



HAL
open science

LES COPÉPODES PÉLAGIQUES AU SUD-EST DES ILES DU CAP VERT (Mission Guidôme du N.O. “J. Charcot ” Sept.-Oct. 1976) II. Aspects quantitatifs

V. Chahsavar-Archad, C. Razouls

► **To cite this version:**

V. Chahsavar-Archad, C. Razouls. LES COPÉPODES PÉLAGIQUES AU SUD-EST DES ILES DU CAP VERT (Mission Guidôme du N.O. “J. Charcot ” Sept.-Oct. 1976) II. Aspects quantitatifs. *Vie et Milieu / Life & Environment*, 1982, pp.89-99. hal-03012322

HAL Id: hal-03012322

<https://hal.sorbonne-universite.fr/hal-03012322v1>

Submitted on 18 Nov 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

LES COPÉPODES PÉLAGIQUES AU SUD-EST DES ILES DU CAP VERT (Mission Guidôme du N.O. « J. Charcot » Sept.-Oct. 1976)

II. Aspects quantitatifs

V. CHAHSAVAR-ARCHAD et C. RAZOULS

Laboratoire Arago,
66650 Banyuls-sur-Mer (France)

BIOMASSE
COPÉPODES PÉLAGIQUES
ILES DU CAP VERT

RÉSUMÉ. — Une étude quantitative des Copépodes a été effectuée au Sud Est des Iles du Cap Vert en liaison avec une structure hydrobiologique particulière dite en « dôme ». Des pêches verticales réalisées à l'aide d'un filet WP 2 ont permis une analyse dans l'espace et dans le temps de quatre couches d'eau jusqu'à une profondeur de 600 m. 1) La couche d'eau située à la partie inférieure de la thermocline jusqu'à 60 m présente les plus fortes valeurs de la biomasse du mésozooplancton et du nombre de Copépodes par rapport à l'ensemble de la colonne d'eau 0 - 600 m. 2) L'échantillonnage résultant de l'intégration des 200 premiers mètres est représentatif des aspects qualitatifs et quantitatifs de la région étudiée. 3) les variations quantitatives pour les différentes couches d'eau dues au cycle nyctéméral sont de faible amplitude. 4) Les coefficients de variation voisins de 25 % semblent traduire une faible dispersion des mesures et de ce fait une assez forte homogénéité de la région étudiée. Cet aspect est confirmé par l'étude de la structure du peuplement. 5) La structure hydrologique en « dôme » peu marquée lors de cette campagne est en accord avec la relative homogénéité spatiale horizontale et temporelle de l'échelon secondaire pélagique.

BIOMASS
PELAGIC COPEPODS
CAPE VERDE ISLANDS

ABSTRACT. — A quantitative analysis of Copepods has been done in relation to a particular hydrobiological structure, said "in dôme", off South-East of Cape Verde Islands. Vertical hauls with a WP 2-net, have let carry out an analysis of four vertical layers to 600 m deep, in space and in time. 1) The layer below the thermocline to 60 m encloses the highest values of mesozooplanktonic biomass and of Copepods numbers, in comparison with the whole water column from surface to 600 m. 2) The sampling by integration of the first 200 meters is representative of the quantitative and qualitative aspects of mesozooplankton in the studied area. 3) The quantitative variations owing to the nycthemeral cycles are small in the different water layers. 4) Variation coefficients near 25 per cent are held to point out a small dispersion of measures and there by a rather good homogeneity of the studied area. This is confirmed by the structure, "in dôme", little pronounced during that cruise is in good agreement with the homogeneity of the pelagic secondary trophic level, both in the space (horizontal distribution) and in the time.

INTRODUCTION

L'intérêt qui est porté au zooplancton des côtes ouest africaines relève de deux notions quelque peu différentes. L'une cherche à préciser la répartition biogéographique des espèces et si possible de divers aspects de leur écologie comme leur répartition bathymétrique ou leur caractère d'indicateur de masses d'eau. L'autre s'appuie sur l'analyse quantitative et la détermination des biomasses voire du calcul de la production pour préciser la richesse ou la pauvreté de certaines zones en relation avec les mécanismes hydrodynamiques propres à ces régions.

Lors d'un symposium sur les ressources vivantes du plateau continental africain Furnestin (1970) fournit une première synthèse bibliographique complétée ultérieurement par celle de Thiriot (1978). Aux travaux cités par les auteurs précédents, il convient d'ajouter ceux de Vives (1978), Le Borgne (1981), Hargreaves (1978), Boucher (1981, sous presse), C. et S. Razouls (1979), Houghton et Mensah (1978), Cushing (1971).

La mission Guidôme du N.O. « J. Charcot » (18 sept.-14 oct. 1976) avait pour but l'étude de la production primaire en relation avec une structure hydrologique particulière dite en « dôme » située au Sud-Est des Iles du Cap Vert. L'ensemble des mesures réalisées ainsi que les premiers résultats bruts de la campagne ont fait l'objet d'un rapport (Coste, 1977).

Dans une première partie (Chahsavar-Archad et Razouls, 1983) un inventaire systématique des Copépodes pélagiques a été dressé pour l'ensemble de la région prospectée.

Dans cette seconde partie une approche structurelle du peuplement est envisagée ainsi que les variations de la biomasse de la fraction mésozooplanctonique dans le temps et dans l'espace considérés.

MÉTHODE DE PRÉLÈVEMENT, CARACTÉRISTIQUES DES STATIONS

Tous les prélèvements ont été réalisés à l'aide du filet standard WP 2 (0,200 mm de vide de maille et 0,25 m² de surface d'ouverture) en montage triple. Les traits de filets sont pratiqués verticalement de la profondeur désirée à la surface. Compte tenu des erreurs d'échantillonnage entraînées par la fermeture des filets (Winsor et Clarke 1940) il a été jugé préférable de procéder sans système d'étranglement.

La pêche est tamisée de manière à ne recueillir que les éléments du mésozooplancton. Chacun des 3 filets a une destinée différente :

- 1) Mise en collection dans du formol neutre à 4 %.
- 2) Broyage total, congélation en vue d'une analyse des protides et C-H-N ultérieure. Ces mesures ont été

réalisées dès la fin de la campagne au laboratoire de l'ORSTOM à Abidjan par R. Le Borgne.

3) Filtration sur soie, puis congélation en vue d'une pesée de la biomasse en poids sec par la méthode de Lovegrove (1966), détermination de la caloricité, dosage du carbone et de l'azote total.

Durant la première partie de la campagne, dite de prospection, l'accent a été mis sur la reconnaissance et l'analyse des structures hydrologiques, notamment le relèvement de la thermocline a été précisé au moyen de profils bathythermographiques.

29 stations de prélèvements (Fig. 1) situées sur deux radiales à travers la zone du « dôme » ont permis d'acquiescer outre des données générales sur les paramètres hydrobiologiques (Coste, 1977) une série de pêches verticales de 200 m à la surface (sauf les stations 1 et 2 de 100 m - 0).

Huit stations d'une durée de 24 heures chacune (stations 30, 31, 41, 42, 43, 45, 70, 71) centrées sur les mesures *in situ* de l'assimilation photosynthétique du carbone et de l'azote ont permis de réaliser une série de pêches verticales par paliers, notamment à la station 41 (25-0, 40-0, 200-0, 600-0).

Enfin les stations 46 à 69 constituent un point fixe de 5 jours. Ces stations ont une position proche de la zone de relèvement maximal de la thermocline. Des prélèvements toutes les 4 heures avaient pour but d'étudier la variabilité dans le temps des principaux paramètres. Ils ont été limités aux 200 premiers mètres avec un resserrement autour de l'isobathe 60 m.

Au total 202 prélèvements verticaux ont été réalisés.

RÉPARTITION SPATIALE QUANTITATIVE DANS LES DEUX CENTS PREMIERS MÈTRES

Il peut être admis, dans une première approximation, que l'intégration résultant des pêches verticales caractérise le potentiel trophique que représente la fraction dimensionnelle mésozooplanctonique. Si l'on se trouve au delà du plateau continental, la profondeur minimale à atteindre pour que les résultats soient suffisamment représentatifs et comparables avec ceux d'autres régions océaniques, dépend de multiples facteurs.

Pour des raisons plus pratiques que théoriques on fixe généralement cette profondeur à 100 ou 200 m en s'appuyant sur une loi de décroissance exponentielle du zooplancton en fonction de la profondeur (Vinogradov, 1970).

Plusieurs sources de variation sont toutefois à envisager, et si possible préciser, afin d'apprécier au mieux les résultats d'une série de prélèvements dont on a fixé la stratégie en fonction du problème posé.

Compte tenu de pêches réalisées indistinctement de jour et de nuit, un effet de migrations verticales nycthérales est à envisager.

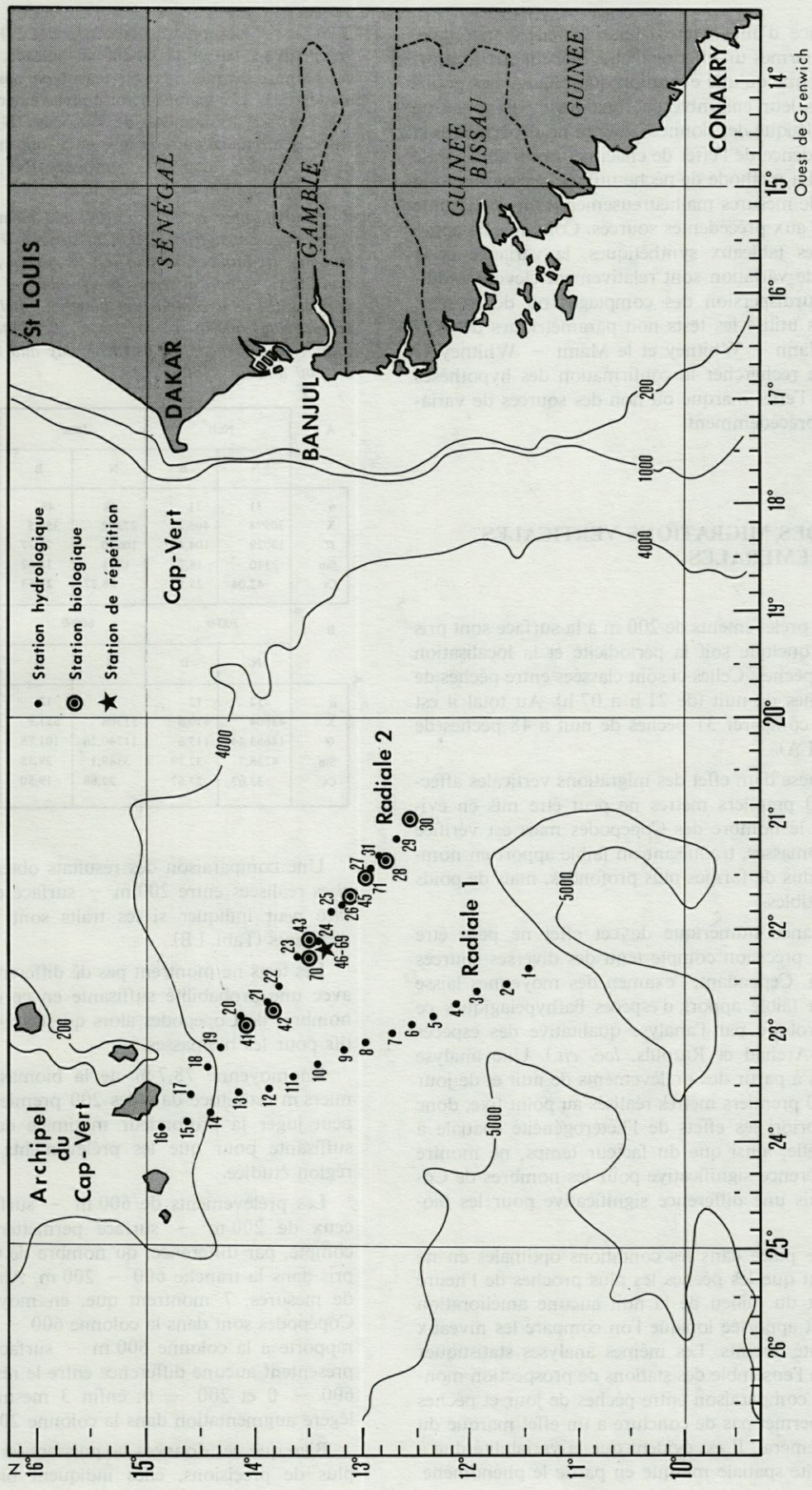


Fig. 1. - Carte de la région avec l'emplacement des stations.
 Map of the region with indication of stations.

L'existence d'une hétérogénéité spatiale horizontale, en d'autres termes un effet de tache, ne peut être a priori exclu, de même qu'une évolution quantitative des populations dans leur ensemble en fonction du temps. Une analyse statistique des données devrait nous permettre la mise en évidence de l'effet de chacune de ces sources de variations. La méthode de pêche utilisée occasionne une variabilité de mesures malheureusement non négligeable par rapport aux précédentes sources. Comme cela apparaît dans les tableaux synthétiques, la variance et le coefficient de variation sont relativement élevés, traduisant une surdispersion des comptages ou des pesées. Nous avons utilisé les tests non paramétriques de Wilcoxon - Mann - Whitney et le Mann - Whitney U test, afin de rechercher la confirmation des hypothèses fondées sur l'effet marqué ou non des sources de variation citées précédemment.

EFFETS DES MIGRATIONS VERTICALES NYCTHÉMÉRALES

Tous les prélèvements de 200 m à la surface sont pris en compte quelque soit la périodicité et la localisation précise des pêches. Celles-ci sont classées entre pêches de jour et pêches de nuit (de 21 h à 07 h). Au total il est possible de comparer 31 pêches de nuit à 48 pêches de jour (Tabl. I A).

L'hypothèse d'un effet des migrations verticales affectant les 200 premiers mètres ne peut être mis en évidence pour le nombre des Copépodes mais est vérifiée pour les biomasses, traduisant un faible apport en nombre d'individus de formes plus profondes, mais de poids plus perceptibles.

L'importance numérique de cet effet ne peut être évalué avec précision compte tenu des diverses sources de variation. Cependant, l'examen des moyennes laisse présager un faible apport d'espèces bathypélagiques ce qui est corroboré par l'analyse qualitative des espèces (Chahsavar-Archad et Razouls, *loc. cit.*). Une analyse des données à partir des prélèvements de nuit et de jour pour les 200 premiers mètres réalisés au point fixe, donc limitant a priori les effets de l'hétérogénéité spatiale à grande échelle, ainsi que du facteur temps, ne montre aucune différence significative pour les nombres de Copépodes mais une différence significative pour les biomasses.

Si l'on se place dans les conditions optimales en ne sélectionnant que les pêches les plus proches de l'heure du zénith et du milieu de la nuit aucune amélioration notable n'est apportée lorsque l'on compare les niveaux de probabilité atteints. Les mêmes analyses statistiques appliquées à l'ensemble des stations de prospection montrent que la comparaison entre pêches de jour et pêches de nuit ne permet pas de conclure à un effet marqué du cycle nycthéral. Il est évident que la variabilité due à l'hétérogénéité spatiale masque en partie le phénomène.

Tabl. I. - Nombre total de copépodes (N) et biomasse (B) en mg Poids sec par pêche de 200 m - surface, de jour et de nuit. n : nombre de mesures; S : écart-type observé; Sm : erreur standard. B, Comparaison entre prélèvements 200 - surface et 600 - surface des nombres de copépodes (N) et de la biomasse (B). C, Différence entre le jour et la nuit du pourcentage (%) et du nombre total des Copépodes (N) pour les couches 0 - 30 m, 30-60 m et 60 - 200 m.

A, Total number of copepods (N) and biomass (B) in mg dry weight per catch from 200 m to surface from day and night samples. n : number of measures; S : observed standard deviation; Sm : standard error. B, Number of copepods (N) and biomass (B) in a comparison between catches from 200 m to surface and 600 m to surface. C, Percentage (%) and total number of copepods (N) listed for day and night hauls 0 - 30, 30 - 60 and 60 - 200 m.

| A | Nuit | | Jour | | Total | |
|-----------|-------|---------|-------|-------|----------|--------|
| | N | B | N | B | N | B |
| n | 31 | 31 | 48 | 48 | 79 | 79 |
| \bar{X} | 30994 | 408,2 | 27392 | 356,5 | 28923 | 376,77 |
| σ | 13029 | 104,447 | 10670 | 76,77 | 11425,67 | 91,605 |
| Sm | 2340 | 18,76 | 1541 | 11,02 | 1285,5 | 10,31 |
| Cv | 42,04 | 25,59 | 38,27 | 21,53 | 39,50 | 24,31 |

| B | 200-0 | | 600-0 | | Total | |
|-----------|----------|-------|----------|--------|----------|--------|
| | N | B | N | B | N | B |
| n | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 24 |
| \bar{X} | 43604 | 410,6 | 51308 | 521,9 | 47456 | 466,3 |
| σ | 14683,44 | 113,6 | 11740,26 | 101,78 | 13583,71 | 119,82 |
| Sm | 4238,7 | 32,79 | 3389,1 | 29,38 | 2772,8 | 24,46 |
| Cv | 33,67 | 27,67 | 22,88 | 19,50 | 28,62 | 25,70 |

Une comparaison des résultats obtenus entre les pêches réalisées entre 200 m - surface et 500 m - surface peut indiquer si les traits sont significativement différents (Tabl. I B).

Les tests ne montrent pas de différences significatives avec une probabilité suffisante en ce qui concerne les nombres de Copépodes alors que ceux-ci sont significatifs pour les biomasses.

En moyenne 78,7 % de la biomasse des 600 premiers m est située dans les 200 premiers mètres et l'on peut juger la profondeur minimale de 200 m comme suffisante pour que les prélèvements caractérisent la région étudiée.

Les prélèvements de 600 m - surface, comparés à ceux de 200 m - surface permettent de se rendre compte, par différence, du nombre de Copépodes compris dans la tranche 600 - 200 m. Ainsi sur 12 paires de mesures, 7 montrent que, en moyenne, 30 % des Copépodes sont dans la colonne 600 - 200 m; si on les rapporte à la colonne 600 m - surface, 2 mesures ne présentent aucune différence entre le résultat des pêches 600 - 0 et 200 - 0, enfin 3 mesures révèlent une légère augmentation dans la colonne 200 - 0 de 14 %.

Bien que ces données ne puissent être analysées avec plus de précisions, elles indiquent bien que l'apport

éventuel des formes situées en dessous de 200 m est peu abondant et présente des valeurs très légèrement supérieures à celles dues aux erreurs de méthode (10 à 20 %). Les stations dites de répétitions et de production permettent d'analyser le résultat des pêches pour les 3 profondeurs prospectées (Tabl. II A).

Le calcul du pourcentage pour chacune des tranches d'eau a été effectué uniquement à partir des comptages des pêches successives dans le temps aux 3 profondeurs. Par contre le calcul du nombre moyen pour chacune des 3 tranches a pu être effectué à partir de prélèvements non rigoureusement successifs. Ceci explique la différence du nombre des données, n.

Il est évident à l'examen des tableaux qu'il n'est pas possible de mettre en évidence des migrations nyctémérales notables entre les 3 couches 200 - 60, 60 - 30, 30 - 0 m, ou tout au moins l'importance quantitative du phénomène est masqué par les 2 sources de variations dues à la méthode de pêche et à l'hétérogénéité spatiale.

Si l'on considère un nombre moindre de mesures correspondant à des situations d'éclairement plus proches du milieu de la journée et de la nuit on constate très peu de changement dans les couches 200 - 60 m et 30 - surface, mais un accroissement significatif de nuit dans la couche 60 - 30 m.

Les résultats exprimés en biomasse (mg du poids sec) par pêche pour les 4 tranches d'eau sont fournis dans le Tableau II, B.

Comme on a pu l'observer précédemment, la couche qui correspond à la partie inférieure de la thermocline (30 - 60 m) apparaît la plus riche, de nuit comme de jour. Elle est également la plus affectée par l'effet des migrations nyctémérales qui n'apparaissent pas de grande amplitude. On constate un enrichissement de la couche sous-jacente, à 200 m, de jour. Les biomasses exprimées par m³ donnent une idée plus exacte des potentialités trophiques de la masse d'eau correspondant aux divers niveaux considérés.

Ce type d'expression est naturellement discutable puisque l'on ne peut fournir le mode de distribution des concentrations dans la colonne échantillonnée. Elles confirmeront cependant l'importance quantitative des couches superficielles et plus particulièrement la situation de la couche d'eau 60 - 30 m (Tabl. II, C).

Les résultats observés sont en désaccord avec ceux de Roe (1972) obtenus en décembre près des Canaries, qui montrent les plus fortes concentrations de Copépodes

| A | Jour | | Nuit | |
|-------------|--------|---------|---------|----------|
| | % | N | % | N |
| 0 - 30 m | | | | |
| n | 28 | 28 | 16 | 18 |
| \bar{X} | 26,03 | 8200 | 22,19 | 7787 |
| σ | 6,726 | 3435,08 | 7,088 | 3467,43 |
| Sm | 1,27 | 649,16 | 1,77 | 817,29 |
| Cv | 25,8 | 41,89 | 31,9 | 44,53 |
| 30 - 60 m | | | | |
| n | 23 | 27 | 16 | 17 |
| \bar{X} | 41,68 | 12257 | 48,15 | 14342 |
| σ | 15,768 | 5226,98 | 17,560 | 5702,85 |
| Sm | 3,228 | 1005,9 | 4,39 | 1383,2 |
| Cv | 37,83 | 42,64 | 36,47 | 39,76 |
| 60 - 200 m | | | | |
| n | 26 | 28 | 16 | 16 |
| \bar{X} | 30,99 | 11231 | 30,74 | 12676 |
| σ | 16,619 | 9426,48 | 18,7065 | 13053,66 |
| Sm | 3,259 | 1781,4 | 4,677 | 3263,4 |
| Cv | 53,63 | 83,93 | 60,85 | 102,77 |
| B | | | | |
| 0 - 30 m | | Jour | Nuit | |
| n | | 33 | 15 | |
| \bar{X} | | 100,1 | 114,5 | |
| σ | | 38,62 | 38,27 | |
| Cv | | 38,59 | 33,43 | |
| 30 - 60 m | | | | |
| n | | 33 | 19 | |
| \bar{X} | | 169,2 | 191,7 | |
| σ | | 64,46 | 58,5 | |
| Cv | | 38,11 | 30,39 | |
| 60 - 200 m | | | | |
| n | | 29 | 18 | |
| \bar{X} | | 113,0 | 129,9 | |
| σ | | 60,44 | 87,37 | |
| Cv | | 53,49 | 67,26 | |
| 200 - 600 m | | | | |
| n | | 6 | 5 | |
| \bar{X} | | 138,9 | 113,2 | |
| σ | | 70,98 | 63,86 | |
| Cv | | 51,10 | 56,41 | |
| C | | | | |
| Profondeur | Jour | Nuit | | |
| 0 - 30 | 17,8 | 15,2 | | |
| 30 - 60 | 21,7 | 36,3 | | |
| 60 - 200 | 3,1 | 2 | | |
| 200 - 600 | 1 | 0,5 | | |

Tabl. II. - A, différence jour-nuit de la biomasse (mg Poids sec par pêche) pour les quatre couches d'eau 0 - 30 m, 30 - 60 m, 60 - 200 m, 200 - 600 m. B, Biomasse moyenne en mg Poids sec par m³ dans les quatre couches d'eau 0 - 30 m, 30 - 60 m, 60 - 200 m, 200 - 600 m.

A, Difference in day and night biomass (mg dry weight per haul) for the layers 0 - 30, 30 - 60, 60 - 200, 200 - 600. B, Mean biomass (mg dry weight by m³) in the layers 0 - 30, 30 - 60, 60 - 200, 200 - 600 m.

vers 500 m de jour comme de nuit. Mais les différences de méthodes utilisées et plus encore, le maillage des filets (0,200 mm contre 0,330 à 0,500 mm), expliquent aisément cette contradiction apparente.

Dans le cas du travail de Roe, seuls les calanoides sont pris en considération et le maillage utilisé valorise les espèces bathypélagiques, plutôt que les épépélagiques compte tenu de leurs tailles. Cet effet est d'autant plus fort que l'on se situe dans des eaux superficielles plus chaudes.

EFFETS DUS AUX VARIATIONS À COURT TERME AU MÊME POINT

Une série de stations (46 à 70) ont été répétées au point fixe durant 5 jours (6 au 10 Oct.), correspondant à un cercle d'environ un mille de diamètre, avec une série de pêches toutes les 4 h : 200 - 0, 60 - 0 m, 30 - 0 m.

Le nombre de Copépodes moyen recueillis par 24 H (correspondant à 3 pêches de nuit et 3 pêches de jour) pour les 3 colonnes d'eau est exprimé dans le Tableau III A.

Certaines valeurs sont significativement différentes dans les colonnes 200 - 0 et 60 - 0 m, mais il est difficile d'attribuer les différences observées à une évolution dans le temps plutôt qu'à une hétérogénéité spatiale. L'accroissement continu entre le 1^{er} et le 5^e jour est plutôt en faveur d'un phénomène de recrutement. Cependant l'étude ultérieure de la biomasse pour les mêmes prélèvements ainsi que de la structure du peuplement n'est pas convaincante.

Le Tableau III, B exprime l'évolution des biomasses dans les mêmes conditions que pour les nombres de Copépodes.

EFFETS DUS AUX VARIATIONS À PLUS LONG TERME AU MÊME POINT

Il est possible de comparer les stations 23, 24, 25 du 24 sept. aux stations 46 et 70 des 6 au 10 oct. Pour un intervalle de temps de 15 jours, on obtient les valeurs suivantes pour les 200 premiers mètres au même point (Tabl. IV).

La différence entre les moyennes n'est pas significative traduisant le fait que, à cette échelle de temps, il n'y a aucune variation quantitative des populations, en d'autres termes, les taux de « disparitions » et de recrutements s'équilibrent ou sont masqués par les diverses sources de variation qui affectent l'échantillonnage.

La comparaison des valeurs obtenues pour d'autres stations voisines géographiquement et séparées d'une quinzaine de jours ne montrent pas de différences appréciables. La périodicité de 25 jours correspond à une demi-génération compte tenu de la température moyenne des eaux superficielles (100 - 0 m).

Tabl. III. - A, Variation du nombre total de copépodes dans les diverses couches d'eau en fonction du temps. B, variations de la biomasse en fonction du temps.

A, Variation of the total number of copepods in every layer as a function of time. B, Biomass Variations as a function of time.

| t = jour | t ₀ | t + 1 | t + 2 | t + 3 | t + 4 |
|------------------|----------------|---------|---------|---------|----------|
| 200 - 0 | | | | | |
| n = | 6 | 6 | 6 | 6 | 4 |
| \bar{X} = | 21860 | 20740 | 22960 | 25913 | 40770 |
| σ = | 2223,29 | 4119,81 | 3511,99 | 8051,65 | 11678,14 |
| Sm = | 907,66 | 1681,91 | 1433,77 | 3287,09 | 5839,07 |
| Cv = | 10,17 | 19,86 | 15,30 | 31,07 | 28,64 |
| 60 - 0 m | | | | | |
| n = | 6 | 6 | 6 | 6 | 4 |
| \bar{X} = | 14993 | 17766 | 19486 | 21013 | 27700 |
| σ = | 2722,99 | 2328,18 | 3097,27 | 5226,50 | 7186,77 |
| Sm = | 1111,66 | 950,47 | 1264,49 | 2133,72 | 2933,99 |
| Cv = | 18,16 | 13,10 | 15,89 | 24,87 | 25,95 |
| 30 - 0 m | | | | | |
| n = | 6 | 6 | 6 | 6 | - |
| \bar{X} = | 5817 | 5679 | 5887 | 6961 | - |
| σ = | 744,71 | 1520,04 | 545,49 | 591,39 | - |
| Sm = | 304,03 | 620,56 | 222,70 | 241,43 | - |
| Cv = | 12,80 | 26,76 | 9,27 | 8,50 | - |
| 200 - 0 m | | | | | |
| n = | 6 | 6 | 6 | 6 | - |
| \bar{X} = | 438,83 | 323,83 | 389,0 | 380,33 | - |
| σ = | 64,3845 | 75,9353 | 69,4867 | 83,1665 | - |
| Sm = | 26,28 | 31,00 | 28,37 | 33,75 | - |
| Cv = | 14,67 | 23,44 | 17,86 | 21,86 | - |
| 60 - 0 m | | | | | |
| n = | 6 | 6 | 6 | 6 | 4 |
| \bar{X} = | 269,5 | 249 | 293 | 279,17 | 326,25 |
| σ = | 58,3018 | 58,0517 | 36,9919 | 63,8762 | 62,5853 |
| Sm = | 23,802 | 23,699 | 15,102 | 26,102 | 31,29 |
| Cv = | 21,63 | 23,31 | 12,63 | 22,88 | 19,18 |
| 30 - 0 m | | | | | |
| n = | 6 | 6 | 6 | 6 | 4 |
| \bar{X} = | 105,17 | 75,33 | 124,17 | 103,5 | 78,75 |
| σ = | 24,1281 | 31,6460 | 43,4852 | 21,6032 | 37,3397 |
| Sm = | 9,850 | 12,92 | 17,75 | 8,82 | 18,67 |
| Cv = | 22,94 | 42,01 | 35,02 | 20,87 | 47,42 |

RÉPARTITION SPATIALE QUANTITATIVE

Après avoir tenté de mettre en évidence les effets de diverses sources de variation : migrations nyctémérales, évolution possible dans le temps du mésoplancton, il reste à apprécier l'importance de l'hétérogénéité spatiale.

On peut l'appréhender de deux manières : soit à petite échelle, à moins de 1 mille près, entre chaque station

Tabl. IV. - Variation du nombre de copépodes à 15 jours d'intervalle au même point (200 - surface).

Variation in the number of copepods after fifteen days at the same point (200 m to surface).

| | t = 0 | t + 15 |
|-----------|-------|--------|
| n | 3 | 5 |
| \bar{X} | 25666 | 26448 |
| σ | 2982 | 8234 |
| Sm | 1721 | 3682 |
| Cv | 11,61 | 31,13 |

séparées les unes des autres par 4 H environ (durée pendant laquelle les courants superficiels ne sont pas négligeables et estimés de 0,5 jusqu'à parfois 1 nœud, portant généralement vers le S.-SW (ce qui correspondrait approximativement à une distance réelle parcourue par la masse d'eau de l'ordre de 2 à 4 milles), soit en comparant les pêches résultant des stations de prospection.

HÉTÉROGÉNÉITÉ POUR L'ENSEMBLE DE LA RÉGION

Les 27 stations prospectées (3 à 29) se sont échelonnées sur 6 jours (du 20-9 au 25-9) avec une différence de 3°25 en latitude et de 3° en longitude entre les points les plus éloignés.

Afin d'éliminer un éventuel effet jour-nuit sur les pêches des 200 premiers mètres, nous effectuons un groupement des mesures en deux séries (Tableau V, A).

Si nous comparons chaque mesure à la moyenne et calculons les déviations moyennes (D) on obtient pour chacune des séries les valeurs du Tabl. V, B.

Les résultats, compte tenu des sources de variation, montrent une homogénéité relative des Copépodes en projection par m² de surface bien que la variance supérieure à la moyenne traduise une distribution contagieuse des mesures.

Une comparaison entre les stations réparties sur les deux radiales Est et Ouest ne permet pas de conclure à une quelconque différence entre elles, par contre un groupement des stations selon leur localisation Nord et Sud (par rapport à la latitude de 13° 15' N) montre une différence significative entre les nombres de Copépodes mais non en ce qui concerne les biomasses. Un effet de terre dû à la proximité de l'archipel des Iles du Cap Vert paraît devoir être la cause de la différence observée, mais celle-ci est faible (Tabl. VI, A).

Tabl. V. - A, résultats portant sur le nombre de copépodes (N) et la biomasse (B) des séries de pêches 200 m - surface de jour et de nuit pour l'ensemble de la région prospectée. B, Pourcentage de cas dont les déviations moyennes (D) sont inférieures à 25 et 15 % pour le nombre de copépodes (N) et la biomasse (B).

A, number of copepods (N) and biomass (B) in day and night hauls from 200 m to surface. B, percentage of cases in which the mean deviation (D) is less than 25 and 15 %, respectively, for copepod numbers (N) and biomass (B).

| | Nuit | | Jour | | Toutes stations | |
|-----------|---------|-------|---------|--------|-----------------|-------|
| | N | B | N | B | N | B |
| n | 11 | 12 | 15 | 15 | 27 | 27 |
| \bar{X} | 27434 | 386,3 | 24263 | 333,53 | 25100 | 357 |
| σ | 7220,44 | 96,90 | 4503,38 | 80,02 | 6346,73 | 88,52 |
| Sm | 2177 | 27,97 | 1163 | 20,66 | 1245 | 17,04 |
| Cv | 26,31 | 25,08 | 18,56 | 23,99 | 25,29 | 24,80 |

| % des mesures avec D | ≥ 25 % | | ≥ 15 % | |
|----------------------|--------|----|--------|----|
| | N | B | N | B |
| Nuit | 63 | 50 | 50 | 42 |
| Jour | 80 | 67 | 66 | 40 |
| Nuit + Jour | 65 | 59 | 58 | 41 |

HÉTÉROGÉNÉITÉ AU POINT FIXE

Elle peut être envisagée en suivant l'évolution du nombre de Copépodes et de la biomasse du mésozoplancton des stations 46 à 70.

Les valeurs obtenues pour les 3 profondeurs prospectées montrent des coefficients de variation compris entre 16 et 33 % pour les nombres de Copépodes et 20 à 35 % pour les biomasses (Tabl. VI, B).

Le calcul des déviations moyennes (Tabl. VI, C) fournit une indication sur la dispersion des mesures, donc de l'hétérogénéité.

L'examen du tableau montre que la plupart des déviations sont inférieures à 25 %, voire à 15 % ce qui traduit une variabilité inhérente à la méthode utilisée (Razouls et Thiriot, 1968) plutôt que le résultat d'une répartition spatiale hétérogène.

Si l'on compare les résultats obtenus pour les stations de prospection à ceux du point fixe, aucune différence significative n'apparaît entre les deux séries portant soit sur les nombres de copépodes soit sur les biomasses. En d'autres termes l'hétérogénéité spatiale n'augmente pas lorsque s'accroît soit le nombre des stations soit la distance entre elles, tout au moins à l'échelle géographique considérée.

La plus grande part de la variation paraît être rapidement obtenue par les séries de pêches à court terme (2 à 3 jours) et à petite échelle (inférieure au mille).

Tabl. VI. — A, Nombre de copépodes comparé entre les groupes de stations nord et sud dans la région prospectée (pêches 200 m = surface) B, Nombre de copépodes et biomasse au point fixe toutes stations confondues pour les trois couches d'eau 30 - 0, 60 - 0, 200 - 0 m. C, Pourcentage de cas dont les déviations moyennes sont inférieures à 25 et 15 % pour le nombre de copépodes (N) et la biomasse (B).

A, Numbers of copepods in a comparison between groups of northern and southern station. (catches from 200 m to surface). B, Number of copepods and biomass combined for the same point of all stations in layers 30 - 0, 60 - 0, 200 - 0 m. C, Percentage of cases in which the standard deviation are less than 25 and 15 p. cent, respectively, for the number of copepods (N) and biomass (B).

| | | Stations Nord | | Stations Sud | | Stations N et S | |
|---|-----------|---------------|--|--------------|--|-----------------|--|
| A | n | 15 | | 10 | | 25 | |
| | \bar{X} | 27220 | | 22989 | | 25528 | |
| | σ | 6166,58 | | 6084,77 | | 6367,24 | |
| | Sm | 1592 | | 1924 | | 1273 | |
| | Cv | 22,66 | | 26,47 | | 24,94 | |

| | | 0 - 30 m | | 0 - 60 m | | 0 - 200 m | |
|---|-----------|----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|
| | | N | B | N | B | N | B |
| B | n | 24 | 26 | 27 | 27 | 27 | 26 |
| | \bar{X} | 6086 | 106,56 | 19290 | 277,96 | 24836 | 380,5 |
| | σ | 1017,69 | 38,0968 | 5279,4008 | 57,0536 | 8387,1209 | 79,3323 |
| | Sm | 207,7 | 7,47 | 1016 | 10,98 | 1614,1 | 15,56 |
| | Cv | 16,72 | 35,75 | 27,37 | 20,53 | 33,77 | 20,84 |

| % des mesures avec D | | < 25 % | | < 15 % | |
|----------------------|--------------|--------|----|--------|----|
| | | N | B | N | B |
| 0 - 30 m | Nuit | 100 | 75 | 100 | 50 |
| | Jour | 67 | 71 | 50 | 43 |
| | Nuit et jour | 83 | 62 | 75 | 50 |
| 0 - 60 m | Nuit | 77 | 85 | 46 | 69 |
| | Jour | 79 | 71 | 64 | 43 |
| | Nuit et jour | 70 | 89 | 48 | 41 |
| 0 - 200 m | Nuit | 69 | 77 | 54 | 54 |
| | Jour | 79 | 92 | 57 | 62 |
| | Nuit et jour | 78 | 73 | 52 | 73 |

RÉPARTITION QUANTITATIVE EN FONCTION DES COUCHES D'EAU

L'intégration d'une colonne d'eau permet de caractériser rapidement avec une précision acceptable les potentialités trophiques d'une région et éventuellement de les relier à certains paramètres hydrobiologiques. L'analyse plus précise de la répartition verticale pourra seule rendre compte des mécanismes écophysologiques.

La succession à la même station des traits verticaux de profondeurs croissantes peut fournir des informations sur la répartition verticale dans la mesure où l'hétérogénéité spatiale par m² de surface demeure du même ordre de grandeur que l'erreur d'échantillonnage.

Nous avons pu constater qu'il devait en être ainsi dans l'immense majorité des cas au cours de cette campagne.

La couche d'eau correspondant à la partie inférieure de la thermocline est la plus riche avec près de 45 % des copépodes de l'ensemble de la colonne contre 25 % dans la couche de surface et 31 % en dessous de 60 m.

L'étude des biomasses confirme les résultats obtenus pour les nombres de copépodes avec respectivement : 25 %, 44 % et 31 % pour chacune des couches, rapportées à la colonne 200 - 0 m.

STRUCTURE DU PEUPELEMENT

L'analyse des pêches a révélé la grande diversité des espèces. Ces dernières peuvent être classées en six groupes dont trois correspondent aux familles : Oithonidae, Corycaeidae et Oncaeidae, un au Sous-Ordre des Harpacticoida, les derniers au Sous-Ordre des Calanoidea qui sera arbitrairement subdivisé en formes adultes et juvéniles.

A) Ensemble de la région

Les résultats obtenus pour l'ensemble des stations de prospection (0 - 200) sont exprimés en pourcentage. Les Harpacticoides, toujours présents mais inférieurs à 5 %, ne sont pas pris en compte (Fig. 2), de même que les Sapphirinidae encore moins représentés (10,5 à 1 %). Plusieurs observations ressortent à l'évidence des données obtenues :

1) La dominance des Calanoïdes avec près de 55 % du nombre total des Copépodes, parmi lesquels les stades juvéniles représentent à eux seuls près de 35 %.

2) L'importance des Cyclopoïdes qui sont par ordre numérique : les Oncaeidae (près de 25 %), les Oithonidae (voisin de 10 %) et les Corycaeidae (5 %).

3) Compte tenu des erreurs de sous-échantillonnage on observe une homogénéité du peuplement pour toute la zone prospectée.

B) Modification de la structure du peuplement au point fixe

Le résultat des comptages provenant des pêches des stations 46 à 70 pour les 200 premiers m est figuré dans la figure 3.

Les résultats intègrent les sources de variations : le sous-échantillonnage, la micro-hétérogénéité spatiale due à la dérive du bateau et des courants superficiels, le temps (5 jours).

Les pourcentages obtenus ne diffèrent pas de ceux correspondant à l'ensemble des stations de prospection et l'amplitude des fluctuations est identique dans les deux cas. L'étude des prélèvements entre 600 m et la

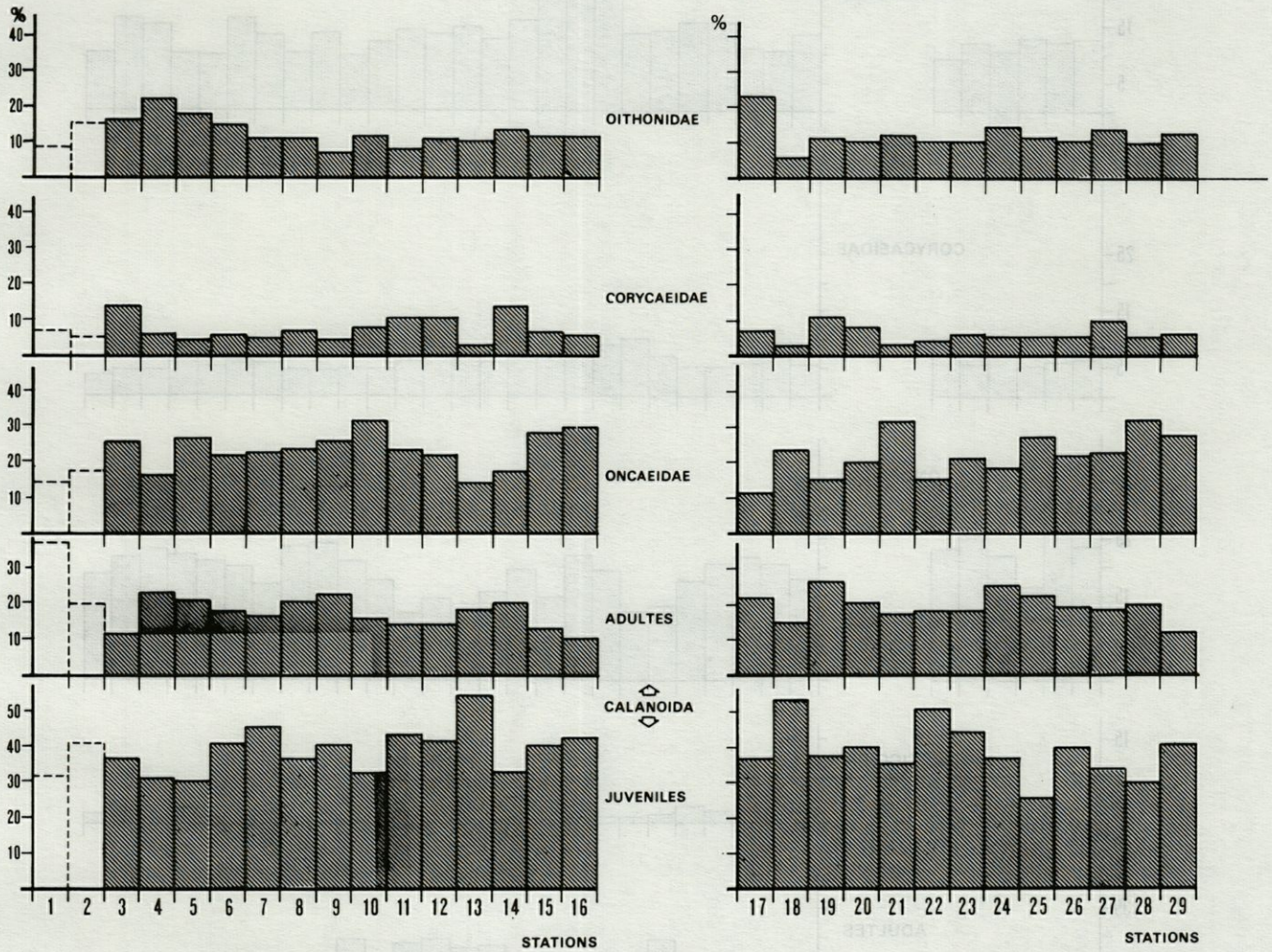


Fig. 2. - Pourcentage des principaux groupes dans la colonne 0 -200 m aux stations de prospection.
 Percentage of main groups of copepods in the 0 - 200 m layer at prospected stations.

surface pour les mêmes stations ne fait apparaître aucune différence, de même que la comparaison avec d'autres points de la zone étudiée.

CONCLUSION

L'étude quantitative des Copépodes au cours de la campagne « Guidôme » située au Sud Est des Iles du Cap Vert a permis de mettre en évidence les faits suivants :

1) Les prélèvements réalisés à plusieurs profondeurs ont révélé l'importance de la couche d'eau située à la base de la thermocline jusqu'à 60 m. Celle-ci présente de nuit comme de jour les plus fortes valeurs de la biomasse du mésozooplancton, comme du nombre des Copépodes.

2) L'échantillonnage qualitatif et quantitatif qui résulte de l'intégration des 200 premiers mètres peut être considéré comme représentatif de l'échelon secondaire de la région étudiée.

3) Les variations quantitatives dues au cycle nyctéméral sont de faible amplitude et partiellement masquées par les autres sources de variation. Ces variations sont les plus marquées au niveau de la couche d'eau entre 30 et 60 m et ne permettent pas de mettre en évidence une hétérogénéité spatiale significative.

4) Les coefficients de variation sont jugés satisfaisants même si les variances sont élevées. Pour les 200 premiers mètres le nombre de copépodes par m² est de 100.400 (Cv = 25,3 %), la biomasse de 1 428 mg. P.S. (Cv = 24,8 %), les quantités de carbone et d'azote respectivement de 615,6 (Cv = 27,7 %) et 150,08 (Cv = 30,37 %) en mg du Poids sec soit un rapport C/N de 4,16 (Cv = 7,7 % ; la calorificité est de 5 cal. mg⁻¹ P sec (Cv = 11,6 %), le pourcentage de cendres est de 7,46 (Cv = 46,5 %).

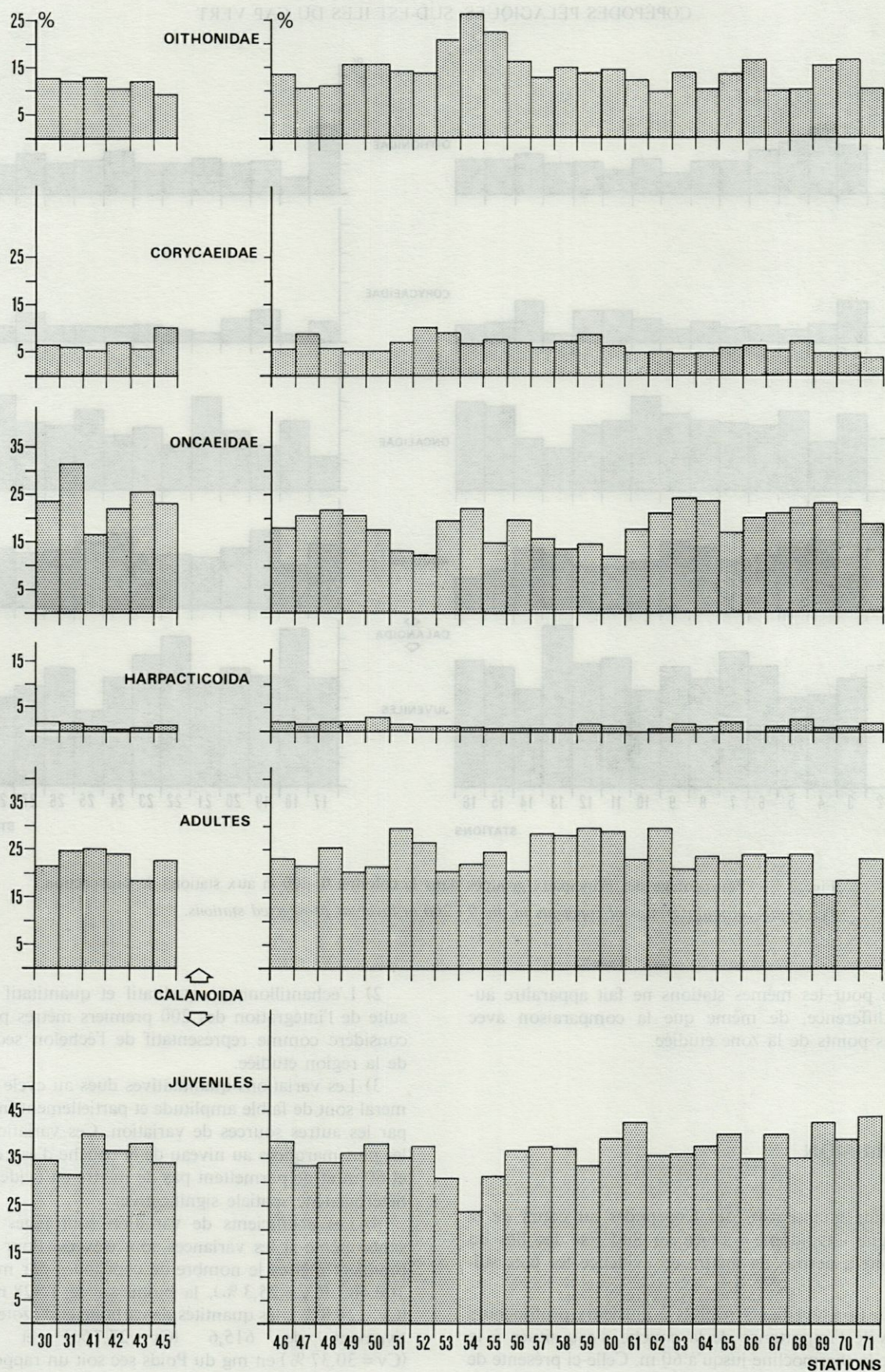


Fig. 3. — Évolution en fonction du temps du pourcentage des principaux groupes dans la colonne 0 - 200 m au point fixe.
 Percentage variations as a function of time in the main groups copepods within layer 0 - 200 m at the same point.

Tabl. VII. - A, Nombre de copépodes (N) dans les trois couches d'eau (0 - 30, 30 - 60, 60 - 200) et pourcentage rapporté à l'ensemble de la colonne 200 m - surface, toutes stations confondues. B, Biomasses en mg Poids sec par pêche pour les quatre couches d'eau (0 - 30, 30 - 60, 60 - 200, 200 - 600 m).

A, Number of copepods (N) in the three layers (0 - 30, 30 - 60, 60 - 200) and percentage for the column 200 m to surface for all stations. B, Biomasses (mg dry weight per haul) for the four layers (0 - 30, 30 - 60, 60 - 200, 200 - 600 m).

| Profondeur en m | | N | % |
|-----------------|-----------|----------|--------|
| 0 - 30 | n | 46 | 43 |
| | \bar{X} | 8040 | 24,71 |
| | σ | 3415,189 | 7,097 |
| | Sm | 503,5 | 1,082 |
| | Cv | 42,48 | 28,72 |
| 30 - 60 | n | 49 | 43 |
| | \bar{X} | 13622 | 44,97 |
| | σ | 5901,997 | 16,069 |
| | Sm | 843,1 | 2,451 |
| | Cv | 43,33 | 35,73 |
| 60 - 200 | n | 37 | 35 |
| | \bar{X} | 9973 | 30,77 |
| | σ | 7176,333 | 13,588 |
| | Sm | 1179,79 | 2,297 |
| | Cv | 71,95 | 44,16 |

| Profondeur en m | 0 - 30 | 30 - 60 | 60 - 200 | 200 - 600 |
|-----------------|--------|---------|----------|-----------|
| n | 38 | 52 | 47 | 10 |
| \bar{X} | 100,8 | 175,6 | 122,7 | 127,85 |
| σ | 40,02 | 61,96 | 70,24 | 54,84 |
| Cv | 39,72 | 35,28 | 57,26 | 42,89 |

5) Les principales sources de variation qui affectent les prélèvements sont de même ordre de grandeur et il est particulièrement difficile de mesurer les effets propres à chacune d'elles. Inversement aucune de ces sources ne ressort nettement du « bruit de fond ». La précision de la méthode utilisée ne permet pas de mettre en évidence une hétérogénéité spatiale significative. Si cette précision est jugée satisfaisante on conclut à une répartition rapportée au m² de surface de la mer tendant plutôt vers l'homogénéité que vers l'agrégation.

6) La structure du peuplement révèle une très forte homogénéité pour l'ensemble de la région prospectée avec un pourcentage élevé de cyclopoïdes voisin de 50 % de l'ensemble des copépodes.

7) La structure hydrologique en « dôme » peu marquée lors de cette campagne est en accord avec la relative homogénéité spatiale horizontale de l'échelon secondaire pélagique.

Seul un effet résultant de la présence des Iles du Cap Vert au nord de la région prospectée paraît avoir une

légère influence quantitative sur les stations qui leur sont les plus proches.

RÉFÉRENCES

- BOUCHER, J., 1981. Peuplement de Copépodes des upwellings côtiers nord-ouest africain. I. Composition spécifique et distribution spatiale. *Oceanol. Acta* (sous presse).
- BOUCHER, J., 1981. Peuplement de Copépodes des upwellings côtiers nord-ouest africain. II. Structure des principales espèces. *Oceanol. Acta* (sous presse).
- CHAHAVAR-ARCHAD, V. et C. RAZOULS 1982. les Copépodes pélagiques au Sud-Est des Iles du Cap Vert (mission « Guidôme » du N.O. « J. Charcot », sept.-oct. 1976). I : Aspects qualitatifs. *Vie Milieu*, **32** (1) : 25-45.
- COSTE, B., 1977. Campagne Guidôme 1976. Publ. CNEXO. Résultats des campagnes à la mer, 13 (1 et 2), 104 p. et 98 p.
- CUSHING, D.H., 1971. Upwelling and the production of fish. *Advan. Marine. Biol.*, **9** : 255-334.
- FURNESTIN, M.L., 1970. Rapport sur le plancton. *Rapp. P. v. réun. Cons. perm. int. Explor. Mer.*, **159** : 98-115.
- HARGREAVES, P.M., 1978. Relative abundance of zooplankton groups in the northwest african upwelling region during 1968 and 1972. *In* : Upwelling Ecosystems, edit. R. Boje & M. Tomczak, p. 62-72.
- HOUGHTON, R.W. & M.A. MENSAH, 1978. Physical aspects and biological consequences of Ghanaian coastal upwelling. *In* : Upwelling Ecosystems, edit. R. Boje & M. Tomczak, p. 167-180.
- LE BORGNE, R., 1981. Relationship between the hydrological structure, chlorophyll and zooplankton biomasses in the gulf of Guinea. *J. Plankton Res.* (sous presse).
- LOVEGROVE, T., 1966. The determination of the dry weight of Plankton and the effect of various factors on the values obtained. *In* H. Barnes : some contemporary studies, *in marine science* : 429-467.
- RAZOULS, C. et S. RAZOULS, 1979. Valeur énergétique de l'échelon secondaire pélagique dans différentes aires marines. *Vie milieu*, **28-29** (1-AB) : 31-50.
- RAZOULS, C. et A. THIRIOT, 1968. Mise en évidence des variations d'échantillonnage des prélèvements verticaux (filet hensen). *Vie Milieu*, **19** (1-B) : 197-223.
- ROE, H.S.J. 1972a. The vertical distribution and diurnal migrations of Calanoid Copepods collected on the SONDA cruise, 1965. I. The total population and general discussion. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **52** : 277-314.
- THIRIOT, A. 1978. Zooplankton communities in the west african upwelling area ; *In* Upwelling Ecosystems, edit. R. Boje & M. Tomczak, p. 32-61.
- VINOGRADOV, M.E. (1968)-1970. Vertical distribution of the oceanic zooplankton. Israel Program. Sc. Transl. Jerusalem, 339 p.
- VIVES, F. 1978. Sur les copépodes de la région CINECA (parties nord et centrale). Cmm. Sympos. Courant des Canaries : Upwelling et ressources vivantes, n° 49 : 2-27.