

BIOLOGIE MARINE

Résultats de campagnes océanographiques du M.S. «Marion-Dufresne»
et de prospections littorales de la Vedette «Japonaise».

1984, C.N.F.R.A. n° 55.

COMPOSITION DES PEUPLEMENTS BENTHIQUES ABYSSAUX : RÉSULTATS DES CAMPAGNES SAFARI DANS L'OCÉAN INDIEN

PAR

Claude MONNIOT

Laboratoire de Biologie des Invertébrés marins et Malacologie,
Muséum National d'Histoire Naturelle, 55, rue Buffon, 75005 Paris, France.
RCP 462 Centre National de la Recherche Scientifique.

Résumé

Les campagnes SAFARI dans l'Océan Indien ont permis de déterminer les principales caractéristiques et la composition faunistique des peuplements benthiques abyssaux des bassins de Madagascar et Indien Central. Ils sont caractérisés par :

- Une densité de la petite macrofaune récoltée au carottier de l'ordre de 200 à 500 individus/m² sur les bords des bassins et beaucoup plus faible 10 à 150 individus/m² dans le centre de l'Océan Indien. La présence de nodules ne diminue pas la densité de la faune endogée au contraire.
- Une densité de la macrofaune récoltée au chalut de 200 à 500 individus/hectare sur le bord des bassins et de 20 à 150 individus/hectare au centre. Densités comparables à celles de l'Atlantique.
- Il existe une brusque variation quantitative et qualitative de la faune vers 4 000 m de profondeur.

Abstract

The cruises SAFARI in the Indian Ocean give the opportunity to precise the principal characteristics and the faunistic composition of deep sea benthic populations for the Madagascar and Central Indian basins. Their particularities are:

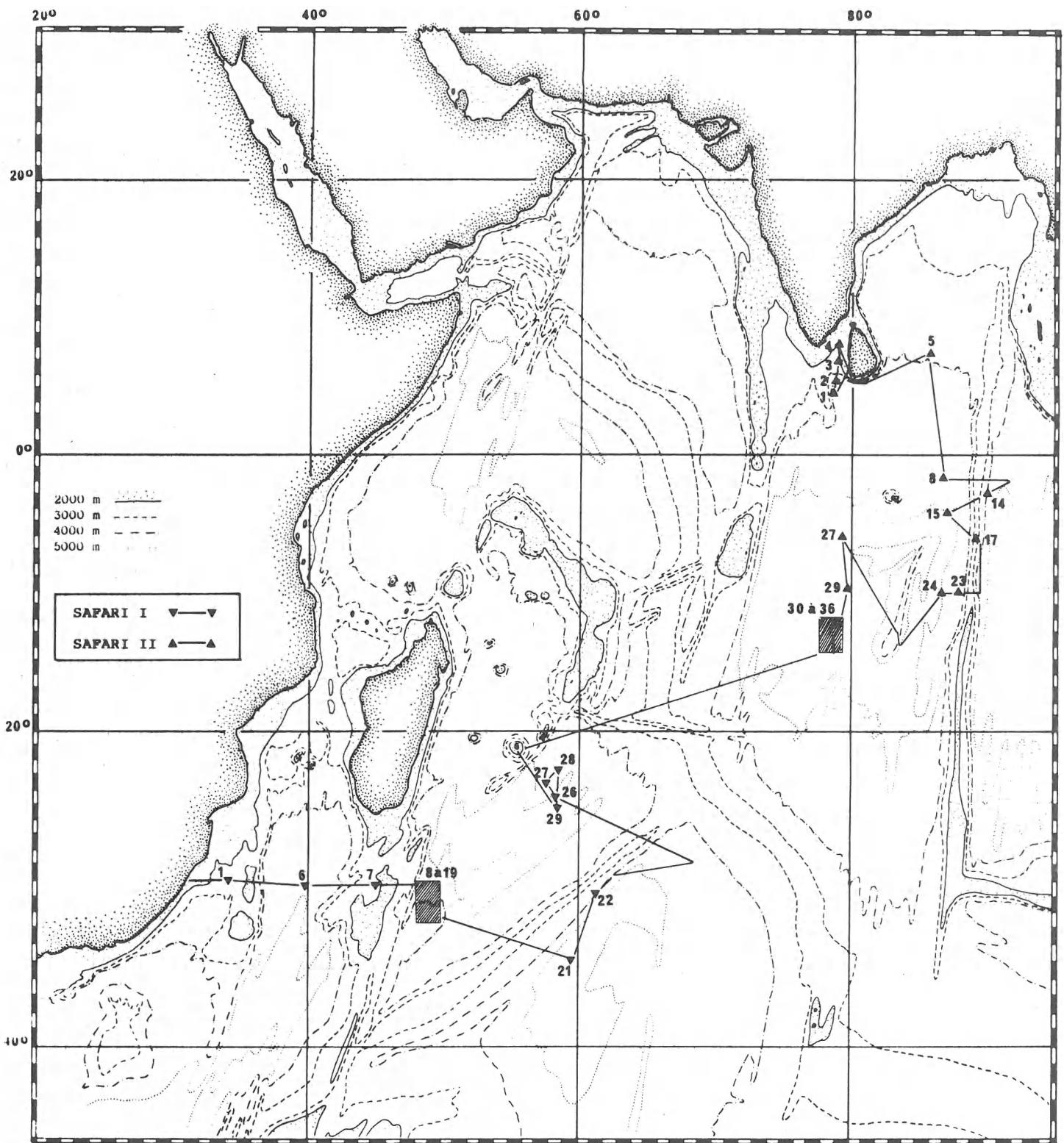
- A density of 200 to 500 individuals by square meter on the edges of the basins for the small macrofauna collected with a corer, and a density of 10 to 150 individuals/m² only in the center of the Indian Ocean. The presence of manganese nodules do not minimize the density of the endogenous fauna, on the contrary.
- A density of 200 to 700 individuals/10 000 m² on the edge of the basins and 20 to 150 individuals/10 000 m² in the center for the fauna collected with a beam trawl. These densities are similar to those known in the Atlantic.
- A sudden qualitative and quantitative variation of the fauna appears at a depth of about 4 000 m.

L'étude du benthos profond de l'Océan Indien ne figurait pas au programme de l'« International Indian Ocean Expedition 1959-1965 ». Les grandes expéditions « Challenger », « Valdivia », « Gauss » ont effectué quelques prélèvements dans la partie sud de l'Océan Indien. La « Galathea » a traversé en diagonale cet océan en prélevant quelques animaux au nord de Madagascar et au sud de l'Inde.

Quatre campagnes soviétiques du « Vityaz » et une allemande du « Meteor » se sont intéressées au nord de l'Océan Indien et plus particulièrement à la Mer d'Arabie, au Golfe du Bengale, et à la Mer d'Andaman (SOKOLOVA et PASTERNAK, 1962-1964 ; THIEL, 1966). Ces campagnes avaient pour objectif la détermination de la biomasse benthique abyssale. L'ensemble des données a été rassemblé par NEYMAN *et al.*, 1973.

Pour ces auteurs l'Océan Indien représente une zone particulièrement pauvre avec une biomasse benthique toujours inférieure à 1 g/m² et même inférieure à 0,05 g/m² dans la partie centrale. Seules les zones en contact étroit avec les continents auraient une biomasse supérieure à 1 g/m². En réalité seules ces bordures ont été réellement étudiées, les chiffres concernant la partie centrale de l'Océan Indien semblent avoir été en grande partie déduits des chiffres de la production planctonique. La composition faunistique de la partie centrale de l'Océan Indien donnée par NEYMAN *et al.*, 1973 est en contradiction formelle avec les résultats des campagnes SAFARI.

Les deux campagnes SAFARI (Sédimentation Abyssale, Faune Associée, Relation dans l'océan Indien) avaient un double objectif géologique et biologique. La collaboration à bord des deux équipes permettait d'utiliser au mieux le navire et d'étudier avec précision les relations entre la faune et l'environnement sédimentaire. L'intérêt principal du programme de géologie était l'étude des environnements sédimentaires des nodules polymétalliques et la localisation de leurs gisements. C'est pourquoi trois zones situées respectivement au sud-ouest du bassin de Madagascar (SAFARI I station 8 à 19), au sud-est de la Réunion (SAFARI I station 26 à 29) et dans le bassin indien central (SAFARI II station 27 à 34) ont été plus spécialement explorées. Le programme géologique comprenait en outre le prélèvement de carottes pour la recherche d'affleurements de l'époque oligocène. Ce programme faisait suite à quatre campagnes déjà effectuées.



Carte 1. – Carte des stations.

Le programme de biologie avait pour ambition de prolonger dans l'Océan Indien les recherches entreprises dans l'Atlantique par les équipes de la RCP 462 depuis plusieurs années sur la faune profonde.

Les campagnes SAFARI ont été organisées à bord du « Marion Dufresne » par le Muséum National d'Histoire Naturelle et le Territoire des Terres Australes et Antarctiques Françaises ; avec le concours de la Délégation à la Recherche Scientifique et Technique et du Centre National de la Recherche Scientifique.

Les deux campagnes : SAFARI I (20 août-26 septembre 1979) et SAFARI II (23 juillet-2 septembre 1981) ont été effectuées sous la direction de Lucien LECLAIRE du Laboratoire de Géologie du Muséum National d'Histoire Naturelle. Le programme biologique était sous la responsabilité de Claude MONNIOT du Laboratoire de Biologie des Invertébrés Marins et Malacologie du Muséum National d'Histoire Naturelle dans le cadre de la RCP 462 du CNRS.

Le matériel biologique a été trié et distribué par le Centre National de Tri d'Océanographie Biologique de Brest.

Les méthodes employées ont été les mêmes, compte tenu de certaines modifications imposées par le navire, que celles utilisées dans l'Atlantique par les campagnes du programme BIOGAS (LAUBIER et SIBUET, 1977). Les résultats sont donc comparables.

Au cours de ces campagnes deux bassins ont été explorés (carte 1) : le bassin de Madagascar (SAFARI I) et le bassin Indien central (SAFARI II). Dans ce dernier bassin nous avons effectué une radiale à l'ouest de Sri Lanka de 1 000 m à 4 000 m, une exploration de la partie profonde du cône du Gange (stations 5-8-15-23) et à l'exploration de la zone centrale du bassin.

Des renseignements plus fragmentaires ont été recueillis sur le plateau du Mozambique, dans le bassin du Mozambique, dans une faille située entre le bassin de Crozet et le bassin de Madagascar et sur la ride du 90° Est.

Chaque fois que cela a été possible nous avons utilisé successivement dans la même station un carottier grande section (SIPAN ou Reineck) une drague et un chalut. Des prélèvements pour l'étude de la méiofaune ont été effectués dans chaque carottier réussi.

Une étude bactériologique des sédiments et des tractus digestifs des animaux a été effectuée par les chercheurs du laboratoire de Microbiologie Marine de Marseille Saint-Charles (RALIJAONA, 1983 ; RALIJAONA et BIANCHI, 1984).

Au cours de SAFARI II deux équipes de planctonologistes ont participé à la campagne : une de phytoplancton du Laboratoire de Cryptogamie du Muséum National d'Histoire Naturelle, et une de zooplancton du Laboratoire Arago de Banyuls-sur-Mer (RAZOULS, 1984).

Enfin, au cours des campagnes, les premières mesures d'activités enzymatiques des animaux profonds ont été effectuées (VAN PRAET et GEISTDOERFER, 1980).

La position des prélèvements a été déterminée par rapport à des points satellites calculés par un récepteur Magnavox chaque fois que cela a été possible. Au cours de la première moitié de SAFARI II le récepteur Magnavox étant hors d'usage les positions indiquées correspondent à des points astronomiques. Les engins traînantes, drague et chalut, ont été suivis soit au pinger, soit le plus souvent au tensiomètre. La longueur du trait a été calculée en tenant compte de la distance parcourue par le navire entre le moment où l'engin est posé et celui où l'engin est décollé du fond, corrigée de la longueur de câble filée au cours du trait. La validité de cette méthode dérivée de celle de LAUBIER *et al.*, 1972 a été démontrée au cours de la campagne Demeraby (SIBUET *et al.*, 1984), où la navigation s'est effectuée à l'intérieur d'un champ de balises acoustiques. Elle a été utilisée auparavant au cours de la campagne ABYPLAINE (MONNIOT et SEGONZAC, 1984). L'erreur due à l'imprécision des points satellites est estimée à 20 à 30 %. Si, au cours d'un dragage ou d'un chalutage, moins de deux points satellites valables étaient disponibles, aucune estimation de distance parcourue et par conséquent de densité de la faune n'est fournie.

La localisation de chaque prélèvement est donnée dans les tableaux I et II. Les engins utilisés sont les suivants :

- SIPAN : (Système d'Investigation et de Prélèvement des Aires à Nodules) prélevEUR de grande section de 1 m² numéroté de 4 à 29. La numérotation se suit d'une campagne à l'autre ;
Kr : Carottier Reineck de 600 cm² ;
DS : Drague épibenthique ;
CP : Chalut à perche ;
BAN : Chalut Blake à Nodules.

La numérotation des prélèvements des DS et CP va de 1 à n pour chaque campagne.

| Station | Engin n° | Position | Profondeur | Remarques |
|---------|----------|-----------------------|-------------|-------------------------------------|
| 1 | SIPAN 04 | 29°52.4'S - 34°31.9'E | 2 606 | Mauvaise pénétration |
| 1 | CP 01 | 29°52.6'S - 34°32.7'E | 2 608 | Pas de sédiment dans le chalut |
| | | 29°52.3'S - 34°33.1'E | | |
| 1 | DS 01 | 29°48.8'S - 34°32.7'E | 2 608 | Mauvais fonctionnement |
| 6 | DS 02 | 30°20.5'S - 39°58.4'E | 4 897 | Point approximatif |
| 6 | DS 03 | 30°19.5'S - 39°58.6'E | 4 905 | |
| | | 30°26.6'S - 39°48.5'E | | |
| 6 | CP 02 | 30°25.3'S - 39°49.8'E | 4 905 | |
| | | 30°26.6'S - 39°48.5'E | | |
| 6 | SIPAN 05 | 30°22.3'S - 40°01.1'E | 4 910 | |
| 6 | CP 03 | 30°31.2'S - 39°59.3'E | 4 912 | |
| 7 | SIPAN 06 | 30°32.6'S - 44°43.7'E | 2 280 | Mauvaise pénétration |
| 8 | SIPAN 07 | 30°44.9'S - 48°19.4'E | 4 282 | |
| 8 | CP 04 | 30°42.9'S - 48°20.6'E | 4 297 | Nombreux nodules |
| | | 30°42.8'S - 48°20.8'E | | |
| 8 | DS 04 | 30°43.5'S - 48°22.2'E | 4 353-4 342 | |
| | | 30°43.4'S - 48°22.4'E | | |
| 8 | SIPAN 08 | 30°38.7'S - 48°30.3'E | 4 612 | Non fermé |
| 8 | SIPAN 09 | 30°40.7'S - 48°28.0'E | 4 462 | |
| 8 | DS 05 | 30°39.3'S - 48°28.5'E | 4 473 | |
| | | 30°39.1'S - 48°28.7'E | | |
| 8 | CP 05 | 30°37.4'S - 48°29.5'E | 4 500-4 612 | Nombreux nodules |
| | | 30°36.6'S - 48°30.0'E | | |
| 11 | DS 06 | 30°48.1'S - 48°07.7'E | 3 923-3 933 | |
| | | 30°46.9'S - 48°08.6'E | | |
| 11 | CP 06 | 30°40.2'S - 48°14.1'E | 4 020-4 035 | |
| | | 30°39.6'S - 48°14.9'E | | |
| 13 | SIPAN 10 | 30°46.8'S - 48°17.7'E | 4 260 | Nombreux nodules |
| 13 | CP 07 | 30°47.1'S - 48°19.8'E | 4 245-4 440 | Nombreux nodules |
| | | 30°47.6'S - 48°20.6'E | | |
| 15 | CP 08 | 31°52.0'S - 48°28.8'E | 3 825 | |
| | | 31°51.7'S - 48°28.8'E | | |
| 16 | CP 09 | 30°49.4'S - 49°08.2'E | 4 730-4 589 | |
| | | 30°48.8'S - 49°08.9'E | | |
| 18 | CP 10 | 29°50.9'S - 48°35.5'E | 3 668-3 800 | Chalutage interrompu par une croche |
| | | 29°51.4'S - 48°35.2'E | | |
| 19 | SIPAN 11 | 32°39.5'S - 50°47.7'E | 4 365 | Non fermé |
| 19 | CP 11 | 32°39.9'S - 50°46.2'E | 4 155-4 240 | Chalut à nodules |
| | | 32°39.8'S - 50°46.8'E | | |
| 19 | CP 12 | 32°40.8'S - 50°45.7'E | 4 290-4 312 | Chalut à nodules |
| | | 32°40.6'S - 50°45.5'E | | |
| 19 | SIPAN 12 | 32°41.3'S - 50°46.3'E | 4 283 | Nombreux nodules |
| 19 | SIPAN 13 | 32°40.4'S - 50°46.1'E | 4 315 | Non fermé |
| 20 | CP 13 | 32°42.0'S - 52°46.4'E | 4 661-4 538 | Très forte mer, chalut endommagé |
| | | 32°42.5'S - 52°46.1'E | | |
| 21 | CP 14 | 35°07.8'S - 59°54.2'E | 4 900-5 000 | Très forte mer, chalut mal fermé |
| | | 35°08.5'S - 59°54.2'E | | |
| 22 | DS 07 | 31°23.8'S - 61°42.6'E | 3 780-3 700 | Fond dur, pas de faune |
| | | 31°24.0'S - 61°42.0'E | | |
| 22 | SIPAN 14 | 31°23'S - 61°35'E | 5 572 | |
| 22 | CP 15 | 31°23.3'S - 61°35.2'E | 5 610-5 595 | |
| | | 31°23.1'S - 61°35.5'E | | |
| 26 | SIPAN 15 | 24°20.2'S - 58°19.1'E | 4 958 | |
| 26 | DS 08 | 24°22'S - 58°19'E | 5 025-5 085 | Mauvais fonctionnement |
| 26 | CP 16 | 24°23'S - 58°21'E | 4 890-5 043 | |
| 26 | DS 09 | 24°19.0'S - 58°18.3'E | 4 957 | |
| | | 24°19.2'S - 58°18.9'E | | |
| 26 | CP 17 | 24°25.5'S - 58°18.9'E | 4 987-5 025 | |
| | | 24°27.1'S - 58°18.9'E | | |
| 27 | DS 10 | 23°27'S - 57°54'E | 5 410 | Fond dur, pas de prélèvement |
| 27 | CP 18 | 23°28.8'S - 57°53.9'E | 4 740 | Fond dur, chalut déchiré |
| | | 23°27.9'S - 57°53.2'E | | |
| 27 | SIPAN 16 | 23°35.2'S - 57°57.8'E | 4 515 | |
| 28 | SIPAN 17 | 22°40.6'S - 58°20.6'E | 4 460 | Mal fermé |
| 29 | CP 19 | 24°22.5'S - 58°17.5'E | 5 060-5 040 | |
| | | 24°22.4'S - 58°19.2'E | | |
| 29 | SIPAN 18 | 24°23.3'S - 58°20.5'E | 5 050 | Prélèvement perturbé |

Tableau I. – Liste des prélèvements biologiques de la campagne SAFARI I (20 août-26 septembre 1979).

| Station | Engin n° | Position | Profondeur | Remarques |
|---------|----------|--|-------------|--|
| 1 | DS 01 | 4°44'N - 78°54'E | 4 215 | |
| 2 | CP 02 | 5°42'N - 78°56'E | 3 625 | |
| 2 | CP 03 | 5°48'N - 78°43'E | 3 450 | |
| 2 | Kr 01 | 5°36'N - 78°38'E | 3 490 | |
| 2 | DS 02 | 5°40'N - 78°33'E | 3 600 | |
| 2 | SIPAN 19 | 5°37'N - 78°24'E | 3 660 | |
| 3 | CP 04 | 7°07'N - 79°00'E | 2 475 | |
| 3 | CP 05 | 6°59'N - 78°50'E | 2 540 | |
| 3 | Kr 02 | 6°58'N - 78°49'E | 2 610 | |
| 4 | CP 06 | 8°11'N - 79°03'E | 1 035 | |
| 4 | CP 07 | 8°29'N - 79°19'E | 1 095 | |
| 4 | Kr 03 | 8°29'N - 79°19'E | 1 400 | |
| 5 | CP 08 | 7°22'N - 85°49'E | 3 780 | Cul du chalut engagé dans un patin, médiocre |
| 5 | CP 09 | 7°26'N - 85°56'E | 3 810 | Idem |
| 8 | Kr 04 | 1°51'N - 87°05'E | 4 342 | |
| 8 | CP 10 | 1°43'N - 87°08'E | 4 350 | |
| 8 | CP 11 | 1°41'N - 87°06'E | 4 360 | |
| 8 | DS 03 | 1°41'N - 87°06'E | 4 420 | |
| 14 | CP 12 | 2°54'S - 89°43'E | 3 344 | |
| 15 | Kr 05 | 4°22'S - 86°55'E | 4 950 | Pénétration faible |
| 15 | CP 13 | 4°30'S - 86°55'E | 4 950 | |
| 15 | SIPAN 20 | 4°38'S - 86°52'E | 4 987 | Pénétration faible |
| 15 | CP 14 | 4°43'S - 86°52'E | 4 975 | |
| 17 | CP 15 | 6°17'S - 89°11'E | 2 895-3 000 | |
| 23 | CP 16 | 9°59.3'S - 88°54.9'E 10°00.4'S - 88°55.4'E | 3 645-3 637 | |
| 24 | CP 17 | 10°00.1'S - 86°54.8'E 10°00.8'S - 86°54.9'E | 4 907-4 965 | Croche fond rocheux |
| 27 | CP 18 | 6°02.4'S - 79°32.4'E 6°04.1'S - 79°33.7'E | 5 175 | Rares nodules |
| 27 | CP 19 | 6°11.6'S - 79°40.6'E 6°12.4'S - 79°41.3'E | 5 175 | Rares nodules |
| 29 | SIPAN 21 | 9°58.0'S - 79°27.9'E | 5 330 | Trop forte pénétration |
| 29 | CP 20 | 9°57.5'S - 79°30.0'E | 5 330 | Rares nodules |
| 29 | CP 22 | 9°57.6'S - 79°31.8'E 10°02.0'S - 79°48.1'E 10°02.8'S - 79°49.4'E | 5 336 | Rares nodules |
| 30 | CP 23 | 11°51.1'S - 78°39.3'E 11°50.9'S - 78°40.6'E | 5 062-5 055 | Très nombreux nodules |
| 31 | SIPAN 22 | 12°04.1'S - 79°06.6'E 12°04.9'S - 79°08.8'E | 5 340 | Pénétration trop profonde |
| 31 | CP 24 | 12°05.3'S - 79°09.2'E | 5 325 | Nodules assez abondants |
| 31 | CP 25 | 12°10.7'S - 79°13.8'E 12°12.5'S - 79°14.1'E | 5 355 | Nombreux nodules |
| 32 | SIPAN 23 | 11°49.0'S - 79°49.9'E | 5 100 | Nodules |
| 32 | BAN 01 | 11°51.1'S - 78°51.1'E 11°52.1'S - 78°51.8'E | 5 047-5 100 | Très nombreux nodules |
| 33 | CP 26 | 12°47.5'S - 77°45.0'E 12°48.2'S - 77°45.9'E | 5 300-5 340 | Nodules assez abondants |
| 33 | CP 27 | 12°49.7'S - 77°47.7'E 12°49.7'S - 77°48.8'E | 5 340 | Nodules assez abondants |
| 33 | SIPAN 24 | 12°44.6'S - 77°46.0'E | 5 355 | Nodules |
| 34 | SIPAN 25 | 12°40.2'S - 78°24.4'E | 5 152 | Nodules |
| 34 | BAN 02 | 12°45.9'S - 78°29.7'E 12°47.5'S - 78°29.3'E | 5 152 | Très nombreux nodules |
| 35 | CP 28 | 12°52.9'S - 79°32.1'E 12°53.8'S - 79°33.0'E | 4 950 | Nodules assez abondants |
| 35 | CP 29 | 12°56.8'S - 79°36.6'E 12°55.0'S - 79°35.6'E | 4 950-4 928 | Nodules assez abondants |
| 35 | SIPAN 26 | 12°58.0'S - 79°39.0'E | 4 935 | Nodules |
| 36 | CP 30 | 13°35'S - 77°03'E | 5 317-5 272 | Très nombreux nodules |
| 36 | CP 31 | 13°45'S - 76°56'E | 5 300 | Nodules assez abondants |
| 36 | BAN 03 | 13°55'S - 76°45'E | 5 350 | Très nombreux nodules |

Tableau II. – Liste des prélevements biologiques de la campagne SAFARI II (23 juillet-2 septembre 1981).

Résultats.

Au cours des campagnes dans l'Atlantique où les mêmes engins ont été utilisés les résultats ont montré qu'il était indispensable d'exploiter séparément les données obtenues avec les engins ponctuels quantitatifs et les engins trainants semi-quantitatifs. Il n'existe pas de corrélation directe entre la densité de la faune endogée récoltée au carottier et celle de la mégafaune récoltée au chalut ou à la drague. La densité et la composition de la mégafaune varient beaucoup plus que celle de la petite macrofaune.

– Faune récoltée au moyen d'engins ponctuels : carottiers (tableau III) :

Nous avons surtout utilisé des préleveurs SIPAN de 1 m² d'ouverture. Ces carottiers sont fermés par un système de mâchoires. Au cours de SAFARI II nous disposions en outre d'un carottier Reineck de 1/16 de m² fermé par une lame basculante.

Au cours de la première campagne nous nous sommes aperçus que le SIPAN fonctionnait mal dans des sédiments carbonatés aussi nous n'avons pas échantillonné les fonds situés au-dessus de 4 000 m.

A SAFARI II nous avons tenté de comparer le SIPAN et le carottier Reineck aux stations 2 et 15, mais les résultats n'ont pas été entièrement satisfaisant. Nous donnons quand même les chiffres pour ces deux stations. Le Reineck ayant été perdu ensuite nous n'avons pu comparer avec le SIPAN dans la zone où celui-ci fonctionne le mieux : les boues rouges.

Toute la surface du carottier, après la prise de sous-échantillons, a été filtrée sur un tamis de 0,25 mm et trié sous binoculaire après fixation.

Les résultats obtenus sont quantitatifs mais n'ont qu'une valeur indicative, leur nombre étant insuffisant pour évaluer des populations dont la répartition est discontinue.

Les fonds situés près de Sri Lanka ont une faune très riche avec plus de 3 500 individus au mètre carré à 2 600 m, faune formée essentiellement de grands Nématodes et de Polychètes. L'enrichissement par les apports continentaux est ici très net. Ces chiffres sont supérieurs à ceux obtenus dans le Golfe de Gascogne (1 700 individus/m² à 2 000m ; LAUBIER et SIBUET, 1979) mais inférieurs à ceux de la Mer de Norvège, 420 à 5 120 individus/m² à 3 500 m (DAHL *et al.*, 1976).

Le chiffre obtenu dans le centre du bassin du Mozambique (446 individus/m²) est tout à fait comparable à ce que l'on connaît dans d'autres bassins à profondeur équivalente, environ 4 000 m ; 280 à 580 individus/m² dans le bassin de Madère ; 360 individus/m² au centre de la plaine ibérique (MONNIOT et SEGONZAC, 1984).

Sur le cône du Gange aux mêmes profondeurs les densités sont inférieures, 272 à 288 individus/m², ce qui est comparable à ce qu'on trouve dans le centre des bassins mais nettement inférieur aux densités relevées sur le cône de l'Amazone où la densité à 4 800 m est encore de 720 à 2 280 individus/m² (SIBUET *et al.*, 1984). Il est peu probable que les apports trophiques du Gange se fassent sentir jusqu'à cette profondeur.

Dans la partie sud-ouest du bassin de Madagascar à des profondeurs tout à fait équivalentes, 4 200 à 4 400 m, la densité de cette faune va de 195-280 individus/m² dans des zones sans nodules à 472-562 individus/m² dans les fonds à nodules. Cette différence est encore plus marquée si l'on tient compte du fait qu'une surface importante du sédiment est recouverte par les nodules.

La partie est du bassin de Madagascar (SAFARI I stations 26 à 29) a une faune très pauvre, 10 à 21 individus/m² sans nodules et 96 individus/m² en présence de nodules. Ce sont actuellement les chiffres les plus bas connus. Le bassin indien central a lui aussi une faune très pauvre, 66 à 173 individus/m².

Ces chiffres sont à comparer avec les résultats obtenus par HESSLER et JUMARS, 1974, dans le Pacifique central au centre du tourbillon de la circulation du Pacifique nord dans une zone de faible productivité planctonique (40 g de carbone organique/m²/an et en présence de nodules). Sur un tamis à mailles un peu plus larges (0,297 mm au lieu de 0,250 mm), HESSLER et JUMARS, 1974, trouvent une densité au mètre carré variant de 84 à 160 individus/m².

La composition de la faune est dominée dans tous les cas par trois groupes zoologiques, les Nématodes, les Polychètes et les Malacostracés.

Tableau III – Faune récoltée au carottier.
 (1) Présence de nodules polymétalliques.

| Station n° | SAFARI I | | | | | | | | | | SAFARI II | | | | | | | | | |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|---------------|----------------|----------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----|----|
| | 6 SIPAN 05 | 8 SIPAN 07 | 8 SIPAN 09 | 8 SIPAN 10 | 13 SIPAN (1) | 19 SIPAN (1) | 22 SIPAN (1) | 26 SIPAN (1) | 27 SIPAN (1) | 2 SIPAN (1) | 3 SIPAN (1) | 8 Kr 02 | 15 Kr 01 | 15 Kr 05 | 32 SIPAN (1) | 33 SIPAN (1) | 34 SIPAN (1) | 35 SIPAN (1) | | |
| Remarques | + | + | + | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Protozoaires | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Spongaires | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Hydrozoaires | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Otocoralliaires | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Hexacoralliaires | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Plathelminthes | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Némertes | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Nématodes | 200 | 119 | 216 | 286 | 248 | 16 | 4 | 57 | 322 | 23 | 195 | 6 | 10 | 20 | 40 | 35 | 49 | 93 | - | - |
| Polychètes | 23 | 15 | 2 | 31 | 37 | 2 | 1 | 4 | 202 | 1 | 25 | 4 | 3 | 5 | 5 | 16 | 3 | 6 | - | - |
| Oligochètes | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Sipunculiens | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Échiuriens | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Priapiliens | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Bryozaires | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Brachiopodes | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Aplacophores | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Gastéropodes | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Scaphopodes | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Bivalves | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ostracodes | 12 | 8 | 5 | 7 | 18 | 2 | 2 | 2 | 16 | 2 | 15 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 3 | 1 | - |
| Copépodes | 99 | 16 | 2 | 26 | 22 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 8 | 2 | 8 | 34 | 40 |
| Cirripèdes | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Cumaces | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tanaïdace | 11 | 5 | 1 | 14 | 19 | 1 | 1 | 1 | 51 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | - |
| Isopodes | 21 | - | - | - | 11 | 8 | 1 | 1 | 21 | 14 | 13 | - | - | - | - | - | - | - | 3 | 2 |
| Amphipodes | 2 | - | - | - | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Holothurides | 1 | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Échinides | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Pogonophores | - | 1 | - | - | - | 3 | - | - | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tuniciers | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Nombre total d'individus | 379 | 167 | 238 | 401 | 478 | 18 | 8 | 82 | 705 | 29 | 227 | 18 | 17 | 46 | 56 | 62 | 98 | 147 | - | - |
| Densité au m² | 446 | 196 | 280 | 472 | 562 | 21 | 10 | 96 | 829 | 464 | 3 632 | 288 | 272 | 54 | 66 | 73 | 115 | 173 | - | - |

- Faune récoltée par les engins trainants : drague et chalut :

La drague utilisée est du type HESSLER et SANDERS, 1967, modifiée COB de 80 cm d'ouverture telle qu'elle est décrite par LAUBIER et SIBUET, 1977 ; avec un filet de 1 mm de vide d'ouverture de maille dans la partie antérieure et de 0,5 mm dans la queue.

Elle a été peu utilisée, tableau IV. Son fonctionnement est difficile dans les zones à nodules. Il semble que cet engin ne soit bien adapté qu'à des fonds de vase relativement compacte. Sur les boues rouges et les fonds de vase très fine et très molle comme à l'ouest de Sri Lanka, la drague ne semble pas écrêmer la surface de sédiment mais se remplir par à-coups.

La densité d'animaux que l'on observe dans le bassin de Madagascar correspond aux densités les plus basses trouvées dans l'Atlantique (MONNIOT et SEGONZAC, 1984) : 2 690 à 7 240 individus/ha dans le bassin de Madère, et est très inférieure aux densités trouvées dans le bassin nord-est Atlantique, LAUBIER et SIBUET, 1979 ; et la mer de Norvège, DAHLI *et al.*, 1976, qui dépassent 10 000 à 20 000 individus/ha.

- Faune récoltée au chalut :

Trois types de chaluts ont été utilisés au cours de ces deux campagnes :

- Un chalut « biologie » à perche en bois de 5,5 m d'ouverture avec un filet d'ouverture de maille de 2 cm dans la partie antérieure et de 1 cm dans le cul. La corde de ventre était lestée par une chaîne. Deux types d'étriers ont été utilisés, le type COB (LAUBIER et SIBUET, 1977) et un étrier mis au point par les TAAF. Le fonctionnement des deux chaluts est équivalent. La plupart des opérations a été effectuée avec ce type de chalut biologie. Compte tenu de la forme de la chaîne de ventre du chalut nous estimons la largeur de la surface échantillonnée à 5 m (MONNIOT et SEGONZAC, 1984).

- Des chaluts « géologie » de type Blake avec un maillage de 5 cm ont été utilisés, l'un de 3 m d'ouverture à SAFARI I (CP 11), l'autre de 5 m d'ouverture à armature renforcée à SAFARI II sous le sigle BAN.

Le matériel a été trié sur un tamis de 1 mm de vide de maille. Plus de 11 000 spécimens ont été récoltés.

A plusieurs reprises nous avons tenté un chalut à perche « biologie » dans des zones à nodules denses. Dans ce cas, le chalut récolte entre 500 kg et une tonne de nodules. La faune qui est récoltée est broyée entre les nodules. Il est donc impossible de l'étudier. C'est la situation qui a prévalu dans la partie sud-ouest du bassin de Madagascar.

Dans le nord-est du bassin de Madagascar et dans le bassin indien central la répartition des nodules est moins régulière et il existe des étendues de plusieurs miles qui ne contiennent pas ou peu de nodules. Il est possible de distinguer ces zones au sondeur 12 kHz et de tenter d'y effectuer un chalutage. Dans ce cas, même s'il y a quelques nodules, ceux-ci sont enrobés dans la vase et les animaux sont protégés, leur étude devient possible.

C'est grâce à la faune récoltée au chalut que l'on peut le plus facilement caractériser les peuplements des bassins. Les densités calculées sont celles de la faune sessile ou peu vagile. Nous n'avons pas tenu compte des Céphalopodes, des Crustacés Décapodes et des Poissons (Tableaux V, VI, VII et VIII).

- Le bassin du Mozambique (fig. 1, SI St 6).

La faune de ce bassin a été étudiée en son centre en un point situé par 4 900 m de fond. Elle est caractérisée par une écrasante domination des Mollusques bivalves (63 %) et des Polychètes (34 %). Cette composition faunistique est différente de toutes celles que nous avons rencontrées dans l'Océan Indien.

- Le Sud-Ouest du bassin de Madagascar (fig. 1, SI St 11 à 16 et carte 2) :

Dans cette zone, caractérisée par la présence d'un champ de nodules très compacts entre 4 000 et 4 500 m de profondeur, nous avons chaluté juste au-dessus de la zone des nodules (station 11, 3 900-4 050 m), nettement en dessous (station 16, 4 600 à 4 700 m) et nettement au-dessus sur un plateau situé à 3 825 m (station 15). Les nodules étaient trop denses pour qu'il soit possible d'échantillonner entre 4 000 et 4 500 m. Nous avons trouvé dans ce secteur une faune abondante. La densité de la faune est importante, 700 individus/ha à 3 800 m, mais diminue d'une manière significative à 4 000 m et en dessous, 236 et 275 individus/ha. La composition de la faune est très différente dans les trois stations. En station 15 la faune est dominée par les Ophiures et les Astérides (81 %) ; Mollusques et Crustacés sont peu abondants. En station 16, les Échinodermes sont également dominants (77 %) mais ce sont ici des Échinides, les Ophiurides sont devenus rares. Les Mollusques bivalves représentent 17 %. La station 11 à 4 000 m semble correspondre à une zone de transition. Les Échinodermes ont perdu de leur

importance (30 %) mais l'on rencontre ensemble Ophiurides, Echinides et Astérides. Les Mollusques représentent 30 %, les Brachiopodes 9 %, et les Cirripèdes 10 %.

Les différences de densité et de composition faunistique dans cette zone semblent bien liées à la composition du sédiment et à la profondeur de la zone de compensation des carbonates, profondeur marquée ici par la ceinture de nodules polymétalliques.

- La faille dans la dorsale ouest-indienne (station 22, fig. 1, SI St 22) :

Malgré la profondeur et l'éloignement de la côte, le fond de cette faille abrite une faune relativement importante, 120 individus/ha. La faune est dominée par les Échinodermes, 56 % (Astérides, Ophiurides et Holothurides) et par les Polychètes (28 %). Il faut noter que les Échiuriens qui d'ordinaire représentent une part infime de la faune atteignent ici 10 %.

- La partie nord-est du bassin de Madagascar (fig. 1, SI St 26-29) :

La densité de la faune devient faible, 38 à 71 individus/ha, les Échinodermes ont encore une place prépondérante ou importante (52 et 16 %) avec, en particulier, de nombreux Échinides. Mais le phénomène le plus significatif est la place importante que prennent dans la faune les organismes filtreurs, Brachiopodes (12 à 30 %) et Tuniciers (18 à 20 %). Mollusques et Crustacés ont des effectifs très réduits ou même peuvent totalement manquer.

La première partie de la campagne SAFARI II jusqu'à la station 23 n'a pas bénéficié du positionnement satellite. En conséquence, aucune évaluation de la densité n'a pu être faite à l'ouest de Sri Lanka, sur le cône du Gange, et sur la dorsale du 90° est.

- A l'ouest du Sri Lanka :

La faune apparaît riche, dominée à chaque profondeur par un groupe zoologique différent : Mollusques bivalves à 3 600 m, Ophiurides à 2 500 m, Madréporaires à 1 100 m. Ce phénomène a déjà été constaté sur les pentes continentales au cours d'autres campagnes.

- La partie profonde du cône du Gange :

A partir de la latitude de Sri Lanka, le cône sédimentaire du Gange ne semble plus sous l'influence actuelle du fleuve. En station 8 à 4 300 m, la faune est particulièrement diversifiée et dominée par les Échinodermes (27 %), les Tuniciers (22 %), les Polychètes (17 %) et les Cnidaires (13 %).

- Au sud du 2° S toute la partie profonde du cône du Gange, la ride du 90° Est, et le bassin indien central sont caractérisés par une grande abondance de pierre ponce qui, grâce au substrat dur qu'elle représente provoque un enrichissement de la faune en Actiniaires. Un phénomène semblable a été décrit par MONNIOT et SEGONZAC, 1984, dans le nord du bassin de Madère. Ainsi, on trouve 66 % d'Actiniaires dans la faune de la station 15, 72 % en station 27 et 19 % en station 17. Au sud du 8° Sud des encroûtements polymétalliques qui recouvrent les pierres ponces semblent limiter le développement des Cnidaires.

Tableau IV. – Faune récoltée à la drague.

- (1) Fonctionnement non satisfaisant.
- (2) Drague effectuée sur un fond dur.
- (3) Mauvais fonctionnement en présence de nodules.

| Drague n° Stations Remarques | SAFARI I | | | | | | | | | | SAFARI II | | | | | |
|------------------------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|--------------------|-------------|------------|------------|------------|------------|----|---|
| | DS 01 1 (1) | DS 02 6 | DS 03 6 | DS 04 8 | DS 05 8 | DS 06 11 | DS 07 22 | DS 08 26 | DS 09 27 (3) | DS 10 27 | DS 01 1 | DS 02 2 | DS 03 2 | DS 04 8 | | |
| Protozoaires | - | + | - | + | - | + | - | - | + | - | + | - | + | - | + | - |
| Spongiaires | - | - | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Hydrozoaires | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Octocoralliaires | 16 | 19 | 36 | 36 | 110 | 1 | - | 9 | 24 | - | 3 | 19 | 1 | 5 | 5 | 5 |
| Hexacoralliaires | 22 | 15 | 11 | 20 | 19 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Nématodes | 2 | - | - | - | - | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Polychètes | 2 | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Sipunculiens | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Bryozoaires | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Brachiopodes | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Aplacophores | - | - | - | - | - | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Gastéropodes | 16 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | - | 1 | 1 | 2 | - | 42 | 14 | - | - | - |
| Scaphopodes | 8 | 1 | 8 | 15 | 10 | 8 | - | 2 | 5 | - | 4 | 4 | 2 | - | - | - |
| Bivalves | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 1 | - | - | - | - |
| Céphalopodes | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Pycnogonides | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ostracodes | - | - | 1 | 4 | - | 2 | 9 | 1 | - | 2 | - | 3 | 7 | - | - | - |
| Copépodes | - | - | - | - | - | 3 | 2 | 10 | 1 | 2 | - | 1 | - | - | - | - |
| Cirripèdes | - | - | 1 | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 |
| Cumacés | - | 1 | 3 | 3 | 8 | 9 | 12 | - | 1 | - | - | 5 | 9 | - | - | - |
| Tanaïdaces | - | 2 | 3 | 1 | 8 | 10 | 7 | - | 10 | 4 | - | 1 | 1 | 1 | 8 | 2 |
| Isopodes | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Amphipodes | - | 1 | 4 | - | 6 | 3 | 6 | - | - | - | - | - | - | - | 28 | 6 |
| Macrourés | 2 | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5 |
| Anomoures | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Brachyourés | 5 | - | - | - | - | 1 | - | 1 | - | - | - | - | - | - | 8 | 1 |
| Holothuriidés | 4 | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | 7 | 2 |
| Ophiuridés | - | 4 | 1 | - | 4 | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - |
| Échinidés | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 18 | 4 |
| Ascidies | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 7 | 4 |
| Poissons | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Nombre total d'individus | 50 | 60 | 50 | 102 | 104 | 182 | 3 | 4 | 65 | 3 | 62 | 220 | 56 | | | |
| Densité à l'hectare | | | 3 200 | 4 000 | 3 300 | 1 900 | | | 900 | | | | | | | |

Tableau V. – Récoltes effectuées au chalut (SAFARI I).

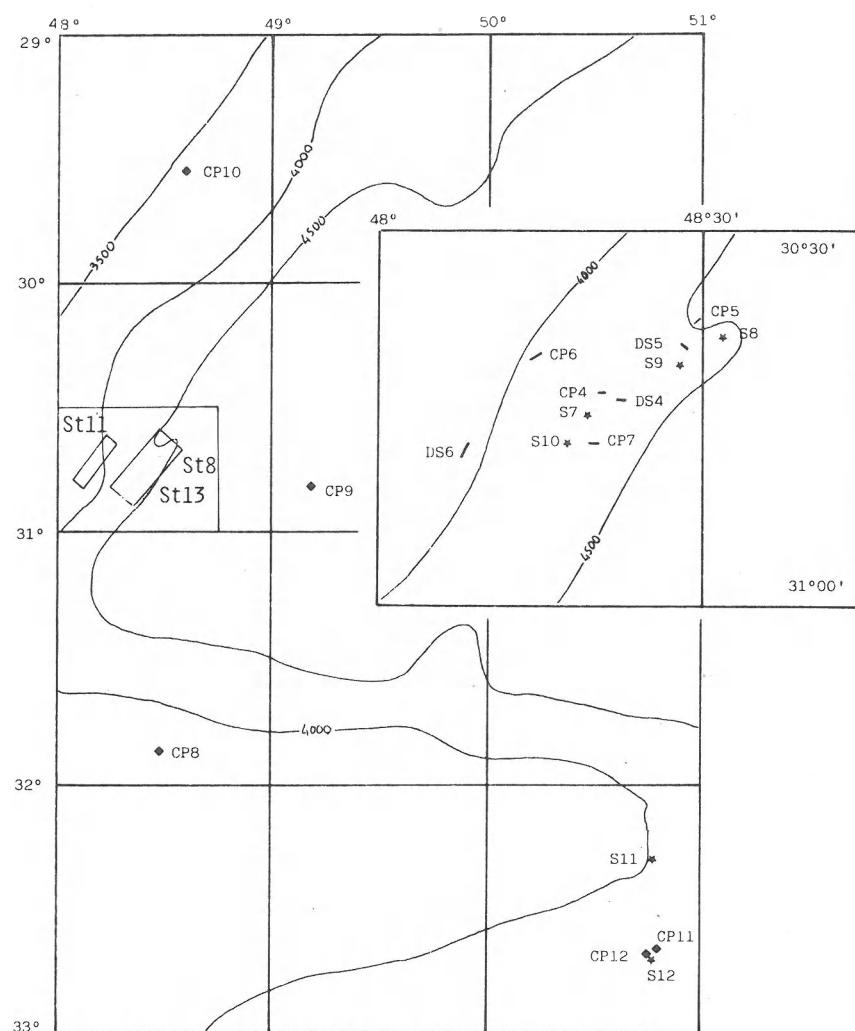
(1) Fonctionnement non satisfaisant.

(2) Chalut sur zone à nODULES.

(3) Chalut décharé sur un affleurement.

(4) Poissons benthiques – Poissons pélagiques.

| Station n° Chalut n° Remarques | 1 CP 01 (1) | 6 CP 02 (2) | 6 CP 03 (2) | 8 CP 04 (2) | 8 CP 05 (2) | 11 CP 06 (2) | 13 CP 07 (2) | 15 CP 08 (2) | 16 CP 09 (3) | 18 CP 10 (3) | 19 CP 11 (2) | 21 CP 12 (1) | 22 CP 14 (2) | 26 CP 15 (1) | 26 CP 16 (2) | 27 CP 17 (2) | 29 CP 18 (2) | 29 CP 19 |
|--------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------|
| Protozoaires | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Spongaires | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Hydrozoaires | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Octocoralliaires | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Hexacoralliaires | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Madréporaires | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Némertes | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Nématodes | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Polychètes | 2 | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Spiraculiers | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Echiuriens | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Bryozoaires | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Brachiopodes | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Gastéropodes | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Scaphopodes | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Bivalves | 105 | 8 | 3 | 15 | 71 | 6 | 5 | 38 | 2 | - | - | - | 2 | 1 | - | - | - | - |
| Céphalopodes | - | 1 | 3 | - | - | - | - | - | 3 | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - |
| Copepodes | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Cirripèdes | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Mysidacées | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tanaïdacs | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Isopodes | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Amphipodes | 17 | 15 | 7 | 4 | 4 | 18 | 1 | 6 | 17 | 22 | - | 1 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 9 |
| Macrourides | - | 3 | 1 | - | - | - | - | 2 | 1 | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - |
| Anomoures | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Brachyourès | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 6 | - | - | - |
| Crinoïdes | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Holothuriides | 7 | - | - | - | - | - | - | - | 7 | 3 | - | 1 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 13 |
| Astérides | 1 | - | - | - | - | - | - | - | 47 | 9 | 5 | - | 13 | 13 | - | - | - | 1 |
| Ophiurides | 8 | - | 1 | 1 | 4 | 36 | 3 | 121 | 2 | 15 | - | 19 | 8 | - | - | - | - | - |
| Echinides | - | - | - | - | - | 11 | 12 | - | 182 | - | - | - | - | - | 11 | 3 | - | 56 |
| Tuniciers | - | - | - | - | - | 3 | 1 | 7 | 2 | 9 | 7 | 1 | - | 27 | 9 | - | - | 27 |
| Poissons (4) | 4-8 | 8-13 | 0-3 | 1-3 | 1-1 | 9-25 | - | 8-8 | 10-8 | 10-4 | - | 1-0 | - | 2-4 | 2-5 | 1-0 | 0-1 | 4-7 |
| Nombre total | 54 | 143 | 88 | 25 | 66 | 280 | 23 | 239 | 295 | 94 | 10 | 3 | 39 | 56 | 150 | 64 | 4 | 161 |
| Densité à l'hectare | | 333 | 122 | | 292 | | | 782 | 318 | | 156 | | | 156 | | 40 | | 84 |



Carte 2. – Détail des prélèvements effectués dans le sud-ouest du bassin de Madagascar.

Tableau VI. – Densité à l'hectare et dominance des principaux groupes zoologiques de la faune sessile récoltée au chalut (SAFARI I).

| Station n° | 6 | | 11 | | 15 | | 16 | | 22 | | 26 | | 29 | |
|---------------------------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------------------|-------|--------------------------------|-------|-------|-------|
| Engins n° | CP 02 - CP 03 | | CP 06 | | CP 08 | | CP 09 | | CP 15 | | CP 16 - CP 17 | | CP 19 | |
| | Dens. | Dom. | Dens. | Dom. | Dens. | Dom. | Dens. | Dom. | Dens. | Dom. | Dens. | Dom. | Dens. | Dom. |
| Cnidaires | – | – | 24 | 10 % | 36 | 5,1 % | 6,5 | 2,4 % | + | – | 12 | 14 % | 1,6 | 2,3 % |
| Polychètes | 54 | 34 % | 10 | 4,2 % | 20 | 2,8 % | 4,3 | 1,6 % | 34 | 28 % | 6,2 | 7,8 % | 9,4 | 13 % |
| Brachiopodes | – | – | 23 | 9,7 % | – | – | – | – | – | – | 3,7 | 30 % | 8,3 | 12 % |
| Mollusques sauf Céphalopodes | 100 | 63 % | 79 | 33 % | 26 | 3,7 % | 46 | 17 % | 5,6 | 4,7 % | 1,9 | 3,4 % | – | – |
| Crustacés sauf Décapodes | 1 | 0,6 % | 28 | 12 % | 16 | 2,3 % | 5,4 | 2,0 % | 2,8 | 2,3 % | 1,6 | 3,4 % | 0,5 | 0,7 % |
| Echinodermes | 2,6 | 1,6 % | 70 | 30 % | 573 | 81 % | 211 | 77 % | 67 | 56 % | 7,5 | 16 % | 37 | 52 % |
| Tuniciers | – | – | 1 | 0,5 % | 23 | 3,3 % | 2,2 | 0,8 % | – | – | 5,6 | 18 % | 14 | 20 % |
| Densité Faune sessile | 158 | | 236 | | 704 | | 275 | | 120 dont 10 % Échiuriens | | 38 dont 3,4 % Échiuriens | | 71 | |

Tableau VII. – Récoltes effectuées au chalut (SAFARI II).

- (1) Poche engagée dans un patin.
- (2) Chalut sur zone à nodules.
- (3) Chalut sur un affleurement.

| Station n° Chalut n° Remarques | 2 CP 02 | 2 CP 03 | 3 CP 04 | 3 CP 05 | 4 CP 06 | 4 CP 07 | 5 CP 08 (1) | 8 CP 10 | 8 CP 11 | 14 CP 12 | 15 CP 13 | 15 CP 14 | 17 CP 15 | 23 CP 16 |
|--------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Protozoaires | + | + | – | + | – | – | – | – | – | – | – | + | – | – |
| Spongaires | + | + | – | – | – | – | + | + | + | – | – | + | + | + |
| Hydrozoaires | – | – | + | + | + | – | – | – | – | – | – | + | + | + |
| Octocoralliaires | – | 3 | – | 1 | 3 | – | – | – | 2 | – | – | 1 | 2 | 9 |
| Actinaires | 9 | 5 | – | 15 | 1 | 2 | 4 | 8 | 8 | 68 | 93 | 78 | 21 | 20 |
| Scléractiniaires | – | – | – | – | 112 | 130 | – | – | – | 9 | – | – | 2 | 18 |
| Nématodes | – | – | 2 | 5 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| Polychètes | 11 | 22 | 181 | 313 | 59 | 12 | – | 18 | 5 | – | 5 | 2 | 5 | 15 |
| Sipunculiens | – | – | – | 2 | – | 6 | – | 1 | 1 | – | – | – | 1 | 1 |
| Bryozoaires | – | – | – | – | – | – | – | + | – | – | + | – | – | – |
| Brachiopodes | – | – | – | – | – | – | – | 1 | 3 | 1 | – | 2 | – | 1 |
| Aplacophores | – | – | 1 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| Gastéropodes | 5 | 1 | 11 | 20 | 7 | 5 | – | – | 3 | 3 | – | 2 | 3 | 1 |
| Scaphopodes | – | – | – | 1 | 1 | – | – | 2 | – | 1 | 1 | 3 | – | 4 |
| Bivalves | 138 | 170 | 189 | 31 | 14 | 6 | – | 2 | 2 | 3 | – | 1 | – | 1 |
| Céphalopodes | – | – | – | 1 | + | – | – | – | – | – | – | 1 | – | – |
| Pycnogonides | – | – | – | 5 | 2 | 1 | – | – | 1 | 1 | – | – | 1 | – |
| Copépodes | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| Cirripèdes | 7 | – | – | – | – | – | – | – | 11 | – | 10 | – | 1 | 20 |
| Stomatopodes | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| Mysidacés | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 2 | – | – |
| Tanaïdacés | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 1 | 6 | – | 3 |
| Isopodes | – | – | – | 1 | – | – | – | – | – | – | – | – | 1 | – |
| Amphipodes | – | – | 1 | 5 | – | – | – | 1 | – | – | – | – | – | – |
| Macroures | 5 | 4 | 5 | 7 | 9 | 1 | – | 2 | 29 | 2 | 1 | – | 1 | 6 |
| Anomoures | 4 | 7 | 6 | 26 | 9 | 5 | – | 1 | 3 | 3 | – | – | 3 | 2 |
| Brachyures | – | – | – | – | 16 | 3 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| Crinoïdes | 1 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 3 | 17 | – |
| Holothurides | 26 | 17 | 35 | 25 | 4 | 1 | 4 | 3 | 6 | 13 | 1 | 2 | 7 | 11 |
| Astérides | 21 | 5 | 9 | 46 | 4 | 2 | 19 | 7 | 5 | – | 10 | 11 | 1 | 2 |
| Ophiurides | 34 | 7 | 713 | 4 873 | 51 | 5 | 1 | 14 | – | 2 | – | 1 | 26 | 380 |
| Échinides | 8 | 11 | 5 | 3 | 2 | 1 | – | 1 | – | 9 | 8 | 26 | 22 | 30 |
| Tuniciers | 2 | 1 | 21 | 29 | 1 | – | – | 24 | 5 | 2 | 4 | 3 | 6 | 3 |
| Poissons | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre total | 271 | 253 | 1 179 | 5 409 | 295 | 180 | 28 | 96 | 73 | 127 | 125 | 146 | 139 | 520 |
| Densité à l'hectare | | | | | | | | | | | | | | 468 |

TABLEAU VII (suite)

| Station n° Chalut n° Remarques | 24 CP 17 (3) | 27 CP 18 | 27 CP 19 | 29 CP 20 | 29 CP 22 | 30 CP 23 (2) | 31 CP 24 | 31 CP 25 | 33 CP 26 | 33 CP 27 | 35 CP 28 | 35 CP 29 | 36 CP 30 (2) | 36 CP 31 |
|--------------------------------------|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------------|-------------|
| Protozoaires | - | + | + | + | + | - | + | + | - | + | + | + | - | - |
| Spongiaires | + | + | + | + | + | - | + | + | + | + | + | + | + | - |
| Hydrozoaires | - | + | - | - | - | - | - | - | + | - | - | - | - | + |
| Octocoralliaires | + | - | - | - | - | 1 | - | - | 1 | + | - | 3 | 1 | + |
| Actinaires | 4 | 133 | 137 | 9 | 13 | - | 9 | - | - | 1 | 4 | 4 | - | 12 |
| Scléactiniaires | - | + | - | - | 1 | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - |
| Nématodes | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Polychètes | - | 4 | 7 | 16 | 2 | - | 6 | + | 3 | - | 1 | 3 | 1 | 4 |
| Sipunculiens | - | 3 | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - |
| Bryozoaires | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | + | + | - | - |
| Brachiopodes | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 | - | - |
| Aplacophores | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Gastéropodes | 1 | 1 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | + | - | - | - |
| Scaphopodes | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | 2 |
| Bivalves | - | 2 | 2 | 2 | - | - | 2 | - | 1 | - | 5 | 1 | - | 1 |
| Céphalopodes | - | - | - | - | 2 | - | - | - | - | - | 1 | - | - | 1 |
| Pycnogonides | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Copépodes | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 |
| Cirripèdes | - | - | 6 | 10 | 2 | - | - | - | + | - | - | - | - | - |
| Stomatopodes | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Mysidacés | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | 1 |
| Tanaïdaciés | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Isopodes | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Amphipodes | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Macroures | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | - | 2 | - | 2 | - | 1 | 2 | - | 2 |
| Anomoures | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - |
| Brachyoures | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - |
| Crinoïdes | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - |
| Holothurides | 8 | 12 | 8 | 13 | 11 | 3 | 3 | 1 | 5 | 5 | 9 | 10 | 8 | 3 |
| Astérides | 2 | 6 | 8 | 45 | 27 | 2 | 9 | 8 | 7 | 7 | 16 | 5 | 8 | 13 |
| Ophiuriades | 2 | - | - | 22 | 9 | 1 | 13 | 8 | 9 | 5 | 19 | 7 | - | 3 |
| Échinides | - | 15 | 13 | - | 1 | - | 12 | - | 1 | - | 8 | 5 | - | 8 |
| Tuniciers | 6 | 4 | 9 | 15 | 10 | - | 14 | 1 | 3 | 5 | 11 | 12 | - | 9 |
| Nombre total | 26 | 185 | 194 | 134 | 81 | 6 | 72 | 20 | 30 | 24 | 79 | 54 | 18 | 60 |
| Densité à l'hectare | | 198 | 81 | 55 | | 139 | 139 | 12 | 30 | 23 | 67 | 29 | | |

Tableau VIII. — Densité à l'hectare et dominance des principaux groupes zoologiques de la faune sessile récoltée au chatut (SAFARI II).

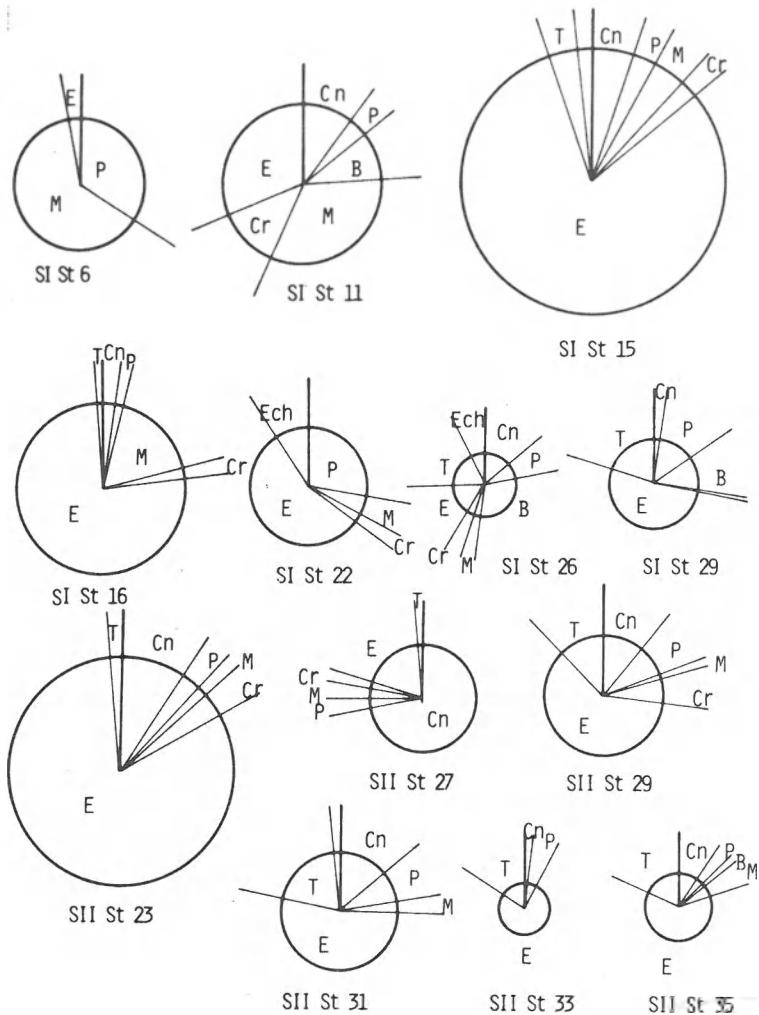


Fig. 1. – Composition faunistique de la faune sessile récoltée au chalut au cours des campagnes SAFARI.
(B, Brachiopodes ; Cn, Cnidaires ; Cr, Crustacés ; E, Échinodermes ; Ech, Échiuriens ; M, Mollusques ; P, Polychètes ; T, Tuniciers.)

– La station 23 (fig. 1, SII St 23) à 3 600 m sur le flanc de la ride du 90° Est a une faune dense, 510 individus/ha, mais très largement dominée par une population d'Ophiures (74%). C'est une situation comparable à celle observée sur le flanc de la ride de Madagascar (SAFARI I, station 15) où les Ophiures représentent près de 50 % de la faune.

– Le centre du bassin indien central (stations 27 à 36, fig. 1, SII St 27-36) :

Cette zone est caractérisée par la présence de nodules polymétalliques. La faune est peu abondante, 22 à 130 individus/ha, et très largement dominée par les Échinodermes, 53 à 77 %, et les Tuniciers, 12 à 20 %. Les Crustacés, à part quelques Cirripèdes, sont devenus très rares ainsi que les Mollusques. Il demeure encore 2 à 15 % d'Actinies fixées sur les pierres ponces.

Cette situation est comparable à celle que nous avons observé au nord-est du bassin de Madagascar dans les zones à nodules polymétalliques. La densité des animaux est équivalente, ainsi que la proportion des Tuniciers dans la faune. Mais les Échinodermes sont plus nombreux et plus variés dans le bassin indien central en particulier les Astérides et les Ophiures. Par contre, le stock de Brachiopodes du bassin de Madagascar, 12 à 30 %, a disparu plus au nord.

Comparaisons avec l'océan Atlantique.

Ces résultats concernant la mégafaune récoltée au chalut ne sont comparables qu'aux données recueillies à des profondeurs équivalentes, plus de 4 000 m, selon les mêmes techniques. Les seuls bassins répondant à ces critères se trouvent tous dans l'Atlantique : Golfe de Gascogne (LAUBIER et SIBUET, 1979), bassin de Madère et plaine Ibérique (MONNIOT et SEGONZAC, 1984), Mer de Démérara (SIBUET *et al.*, 1984), ces résultats sont regroupés dans la figure 2.

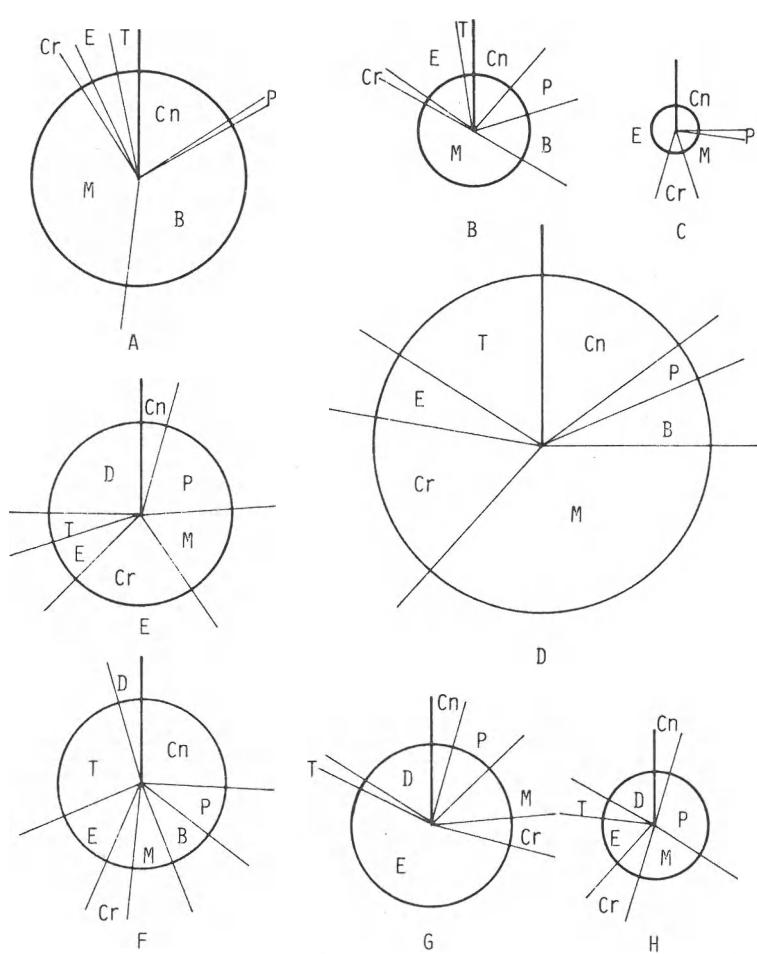


Fig. 2. – Composition faunistique de la faune sessile récoltée au chalut dans quelques bassins Atlantiques.

Bassin de Madère : A « Abyplaine » st. 5, 35°N-21°30'W - 5 100 m ; B, st. 6, 33°N-22°W - 5 230 m C, st. 7, 32°N-21°20'W - 5 000 m.

Seuil entre le bassin de Madère et la plaine de Seine : D, « Abyplaine », st. 8, 34°N-17°W - 4 260 m.

Centre du Golfe de Gascogne : E, « Biogas », st. 4, 46°30'N-10°20'W - 4 700 m.

Sud-ouest du bassin européen : F, « Abyplaine », st. 12, 44°40'N-17°50'W - 4 990 m.

Plaine de Démérara : G, « Demeraby », st. A, 8°10'N-49°W - 4 450 m ; H, st. B, 10°20'N-46°50'W - 4 850 m.

(B, Brachiopodes ; Cn, Cnidaires ; Cr, Crustacés ; D, divers groupes ; E, Échinodermes ; M, Mollusques ; P, Polychètes ; T, Tuniciers.)

1^o Point de vue quantitatif :

Les densités observées dans le bassin du Mozambique et sur la bordure occidentale du bassin de Madagascar sont tout à fait comparables à ce que l'on observe dans le Golfe de Gascogne ou la plaine ibérique. Le centre des bassins n'ayant pas de bordures continentales est très appauvri aussi bien dans l'Atlantique que dans l'Océan Indien : 14 individus/ha dans le sud du bassin de Madère (fig. 2, B-C), 20 à 100 individus/ha dans l'Océan Indien central. la présence de nodules ne semble pas avoir de conséquences sur la densité de la faune. Comme dans l'Atlantique, la topographie joue un grand rôle : les rides et les hauts fonds, même éloignés des continents, ont une faune plus dense que les fonds avoisinants (ABYPLAINE, stations 8 et 10, fig. 2, D).

2^o Point de vue qualitatif :

Dans tous les bassins atlantiques étudiés : bassin de Madère, plaine ibérique, bassin européen ou plaine de Démérara, les Échinodermes représentent exceptionnellement plus de 50 % de la faune (station A de la plaine Démérara ; fig. 2, G). Leur importance est limitée à 10 à 25 % dans la plupart des cas. Les fortes proportions d'Échinodermes et en particulier d'Holothuries observées dans l'Atlantique sur le cône de l'Amazone et en Mer de Norvège (DAHL *et al.*, 1976) sont interprétés par SIBUET *et al.*, 1984, comme l'indice de forts apports trophiques ou d'apports terrigènes. La dominance des Échinodermes dans toute la partie centrale de l'Océan Indien tropical n'a évidemment pas la même signification. Nous la considérons comme la caractéristique principale de ces peuplements. Seule la station 6 de SAFARI I au centre du bassin du Mozambique est dominée par les Mollusques et les Polychètes, cette situation se rapproche plus de ce que l'on connaît dans l'Atlantique.

Dans l'Océan Indien comme dans l'Atlantique, nous observons un changement important dans la densité et la composition de la faune à une profondeur avoisinant 4 000 m. Ce changement de faune est plus radical dans l'Océan Indien que dans l'Atlantique car il est marqué par la disparition quasi totale des Mollusques et des Crustacés. Il n'est pas exclu que ce phénomène soit en relation avec les différences sédimentologiques entre les deux océans : les centres des bassins sont carbonatés en Atlantique et entièrement siliceux dans l'Océan Indien.

Quelques idées générales se dégagent de ces campagnes :

- Le centre de l'Océan Indien abrite une faune benthique clairsemée, largement dominée par les Échinodermes : Holothuries, Astéries, Ophiurides et Échinides étant tous bien représentés. La densité de la faune oscille dans ces zones entre 20 et 100 individus/ha.
- Les accidents topographiques : ride de Madagascar ou ride du 90° Est sont marqués par un enrichissement considérable de la faune en nombre d'espèces et en nombre d'individus. La densité de la faune oscille entre 200 et 500 individus/ha.
- Comme dans l'Atlantique, la présence d'une quantité importante de pierre ponce provoque un fort enrichissement biologique par l'installation d'une faune fixée constituée surtout d'Actinies.
- La présence de nodules polymétalliques ne réduit pas l'abondance de la faune endogée. Une tendance inverse semble même se dégager.

Conclusion.

Les seules données générales publiées sur l'Océan Indien au moment où le programme SAFARI a été entrepris provenaient des travaux soviétiques résumés par NEYMAN *et al.*, 1973. Ils déterminent au centre de l'Océan Indien une zone dite « oligotrophique » couvrant le sud du bassin indien central et le nord du bassin de Madagascar, caractérisée par un appauvrissement quantitatif et qualitatif de la faune benthique. Pour les auteurs soviétiques cette faune est dominée par les « suspensivores » (Éponges, Cirripèdes et Polychètes Serpulidae), alors que les « détritivores » (Holothurides, Astérides, et Échinides) sont entièrement absents de cette zone. Ces affirmations sont surprenantes, tous les prélèvements effectués au cours des deux campagnes SAFARI les contredisent formellement : ils sont toujours caractérisés par la prédominance des Échinodermes. Il est vrai que les suspensivores prennent une place importante dans cette faune mais ce sont les Tuniciers qui dominent par rapport aux Cirripèdes Brachiopodes et aux Éponges.

Par rapport à nos connaissances dans l'Atlantique, il est flagrant que des différences entre les océans existent réellement, plus importantes que les différences existant entre les bassins. Nous nous interrogeons encore sur le caractère de ces différences sans pouvoir évaluer l'influence relative du type de sédimentation, de l'origine des masses d'eau, de l'histoire tectonique des bassins ou de la production primaire de surface. Si la proportion de ces différents facteurs ne peut encore être déterminée, il est cependant certain que tous doivent être pris en compte pour expliquer le fonctionnement des écosystèmes profonds.

Références bibliographiques

- DAHL E., L. LAUBIER, M. SIBUET et J.Ø STROMBERG, 1976. – Some quantitative results on benthic communities of the deep Norwegian See. *Astarte*, 9 : 61-79.
- HECKER B. et A.Z. PAUL, 1980. – Abyssal community structure of the benthic infauna of the Eastern Equatorial Pacific : DOMES Site A, B, and C. in BISHOFF J.L. and D.Z. PIPER(Eds). – Marine geology and oceanography of the Pacific Manganese Nodule Province. *Marine Science*, 9, Plenum Press, New York : 287-308.
- HESSLER R.R. et P.A. JUMARS, 1974. – Abyssal community analysis from replicate box cores in the central North Pacific. *Deep-Sea Res.*, 21 : 185-209.
- HESSLER R.R. et H.L. SANDERS, 1967. – Faunal diversity in the deep sea. *Deep-Sea Res.*, 14 : 65-78.
- LAUBIER L., J. MARTINAIS et D. REYSS , 1972. – Deep-sea trawling and dredging using ultrasonic technics, in : BRAUER R.W. : Barobiology and the experimental biology of the deep-sea. University of North Carolina : 175-187.
- LAUBIER L. et M. SIBUET, 1977. – Résultats des campagnes Biogas. 3 août 1972-2 novembre 1974. C.N.E.X.O. Résultats des campagnes à la mer, 11.
- LAUBIER L. et M. SIBUET, 1977. – Ecology of the benthic communities of the deep North Est Atlantic. *Ambio*, Special Report 6 : 37-42.
- MONNIOT C. et M. SEGONZAC, 1984. – La campagne océanographique Abyplaine : Caractéristiques des stations et des peuplements benthiques. *Oceanologica Acta*, sous presse.
- NEYMAN A.A., M.N. SOKOLOVA, N.G. VINOGRADOVA et F.A. PASTERNAK, 1973. – Some patterns of the distribution of bottom fauna in the Indian Ocean, in : ZEITZSCHEL B. The Biology of the Indian Ocean, Springer-Verlag Berlin 3 : 467-473.
- RALIJAONA C.J., 1983. – Comparaison des communautés bactériennes des sédiments libres environnantes et des sédiments en transit dans le tractus digestif d'Échinodermes benthiques abyssaux. Thèse 3^e Cycle, Université d'Aix-Marseille II.
- RALIJAONA C.J. et A. BIANCHI, 1982. – Comparaison de la structure et des potentialités métaboliques des communautés bactériennes du contenu du tractus digestif d'Holothuries abyssales et de sédiment environnant. *C.R. Cent. Étud. Rech. sci. Biarritz*, 14 (2) : 199-214.
- RAZOULS C., 1984. Biomasse du mesozooplancton en Océan Indien au cours de la mission SAFARI II (MD27). *Comm. natn. fran. Rech. antarct.*, sous presse.
- SOKOLOVA M.N. et F.A. PASTERNAK, 1962. – Quantitative distribution of bottom fauna in the northern parts of Arabian Sea and Bay of Bengal. *Dokl. Akad. Nauk. SSSR*, 144 : 645-648.
- SOKOLOVA M.N. et F.A. PASTERNAK, 1964. – Quantitative distribution and trophic zonation of the bottom fauna in the Bay of Bengal and Andaman Sea. *Trans. Inst. Okeanol. Akad. Nauk. SSSR*, 64, 271-296.
- SIBUET M., C. MONNIOT, D. DESBRUYÈRES, A. DINET, A. KHRIPOUNOFF, G. ROWE et M. SEGONZAC, 1984. – Peuplements benthiques et caractéristiques trophiques du milieu dans la plaine abyssale de Démérara dans l'Océan Atlantique. *Oceanologica Acta*, 7 (3) : 345-358.
- THIEL H., 1966. – Quantitative Untersuchungen über die Meiofauna des Tiefseebodens. *Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerh.*, 2 : 141-147.
- VAN PRAET M. et P. GEISTDOERFER, 1980. – Étude des zymogrammes de tissus digestifs de Poissons et d'Invertébrés abyssaux. *C.R. Acad. Sci. Paris*, D, 290 : 1083-1086.