

# Distribution des foraminifères, des radiolaires et des ptéropodes actuels dans l'Atlantique tropical et sud

Autor(en): **Bénier, Christiane**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **66 (1973)**

Heft 1

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-164186>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Distribution des foraminifères, des radiolaires et des ptéropodes actuels dans l'Atlantique tropical et sud

Par CHRISTIANE BÉNIER

Ecole des Sciences de la Terre, 11 rue des Maraîchers, 1211 Genève 4

## ABSTRACT

A description of the different water masses encountered is mentioned.

The conclusions of this study based on the percentage of foraminifera, pteropoda and radiolaria at each station are:

1. The relative number of pteropoda compared to that of foraminifera and radiolaria is greater in the southern than in the northern part of the South Atlantic Current.
2. The foraminifera are more numerous near the surface than deeper in the South Equatorial Current.
3. There is no linear correlation between foraminifera and radiolaria, although the two groups increase and decrease at the same time.

## RÉSUMÉ

Les différentes masses d'eau rencontrées sont décrites.

Les conclusions de cette étude, basées sur le pourcentage des foraminifères, radiolaires et ptéropodes pour chaque station sont:

1. Le nombre des ptéropodes par rapport au nombre des foraminifères et radiolaires est plus élevé dans le courant sud atlantique que dans la partie située au nord de celui-ci.
2. Les foraminifères sont plus nombreux près de la surface dans le courant sud équatorial.
3. Il n'y a pas de corrélation linéaire entre les foraminifères et les radiolaires, malgré que les deux groupes croissent et décroissent en même temps.

## Introduction

Les échantillons proviennent de récoltes faites sur le R/V Atlantis II, navire de l'institut océanographique de Woods Hole, Massachusetts, durant deux campagnes. La première, Atlantis II 31, s'est déroulée du 25 janvier au 11 avril 1967 et comprend 61 échantillons (fig. 1). La seconde, Atlantis II 42, a eu lieu du 2 au 21 juin 1968 et totalise 23 échantillons (fig. 2).

Pour chaque station, nous avons compté les foraminifères, les radiolaires et les ptéropodes. Nous avons essayé de voir s'il y avait corrélation entre l'abondance des différents groupes et la localisation des stations suivant les différents courants rencontrés.

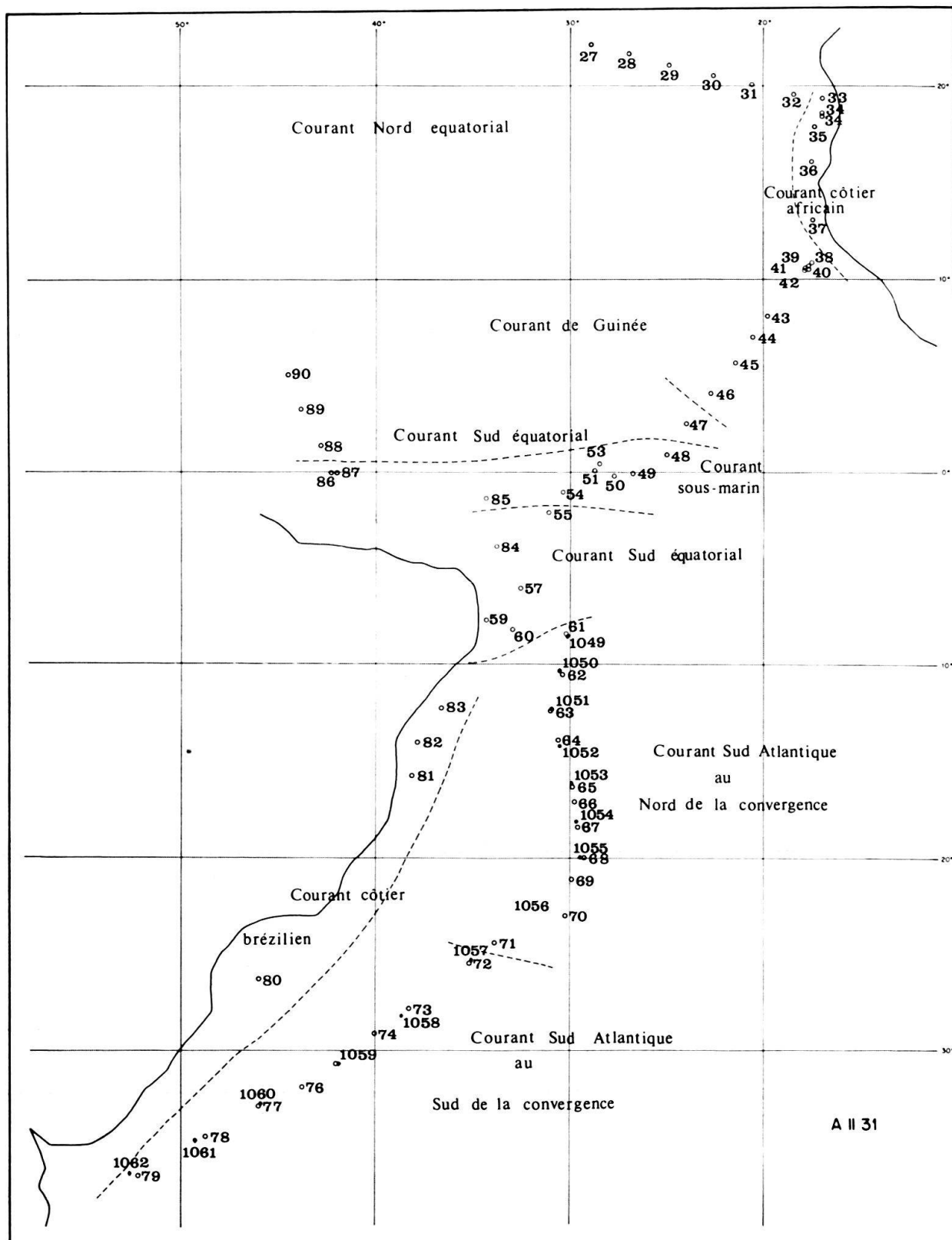


Fig. 1. Localisation des stations de la campagne 31 de l'Atlantis II. Les stations dont le numéro est supérieur à 1000 sont celles d'où l'on a obtenu des données physico-chimiques.

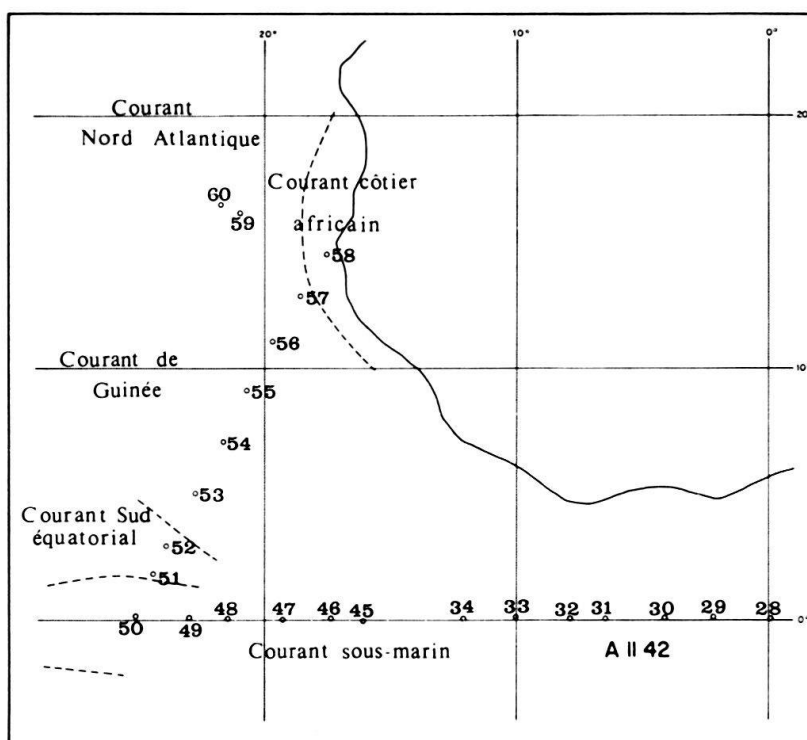


Fig. 2. Localisation des stations de la campagne 42 de l'Atlantis II.

### Récolte et méthodes

Les échantillons ont été prélevés à l'aide d'un filet de 10 mesh de maille, à des profondeurs variant au maximum de 65 à 160 mètres. Les individus sont représentatifs de la tranche d'eau comprise entre la profondeur donnée et la surface de l'océan.

Certains individus sont encore vivants 1 à 2 heures après la récolte. Ils sont ensuite fixés dans du formol en solution tamponnée pour les conserver.

Chaque échantillon est alors traité par la méthode par ignition (SACHS, CIFELLI et BOWEN 1964). La matière organique est entièrement brûlée et seuls les tests calcaires et siliceux sont conservés.

Les échantillons sont alors comptés suivant une méthode statistique (CIFELLI et SMITH 1970). Nous obtenons la moyenne des foraminifères, des radiolaires et des ptéropodes par heure de chalutage. Nous avons alors comparé les moyennes de chacun des groupes.

### Circulation océanique

Les courants marins interviennent dans le transport et la distribution du plancton. Dans notre étude, nous rencontrons des courants de surface ou de subsurface. Ils se font sentir sur plusieurs centaines de mètres de profondeur.

La circulation océanique générale se fait, dans l'hémisphère nord, dans le sens des aiguilles d'une montre, de l'équateur à 60° N, et, plus au nord, d'est en ouest. Dans l'hémisphère sud, au contraire, de l'équateur à 60° S, les courants se meuvent dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, et, plus au sud, d'est en ouest.

Dans les régions traversées par nos deux campagnes, nous pouvons distinguer, du nord au sud :

1. Le courant nord équatorial
2. Le courant côtier africain
3. Le contre-courant équatorial – courant de Guinée
4. Le courant équatorial sous-marin
5. Le courant sud équatorial
6. Le courant circulaire sud atlantique
7. Le courant côtier brésilien

Les limites de ces courants ne sont pas fixes, mais varient au cours des saisons, suivant les vents dominants.

### *1. Le courant nord équatorial*

C'est la branche sud-est de la gyration nord atlantique. Ce courant est dû aux Alizés ; de direction NE-SW, à vitesse peu élevée, ses eaux froides amènent une faune nordique près de l'équateur. Il comprend les stations 27, 28, 29, 30, 31 et 32 de l'Atlantis II 31 et les stations 59 et 60 de l'Atlantis II 42.

### *2. Le courant côtier africain*

C'est la branche du courant nord équatorial passant près de la côte africaine. Le courant nord équatorial se dirige vers le SSW, tandis que le courant côtier africain va du nord au sud, puis bifurque vers l'est le long de la côte. Dans cette dernière partie, il est situé entre la côte africaine et 2° N, entre 4° et 8° W. Sa vitesse varie alors de 50 à 86 cm/s (GERARD et al. 1965). Il contient des faunes froides apportées du nord. Il comprend les stations 33, 34, 35, 36, 37 de l'Atlantis II 31 et la station 58 de l'Atlantis II 42.

### *3. Le contre-courant équatorial*

Durant presque toute l'année, le contre-courant équatorial est séparé en deux parties : la partie ouest et la partie est ou courant de Guinée. De juillet à septembre, cependant, ces deux branches ne forment plus qu'un seul courant, le contre-courant équatorial (NEUMANN 1968). Ce courant se dirige d'ouest en est et est situé dans la région des Doldrums. Cette région n'est pas exactement sur l'équateur, mais un peu plus au nord, entre 5° et 10° N (NEUMANN 1965).

La partie qui nous intéresse est la partie est, aussi appelée courant de Guinée (SCHUMACHER 1940 et 1943). Elle contient encore certaines espèces d'eaux froides. Il existerait peut-être un symétrique de ce courant dans l'hémisphère sud (REID 1964a et 1964b et KHANAYCHENKO et al. 1965). Ce courant comprend les stations 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46 de l'Atlantis II 31 et les stations 53, 54, 55, 56, 57 de l'Atlantis II 42.

### *4. Le courant équatorial sous-marin*

Mis en évidence récemment dans l'Atlantique (NEUMANN 1960), ce courant est situé sur l'équateur, entre 2° N et 2° S. Il se dirige d'ouest en est et circule à une profon-

deur de 50 à 300 m. Il est caractérisé par une forte salinité (36,20<sup>0</sup>/<sub>00</sub>; METCALF et al. 1962); sa vitesse varie de 50 cm/s (GERARD et al. 1965) à 150 cm/s.

Son origine est probablement située dans l'Atlantique équatorial et sud (NEUMANN 1969). Le long de la côte nord-est du Brésil, un courant de forte salinité se forme, le courant côtier nord brésilien (METCALF et STALCUP 1967). Il se dirige du sud-est au nord-ouest et bifurquerait en direction de l'est vers 3° N et 47° 5' W pour donner le courant équatorial sous-marin. Cependant, les observations faites avec les «parachute drogues» n'ont pas montré ce changement de direction (METCALF et STALCUP 1967).

La terminaison de ce courant a été localisée jusqu'à 8° E au printemps (RINCKEL et al. 1966), mais peut varier et être située plus à l'ouest: 7° W en novembre (FUGLISTER 1960).

Si exceptionnellement, à certaines époques de l'année, le courant sud équatorial cesse, le courant équatorial sous-marin peut alors apparaître en surface (KRUMMEL 1911 et NEUMANN 1960).

Ce courant comprend les stations 48, 49, 50, 51, 53, 54, 85, 86, 87 de l'Atlantis II 31 et les stations 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 45, 46, 47, 48, 49, 50 de l'Atlantis II 42.

### 5. *Le courant sud équatorial*

C'est la partie nord de la gyration sud atlantique. Il se dirige vers l'ouest et est le symétrique du courant nord équatorial; sa limite septentrionale se trouve déjà dans l'hémisphère nord, à environ 10° N. Le courant sud équatorial est plus fort que le courant nord équatorial (NEUMANN 1968).

Dans sa partie ouest, le courant sud équatorial se sépare en deux, près de la côte brésilienne. La branche nord se dirige le long de la côte nord de l'Amérique du Sud et rejoint le courant nord équatorial (COCHRANE 1963). La branche sud bifurque vers le sud et forme, le long de la côte, le courant côtier brésilien.

En plus des stations citées sous le courant précédent, nous trouvons les stations 47, 55, 59, 60, 84, 88, 89 de l'Atlantis II 31 et les stations 51 et 52 de l'Atlantis II 42.

### 6. *Le courant circulaire sud atlantique*

Le courant circulaire sud atlantique n'est peut-être pas un courant, mais une simple dérive des eaux océaniques, due à la force de Coriolis. Ce courant est limité au nord par le courant sud équatorial, à l'ouest par le courant côtier brésilien, au sud par la zone de convergence subtropicale et à l'est par le courant du Benguêla.

Des expériences de «drift cards» (STANDER et al. 1969) montrent très bien cette gyration sud atlantique, mais aucune carte n'a atteint le courant sud équatorial. Nous ne savons donc pas si ce dernier est formé par les eaux du courant sud atlantique ou non.

Le point convergence, au moment de la campagne 31 de l'Atlantis II, serait situé vers 25° S entre nos stations 71 et 72.

Entre 10° et 12° 5' S et 12° 39,5' et 19° 22' W, il existerait peut-être un contre-courant sud équatorial. Celui-ci n'est mentionné qu'en février-avril par KHANAYCHENKO et al. (1965) et entre juin et juillet par REID (1964 a et b). Il est fort possible que ce courant soit présent, mais masqué par le vent durant le reste de l'année. Comme il existe un tel courant dans le Pacifique (REID 1959), il est très probable qu'il se retrouve aussi dans l'Atlantique.

La station la plus méridionale, station 79, semble déjà faire partie du courant des Malouines ou courant des Falkland, selon SVERDRUP et al. (1942) et BOLTOVSKOY (1962). Cette station est située au sud de la zone de convergence subtropicale. Cette dernière forme des méandres le long de la côte argentine (BALECH 1965) et la station 79 se trouve probablement dans l'un de ceux-ci. La faune laisse apparaître des espèces d'eau froide, mais la température de surface est élevée (20,8°C). Le courant des Malouines, plus froid, apparaît donc à une certaine profondeur.

Le courant circulaire sud atlantique comprend les stations 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79 de l'Atlantis II 31.

### 7. Le courant côtier brésilien

C'est la branche nord-sud de la gyration sud atlantique. Ce courant longe la côte du Brésil, jusqu'à environ 35° S, limite de la zone de convergence subtropicale. Il rencontre alors le courant des Falkland. Sa température et sa salinité sont élevées (température de surface entre 26,1°C et 28,6°C et salinité supérieure à 36,50/00). Ce courant comprend les stations 80, 81, 82, 83 de l'Atlantis II 31.

### Diagrammes t-s

Les diagrammes de température-salinité permettent de séparer les différentes masses d'eau. Nous avons uniquement des données sur la traversée située entre 8° S et 38° S. Nos récoltes de plancton sont situées dans la couche supérieure, entre 0 et 150 m, et parfois, dans la partie supérieure des eaux centrales sud atlantiques, comprises entre 150 et 500 m. Dans la couche supérieure, la température et la salinité sont très variables. La température varie de 18 à 28°C et la salinité de 35,75 à 37,50/00.

Les eaux centrales sud atlantiques ont une salinité faible et à peu près constante de 34,50/00: la température diminue, elle est comprise entre 18° et 6°C; la teneur en oxygène est minimum. Ces eaux circulent du nord vers le sud.

### Foraminifères

Les déterminations des foraminifères planctoniques ont montré la présence des espèces suivantes:

<i>Candeina nitida</i>	<i>Globigerinoides trilobus</i>
<i>Globigerina bulloides</i>	<i>Globorotalia anfracta</i>
<i>Globigerina calida</i>	<i>Globorotalia cavernula</i>
<i>Globigerina dutertrei</i>	<i>Globorotalia crassaformis</i>
<i>Globigerina incompta</i>	<i>Globorotalia inflata</i>
<i>Globigerina quinqueloba egelida</i>	<i>Globorotalia hirsuta</i>
<i>Globigerina rubescens</i>	<i>Globorotalia menardii</i>
<i>Globigerinella siphonifera</i>	<i>Globorotalia truncatulinoides</i>
<i>Globigerinita humilis</i>	<i>Globorotalia unguolata</i>
<i>Globigerinita iota</i>	<i>Hastigerina pelagica</i>
<i>Globigerinita uvula</i>	<i>Orbulina universa</i>
<i>Globigerinoides conglobatus</i>	<i>Pulleniatina obliquiloculata</i>
<i>Globigerinoides ruber</i>	<i>Sphaeroidinella dehiscens</i>
<i>Globigerinoides aff. G. tenellus</i>	

Une espèce nouvelle a été trouvée, mais en faible quantité; elle sera décrite ultérieurement.

La distribution des foraminifères planctoniques fera l'objet d'une prochaine publication.

Parmi tous les échantillons observés, nous avons trouvé deux foraminifères benthoniques. Ceux-ci n'ont que peu d'ornementation, car leur test a été en partie dissolu durant leur transport par les courants.

### **Radiolaires**

Ils ont été uniquement comptés et non déterminés.

### **Ptéropodes**

Seul le sous-ordre des Euthecosomata est représenté. La méthode par ignition utilisée ne conserve que les tests calcaires ou siliceux, et les ptéropodes sans test sont entièrement calcinés.

Les déterminations (VAN DER SPOEL 1967) ont montré la présence de la famille Limacinidae avec:

*Limacina helicina*

*Limacina inflata*

*Limacina lesuerii*

*Limacina bulinoides*

et la famille Cavoliniidae avec:

*Creseis acicula*

*Creseis virgula*

*Clio campylura*

*Diacria quadridentata*

*Cavolina longirostris*

*Cavolina inflexa*

### **Relations entre foraminifères, radiolaires et ptéropodes**

Si nous voulons étudier les relations entre foraminifères, radiolaires et ptéropodes, le moyen le plus adéquat est de comparer le pourcentage de chacun des groupes par rapport aux deux autres pour chaque station (fig. 3 et 4).

Nous voyons que:

- le pourcentage des foraminifères et des radiolaires est très variable;
- le pourcentage des ptéropodes est relativement faible au nord; dans le courant sud équatorial, il est plus élevé.

D'une manière générale et pour Atlantis II 31, le pourcentage des foraminifères est élevé entre le courant nord équatorial et le courant sud équatorial; au sud de ce dernier, il diminue. Dans le courant circulaire sud atlantique, le pourcentage des radiolaires est élevé au nord de la convergence, puis diminue, tandis que celui des ptéropodes est nettement plus élevé que dans le reste de la campagne.

Pour Atlantis II 42, le pourcentage des foraminifères est plus élevé sur l'équateur que dans la partie nord. Les radiolaires ont un pourcentage moyen et variable; une station du courant nord équatorial, station 59, en contient un grand nombre. Les



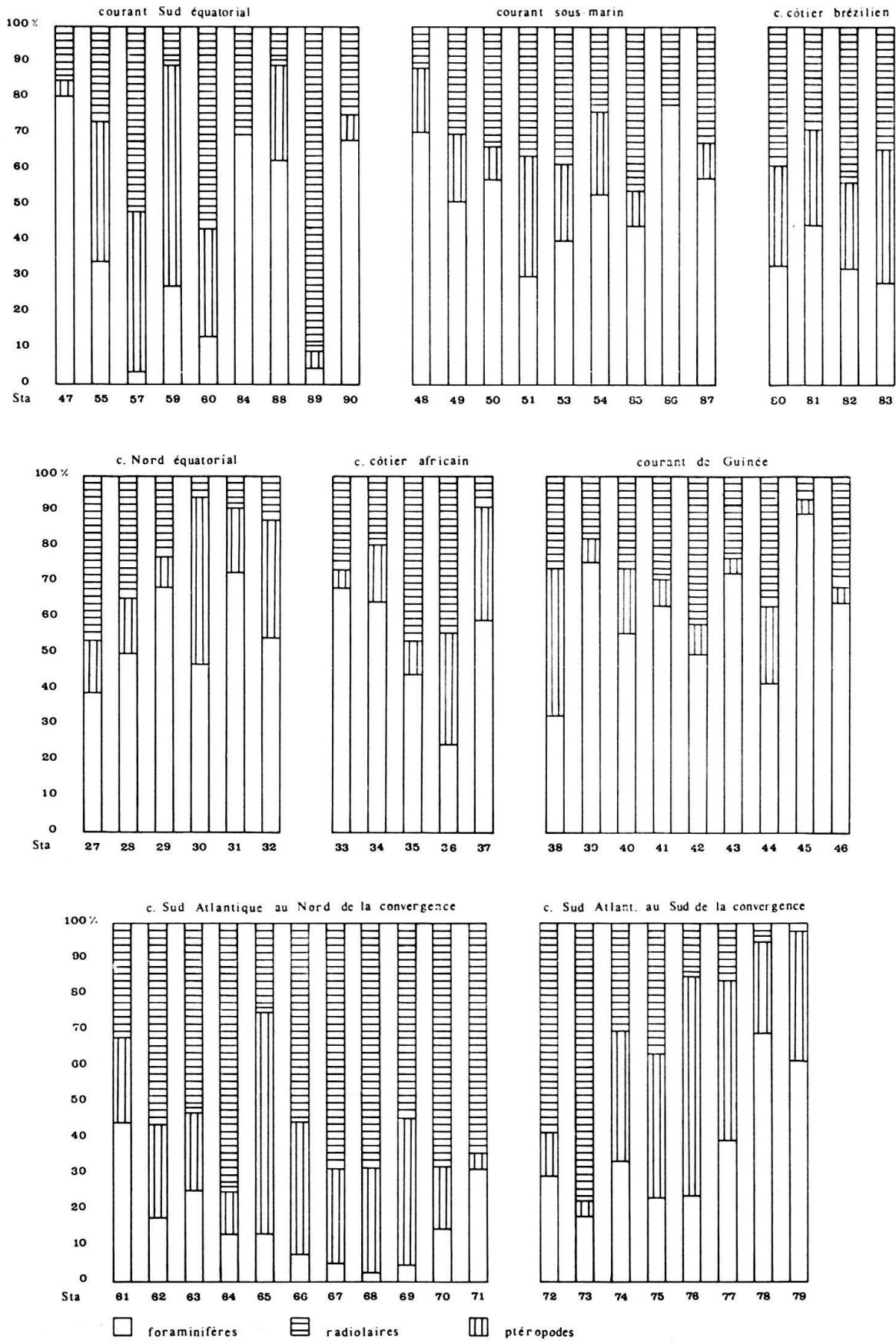


Fig. 3. Pourcentages relatifs des foraminifères, radiolaires et ptéropodes pour chaque station de la campagne 31 de l'Atlantis II.

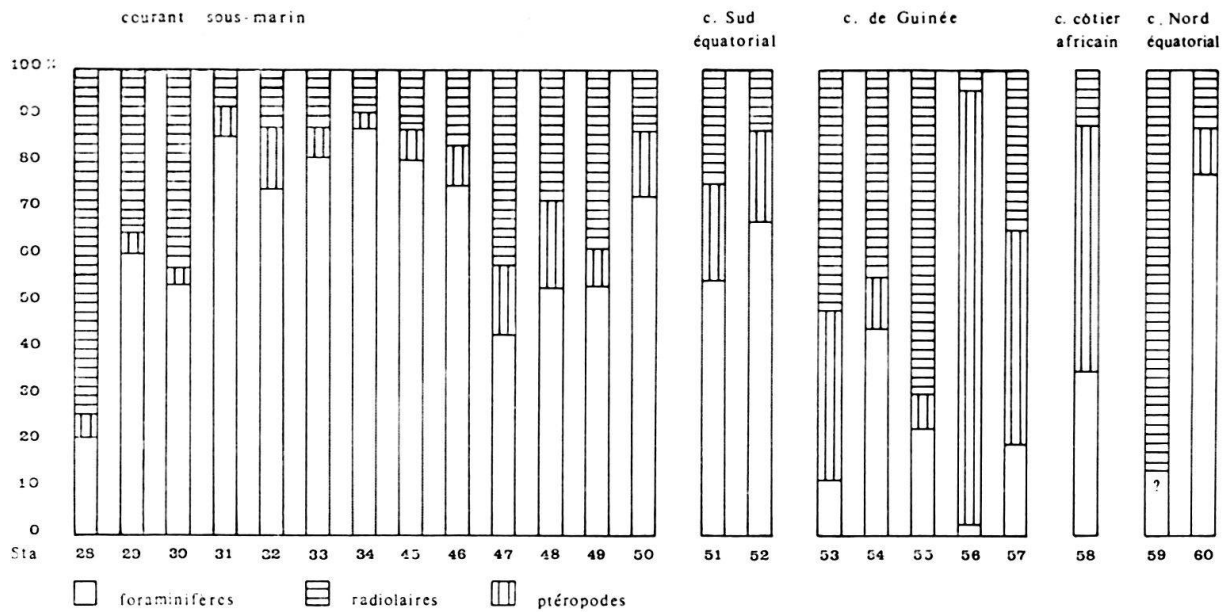


Fig. 4. Pourcentages relatifs des foraminifères, radiolaires et ptéropodes pour chaque station de la campagne 42 de l'Atlantis II.

ptéropodes ont un pourcentage plus élevé dans la partie nord que dans la partie sud. Une station du courant de Guinée, station 56, a un nombre de ptéropodes très important, qui masque celui des deux autres groupes.

Si nous considérons les courants les uns après les autres, nous obtenons:

a) Pour Atlantis II 31 dans

– *le courant nord équatorial*: Une diminution du nombre des radiolaires vers le sud, coïncidant avec une augmentation des foraminifères;

– *le courant côtier africain*: Un nombre élevé de foraminifères, à l'exception de la station 36;

– *le contre-courant équatorial – courant de Guinée*: Un nombre élevé de foraminifères dont seulement deux stations sur neuf ont un pourcentage inférieur à 50%;

– *le courant sud équatorial*: Le nombre de foraminifères et de radiolaires est très variable. Dans la partie du courant sud équatorial située sur le courant équatorial sous-marin, le nombre de foraminifères est plus élevé et plus constant;

– *le courant circulaire sud atlantique au nord de la convergence*: Le pourcentage de radiolaires est élevé et les foraminifères diminuent jusqu'à atteindre un minimum de 2,38% à la station 68;

– *le courant circulaire sud atlantique au sud de la convergence*: Le nombre de foraminifères augmente du nord au sud, au détriment des radiolaires. La station 79, la plus méridionale, a un très faible pourcentage de radiolaires (2,38%);

– *le courant côtier brésilien*: ce courant est particulier, car il possède un nombre à peu près égal de foraminifères, radiolaires et ptéropodes.

b) Pour Atlantis II 42 dans

– *le courant nord équatorial*: La station 59 contient de très nombreux radiolaires; ceux-ci sont toutefois en nombre peu élevé à la station 60;

– *le courant côtier africain*: Une seule station avec beaucoup de ptéropodes, des foraminifères et peu de radiolaires;

– *le contre-courant équatorial – courant de Guinée*: peu de foraminifères; les radiolaires sont plus nombreux, sauf à la station 56 où les ptéropodes dominent;

– *le courant sud équatorial*: prédominance des foraminifères, sauf à la station la plus orientale, station 28, où les radiolaires sont nombreux; faible quantité de ptéropodes.

Si nous considérons l'heure de la récolte des échantillons, nous ne trouvons pas de forte différence entre la quantité récoltée de jour (entre 6 et 21 heures) ou de nuit (entre 21 et 6 heures) à une profondeur donnée. Il n'y aurait donc pas de migration diurne. Ceci est confirmé par TOLDERLUND (1969, non publié et mentionné dans TOLDERLUND et BÉ 1971).

Quant à la différence de profondeur de récolte, de 0 à 68 m ou de 0 à 105 m, elle ne semble que peu importante. Elle intervient probablement dans la différenciation des espèces et non dans le nombre d'individus pour chaque groupe.

Mais, nous observons dans les deux campagnes, un nombre de foraminifères plus élevé entre 0 et 68 m qu'entre 0 et 85 m ou 0 et 105 m, pour le courant sud équatorial uniquement. Les radiolaires ont un pourcentage plus élevé entre 0 et 105 m dans le courant circulaire sud atlantique. Les ptéropodes sont un peu plus nombreux en surface pour Atlantis II 42.

Le nombre des individus de chacun des trois groupes est très variable. Il faudrait pouvoir établir des comparaisons avec d'autres campagnes, faites dans les mêmes régions, afin de voir si cette distribution reste constante.

### **Relations entre foraminifères et radiolaires**

Si nous comparons les foraminifères et les radiolaires, nous voyons qu'il n'y a pas de corrélation directe, soit avec les courants, soit avec la latitude (pas de droite de régression). En revanche, il semble bien que si la quantité de foraminifères augmente ou diminue à une station donnée, la quantité de radiolaires augmente ou diminue à la même station, comme l'ont montré CIFELLI et SACHS (1966). Cette relation n'est toutefois pas linéaire.

Dans l'Atlantis II 31, nous voyons que le nombre de foraminifères et de radiolaires est beaucoup plus élevé dans l'hémisphère nord que dans l'hémisphère sud. Dans ce dernier, seule la station 79, la plus méridionale, contient un grand nombre de foraminifères. Ailleurs, il y a moins de 20000 individus par heure de chalutage, alors que dans l'hémisphère nord, plusieurs stations ont livré plus de 100000 individus.

Dans l'Atlantis II 42, nous trouvons de nombreux individus sur l'équateur pour les foraminifères et les radiolaires (généralement plus de 50000 individus), alors que plus au nord, contrairement à la campagne 31 de l'Atlantis II, les foraminifères et les radiolaires sont relativement peu nombreux (inférieurs à 30000 individus), sauf aux deux stations les plus septentrionales.

Cette différence de distribution semble due à la saison, à la localisation des stations ou à d'autres facteurs encore inconnus.

### Conclusion

Les résultats obtenus ne sont guère positifs, mais nous pouvons dire que :

- Le nombre de ptéropodes par rapport au nombre de foraminifères et radiolaires est plus élevé dans le courant circulaire sud atlantique que dans la partie située au nord de celui-ci.
- Les foraminifères sont plus nombreux près de la surface qu'en profondeur dans le courant sud équatorial.
- Enfin, il n'existe pas de relation linéaire entre foraminifères et radiolaires, bien que les deux groupes semblent croître et décroître simultanément.

### Remerciements

L'auteur est redevable au Professeur P. Brönnimann, Université de Genève, au D<sup>r</sup> R. Cifelli, Smithsonian Institution, Washington, et au D<sup>r</sup> V. T. Bowen, Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, Massachusetts, pour leur aide et leurs encouragements tout au long de cette étude.

L'auteur remercie le Fonds Janggen Pöhn qui a financé un voyage aux Etats-Unis pour consulter les collections qui s'y trouvent, le D<sup>r</sup> I. E. Wallen et Mr. K. B. Smerz, Washington, qui ont rendu possible le financement partiel de cette étude par le Smithsonian Institution Foreign Currency Program, le D<sup>r</sup> R. K. Smith, Smithsonian Institution, Washington, pour la confirmation de certaines identifications d'espèces, l'équipe du Laboratoire du Smithsonian Marine Sorting Center, Salamambo, Tunisie, pour leur coopération et leur hospitalité, les D<sup>rs</sup> E. Klingelé et J.-M. Véry, Université de Genève, pour leurs conseils.

### BIBLIOGRAPHIE

- BALECH, E. (1965): *Nuevas contribuciones a los esquemas de circulacion oceanica frente a la Argentina*. An. Acad. Brasileira de Ciencias 37, 159–166 (suppl.).
- BOLTOVSKOY, E. (1962): *Planktonic Foraminifera as Indicators of Different Water Masses in the South Atlantic*. Micropal. 8/3, 403–408.
- CIFELLI, R., et SACHS, K. N., jun. (1966): *Abundance Relationships of Planktonic Foraminifera and Radiolaria*. Deep-Sea Res. 13, 751–753.
- CIFELLI, R., et SMITH, R. K. (1970): *Distribution of Planktonic Foraminifera in the Vicinity of the North Atlantic Current*. Smithsonian Contr. Paleobiol. 4, 1–52.
- COCHRANE, J. D. (1963): *Equatorial Undercurrent and Related Currents off Brazil in March and April 1963*. Science 142/3593, 669–671.
- FUGLISTER, F. C. (1960): *Atlantic Ocean Atlas from the International Geophysical Year of 1957–8*. Woods Hole Oceanographic Institution, Atlas series, 1.
- GERARD, R., SEXTON, R., et MAZEICA, P. (1965): *Parachute Drogue Measurements in the Eastern Tropical Atlantic in September 1964*. J. Geophys. Res. 70/22, 5696–5698.
- KHANAYCHENKO, H. K., KHLYSTOV, N. Z., et ZHIDKOV, V. G. (1965): *The System of Equatorial Countercurrents in the Atlantic Ocean*. Oceanology Acad. Sci. U.S.S.R. (English transl.) 5/2, 24–32.
- KRUMMEL, O. (1911): *Handbuch der Ozeanographie*. Engelhorn 2, 766 p. (Stuttgart).
- METCALF, W. G., et STALCUP, M. C. (1967): *Origin of the Atlantic Equatorial Undercurrent*. J. Geophys. Res. 72/20, 4959–4975.
- METCALF, W. G., VOORHIS, A. D., et STALCUP, M. C. (1962): *The Atlantic Equatorial Undercurrent*. J. Geophys. Res. 67/6, 2499.
- NEUMANN, G. (1960): *Evidence for an Equatorial Undercurrent in the Atlantic Ocean*. Deep-Sea Res. 6, 328–334.
- (1965): *Oceanography of the Tropical Atlantic*. An. Acad. Brasil. Cienc. 37, 63–82 (suppl.).
  - (1968): *Ocean Currents*. Elsevier Ocean. series, 352 p. (New York).
  - (1969): *The Equatorial Undercurrents in the Atlantic Ocean*. Actes du symposium sur l'océanographie et les ressources halieutiques de l'Atlantique tropical, Abidjan, octobre 1966, Unesco, 33–44 (Paris).

- REID, J. L., jun. (1959): *Evidence of a South Equatorial Countercurrent in the Pacific Ocean*. Nature 184/4, 209–210.
- (1964a): *Evidence of a South Equatorial Countercurrent in the Atlantic Ocean in July 1963*. Nature 203, 182.
- (1964b): *A Transequatorial Atlantic Oceanographic Section in July 1963 Compared with other Atlantic and Pacific Sections*. J. Geophys. Res. 69/24, 5205–5215.
- RINKEL, M. O., SUND, P., et NEUMANN, G. (1966): *The Location of the Termination Area of the Equatorial Undercurrent in the Gulf of Guinea Based on Observation during Equalant III*. J. Geophys. Res. 71/16, 3893–3901.
- SACHS, K. N., jun., CIFELLI, R., et BOWEN, V. T. (1964): *Ignition to Concentrate Shelled Organisms in Plankton Samples*. Deep-Sea Res. 11, 621–622.
- SCHUMACHER, A. (1940): *Monatskarten der Oberflächenströmungen am Nordatlantischen Ozean (5° S bis 50° N)*. Ann. Hydr. mar. Meteor., p. 109–123 (Berlin).
- (1943): *Monatskarten der Oberflächenströmungen im Äquatorialen und Südatlantischen Ozean*. Ann. Hydr. mar. Meteor., 209–219 (Berlin).
- SPOEL, S. VAN DER (1967): *Euthecosomata, a Group with Remarkable Developmental Stages (Gastropoda, Pteropoda)*. J. Noorduijn Zoon N. V., Gorinchem, 375 p.
- STANDER, G. H., SHANNON, L. V., et CAMPBELL, J. A. (1969): *Average Velocities of some Ocean Currents as Deduced from the Recovery of Plastic Drift Cards*. J. Marine Res. 27/3, 293–300.
- SVERDRUP, M. U., JOHNSON, M. W., et FLEMING, R. H. (1942): *The Oceans, their Physics, Chemistry and General Biology*. Prentice-Hall, Inc., 1060 p. (New York).
- TOLDERLUND, D. S. (1969): *Seasonal Distributional Patterns of Planktonic Foraminifera at Five Ocean Stations in the Western North Atlantic*. Columbia Univ., New York, Ph. D. Thesis, non publié.
- TOLDERLUND, D. S., et BÉ, A. W. H. (1971): *Seasonal Distribution of Planktonic Foraminifera in the Western North Atlantic*. Micropal. 17/3, 297–329.