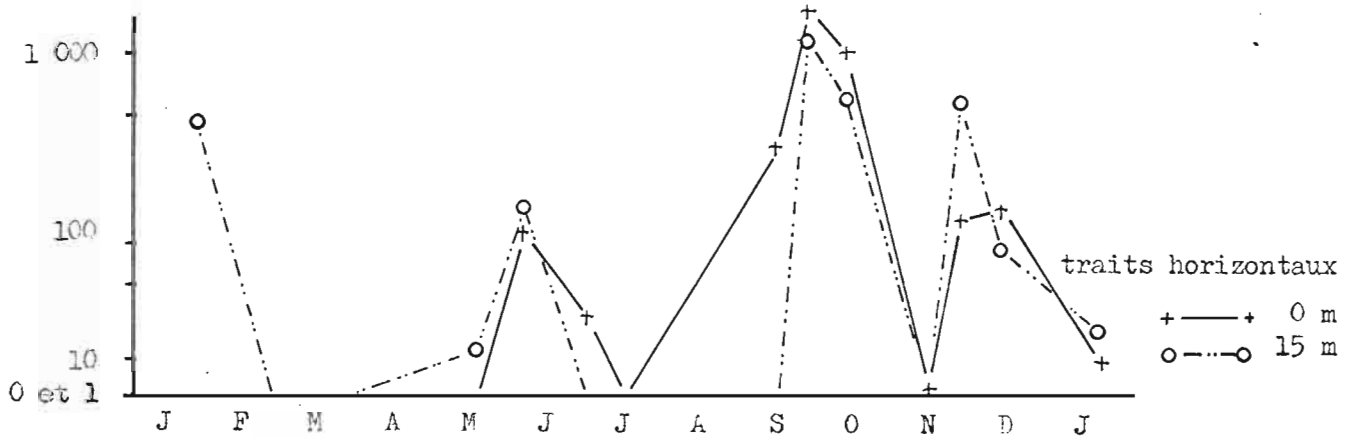


FIG. 14 - *Nyctiphanes canensis* (adults), station 2

janvier, 2 en mars, 1 en juin, 29 en novembre) et encore plus rarement à la station 1 (5 individus fin juin). C'est par contre l'espèce la plus courante à la station 3 (DESSIER, comm. pers.)

Les autres espèces (Stylocheiron spp., Euphausia spp. sont encore plus rares et dans les lignes qui suivent, j'assimilerai calyptopis et furcilia à l'espèce N. capensis.

Les stades calyptopis sont évidemment les plus abondants, leur concentration est maximum à la station 2 et y subit de grandes fluctuations. Nous noterons les maximums de mars (station 2 seulement), début juin, septembre-octobre (86.000) et décembre (aux deux stations), cf. fig.12.

Pour les furcilia nous retrouvons cette succession, à l'exception du mois de juin (fig.13).

Par contre pour les adultes (fig. 14) c'est le maximum de mars qui est escomoté.

Faut il voir 4 générations? C'est audacieux, mais on peut remarquer que le maximum des adultes à la station 2 (fin septembre-début octobre : 1.400) succède à celui des furcilia (début septembre : 18.000) et précède celui des calyptopis (octobre).

### III. 2.14. Stomatopodes

On observe ici encore, à la station 1, une abondance modérée de janvier à mai, suivie d'une raréfaction de juin à octobre, puis d'une reprise brutale en novembre. La station 2 montre les mêmes fluctuations, plus atténuées.

### III. 2.15. Lanellibranches

On trouve presque toute l'année des véligères aux deux valves bien formées. C'est cependant en saison froide que les concentrations les plus importantes ont été rencontrées, à la côte (fig. 15). Nous en avons observé jusqu'à 20.000 dans les traits horizontaux (début juin, fin septembre et octobre). De la côte les larves diffusent un peu jusqu'à la station 2 où nous ne les trouvons que pendant les mois froids.



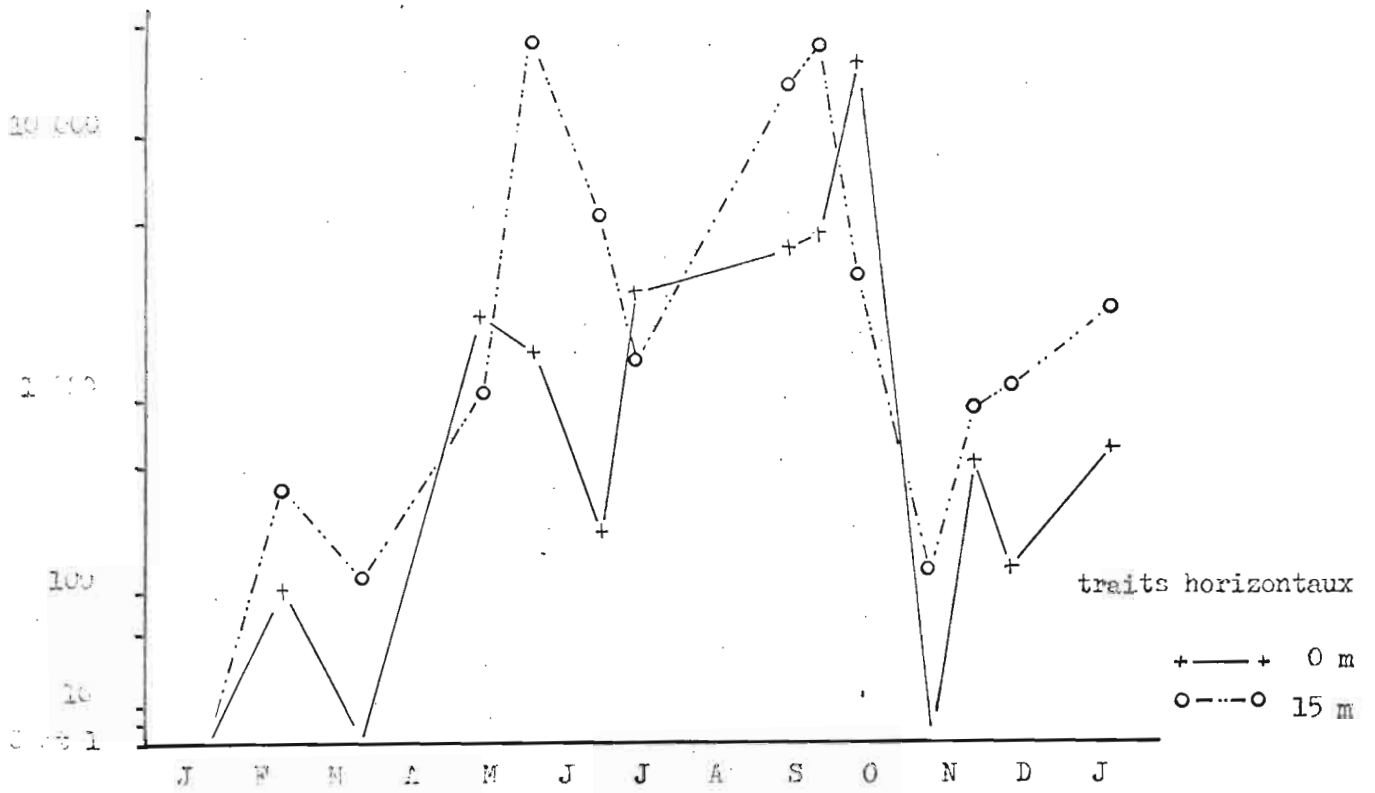


FIG. 15 - Véligères de Lamellibranches, station 1

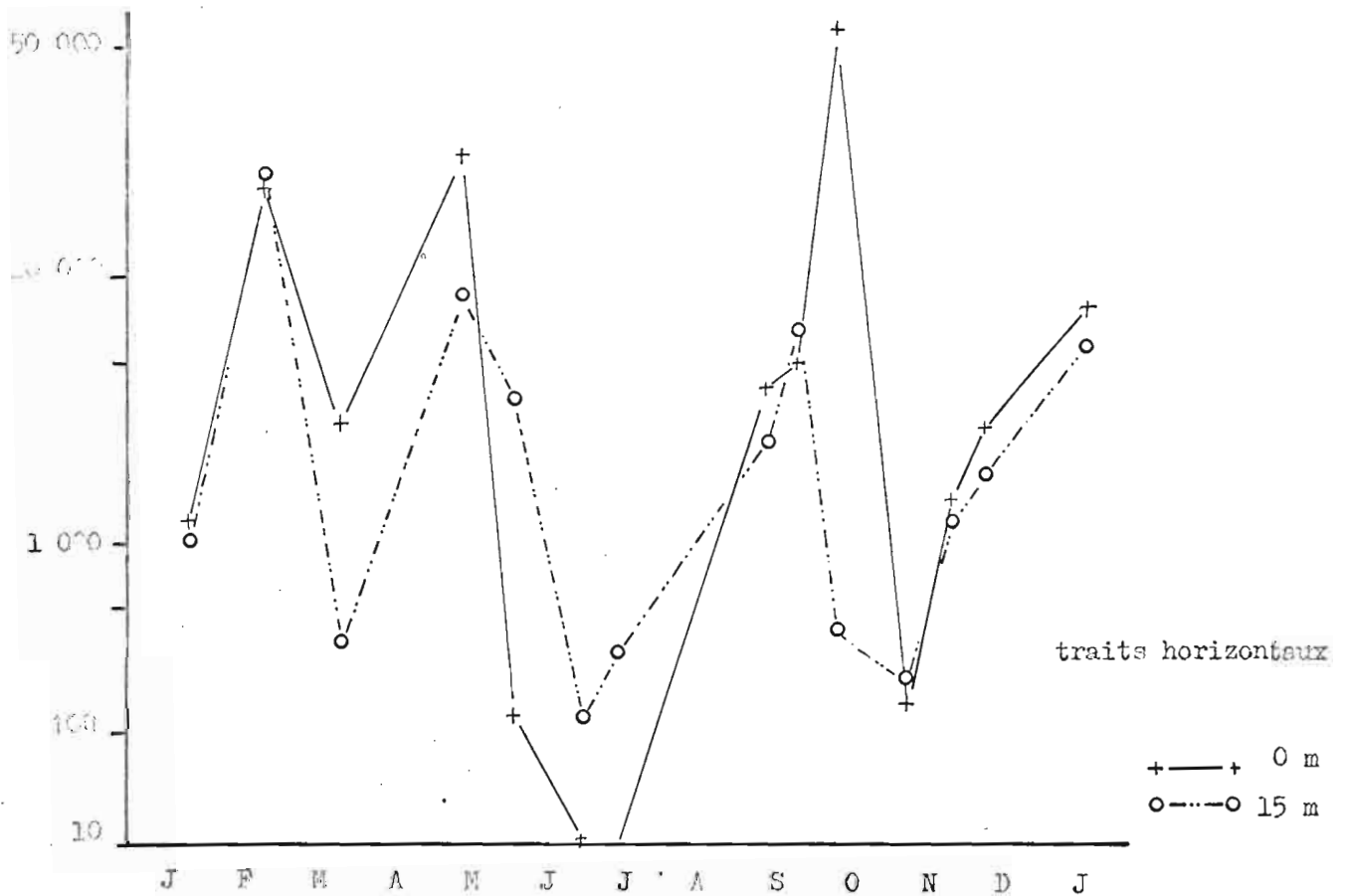


FIG. 16 - *Spiratella trochiformis*, station 1

### III. 2.16. Hétéropodes

Quelques Firoles ont été trouvées à la station 2 (traits verticaux de janvier, juillet, septembre et octobre); elles apparaissent à la station 1 en fin de saison froide (dernière sortie de septembre).

Les Atlantidés sont présents aux deux stations, en nombre, toute l'année.

### III. 2.17. Ptéropodes

L'ensemble du groupe ne montre pas de préférence saisonnière particulière.

- Creseis spp. Les deux stations ne diffèrent guère en ce qui les concerne. Les variations sont simplement un peu plus nettes à la station 1. Deux maximums se détachent : juillet-septembre (7.500) et janvier, visibles sur les traits horizontaux et verticaux.

- Spiratella : S. trochiformis (d'ORBIGNY) est l'espèce prépondérante. A la station 1, les traits horizontaux révèlent une préférence estivale (maximums de grande et petite saisons chaudes), cf. fig. 16. S. inflata (d'ORBIGNY) est moins fréquente.

- Hyalocylix striata (RANG) : quelques individus épars toute l'année à la station 2, en octobre, novembre et décembre à la station 1.

- Euclio spp. : trouvé 3 fois; juin, septembre et octobre (station 2).

- Diacria trispinosa (LESUEUR) : quelques individus en saison chaude (stations 1 et 2) et en novembre (station 2).

- Cavolinia longirostris (LESUEUR). La plupart des individus trouvés l'ont été en saison froide (exception mars et octobre) à la station 2, ou à la station 1 (septembre).

- Cavolinia gibbosa (RANG) : 2 individus fin novembre et janvier, (station 2).

- Cavolinia inflexa (LESUEUR) : 2 individus (mars et octobre), station 2.

- Cavolinia uncinata (RANG) : 3 individus (octobre et décembre), station 2.
- Cavolinia tridentata (FORSKÅL) : les 9 exemplaires récoltés l'ont été en septembre, novembre et janvier à la station 2, en novembre à la station 1.
- Peraclis sp. : 14 individus en septembre (station 1).
- Cymbulia sp. : aux stations 1 et 2 fin septembre (36 individus).
- Desmopterus papilio CHUN : ses apparitions sont éparses à la station 1, plus fréquentes à la station 2, où on le trouve assez régulièrement de mars à fin novembre. Il semblerait porté par l'extension des eaux océaniques à la station 1 (2.700 à 15 m, en septembre) où il est plus souvent dans les traits verticaux et dans ceux de 15 m qu'en surface.

### III. 2.18. Céphalopodes

Nos filets ont capturé presque toute l'année et aux 2 stations, de jeunes céphalopodes.

### III. 2.19. Chaetognathes

Éléments essentiels du zooplancton, ils sont toujours et abondamment présents, sans caractère saisonnier net.

Il était intéressant de voir si ces prédateurs suivaient les variations d'abondance des Copépodes.

Après transformation logarithmique nous trouvons, entre Copépodes et Chaetognathes des traits horizontaux aux 2 stations, un coefficient de corrélation  $r = 0,439$ ; pour 56 couples de valeurs.

D'après la table du coefficient de corrélation (in SCHWARTZ, 1963) pour 50 degrés de liberté, avec un risque  $\alpha = 1\%$  :  $r = 0,35$ . La liaison est significative avec un risque  $\alpha < 1\%$ .

Vérifions par le test t.

$$t = \frac{r}{\sqrt{1-r^2}} \sqrt{n-2} = 3,59$$

n étant le nombre de couples de valeurs observées.

Les tables de t (ibid.) ne nous donnent pas les valeurs de t entre 30 et un nombre infini de degré de liberté :

pour 30 d.d.l. t = 2,75 avec un risque de 1 %

pour 30 d.d.l. t = 3,65 avec un risque de 1 ‰.

La liaison est donc bien significative avec un risque  $\alpha < 1 \%$ .

La composition spécifique du groupe était examinée à partir d'une centaine d'animaux.

- Sagitta enflata Grassi est vraisemblablement la première des espèces de Chaetognathes, par ordre d'importance. Abondante toute l'année en valeur absolue, il lui arrive de dominer les effectifs, plus souvent à la station 2, sans montrer de préférence saisonnière.

- Sagitta fridereci Ritter-Zahony et Sagitta tenuis Conant. (Distinction des deux dernières espèces : FORRESTIN, M.L. (1962). Effectivement on trouve bien deux classes de taille pour les adultes (5 mm et 8-9 mm). Par contre les stades immatures sont inidentifiables sans une étude bionétrique à laquelle nous ne nous sommes pas livrés.

Les variations observées au cours de l'année ne nous semblent pas imputables aux saisons hydrologiques. Par contre, nous le voyons dans les traits horizontaux et mieux encore dans les traits verticaux, la station 1 est un peu plus favorable à ces espèces.

- Sagitta hispida Conant. Troisième espèce par ordre d'importance décroissante. L'identification est toujours moins aisée chez les jeunes que chez les adultes, ce qui nous a, peut-être, fait sous-estimer son abondance.

Cette espèce semble moins méritique que les précédentes; d'après les traits horizontaux les mois d'été auraient sa préférence.

- Sagitta minina Grassi. Trouvée plus souvent dans les traits verticaux de saison fraîche (mars à septembre, novembre à janvier) de la station 2, elle est également présente, en proportion moindre, dans les traits correspondants de la station 1.

- Sagitta serratodontata Krohn. Elle offre avec des effectifs un peu plus faibles, le même type de répartition.

- Pterosagitta draco Krohn. Nous en trouvons quelques individus en saison froide; mais, malgré son affinité pour les eaux de pente (FURNESTIN 1962), nous en capturons aussi en saison chaude (mars et surtout mai), davantage à la station 2 il est vrai.

- Krohmitta pacifica Aida. Surtout pêchée en fin de saison chaude (fin mai-début juin) et d'octobre à décembre, nous n'en avons jamais trouvé en quantité importante. Elle laisse deviner entre les deux stations une légère préférence côtière.

- Krohmitta subtilis Grassi. A la faveur de la saison froide elle avance parfois sur le plateau continental. Nous la trouvons aux deux stations en juin et, fin novembre et décembre à la station 2.

Nombre de prélèvements pour lesquels les 4 principales espèces représentent :

$\left\{ \begin{array}{l} < 20 \% \\ 20 \text{ à } 40 \% \\ > 40 \% \end{array} \right.$  de l'effectif total.

Pour chaque station il y a eu 28 récoltes horizontales et 14 verticales.

Espèce	Récolte	Station 1			Station 2		
		- de 20 %	20 à 40 %	+ de 40 %	- de 20 %	20 à 40 %	+ de 20 %
<u>S. inflata</u>	Horizontale	18	6	4	3	8	17
	Verticale	2	10	2	3	2	9
<u>S. friderici</u>	Horizontale	3	3	22	11	8	9
<u>S. tenuis</u>	Verticale	1	1	12	7	5	2
<u>S. hispida</u>	Horizontale	25	1	2	17	8	3
	Verticale	11	2	1	12	2	0

En bref les 4 espèces principales : S. inflata, S. friderici, S. tenuis, S. hispida constituent la plus grande partie des prélèvements. S. friderici et S. tenuis dominant les populations très côtières, rôle que tient S. inflata un peu plus au large. Une plus grande diversité se fait jour avec l'arrivée des eaux froides, sans beaucoup modifier cet état.

### III. 2.20. Appendiculaires

Ce groupe, important dans toutes les mers tropicales, ne manifeste pas de variations saisonnières très nettes.

### III. 2.21. Salpes

Plus fréquentes et plus abondantes à la station 2 que près de la côte, leurs apparitions sont brutales et sporadiques, plus régulières cependant en grande saison chaude.

### III. 2.22. Doliolés

Au contraire des Salpes, leurs variations sont plus harmonieuses et leur maximum a nettement lieu en grande saison froide (fig. 11). On observe dans les pêches de décembre une brève réapparition. Ces concentrations (de l'ordre de 20.000 dans les traits horizontaux de début septembre) sont à rapprocher de celles que nous avons observées en juin 1967 dans les parages d'Anno-Bon, après le passage du front froid. (BIJET et DESSIER et Al, 1967 b)

### III. 2.23. Pyrosomes

Parfois très abondants au large (1), ce groupe n'est représenté que par trois tétrades (septembre, station 2).

### III. 2.24. Céphalocordés

De septembre à la fin de l'année, nos récoltes en contenaient souvent, en nombre variable (de 0 à 130 pour un trait horizontal).

---

(1) D'après GODEAUX (comm. pers.), il s'agirait essentiellement de Pyrosoma atlanticum Péron.

## C o n c l u s i o n

Le zooplancton des stations 1 et 2 semble donc comporter :

a. Un méroplancton bien caractérisé, présentant un groupe de saison chaude (Mysidacés, larves de *Matantia* - *Lucifer* exclus - d'Anonoures, de Stomatopodes) et un groupe de saison froide (larves de Polychètes, de Cirripèdes, de Lamellibranches). Les larves de Brachyoures sont indifférentes dans leur ensemble.

b. Un holoplancton, dans son ensemble moins côtier et moins saisonnier. Cependant les Cladocères Penilia et Evadne sont côtiers, bien qu'holoplanctoniques.

Nous essaierons de schématiser ainsi "l'histoire" de l'année 1967 :

Toute la grande saison chaude est une période assez calme : maturation des larves de Décapodes, abondance des Mysidacés. Cet équilibre est rompu fin mars, c'est au tour des larves de Cirripèdes et de Lamellibranches de se développer. Il faut noter le caractère particulier des prélèvements de septembre, durant lequel une avancée de la faune océanique se fait sentir à terre (*Physophores*, *Firoles*, *Cavolinia* spp., *Desmopterus papilio*, *Lucifer faxonii*, accompagné d'une forte poussée d'espèces plus côtières (*Evadne*, larves de Cirripèdes). Le prélèvement d'octobre est extrêmement riche en biomasse, avec des caractères de saison chaude. En novembre nous sommes théoriquement encore en petite saison chaude, la recrudescence des larves de Décapodes concorde donc avec les observations antérieures, mais la faiblesse de la biomasse et la présence d'espèces océaniques (*Sagitta seratotodonta*, *S. minima*, *Krohnitta subtilis*) laissent supposer qu'il vient de se produire de grands bouleversements.

#### IV. NOTES ECOLOGIQUES SUR LES COPEPODES

Les variations d'abondance des Copépodes pélagiques dans leur ensemble ont été exposées (III. 2.3.); nous détaillerons ici :

- une liste commentée des espèces;
- les résultats de l'analyse factorielle des correspondances.

Quelques remarques sur le sex-ratio et le pourcentage de copépodites termineront ce chapitre.

##### IV.1. LISTE COMMENTEE DES ESPECES

Les résultats des comptages ont été exprimés en valeur absolue (nombre d'individus par "échantillon standard") et en valeur relative (nombre d'individus d'une même espèce pour 1.000 Copépodes).

Nous adopterons à propos des fréquences les dénominations suivantes :

- très rare : fréquence inférieure à 10 ‰.
- rare : fréquence comprise entre 10 et 40 ‰.
- commun : - - 40 et 100 ‰.
- fréquent : - - 100 et 200 ‰.
- très fréquent :- - 200 et 400 ‰.
- dominant : fréquence supérieure à 400 ‰.

Ces intervalles ont été choisis un peu arbitrairement. Nous avons remarqué par la suite qu'en <sup>les</sup>portant (x ‰) sur une échelle  $\log_{10}^2$  on déterminait des intervalles presque égaux, ce qui fournirait une justification à posteriori.



Le choix des adjectifs est discutable, la plupart des espèces seront ainsi rares ou très rares. Il faut dire que c'est un caractère bien connu des climats tropicaux que d'être riches en espèces pauvres en individus.

Les termes définis précédemment caractérisent la valeur relative d'une espèce dans un échantillon par rapport au nombre total de Copépodes de ce prélèvement. Nous utiliserons les adjectifs ou les adverbes suivants : "régulier ou irrégulier", "régulièrement ou irrégulièrement", "souvent", pour définir la fréquence avec laquelle l'apparition de l'espèce se produit dans un échantillon quelconque, par rapport au nombre total d'échantillons de la même catégorie.

#### CALANIDAE (1)

Mannocalanus minor (Claus, 1863). Espèce épiplanctonique des régions tropicales et intertropicales (VERVOORT, 1963) ; BAINBRIDGE (1960) la signale parmi les espèces les plus courantes de la couche 100 m - surface sur la côte nord du golfe de Guinée. MARQUES (1956, 1958, 1959) la signale au large de l'Angola. Selon BJORNBERG (1963), c'est l'un des Copépodes euryhalin et eurythermique les plus courants, abondant dans les eaux de salinité supérieure à 35 ‰ et de température supérieure à 21° C, moins abondant dans les eaux côtières plus froides, au large du Brésil.

À Pointe-Noire, presque absente de la station 1 pendant les mois d'hiver, cette espèce est un peu plus abondante à la station 2 à la même époque, mais son habitat véritable se situe au-delà des fonds de 200 m (DESSIER, comm. pers.). Elle n'est jamais importante, même à la station 2, ni en valeur relative, ni en valeur absolue. Ce sont les prélèvements de fin septembre et novembre qui en contiennent le plus, suivis de ceux d'été. Contrairement à ce qui se passait à Anno-Bon (BINET et DESSIER 1963 a), où

---

(1) Nous avons pratiquement limité les références aux auteurs suivants : BAINBRIDGE, BJORNBERG, MARQUES et VERVOORT. Les travaux de BAINBRIDGE (1960 et 1960 a) ont trait à la côte africaine comprise entre Fernando Po et le cap des Trois Pointes ainsi qu'à l'estuaire de Sierra Leone. Les observations de MARQUES (cf. Bibliographie) portent sur les Copépodes pélagiques de Guinée portugaise et d'Angola. On sait que VERVOORT (1963 et 1965) a publié sur les Copépodes Calanoides récoltés par l'"Atlantide". Les travaux de BJORNBERG (1963), bien qu'effectués sur les côtes brésiliennes, nous retiendront fréquemment, à cause de la précision avec laquelle l'auteur rattache les espèces aux masses d'eaux, plus variées que dans la région de Pointe-Noire.

elle était présente toute l'année mais surtout en période fraîche, la saison froide n'a pas sa préférence devant Pointe-Noire.

Calanoides carinatus (Kroyer, 1849). ( $\varnothing$  : 2,3 mm). (1). (Fig. 17). MARQUES (1956, 1958 1959) signale cette espèce au large de l'Angola. BAILEY (1960) la rencontre dans le golfe de Guinée, abondamment dans les eaux froides superficielles. FARRAN et VERVOORT la mentionnent dans les eaux profondes tropicales et subtropicales (in VERVOORT, 1963). Selon DE DECKER (1964) : "This species is very numerous along the west coast (of South Africa) and occurs there during the summer in gigantic swarms over the whole length of the Benguela current as far as Angola. The species here occupies the biological niche filled by Calanus finmarchicus in other seas .... South of Madagascar the author found this species in closing nets operated between 700 and 3000 m." Les observations d'UNTERBERG (1964) confirment celles de De DECKER.

On la trouve à Pointe-Noire dans les traits verticaux et au proche large juste avant et un peu après l'avoir observée dans les traits horizontaux et à la côte. Elle est néanmoins très liée aux eaux froides : apparition brutale en juin, précédée de quelques individus en mai, (Rappelons que le passage du front a eu lieu quelques jours après la radiale de mai), retombée aussi rapide en octobre suivie d'une légère reprise en novembre et décembre. Fréquente, en pleine saison froide, cette espèce ne semble pas montrer de préférence entre les 2 stations.

Devons-nous supposer que cette espèce est amenée en surface par les upwellings ou bien accompagne-t-elle les eaux du Benguela dans leur migration?

Neocalanus gracilis (Dana, 1849). ( $\varnothing$  : 3,5 mm). Selon VERVOORT (1963), c'est un nageur puissant, largement répandu dans les eaux tropicales, subtropicales et tempérées, habitant les couches superficielles et subsuperficielles. BJORNBERG (1963) précise que les captures importantes sont réalisées la nuit et qu'elle s'enfonce probablement dans les eaux profondes pendant la journée; il trouve cette espèce essentiellement dans les eaux très salées.

Nous la trouvons presque toute l'année à la station 2 (toujours rare), plus abondant en saison froide, seul moment où elle parvient jusqu'à la station 1.

---

(1) Quelques longueurs totales ont été mesurées au micromètre oculaire lors des déterminations; ces données sont très fragmentaires et ne prétendent qu'indiquer un ordre de grandeur.

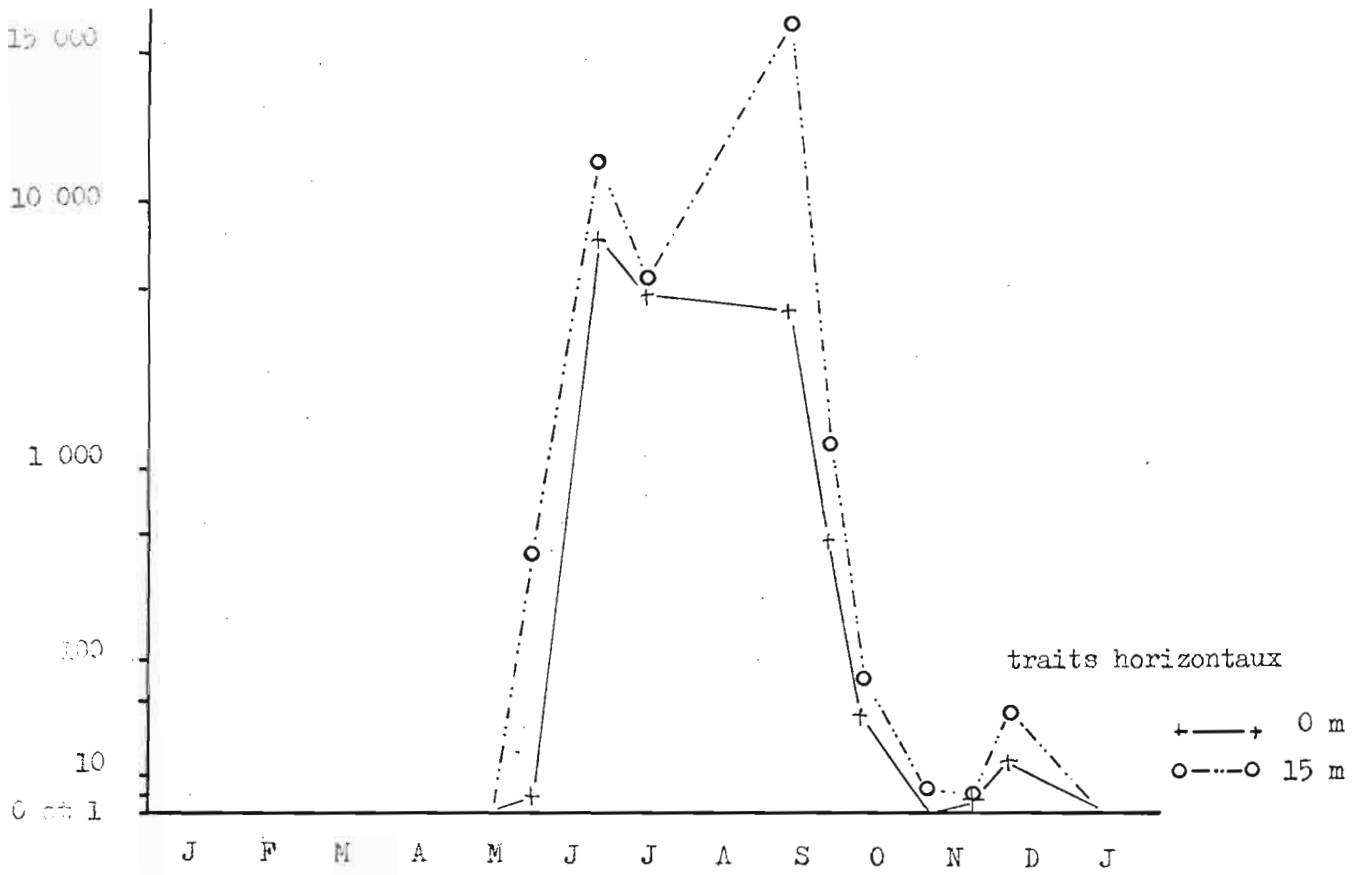


FIG. 17 - *Calanoides carinatus*, station 2

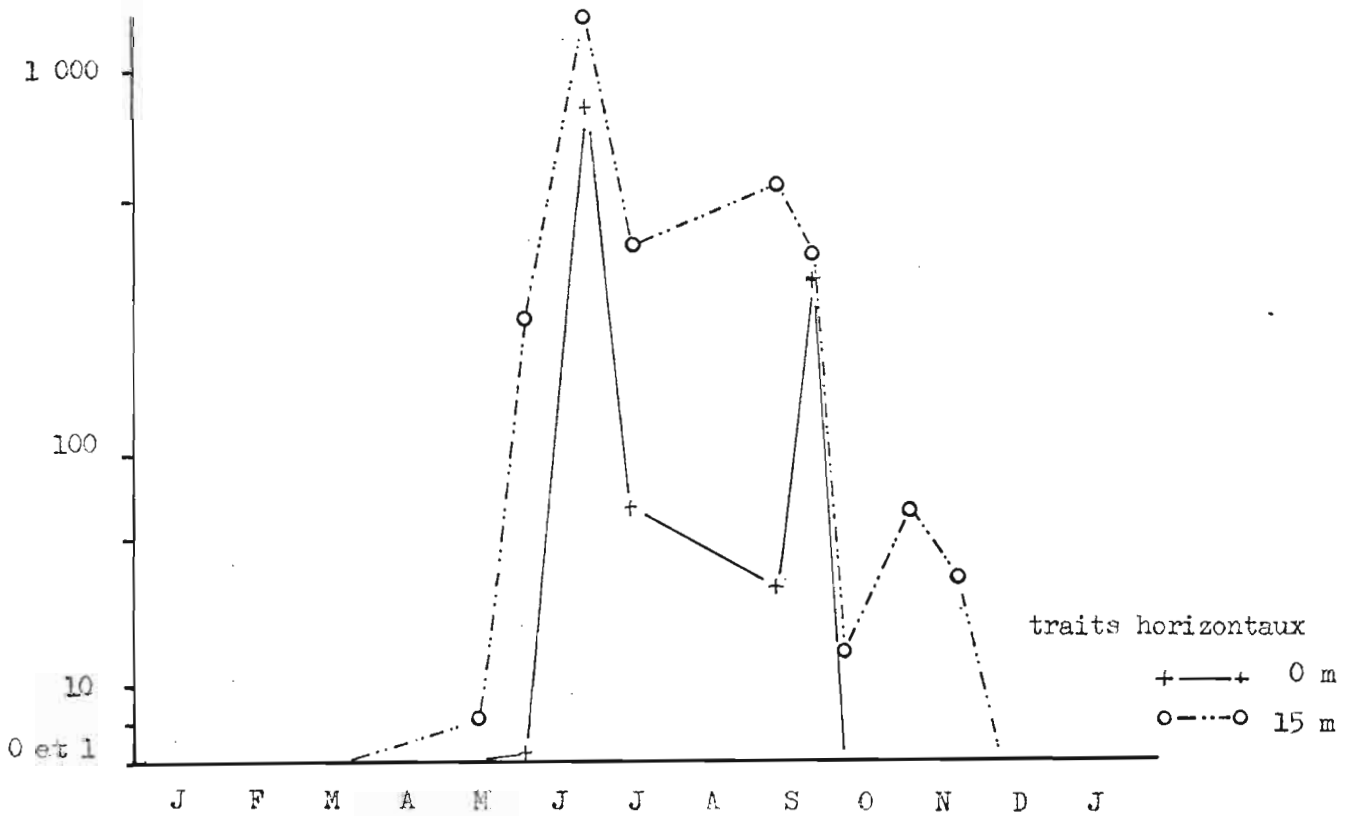


FIG. 18 - *Pucalampus crassus*, station 2

Neocalanus robustior (Giesbrecht, 1888). MARQUES (1959) signale cette espèce au large de l'Angola; VERVOORT (1963) lui attribue la même répartition qu'à N. gracilis. BJORNBERG (1963) ne le trouve que très rarement.

Nous n'avons pu distinguer de l'espèce précédente que les adultes. Ceux-ci (très rares) ont seulement été capturés en mai-juin (aux deux stations) et en novembre (station 2).

Les préférences de ces deux dernières espèces vont probablement davantage aux eaux océaniques qu'aux eaux froides.

Undinula vulgaris (Dana, 1849). (fig.21). C'est une espèce néritique et superficielle (VERVOORT, 1963) des régions tropicales et subtropicales. BJORNBERG (1963) la signale surtout dans les eaux chaudes et salées. BAINBRIDGE (1960) la compte au nombre des espèces caractéristiques des 100 premiers mètres du golfe de Guinée.

C'est véritablement une espèce de saison chaude qui disparaît en hiver (de début juin à fin septembre) et se raréfie en petite saison froide. Sans être aussi sténotherme que Calanoides carinatus, c'est sans doute l'espèce la plus caractéristique de saison chaude. A Nosy-Bé (BINET et DESSIER, 1967 a) nous l'avons classée parmi les espèces néritiques et océaniques tolérantes (1). Dans les parages d'Anno-Bon, elle n'est pas toujours présente durant les mois chauds, mais on la trouve en saison froide.

Parfois commune (janvier 1967, station 2), elle est le plus souvent rare à Pointe-Noire.

Eucalanus elongatus Claus, 1866. MARQUES le signale à maintes reprises (1947, 1956, 1957, 1958, 1959, 1961), VERVOORT (1963) précise qu'il ne se trouve jamais en surface mais en profondeur où son abondance varie beaucoup.

Ce grand Eucalanidae est très rare dans notre matériel; très océanique, il ne pénètre au-dessus du plateau continental qu'avec des avancées d'eaux froides, à la faveur desquelles on le trouve même jusqu'à la station 1 (fin juin).

---

(1) Il est vrai que les températures de surface en hiver ne peuvent se comparer: environ 26° C à Nosy-Be, 19° C à Pointe-Noire, une espèce supportant la saison froide à Nosy-Bé ne le pourra pas toujours à Pointe-Noire.

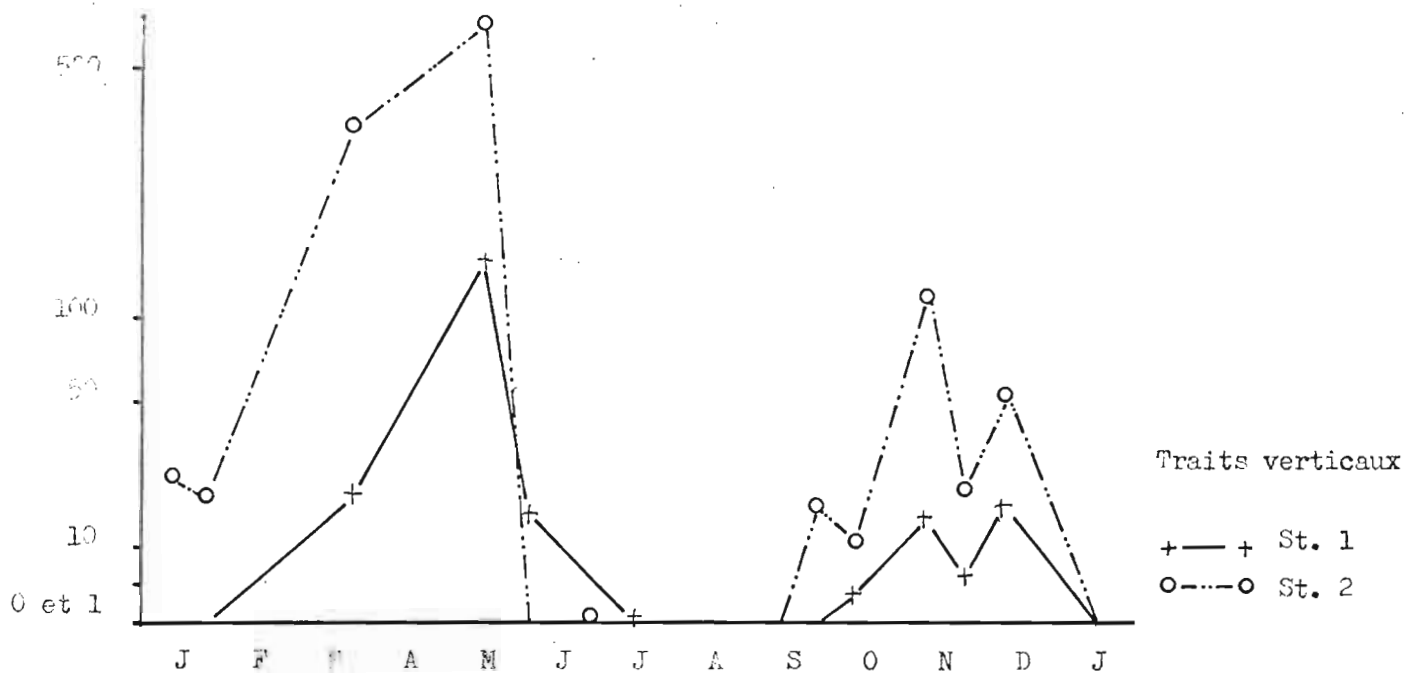


FIG. 19 - *Eucalanus subtennis*, stations 1 et 2

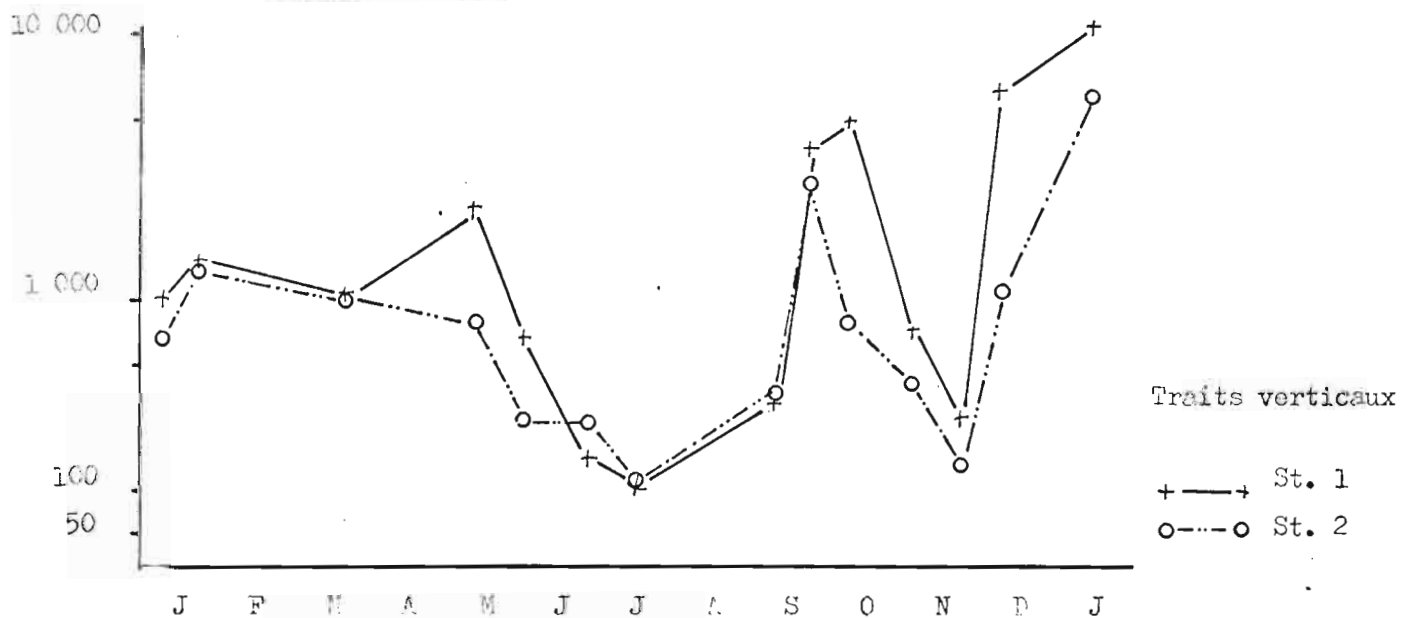


FIG. 20 - *Eucalanus pileatus*, stations 1 et 2

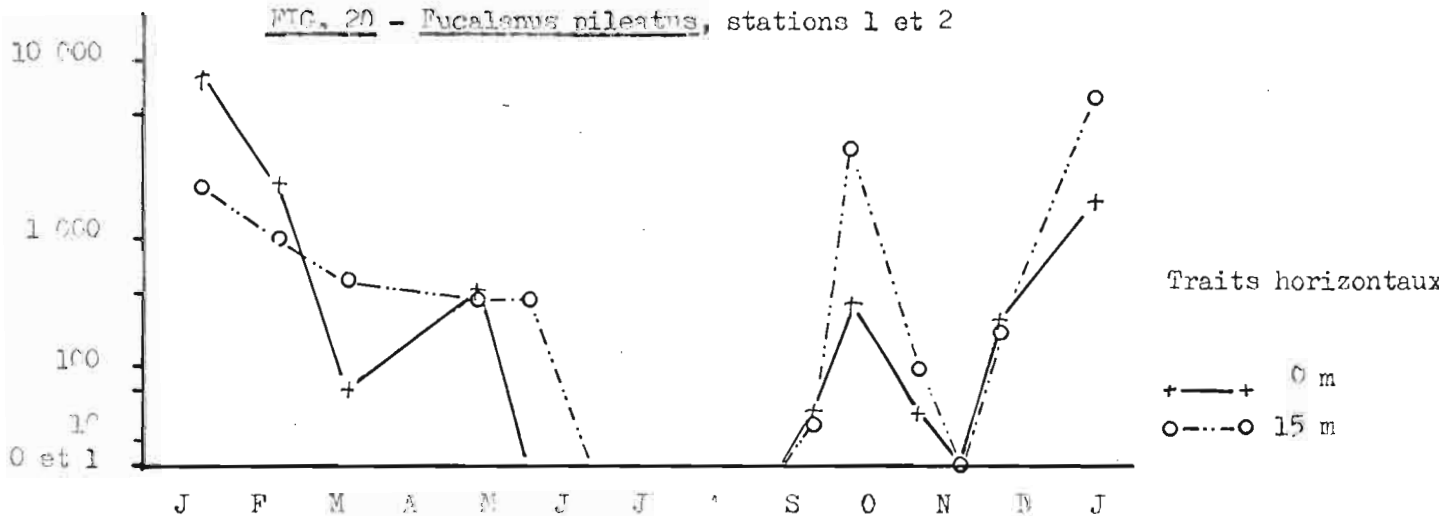


FIG. 21 - *Uca pulex*, station 2

Eucalanus attenuatus (Dana, 1849). MARQUES (1959) le mentionne au large de l'Angola. Il est en général en faible quantité, au-dessus des grands fonds, capable de migrations verticales (BJORNBERG, 1963).

Très rare dans nos récoltes, nous le trouvons un peu plus souvent que le précédent, de préférence pendant les mois froids.

Eucalanus crassus Giesbrecht, 1888. (♀ : 3,5 mm). (Fig. 18). MARQUES (1959) le trouve au large de l'Angola. Il se trouve dans les eaux superficielles et subsuperficielles des régions tropicales, pouvant accompagner l'extension de ces eaux jusque vers 60° nord (VERVOORT, 1963).

Encore très rare, mais un peu plus abondante, cette espèce est présente de juin à septembre aux deux stations, toujours plus importante au-dessus des fonds de 75 m où elle persiste jusqu'à la fin de l'année dans les traits verticaux.

Eucalanus subtenuis Giesbrecht, 1888. (Fig. 19). C'est une espèce subsuperficielle qui vit au large de la côte et rarement en haute mer dans les régions tropicales et intertropicales (VERVOORT, 1963).

Au contraire des Eucalanidae précédents, celui-ci préfère la saison chaude, sans disparaître totalement en hiver. Rare à commun (mai, trait vertical, station 2); il est toujours mieux représenté à la seconde station qu'à la première, le premier semestre mieux que le second.

Eucalanus pileatus Giesbrecht, 1888. (fig.20). Redécrit par VERVOORT (1963), qui note sa grande variabilité morphologique, ce Copépode habiterait l'Atlantique tropical tout entier; il n'est pourtant pas signalé par BJORNBERG au large du Brésil.

DEEVEY puis GRICE (in VERVOORT, 1963) estiment que E. pileatus et E. subcrassus pourraient être confondus. VERVOORT (1963) ne partage pas cette opinion. Nous n'y souscrivons pas davantage; bien qu'E. subcrassus semblait à Nosy-Bé (BINET et DESSIER 1967 a) avoir la même importance estivale qu'E. pileatus à Pointe-Noire, les différences morphologiques (forme de la tête) d'E. subcrassus dépassent les variations d'E. pileatus. Par ailleurs, De DECKER (1964) a trouvé les deux espèces au cours de la même croisière, entre Le Cap et Durban.

BAINBRIDGE (1960) considère E. pileatus comme l'un des éléments caractéristiques des 100 premiers mètres entre Fernando Po et le cap des Trois Pointes.

A Pointe-Noire, présent toute l'année aux deux stations avec des effectifs parfois supérieurs à 100.000 (traits horizontaux d'octobre et janvier

68, station 1), c'est le premier représentant de la famille. Ses variations numériques en valeur absolue, ne sont pas très significatives, pour les traits horizontaux. En valeur relative, il ressort qu'il est un élément très fréquent des deux saisons chaudes, alors qu'il reste commun en grande saison froide.

Eucalanus monachus Giesbrecht, 1880. (fig. 22). MARQUES (1951, 1956, 1958, 1961) le signale au large de l'Angola et de la Guinée portugaise, BAINBRIDGE (1960) lui accorde la même importance qu'à E. pileatus et BJORNBERG (1963) en fait mention dans les eaux côtières et sur le plateau continental brésilien, essentiellement dans les eaux chaudes et dessalées (salinité inférieure à 34,5 ‰ et température comprises entre 20 et 30° C). VERVOORT (1963) n'en ayant pas trouvé dans les récoltes de l'"Atlantide" estime qu'E. pileatus et E. monachus doivent être confondus. Malgré la grande variabilité d'E. pileatus nous avons toujours pu distinguer les deux espèces et les différences de répartition saisonnière nous incitent à conserver la distinction des deux espèces.

On peut le trouver à la côte en dehors des saisons froides; mais, présent dans presque tous les traits verticaux au-dessus des fonds de 200 m, il ne pénètre d'une manière importante au-dessus du plateau qu'avec le refroidissement des eaux. Il peut alors devenir commun. Les traits verticaux accusent moins que les horizontaux les variations saisonnières, ils traduisent également une plus grande richesse de la station 2.

Rhincalanus cornutus (Dana, 1849). MARQUES (1959) le trouve au large de l'Angola. VERVOORT (1963) estime que c'est un hôte des eaux intermédiaires, qui n'est pourtant pas rare en surface.

Son habitat est plus hauturier que celui des dernières espèces. Ses captures, irrégulières à Pointe-Noire, sont très rares et ne traduisent pas de préférence thermique nette; tandis qu'à Anno-Bon nous l'avons surtout trouvé dans les campagnes de saison froide. Ses apparitions à la côte sont plutôt le fait d'avancée ou de remontée des eaux océaniques.

## PARACALANIDAE

Acrocalanus longicornis Giesbrecht, 1888. Il est toujours rare ou très rare et très irrégulier. Les captures maximales ont été de 1.500 dans les traits horizontaux de janvier 67.

Acrocalanus andersoni Bowman, 1958. (♀ : 1,2 mm). Décrite dans les eaux du large de la Floride, de la Géorgie et de la Caroline, cette espèce est retrouvée dans le Gulf-Stream par GRIGG et HART (1962). VERVOORT (1963) la signale pour la première fois dans les eaux côtières du golfe de Guinée.

Nous la trouvons, à la côte du moins, aux changements de saisons; au-delà du plateau continental elle serait plus régulière (DESSIER, comm. pers.).

Paracalanus aculeatus Giesbrecht, 1888. (Fig. 23). (♀ : 1,06 mm, mâle : 1,13 à 1,15 mm.) BAINBRIDGE (1960) cite cette espèce parmi les plus communes de la région du golfe de Guinée comprise entre Fernando Po et le cap des Trois Pointes, bien qu'elle ne soit pas très abondante. VERVOORT (1963) l'a fréquemment rencontrée dans les eaux côtières ou océaniques traversées par le "Atlantide". D'après BJORNBERG (1963) : "It seems to prefer surface and coastal waters off Brazil. It is an eurythermic thermophile copepod".

Fréquente ou très fréquente en saison chaude, cette espèce est un constituant essentiel du plancton estival, avec un maximum de 50.000 (station 2 à 15 m, janvier 68). Très affectée par la grande saison froide, elle devient très rare avec des effectifs inférieurs à 100 dans les traits horizontaux. Dès fin septembre, elle amorce la remontée de petite saison chaude, qui précède le second minimum de novembre.

Elle est toujours plus fréquente et plus abondante à la station 2, dans les traits horizontaux.

Paracalanus parvus (Claus, 1863). (♀ : 0,86 à 0,89 mm, mâle : 0,89 mm. (fig. 25). BAINBRIDGE (1960) cite ce Copépode parmi les plus communs du nord du golfe de Guinée, il y est en effet beaucoup plus abondant que P. aculeatus. VERVOORT (1963) estime que c'est une espèce cosmopolite des régions tropicales, subtropicales et tempérées des océans Atlantique, Indien et Pacifique. BJORNBERG (1963), en faisant les mêmes remarques, note qu'elle préfère des températures plus fraîches que P. aculeatus.



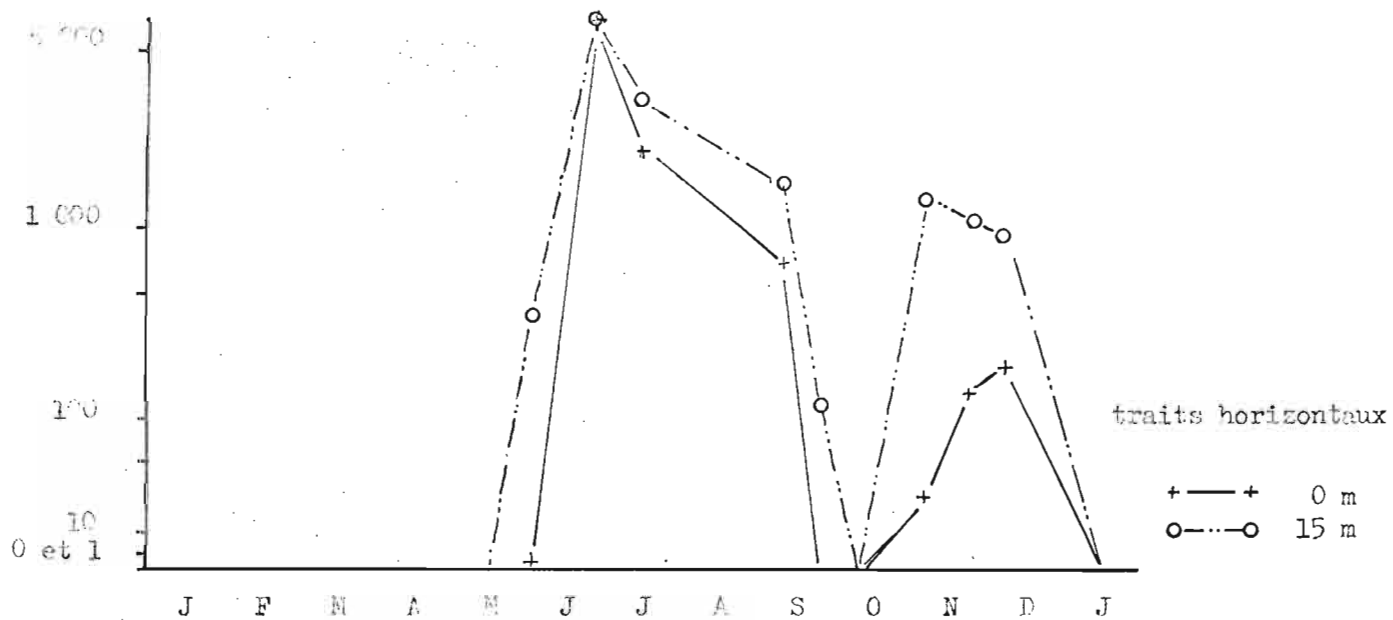


FIG. 22 - *Eucalanus monachus*, station 2

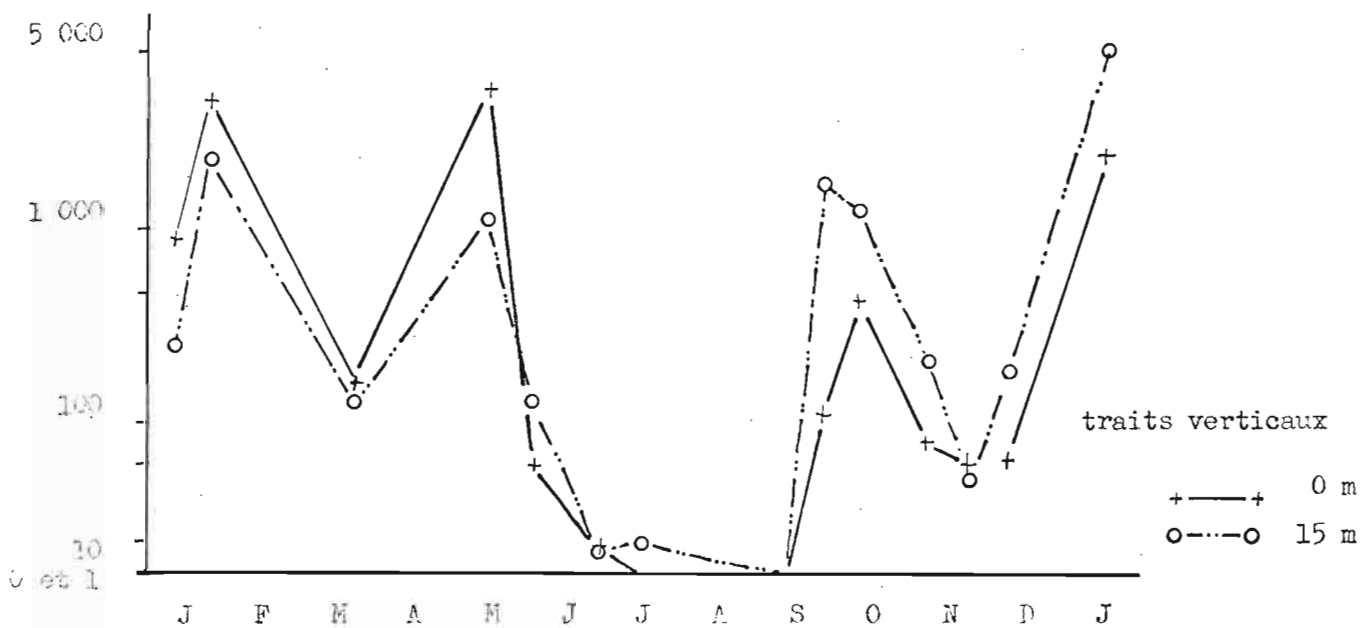


FIG. 23 - *Paracalanus aculeatus*, stations 1 et 2

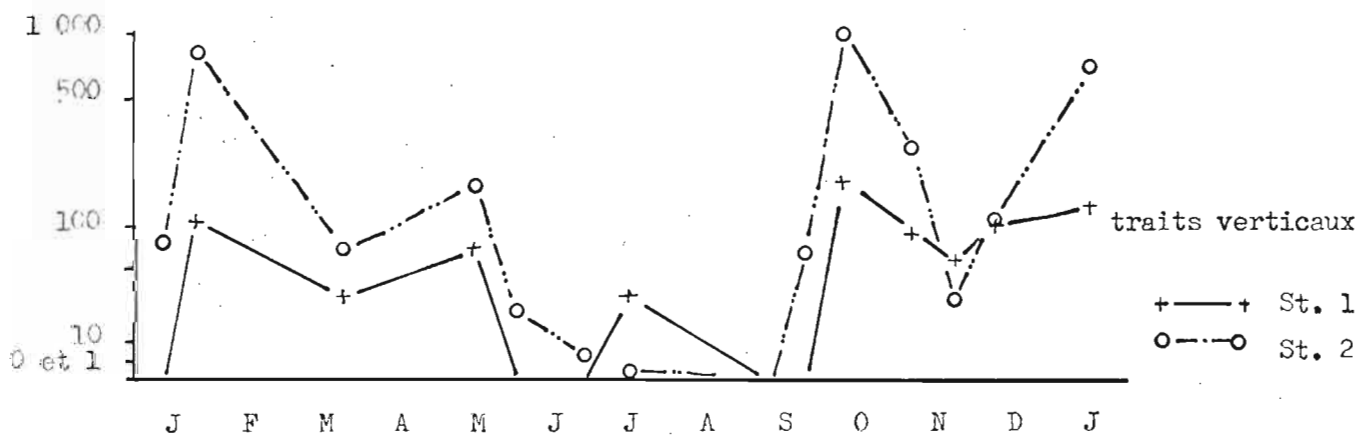


FIG. 24 - *Clausocalanus furcatus*, stations 1 et 2

Ce Paracalanidae est aussi important que le précédent, mais un peu plus fréquent à la station 1, surtout en saison froide. Par contre, ses variations en valeur absolue ne semblent pas reliables à un facteur thermique. Notons cependant le minimum de novembre et les pics qui suivent les changements de saison.

Paracalanus scotti Früchtl, 1923. ( $\varphi$  : 0,6 à 0,72 mm). VERVOORT (1963)

estime qu'il doit être considéré comme synonyme de P. crassirostris f. scotti et il élève la forme de Scott au rang d'espèce. BAINBRIDGE (1960 a) et BJORNBERG (1963) mentionnent P. crassirostris dans les eaux très côtières, sans préciser la forme dont il s'agit. VERVOORT (1963) estime que c'est une espèce d'estuaires et d'eaux côtières, limitée aux côtes africaines.

Ce petit Paracalanus a été trouvé 3 fois. Il est impossible de conclure quoi que ce soit à son sujet, les mailles du filet I.C.I.T.A. n'étant normalement pas à même de le retenir.

#### CALOCALANIDAE

Les trois premières espèces de la famille sont extrêmement rares, la dernière l'est un peu moins.

Calocalanus pavo (Dana, 1849). C'est une espèce largement répartie dans les eaux tropicales, subtropicales et tempérées, surtout en surface (VERVOORT, 1963); MARQUES (1956, 1958) la signale au large de l'Angola. BJORNBERG (1963) la trouve en nombre important, dans les eaux chaudes et salées, jamais dans les eaux profondes.

Cette espèce apparaît surtout dans les prélèvements verticaux de la station 2, en saison froide. Elle est encore un peu moins abondante dans les mêmes conditions à la station 1. Sa tolérance thermique est cependant assez large, puisque l'espèce existe également dans les traits horizontaux de janvier et février.

Ischnocalanus plumulosus (Claus, 1863). C'est une espèce tropicale, subtropicale et tempérée, commune à tous les océans (VERVOORT, 1963).

Présente dans peu de radiales, elle se trouve surtout fin mai, début juin et début novembre aux 2 stations. A la station 3, sa capture s'étend sur toute la saison froide (DESSERT, comm. pers.)

Calocalanus contractus Farran, 1926. (φ : 0,96 mm). Totalemment absent des radiales de février et mars, ce Calocalanidae a surtout été trouvé de mai à la fin de l'année, plus souvent à la station 1.

Mecynocera clausi I.C. Thompson, 1888. (φ : 0,97 mm). A la suite de BERNARD (1958), nous classons ce Copépode dans la famille des Calocalanidae. MARQUES (1959) le mentionne au large de l'Angola. VERVOORT (1963) et BJORNBERG (1963) le signalent dans les eaux superficielles et subsuperficielles des régions tropicales aux régions tempérées. HEINRICH (in VERVOORT) note une migration nycthénerale inhabituelle : capturé dans les couches de 25 à 30 m pendant le jour, M. clausi est retrouvé entre 50 et 200 m la nuit.

Nous l'avons trouvé davantage à la station 2, surtout dans les traits verticaux où il est cependant rare. Ses variations saisonnières révèlent, malgré une certaine richesse début juin, une préférence estivale, qui ne l'empêche pas de persister (mais très discrètement) jusqu'à la fin de l'année.

#### PSEUDOCALANIDAE

Clausocalanus. Des 4 espèces décrites à notre connaissance, C. arcuicornis (Dana, 1849), C. furcatus (Brady, 1883), C. paululus Farran, 1926, C. pergens Farran, 1926, nous n'avons déterminé avec certitude que les deux premières. Par contre, beaucoup d'autres formes appartenant certainement au genre Clausocalanus (la P<sub>5</sub> femelle ne laisse aucun doute à cet égard), ont été trouvées toute l'année. Certaines sont peut-être des formes "major" d'espèces connues, mais ne peuvent être distinguées avec certitude avant une révision totale du genre.

Clausocalanus arcuicornis. (φ : 1,08 à 1,35 mm). L'importance relative de cette espèce est très variable, puisque de totalement absente, elle peut devenir très fréquente. Elle constitue néanmoins un élément primordial du zooplancton de Pointe-Noire (24.000 individus début juin, à 15 m, station 2). Elle montre une préférence pour les eaux froides ou les périodes de transition. Ses effectifs de la station 2 sont un peu supérieurs à ceux de la station 1. Les traits verticaux montrent, en valeur absolue et relative, des variations peu significatives à la station 2, tandis qu'à la station 1, une période d'hiver riche (juin à décembre), s'oppose à un été pauvre.

Clausocalanus furcatus. (♀ : 1,05 à 1,21 mm). (Fig.24). Un peu moins importante que la précédente, cette espèce disparaît quasi totalement de la station 1 en grande saison froide; à la station 2 nous la trouvons encore en juin. La diminution de novembre l'affecte également. C'est donc nettement une espèce de saison chaude, comme le confirment les pêches d'Anno-Bon. (BINLET et DESSIER, 1968 a).

Ces remarques rejoignent les conclusions de BAINBRIDGE (1960), BJORNBERG (1963) et VERVOORT (1963), sur ces deux espèces.

Ctenocalanus vanus Giesbrecht, 1898. (mâle : 1,22 mm). Cette espèce qui serait capable d'importantes migrations nycthénales, se trouve sous toutes les latitudes, VERVOORT (1963) est le premier à la signaler dans le golfe de Guinée; MARQUES (1959) la mentionne au large de l'Angola. Au large du Brésil, BJORNBERG (1963) la trouve essentiellement dans les eaux profondes du plateau continental.

Nous n'avons su en reconnaître que les mâles; toujours très rares, ils se rencontrent plus souvent au-dessus des fonds de 30 m, en hiver et en novembre, qu'au-dessus de ceux de 75 m et sont pratiquement absents le reste de l'année.

#### ALTIDEIDAE

Eucetideus giesbrechti (Cleve). Nous en avons fait à Nosy-Bé une espèce océanique tolérante. Elle est présente toute l'année dans les traits verticaux au-dessus des fonds de 200 m (DESSIER, comm. pers.), tandis que sa capture n'a lieu que pendant les mois froids à la station 2 (mai à septembre et novembre-décembre) et seulement juin et juillet à la station 1.

Elle est toujours très rare. VERVOORT ne la signale pas dans les récoltes de l' "Atlantide".

Aetideopsis sp. Le trait vertical de juillet, à la station 2, contenait un Copépode morphologiquement très proche de celui qu'a décrit UNTERUBERBACHER (1964) sans le nommer.

Undinopsis bradyi (G.O. Sars, 1884). ( $\varphi$  : 2 mm). Six individus ont été capturés dans chacun des traits horizontaux de fin juin, à la station 2.

Gaetonus minor Farran, 1905. Un exemplaire dans le trait vertical de fin novembre, station 2.

Paivella inaciae Vervoort, 1965. ( $\varphi$  : 1,45 mm). (= Aetidus atlanticus Grice & Calef, 1965). Pour la synonymie, cf. CRICE & CALEF (1965).

C'est la seule espèce de la famille qui présente quelque régularité dans nos échantillons. Quelques individus dans les traits verticaux des fonds de 75 m, en mars et mai, précèdent son apparition en surface et à 15 m aux deux stations en hiver (rare ou très rare). Nous la retrouvons, moins abondante dans les traits verticaux uniquement de novembre et décembre.

Euchirella pulchra (Lubbock, 1856). Espèce largement répartie dans les couches intermédiaires des zones tropicales et subtropicales, elle peut migrer en surface (VERVOORT, 1963). MARQUES (1956, 1958) la signale au large de l'Angola.

Nos récoltes en contenaient un exemplaire dans le trait vertical de juillet, à la station 2.

#### EUCHAETIDAE

Euchaeta paraconcinna Fleminger, 1957. (Fig. 26). (= E. gladiofera Gaudy, 1963). Les figures de Gaudy coïncident avec celles de Fleminger, GAUDY (com. pers.) reconnaît avoir décrit la même espèce que FLEMINGER. Décrite au large de la côte nord du Mexique et de la Caroline, cette espèce est retrouvée par GAUDY (1963) dans les eaux de Dakar (quelques femelles seulement); mais c'est VERVOORT (1963) qui la signale pour la première fois le long des côtes entre la Sierra Leone et l'Angola, très abondante, tandis qu'elle est absente en haute mer. Notons que la campagne de l' "Atlantide" a eu lieu entre décembre et avril, ce qui coïncide parfaitement avec nos observations (Cf. infra).

Principale représentante de sa famille, c'est l'une des espèces les plus abondantes de la région.

Elle est fréquente ou très fréquente en grande saison chaude, où il lui arrivait de dominer certains échantillons avec des effectifs considérables

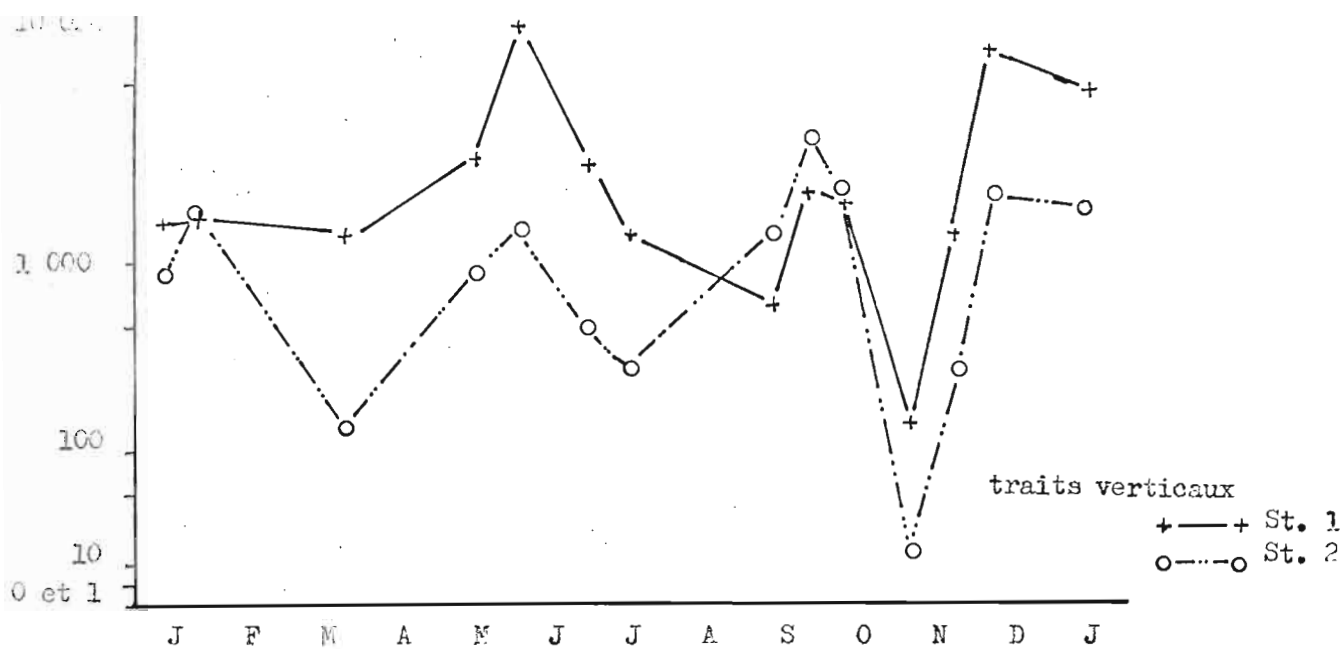


FIG. 25 - *Parecalanus parvus*, stations 1 et 2

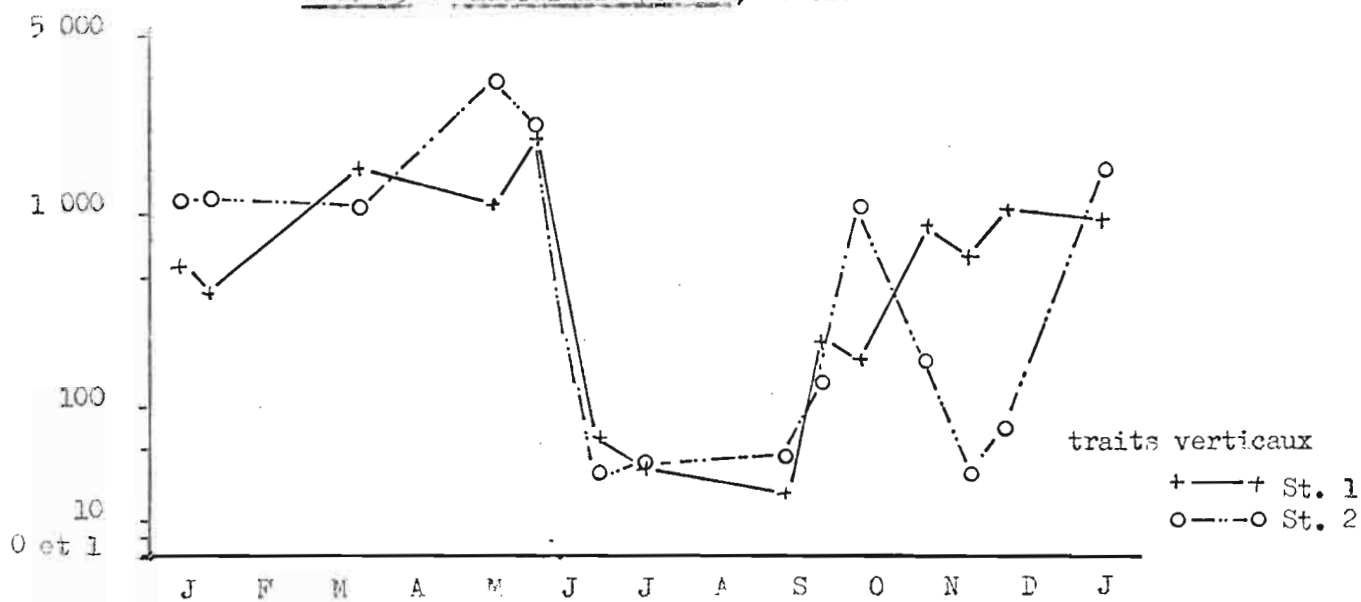


FIG. 26 - *Euchaeta paraconcinna*, stations 1 et 2

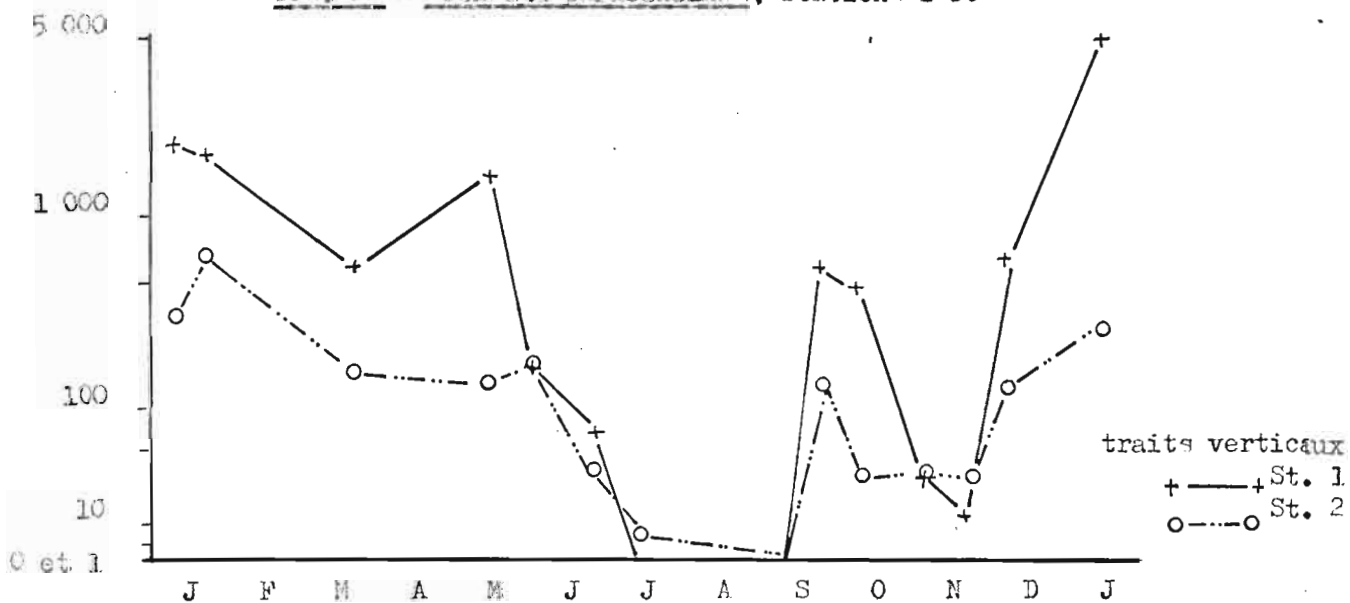


FIG. 27 - *Centropages furcatus*, stations 1 et 2

(93.000 à 0 m en mars, station 2). Grande et petite saisons froide l'affectent durement, mais elle accuse une nette remontée en petite saison chaude.

Un peu plus abondante et beaucoup plus importante en valeur relative, à la station 2 qu'à la station 1, elle était très mal représentée à Anno-Bon. C'est vraisemblablement une espèce dont la densité est maximum au bord du plateau continental.

Comme toutes les espèces abondantes, elle paraît relativement tolérante et, seuls les traits horizontaux de 0 et 15 m début septembre, ne la contenaient pas.

Euchaeta marina (Prestandrea, 1833). Cette espèce très largement répandue est caractéristique du plancton de surface, ce qui ne l'empêche pas d'avoir une grande extension verticale; elle est capable de migrations nyctémérales importantes (VERVOORT, 1963), jusqu'à 100 m, selon HEINRICH (in BJORNBERG, 1963). MARQUES (1956, 1958, 1959) et BAINBRIDGE (1960) la mentionnent sur les côtes de l'Afrique de l'ouest. BJORNBERG (1963) estime qu'E. marina est une espèce océanique et du plateau, préférant les eaux chaudes et salées, évitant les eaux côtières.

Bien que rare ou très rare et malgré une moins grande tolérance néritique, cette Euchaeta a des préférences semblables à la précédente : 2 maximums à la station 2, mars à mai et octobre-novembre.

Euchaeta acuta Giesbrecht, 1892. Deux individus ont été capturés dans des traits verticaux, l'un fin juin à la station 2, l'autre en juillet à la station 1.

Euchaeta hebes Giesbrecht, 1883. MARQUES (1956, 1958, 1959) signale cette espèce au large de l'Angola; VERVOORT (1963) l'observe dans les traits profonds.

Ses apparitions en grande saison froide restent discrètes, mais elle croît assez fortement en petite saison froide, à la station 2. Elle est plus souvent dans les traits verticaux que dans ceux de 15 m, plus souvent dans ceux-ci qu'en surface. Il n'y en a que quelques individus à la station 1.

Euchaeta gracilis G.O. Sars, 1905. MARQUES (1959) observe cette espèce au large de l'Angola, VERVOORT (1963) dans des récoltes profondes.

Une vingtaine d'individus ramenés par le trait de 15 m de la station 2, en juillet.

## SCOLECITHRICIDAE

Dans l'ensemble cette famille est très océanique.

Scaphocalanus sp. Quelques individus, très rares, appartenant au genre Scaphocalanus, ont été récoltés aux deux stations, en grande saison froide, et en novembre-décembre à la station 2. Leur très mauvais état de conservation n'a pas permis une détermination spécifique.

Scolecithricella tenuipes (T. Scott, 1894) et Scolecithricella marquesae Verwoort 1965 ne constitueraient qu'une seule espèce selon DESSIER (comm. pers.) ( $\varphi$  : 1,25 mm). VERVOORT (1965) note qu'il s'agit d'une espèce côtière tropicale de surface (0 à 100 m) que MARQUES (1959) avait signalée dans les eaux côtières d'Angola sous le nom d'Amallothrix sp.. Régulière dans les traits verticaux des fonds de 200 m, nous la trouvons parfois, très rare, à la station 2, mais deux fois seulement à la station 1.

Scolecithricella profunda (Giesbrecht, 1892). Quelques individus dans le trait vertical de début juin, à la station 2.

Scolecithricella ctenopus (Giesbrecht, 1888). ( $\varphi$  : 1,54 mm, mâle : 1,75 mm). Cette espèce est exclusivement tropicale, habitante des eaux profondes ou intermédiaires; elle peut monter en surface la nuit, d'après VERVOORT (1965), qui la mentionne au large du Ghana.

La plus importante de la famille, cette espèce montre un exemple d'avancée de la faune planctonique du large vers la côte, au fur et à mesure que les eaux se refroidissent. Les traits de la station 2 la révèlent dès mars et jusqu'en septembre. Elle disparaît en octobre et revient au cours des mois de novembre et décembre. Le processus est le même à la station 1, avec des effectifs et une extension saisonnière moindres.

Scolecithricella dentata (Giesbrecht, 1892). BJORNBERG (1963) la mentionne comme un hôte des eaux profondes du bord du plateau brésilien. Un seul exemplaire a été trouvé dans le trait vertical de début septembre, à la station 2.



Scolecithricella tenuiserrata (Giesbrecht, 1892). Quelques individus dans les traits verticaux de juin, juillet et novembre, aux deux stations.

Scolecithricella abyssalis (Giesbrecht, 1892). (♂ : 1,85 mm). VERVOORT (1965) la cite pour la première fois dans le golfe de Guinée. Nos récoltes en contiennent trois exemplaires dans des traits verticaux, fin juin et juillet aux deux stations.

Scolecithrix bradyi Giesbrecht, 1888. Cette espèce des eaux subsuperficielles tropicales et subtropicales migre en surface la nuit (VERVOORT, 1965); MARQUES l'a observée au large de l'Angola (1956, 1958, 1959).

Nous en trouvons quelques individus en juin-juillet et novembre-décembre à la station 2, surtout dans les traits verticaux; un seul individu en juillet (station 1).

Scolecithrix danae (Lubbock, 1856). (♂ : 1,86 mm). VERVOORT (1965) attribue à cette espèce à peu près la même répartition géographique et verticale qu'à l'espèce précédente; en surface la nuit, elle gagne les profondeurs pendant la journée. Au large du Brésil, BJORNBERG (1963) remarque qu'elle préfère les eaux chaudes et salées. Au large des côtes angolaises, MARQUES (1956, 1958, 1959) signale cette espèce.

C'est, sans doute, l'espèce du genre la plus tolérante à l'égard des eaux néritiques, et la plus régulière. Accidentellement présente à la station 1, elle est par contre dans presque tous les échantillons de la station 2. On note un maximum en octobre -novembre.

#### DIAIXIDAE

Diaixis hibernica (A. Scott, 1896). MARQUES (1959), puis VERVOORT (1965) ont remarqué la présence de ce petit Copepode dans les eaux africaines. D'après VERVOORT (1965) : "The geographical distribution of this species is governed to a large extent by the fact that it is a bottom dweller, living on or in the vicinity of a soft, muddy bottom of moderately deep to deep water. The main area of its geographical distribution is in the North Atlantic, where it occurs at suitable localities along the coast of England, Scotland and Ireland ... It has also been found in the Skagerak.... and along the Norwegian Atlantic coast ...".

Son caractère semi-benthique se retrouve effectivement à Pointe-Noire : il est pratiquement absent de la station 3 (DESSIER, comm. pers.) et, près de la côte on ne le trouve quasiment que dans les traits verticaux. Les traits horizontaux des mois les plus froids en contiennent cependant un bon nombre, surtout à la station 1. Faut-il supposer que l'upwelling ramène l'espèce en surface, ou que la baisse de température superficielle permet une migration jusqu'en surface? Notons les maximums hivernaux nets des traits verticaux de la station 1.

#### CENTROPAGIDAE

Centropages furcatus (Dana, 1849). (Fig. 27). C'est l'une des espèces épiplanctoniques les plus communes du globe, elle se trouve dans les régions tropicales ou subtropicales, en surface la nuit, au-dessous dans la journée (VERVOORT, 1965). MARQUES (1956, 1958, 1959) et BAINBRIDGE (1960 et 1960 a) la remarquent sur les côtes africaines de la Sierra Leone jusqu'à l'Angola. BJORNBERG (1963) la trouve très abondante, au large du Brésil dans les eaux de salinité comprise entre 32 et 35 ‰ et de température supérieure ou égale à 20° C.

Les exigences de cette espèce ne doivent pas être très strictes, car elle subsiste toute l'année sur le plateau continental. Néanmoins, c'est à la station 1 que sa préférence pour les eaux chaudes apparaît le mieux, que ce soit en valeur absolue (95.000 en janvier 68, à 15 m, station 1) ou relative (très fréquente en février et janvier 68, station 1). La station côtière montre également une remontée brutale de petite saison chaude (fin septembre-octobre) qui n'existe pas au-dessus des fonds de 75 m.

Centropages chierchiae Giesbrecht, 1889. C'est une espèce tropicale ou subtropicale (VERVOORT, 1965), signalée par MARQUES (1956, 1958, 1959) puis BAINBRIDGE (1960) dans les eaux africaines.

Parfois fréquente à la station 1, cette espèce est souvent plus rare que commune à la station 2. Ses variations peuvent moins facilement que pour l'espèce précédente, être reliées aux conditions hydrologiques. Cependant le maximum de mai à la station 1 peut presque être considéré comme un phénomène de début de saison froide. Par contre, à la station 2,

Les prélèvements importants sont bien groupés de juin à octobre. Donc, un peu plus eurytherme que le précédent, ce Centropages peut être considéré comme un vicariant de saison froide.

Ces deux espèces sont de loin les principales représentantes du genre. Elles sont des éléments importants du zooplancton côtier, pratiquement absents de la région d'Anno-Bon (BINNIE et LASSIER 1968 a).

Centropages violaceus (Claus, 1863). Les récoltes de l' "Atlantide" contenaient cette espèce (VERVOORT, 1965). D'après BJORNBERG (1963) : "It is frequently found off Brazil but not numerously in warm very saline waters, perhaps by migration from deeper layers and is rarer as the waters become cooler". Son aire de répartition est donc considérable puisqu'elle s'étend des latitudes arctiques à l'Afrique du Sud (in BJORNBERG) sans discontinuité.

Toujours très rare, cette espèce a été trouvée irrégulièrement, mais un peu plus souvent en saison froide, aux deux stations.

Centropages bradyi Wheeler, 1899. Trois échantillons renferment cette espèce; deux traits verticaux : fin novembre (station 1), décembre (station 2) et le trait à 15 m de décembre à la station 2.

Centropages gracilis (Dana, 1849). Dans 1 seul trait vertical (début juin, station 1).

#### DIAPTONIDAE

Pseudodiaptomus serricaudatus (T. Scott, 1894). ( $\varphi$  : 1,2 à 1,25 mm). Depuis qu'elle a été décrite par Scott dans les eaux côtières du golfe de Guinée, cette espèce a été fréquemment retrouvée sur toutes les côtes d'Afrique occidentale et orientale et même en Asie (in VERVOORT, 1965). MARQUES (1947, 1951, 1956, 1957, 1958, 1959) la cite sur les côtes d'Angola et de Guinée portugaise. BAINBRIDGE (1960 a) observe d'abondantes quantités de Schnackeria serricaudata (= P. serricaudatus, cf. VERVOORT, 1965 pour la synonymie) à l'intérieur de l'estuaire de Sierra Leone, diminuant rapidement vers le large.

C'est une espèce rare, franchement côtière (5 fois station 2, 23 fois station 1), mais dont l'occurrence irrégulière ne permet pas de faire ressortir de préférence saisonnière.

## TEMORIDAE

Temora turbinata et T. stylifera sont deux espèces très importantes pour notre région, tant en valeur relative qu'absolue. Elles sont assez eurhythmiques l'une et l'autre, mais montrent cependant des préférences thermiques froides.

Temora turbinata (Dana, 1849). (fig.29). C'est une espèce tropicale, subtropicale et tempérée des océans Atlantique et Indo-Pacifique (VERVOORT, 1965). MARQUES (1956, 1958, 1959) la mentionne dans les eaux angolaises; dans l'enbouchure de Sierra Leone c'est l'espèce la plus commune (BAINBRIDGE 1960 a); entre Lagos et le cap des Trois Pointes, c'est la première ou la seconde espèce par ordre d'importance (BAINBRIDGE, 1960).

A Pointe-Noire, c'est la plus côtière, la plus abondante et la plus fréquente des deux espèces de Temora. A la station 1, 7 prélèvements horizontaux seulement en contiennent moins de 10.000, contre 12 à la station 2.

Elle passe au cours de l'année par les phases suivantes :  
en grande saison chaude, abondance moyenne à la station 1, médiocre à la station 2; minimum aux deux stations en début de saison froide; puis augmentation d'abondance se maintenant jusqu'en octobre à la station 1, jusqu'en septembre à la station 2; minimum au cours de novembre et reprise très forte ensuite.

Les maximums atteignent 350.000 et 227.000 par récolte, en décembre à la station 1, en surface et à 15 m. respectivement.

C'est dans les traits horizontaux que les valeurs relatives les plus fortes sont observées. Le plus souvent fréquent, ou très fréquent (station 1), T. turbinata peut dominer certains échantillons, surtout en période fraîche - les valeurs absolues étant élevées toute l'année.

Temora stylifera (Dana, 1849). (Fig. 28). Répandue dans les régions tropicales subtropicales et tempérées de l'Atlantique et de l'Océan Indien, cette espèce semble restreinte aux régions tempérées et subtropicales de l'Océan Pacifique (VERVOORT, 1965). BAINBRIDGE (1960) compte cette espèce parmi les plus communes du plateau continental entre Fernando Po et le cap des Trois Pointes, il la mentionne également, importante, devant le cap de Sierra Leone. Dans les eaux côtières du Brésil les plus grandes quantités sont trouvées pour des températures allant de 17 à 28,5° C et des salinités comprises entre 33 et 35 ‰ (BJORNBERG, 1963)

A Pointe-Noire, beaucoup moins abondante que l'espèce précédente (1)

(1) Pendant les campagnes d'Anno-Bon, T. stylifera était au contraire l'espèce la plus importante du genre.

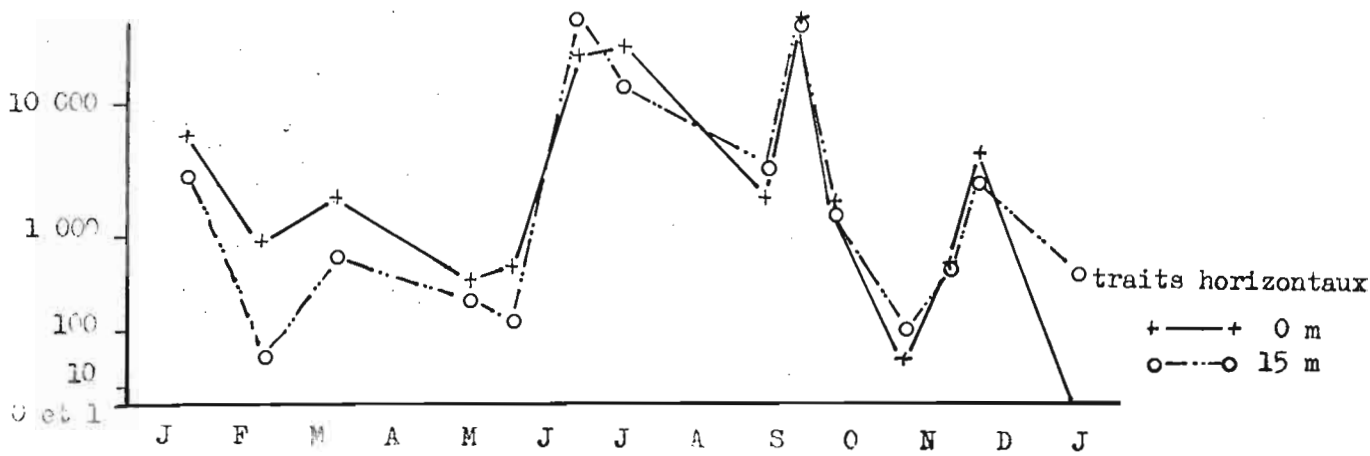


FIG. 28 - *Temora stylifera*, station 2

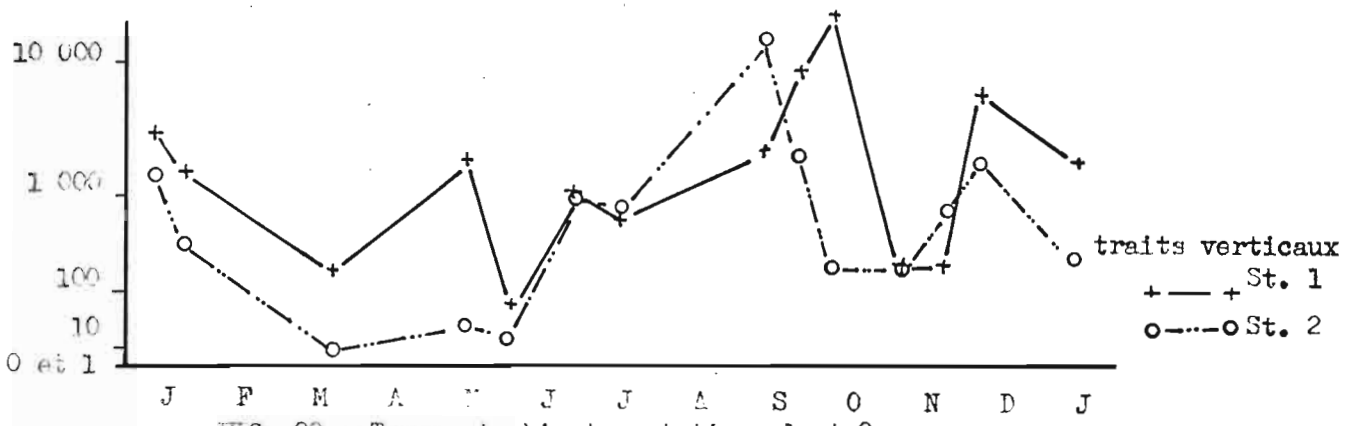


FIG. 29 - *Temora turbinata*, stations 1 et 2

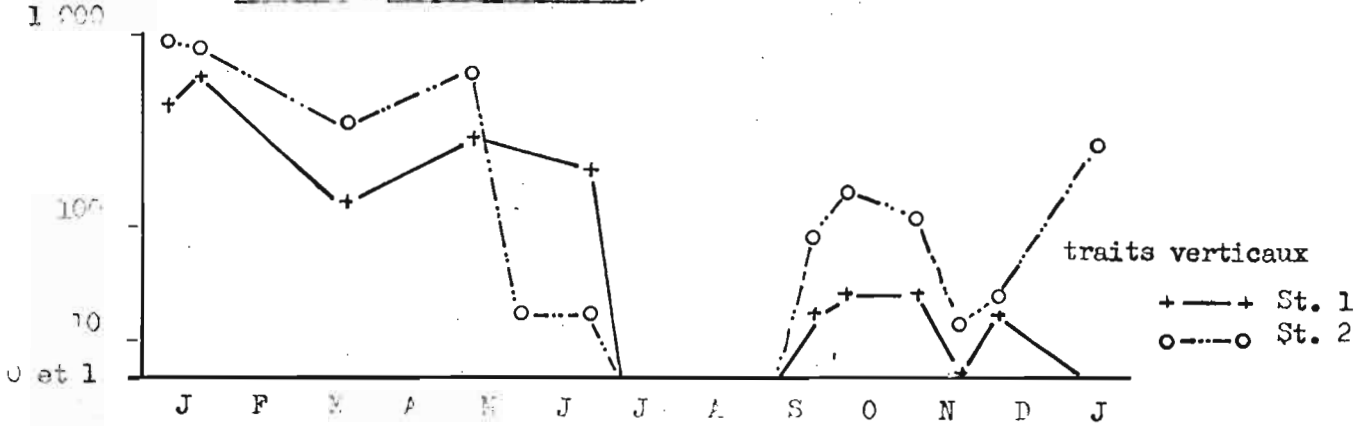


FIG. 30 - *Acartia danae*, stations 1 et 2

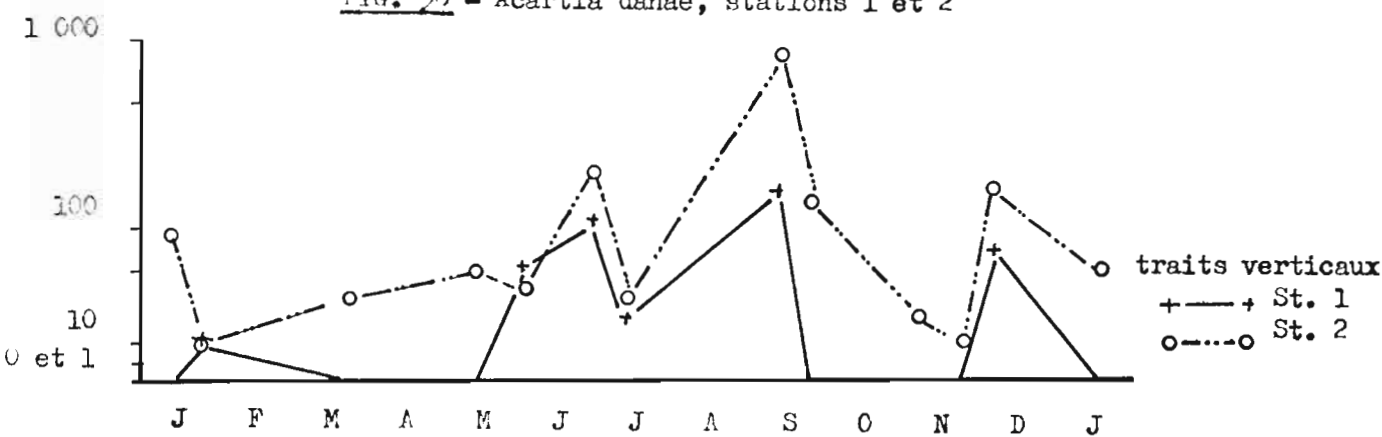


FIG. 31 - *Oncaea mediterranea* f. major, stations 1 et 2

(maximum de 35.000 en hiver pour les traits horizontaux, aux deux stations), cette espèce devient fréquente à très fréquente en grande saison froide, elle est de commune à très rare le reste de l'année. Elle est peut-être un peu mieux représentée à la station 1, mais le maximum hivernal se détache plus nettement à la station 2.

Pleuronoma nayumbaensis T. Scott, 1894. Bien que décrite dans le golfe de Guinée, cette espèce a été trouvée par FARRAN (in VERVOORT, 1965) sur la pente continentale irlandaise, ainsi que dans le Pacifique (Ibid.) En Atlantique tropical, subtropical et tempéré, elle se tiendrait entre 300 et 50 m (Ibid.). MARQUES (1956, 1958, 1959) la signale au large de l'Angola. D'après HEINRICH (in BJORNBERG, 1963), dans le nord-ouest du Pacifique subtropical, elle se trouve entre 100 m et la surface dans la journée et gagne la profondeur de 500 m la nuit.

Toujours rare ou très rare sur les fonds de 75 m, mais régulière dans les traits verticaux, il lui arrive de monter à 15 m ou en surface, en grande saison froide et pendant le mois de novembre et d'atteindre en même temps la station 1.

#### METRIDINIDAE

Pleuronamma abdominalis abdominalis (Lubbock, 1856). STEUER (1932) mentionne P. abdominalis sous les formes abdominalis et edentata dans le golfe de Guinée. MARQUES (1956, 1958) et VERVOORT (1965) ne signalent que la forme abdominalis. BJORNBERG (1963) observe P. abdominalis dans les eaux océaniques du Brésil, sans préciser la forme dont il s'agit.

Douze individus ont été observés en surface (station 2) fin novembre.

Pleuronamma abdominalis f. edentata Steuer, 1931. Quatre individus en surface fin novembre, un dans le trait vertical de janvier 68 (station 2).

Pleuronamma gracilis gracilis (Claus, 1863). ( $\varphi$  : 1,68 à 1,83 mm). Répandue dans les eaux tropicales, subtropicales et tempérées des trois océans, cette espèce se tiendrait dans les couches subsuperficielles (VERVOORT, 1965); MARQUES (1956, 1958, 1959) la cite au large de l'Angola, BJORNBERG (1963) au large du Brésil.

Rare ou très rare, c'est néanmoins l'espèce la plus importante du genre. Trouvée dans pratiquement tous les traits verticaux de la station 2,

elle atteint les couches superficielles et la station 1, régulièrement en juin et juillet, occasionnellement de septembre à janvier (octobre : station 2 seulement).

Pleuromamma borealis (F. Dahl, 1895). ( $\varphi$  : 1,68 à 1,83 mm). Cette espèce eurytherme et cryophile (BJORNBERG, 1963) est mentionnée au large du Brésil (Ibid.) et dans le golfe de Guinée (STEUER, 1952). On la trouve de 60° N à 55° S (VERVOORT, 1965).

C'est à la structure de la P<sub>5</sub> que nous avons distingué cette espèce de la précédente et n'ayant pas disséqué tous les P. gracilis gracilis nous sous-estimons peut-être l'importance de cette espèce (3 individus en novembre, station 2).

#### LUCICUTIIDAE

L. clausi est la principale représentante du genre, suivie de près par L. flavicornis. Les autres espèces n'ont qu'un rôle mineur.

Lucicutia flavicornis (Claus, 1863). (Fig.32). C'est une espèce tropicale, subtropicale et tempérée répartie entre 50° N et 40° S dans l'Atlantique; vivant dans les profondeurs intermédiaires, elle monte en surface occasionnellement (VERVOORT, 1965). MAR UEL (1956, 1958, 1959) la signale au large de l'Angola; BAINBRIDGE (1960) la mentionne parmi les espèces caractéristiques du plateau et du talus entre Fernando Po et le cap des Trois Pointes (quoiqu'assez peu abondante). BJORNBERG (1963) trouve, au large du Brésil, L. flavicornis dans des eaux salées presque toujours inférieures à 24° C.

Rare ou très rare, mais régulière dans les traits verticaux de la station 2, elle subit une extension vers la côte et la surface pendant les mois froids.

Lucicutia gemina Farran, 1926. HULSEMAN (1966) estime que cette espèce se trouve entre 47° N et 6° S (dans l'Atlantique). Vervoort (1965) la mentionne au large du Ghana.

Nous l'avons rencontrée uniquement dans quelques traits verticaux des périodes fraîches (station 2 : juin, juillet, novembre et station 1 : fin juin, juillet).

Lucicutia gaussae Grice, 1963. D'après HULSEMAN (1966) cette espèce se trouve, dans l'Atlantique, entre 47° N et 33° S. Elle a été trouvée dans quelques échantillons des deux saisons froides, à la station 2 surtout.

Lucicutia curta Farran, 1905. VERVOORT (1965) cite cette espèce dans les eaux profondes du golfe de Guinée. Nous en avons observé deux individus (15 m, début novembre, station 1).

Lucicutia clausi (Giesbrecht, 1889). HULSEMAN (1966) précise que les pointes céphaliques peuvent parfois manquer; nos exemplaires en étaient démunis. BJORNBERG (1963) cite cette espèce au large du Brésil, dans les eaux fraîches et salées.

Il semble que nous la signalions pour la première fois à une station aussi australe sur la côte africaine. Très rare à fréquente, plus régulière et plus abondante à la station 2, elle est presque absente de la station 3 (DESSERT, comm. pers.) Sa répartition saisonnière n'est pas aussi discernable. En surface et à 15 m à la station 1, elle a deux maximums correspondants aux grande et petite saisons froides. A la station 2, les effectifs diminuent lentement de février à octobre puis augmentent sans qu'il y ait de préférence hivernale nette. Les maximums de la station 1 reflètent peut-être l'avancée des eaux, de l'extrémité du plateau vers la côte.

#### HETERORHABDIDAE

Heterorhabdus papilliger (Claus, 1863). Dispersée dans les régions tropicales, subtropicales et tempérées, habitant les couches subsuperficielles, cette espèce peut occasionnellement monter en surface la nuit (VERVOORT, 1965). MARQUES (1956, 1958, 1959) la signale au large de l'Angola; BJORNBERG (1963) au large du Brésil.

A Pointe-Noire, cette espèce très rare a surtout été observée en période fraîche, dans les traits verticaux de la station 2, davantage en petite saison froide qu'en grande.



## AUGAPTILIDAE

Haloptilus longicornis (Claus, 1863). Cette espèce subtropicale et tempérée commune aux trois océans se trouverait dans les couches de 150 à 200 m selon VERVOORT (1965) qui la signale dans le golfe de Guinée. EJOENBERG (1965) la mentionne exceptionnellement en surface, de nuit; il la trouve en général dans des eaux océaniques salées de température habituellement élevée.

A Pointe-Noire, très rare, uniquement dans les traits verticaux, surtout à la station 2, cette espèce apparaît également à la station 1, à la faveur des refroidissements (juin, juillet et novembre).

Haloptilus acutifrons (Giesbrecht, 1892) et Haloptilus oxycephalus (Giesbrecht, 1889) n'ont pas été distingués avec certitude, et nous les avons rassemblés pour l'analyse statistique. Ils ont été trouvés 4 fois dans les traits verticaux des saisons froides à la station 2 et une seule fois à la station 1 (fin juin, 15 m, H. acutifrons probablement).

VERVOORT (1965) fait mention pour la première fois dans le golfe de Guinée d'H. oxycephalus (large du Ghana), mais pas d'H. acutifrons.

Haloptilus mucronatus (Giesbrecht, 1892). Quelques individus début juin, à la station 2 dans le trait vertical.

Haloptilus sp. Une 5ème espèce d'Haloptilus n'a pu être déterminée. Elle était présente dans trois traits verticaux de saison froide, aux deux stations.

## ARIETILLIDAE

Arietillus aculeatus (T. Scott, 1894). Dans l'Atlantique, VERVOORT (1965) trouve cette espèce entre 0° et 17° 'N; hôte habituel des couches profondes, elle peut éventuellement, surtout la nuit, rejoindre la surface.

Nos récoltes en contenaient un seul individu (station 2, trait vertical de janvier 1968).

## CANDACIIDAE

Candacia curta (Dana, 1849). Commune et largement répartie dans les eaux tropicales, subtropicales et tempérées, superficielles et subsuperficielles (VERVOORT, 1965), cette espèce est signalée par MARQUES (1956, 1958), au large de l'Angola, par BJORNBERG (1963) dans les eaux froides (inférieures à 20° C) et salées (supérieures à 35 ‰) du Brésil.

C'est la seule espèce notable du genre. Toujours très rare, elle est régulièrement présente à la station 2 (maximum supérieur à 800 en surface, fin juin), un peu plus abondante en périodes froides. Elle n'est pas aussi régulière à la station 1.

Candacia bipinnata (Giesbrecht, 1889). C'est une espèce superficielle ou subsuperficielle, tropicale, subtropicale ou tempérée déjà signalée dans le golfe de Guinée (VERVOORT, 1965). BJORNBERG (1963) note à son sujet : "An eurythermic species preferring cooler waters".

Trois fois présente à la station 2 (fin juin, fin septembre, octobre) et une seule fois à la station 1 (fin juin).

Candacia pachydactyla (Dana, 1849). (mâle : 5,6 mm). Espèce superficielle ou subsuperficielle, tropicale ou subtropicale, fréquente dans le golfe de Guinée, que BJORNBERG (1963) ne trouve que dans les eaux salées et généralement chaudes du courant du Brésil.

Les échantillons où quelques individus ont été trouvés, un peu plus souvent à la station 2, traduisent en effet une légère préférence estivale (janvier 67, février, novembre et janvier 68).

Paracandacia simplex (Giesbrecht, 1889). Cette espèce commune, tropicale, subtropicale et tempérée est citée par VERVOORT (1965) dans le golfe de Guinée et par BJORNBERG (1963) au large du Brésil où elle semble préférer les eaux très salées (au-dessus de 36 ‰) et de température supérieure à 22° C. Quelques individus dans les échantillons de mai, juin, fin novembre et décembre, surtout à la station 2.

## POITELLIDAE

Plus ou moins océaniques, tous les représentants de cette famille semblent préférer les eaux chaudes superficielles.

Pontella gabonensis T. Scott, 1894. (♀ : 2,8 à 3,1 mm; mâle : 2,8 mm).

Cette espèce très côtière n'a pas à notre connaissance été signalée en dehors du golfe de Guinée où Scott l'a décrite dans l'estuaire du Gabon. Jamais abondante, VERVOORT (1965) la trouve sur les côtes du Liberia, du Nigeria et du Gabon. BAINBRIDGE (1960 a) l'observe dans l'estuaire de Sierra Leone où habituellement rare, elle peut former des essaims en surface (mois de février).

Bien que très rare et irrégulièrement capturé, ce Pontellidae était plus souvent à la station 2 qu'à la station 1, avec semble-t-il une légère préférence pour la saison chaude.

Labidocera acutifrons (Dana, 1849). (♂ : 3,6 mm, mâle : 3,7 mm). C'est une espèce commune dans tout le golfe de Guinée, propre aux régions tropicales et subtropicales (VERVOORT, 1965) dont le milieu optimum est la haute mer quelle que soit la salinité (BJORNBERG, 1963).

Une seule fois présente à la station 1 (janvier 68, 0m), nous avons trouvé cette espèce à la station 2 en janvier (67 et 68) et mai, essentiellement dans les traits superficiels.

Labidocera scotti Giesbrecht, 1897. (♀ : 2,8 mm). La première mention de cette espèce est de SCOTT (in VERVOORT, 1965) dans l'estuaire du Gabon, BAINBRIDGE (1960 a) la retrouve dans l'estuaire de Sierra Leone, MARQUES (1961) sur les côtes de Guinée portugaise.

Rare ou très rare, elle est cependant régulière à la station 1, à toutes les profondeurs, jusque vers fin juin; puis on ne l'y retrouve qu'en décembre. Elle est présente en mai à la station A 1, mais au large des fonds de 30 m peu de traits la contiennent.

Avec des effectifs un peu supérieurs à ceux de Pontella gabonensis, Labidocera scotti montre elle aussi des affinités néritiques et estivales, elle a vraisemblablement une répartition géographique voisine.

Pontellina plumata (Dana, 1849). Espèce épiplanctonique, tropicale et subtropicale (VERVOORT, 1965), rare dans les eaux côtières de Sierra Leone (BAINBRIDGE, 1960 a); elle semble préférer les eaux chaudes (au-dessus de 22° C) et très salées (plus de 36 ‰), au large des côtes brésiliennes (BJORNBERG, 1963).

Plus océanique que les précédentes (DESSIER, comm. pers.); néanmoins, en saisons chaudes quelques individus apparaissent à la station 2 (janvier

67 et 68, février, octobre et novembre) et à la station 1 (janvier 67 et 68).

Pontellopsis brevis (Giesbrecht, 1889). (♀ : 2,17, mâle : 1,98 mm). Cette espèce tropicale est signalée par VERVOORT (1965) sur les côtes africaines; BJORNBERG (1963) la trouve souvent, en petite quantité, dans les eaux côtières du plateau brésilien.

Toujours rare, mais assez régulièrement présente, plus abondante à la station 1 qu'à la station 2, où ses variations sont moins nettes, elle fait preuve d'une préférence néritique et estivale. C'est en nombre, la première espèce de la famille.

#### ACARTIIDAE

A Nosy-Bé (BINET et DESSIER 1967 a), 3 espèces d'Acartia (A. amboinensis (Carl, 1907); A. fossae Gurney, 1927 et A. negligens Dana, 1849) se succédaient au cours de l'année. A. amboinensis, par son abondance relative et absolue, jouait pendant les deux tiers de l'année un rôle de première importance dans la faune planctonique côtière.

Rien de tel ne se produit devant Pointe-Noire; par ailleurs BAINBRIDGE (1960) ne cite pas d'Acartia parmi les espèces les plus courantes du plateau continental entre Fernando Po et le cap des Trois Pointes.

Acartia(Planktacartia)danae Giesbrecht, 1889. (♀ : 1,15 à 1,25 mm). (Fig. 30).

C'est une espèce épiplanctonique, tropicale, subtropicale ou tempérée (VERVOORT, 1965); signalée par MARQUES (1956, 1958, 1959) en Angola et par BJORNBERG (1963) dans les eaux froides et salées au large du Brésil.

Ce n'est pas une espèce côtière - cf. Nosy-Bé et à Pointe-Noire la station 3 (DESSIER, comm. pers.). Son extension au-dessus du plateau continental (où elle est très rare à commune) est réduite ou supprimée par la grande saison froide et reprend en octobre et novembre; le mois de décembre l'interrompt encore. C'est donc une espèce océanique d'eaux chaudes.

Acartia (Acanthacartia) plumosa T. Scott, 1894. (♀ : 1,01 mm; mâle : 1,03 mm).

Scott a décrit des exemplaires provenant de l'embouchure du Congo, il en a trouvé également devant Loanda. Depuis, cette espèce a été retrouvée dans le Pacifique et l'Océan Indien et également retrouvée en Angola (VERVOORT, 1965). Ce dernier auteur estime qu'A. plumosa vit dans les régions d'estuaires, proche de la surface ou même en surface.

Assez régulière à la station 1 (de très rare, elle devient fréquente en novembre), elle est moins abondante à la station 2. Ses tolérances thermiques sont assez larges.

#### OITHONIDAE

Oithona plumifera (Baird, 1843). ( $\varphi$  : 1,42 mm). BAINBRIDGE (1960 a) cite cette espèce devant le cap de Sierra Leone; d'après BJORNBERG (1963), c'est l'un des Copépodes les plus courants; il est cosmopolite et se trouve dans les eaux côtières ou océaniques.

À Pointe-Noire, c'est la principale espèce du genre Oithona, elle peut être fréquente dans certains prélèvements. Les traits verticaux ont un effectif dans certains prélèvements. Les traits verticaux ont un effectif à peu près égal aux 2 stations et presque constant (de l'ordre de 500 individus par récolte). Par contre les abondances relatives dans les traits verticaux et l'ensemble des résultats des traits horizontaux font ressortir une baisse en grande saison froide (allant jusqu'à la disparition de l'espèce dans les traits horizontaux).

Remarquons que de septembre à la fin de l'année, les valeurs en surface sont très inférieures à celles à 15 m.

Oithona setigera (Dana, 1849). BAINBRIDGE (1963) signale cette espèce au large du Brésil, principalement dans les eaux très salées (salinité supérieure à 35 ‰).

Dans nos comptages, certains copépodites ont pu être confondus avec l'espèce précédente. Presque absente des traits horizontaux, c'est une espèce rare ou très rare à la station 2; elle n'apparaît à la station 1 qu'en juin, juillet, novembre et décembre. Il s'agit donc d'une espèce océanique, préférant les eaux froides et salées.

Oithona robusta (Giesbrecht), 1891. ( $\varphi$  : 1,25 mm; mâle : 1,25 mm). Quelques individus dans les traits verticaux de la station 2 en juillet et fin novembre.

Oithona simplex Farran, 1923. Présente dans le seul trait vertical de mars à la station 1. (Ce petit Oithona passait vraisemblablement au travers des mailles du filet).

#### ECTINOSOMIDAE

Microsetella spp. Brady & Robertson, 1853. Quelques individus (non déterminés) dans les traits verticaux de janvier. (Il est très probable que les Microsetella passent normalement au travers des mailles du filet).

#### MACROSETELLIDAE

Macrosetella gracilis (Dana, 1852). D'après YAMAZI et BOGOROV (in BAINBRIDGE, 1963), ce serait une espèce océanique tropicale ou subtropicale. BAINBRIDGE la trouve dans les eaux côtières et océaniques.

Quelques exemplaires ont été pêchés dans les traits de janvier aux 2 stations, dans ceux de mars, fin juin et juillet à la station 2.

#### TACHIDIIDAE

Euteroina acutifrons (Dana, 1847). Dans les eaux brésiliennes, cette petite espèce montre une préférence pour les eaux c<sup>o</sup>tières; bien que présente dans les eaux chaudes, elle est plus fréquente dans les eaux froides -au large du Brésil- (BJORNBERG, 1963).

Malgré son irrégularité et sa grande rareté (due peut-être à la dimension des mailles du filet) nous retrouvons le caractère néritique bien connu de cette espèce (noté également à Nosy-Bé) avec une légère préférence pour les eaux froides (à la station 1, 9 captures entre juillet et décembre, 2 seulement le reste de l'année; 3 captures seulement à la station 2, en juillet et décembre).

#### ONCAEIDAE

Les mâles du genre Oncaea sont malaisés à distinguer et les notes qui suivent ne concernent que les femelles.

Il faut noter chez celles-ci les grandes variations de taille qui se produisent chez beaucoup d'espèces et aboutissent à des formes minor et major distinctes. Nous l'avons déjà remarqué à Nosy-Bé pour O. venusta et O. media et le retrouvons ici régulièrement pour O. venusta et O. mediterranea; nous avons également quelques formes major d'O. conifera et d'O. media. En général, et l'analyse des composantes principales le confirme, les formes major sont plus océaniques, ou plus "froides", que les formes minor.

Oncaea venusta Philippi, 1843. (Fig. 33). Si BJORNBERG (1963) trouve, au large du Brésil, cette espèce plus souvent dans les eaux océaniques salées, que dans les eaux côtières ou celles du plateau, BAINBRIDGE (1960) la signale parmi les plus courantes du plateau nigérian et ghanéen entre Lagos et le cap des Trois Pointes.

- forma minor : ( $\varphi$  : 0,95 mm). Parfois rare, le plus souvent commune ou fréquente, elle ne manifeste aucun caractère saisonnier dans les traits horizontaux de la station 2. Par contre à la station 1 et dans les traits verticaux de la station 2, une préférence estivale apparaît franchement (maximums en grande et petite saisons chaudes).

- forma major : ( $\varphi$  : 1,55 mm). Elle est au contraire très rare, se montre essentiellement en période froide et n'atteint la station 1 qu'entre fin juin et juillet.

Oncaea mediterranea (Claus, 1853). (Fig. 31).

- forma minor : ( $\varphi$  : 1,05 à 1,27 mm). Moins néritique qu'O. venusta f. minor, elle est beaucoup plus liée aux eaux froides que cette dernière. Elle apparaît en mai dans les traits horizontaux de la station 1, et s'y maintient, rare ou très rare, jusqu'en fin de grande saison froide; après octobre, nous assistons à une légère reprise. Le schéma est le même, mais moins strict, à la station 2. Aucune saison ne se dessine pour les traits verticaux (toujours présente : très rare station 1, rare station 2).

- forma major : ( $\varphi$  : 1,51 à 1,41 mm). Toujours très rare, elle est néanmoins beaucoup plus abondante que son homologue d'O. venusta. Ses tendances sont un peu plus accusées que celles de la f. minor, en particulier dans les traits verticaux.

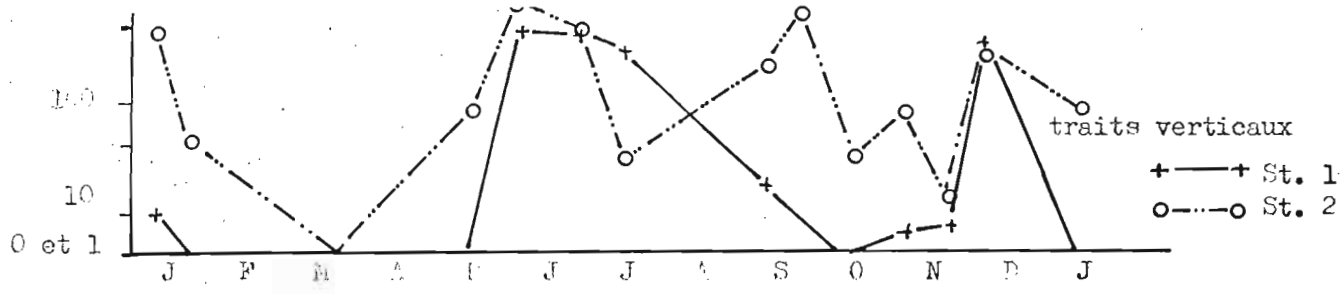


FIG. 32 - *Lucicutia flavicornis*, stations 1 et 2

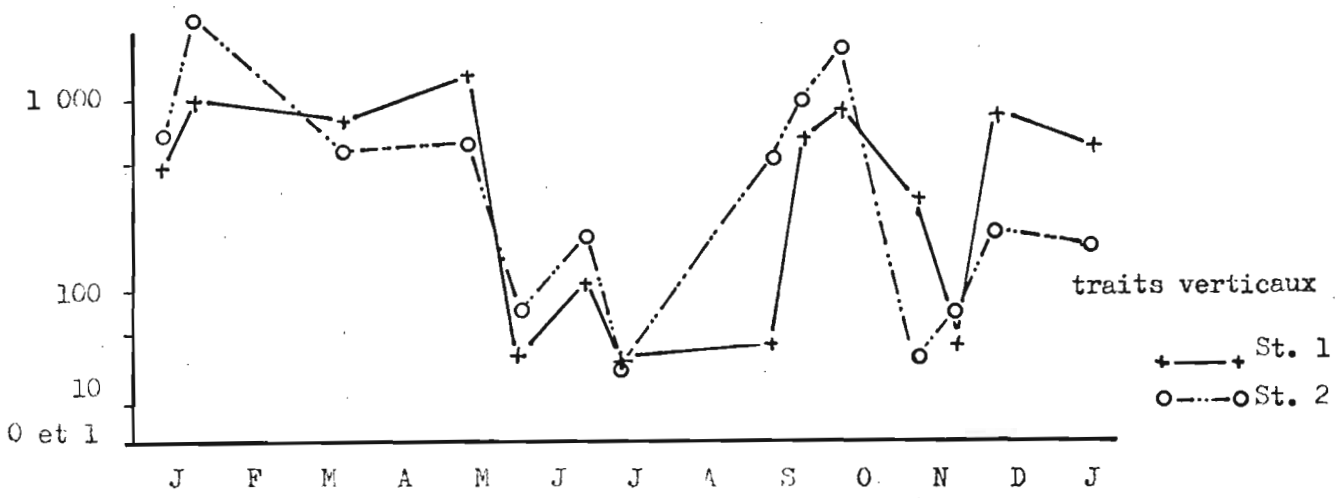


FIG. 33 - *Oncaea venusta f. minor*, stations 1 et 2

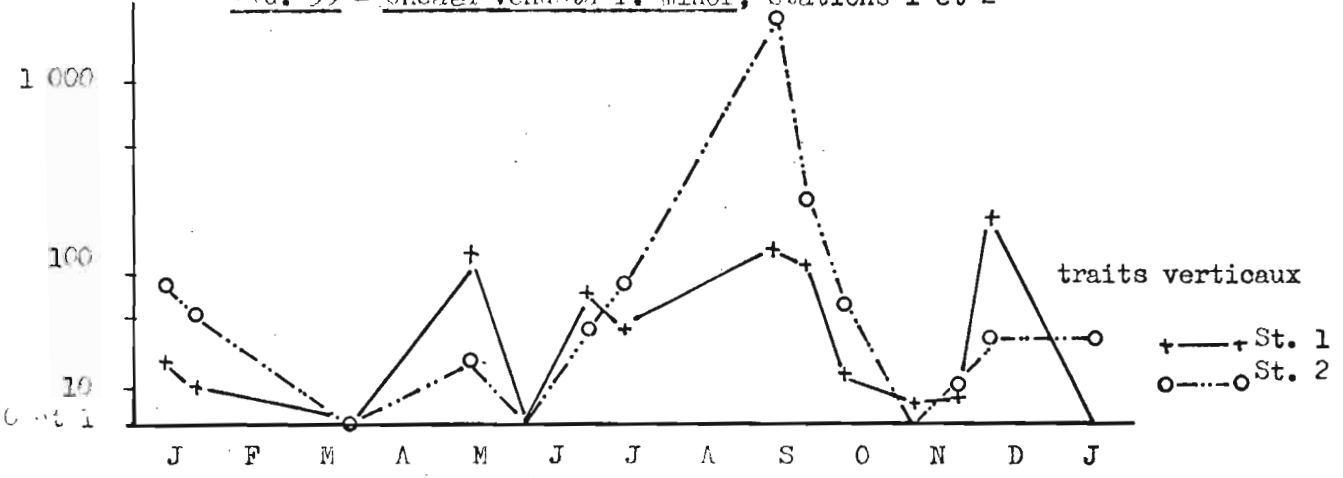


FIG. 34 - *Sapphirina nigromaculata*, stations 1 et 2



FIG. 35 - *Ditrichocorycaeus africanus*, stations 1 et 2



Oncaea media (Giesbrecht, 1891). C'est une espèce extrêmement courante dans la région brésilienne étudiée par BJORNBERG (1963); c'est même fréquemment l'espèce dominante dans les eaux côtières et dans celles qui recouvrent le plateau continental.

Au contraire, à Pointe-Noire, cette espèce est rare ou très rare. A la station 1, sa présence se limite à la saison chaude (décembre à mai); à la station 2 nous la trouvons presque toute l'année, mais très irrégulièrement en grande saison froide.

Elle semble être océanique, pénétrant au-dessus du plateau en saison chaude, mais elle est chassée de la côte par les eaux froides.

Oncaea confera (Giesbrecht, 1891). Cette espèce est signalée par BJORNBERG (1963) dans les eaux côtières, en petit nombre, et dans les nasses d'eaux de température inférieure à 22° C.

Dans les eaux congolaises, ses tendances écologiques ne se manifestent pas clairement : à la station 3 (DESSIER, comm. pers.) elle est présente toute l'année; à la station 2, pendant les mois d'hiver et de petite saison froide et à la station 1, pratiquement toute l'année (mais très irrégulièrement).

Quelques individus de la f. major ont été remarqués, mais n'ont pas été dénombrés séparément.

Lubbockia squillimana (Claus, 1863). ( $\varphi$  : 1,46 mm). D'après BJORNBERG (1963), c'est un Copépode généralement rare, absent des eaux côtières; il se trouve dans les eaux très salées, de température allant de 14,3 à 29,33°C.

Très rare, mais présente dans tous les traits verticaux des stations 1 et 2, cette espèce peut devenir commune pendant le mois de juin. Nous la retrouvons en novembre après la chute de petite saison chaude. Elle est présente dans presque tous les traits de la station 3 (DESSIER, comm. pers.). C'est donc une espèce légèrement océanique d'eau froide, à peu près aussi bien représentée aux deux stations du plateau continental.

Lubbockia aculeata (Giesbrecht, 1892). A moins que certains de ses copépodites n'aient été confondus avec l'espèce précédente, L. aculeata n'a été trouvée que deux fois (juillet et début septembre), dans les traits verticaux de la station 2.

## SAPPHIRINIDAE

Selon BJORNBERG (1963) : "Some (Sapphirina) occurred in colder very saline waters (S. intestinata), but mostly these animals seem to be thermophile, preferring high salinities".

Sapphirina nigronaculata Claus, 1863. ( $\phi$  : 3,2 mm). (fig. 34). BAINBRIDGE (1960 a) note cette espèce (rare) devant le cap de Sierra Leone. A Pointe-Noire, très rare ou absente le reste de l'année, elle devient commune ou fréquente (station 2, 0 m, début septembre) en pleine saison froide. Ses variations d'abondance sont assez semblables aux deux stations : maximum hivernal précédé par un premier pic en mai et suivi d'un second en décembre.

C'est une assez bonne indicatrice des eaux froides dans notre zone méridionale. Les analyses statistiques la montrent voisine de Calanoides carinatus.

Sapphirina intestinata Giesbrecht, 1891. Observée en mars (0 m, station 2) et en octobre (15 m, station 1).

Sapphirina angusta Dana, 1849. Un seul individu début janvier dans le trait vertical de la station 1.

Sapphirina auronitens Claus, 1863, et Sapphirina sinuicauda Brady, 1883.

On sait que ces deux dernières espèces sont reliées par plusieurs formes de transitions. LEHNOFFER (1929) n'admet qu'une seule espèce présentant des variations de grande amplitude et progressives. Les formes extrêmes seraient auronitens et sinuicauda.

Deux individus de ce groupe d'espèces ont été trouvés dans le trait vertical fin janvier à la station 2.

Sapphirina ovato lanceolata Dana, 1849. Observée une seule fois, début janvier dans le trait vertical de la station 2.

Copilia mirabilis Dana, 1849. ( $\phi$  : 3,3 mm). BJORNBERG (1963) signale cette espèce sur les côtes brésiliennes en de nombreuses stations. Extrêmement rare et très irrégulière, cette espèce est présente aux deux stations, à peu

près toute l'année semble-t-il.

Copilia lata Giesbrecht, 1891. BJORNBERG (1963) mentionne 1 exemplaire dans les eaux chaudes et très salées au large de la côte nord du Brésil. Nous en avons observé quelques individus à la station 2 à 15 m, en mars.

#### CORYCAEIDAE

Les conclusions de DAHL et KLEVENHUSEN concordent et ces auteurs classent ainsi les espèces de Corycaeus dans l'Atlantique sud (in BJORNBERG, 1963)(1).

Espèces côtières

Esoèces subtropicales

Espèces tropicales

C. africanus

C. clausi

C. speciosus

C. giesbrechti

C. flaccus

C. furcifer

C. limbatus

C. gracilis

Sous-genre Corycaeus :

Corycaeus (C.) speciosus Dana, 1849. (mâle : 1,73 mm).

D'après BJORNBERG (1963) c'est un indicateur typique des eaux océaniques tropicales chaudes, quand il est abondant.

C'est le principal représentant du sous-genre. Dans les traits verticaux il est rare ou très rare, un peu plus régulier à la station 2 qu'à la station 1. Dans les traits horizontaux un maximum d'été se dessine nettement; puis l'espèce disparaît complètement en plein hiver et ne revient, progressivement, qu'à partir de fin septembre; un second maximum, de petite saison chaude, s'esquisse alors. Il s'agit donc d'une espèce océanique "chaude".

Corycaeus (C.) clausi F. Dahl, 1894. Plus rare et pratiquement limité au mois de juin (à l'exception des traits verticaux de la station 2), il est un peu plus abondant à la station 2 que près de terre. Il ne semble pas avoir d'affinités pour les eaux froides, mais caractérise peut-être le début de la saison froide.

---

(1) Nous nous contenterons de citer les espèces trouvés à Pointe-Noire.

Sous-genre Agetus :

Corycaeus (A.) limbatus Brady, 1888. Quelques individus ont été observés dans les traits verticaux de la station 2 en grande et petite saisons froides, deux fois seulement (juillet en novembre) à la station 1.

Corycaeus (A.) flaccus Giesbrecht, 1891. Le genre de répartition est le même, l'abondance un peu plus faible.

Sous-genre Urocorycaeus :

Corycaeus (U.) furcifer Claus, 1863. (mâle : 1,27 mm). Régulier dans les traits verticaux au-delà du plateau continental (DESSIER, comm. pers.) il n'apparaît que pendant les saisons froides à la station 2 très discrètement et encore moins souvent à la station 1.

Sous-genre Onychocorycaeus

Les espèces de ce sous-genre sont voisines et leur détermination est malaisée. Nous avons identifié avec certitude une seule espèce, mais il est possible que d'autres n'aient pas été reconnues.

Corycaeus (O.) giesbrechti F. Dahl, 1894. (♀ : 0,96 à 1,05 mm; mâle : 0,86 mm).

Cette espèce est généralement présente au-dessus du plateau et dans les eaux côtières brésiliennes, où elle est habituellement dominante (VERVOORT, 1963). BAINBRIDGE (1960) compte C. giesbrechti au nombre des espèces les plus communes de la côte des Esclaves, il la signale également devant le cap Sierra Leone parmi les espèces les plus importantes (1960 a).

À Pointe-Noire, ce petit Corycaeus, peut passer de rare ou très rare, à fréquent, pouvant atteindre des valeurs considérables : plus de 20.000 en surface, à la station 1 en janvier 67. Présent toute l'année il est donc eurytherme. Néanmoins, dans tous les traits de la station 1, une période d'abondance estivale précède un minimum hivernal, qu'interrupt le pic de fin septembre-octobre; on retrouve des quantités importantes en décembre. À la station 2, les variations sont désordonnées et incohérentes. L'analyse mathématique le situe assez près de l'origine des axes et ne lui accorde qu'un léger caractère estival.

Sous-genre Ditrichocorycaeus :

Corycaeus (D.) africanus F. Dahl, 1894. (♀ : 0,96 mm; mâle : 0,96 mm).

BJORNBERG (1963) signale ce Copépode au large des côtes brésiliennes, dans des eaux aux basses salinités et aux températures élevées, BAINBRIDGE (1960) le trouve dans le delta du Niger.

A Pointe-Noire cette espèce semble également préférer les eaux côtières, mais froides. Elle est présente toute l'année dans les traits verticaux des deux stations, mais en nombre et en proportions supérieures à la station 1 qu'à la station 2. Rare ou très rare en été, elle peut devenir dominante en hiver (début septembre, station 1).

Le maximum d'hiver apparaît brutalement à la station 2, tandis qu'il est progressif à la station 1. Le mois d'octobre est encore riche à la station 1. En novembre une chute amorce le retour aux quantités moyennes d'été.

C'est donc une espèce méritique de saison froide.

Sous-genre Corycella (1) :

Corycaeus (Corycella) gracilis Dana, 1849. Nous avons remarqué à Anno-Bon (BINET et DESSIER 1968 a) que sa présence était en saison froide liée à une certaine hausse de température venant du nord (eaux guinéennes).

Souvent absente à Pointe-Noire, Corycella gracilis peut devenir fréquente. Ses apparitions sont brutales et brèves, plus fréquentes à la station 2 qu'à la station 1, un peu plus régulières à la station 3 (DESSIER, comm. pers.)

BJORNBERG (1963) considère cette espèce comme un bon indicateur des eaux chaudes et salées. Son apparition irrégulière au-dessus du plateau continental pourrait révéler une sorte de pulsion des eaux tropicales.

---

(1) ROSE (1933) hésite sur la nécessité de garder ce sous-genre au sein des Corycaeidae; ses caractères particuliers : abdomen insegmenté, crochet ventral, A 2, pourraient justifier, selon lui, une famille spéciale. Pour plus de simplicité, nous nous en tiendrons à la classification habituelle (F. DAHL, 1912).

## IV.2. TRAITEMENT MATHÉMATIQUE DES DONNÉES

### IV.2.1. Méthodes

Nous avons soumis les résultats des comptages à l'analyse factorielle des correspondances exposées à la fin du chapitre I.

#### IV.2.1.1. Analyses effectuées

On a procédé aux analyses suivantes :

- 1°. Analyse globale regroupant l'ensemble des prélèvements, aux deux stations.
- 2°. Analyses distinctes pour les différentes séries de traits.
  - Traits verticaux.
  - Traits horizontaux de surface.
  - Traits horizontaux de 15 m.

Mais en regroupant chaque fois les deux stations.

Les radiales de début janvier et de février, incomplètes, ne sont pas intervenues dans les analyses, lesquelles portent donc sur 13 radiales seulement.

La première analyse est évidemment sujette à contestation. De quel droit assimiler les traits verticaux et les traits horizontaux. Les conditions d'échantillonnage sont très différentes, le volume d'eau filtré est très supérieur dans les traits horizontaux.

On sait que la répartition verticale du plancton n'est pas quelconque et qu'un trait horizontal n'échantillonne qu'une seule population, tandis qu'un trait vertical en échantillonne plusieurs. Par contre, on pouvait supposer que la multiplicité des conditions de prélèvement donnerait plus de sens aux axes de l'analyse et faciliterait leur interprétation.

La comparaison de "profils" et non de valeurs isolées (cf. I.4.4.) atténue les écarts dus aux différences de volume filtré. Cependant, les résultats sont confus et n'ont pas été interprétés.

Les analyses suivantes se justifient plus aisément : on a cherché, pour les deux stations, ce qui, tout au long de l'année, les distinguait ou les rapprochait, dans des conditions d'échantillonnage semblables. Les traits verticaux des deux stations n'ont pas filtré le même volume d'eau, ce n'est qu'une objection mineure (cf. ci-dessus); on peut aussi considérer que nous comparons le plancton d'une même surface de l'océan (l'ouverture du filet).

#### IV.2.1.2. Mode d'interprétation

Les groupements naturels d'espèces et de récoltes ont été recherchés sur le plan des axes 1 et 2, qui contiennent le plus d'information, et sur celui des axes 2 et 3, afin de faire intervenir l'axe 3 sans que les points soient écrasés sur le second axe définissant le plan (comme ce serait le cas dans le plan des axes 1 et 3).

Les analyses ont été faites par espèces et par prélèvement. Or, pour une même analyse et un même couple d'axes, nous savons qu'à une homothétie près, les graphiques des prélèvements et ceux des espèces sont superposables.

L'interprétation des graphiques issus de l'ordinateur s'est faite en plusieurs temps :

- Réunion des prélèvements, puis des espèces selon leur proximité et dans les deux plans choisis.
- Interprétation des axes.
- Comparaison des analyses par espèces et par récoltes.

La première démarche consistait à réunir sous une même enveloppe les points représentatifs des pêches; il fallait tenir compte : de leur proximité, de leur caractère saisonnier (nous avons tâché de ne pas masquer les saisons hydrologiques) et enfin, cette première analyse ayant lieu dans le plan des axes 1 et 2, vérifier que ces groupes existaient également dans le plan des axes 2 et 3.

Le même travail est à recommencer pour les espèces (1). Toutefois, sachant que les graphiques sont superposables, nous avons essayé de délimiter des "groupes" de Copépodes correspondant aux "groupes" de prélèvements (2).

#### IV.2.2. Analyse des récoltes

Nous allons rapidement passer en revue les groupements de récoltes des différents types de pêche (3).

- 
- (1) Un certain nombre de pêches ou d'espèces ne trouvent pas place à l'intérieur de ces groupes; la présence ou l'abondance, dans une seule récolte, d'une espèce habituellement rare peut "fausser" l'analyse (cf. IV.2.5.).
  - (2) Parfois des "sous-groupes" apparaissent au sein de "groupes" plus vastes. Ces "sous-groupes" sont entourés d'un trait en tireté sur les graphiques; les "groupes", d'un trait continu. Un trait en tireté relie des groupes ayant certaines affinités.
  - (3) On emploiera les expressions G.S.C. et G.S.F. pour grande saison chaude et grande saison froide, P.S.C. et P.S.F. pour petite saison chaude et petite saison froide.

#### IV.2.2.1. Pêches verticales (fig. 38 et 39)

- Groupe de G.S.F. (fin juin, juillet, début septembre, aux deux stations) dont on peut rapprocher le trait de décembre de la station 2.  
Cet ensemble qui regroupe les 2 stations dans le premier plan de l'analyse (axes 1 et 2) est disjoint dans le second plan (axes 2 et 3) en deux sous-ensembles correspondant chacun à une station.
- Groupe de G.S.C., relativement néritique, réunit les récoltes de la G.S.C. à la station 1 et celle de janvier 68 à la station 2.
- Groupe de début de G.S.C. et de P.S.C. à la station 2.
- Groupe de fin de G.S.C. à la station 2.
- Groupe de début de G.S.F. et de P.S.F. (station 1).
- Groupe de début de G.S.F. et de P.S.F. (station 2).
- Groupe de P.S.C. à la station 1.

#### IV.2.2.2. Pêches à 15 mètres (fig. 42 et 43).

- Groupe de G.S.F., à l'intérieur duquel on distingue 2 sous- groupes :  
début de saison froide (fin juin, juillet),  
fin de saison froide (début septembre).  
Le trait de fin novembre de la station 2 se rattache à cet ensemble.
- Groupe côtier de saison chaude, dans lequel on distingue :  
un sous-groupe propre à la station 1 (janvier, mai),  
un sous-groupe commun aux 2 stations (mars station 1, janvier et octobre station 2).
- Groupe de G.S.C. à la station 2.
- Groupe de début de G.S.F. et de P.S.F. (station 1), auquel se rattache la récolte de début novembre à la station 2.
- Groupe de P.S.C. et du mois de décembre à la station 1.
- Groupe de fin septembre et décembre à la station 2.

#### IV.2.2.3. Pêches de surface (fig. 46 et 47)

La répartition des points-récoltes est sensiblement différente des 2 cas précédents :



- Groupe de G.S.F. (station 1, début septembre; station 2, juillet et début septembre).
- Groupe de début et fin de G.S.F. et de P.S.F., principalement côtier.
- Groupe de début de G.S.C. (stations 1 et 2).
- Groupe de début de G.S.C. et de P.S.C. (station 2).
- Groupe hétérogène (mars station 1, P.S.C. station 1, décembre aux 2 stations) axé sur la saison chaude, relativement côtier.

Pour tous les traits, les saisons de caractère thermohalin opposé sont dissociées; les "petites" saisons ont des affinités avec les début ou fin de "grande" saison, même si la transition hydrologique entre saisons est rapide.

#### IV.2.3. Interprétation des axes

Les graphiques des espèces et ceux des récoltes étant superposables à une homothétie près, les axes ont la même valeur dans les deux types d'analyses. L'interprétation la plus facile est celle qui résulte des associations de récoltes. En effet, pour chacune les facteurs physiques (température, salinité, profondeur, éloignement de la côte), sont connus. Par comparaison entre la distribution des associations et celle des facteurs ambiants, nous tâcherons de découvrir la signification écologique de ces axes (il serait en fait plus rigoureux de rechercher ces significations en calculant les corrélations entre axes et facteurs physico-chimiques).

L'interprétation de chaque axe n'est évidemment pas "simple", en ce sens qu'un axe ne représente pas un seul facteur, mais plusieurs, en proportions variables et selon des lois différentes. Certains facteurs peuvent totalement nous échapper.

Une interprétation des axes uniquement par les espèces serait plus délicate, elle traduirait des affinités biologiques plus subtiles, mais moins faciles à saisir.

C'est l'analyse des traits verticaux qui donne les résultats les plus clairs. L'analyse par prélèvement regroupe les échantillons en distinguant

les saisons les unes des autres, pour chaque station.

Cette analyse suggère les hypothèses suivantes sur la signification des axes :

- Axe 1 : Des eaux froides et salées vers les eaux chaudes et moins salées.
- Axe 2 : De la tendance océanique et hivernale vers la tendance néritique et estivale.
- Axe 3 : De la tendance néritique et hivernale vers la tendance océanique et estivale.

Nous retrouvons cette signification, un peu moins nette, dans l'analyse des traits à 15 m, mais nous ne la retrouvons pas du tout dans celle des traits de surface (sauf, à la rigueur, pour le premier axe).

#### IV.2.4. Essai de définition des populations saisonnières

Dans nos prélèvements, le facteur thermohalin semble peser bien plus sur la répartition des espèces que l'éloignement de la côte. Les variations de température étant les plus faciles à mesurer et à suivre, et par ailleurs étant liées aux variations de salinité, nous tenterons de définir les communautés liées aux grandes saisons thermohalines en précisant éventuellement la station à laquelle se rattache la communauté.

La démarche inverse (séparer les espèces d'abord entre les 2 stations puis pour chaque station en communautés saisonnières) ne se justifierait pas d'après les résultats de l'analyse. Le gradient thermohalin au cours de l'année est beaucoup plus important pour les prélèvements que le gradient néritique de la station 2 à la station 1.

Les résultats de l'analyse factorielle des correspondances ont permis cette classification des espèces en communautés, cependant ils ne tiennent pas compte du caractère incertain des données concernant les espèces rares; d'autre part, la plus grande densité de prélèvements pendant le second semestre fausse un peu le groupement des récoltes en accordant une importance disproportionnée aux "petites saisons".

D'autre part, les limites des communautés spécifiques sont plus ou moins factices, puisque différentes d'un type de récolte à l'autre.

Nous n'emploierons donc pas le terme de "communauté" trop précis, mais celui de "groupe", pour définir les ensembles dégagés par l'analyse.

Nous nous contenterons de citer les "groupes" correspondant aux "grandes" saisons, pour les traits verticaux et ceux de 15 m. L'analyse des traits de surface ne dégageant pas les variations hydrologiques, il était inutile de citer les espèces des différents groupes (voir fig. 40-41, 44-45

et 48-49).

Nous préciserons au début de chaque paragraphe la position de la population par rapport aux axes, et le sens dans lequel nous suivrons les axes en citant les espèces. La position sur le premier axe prime celle sur le second. Le sens de lecture choisi sur les axes doit être tel que les espèces les plus caractéristiques du groupe doivent être citées les premières.

#### IV.2.4.1. Analyse des traits verticaux

##### IV.2.4.1.1. Groupe de grande saison froide .....

Ce groupe correspond aux récoltes de fin juin, juillet et début septembre aux 2 stations, ainsi qu'à celle de décembre à la station 2. Les axes 2 et 3 permettent de séparer les stations; pour chacune, nous trouverons 2 sous-groupes distincts.

Axe 1 négatif, croissant;  
Axe 2 négatif, croissant.

##### Station 2 :

*Calanoides carinatus*  
*Sapphirina nigromaculata*  
*Oncaea mediterranea* f. *major*  
*Eucalanus crassus*

*Scolecithricella tenuipes*  
*Euchirella pulchra*  
*Aetideopsis* sp.  
*Scolecithricella abyssalis*  
*Euaetideus giesbrechti*  
*Paracandacia simplex*  
*Eucalanus monachus*  
*Temoropia mayumbaensis*

##### Station 1 :

*Haloptilus* sp.  
*Ctenocalanus vanus*

*Euterpina scutifrons*  
*Sapphirina metallina*  
*Lubbockia squillimana*  
*Lucicutia flavicornis*  
*Calocalanus contractus*  
*Centropages bradyi*

*Scolecithricella tenuiserrata* ?

IV.2.4.1.2. Groupe de grande saison chaude  
.....

La séparation des 2 stations se fait sur le premier plan de l'analyse (axes 1 et 2). Sous le titre : "station 1", nous citerons les espèces correspondant aux prélèvements suivants : janvier 67, mars et mai pour la station 1, janvier 68 pour les deux stations. Sous le titre : "station 2", nous mentionnerons les espèces correspondant aux récoltes de janvier 67 et octobre ainsi qu'à celles de mars et mai à la station 2.

Station 1 :      Axe 1 positif, décroissant;  
                  Axe 2 positif, décroissant.

*Centropages furcatus*  
*Pontellopsis brevis*  
*Centropages chierchiae*  
*Corycaeus giesbrechti*  
*Eucalanus pileatus*

*Candacia pachydactyla*  
*Pleuromamma abdominalis* f. *edentata*  
*Arietillus aculeatus*  
*Undinula vulgaris*  
*Macrosetella gracilis*  
*Pontellina plumata*  
*Corycaeus gracilis*  
*Paracalanus aculeatus*  
*Ischnocalanus plumulosus*  
*Oncaea media*  
*Oncaea venusta* f. *minor*

Station 2 :      Axe 1 positif, décroissant;  
                  Axe 2 négatif, croissant.

Janvier 67, octobre :    *Labidocera acutifrons*  
                          *Copilia mirabilis*  
                          *Candacia bipinnata*  
                          *Acartia danae*  
                          *Clausocalanus furcatus*

Mars, mai :              *Euchaeta marina*  
                          *Eucalanus subtenuis*  
                          *Rhincalanus cornutus*  
                          *Corycaeus clausi*

#### IV.2.4.2. Analyse des traits de 15 m

##### IV.2.4.2.1. Groupe de grande saison froide .....

Les stations ne sont pas distinctes, mais on distingue un sous-groupe de début de saison d'un autre de fin de saison.

Axe 1 négatif, croissant;  
Axe 2 négatif, croissant.

Début septembre :           Corycaeus africanus  
                                  Oncaea conifera  
                                  Lucicutia gaussoi  
                                  Candacia curta  
  
                                  Calanoides carinatus  
                                  Eucalanus crassus  
                                  Eucalanus monachus  
                                  Oncaea mediterranea f. major

Fin juin, juillet :       Haloptilus acutifrons et H. oxycephalus  
                                  Candacia bipinnata  
                                  Undinopsis bradyi  
                                  Scolecithrix bradyi  
                                  Euchaeta gracilis  
                                  Scaphocalanus sp.  
                                  Paiivella inacise

##### IV.2.4.2.2. Groupe de grande saison chaude .....

La situation n'est pas sans analogie avec ce qui vient d'être signalé pour les traits verticaux de saison chaude.

Station 1 et station 2 en début de G.S.C. et en P.S.C. :

Les espèces ci-dessous correspondent, pour la station 1 : aux traits de janvier 67, mars, mai et janvier 68; pour la station 2 aux traits de janvier 67 et 68 et à celui d'octobre.

Axe 1 positif, décroissant;  
Axe 2 positif, décroissant.

Labidocera acutifrons  
Undinula vulgaris  
Candacia pachydactyla  
Pontellina plumata  
Acrocalanus longicornis

Clausocalanus furcatus  
Oncaea media  
Paracalanus aculeatus

Centropages furcatus  
Eucalanus pileatus

Copilia mirabilis  
Corycaeus giesbrechti

Ces 2 dernières espèces n'ont pas d'affinités très tranchées (proximité de l'origine).

Station 2 : mars et mai.

Axe 1 positif, décroissant  
Axe 2 négatif, croissant

Euchaeta marina  
Ctenocalanus vanus  
Lucicutia curta  
Eucalanus subtenuis

D'une analyse à l'autre, nous retrouvons un certain nombre d'espèces correspondant aux mêmes saisons, mais c'est loin d'être le cas pour beaucoup d'espèces. Ctenocalanus vanus fait même partie d'un groupement de saison froide pour les traits verticaux et d'un groupement de saison chaude pour les traits de 15 m; Candacia bipinnata est dans une situation analogue.

#### IV.2.4.3. Espèces caractéristiques des grandes saisons thermiques

Un certain nombre d'espèces importantes : Euchaeta paraconcinna, Sapphirina nigromaculata, Temora turbinata, T. stylifera, Corycaeus africanus, Corycaeus gracilis, sont difficiles ou impossibles à introduire dans les ensembles précédents.

En effet, si certaines espèces font preuve d'une préférence saisonnière, leur abondance, même en dehors des périodes de prédilection, reste élevée par rapport à la plupart des espèces. Elles paraissent, à travers l'analyse, moins "typiques" que des espèces plus rares.

Une transformation logarithmique, ou mieux, une transformation en  $\log^2$  eut sans doute atténué ce défaut de l'analyse.

Euchaeta paraconcinna et Sapphirina nigromaculata sont, en général, proches des ensembles de saison chaude, pour la première, de saison froide, pour la seconde, dans le plan des axes 1 et 2; mais elles s'en éloignent dans le plan des axes 2 et 3, si bien que nous n'avons pu les citer dans les paragraphes précédents.

On a vu qu'un petit nombre d'espèces était commun aux "groupes" saisonniers des traits verticaux et des traits de 15 m. Nous ne retiendrons comme caractéristiques des deux principales saisons, que les espèces considérées comme telles dans les deux types de récolte.

Dire qu'une espèce est caractéristique d'une saison en une station ne signifie pas obligatoirement qu'il s'agit du lieu où elle se développe le mieux pendant cette saison, mais que sa présence caractérise cette saison en cette station.

Exemple : Undinula vulgaris est plus abondante à la seconde qu'à la première station, en saison chaude; mais elle disparaît de la station 1 en P.S.F. tandis qu'elle se maintient à la station 2.

#### Grande saison froide

L'analyse a révélé qu'il n'y avait qu'une différence minime entre les stations pour cette période de l'année. On sait que l'avancée des eaux froides ne se fait pas tant perpendiculairement à la côte - upwellings exceptés - que parallèlement, en provenance du sud. Ceci explique qu'un gradient néritique n'ait pu s'installer.

Calanoides carinatus est certainement le meilleur indicateur de la saison froide. Son apparition dans les traits horizontaux, qui suit de près celle dans les traits verticaux, marque le début de la saison froide. De même, son départ en marque le terme.

Eucalanus crassus, Eucalanus monachus, Oncaea mediterranea f. major sont un peu moins typiques et supportent un peu moins bien la proximité de la côte.

Avec les restrictions formulées ci-dessus, nous ajouterons à cette liste Sapphirina nigromaculata. Elle supporte des températures supérieures à 24°C, sa présence seule n'est donc pas un critère de saison froide; il faut aussi tenir compte de son abondance. C'est en effet en saison froide que les plus grandes quantités de S. nigromaculata ont été récoltées, indiquant ainsi l'optimum thermique de l'espèce.

## Grande saison chaude

Le retour des eaux guinéennes et tropicales, les échanges possibles avec le large, mais en même temps des conditions plus stables favorisent une relative diversification de la faune estivale (le nombre d'espèces que nous allons citer en est une preuve).

L'analyse nous incite à définir un groupe à la station 1, un autre à la station 2 (sans qu'il existe de barrière entre les deux : un simple examen des données ne met pas en évidence ces ensembles); nous citerons aussi quelques espèces caractéristiques de la saison chaude mais que l'analyse attribue à l'une ou à l'autre station suivant le type de récolte.

a. Station 1 : Undinula vulgaris (1), si elle n'est jamais abondante, est sans doute l'espèce la plus sténotherme de saison chaude. Elle disparaît début juin et ne revient que fin septembre.

Eucalanus pileatus, Paracalanus aculeatus et Centropages furcatus n'ont pas d'exigences thermiques absolues, mais leur abondance est un des caractères de la saison chaude.

Mentionnons aussi Pontellina plumata (1) et Oncaea media (1). Enfin Corycaeus giesbrechti; bien que présent toute l'année aux deux stations, son abondance diminue considérablement pendant la saison froide à la station 1.

Par contre Candacia pachyactyla, que les analyses des traits de 15 m et des traits verticaux situent dans le groupe côtier de saison chaude n'est pas assez bien représenté dans nos récoltes pour être cité parmi les espèces caractéristiques.

b. Station 2 : Euchaeta marina avec des effectifs relativement modestes (au maximum 2 400 dans un trait à 15 m) caractérise assez bien grande et petite saisons chaudes à la station 2; il en est de même d'Eucalanus subtenuis dont les effectifs sont voisins.

---

(1) Nous renouvelons notre mise en garde; cette espèce est en réalité plus abondante à la station 2 qu'à la station 1, mais sa présence n'y caractérise pas aussi précisément la saison chaude.



c. Espèces placées par les analyses à l'une ou l'autre des stations : Clausocalanus furcatus très abondante aux 2 stations, au contraire de Labidocera acutifrons presque absente de la station 1 et très rare à la station 2, et de Copilia mirabilis très rare également mais un peu mieux représentée à la station 1 qu'à la station 2.

Cette conclusion serait incomplète sans les remarques suivantes.

Nous avons à Nosy-Bé défini des populations de zone néritique interne, externe et de zone pélagique. Grossièrement, on peut dire que les populations hauturières avançaient à la côte en période fraîche et qu'inversement les populations côtières s'étendaient au large en saison chaude.

Notre zone d'observation près de Pointe-Noire n'est pas assez étendue pour une telle étude, et nous ferons appel aux observations de DESSIER pour les compléter. On constate en effet un mouvement semblable pour la plupart des espèces. Mais il y a deux sortes d'exceptions : les espèces côtières à préférence hivernale : Dicixis hibernica, Pseudodiantonus serricaudatus - et les espèces océaniques dont l'avancée vers la côte se fait plutôt en saison chaude : Acartia danae, Pontellina plumata, Oncaea media et Corycella gracilis.

Ceci s'explique sans doute par le fait que les eaux froides du Benguela envahissent toute la région jusqu'au large, chassant les eaux superficielles chaudes et leur faune. Les dernières espèces citées seraient donc les plus caractéristiques des eaux tropicales ou des eaux guinéennes.

La plupart des espèces qui nous semblent "froides" et océaniques n'ont pas d'exigence thermique aussi stricte ou bien restent dans les couches subsuperficielles en saison chaude, d'où les upwellings les amènent à la côte en hiver.

#### IV.2.5. Remarques sur l'interprétation

Nous avons pu réunir en "ensembles" les récoltes plus facilement que les espèces; en effet chaque récolte dépendait d'une centaine de paramètres (les espèces), tandis que chaque espèce ne dépendait que de 13 paramètres (les récoltes); les variations d'un paramètre sur 13 sont plus sensibles que

celles d'un paramètre sur 100.

Les espèces sont plus dispersées que les récoltes sur les diagrammes, tandis que la majorité des récoltes se regroupe en ensembles saisonniers et selon leur station d'origine.

Certaines pêches, cependant, restent isolées. La superposition des analyses par récoltes et par espèces en explique souvent la cause.

Par exemple, dans l'analyse des traits de 15 m, la pêche de début juin à la station 2 n'a aucun rapport avec le groupe de saison froide, pas même avec celui d'intersaison; elle est par contre proche du trait de mai à la station 2. En superposant les deux graphiques (analyse par trait, analyse par récolte, pour les traits de 15 m), on s'aperçoit que la position de cette pêche est proche de celle d'Ischnocalanus plumulosus. L'examen des données confirme en effet qu'à 15 m, c'est début juin à la station 2 que la quantité maximale de ce copépode a été capturée (130 individus contre 60 en mars et 2 en novembre).

Dans la même série de traits, la position de la récolte de janvier est "faussée" par l'abondance de Macrosctella gracilis.

Plus intéressante nous paraît la position des traits de 15 m de fin septembre, octobre, décembre, à la station 1. Ce sont les seuls du quadrant défini par des valeurs négatives sur l'axe 1 et positives sur l'axe 2; il faut les comparer à la position de Temora turbinata, capturé en grand nombre dans ces pêches. On peut faire les mêmes observations au sujet des pêches verticales de la station de fin septembre et d'octobre.

#### IV.3. REMARQUES SUR LE SEX-RATIO ET LE POURCENTAGE DE COPEPODITES CHEZ QUELQUES ESPECES

Dans la mesure où cela ne retardait pas trop le comptage, nous avons essayé de séparer, pour les espèces où cela était facile, les deux sexes et les formes juvéniles (stades copépodites seulement, les nauplii ne sont presque jamais retenus par le filet).

Pour beaucoup d'espèces, la distinction des derniers stades copépodites de l'adulte aurait nécessité une mesure au micromètre, qui, faute de temps a dû être abandonnée. Enfin, lorsque l'espèce est particulièrement rare, des calculs précis n'auraient rien signifié.

Nous avons tenté de décrire la situation pour les principales espèces. Notre dessein était de voir s'il existait des variations saisonnières du sex-ratio et du pourcentage de jeunes par rapport aux adultes, signalant des périodes de reproduction. Bien souvent, cet espoir a été déçu, faute de prélèvements assez rapprochés ou parce que la reproduction a lieu toute l'année.

L'intérêt des valeurs citées (1) sera plutôt de fournir un élément de comparaison pour des études ultérieures.

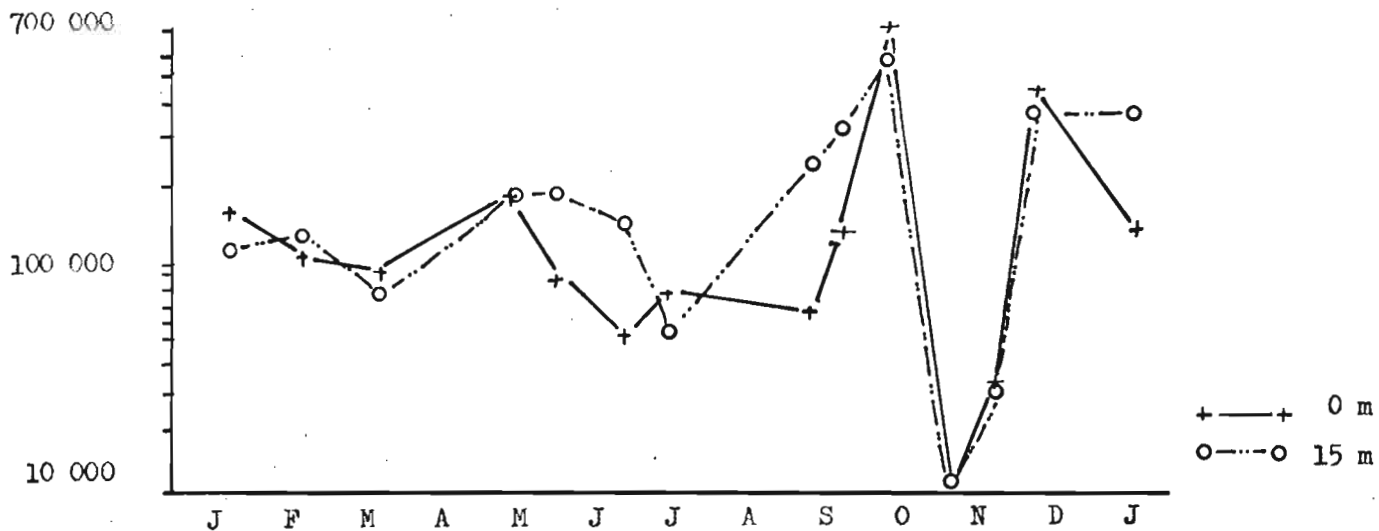
Nous ne ferons, ici, que traduire quelques-unes des remarques que nous ont inspiré ces calculs :

- La supériorité numérique des femelles sur les mâles n'est pas générale, mais très courante.
- Dans certains cas (Scolecithricella ctenopus, Centropages furcatus), il semble que le nombre de mâles diminue hors de l'aire de répartition maximale de l'espèce.
- Pour Nannocalanus minor, Lucicutia flavicornis, L. clausi l'augmentation relative du nombre de mâles paraît liée à la période de reproduction (maximum de juvéniles).

En général, la période de reproduction la plus intense (maximum de copépodites) semble coïncider avec le maximum de l'espèce. La reproduction aurait bien lieu pendant la saison où les exigences de l'espèce sont au mieux satisfaites.

---

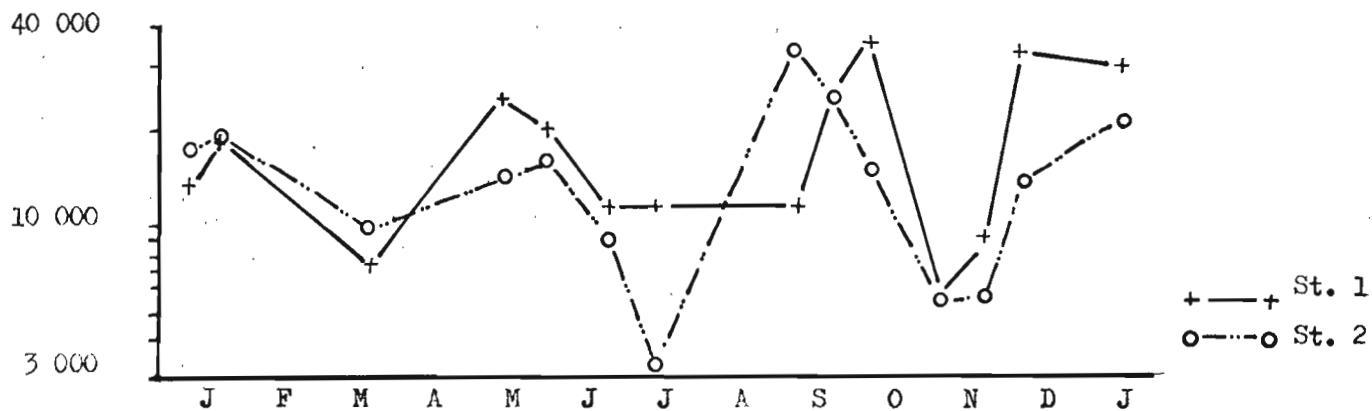
(1) Voir en annexe I le détail des résultats.



Station 1 : traits horizontaux



Station 2 : traits horizontaux



Stations 1 et 2 : traits verticaux

FIG. 36 - Copépodes (total)

## V. REMARQUES ECOLOGIQUES GENERALES

### V.1. RAPPEL DES CONCLUSIONS PRECEDENTES

#### V.1.1. Hydrologie

Rappelons brièvement l'évolution des phénomènes : en grande saison chaude, de janvier à mai, des eaux chaudes légèrement dessalées occupent la surface, une thermocline plus ou moins nette les sépare des eaux sous-jacentes; fin mai des eaux froides et dessalées venant du sud envahissent la région et remplacent les eaux guinéennes, des upwellings peuvent se produire pendant toute la grande saison froide.

Fin septembre, cet état cesse et les eaux guinéennes s'étendent à nouveau sur la région : c'est la petite saison chaude. Le passage d'une masse d'eau à l'autre n'est pas progressif, mais le front séparant les masses d'eaux subit un certain nombre d'oscillations. Le front remonte ensuite et nous assistons à une petite saison froide (peu nette en 1967) qui précède le rétablissement de la grande saison chaude.

Les deux "petites" saisons ont des "intensités" plus faibles que les "grandes" saisons et ne sont pas aussi bien caractérisées.

#### V.1.2. Zooplancton

Nous avons tenté de décrire les variations saisonnières du zooplancton au cours d'une année. Notre approche des phénomènes a été différente selon que nous nous intéressions aux Copépodes ou aux autres taxons; nos conclusions s'en ressentiront.

Nous nous sommes bornés à suivre les variations des taxons les plus importants, d'une manière globale (Copépodes exceptés). Ceci nous a néanmoins permis de constater des variations saisonnières chez les taxons méroplanctoniques (ou dont la plupart des espèces sont méroplanctoniques); tandis que les groupes holoplanctoniques présentaient assez peu de variations saisonnières.

Pour les animaux méroplanctoniques, le passage de l'état benthique à l'état pélagique est lié au cycle biologique : phénomènes de reproduction (Annélides), phase larvaire (Cypris de Cirripèdes, Véligères de Mollusques).

On conçoit que les variations quantitatives du méroplancton soient conditionnées par des facteurs saisonniers; tous les phénomènes liés à la reproduction sont délicats et exigent pour être réalisés les conditions optimales (thermiques entre autres) de chaque espèce.

La saison chaude voit le développement des larves de Décapodes, l'abondance des Mysidacés, tandis qu'en grande saison froide les Cypris et les Vélières de Lamellibranches les remplacent.

Chez certains taxons holoplanctoniques, la succession des saisons s'est traduite par des variations d'abondance (maximum des Doliolés en grande saison froide); chez d'autres, pour lesquels une analyse spécifique avait été menée, c'est par une variation de la diversité que la suite des saisons était marquée (espèces de Chaetognathes plus nombreuses en saison froide). Pour Lucifer faxonii, nous avons cru observer deux populations : l'une, plus ou moins sédentaire, se multipliant en saison chaude; l'autre accompagnant les mouvements du front hydrologique.

### V.1.3. Copépodes

Nous n'avons vraiment pu établir un parallèle entre saisons thermohalines et zooplancton que pour les Copépodes. Les maximums d'abondance de chaque espèce, la succession des principales espèces traduisent les variations hydrologiques.

La grande saison chaude est une période d'abondance pour beaucoup d'espèces dont les plus importantes et les plus caractéristiques sont : Undinula vulgaris, Eucalanus pileatus, E. subtenuis, Paracalanus aculeatus, Clausocalanus furcatus, Euchaeta paraconcinna, E. marina, Centropages furcatus.

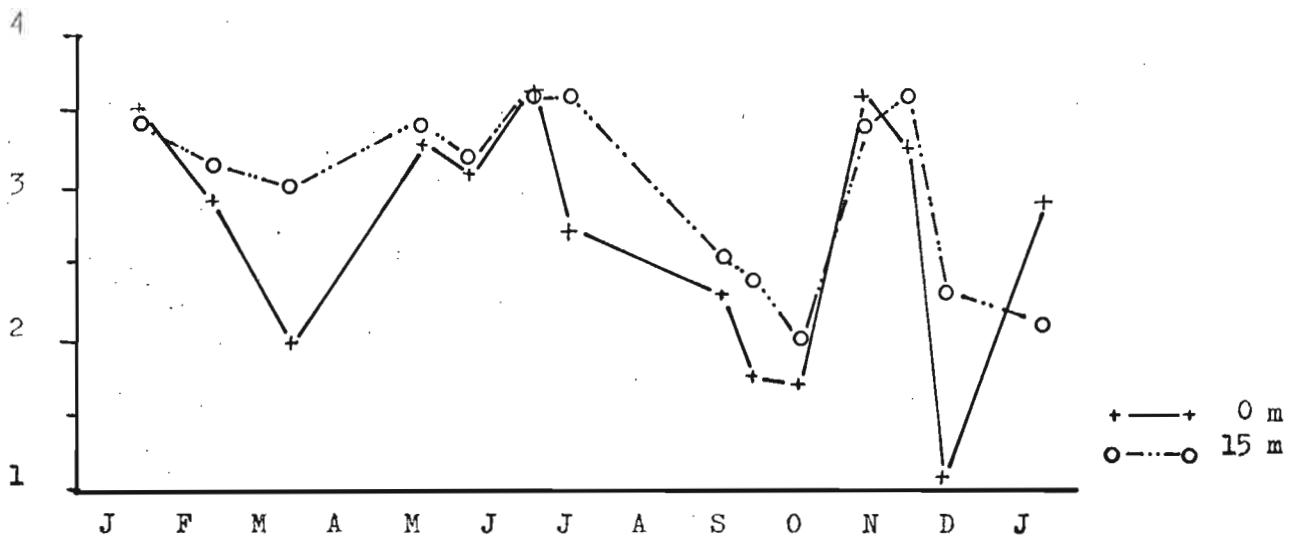
Avec le passage du front et l'arrivée des eaux froides, cette communauté laisse place à d'autres espèces dont : Calanoides carinatus, Eucalanus crassus, E. monachus, Oncaea mediterranea f. major, Sapphirina nigromaculata, Corycaeus africanus sont les plus abondants et les plus caractéristiques. La fin de la grande saison froide est marquée par les grandes quantités de Temora turbinata et d'Oncaea venusta à la station 1.

La communauté de saison froide perd de son importance en petite saison chaude, tandis que la communauté de saison chaude réapparaît.

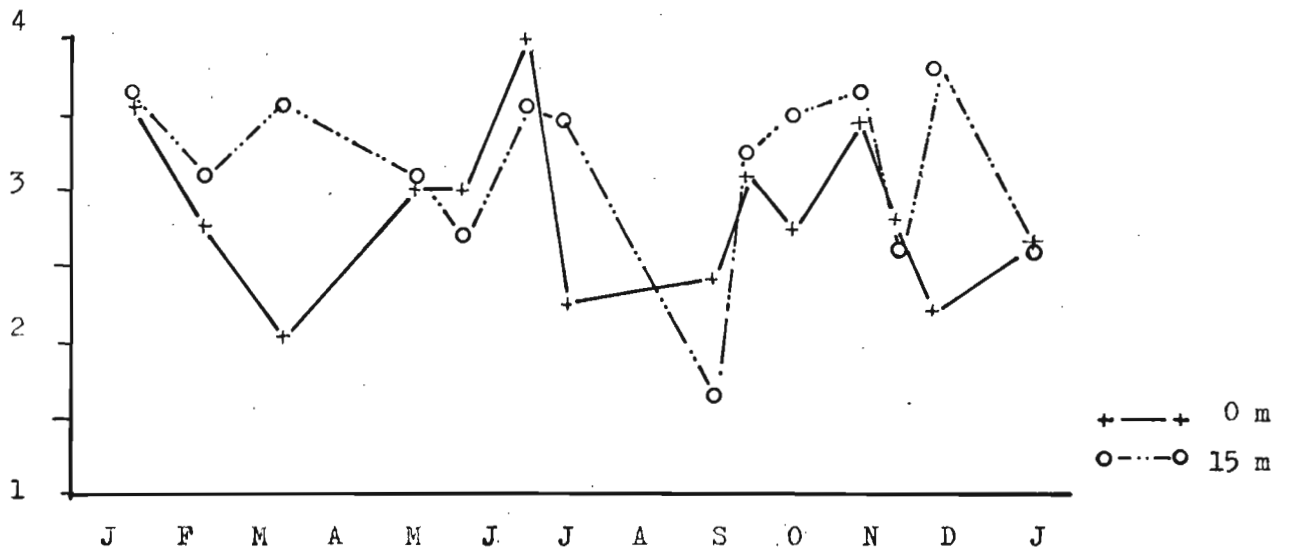
En novembre, la situation hydrologique est confuse; la petite saison froide sera plutôt une longue période de transition préluant au retour des eaux chaudes. Les espèces généralement abondantes sont habituellement rares. Décembre voit réapparaître d'importantes quantités de Temora turbinata (en surface et à 15 m à la station 1, en surface surtout à la station 2); on trouve encore les espèces de saison froide et déjà celles de saison chaude.

Néanmoins, ces communautés ne sont pas totalement séparées; un même prélèvement peut contenir des espèces des deux communautés citées; ceci prouve la polyvalence des Copépodes pélagiques, au moins dans les limites de notre étude.

Nous n'avons pas seulement fait appel à l'analyse factorielle des correspondances pour dégager ces communautés, mais aussi aux données "standards". On a vu que le sens des "groupes" dégagés par l'analyse était très limité.



Station 1 : traits horizontaux



Station 2 : traits horizontaux

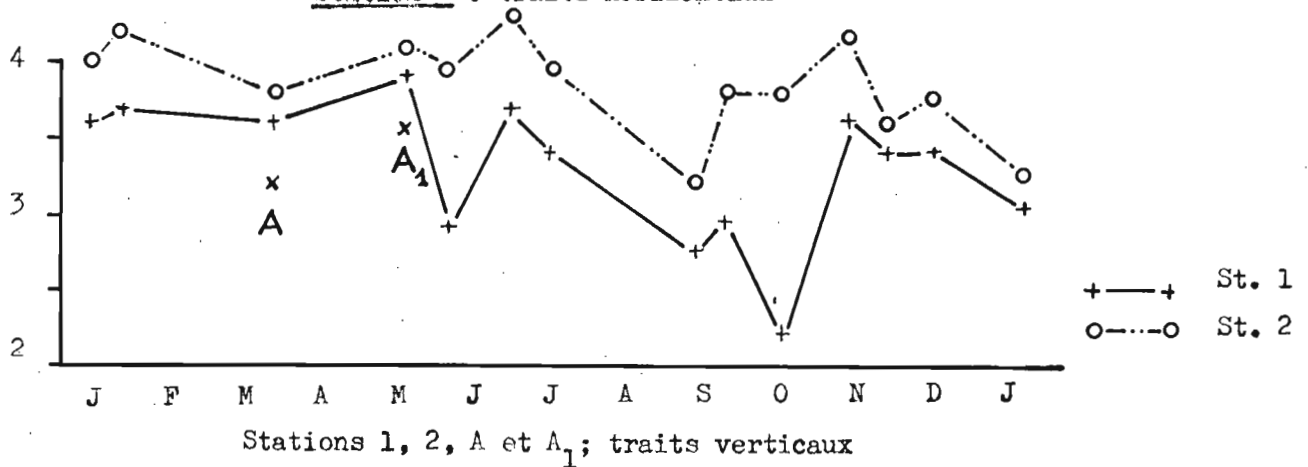


FIG. 37 - Variations de l'Indice de diversité des Copépodes au cours de l'année 1967

## V.2. INDICE DE DIVERSITE (fig. 37)

Cet indice I a seulement été calculé pour les Copépodes. Ses variations extrêmes sont (en valeur absolue): 1,10 (0m, décembre, station 1) à 4,3 (fin juin, trait vertical, station 2). On constate des variations systématiques de l'indice :

a. avec la profondeur : En règle générale, I augmente avec la profondeur ( $I_{\text{vertical}}$  supérieur à  $I_{15\text{m}}$ , lui-même supérieur à  $I_{0\text{m}}$ ). Ceci se conçoit car les conditions de surface sont toujours plus rigoureuses que celles de subsurface, qui permettent l'installation de davantage d'espèces. Le trait vertical connaît un indice élevé pour des raisons semblables et parce qu'il échantillonne plusieurs populations.

b. avec la proximité de la côte : L'indice est également plus élevé à la seconde station qu'à la première, où il est supérieur (pour les traits correspondants) aux indices des stations A et A1; mais le gradient de diversité décroissante du large vers la côte n'est vraiment net que dans le cas des traits verticaux.

c. avec la saison : Pendant la grande saison chaude I est élevé, il diminue en surface au cours de la saison, mais augmente à l'approche du front (mai). Les valeurs élevées de début de saison froide baissent jusqu'en septembre. Fin septembre et octobre sont marqués par des valeurs faibles à la station 1, supérieures à la station 2. Novembre est partout signalé par un maximum.

On sait que l'augmentation de l'indice de diversité caractérise un "vieillissement" des populations (MARGALEF, 1961). Il ne semble pas que les populations zooplanctoniques de la région de Pointe-Noire (dans la mesure où l'on peut parler de populations pour des ensembles aussi fréquemment renouvelés et mélangés), aient la possibilité de "vieillir".

Par contre, l'indice de diversité augmente en début de saison froide (juin), indiquant un mélange de populations; puis les conditions favorisent la croissance plus rapide de certaines espèces d'où la diminution de l'indice jusqu'en début de petite saison chaude. La diversité est très basse, ce qui



est à rapprocher de la dominance de Temora turbinata dans les récoltes de fin de grande saison froide et de petite saison chaude, à la station 1.

Les récoltes de novembre sont très pauvres, mais aussi très hétérogènes, ce qui explique l'augmentation brutale de la diversité observée à la station 1. La chute de décembre, à la station 1, est encore à rapprocher du développement de T. turbinata.

Nous pouvons également émettre quelques hypothèses sur les relations entre niveau trophique et diversité. La grande saison chaude est relativement pauvre en phytoplancton, ce qui ne favorise pas une poussée brutale du zooplancton mais autorise une certaine diversité. Le phytoplancton se développe en grande saison froide et corrélativement le nombre de Copépodes augmente et la diversité diminue jusqu'en petite saison chaude (octobre).

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 :

1°. à la dessalure (eau fluviale sans doute) : L'indice de diversité en surface est très inférieur à l'indice à 15 m, en mars, pour les deux stations (Cf. fig. 37); la salinité superficielle est alors 30,4 ‰ à la station 1 et 30,0 ‰ à la station 2.

2°. à une température élevée : l'indice de surface est très inférieur à l'indice à 15 m, en décembre, pour les deux stations, alors que la température de surface est très supérieure à celle qui règne à 15 m (26,3 et 21,5°C à la station 1; 26,8 et 22,4°C à la station 2).

Dans ces deux exemples, les conditions superficielles extrêmement différentes des conditions sous-jacentes jouent le rôle d'un filtre qui ne laisse passer que les espèces les plus résistantes, d'où chute de la diversité.

De même que les courbes des variations de l'indice de diversité (1) sont sensiblement parallèles, à l'exception du point représentant le prélèvement d'octobre à la station 1, l'évolution des températures sur le fond est sensi-

(1) des traits verticaux des deux stations.

blement parallèle pour les deux stations. La température n'est que légèrement plus élevée sur le fond de la station 1, à quelques exceptions près, dont celle du mois d'octobre où la différence de température est importante (24° station 1, 19,3° station 2).

Température plus élevée à la station 1, plus grande proximité de la côte, sont deux facteurs limitant le nombre d'espèces d'un trait vertical de la station 1 par rapport à un trait équivalent à la station 2 et par conséquent diminuant aussi la diversité.

On note une relation inverse entre nombre de Copépodes et indice de diversité, à la station 1, entre septembre et novembre uniquement.

### V.3. CARACTERE SAISONNIER, CARACTERE COTIER

Le regroupement de certains prélèvements par l'analyse a démontré - mathématiquement - que des "saisons écologiques" coïncidaient en partie avec les saisons hydrologiques.

La "parenté" des prélèvements se traduit par une proximité sur le graphique issu de l'analyse. La définition des "saisons écologiques" (ensembles de prélèvement) est très proche de celle des saisons hydrologiques dans le cas des pêches verticales, elle s'en éloigne légèrement pour les pêches de 15 m et elle est radicalement différente pour les pêches de surface.

Essayons de comprendre la raison de ces différences :

#### Comparaison des types de récolte

La pêche verticale est soumise à un certain nombre d'aléas que ne connaissent pas les traits horizontaux :

- rencontre de courants différents au cours de la remontée du filet et par conséquent travail inégal suivant les couches traversées.
- arrêt éventuel du treuil et manoeuvres du bateau, si le câble est engagé sous la coque, avec risques pour le filet de se vider partiellement .
- faible quantité du matériel récolté et par conséquent risques de sous-estimation du matériel (dépôt de plancton dans le bas du filet, collecteur mal rincé).

Cependant en échantillonnant toute la colonne d'eau, la récolte nous en donne une image globale.

Le trait à 15 m, même s'il avait lieu à profondeur constante et à une vitesse régulière, traverse une zone soumise à beaucoup de perturbations hydrologiques (fluctuations de la thermocline en particulier). Les conditions des pêches superficielles sont encore plus variables : aux variations thermiques (échanges avec l'atmosphère) s'ajoutent des variations halines (fleuves); l'agitation superficielle n'améliore pas la régularité des récoltes.

### Migration nycthémerale

Enfin une raison essentielle de la divergence des résultats entre ces types de récoltes est certainement la migration nycthémerale.

Celle-ci n'est vraisemblablement pas identique toute l'année; elle est probablement affectée par les changements hydrologiques et surtout par les changements d'éclairement (pleine lune ou ciel couvert) qui peuvent varier d'un moment à l'autre.

La pêche verticale intègre, en principe, toutes les migrations verticales (en fait le filet ne récolte pas à partir du fond); au contraire, les pêches de 15 m se ressentent des migrations et il est possible qu'en surface ce soit une raison essentielle de la difficulté d'interprétation que nous avons rencontrée.

### Saisons écologiques

Revenons sur les deux premiers types de prélèvement :

Le fait qu'il n'existe qu'un seul ensemble de saison froide, dans l'analyse par prélèvement, ou à la rigueur deux sous-ensembles très proches (début et fin de saison), tandis que la saison chaude est morcelée, mérite d'être souligné. Nous rappelons les deux hypothèses déjà citées :

- Hypothèse hydrologique : avancée brutale des eaux froides parallèlement à la côte, échanges avec les couches plus profondes par upwellings en saison froide, uniformisant les conditions sur le plateau continental; tandis que les conditions plus variées de saison chaude, tout en autorisant des échanges avec le large (Pontellina plumata n'est trouvée à la côte qu'en saison chaude), permettent l'installation d'un gradient néritique estival.

- Hypothèse trophique : Le phytoplancton moins abondant en saison chaude empêche une croissance brutale mais entraîne une plus grande diversité, diversité qui diminue au contraire avec le développement phytoplanctonique hivernal.

L'analyse est également intéressante en ce qui concerne les ensembles de petite saison ou d'intersaison; non pas pour les espèces (celles que l'analyse a rassemblées dans ces échantillons n'en sont pas forcément caractéristiques, elles ont en fait des exigences "moyennes" qui les rendent caractéristiques de conditions "moyennes"), mais pour les récoltes.

La possibilité de rapprocher une pêche de début de saison froide (début juin) de celles de petite saison froide est intéressante à noter : d'une part, malgré la brutalité des mouvements hydrologiques, la communauté froide planctonique ne s'installe pas aussitôt; d'autre part, cette transition a des caractères de petite saison froide.

D'un point de vue hydrologique, les petites saisons ne sont pas fondamentalement différentes des grandes; nous n'avons pas une différence de nature mais d'intensité. Vue sous l'aspect du plancton, la petite saison permet la survie d'espèces adaptées aux conditions de la grande saison opposée (Undinula vulgaris, espèce de saison chaude, subsiste en petite saison froide à la station 2) et le développement limité (par la présence des espèces précédentes) d'espèces adaptées aux conditions de la grande saison correspondante (Calanoides carinatus, espèce de saison froide, en petite saison froide).

Nous savons que l' "intensité" (ou gradient), de la thermocline diminue en hiver. Ceci expliquerait le peu de différence entre les analyses des traits verticaux et celles des traits de 15 m, tandis qu'en été une certaine divergence entre ces prélèvements apparaît, du fait peut-être de la thermocline.

Il n'est pas étonnant de constater un "décalage thermique" entre les traits verticaux et ceux de 0 ou 15 m. Pour une même station, le trait vertical traverse de l'eau plus froide que le trait horizontal et une espèce caractéristique de saison froide y apparaît en premier. Les traits horizontaux auront en général une faune plus "chaude".

De même, les traits verticaux ont des caractères plus océaniques que les traits superficiels.

Parmi les récoltes de surface (fig. 46 à 49), on remarque : l'absence d' "ensemble" de saison chaude, la réduction du groupe de saison froide et l'importance de celui de début de saison froide-petite saison froide. Aucune différence particulière n'apparaît entre les deux stations. La comparaison des graphiques "pêches" et "espèces" est révélatrice, dans certains cas, de la position des prélèvements (comparer à la station 1 les prélèvements d'octobre et décembre avec Pseudodiaptomus serricaudatus et Temora turbinata).

Il semble, dans la limite de nos observations, que la situation superficielle soit, pour un échantillon de plancton, plus importante que sa position néritique ou océanique, ou encore, que le gradient vertical prime le gradient néritique.

La proximité de la côte semble intéressante à rechercher du point de vue écologique. Les conditions y sont en général plus tranchées autant d'un point de vue hydrologique que trophique. L'intransigeance des espèces s'en trouve accentuée et leurs préférences ressortent mieux.

Il nous a également paru que les exigences d'une espèce étaient plus faciles à mettre en évidence à proximité de l'aire de densité maximale de l'espèce, qu'au sein même de cette aire, c'est ce que confirme l'analyse en retenant comme "caractéristiques" de la saison chaude à la station 1 des espèces plus abondantes à la station 2 à la même époque.

#### V.4. SIGNIFICATION DES AXES DE L'ANALYSE

Nous avons abordé (IV.2.3.), l'interprétation des 3 premiers axes de l'analyse des traits verticaux :

- Axe 1 : Des eaux froides et salées vers les eaux chaudes et moins salées.
- Axe 2 : De la tendance océanique et hivernale vers la tendance néritique et estivale.
- Axe 3 : De la tendance néritique et hivernale vers la tendance océanique et estivale.

C'est maintenant sur le sens de la succession de ces axes et de la diminution de leurs valeurs propres que nous voudrions attirer l'attention.

- Le gradient thermique (ou halin), vient en premier incontestablement.
- Le gradient néritique vient en second, masqué par un gradient thermique de même sens que celui de l'axe 1.
- Ce gradient néritique n'apparaît franchement (traits verticaux au moins) qu'en 3ème position, accompagné d'un gradient thermique de sens inverse. Encore faut-il tenir compte de la biomasse légèrement supérieure des

traits verticaux de la station 2, qui est peut-être responsable de ce gradient.

Il était en effet normal que pour 2 stations du plateau continental soumises à des différences de température saisonnière telles que les nôtres, le facteur thermique (axe 1) domine tous les autres. Le fait que sur l'axe 2 le caractère océanique soit associé au caractère froid, alors que l'inverse ne se produit que sur l'axe suivant, est également significatif.

Pour la plupart des espèces, les caractères "froid" et "océanique" sont associés. L'avancée à la côte des espèces hauturières se produit en saison froide. Les espèces subsuperficielles amenées à la côte par les upwellings et les espèces superficielles des eaux Bengueléennes, trouvent en saison froide des conditions qui leur permettent de coloniser les régions côtières. Tel est, probablement, le sens du second axe.

Cependant toutes les espèces ne suivent pas ce schéma, il existe quelques espèces côtières à préférence hivernale (Diaixis hibernica, Pseudodiaptomus serricaudatus) et des espèces océaniques dont la progression vers la côte n'a lieu qu'en été (Pontellina plumata, Corycaeus gracilis). Tel nous semble devoir être la signification de l'axe 3.

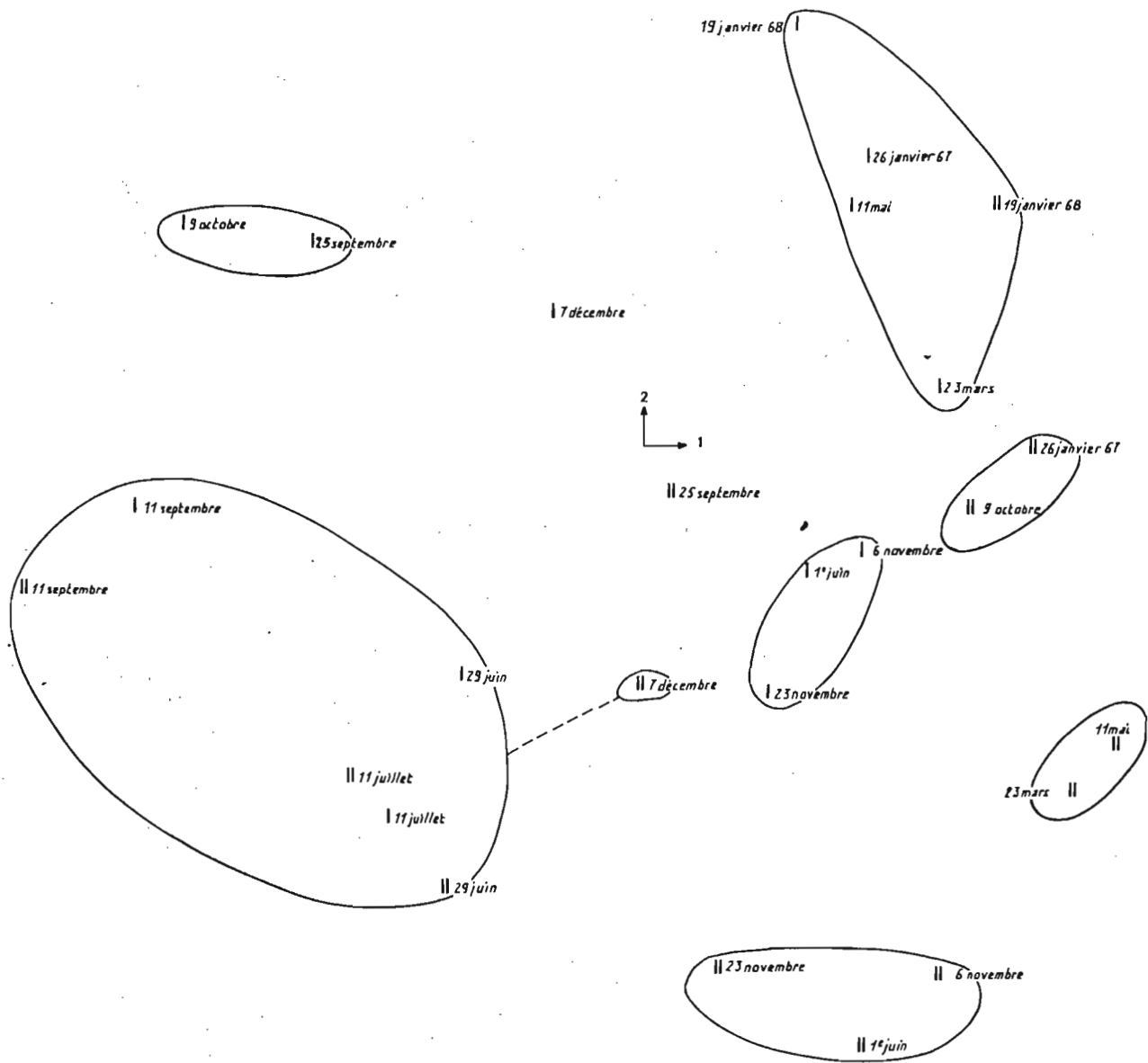


FIG. 38 - Analyse factorielle des correspondances :

Traits verticaux. Analyse des traits : axes 1 - 2

Les signes (station 1) et (station 2) indiquent la position de la récolte dans le système d'axes considéré.

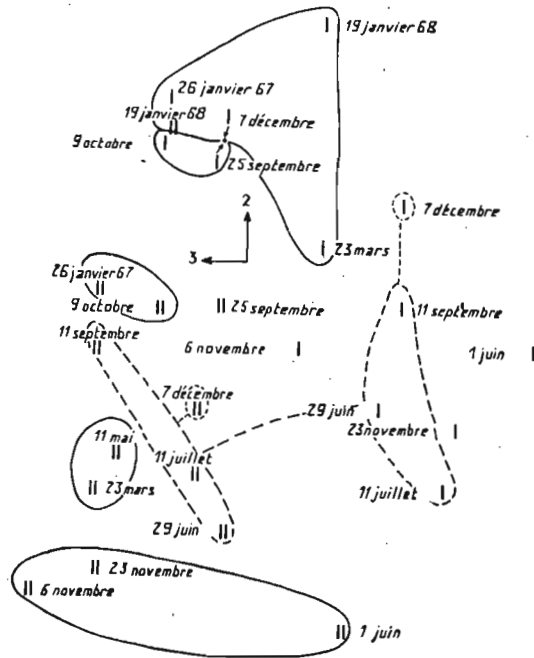


Fig. 39 - Analyse factorielle des correspondances :  
 Traits verticaux - Analyse des traits : axes 2 - 3

Les signes I (station 1) et II (station 2) indiquent la position de la récolte dans le système d'axes considéré.



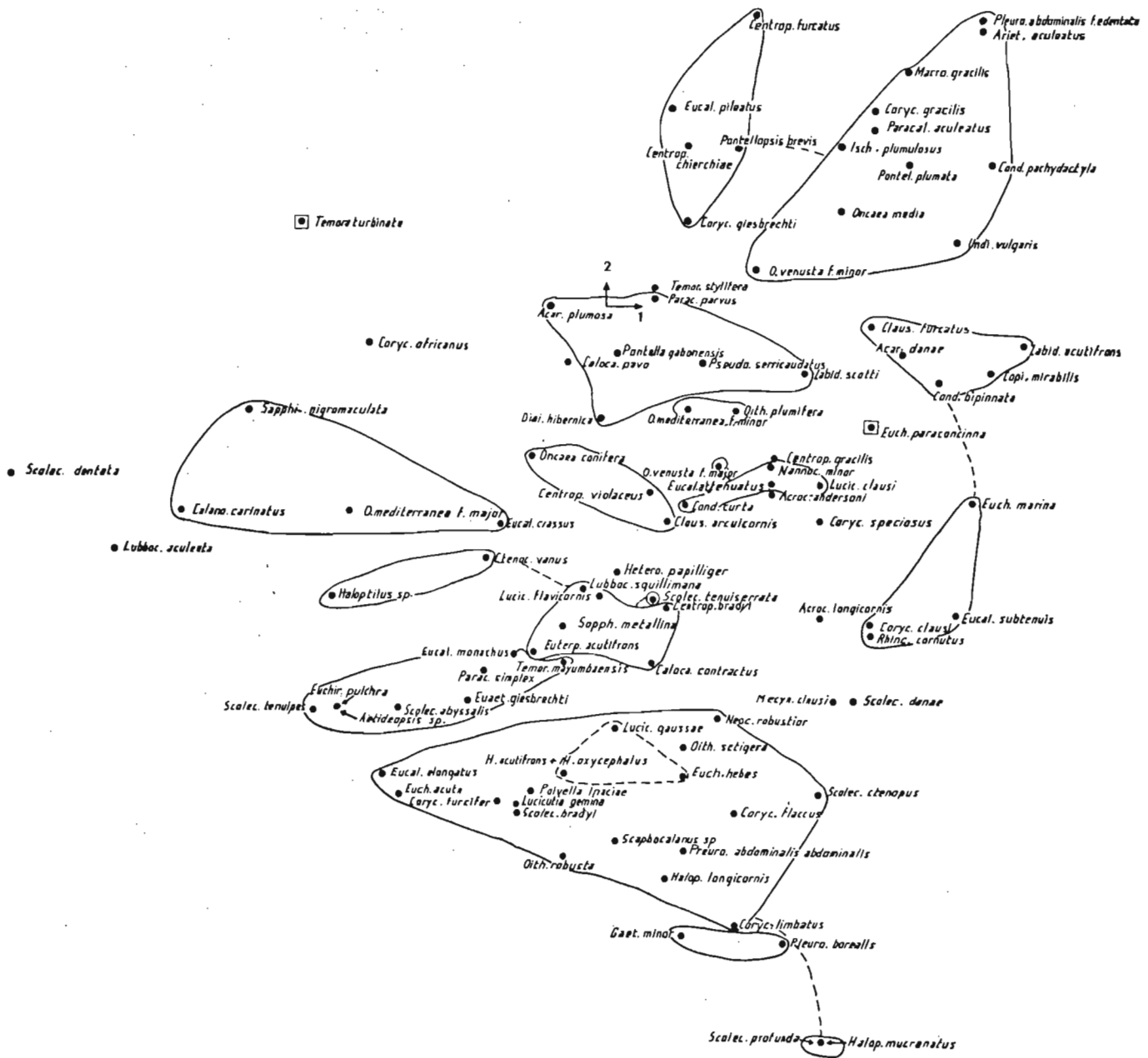
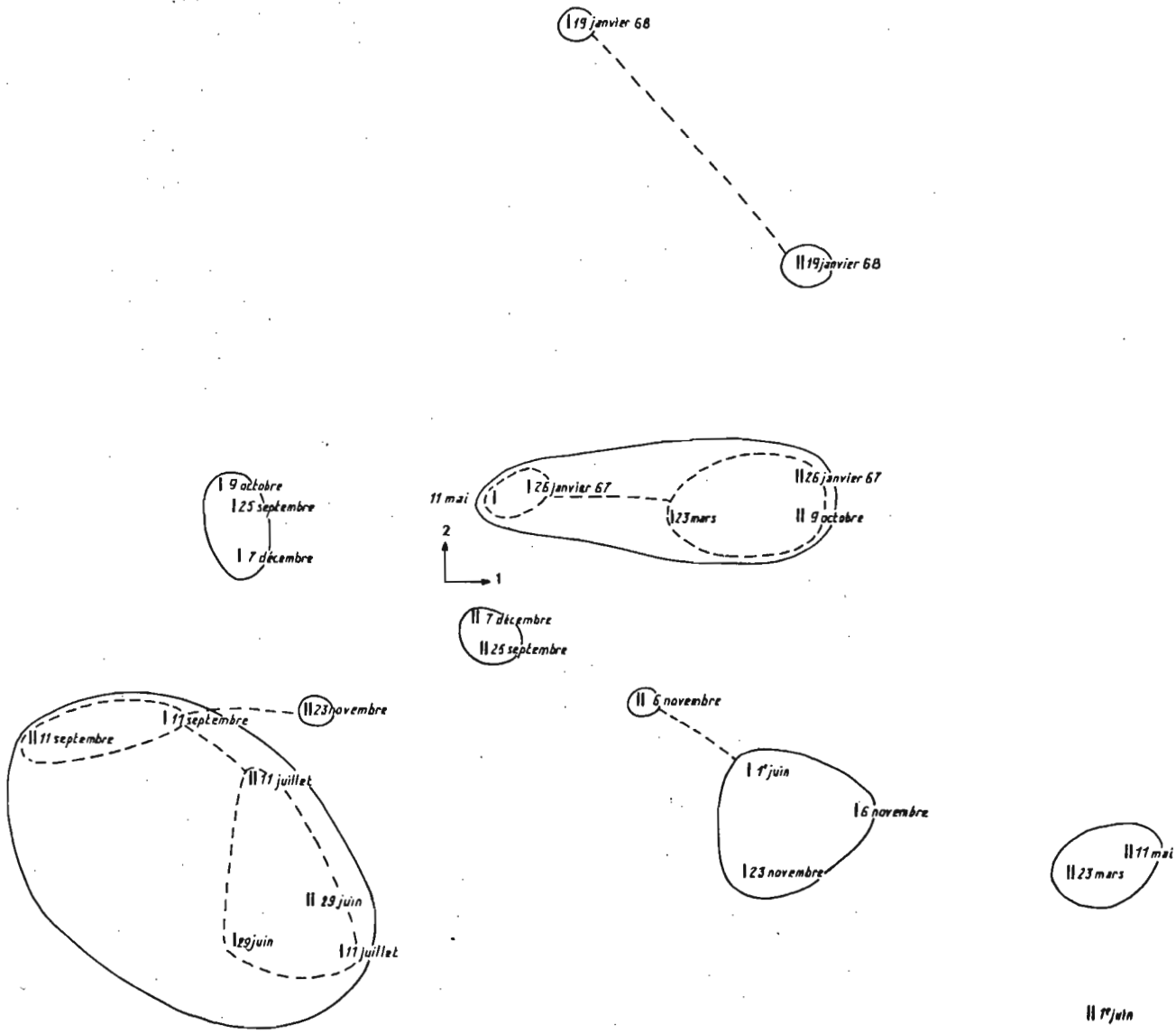


FIG. 40 - Analyse factorielle des correspondances :  
 Traits verticaux. Analyse des espèces : axes 1 - 2





**FIG. 42** - Analyse factorielle des correspondances :  
 Traits de 15 m. Analyse des traits : axes 1 - 2

Les signes | (station) et || (station 2) indiquent la position de la récolte dans le système d'axes considéré.

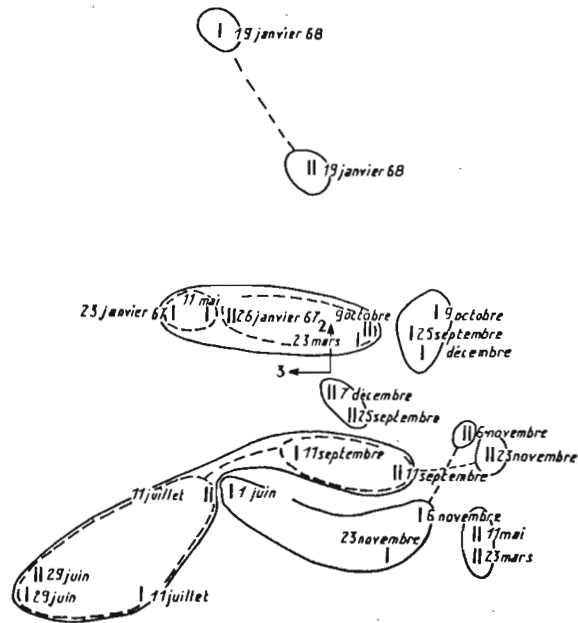


FIG. 43 - Analyse factorielle des correspondances :  
 Traits de 15 m. Analyse des traits : axes 2 - 3

Les signes | (station 1) et || (station 2)  
 indiquent la position de la récolte dans le système  
 d'axes considéré.

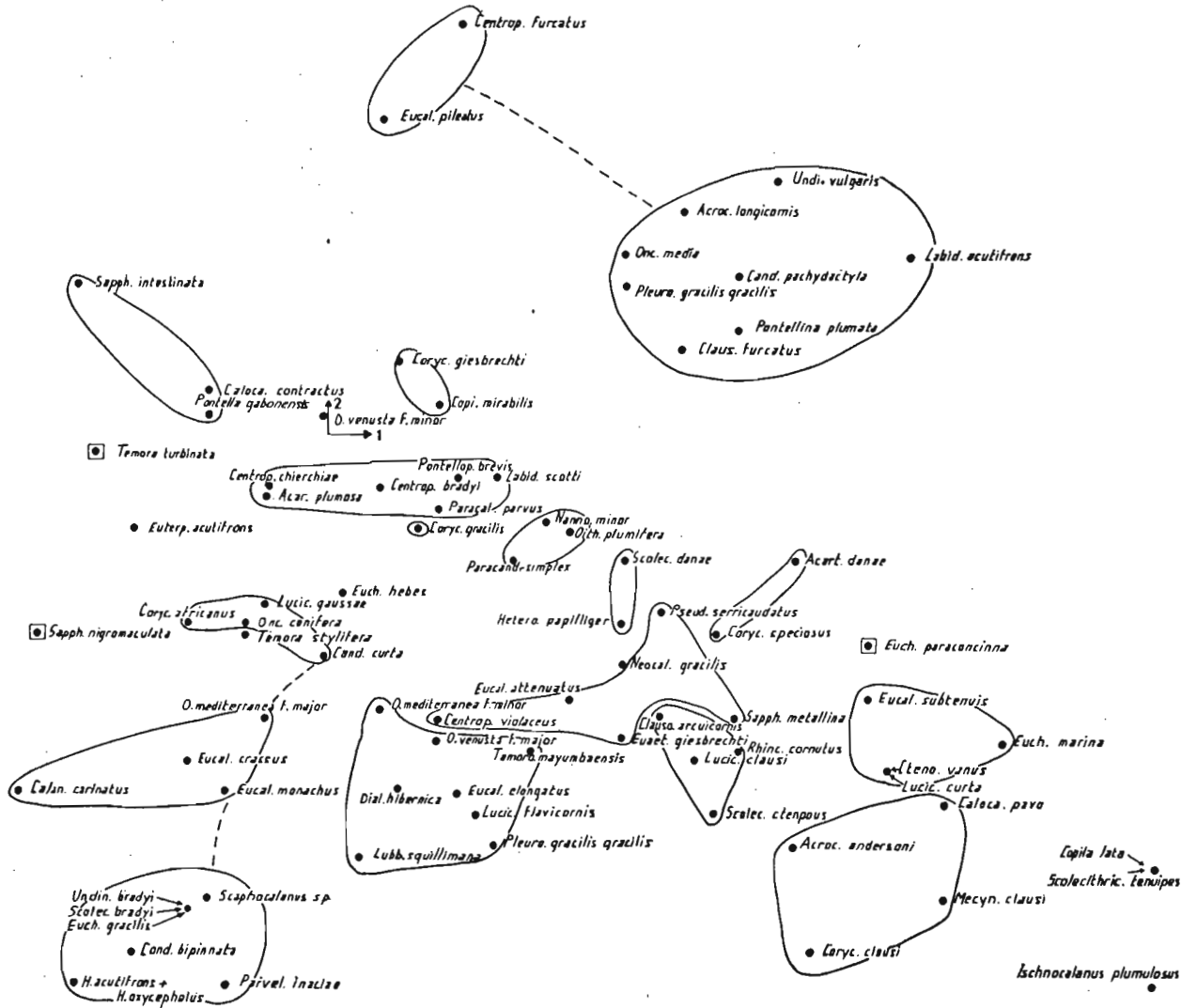


FIG. 44 - Analyse factorielle des correspondances :  
 Traits de 15 m. Analyse des espèces : axes 1 - 2



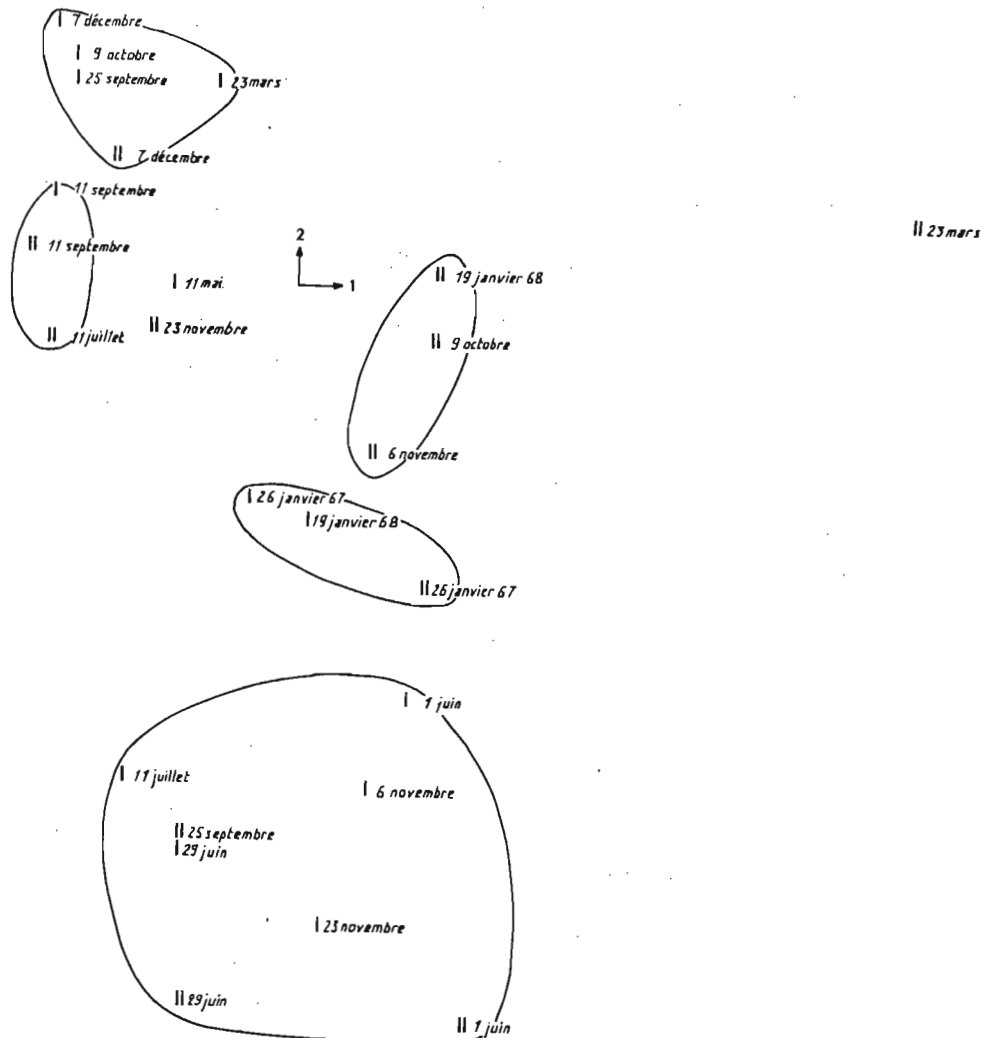
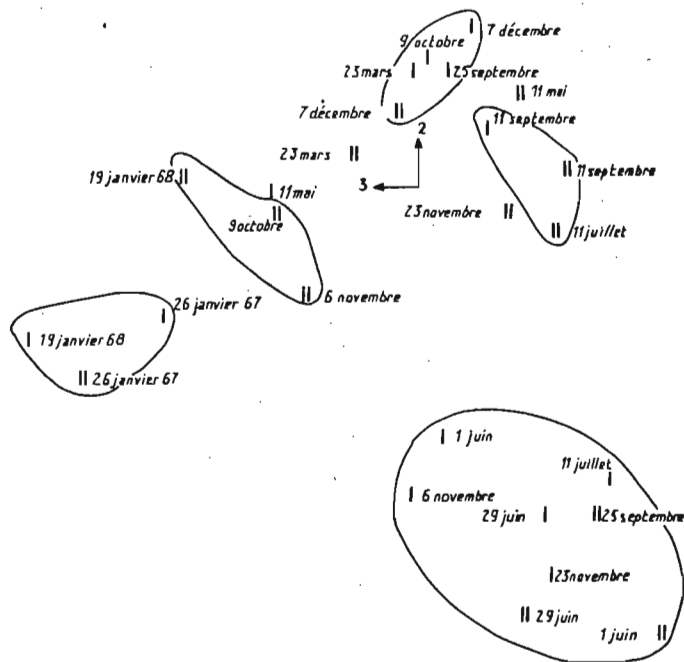


FIG. 46 - Analyse factorielle des correspondances :  
 Traits de surface. Analyse des traits : axes 1 - 2

Les signes I (station 1) et II (station 2)  
 indiquent la position de la récolte dans le système  
 d'axes considéré.



**FIG. 47** - Analyse factorielle des correspondances :  
 Traits de surface. Analyse des traits : axes 2 - 3

Les signes | (station 1) et || (station 2)  
 indiquent la position de la récolte dans le système  
 d'axes considéré.



• *Pseudo. serricaudatus*  
• *Temora turbinata*

*Euchaeta parvconcinna* □

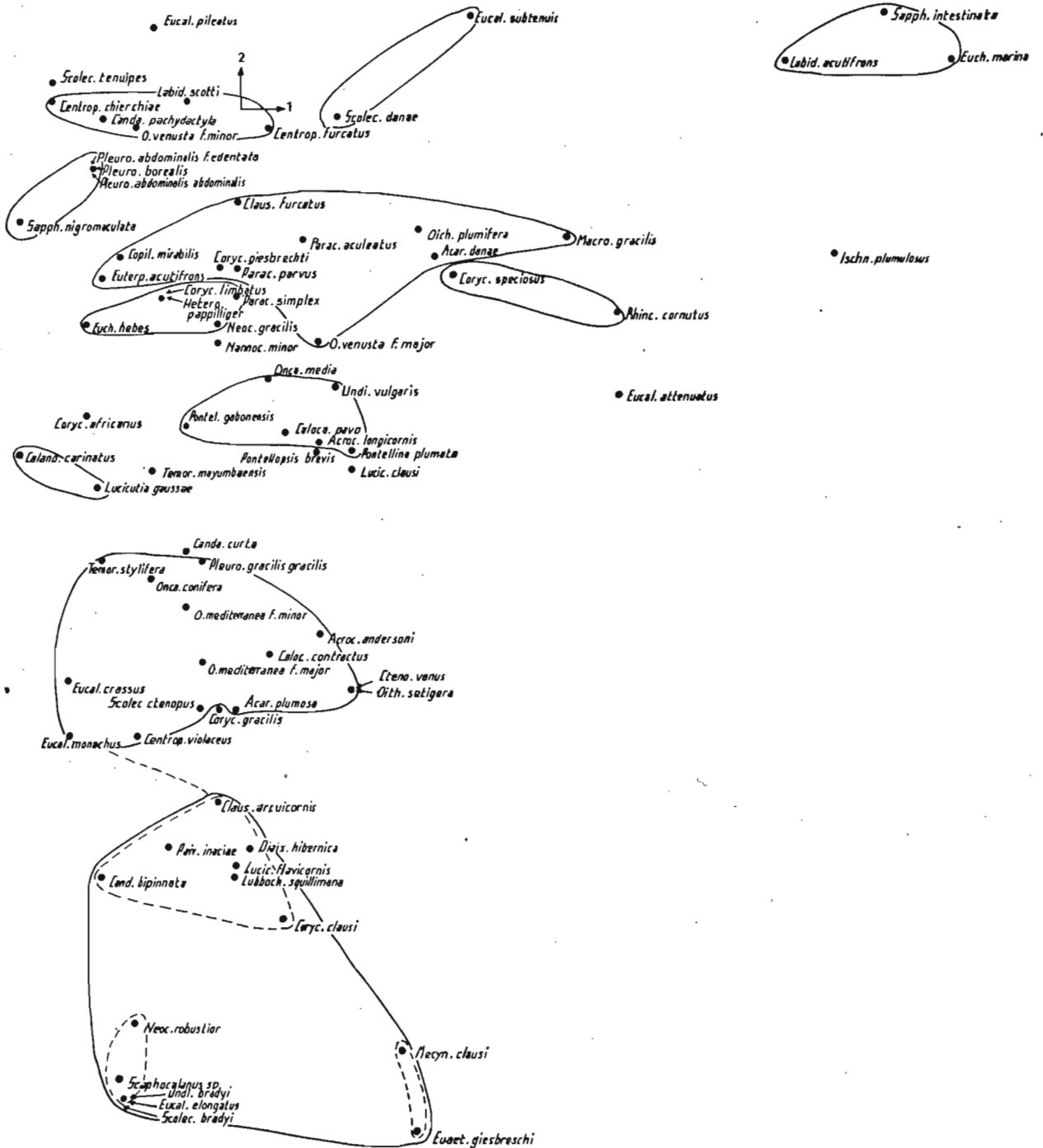


FIG. 48 - Analyse factorielle des correspondances :  
Traits de surface. Analyse des espèces : axes 1 - 2

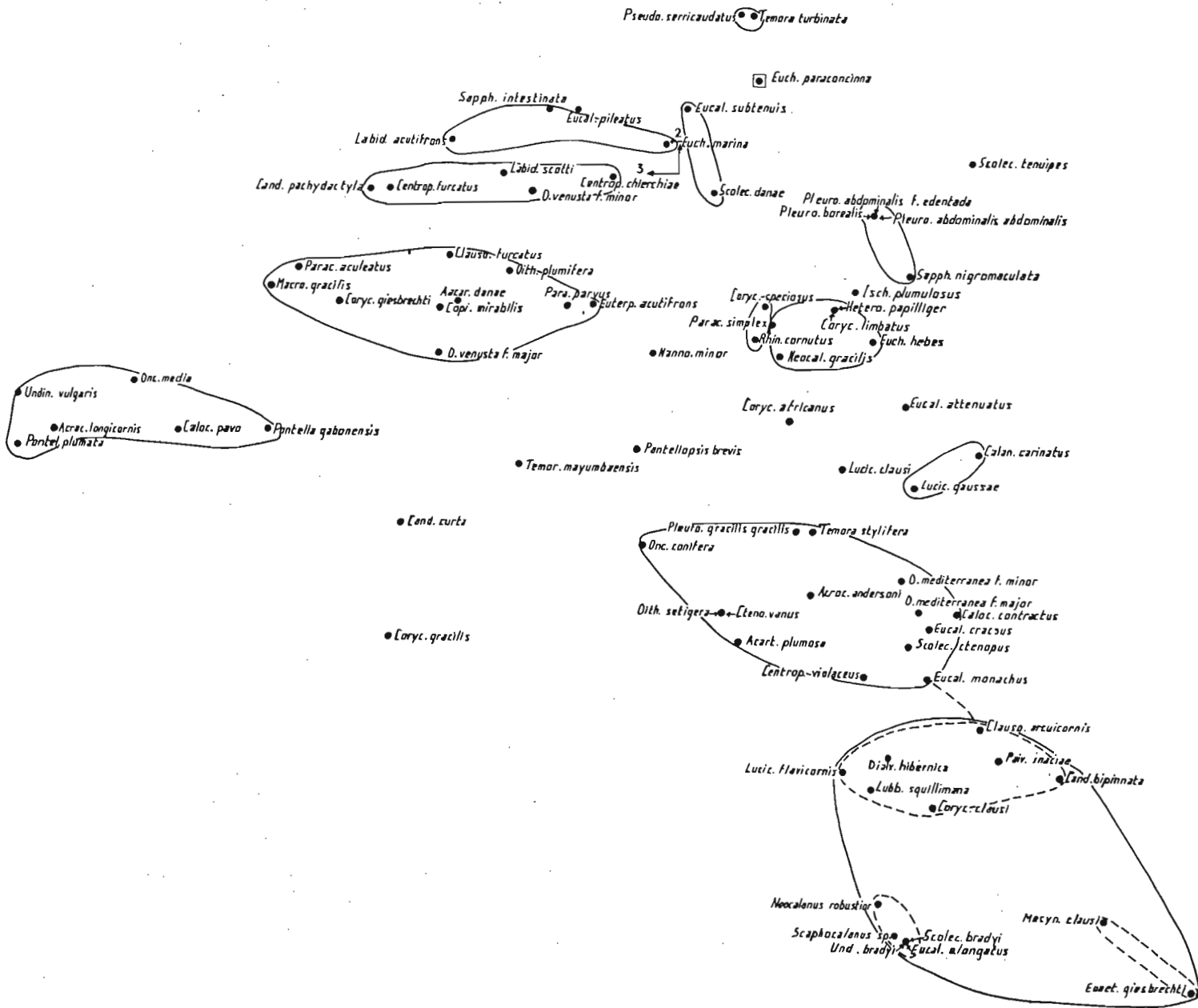


FIG. 49 - Analyse factorielle des correspondances :  
 Traits de surface. Analyse des espèces : axes 2 - 3

VI - A M E X B S

## A N N E X E I. VALEURS DU SEX-RATIO ET DU POURCENTAGE DES COPEPODITES

### 1. METHODES

Selon l'importance des effectifs comptés, deux modes de calcul ont été adoptés.

Pour les espèces généralement abondantes : Euchaeta paraconcinna, Centropages furcatus, C. chierchiae, Temora stylifera (1), un pourcentage des différentes formes a été calculé (femelles adultes, mâles adultes, copépodites) dans chaque sous-échantillon où l'effectif de l'espèce était supérieur ou égal à 20.

Pour les autres espèces, l'effectif de chaque forme est calculé pour l'échantillon standard, à partir du sous-échantillon observé. Les calculs finaux seront effectués en chacune des 2 stations sur la somme de chaque forme, en séparant les traits horizontaux et les traits verticaux, sur toute l'année ou par saison.

Rapportés à un ensemble d'échantillons, nos valeurs masquent d'éventuelles variations, mais sont entachées d'une erreur moindre que si les pourcentages avaient été calculés sur chaque récolte.

On appelle sex-ratio, ou pourcentage de femelles la quantité suivante :

$$F \% = \frac{\text{Nombre de femelles adultes}}{\text{Nombre d'adultes}} \times 100$$

---

(1) Les deux sexes de T. turbinata ne se distinguent qu'à leur 5ème paire de patte thoracique, la morphologie générale des jeunes est semblable à celle des adultes, nous n'avons donc pas examiné cette espèce en détail.

De même nous appellerons pourcentage de juvéniles, ou de copépodites, l'expression :

$$C \% = \frac{\text{Nombre de copépodites}}{\text{Nombre d'adultes et de copépodites}} \times 100 \quad (1)$$

Discussion : Outre les erreurs aléatoires inhérentes aux faibles effectifs, nos comptages reflètent peut-être des différences de comportement (migration nycthénerale pouvant varier selon les sexes et selon les stades). Les traits verticaux, traités séparément, nous apporteront parfois un élément de réponse.

Enfin le pouvoir de capture du filet n'est pas le même pour les différentes formes d'une espèce (les adultes peuvent l'éviter et les premiers stades le traverser).

## 2. RESULTATS

Nannocalanus minor. La période d'abondance maximale de cette espèce a lieu entre fin septembre et décembre, en 2 pics, l'un fin septembre, l'autre fin novembre. Le pourcentage des jeunes n'est, à cette période là, pas très différent de ce qu'il était en grande saison chaude; par contre le nombre relatif de mâles a considérablement augmenté (mort des femelles après la ponte?).

	Station 1 : traits horizontaux		Station 2 : traits horizontaux	
	janvier à mai	fin sept. à fin nov.	janvier à mai	fin sept. à fin nov.
F %	84	54	94	58
C %	33	52	34	30

- (1) Nous noterons ces quantités F' et C' lorsqu'elles exprimeront des moyennes de % calculés sur chaque échantillon et non plus un pourcentage calculé d'après la somme des effectifs de chacun des échantillons.

Calanoides carinatus. Femelles et copépodites n'ont pas été comptés séparément, mais il semble que le sex-ratio soit de loin supérieur à 50 %.

Undinula vulgaris. La présence de copépodites est très liée à la saison chaude, période d'abondance de cette espèce. Entre la surface et 15 m, à la station 1 le pourcentage de copépodites passe de 21 % en grande saison chaude 1967 à 2,5 % de septembre à novembre et remonte à 42 % en janvier 1968. A la station 1 les valeurs sont respectivement : 16, 7 et 20 %.

Le sex-ratio varie peu à la station 1 (F = 73, 68, 72 %) à 0 et 15 m, davantage à la station 2 (F = 53, 86, 72 % à 0 et 15 m; F = 59, 63, 81 % dans les traits verticaux). Ses variations ne semblent pas liées aux périodes de reproduction.

Paracalanus spp.: même remarque que pour Calanoides carinatus.

Clausocalanus spp.. Les mâles du genre n'ont pas été déterminés spécifiquement mais il semble qu'il y ait une majorité de femelles.

Euchaeta paraconcinna.

La richesse de la région en cette espèce a permis de calculer les pourcentages de femelles et de copépodites pour presque tous les prélèvements.

Une importante réserve doit être formulée : lorsque plusieurs espèces d'Euchaeta étaient en présence, les copépodites ont été répartis par espèces en fonction du nombre d'adultes trouvés. Rien ne prouve évidemment la valeur de cette opération. Les formes jeunes ne suivent pas obligatoirement les fluctuations des adultes, bien que la brièveté des cycles de reproduction en milieu tropical et les observations sur les autres espèces puissent inciter à le penser. D'autre part, le nombre d'adultes est souvent très inférieur à celui des copépodites et l'erreur de calcul en est d'autant plus grande.

Néanmoins l'espèce E. paraconcinna domine complètement le genre à l'exception des quelques prélèvements où tout le genre Euchaeta lui-même est très diminué (novembre et décembre, station 2). Par la suite, nous ne tiendrons pas compte de ces prélèvements, pas plus que de ceux de saison froide, insuffisants.

Le pourcentage des femelles est toujours élevé, à l'exception de quelques échantillons, en général les moins abondants. Ce qui est étonnant car les comptages faits sur les derniers stades copépodites (C<sub>4</sub> et C<sub>5</sub>, après

l'apparition de la P<sub>5</sub> chez le mâle), donnent à peu près autant de mâles que de femelles. Que deviennent les mâles après la dernière mue?

MARZÀ (1966) voit dans la transformation des pièces buccales du mâle de certaines espèces bathypélagiques la raison de la diminution du nombre de mâles après la mue imaginale. Les femelles et les copépodites seraient prédateurs, les mâles herbivores. La rareté du phytoplancton en profondeur expliquerait cette chute des mâles.

Une explication analogue ne nous semble pas possible dans les eaux superficielles où nous avons travaillé. GAUDY (comm. pers.) estime que les pièces buccales du mâle sont moins adaptées que celles de la femelle à n'importe quel régime alimentaire.

Les adultes ne sont jamais qu'une minorité, mais la proportion de copépodites est nettement plus élevée à la station 1 qu'à la station 2, dans tous les traits.

Aucune variation saisonnière nette ne se dégage, les pontes semblent avoir lieu toute l'année.

#### Scolecithricella ctenopus.

Le sex-ratio est plus équilibré à la station 2, plus proche de l'aire normale de répartition de cette espèce, comme si les mâles s'aventuraient moins facilement que les femelles hors de leur zone préférentielle.

#### Centropages furcatus

Les mâles semblent un peu plus nombreux que les femelles en surface, tandis que le rapport s'inverse à 15 m et augmente, favorablement aux femelles dans les traits verticaux.

La station 2, de moins propice à l'espèce, contient moins de mâles.

La proportion de juvéniles diffère nettement entre les deux stations (davantage de juvéniles à la station 2). Les traits verticaux de la station 1 rappellent ceux de 0 et 15 m, à la station 2. Cependant la variabilité reste importante.

#### Centropages chierchiae

Les données de la seconde station établies sur moins d'échantillons sont moins valables que celles de la première.

Il apparaît une légère prédominance de mâles au-dessus des fonds de 33 m, elle s'estompe en profondeur et s'annule plus au large. En effet à la

station 1 dans les traits horizontaux, l'espèce était plus régulièrement et plus abondamment présente.

Les copépodites semblent obéir à la même loi que les femelles. Ils sont presque toujours en nombre inférieur aux adultes.

Pseudodiaptomus serricaudatus. Les femelles dominent, quand elles ne sont pas seules, à l'exception des traits d'octobre et de novembre à la station 1 (poussée de mâles).

#### Penora stylifera

Dans un peu plus de la moitié des échantillons, cette espèce présente un pourcentage de mâles supérieur à celui des femelles.

Les juvéniles sont dans la plupart des cas en proportion inférieure aux adultes.

Lucicutia spp. Les deux principales périodes de reproduction semblent : juin-juillet et novembre.

#### Oncaea spp.

Nous ne sommes pas assez certains des déterminations spécifiques des mâles pour avancer un chiffre, mais il est sûr que, pour toutes les espèces, la proportion des femelles est très élevée, tandis que les stades copépodites sont quasiment absents (peut-être passent-ils au travers des mailles du filet).

Copilia mirabilis. Les sexes sont en proportion sensiblement égale.

#### Corycaeus (O.) giesbrechti.

Pas plus que pour les espèces suivantes de Corycaeidae (sauf cas exceptionnel), le filet n'a capturé de copépodites.

La dominance des femelles, presque absolue en surface aux deux stations, diminue à 15 m et doit encore baisser au-dessous, d'après les traits verticaux.

Différence de comportement migratoire, ou de préférence thermique? L'absence de mâles dans les traits verticaux de la station 2 jusqu'au début de la grande saison froide et leur apparition à partir de ce moment ferait pencher



pour la seconde hypothèse. La première n'en est pas à rejeter pour autant.

Rappelons que si la saison froide est peu favorable à l'espèce à la station 1, il n'en est pas de même à la station 2.

Corycaeus (D.) africanus.

Le pourcentage de femelles est assez constant et égal aux deux stations, pour des traits identiques. Le taux de femelles est, comme pour l'espèce précédente, plus important dans les couches supérieures. Il est possible que les femelles montent en surface, plus nombreuses que les mâles pendant la nuit.

Corycella gracilis.

A l'exception de quelques mâles capturés en janvier, les femelles forment la totalité de l'espèce.

## SEX-RATIO ET POURCENTAGES DE COPEPODITES, DE QUELQUES ESPECES (1)

		Station 1		Station 2			
		Horizontal		Vertical	Horizontal		Vertical
		0 m	15 m		0 m	15 m	
<i>Nannocalanus minor</i>	F %	62		64	77		71
	C %	45		34	35		32
<i>Undinula vulgaris</i>	F %	74			64		67
	C %	34			16		8
<i>Acrocalanus longicornis</i>	F %	88			90		35
	C %	8			18		47
<i>Acrocalanus andersoni</i>	F %	74		88	93		76
	C %	3		2	16		29
<i>Paivella inaciae</i>	F %	81		72	75		70
	C %	93		50	2		40
<i>Euchaeta paracincinna</i>	F %	84	65	63	76	80	75
	C %	84	83	90	71	70	69
<i>Scolecithricella ctenopus</i>	F %	92			58		57
	C %	45			29		48
<i>Scolecithrix danae</i>	F %				75		59
	C %				55		70
<i>Centropages furcatus</i>	F %	47	55	60	49	59	64
	C %	16	18	29	29	29	45
<i>Centropages chierchiae</i>	F %	33	46	50	60	42	52
	C %	19	27	28	21	23	55

(1) cf. VI. 1. pour la signification de F%, C%; F'%, C'%. Quand les données sont insuffisantes, les pourcentages ne sont pas exprimés. Les données de 0 et 15 m ont été groupées quand elles n'étaient pas assez nombreuses.

		Station 1			Station 2		
		Horizontal		Vertical	Horizontal		Vertical
		0 m	15 m		0 m	15 m	
<u>Temora stylifera</u>	F %	47	47	49	39	57	53
	C %	34	45	54	27	42	32
<u>Temoropia mayumbaensis</u>	F %	77			71		73
<u>Pleuromamma gracilis</u>	F %	82			63		74
	C %	21			14		31
<u>Lucicutia flavicornis</u>	F %	64		50	42		50
	C %	14		10	9		21
<u>Lucicutia clausi</u>	F %	45		64	40		51
	C %	5		8	3		20
<u>Candacia curta</u>	F %	47			42		45
	C %	61			44		59
<u>Pontella gabonensis</u>	F %	71		47	75		
	C %	19		44	55		
<u>Labidocera scotti</u>	F %	68					
	C %	16					
<u>Pontellopsis brevis</u>	F %	49			39		
	C %	77		89	41		32
<u>Acartia danae</u>	F %	97			98		99
	C %	23		10	2		8
<u>Acartia plumosa</u>	F %	83		94	90		97
	C %	16		10	10		17
<u>Corycaeus (C.) speciosus</u>	F %	32		53	67		54
	C %	68		57	51		23
<u>Corycaeus (D.) africanus</u>	F %	62	64	40	62	61	40
<u>Corycaeus (O.) giesbrechti</u>	F %	90	83	67	87	85	64

## A N N E X E II. ANALYSE DES COMPOSANTES PRINCIPALES

Cet exposé est une communication personnelle de  
M. FRONTIER.

Le principe de la méthode est l'analyse des composantes principales d'une matrice construite à partir des effectifs des  $n$  espèces considérées dans les  $n$  échantillons étudiés.

La méthode classique (utilisée pour le zooplancton par WILLIAMSON 1961 et COLEBROOK 1964) consiste à représenter d'abord les  $n$  échantillons par des points d'un espace vectoriel à  $n$  dimensions, les coordonnées d'un point-récolte étant les effectifs des  $n$  espèces dans cette récolte. L'ensemble des points-récoltes constitue un nuage dont on cherchera les principaux axes d'inertie.

A partir des effectifs (préalablement normalisés par une transformation adéquate, logarithmique par exemple) des  $n$  espèces dans les  $n$  récoltes, on calcule les variances de chaque espèce et les covariances de chaque couple d'espèces. Il va s'agir de "diagonaliser" la matrice carrée symétrique d'ordre  $n$  constituée par les variances et covariances calculées.

On montre en effet qu'il est toujours possible de transformer un ensemble de  $n$  variables dépendantes (covariance non nulles) en un ensemble de  $n$  variables indépendantes (covariances nulles) par une transformation linéaire sur les premières. La nouvelle matrice des variances et covariances comprendra alors une diagonale principale constituée des variances le long des nouveaux axes de coordonnées (déterminés par la transformation linéaire), tous les autres éléments étant nuls : la matrice est diagonalisée.

Dans le procédé classique de réduction d'une matrice, les éléments de la diagonale principale dans la matrice diagonalisée sont les valeurs propres de la matrice, et ces éléments permettent de calculer les vecteurs propres, qui déterminent les nouveaux axes de coordonnées. Les coordonnées des points-récoltes le long de ces nouveaux axes sont par construction des variables indépendantes.

La somme des  $n$  éléments de la diagonale principale (somme des variances des  $n$  espèces) est la variance totale, et l'on montre qu'elle reste inchangée dans tout changement d'axes. Chacun de ces éléments représente un certain pourcentage de la variance totale. Si l'on classe les axes par

valeurs décroissantes de la variance, on constate qu'en général les variances des 3 ou 4 premiers axes décroissent très vite, mais représentent la plus grande partie de la variance totale (85 % par exemple). Les valeurs propres suivantes décroissent beaucoup plus lentement, mais comme leur somme ne constitue qu'une faible partie de la variance totale, on les néglige, ne retenant que les 3 ou 4 premiers axes. Cela revient à ramener, à titre d'approximation, l'espace-récolte initial à n dimensions (n espèces) à un espace à 3 ou 4 dimensions (dans lequel les coordonnées des points-récoltes sont des fonctions linéaires déterminées des coordonnées initiales, les abondances d'espèces).

Illustrons ces explications par un schéma simple : supposons que nous considérons 3 espèces A, B, C. Un ensemble de N récoltes sera représenté par des points dans un espace à 3 dimensions, l'ensemble des points constituant un nuage dont nous supposerons qu'il a la forme d'un ellipsoïde aplati. Les axes de cet ellipsoïde sont inclinés par rapport aux axes de coordonnées initiaux, ce qui exprime qu'il existe des corrélations entre les trois espèces. Si nous choisissons comme nouveaux axes de coordonnées les axes de l'ellipsoïde, les projections des points-récoltes sur ces axes seront des variables indépendantes (droites de régression de pente nulle). La méthode exposée ci-dessus revient à rechercher ces nouveaux axes.

R étant un point-récolte et M le centre de l'ellipsoïde, la variance totale est la quantité

$$\frac{\sum |MR|^2}{N - 1} \quad (\text{somme étendue aux N points})$$

Si  $r_a, r_b, r_c, n_a, n_b, n_c$  sont les coordonnées de R et M sur les axes A, B et C, on a (théorème de Pythagore) :

$$|MR|^2 = (r_a - n_a)^2 + (r_b - n_b)^2 + (r_c - n_c)^2$$

et la variance totale est donc la somme de trois termes de la forme

$$\sum \frac{(r - n)^2}{N - 1}$$

c'est-à-dire la somme des variances le long des trois axes A, B, C, ou somme des variances des trois espèces.

Si l'on prend maintenant comme axes de coordonnées les trois axes X, Y, Z de l'ellipsoïde, on a encore

$$\frac{\sum |MR|^2}{N - 1} = \frac{r_x^2}{N - 1} + \frac{r_y^2}{N - 1} + \frac{r_z^2}{N - 1}$$

c'est-à-dire la somme des variances des coordonnées sur X, Y, Z.

Dans le changement d'axes (A, B, C  $\longrightarrow$  X, Y, Z), la matrice des variances et covariances passe de la forme

(en notant  $V_{ii}$  la variance de la  $i^{\text{ième}}$  espèce et  $V_{ij}$  la covariance entre les espèces  $i$  et  $j$ )

$$\begin{pmatrix} V_{aa} & V_{ab} & V_{ac} \\ V_{ba} & V_{bb} & V_{bc} \\ V_{ca} & V_{cb} & V_{cc} \end{pmatrix} \quad (\text{symétrique puisque } V_{ij} = V_{ji})$$

à la forme

$$\begin{pmatrix} V_{xx} & 0 & 0 \\ 0 & V_{yy} & 0 \\ 0 & 0 & V_{zz} \end{pmatrix}$$

La recherche des axes revient donc à la recherche d'une transformation linéaire sur les effectifs d'espèces, aboutissant à une matrice des variances et covariances de la forme ci-dessus. C'est un exercice classique de calcul matriciel : nous renvoyons aux manuels.

$$\text{On a : } V_{aa} + V_{bb} + V_{cc} = V_{xx} + V_{yy} + V_{zz} = \text{variance totale;}$$

chacun des termes de ces sommes représente le pourcentage de variance totale contenu dans chacun des axes.

S'en tenir aux axes principaux, c'est remarquer que l'ellipsoïde auquel a été assimilé le nuage de points-récoltes est aplati, et ne prendre en considération que les deux plus grands axes, soit X et Y. Une récolte sera représentée non plus dans un espace à 3 dimensions mais dans un plan : (X, Y), l'axe Z étant considéré n'apporter qu'une information négligeable.

S'il y a 50 espèces et que la quasi-totalité de l'information est contenue dans un espace à 3 ou 4 dimensions, on conçoit la simplification qu'apporte la méthode, qui rend en fait réalisable une analyse écologique qui aurait été impossible à partir des  $m$  espèces considérées brutalement.

Les cotes des espèces le long des nouveaux axes permettent ensuite d'établir des graphiques sur les principaux plans de coordonnées. Il apparaît alors des groupements d'espèces; le travail du biologiste consistera à les identifier à des associations naturelles. Par ailleurs il conviendra d'essayer d'identifier les axes, c'est-à-dire de les mettre en corrélation avec les facteurs ambiants régissant la composition des récoltes de plancton.

Nous avons, au départ, considéré un ensemble de n points-récoltes dans un espace vectoriel à m dimensions (m = nombre d'espèces). On peut, inversement, considérer un espace à n dimensions et y placer m points-espèces. Des calculs identiques à ceux exposés ci-dessus aboutiront alors à établir des groupes de récoltes.

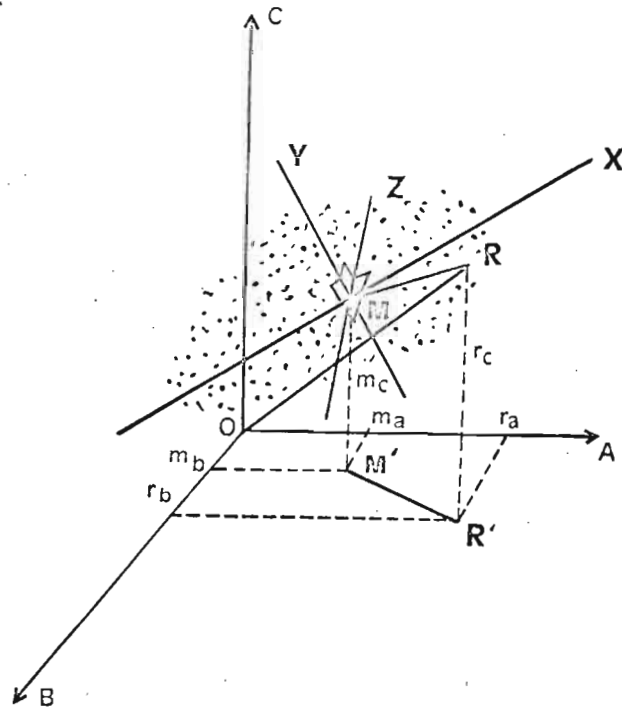
La méthode utilisée par ROUX diffère quelque peu de la méthode classique. On définit la distance de deux espèces i et i' non comme la distance euclidienne des deux points-espèces dans l'espace des n récoltes, mais par la formule :

$$d^2(i, i') = \sum_{j=1}^n \frac{1}{p(j)} \left[ \frac{p_{ij}}{p(i)} - \frac{p_{i'j}}{p(i')} \right]^2$$

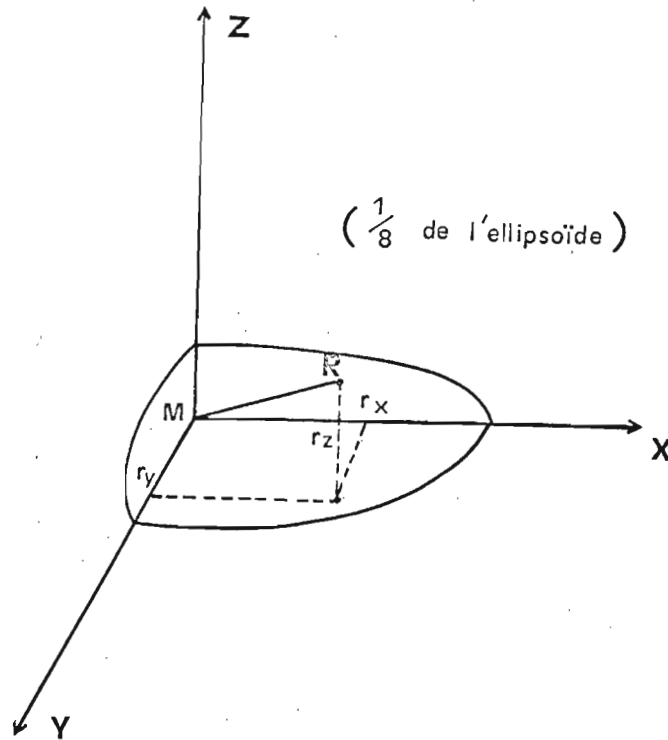
avec  $p_{ij}$  = effectif (sans transformation logarithmique) de la  $i^{\text{ième}}$  espèce dans le  $j^{\text{ième}}$  récolte;  $p(i) = \sum_{j=1}^n p_{ij}$  ;  $p(j) = \sum_{i=1}^m p_{ij}$  .

Il s'agit donc d'une distance deux fois pondérée (sur les lignes, puis sur les colonnes), permettant de comparer des "profils" : deux espèces d'abondances très différentes mais présentant, proportionnellement, des variations saisonnières voisines, seront séparées par une distance faible.

Ayant recomposé le nuage de points à partir de ces nouvelles distances, on en recherche les principaux axes d'inertie.



$$|MR|^2 = (r_a - m_a)^2 + (r_b - m_b)^2 + (r_c - m_c)^2$$



$$|MR|^2 = r_x^2 + r_y^2 + r_z^2$$

FIG. 50 - Analyse des composantes principales (FRONTIER comm. pers.)



## S O M M A I R E

Pendant l'année 1967, au cours de 15 sorties, en 2 stations du plateau continental de Pointe-Noire (Congo), 83 pêches ont été effectuées verticalement ou horizontalement (surface ou 15 m).

Des mesures de volume du zooplancton par sédimentation et par déplacement, ainsi que des mesures de poids sec n'ont pas mis en évidence de variation saisonnière, mais on a trouvé une forte corrélation entre ces deux dernières grandeurs.

A l'exception des Copépodes, les principaux taxons zoologiques n'ont pas fait l'objet d'étude taxinomique précise. Certains d'entre eux, essentiellement les groupes méroplanctoniques, présentent des variations saisonnières en relation avec l'hydrologie.

L'intérêt de leur étude aura été, plus que de définir des "saisons écologiques", de montrer l'existence d'un méroplancton et d'un holoplancton côtier, plus ou moins propres au plateau continental. L'espèce la plus caractéristique à cet égard, semble Nyctiphanes capensis.

Les espèces de Copépodes sont, au contraire, pour la plupart, sujettes à d'importantes fluctuations saisonnières. Les critères de présence et d'abondance (absolue et relative), permettent de mesurer l' "intensité" d'une saison hydrologique.

Une analyse en composantes principales (analyse factorielle des correspondances) et l'examen des graphiques de variations saisonnières permettent de définir un groupe de saison chaude : Undinula vulgaris, Eucalanus pileatus, E. subtenuis, Paracalanus aculeatus, Clausocalanus furcatus, Euchaeta paraconcinna, E. marina, Centropages furcatus; ainsi qu'un groupe de saison froide : Calanoides carinatus, Eucalanus crassus, E. monachus, Oncaea mediterranea f. major, Sapphirina nigromaculata, Corycaeus africanus.

L'analyse révèle une certaine diversification du groupe de saison chaude, entre les deux stations; le groupe de saison froide restant plus homogène. Quelques hypothèses hydrologiques et trophiques tentent d'expliquer ces phénomènes, ainsi que les variations saisonnières de l'indice de diversité.

## B i b l i o g r a p h i e

- ANONYME - 1968.- Bathythermogrammes 1967. Doc. n° 418 S.R. Centre de Pointe-Noire.
- BAINBRIDGE (V.) - 1960.- Occurrence of Calanoides carinatus (Kröyer) in the plankton of the Gulf of Guinea. Nature 188 (4754). Map. Illustr. pp. 932-933.
- BAINBRIDGE (V.) - 1960a.- The plankton of Inshore Waters off Freetown, Sierra Leone. Fishery publications of the Colonial office 13, pp.1-48.
- BERNARD (M.) - 1958.- Révision des Calocalanus (Copépodes Calanoida) avec description d'un genre nouveau et de deux espèces nouvelles. Bull. Soc. Zool. France 83.
- BERRIT (G.) - 1958.- Les saisons marines à Pointe-Noire. Bull. C.C.O.E.C. 10 (6), pp. 336-358.
- BERRIT (G.) - 1961.- Contribution à la connaissance des variations saisonnières dans le golfe de Guinée. Observations de surface le long des lignes de navigations. Ière partie : généralités. Cahiers Océanogr. C.C.O.E.C. 13 (10), pp. 715-725.
- BINET (D.) - DESSIER (A.) - 1967a.- Contribution à l'étude du zooplancton et plus particulièrement des Copépodes de la région de Nosy-Bé. (Rapport de stage). Doc.n° 362 S.R. Centre de Pointe-Noire, Illustr. pp. 1-43.
- BINET (D.) - DESSIER (A.) - 1967.- Rapport de sorties : R.P.N. 61 bis, R.P.N. 62 et 62 bis zooplancton. ibid. n° 363 & 364, pp. 1-12.
- BINET (D.) - DESSIER (A.) - 1967.- Rapport de sorties : R.P.N. 63, 63 bis & 64, 64 bis zooplancton. ibid. n° 372 & 374, pp. 1-16.
- BINET (D.) - DESSIER (A.) - 1967.- Rapport de sorties : R.P.N. 65, 65 bis, 65 ter & 66, 66 bis, 66 ter zooplancton. ibid. n° 388 & 389, pp. 1-24.

- BINET (D.) - DESSIER (A.) - 1967.- Rapport de sorties : R.P.N. 67, 67 bis, 67 ter & 68 bis zooplancton. *ibid.* n° 395, pp. 1-15.
- BINET (D.) - DESSIER (A.) - POINSARD (F.) - REBERT (J.P.) - 1967b.- avec la collaboration de GUILLERM (J.H.), OM 32, Campagne Anno-Bon V, Rapport de campagne. *ibid.* n° 387, pp. 1-32.
- BINET (D.) - DESSIER (A.) - TANTER (J.J.) - 1968.- Rapport de sorties : R.P.N. 69, 69 bis, 70, 70 bis, 70 ter et 71. *ibid.* n° 415, pp. 1-20.
- BINET (D.) - DESSIER (A.) - 1968a.- Zooplancton de surface récolté par le navire "Ombango" dans les parages de l'île Anno-Bon. *ibid.* n° 432, Illustr. pp. 1-16.
- BJORNBERG (T.K.S.) - 1963.- On the marine free-living Copepods off Brazil. *Boletim do Instituto Oceanografico.* 13 (1), pp. 3-142.
- BODEN (B.P.) - 1954.- The euphausiid crustaceans of southern African waters. *Trans. Royal. Soc. S.A.* 34 (1), pp. 181-243.
- BODEN (B.P.) - 1955.- Euphausiacea of the Benguela Current. First Survey, RSS "WILLIAM SCORESPY", March 1950. *Discovery Reports.* Vol. 27, pp. 337-376.
- BODEN (B.P.) - 1961.- Euphausiacea (Crustacea) from tropical west Africa *Atlantide Report* n° 6, pp. 251-262.
- BOWMAN (T.E.) - 1958.- A new species of Acrocalanus (Copepoda : Calanoida) from off the southeastern coast of the United States. *Bull. of Mar. Sci. of the Gulf and Caribbean.* 8 (2), pp. 118-124.
- COLEBROOK (J.M.) - 1964.- Continuous plankton records : A principal component analysis of the geographical distribution of zooplancton. *Bull. Mar. Ecol.*, 6, pp. 78-100.
- CORDIER (B.) - 1965.- L'analyse factorielle des correspondances. Thèse. Rennes, 66 p.
- DAHL (M.) - 1912.- Die Copepoden der Plankton-Expedition. I. Die Corycaeinen (mit Berücksichtigung aller, bekannten Arten). *Ergebn. Plankton Exped. Humboldt Stiftung.* Bd 2 G ; f 1 : IV + 135, 16 pl.
- DECKER (A. de) - 1964.- Observations on the ecology and distribution of Copepoda in the marine plankton of South Africa. Deptmt of Comm. and Ind. Div. of Fish. Invest. Rep. n° 49 Pretoria. ou dans : *Commerce and Industry* 22 (10), pp. 551-582.

- DONGUY (J.R.) - HARDIVILLIER (J.) - LE GUEN (J.C.) - 1965.- Le parcours maritime des eaux du Congo. Cah. Océanogr. C.C.O.E.C. 17 (2) : pp. 85-97, fig. 1-5.
- DUCRET (F.) - 1962.- Chaetognathes des campagnes de l' "Ombango" dans la zone équatoriale africaine (1959-1960). Bull. IFAN 24 (2), pp. 331-353.
- DUCRET (F.) - 1965.- Les espèces du genre Eukrohnia dans les eaux équatoriales et tropicales africaines. Cah. ORSTOM 3 (2) : pp. 1-63.
- FLEMINGER (A.) - 1957.- New Calanoid Copepods of the families Aetidae, Euchaetidae and Stephidae from the Gulf of Mexico. Fish. Bull. U.S. Fish and Wildlife service, vol. 57, n° 117 : II + 355-363.
- FRONTIER (S.) - 1968 a.- Données sur la faune pélagique vivant au large des côtes du Gabon, du Congo et de l'Angola : Hétéropodes et Ptéropodes. Doc. n° 417, S.R. Centre de Pointe-Noire : 11 p.
- FRONTIER (S.) - 1968 b.- Calcul de l'indice de diversité de Margalef. 4 p. multigr.
- FRONTIER (S.) - 1968 c.- Sur une méthode d'analyse faunistique rapide du zooplancton. J. exp. mar. Biol. Ecol., vol. 3.
- FRONTIER (S.) - 1966.- Zooplancton de la région de Nosy-Bé. Cah. ORSTOM, sér. Océanogr. 4 (3) : pp. 3-37.
- FURNESTIN (M.L.) - 1962.- Chaetognathes des côtes africaines (Campagnes belges du "Mercator" et du "Noordmonde II"). Exp. Océanogr. Belge dans les eaux côtières africaines de l'Atlantique sud (1948-1949). 3 (9) : 54 p.
- FURNESTIN (M.L.) - 1966.- Chaetognathes des eaux africaines. Atlantide report n° 9 : pp. 105-135.
- GALLARDO (Y.) - GUILLERM (J.M.) - REBERT (J.P.) - 1968 a.- Observations océanographiques dans la région de Pointe-Noire. Doc. n° 419 S.R. Centre de Pointe-Noire : 57 p.
- GALLARDO (Y.) - LE GUEN (J.C.) - 1968 b.- Caractères hydrologiques des régions frontales de l'Angola et du Gabon favorables à l'Albacore. Sous presse, *ibid.*
- GAUDY (R.) - 1963.- Sur une nouvelle espèce du genre Euchaeta des eaux de Dakar. Rec. Trav. St. Mar. Endoume. 45 (30) : pp. 9-14.
- GAUDY (R.) - SEGUIN (G.) - 1964.- Note sur la répartition annuelle des Copépodes pélagiques des eaux de Dakar. Rec. Trav. St. Mar. Endoume. 50 (34) : pp. 211-218.

- GIESBRECHT (W.) - 1892.- Systematik und Faunistik der Pelagischen Copepoden des Golfes von Neapel und der angrenzenden meeres-abschnitte. Fauna und Flora des Golfes von Neapel. 19 : pp. 1-831, 54 tabl.
- GODEAUX (J.) - GOFFINET (G.) - 1968.- Données sur la faune pélagique vivant au large des côtes du Gabon, du Congo et de l'Angola. Tuniciers pélagiques : I. Salpidae. Ann. Soc. r. zool. Belg. 98 (1) : pp. 49-86.
- GOY (J.) - 1968.- Les Hydroméduses de la rade de Villefrance sur Mer et de la mer de Ligurie. Thèse, Paris, 183 p.
- GRICE (G.D.) - 1962.- Calanoid copepods from equatorial waters of the Pacific Ocean. U.S. Fish. Wildlife Serv. Fishery Bull (1961), 186 : pp. 167-246.
- GRICE (G.D.) - 1963.- A revision of the Genus Gandacia with an annotated list of the species and a key for their identification. Zool. Mededel. Leiden, 38 (10) : pp. 171-194 et Coll. Repr. Woods Hole 1963, n° 1266.
- GRICE (G.D.) - CALEF (G.W.) - 1965.- A new species of Aetidus (Copepoda : Calanoida) from the equatorial Atlantic. Bull. Mar. Sci. 15 (3) : pp. 634-637 et Coll. Repr. Woods Hole 1965, part. 2, n° 1622.
- GRICE (G.D.) - HART (A.D.) - 1962.- The abundance, seasonal occurrence and distribution of the Epizooplankton between New-York and Bermuda. Ecol. Monogr. 32 : pp. 287-309.
- HANSEN (H.J.) - 1919.- The Decapoda of the Siboga-Expedition. Ia : The Sergestidae. Livre 86 (monogr. 38) : IV+66, 14 fig., 5 pl.
- HULSEMANN (K.) - 1966.- A revision of the genus Lucicutia (Copepoda : Calanoida) with a key to its species. Bull. Mar. Sci. 16 (4) : pp. 702-744.
- JOSSI (J.W.) - 1966.- The I.C.I.T.A. one-meter plankton net : description and evaluation. Limnol. Oceanogr. 11 (4) : pp. 640-642.
- KRAMP (P.L.) - 1959.- The hydromedusae of the Atlantic Ocean and adjacent waters. Dana-Report 46 : pp. 1-283, pl. 2.
- LEHNOFFER (K.) - 1926.- Copepoda 2 : Copilia Dana der Deutschen Tiefsee-Expedition. Wiss. Ergeb. Deutsch. Tiefsee-Exped., "Valdivia" 1898-1899, 23 (3).
- LEHNOFFER (K.) - 1929.- Copepoda 5 : Scopphirina J.V. Thomson der Deutschen Tiefsee-Expedition. Systematik und Verbreitung der Gattung. Ibid. 22 (5) : 80 p., 68 fig.
- MARGALEF (R.) - 1961.- Communication of structure in planktonic populations. Limnol. Oceanogr. 6 (2) : pp. 124-128.
- MARGALEF (R.) - 1967.- Some concepts relative to the organization of plankton. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., 5 : pp. 257-289.

- MARQUES (E.) - 1947.- Copépodes da Guiné portuguesa. Ann. Jta. Invest. Col. 2, 3 : pp. 41-46.
- MARQUES (E.) - 1949.- Nova contribuição para o conhecimento dos Copépodes da Guiné portuguesa. Ibid. 4,4 : pp. 17-28.
- MARQUES (E.) - 1951.- Copépodes encontrados no conteúdo gastrico de alguns Clupeidos da Guiné portuguesa. Ibid. 6,4 : pp. 9-18.
- MARQUES (E.) - 1951.- Nota complementar acerca dos Copépodes coligidos pela Missao zoologica da Guiné. Ibid. 6,4 : pp. 19-25.
- MARQUES (E.) - 1956.- Copépodes marinhos de Angola. Trabalhos de Missao de Biologia maritima. Campanhas em Angola. Ann. Invest. Ultramar. 8,2,2 : pp. 1-30.
- MARQUES (E.) - 1957.- Copépodes da Guiné portuguesa (Coligidos pela Missao geohydrographica da Guiné). Ibid. 10,4, 1 : pp. 1-25.
- MARQUES (E.) - 1958.- Copépodes dos Mares de Angola. I. Calanoida. Ibid. 11,3 : pp. 219-228.
- MARQUES (E.) - 1959.- Copépodes marinhos de Angola (2a campanha, 1952-1953). Mem. Jta. Invest. Ultramar 4 : pp. 197-222.
- MARQUES (E.) - 1961.- Copépodes da Guiné portuguesa III. Contribuição para o seu conhecimento. Ibid. (2) 23 : pp. 43-57.
- MAZZA (J.) - 1966.- Evolution de l'appareil buccal au cours du développement post-larvaire des Aetidae et des Euchaetidae (Copépodes pélagiques). Ses incidences sur le sex-ratio des adultes. Vie et Milieu (A) 17 (2.A) : pp. 1027-1044.
- NEPGEN (C.S. de V.) - 1957.- The Euphausiids of the West Coast of South Africa. Div. Fish. Invest. Rep. n° 28 : pp. 1-30.
- PETIT (D.) - 1968.- Essai sur une méthode quantitative. Premières données écologiques sur le genre Lucifer au voisinage de Nosy-Bé. Rapp. dactyl. 60 p., fig.
- POINSARD (F.) - TROADEC (J.P.) - 1967.- La radiale de Pointe-Noire. Cah. ORSTOM, sér. Océanogr. 5 (1) : pp. 69-84.
- REPELIN (R.) - 1964.- Scyphoméduses de la famille des Atollidae dans le golfe de Guinée. Cah. ORSTOM, sér. Océanogr. 2 (3) : pp. 13-30.
- REPELIN (R.) - 1965.- Quelques méduses de l'île Anno-Bon (Golfe de Guinée). Ibid. 3 (1) : pp. 73-79

- ROSE (M.) - 1929.- Copépodes pélagiques particulièrement de surface provenant des Campagnes scientifiques du Prince A. de Monaco. Résultats Camp. Scient. Albert Ier. 78 : pp. 1-123.
- ROSE (M.) - 1933.- Copépodes pélagiques. Faune de France. 26 : pp. 1-374.
- ROSSIGNOL (M.) - 1954.- Physionomie du plancton de la baie de Pointe-Noire. C.R. Vème C.I.A.O. (Abidjan 53) Dakar : pp. 63-65.
- RULLIER (E.) - 1965.- Quelques annélides polychètes pélagiques d'Anno-Bon (Golfe de Guinée). Bull. IFAN. 27, sér. A. (3) : pp. 866-875.
- RUSSEL (F.S.) - 1954.- The medusae of the British Isles. Cambridge. University press : pp. 1-530, pl. 1-35.
- SARS (G.O.) - 1925.- Copépodes particulièrement bathypélagiques provenant des campagnes scientifiques du Prince A. de Monaco. Résult. Camp. Scient. Albert Ier. 69.
- SCHWARTZ (D.) - 1963.- Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes. Edit. médicales Flammarion. 296 p.
- SCOTT (T.) - 1894.- Report on Entomostraca from the Gulf of Guinea, collected by John Rattray, B. Sc. Trans. Linn. Soc. Lond. (Zool.) (2) 6 : pp. 1-161.
- STEUER (A.) - 1923.- Copepoda 6 : Pleuromamma Giesbr. 1898 der Deutschen Tiefsee-Expedition. Wiss. Ergeb. Deutschen Tiefsee-Expedition "Valdivia" 1898-1899. 24 (1) : pp. 1-118, 15 cartes.
- STEUER (A.) - 1923.- Bausteine zu eine Monographie der Copepoden gattung Acartia. Arb. Zool. Inst. Univ. Innsbruck. 1 (5) : pp. 1-60.
- TESCH (J.J.) - 1946.- The Thecosomatous Pteropods. I. The Atlantic. Dana-Report 28 : pp. 1-82, 34 fig., 8 pl.
- TRANTER (D.J.) - HERON (A.C.) - 1967.- Experiments on filtration in plankton nets. Australian Jour. Mar. Freshwater Research. 18 (1) : pp. 89-112.
- TREGOUBOFF (G.) - ROSE (M.) - 1957.- Manuel de planctologie méditerranéenne. I. (Texte) II (planches). C.N.R.S. Paris : 587 p., 207 pl.
- TROADEC (J.P.) - BERRIT (G.) - 1960.- Richesse en phytoplancton des eaux côtières de la région de Pointe-Noire. Doc. n° 123. Centre ORSTOM de Pointe-Noire : 1-5 (multigr.).
- UNTERUBERBACHER (H.K.) - 1964.- Zooplankton studies in the waters off Walvis Bay with special reference to the Copepoda. The pilchards of South West Africa. Mar. Res. Lab. (South West Africa). Invest. Report 11 : 41 p., 36 pl.

- VERVOORT (V.) - 1963.- Pelagic Copepoda. I. Copepoda Calanoida of the families Calanidae up to and including Euchaetidae. Atlantide Report 7 : pp. 77-194.
- VERVOORT (V.) - 1965.- Pelagic Copepoda. II. Copepoda Calanoida of the families Phaennidae up to and including Acartiidae, containing the description of a new species of Aetidae. Ibid. 8 : pp. 9-216.
- WILLIAMSON (M.H.) - 1961.- An ecological survey of a scottish herring fishery. IV. Changes in the plankton during the period 1949 to 1959. Appendix : A method for studying the relation of plankton variations in hydrography. Bull. Mar. Ecol. 5 : pp. 207-229.



## Tables des Matières

### Pages

	R e m e r c i e m e n t s
1	I n t r o d u c t i o n
3	I. M E T H O D O L O G I E
3	I.1. Stations
4	I.2. Récoites à la mer
4	I.2.1. Filet
5	I.2.2. Déroulement des pêches
6	I.3. Etude du matériel
6	I.3.1. Mesure des volumes par sédimentation
7	I.3.2. Fractionnement
7	I.3.3. Tri à l'oeil nu
7	I.3.4. Mesure des volumes par déplacement
7	I.3.5. Mesure des poids secs
8	I.3.6. Examen à la loupe binoculaire
9	I.4. Exploitation des résultats
9	I.4.1. Normalisation des données
9	I.4.2. Représentation graphique
9	I.4.3. Indice de diversité de Shannon
10	I.4.4. Analyse factorielle des correspondances
13	II. H Y D R O L O G I E
13	II.1. Différentes masses d'eaux
13	II.1.1. Eau Guinéenne
14	II.1.2. Eau de la thermocline
14	II.1.3. Eau centrale sud-atlantique
14	II.1.4. Eau froide du courant de Benguela
14	II.1.5. Eaux fluviales
15	II.2. "Front" océanique
15	II.3. Upwellings
16	II.4. Courants
16	II.5. Saisons marines

Pages		
17	II.5.1.	Grande saison chaude
17	II.5.2.	Grande saison froide
17	II.5.3.	Petite saison chaude
17	II.5.4.	Petite saison froide
19	II.6.	Caractéristiques de l'année 1967
21	III.	V A R I A T I O N S SAISONNIÈRES DES PRINCIPAUX TAXONS
21	III.1.	Généralités
25	III.2.	Systematique
25	III.2.1.	Hydroméduses, Scyphoméduses
26	III.2.2.	Siphonophores
26	III.2.3.	Cténophores
26	III.2.4.	Phoronidiens
27	III.2.5.	Polychètes
27	III.2.6.	Cladocères
27	III.2.7.	Ostracodes
28	III.2.8.	Copépodes
28	III.2.9.	Cirripèdes
30	III.2.10.	Mysidacés
30	III.2.11.	Amphipodes
30	III.2.12.	Décapodes
34	III.2.13.	Euphausiacés
36	III.2.14.	Stomatopodes
36	III.2.15.	Lamellibranches
38	III.2.16.	Hétéropodes
38	III.2.17.	Ptéropodes
39	III.2.18.	Céphalopodes
39	III.2.19.	Chaetognathes
42	III.2.20.	Appendiculaires
42	III.2.21.	Salpes
42	III.2.22.	Doliolles
42	III.2.23.	Pyrosomes
42	III.2.24.	Céphalocordés
43		C o n c l u s i o n
44	IV.	N O T E S ECOLOGIQUES SUR LES COPEPODES
44	IV.1.	Liste commentée des espèces
82	IV.2.	Traitement mathématique des données
82	IV.2.1.	Méthodes
83	IV.2.2.	Analyse des récoltes
85	IV.2.3.	Interprétation des axes
86	IV.2.4.	Essai de définition des populations saisonnières
93	IV.2.5.	Remarques sur l'interprétation
94	IV.3.	Remarques sur le sex-ratio et le pourcentage de Copépodites chez quelques espèces

Pages

97	V. R E M A R Q U E S E C O L O G I Q U E S G E N E R A L E S
97	V.1. Rappel des conclusions précédentes
97	V.1.1. Hydrologie
97	V.1.2. Zooplancton
98	V.1.3. Copépodes
100	V.2. Indice de diversité
102	V.3. Caractère saisonnier, caractère côtier
105	V.4. Signification des axes de l'analyse
119	VI. A N N E X E S
120	Annexe I. Valeurs des sex-ratio et du pourcentage de copépodites
123	Annexe II. Analyse des composantes principales
133	S o m m a i r e
134	B i b l i o g r a p h i e
144	Liste des Illustrations

## Liste des Illustrations

Pages	
2	Fig. 1 : Position des stations Fig. 2 : Evolution des températures à la station 1
18	Fig. 3 : Port de Pointe-Noire : Diagramme T-S de surface Fig. 4 : Evolution des températures et des salinités de surface
23	Fig. 5 : Volumes par déplacement
29	Fig. 6 : Mysidacés, station 1 Fig. 7 : Larves de <i>Natantia</i> , station 1
31	Fig. 8 : Protozoés de <i>Lucifer</i> , station 1 Fig. 9 : Mysis de <i>Lucifer</i> , station 1
33	Fig.10 : <i>Lucifer faxonii</i> adultes, stations 1 et 2 Fig.11 : Doliolés, stations 1 et 2
35	Fig.12 : <i>Calyptopsis</i> , station 2 Fig.13 : <i>Furcilia</i> , station 2 Fig.14 : <i>Nyctiphanes capensis</i> adultes, station 2
37	Fig.15 : Véligères de Lamellibranches, station 1 Fig.16 : <i>Spiratella trochiformis</i> , station 1
47	Fig.17 : <i>Glanoides carinatus</i> , station 2 Fig.18 : <i>Eucalanus crassus</i> , station 2
49	Fig.19 : <i>Eucalanus subtenuis</i> , stations 1 et 2 Fig.20 : <i>Eucalanus pileatus</i> , stations 1 et 2 Fig.21 : <i>Undinula vulgaris</i> , station 2
53	Fig.22 : <i>Eucalanus monachus</i> , station 2 Fig.23 : <i>Paracalanus aculeatus</i> , stations 1 et 2 Fig.24 : <i>Clausocalanus furcatus</i> , stations 1 et 2
58	Fig.25 : <i>Paracalanus parvus</i> , stations 1 et 2 Fig.26 : <i>Euchaeta paraconcinna</i> , stations 1 et 2 Fig.27 : <i>Centropages furcatus</i> , stations 1 et 2
65	Fig.28 : <i>Temora stylifera</i> , station 2 Fig.29 : <i>Temora turbinata</i> , stations 1 et 2 Fig.30 : <i>Acartia danae</i> , stations 1 et 2 Fig.31 : <i>Oncaea mediterranea</i> f. <i>major</i> , stations 1 et 2

Pages

	Fig.32 : <i>Lucicutia flavicornis</i> , stations 1 et 2
76	Fig.33 : <i>Oncaea venusta</i> f. <i>nitor</i> , stations 1 et 2
	Fig.34 : <i>Sapphirina nigromaculata</i> , stations 1 et 2
	Fig.35 : <i>Corycaeus africanus</i> , stations 1 et 2
96	Fig.36 : Total des Copépodes, stations 1 et 2
99	Fig.37 : Indice de diversité des Copépodes, stations 1 et 2
107	Fig.38 : Analyse des traits verticaux, analyse par prélèvements : axes 1-2
108	Fig.39 : - - - axes 2-3
109	Fig.40 : - - - , analyse par espèces : axes 1-2
110	Fig.41 : - - - axes 2-3
111	Fig.42 : Analyse des traits de 15 m , analyse par prélèvements : axes 1-2
112	Fig.43 : - - - axes 2-3
113	Fig.44 : - - - analyse par espèces : axes 1-2
114	Fig.45 : - - - axes 2-3
115	Fig.46 : Analyse des traits de surface, analyse par prélèvements : axes 1-2
116	Fig.47 : - - - axes 2-3
117	Fig.48 : - - - , analyse par espèces : axes 1-2
118	Fig.49 : - - - axes 2-3
132	Fig.50 : Analyse des composantes principales