

La campagne MUSORSTOM 8 dans l'archipel de Vanuatu. Compte rendu et liste des stations

Bertrand RICHER DE FORGES*, Elisabeth FALIEX**
& Jean-Louis MENOU*

* ORSTOM
B. P. A5, Nouméa Cedex
Nouvelle-Calédonie

** Université de Perpignan
Laboratoire de Biologie animale
F-66860 Perpignan Cedex, France

RÉSUMÉ

La campagne MUSORSTOM 8, réalisée à bord du N. O. "Alis", s'est déroulée dans les eaux de Vanuatu du 19 septembre au 14 octobre 1994. Cent quatre-vingt-six opérations de dragages et de chalutages ont eu lieu dans la zone bathyale supérieure, sur les pentes des îles et sur le sommet du guyot Bougainville. De grandes superficies chalutables ont été découvertes entre 300 et 1000 m de profondeur. La faune benthique est riche, bien diversifiée, mais semble d'une composition très différente de celle de la Nouvelle-Calédonie : les Spongaires et les Stylasterides, en particulier, ne contribuent pas de façon significative à la physionomie des peuplements.

ABSTRACT

The MUSORSTOM 8 cruise in the Vanuatu Archipelago. Report and list of stations.

The MUSORSTOM 8 cruise was carried out in the Vanuatu Archipelago from 19 September to 14 October 1994. 186 samples were made by dredging and trawling in the upper-bathyal zone, on the slope of the islands and on the top of the Bougainville guyot. Extensive areas suitable for trawling were discovered between 300 and 1000 m. The benthic fauna is rich, diverse but forms quite different assemblages from those of New Caledonia : sponges and stylasterids, in particular, do not contribute significantly to the biomass.

INTRODUCTION

L'exploration du benthos de profondeur de l'Indo-Ouest-Pacifique, entreprise par l'ORSTOM, avec la collaboration du Muséum national d'Histoire naturelle, s'est déroulée en plusieurs étapes. L'exploration des îles Philippines a été relatée par FOREST (1976, 1985, 1989), celle de la Nouvelle-Calédonie et des îles Wallis et Futuna par RICHER DE FORGES (1990) et RICHER DE FORGES et MENOU (1993). Chaque nouvelle campagne apporte des éléments qui complètent la compréhension de cette faune et, plus particulièrement, lorsqu'il s'agit d'une région encore inexplorée comme le Vanuatu.

L'archipel de Vanuatu, situé entre 19° et 14°S et 165° à 170°E, a été découvert par le portugais QUIROS en 1606, puis baptisé Nouvelles-Hébrides par le Capitaine COOK en 1774. Il résulte d'un volcanisme d'arc dû au mouvement sud-nord de la plaque Australo-Indienne qui plonge sous la plaque Pacifique en formant la fosse de subduction des Nouvelles-Hébrides, s'étendant sur environ 1500 km (Fig. 1). Les îles hautes volcaniques qui le composent sont d'âges différents, les plus anciennes se trouvant au nord de l'archipel, la partie sud de l'arc étant très jeune. L'histoire des séismes, tsunamis et éruptions volcaniques de l'archipel de Vanuatu a été compilée par LOUAT et BALDASSARI (1989) et EISSEN *et al.* (1991). L'éruption la plus importante a été celle de Kuwae, ancien nom d'une île qui a explosé, formant une immense caldeira et donnant naissance aux îles actuelles d'Epi et Tongoa (EISSEN *et al.*, 1994).

Cette région est l'une des zones du globe où le mouvement des plaques est le plus rapide (jusqu'à 16 cm/an) et l'activité volcanique et sismique très importante (PELLETIER & LOUAT, 1989). De nombreuses études y ont été menées par les géophysiciens qui ont dressé de bonnes cartes bathymétriques (Équipe de Géologie-Géophysique du Centre ORSTOM de Nouméa, 1982). On estime que la subduction dans la configuration actuelle a débuté il y a moins de 10 M.A. En 1989, le submersible "*Nautilus*" réalisa sept plongées entre 900 et 5350 m, en différents points de la fosse de subduction, et permit de décrire l'arc de collision entre la plaque Pacifique et la "micro-plaque" de Vanuatu (MONTAGGIONI *et al.*, 1991 ; COLLOT *et al.*, 1992).

La superficie des terres émergées de l'archipel de Vanuatu, composé d'environ 80 îles et îlots, est estimée à 13.840 km² et celle de la Zone Economique à 848.404 km².

DÉROULEMENT DE LA CAMPAGNE

Les îles les plus au sud de l'arc des Nouvelles-Hébrides, situées dans la zone économique de la Nouvelle-Calédonie, Matthew et Hunter, ainsi que les monts sous-marins situés au sud de l'île d'Anatom, avaient fait l'objet de deux petites campagnes exploratoires en 1989, VOLSMAR et GEMINI (LABOUTE *et al.*, 1989 ; BARGIBANT *et al.*, 1989). Par ailleurs, en juillet 1993, le N.O. "*L'Atalante*" avait effectué, dans cette région, des relevés bathymétriques qui ont été mis à notre disposition; nous avons ainsi pu trouver aisément des zones chalutables.

La numérotation adoptée pour les stations prolonge celle de l'échantillonnage de la faune de profondeur réalisé au cours des précédentes campagnes MUSORSTOM aux Philippines, en Nouvelle-Calédonie et aux îles Wallis et Futuna.

ITINÉRAIRE (Fig. 1). — La campagne, à bord du N. O. "*Alis*", est partie de Nouméa le 19 septembre 1994 en direction de l'île d'Anatom où les opérations ont débuté le 20 au matin par le CP 956 à 1200 m de profondeur. À partir du 22 septembre, l'exploration s'est poursuivie par l'est de Tanna, puis l'ouest d'Erromango. Le 26 septembre, une escale eut lieu à Port-Vila, dans l'île d'Efaté, pour effectuer les formalités administratives. Du 27 au 29 septembre, les pentes sud et est d'Efaté ont été explorées entre 200 et 1200 m. La journée du 30 septembre a été consacrée à des prélèvements dans la caldeira située entre Epi et Tongoa et sur les pentes sud d'Epi. Les chalutages entre Epi et Malekula eurent lieu le 1er octobre alors que la journée du 2 octobre fut employée pour des dragages sur le versant ouest de Malekula. Une escale technique pour refaire le plein du bateau se déroula le 3 octobre à Luganville, dans le sud de Santo, ce qui permit à certains membres de l'expédition de faire des récoltes de mollusques, de crustacés et de poissons dans les eaux douces du centre-nord de l'île. Les 4 et 5 octobre, des dragages et chalutages eurent lieu dans le sud-est de Santo et le nord-est de Malekula. Du 6 au 8 octobre les

opérations eurent lieu sur les pentes est, nord-est et nord de l'île de Santo. Durant la journée du 9 octobre, l'"Alis" travailla dans les petites profondeurs de Big Bay, au nord de Santo.

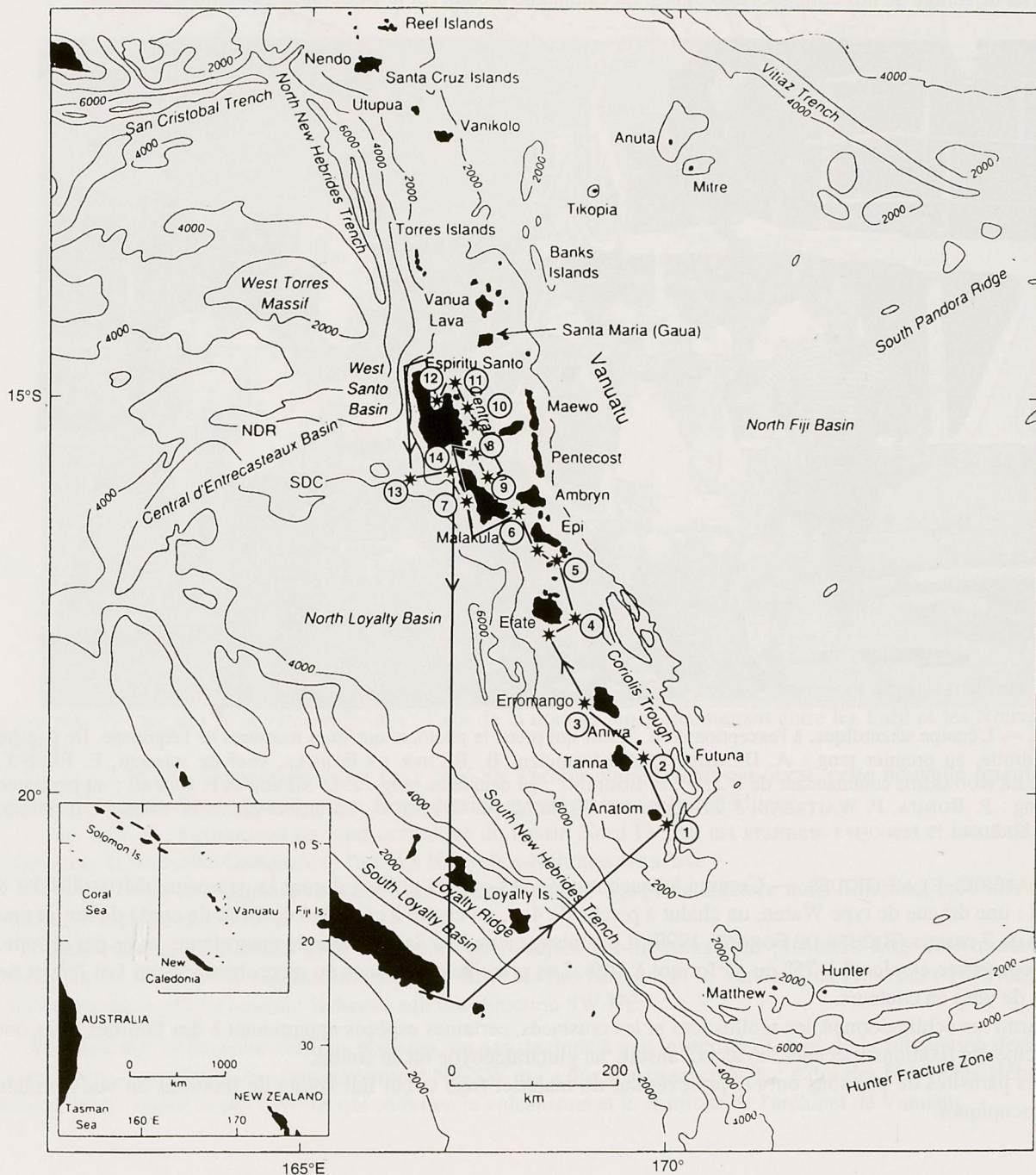


FIG. 1. — Carte de l'archipel de Vanuatu montrant l'itinéraire de la campagne MUSORSTOM 8 (d'après KROENKE *et al.*, 1983). 1 : Anatom (St. 956-971) ; 2 : Tanna (St. 972-989) ; 3 : Erromango (St. 990-1008) ; 4 : Efaté (St. 1009-1037) ; 5 : Caldeira de Kuwae (St. 1038-1041) ; 6 : Epi (St. 1042 -1057) ; 7 : Malekula (St. 1058-1068) ; 8 : SE Santo (St. 1069-1076) ; 9 : Malekula (St. 1077-1086) ; 10 : NE Santo (St. 1087-1108) ; 11 : N Santo (St. 1109-1114) ; 12 : Big Bay (St. 1115-1124) ; 13 : Guyot Bougainville (St. 1125-1130) ; 14 : SO Santo (St. 1131-1141).

Après une route de nuit jusqu'au guyot Bougainville, situé dans le sud-ouest de Santo, nous réalisions 6 opérations profondes sur sa partie sommitale. La dernière journée de travail fut consacrée à la pente sud-ouest de Santo, devant le chenal de Bougainville. La matinée du 12 octobre fut occupée à charger à bord du N.O. "Alis" du matériel de forage de nos collègues géologues. La campagne prenait fin le 14 octobre au matin à Nouméa.



FIG. 2. — L'équipe scientifique, à l'exception de B. SÉRET qui prend la photo, et quelques membres de l'équipage. De gauche à droite, au premier rang : A. DANIGO, chef-mécanicien, B. RICHER DE FORGES, chef de mission, E. FALIEX, H. LE HOUARNO, commandant de l'"Alis", P. BOUCHET ; au deuxième rang : J.-L. MENOU et F. LIUFAU ; au troisième rang : P. BONUA, P. WAITREAU, J. ZIMAKO, J.-P. GARCIA, M. CLARQUE ; en arrière-plan : R. PRONER, E. IPÉZÉ, J. KAZON.

MATÉRIEL ET MÉTHODES. — Comme à l'accoutumée, les engins utilisés durant la campagne MUSORSTOM 8 furent : une drague de type Waren, un chalut à perche de 4 m, un chalut à crevettes de 14 m de corde de dos et une filière de 7 casiers (RICHER DE FORGES, 1990). Le tamisage a eu lieu dans l'eau et la macrofaune, triée par groupe, a été conservée en alcool à 75° ou au formol à 10%. Les principales espèces du macrobenthos ont fait l'objet de prises de vues en couleurs.

Parmi les échinodermes, les mollusques et les crustacés, certaines espèces appartenant à des familles rares ont fait l'objet de fixations spéciales, en alcool absolu, au glutaraldéhyde ou au Bouin.

Les parasites de poissons ont été prélevés sur du matériel frais et ont fait l'objet de fixations en vue d'études microscopiques.

HISTOIRE TECTONIQUE DE LA RÉGION VANUATU - NOUVELLE-CALÉDONIE

Un nouveau modèle d'évolution tectonique du bassin Nord Fidjien pendant les derniers 12 M.A. a été présenté par AUZENDE *et al.* (1995) dans une synthèse sur cette partie du Pacifique sud-ouest (Fig. 3) :

- il y a 12 M.A., le sens de la subduction de la fosse de Vitiaz change ; la majeure partie de l'arc d'îles (Nouvelles-Hébrides, Fidji, Lau, Tonga) reste au sud de l'axe de la dorsale ;

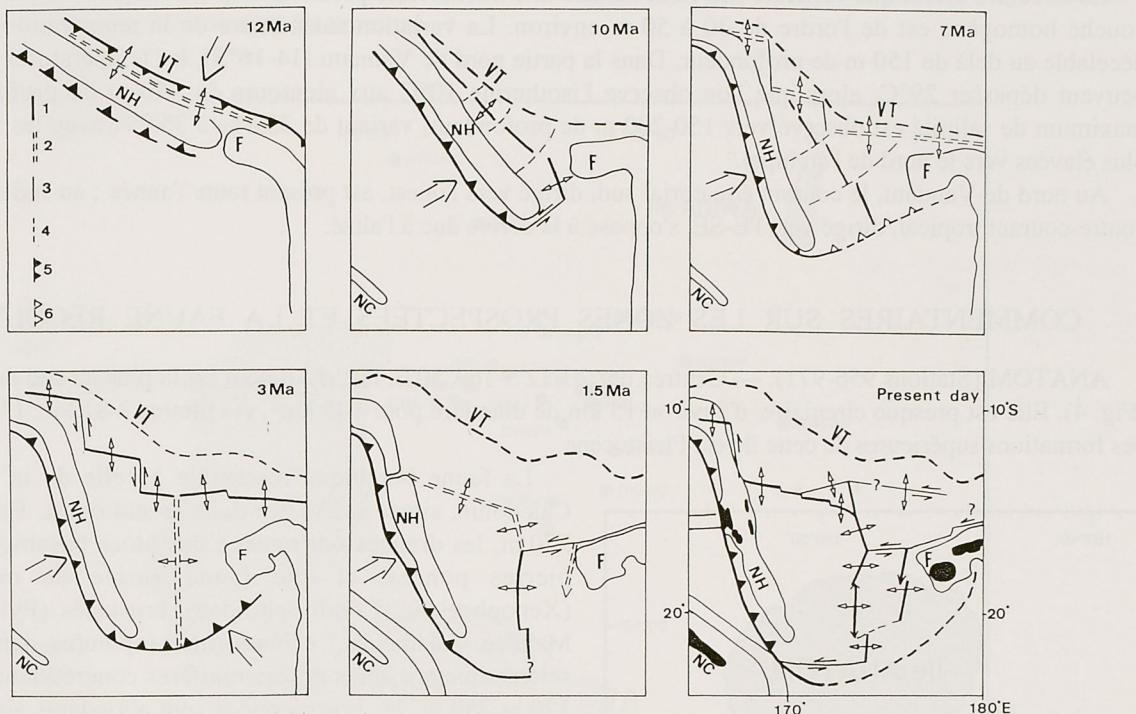


FIG. 3. — Evolution géodynamique du Bassin Nord Fidgien. 1 : Axes des dorsales actives ; 2 : Axes des dorsales naissantes ; 3 : Failles transformantes ; 4 : Lignes selon lesquelles se déplacent les plaques ; 5 : Zones de subduction actives ; 6 : Zones de subduction naissantes. VT : Fosse du Vitiaz ; NH : Arc des Nouvelles-Hébrides ; F : Plateforme fidjienne ; NC : Nouvelle-Calédonie (D'après AUZENDE *et al.*, 1995).

- il y a 10 M.A., l'expansion des fonds océaniques le long d'un axe NW-SE se poursuit de façon synchrone avec la rotation de l'arc des Nouvelles-Hébrides ; l'axe de la dorsale passe maintenant entre les Fidji et les Nouvelles-Hébrides ;

- il y a 7 M. A., l'expansion selon l'axe NW-SE s'arrête pour devenir est-ouest, cette nouvelle orientation induit la formation d'une nouvelle zone de subduction au sud du bassin Nord Fidgien ;

- vers 3 M. A., l'expansion du fond océanique du bassin Nord Fidgien est vraiment est-ouest et la subduction située entre la Nouvelle-Calédonie et l'arc des Nouvelles-Hébrides est active ;

- il y a 1,5 M. A., l'apparition d'une "faille transformante", appelée fracture nord fidjienne, crée une triple jonction le long de la dorsale ;

- actuellement, l'expansion dans le bassin Nord Fidgien est distribuée sur plusieurs axes déterminant des microplaques. La fosse de subduction est située entre les îles Loyauté et le Vanuatu (ex Nouvelles-Hébrides). Le mouvement de la plaque australo-indienne suit une direction SW-NE.

Au cours des 12 derniers millions d'années, on assiste donc à une inversion du sens de la subduction depuis la fosse de Vitiaz, résultant d'un rapprochement NE-SW qui a donné naissance à l'arc d'îles des Nouvelles-Hébrides, jusqu'au mouvement actuel SW-NE qui entretient le volcanisme et la sismicité de l'archipel de Vanuatu.

CARACTÉRISTIQUES HYDROLOGIQUES DE L'ARCHIPEL DE VANUATU

A l'occasion d'une campagne de prospection thonière par radiométrie aérienne, PETIT et HÉNIN (1982) font le point des connaissances hydroclimatiques régnant dans cet archipel. Le vent dominant est l'alizé de direction NE à SE, d'intensité variable pouvant atteindre 30 noeuds. En février-mars, cette région est fréquemment soumise au passage de dépressions ou de cyclones tropicaux.

La structure thermique verticale des eaux montre une thermocline permanente peu marquée. L'épaisseur de la couche homogène est de l'ordre de 30 à 50 m environ. La variation saisonnière de la température n'est plus décelable au delà de 150 m de profondeur. Dans la partie nord de Vanuatu (14-16°S), les températures de surface peuvent dépasser 29°C, alors que l'on observe l'isotherme 10°C aux alentours de 450 m de profondeur. Le maximum de salinité est observé vers 150-200 m de profondeur, variant de 35,4‰ à 35,9‰ avec les valeurs les plus élevées vers le nord de l'archipel.

Au nord de Vanuatu, le courant équatorial sud, dirigé vers l'ouest, est présent toute l'année ; au sud de 15°S, le contre-courant tropical, dirigé vers l'E-SE, s'oppose à la dérive due à l'alizé.

COMMENTAIRES SUR LES ZONES PROSPECTÉES ET LA FAUNE RÉCOLTÉE

ANATOM (Stations 956-971). — Centrée par 20°12'S-169°50'E, l'île d'Anatom est la plus au sud de l'archipel (Fig. 4). Elle est presque circulaire, d'environ 15 km de diamètre pour 145 km², et culmine à 812 m. L'âge estimé des formations supérieures de cette île est Pleistocène.

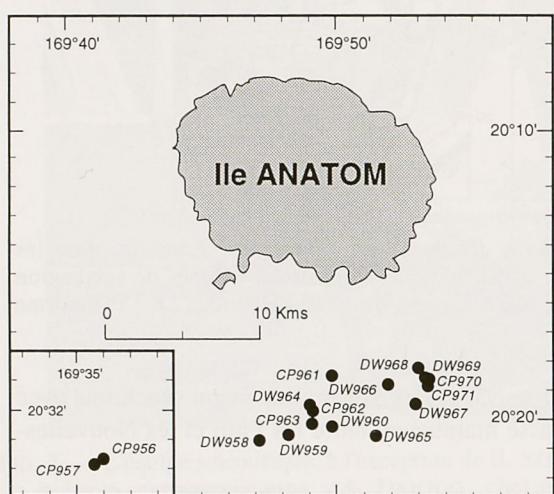


FIG. 4. — Carte des stations au voisinage de l'île Anatom (d'après MONZIER *et al.*, 1984).

du Pliocène supérieur (ROBIN *et al.*, 1994). Dans l'E-NE de l'île, les fonds, composés de scories, cendres et pierres ponces très fraîches, descendant en pente douce jusqu'à 600 m et ont permis le chalutage. Malgré les fréquentes pluies de cendres et les nombreuses éruptions, la faune benthique est bien diversifiée.

Une partie de la faune benthique est proche de celle de la Nouvelle-Calédonie : crabes (*Oxypleurodon*, *Randallia*), crevettes (*Heterocarpus*), oursins (*Asthenosoma*), nombreux pagures symétriques de la famille des Pylochelidae vivant dans les pierres ponces. Les mollusques les plus fréquents sont des *Xenophora*, *Microcardium*, *Propeamussium* et *Philines*. On observe, tout comme pour l'île d'Anatom, une coloration rouge chez de nombreux organismes et spécialement chez les crustacés et échinodermes.

Des fragments du crinoïde pédonculé, *Gymnocrinus richeri* Bourseau, Ameziane-Cominardi et Roux, 1987, ont été retrouvés par 410 m de profondeur (CP 982) confirmant, une fois encore, que cette espèce archaïque n'est nullement confinée à la plaque Australo-Indienne.

Une pose de casier par 320 m a rapporté des crevettes des genres *Plesionika* (4 espèces) et *Heterocarpus*, un Congridae, un crabe Portunidae et de gros Paguridae dans des coquilles de Fusininae.

Des échantillons d'*Heterocarpus* ont été conservés congelés pour des études de génétique des populations destinés à comparer les stocks de Vanuatu à ceux de Nouvelle-Calédonie.

La faune benthique ressemble à celle de la Nouvelle-Calédonie, située à 230 km dans le sud-ouest. Entre 390 et 570 m, les dragues ont ramené des blocs basaltiques et des pierres ponces, et une faune variée de mollusques (Xenophoridae, Coralliophilidae), crustacés (Pylochelidae, Majidae, Galatheidae), échinodermes (ophiures, oursins plats), scléractiniaires libres et foraminifères concrétionnans. Entre 120 et 250 m, les brachiopodes sont abondants ainsi que les cirripèdes. Les chaluts à perche ont bien fonctionné jusqu'à 1200 m de profondeur. Par 400 m de profondeur, plusieurs crabes connus de Nouvelle-Calédonie ont été retrouvés : *Pleistacantha terribilis*, *Latreillia* sp., *Homola orientalis*. Parmi les mollusques gastéropodes, signalons la récolte de nouveaux exemplaires de la porcelaine *Cypraea langfordi*.

TANNA (Stations 972-989). — Tanna (19°30'S-169°20'E) est une île de 561 km² et d'une altitude de 1084 m qui présente, au sud-est, un volcan très actif, le Yasur, de type strombolien (Fig. 5). Les roches volcaniques présentes sont des ignimbrites et des andésites dont les plus anciennes datent

Les crinoïdes pédonculés (*Gymnocrinus* et pentacrines) ont fait l'objet de fixations au glutaraldéhyde en vue d'étudier leur anatomie en microscopie électronique.

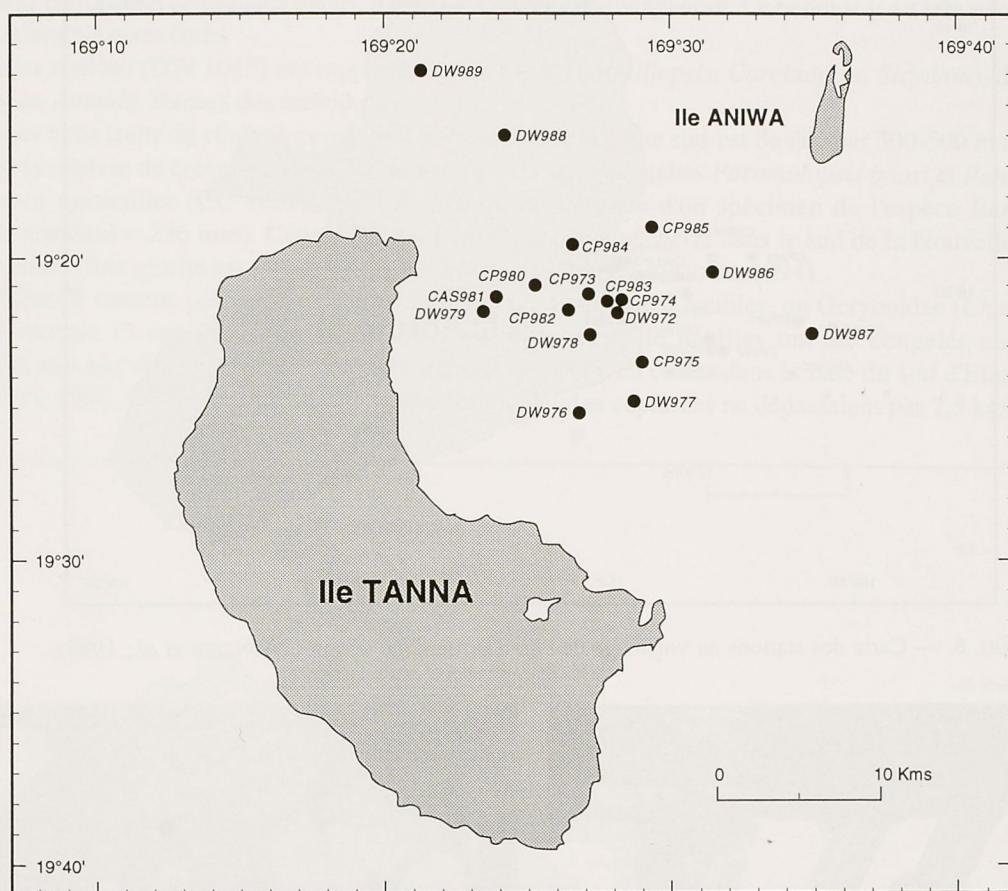


FIG. 5. — Carte des stations au voisinage de l'île de Tanna (d'après ROBIN, EISSEN & MONZIER, 1994).

ERROMANGO (Stations 990-1008). — L'île d'Erromango ($18^{\circ}45'S$ - $170^{\circ}10'E$) occupe une superficie de 900 km^2 et présente des terrasses de calcaires récifaux soulevés datés du Pléistocène et des plateaux du Pliocène (Fig. 6). Son point culminant est de 886 m.

Une belle pente douce chalutable a été trouvée entre 650 et 1000 m de profondeur, permettant des récoltes de crevettes *Heterocarpus* spp., *Plesiopenaeus edwardsianus*, *Aristeomorpha foliacea*, *Nematocarcinus* sp., *Glyphocrangon* spp., *Psalidopus* sp.; des crabes, *Platymaia* sp., *Homolochunia kollar*, *Homologenus* sp., un Homolodromiidae. Chez les mollusques, signalons la découverte d'un gastéropode patelliforme de la famille des Cocculinidae utilisant comme nourriture la matière organique des écailles de tortues.

Une pose de casier par 440 m de profondeur (CAS 998) a rapporté 2 requins (*Squalus megalops*, *Cephaloscyllium* sp.), un *Puerulus angulatus*, un *Paromola* sp., 50 *Heterocarpus* (3 espèces), 6 *Plesionika* et 6 *Nautilus pompilius*.

Une partie des stations d'échantillonnage du benthos a eu lieu sur la côte ouest de l'île, au large de Dillon's Bay. Dans l'axe de la rivière, les fonds, entre 80 et 300 m, sont envasés et parsemés de débris végétaux. Signalons la présence de crabes des familles Homolidae (*Latreillopsis* sp.), Majidae (*Achaeus* sp., *Macropodia* sp.) et Cyclodorippidae (insolite à de si faibles profondeurs) ainsi que des pycnogonides ; à la station CP 1008, par 919-1000 m de profondeur, une raie du genre *Pavoraja* a été capturée.

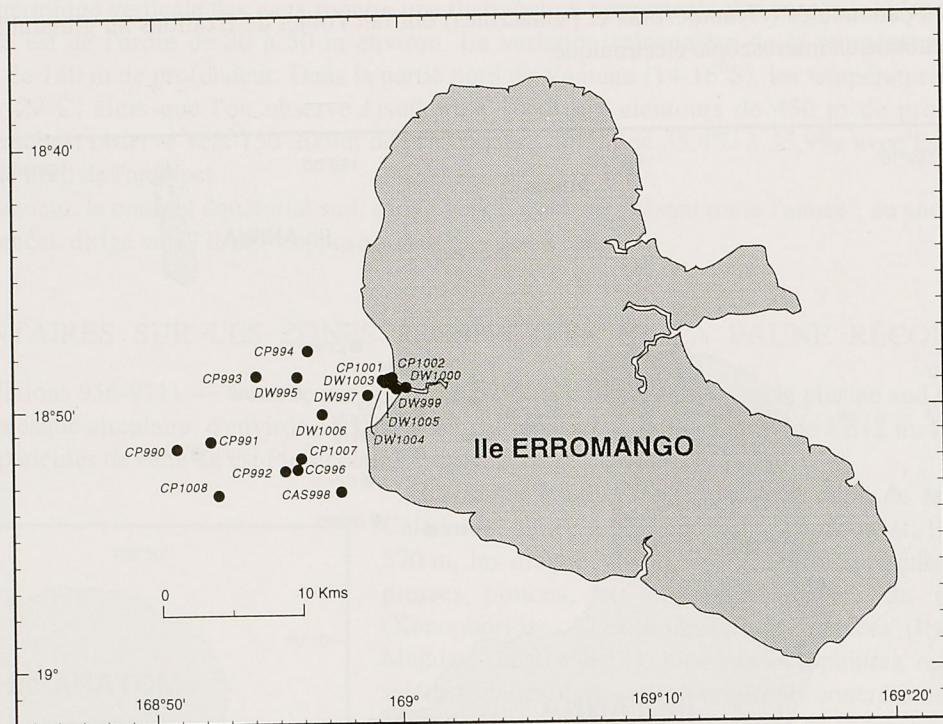


FIG. 6. — Carte des stations au voisinage de l'île d'Erromango (d'après MONZIER *et al.*, 1984).

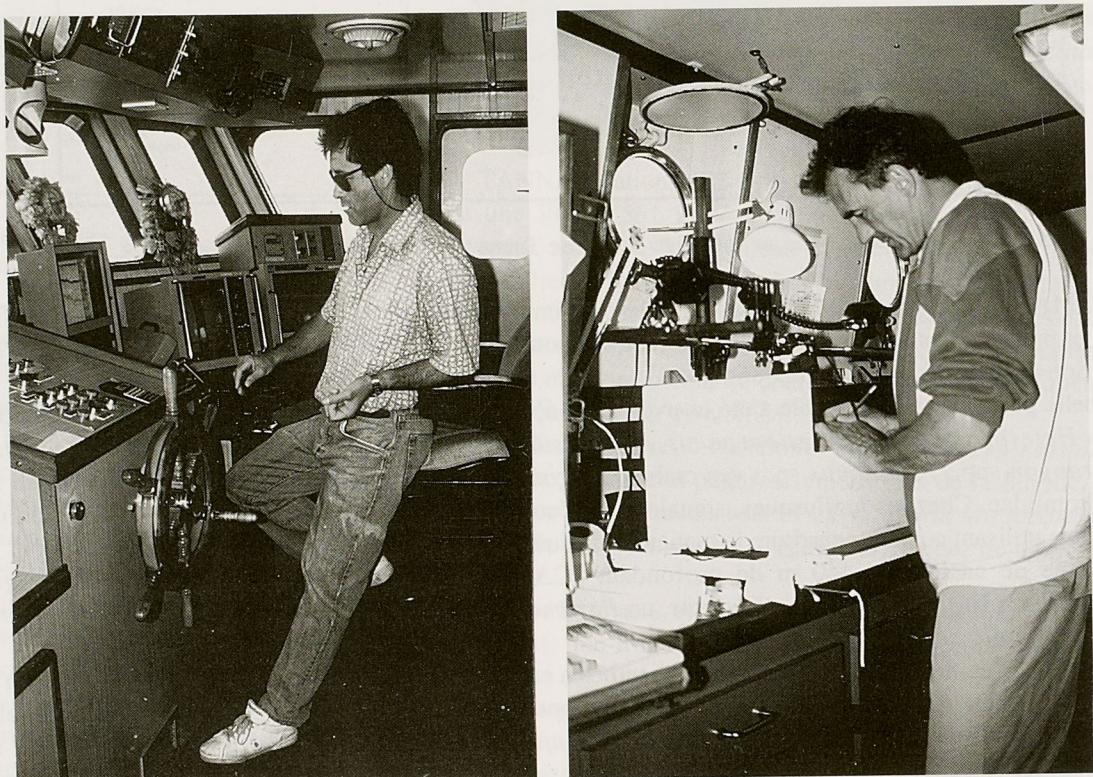


FIG. 7 (à gauche). — Le commandant du N.O. "Alis", H. LE HOUARNO.

FIG. 8 (à droite). — J.-L. MENOU photographiant des spécimens à bord du N.O. "Alis".

EFATÉ (Stations 1009-1037). — L'île d'Efaté (ou Vaté) mesure 46 km de long sur 33 km de large pour une superficie de 980 km². Le plus haut sommet culmine à 647 m (Fig. 9).

Au SW, à la sortie de Mele Bay, les fonds entre 400 et 700 m sont relativement plats mais formés d'une sorte de vase indurée formant de grandes dalles, parfois encroûtées de manganèse. Le benthos y est très pauvre, mis à part quelques scléractiniaires fixés.

Certaines stations (DW 1015) ont rapporté des crustacés (*Latreillopsis*, *Carcinoplax*, *Sicyonia*), des mollusques (*Perotrochus*, *Amalda*, *Bursa*), des astérides.

Quelques bons traits de chalut à perche ont été réussis sur la pente sud-est de l'île par 300-500 m de profondeur, permettant la capture de crevettes, d'une langouste *Justitia* sp., des crabes *Paromolopsis boasi* et *Randallia serenei*. Signalons en particulier (CC 1033), par 650-690 m, la présence d'un spécimen de l'espèce *Beryx splendens* (Longueur standard = 236 mm). Cette espèce a fait l'objet d'une pêcherie dans le sud de la Nouvelle-Calédonie et c'est la première fois qu'elle est signalée dans les basses latitudes (LEHODEY, 1994).

Une filière de casiers, posée par 450 m de profondeur, a rapporté 5 nautilles, un Geryonidae (*Chaceon bicolor*), 50 *Heterocarpus* (3 espèces), une *Plesionika*. Les spécimens de nautilles ont été congelés en vue d'études phylogénétiques par séquençage d'ADN. Lors d'essais de pêche au casier dans la baie du sud d'Efaté entre 200 et 700 m (KING, 1980, 1984), les quantités de crevettes Pandalidae capturées ne dépassaient pas 2,5 kg/casier.

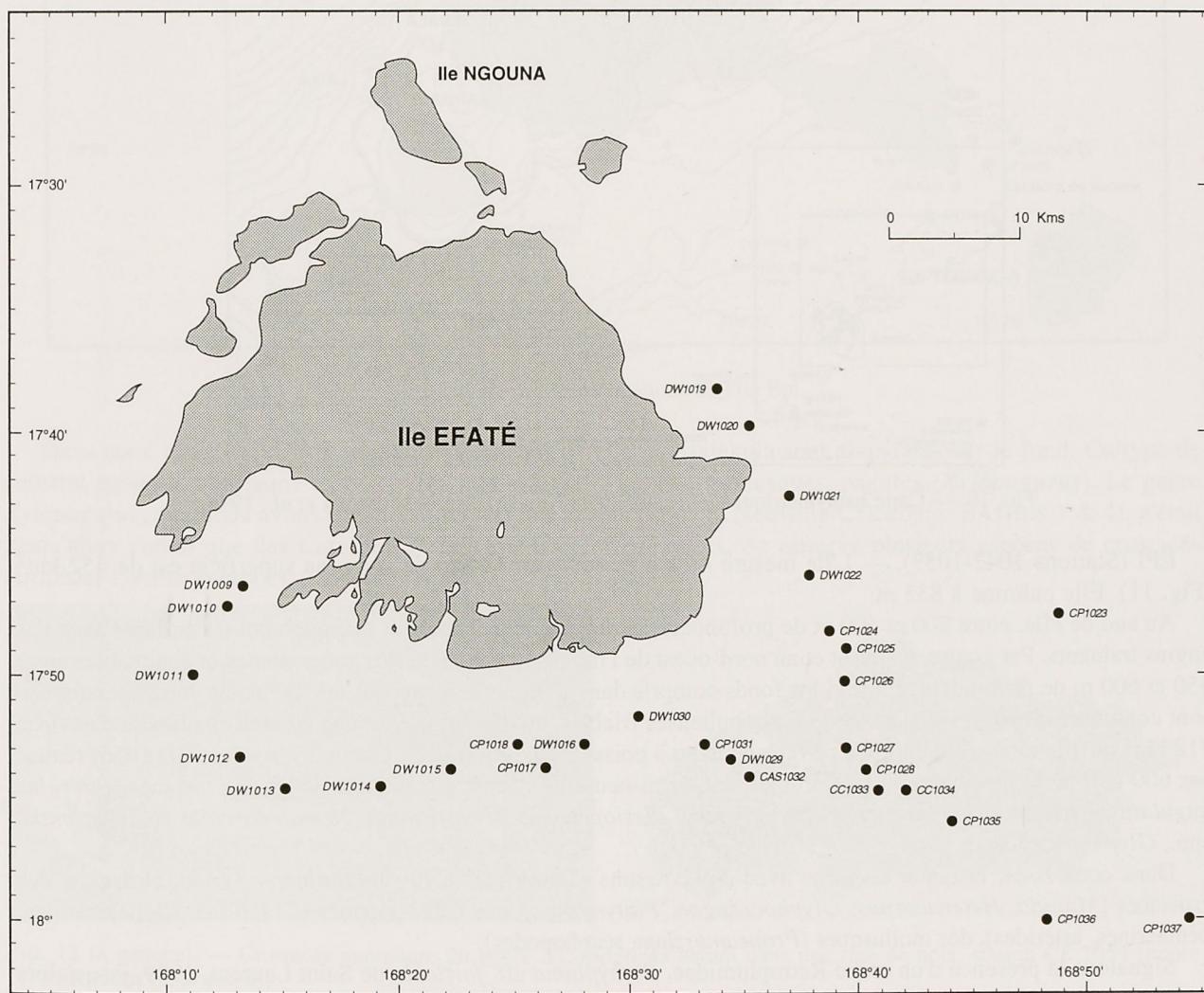


FIG. 9. — Carte des stations de l'île d'Efaté (d'après MONZIER *et al.*, 1984).

CALDEIRA DE KUWAE (Stations 1038-1041). — Une matinée a été consacrée à l'échantillonnage, par dragage et chalutage, du benthos de la caldeira située entre les îles Epi et Tongoa, connue sous le nom de Kuwae (Fig. 10). Cette immense dépression s'est formée en l'an 1452 à la suite d'une explosion cataclysmique (MONZIER *et al.*, 1994 ; ROBIN *et al.*, 1994b). Le fond de la partie ouest de cette caldeira est plat vers 470 m de profondeur et constitué de blocs décimétriques de laves bulleuses. On sait donc avec une grande précision que la faune benthique de cette zone est installée depuis un maximum de 542 ans. Malgré cette relative jeunesse des peuplements, on observe une grande diversité d'échinodermes (astérides, Cidaridae), de crustacés (crevettes, stomatopodes), de mollusques (*Tibia*, *Terebra*, *Olivella*...), de gorgones, d'hydriaires, d'antipathaires et d'alcyonaires. On manque d'observations sur la vitesse de recolonisation du benthos en profondeur alors que, pour la zone littorale, aux îles Hawaii, GRIGG et MARAGOS (1974) ont montré qu'il fallait plus de 50 ans pour que les coulées de laves soient recolonisées par les scléractiniaires.

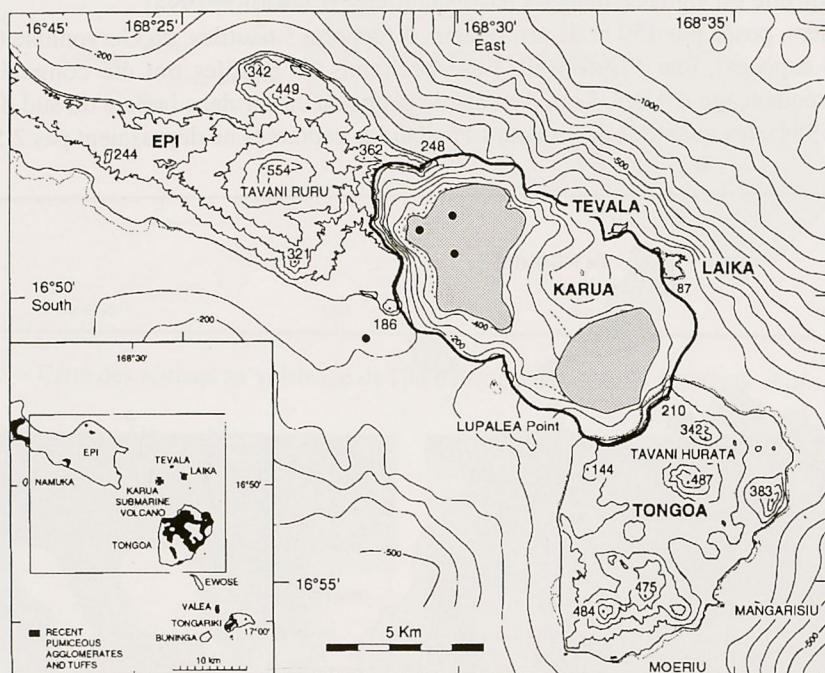


FIG. 10. — Carte bathymétrique de la caldeira de Kuwae (d'après MONZIER *et al.*, 1994).

EPI (Stations 1042-1057). — L'île mesure 46 km de long sur 19 km de large, sa superficie est de 452 km² (Fig. 11). Elle culmine à 833 m.

Au sud de l'île, entre 200 et 500 m de profondeur, la pente est accidentée et difficilement travaillable avec des engins traînants. Par contre, à l'ouest et au nord-ouest de l'île, on trouve de vastes zones planes et chalutables entre 350 et 600 m de profondeur. En fait, les fonds compris dans le triangle formé par les îles Ambrym-Malekula-Epi sont composés de pierres ponceuses et de laves bulleuses friables, ce qui représente une surface chalutable d'environ 712 km² qu'il faudrait échantillonner avec un chalut à poisson. Le seul trait de chalut à crevettes (CC 1056) réalisé par 600-620 m de profondeur a rapporté, en une demi-heure de pêche, une dizaine de kg de crustacés (*Puerulus angulatus*, *Aristeus virilis*, *Aristeomorpha foliacea*, *Plesiopenaeus edwardsianus*, *Nematocarcinus* sp., *Plesionika* spp., *Glyphocrangon* sp.).

Dans cette zone, la faune est riche avec des poissons (*Setarches*, *Chlorophthalmus*, *Synodontidae*...), des crustacés (*Munida*, *Heterocarpus*, *Glyphocrangon*, *Platymaia*...), des échinodermes (Cidaridae, Clypeasteridae, pentacrines, astérides), des mollusques (*Propeamussium*, scaphopodes).

Signalons la présence d'un crabe Retroplumidae, *Bathypluma* aff. *forficula* de Saint Laurent, 1989, jusqu'alors connu uniquement du détroit de Macassar en Indonésie, ce qui étend vers l'est la répartition de ce groupe archaïque (SAINT LAURENT, 1989).

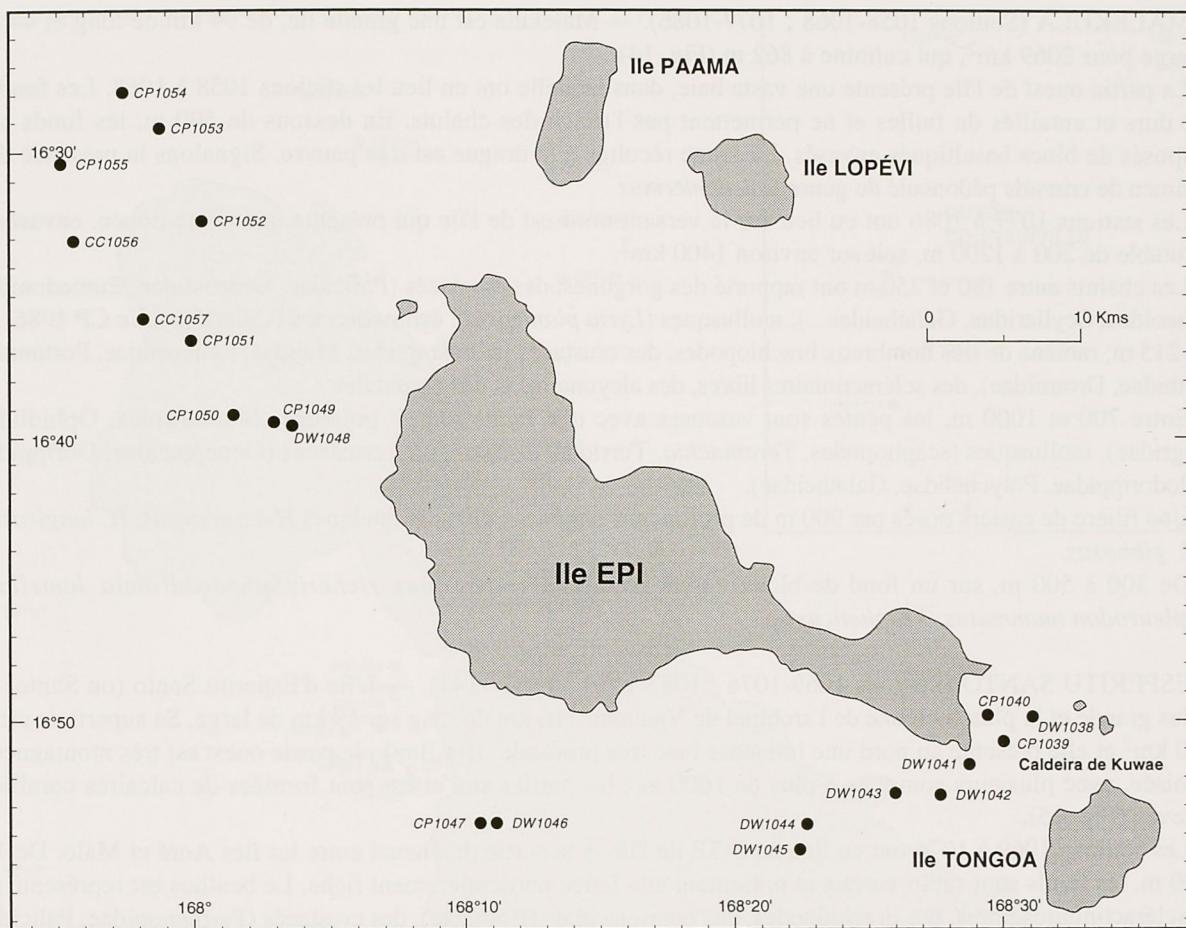


FIG. 11. — Carte des stations de l'île Epi.

Dans cette zone, les débris végétaux provenant de l'île de Malekula sont abondants sur le fond. Ce type de substrat présente une faune associée très intéressante (Fig. 12), mollusques, pagures (*Xylopagurus*). Le genre *Xylopagurus*, que nous avons également récolté sur la côte est de la Nouvelle-Calédonie (BATHUS 1 & 4), n'était jusqu'alors connu que des Caraïbes. Fixées sur les pierres ponce, on observe plusieurs espèces de crustacés cirripèdes (verrucomorphes, scalpellomorphes).

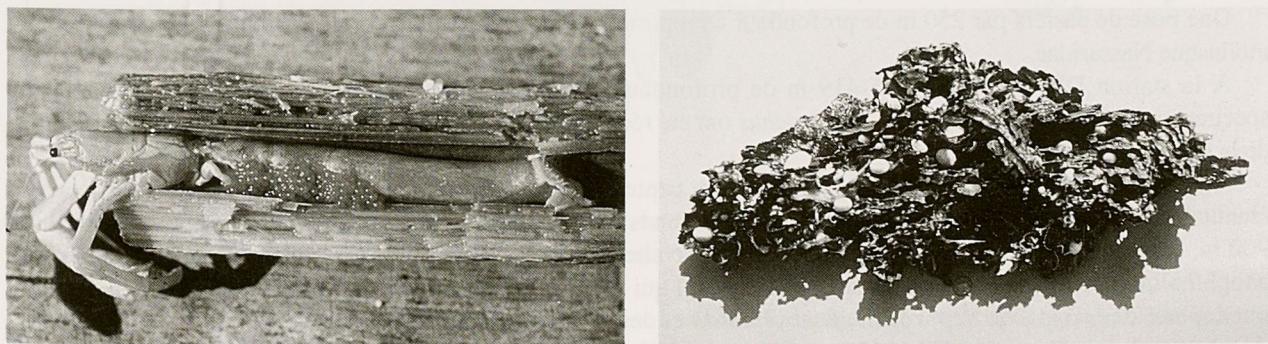
FIG. 12 (à gauche). — Crustacés anomoure du genre *Xylopagurus* vivant dans une tige de bois, station CP 1054 (photo B. RICHER DE FORGES).

FIG. 13 (à droite). — Fragment de bois couvert de mollusques gastéropodes de la famille des Acmaeidae, MUSORSTOM 8, station CP 1054 (photo J.-L. MENOU).

MALEKULA (Stations 1058-1068 ; 1077-1086). — Malekula est une grande île, de 94 km de long et 44 km de large pour 2069 km², qui culmine à 862 m (Fig. 14).

La partie ouest de l'île présente une vaste baie, dans laquelle ont eu lieu les stations 1058 à 1068. Les fonds y sont durs et entaillés de failles et ne permettent pas l'usage des chaluts. En dessous de 500 m, les fonds sont composés de blocs basaltiques envasés. La faune récoltée à la drague est très pauvre. Signalons la présence d'un spécimen de crinoïde pédonculé du genre *Caledonicrinus*.

Les stations 1077 à 1086 ont eu lieu sur le versant nord-est de l'île qui présente une pente douce, envasée et chalutable de 200 à 1200 m, soit sur environ 1400 km².

Les chaluts entre 180 et 250 m ont rapporté des gorgones, des crustacés (Palicidae, Leucosiidae, Eumelonidae, Penaeoidea, Scyllaridae, Galatheidae...), mollusques (*Lyria planicosta*), échinodermes (Cidaridae). Le CP 1086, par 182-215 m, ramena de très nombreux brachiopodes, des crustacés (stomatopodes, Majidae, Leucosiidae, Portunidae, Xanthidae, Dromiidae), des scléractiniaires libres, des alcyonaires et des comatules.

Entre 700 et 1000 m, les pentes sont vaseuses avec une faune riche : poissons (Macrouridae, Ophidiidae, Congridae), mollusques (scaphopodes, *Teramachia*, Turridae, *Calliotropis*), crustacés (Goneplacidae, Dorippidae, Cyclodorippidae, Polychelidae, Galatheidae).

Une filière de casiers posés par 900 m de profondeur ramena seulement quelques *Heterocarpus*, *H. longirostris* et *H. gibbosus*.

De 300 à 500 m, sur un fond de blocs, furent récoltés *Gymnocrinus richeri*, *Sphaerodromia lamellata*, *Oxyleurodon mammatus*, *Psopheticus* sp.

ESPERITU SANTO (Stations 1069-1076 ; 1087-1124 ; 1131-1141). — L'île d'Esperitu Santo (ou Santo) est la plus grande et la plus ancienne de l'archipel de Vanuatu, 116 km de long sur 59 km de large. Sa superficie est de 4010 km² et elle présente au nord une immense baie très profonde (Big Bay) ; la partie ouest est très montagneuse et boisée, avec plusieurs sommets à plus de 1600 m ; les parties sud et est sont formées de calcaires coralliens soulevés (Fig. 15).

Les stations 1069 à 1076 ont eu lieu au S-SE de l'île, à la sortie du chenal entre les îles Aoré et Malo. De 120 à 200 m, les fonds sont sablo-vaseux et présentent une faune particulièrement riche. Le benthos est représenté par des scléractiniaires libres, des brachiopodes, des poissons plats (Bothidae), des crustacés (Parthenopidae, Palicidae, Leucosiidae, Portunidae, Majidae, Xanthidae, Goneplacidae, *Plesionika*, *Tozeuma*, Crangonidae). Ces fonds sont parsemés de matériel militaire et de munitions américaines datant de la seconde guerre mondiale.

Entre 600 et 1200 m de profondeur, de bons traits de chaluts ont été réalisés sur des fonds envasés. Un spécimen de Lithodidae de l'espèce *Lithodes longispina* a été récolté à la station CP 1076.

La côte est de Santo présente un vaste plateau entre 100 et 500 m de profondeur, en majeure partie chalutable sur environ 700 km². Ces fonds sont constitués jusqu'à 300 m de calcaires coralliens. La faune benthique y est caractérisée par des poissons (Bothidae, Scorpaenidae), mollusques (*Xenophora*), crustacés (*Metapenaeopsis*, *Styloceratulus*, *Oxyleurodon*, *Mursia*), échinodermes (holothurides).

Une pose de casiers par 250 m de profondeur a rapporté un *Nautilus pompilius*, un *Portunus rufodactylus* et un mollusque Nassariidae.

A la station DW 1108, par 405-419 m de profondeur, sur un fond de plaques de vase indurée, deux gros spécimens de gastéropodes du genre *Perotrochus* ont été récoltés ; cette espèce semble différente de celle des guyots de la ride de Norfolk.

Au nord du cap Quiros, les fonds descendent en pente douce jusqu'à 1500 m, présentant une vaste superficie chalutable (2000 km²) constituée principalement de fonds durs de vases indurées et de pierres ponces. Au delà de 900 m, les fonds sont envasés. Un trait de chalut à perche par 1550 à 1620 m a rapporté 3 spécimens de l'espèce anophthalme *Acanthacaris tenuimana* (Nephropidae) qui vit dans un terrier. D'autres traits, entre 900 et 1300 m, ont capturé des crustacés *Nephropsis*, *Bathymunida* et des Thalassinides ainsi que des poissons de la famille des Alepocephalidae. La station CP 1112, par 930 m de profondeur, fut remarquable par une "croche" qui détruisit le chalut et par la présence d'un mollusque lamellibranche fixé sur une plaque de vase indurée. Ce bivalve inconnu présente une morphologie tout à fait inhabituelle en étant aplati latéralement, avec des valves carénées.

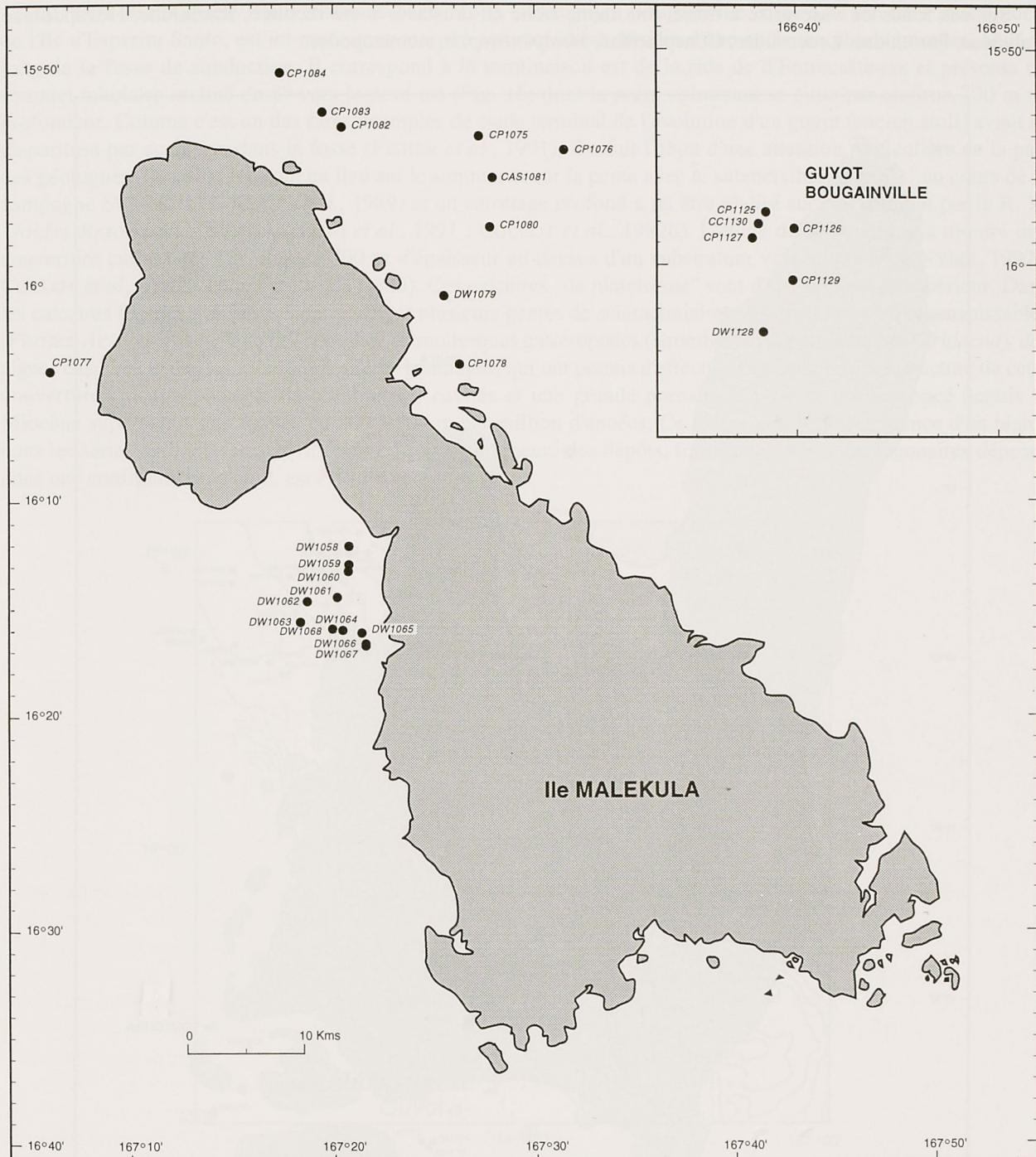


FIG. 14. — Carte des stations de l'île Malekula.

Big Bay : Les stations 1115 à 1124 ont été consacrées à l'échantillonnage des fonds de Big Bay. Cette baie, de 30 km de long sur 18 km de large est profondément entaillée par un canyon sous-marin jusqu'à plus de 1000 m de profondeur. Les fonds sont envasés et les rivières qui se déversent dans la baie charrient beaucoup de bois qui se déposent sur le fond.

Sur ces fonds de vase grise à noire, une faune riche en crustacés a été récoltée, Raninidae, Hexapodinae, Palicidae, Portunidae, Leucosiidae, Gonoplacidae, *Metapeneaopsis*, stomatopodes.

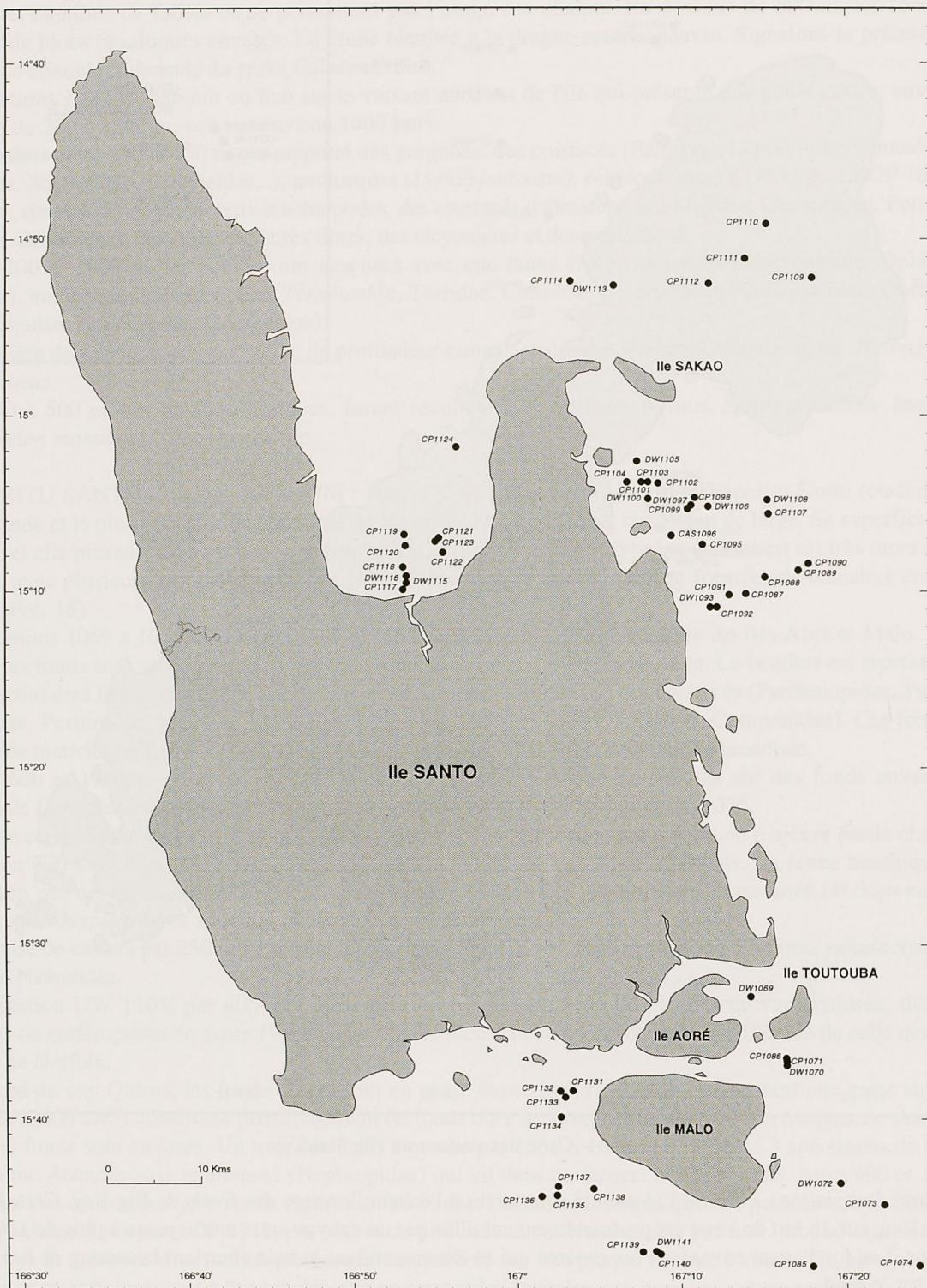


FIG. 15. — Carte des stations de l'île de Santo.

GUYOT BOUGAINVILLE (Stations 1125-1130). — Le guyot Bougainville, situé à 42 km dans le sud-ouest de l'île d'Esperitu Santo, est un mont sous-marin à sommet arasé, témoin d'une ancienne phase émergée, situé le long de la fosse de subduction. Il correspond à la terminaison est de la ride de d'Entrecasteaux et présente un sommet tabulaire incliné de 8° vers le nord-est (Fig. 16) dont le point culminant se situe par environ 700 m de profondeur. Comme c'est un des rares exemples de stade terminal de l'évolution d'un guyot (ancien atoll) avant sa disparition par accrétion dans la fosse (FISHER *et al.*, 1991), il a fait l'objet d'une attention particulière de la part des géologues. Des plongées ont eu lieu sur le sommet et sur la pente avec le submersible "Nautilus" au cours de la campagne SUBPSO 1 (COLLOT *et al.*, 1989) et un carottage profond a pu être réalisé sur son sommet par le R. V. "Joides Resolution" (MONTAGGIONI *et al.*, 1991 ; COLLOT *et al.*, 1992b). L'étude de cette carotte a montré une couverture carbonatée sur plus de 700 m d'épaisseur au-dessus d'un substratum volcanique (ANONYME, 1992 ; COLLOT *et al.*, 1992 : chapitre 11 : 317-386). Ces calcaires "de plateforme" sont d'âge Oligocène supérieur. Dans les calcaires fossiles qui surmontent ce guyot plusieurs genres de scléractiniaires constructeurs sont reconnaissables (*Porites*, *Acropora*) ainsi que des coquilles de mollusques gastéropodes (strombes) et lamellibranches (*Tridacna*), des algues calcaires et des tests de foraminifères benthiques qui ont permis d'effectuer des datations. La structure de cette couverture calcaire présente de nombreuses cavités et une grande porosité. Ce guyot s'est enfoncé depuis le Miocène supérieur à une vitesse de 200 à 300 m par million d'années. Ce forage confirme l'existence d'un hiatus dans les séries carbonatées au Miocène. La partie supérieure des dépôts, formés de carbonates lagunaires déposés dans une configuration d'atoll, est Plio-Pléistocène.

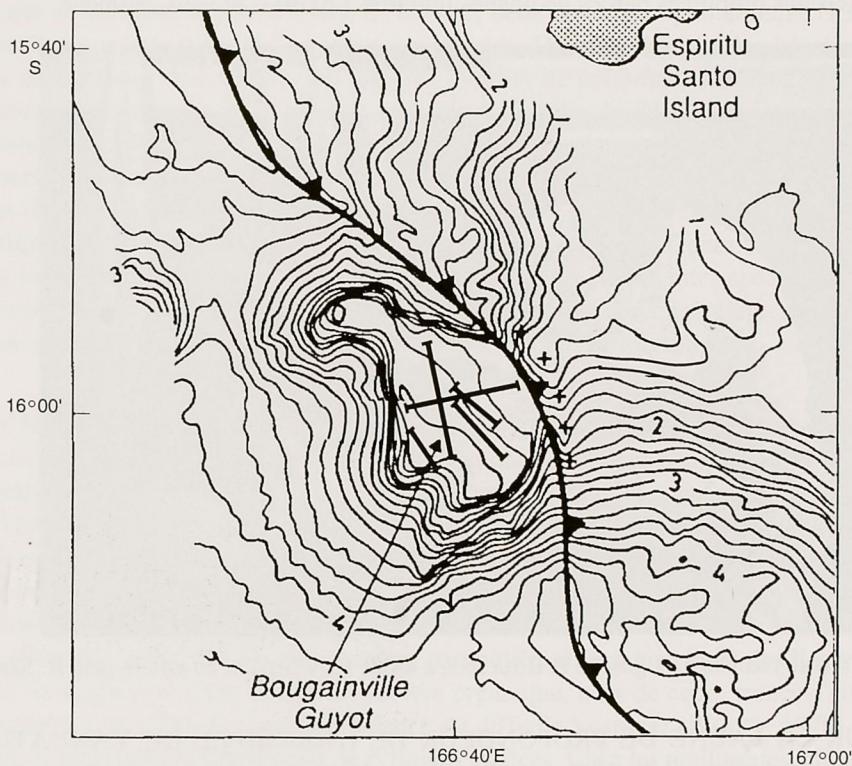


FIG. 16. — Carte bathymétrique du guyot Bougainville (d'après COLLOT *et al.*, 1992).

Les opérations (CP 1125-1127, DW 1128, CP 1129, CC 1130) de dragage et de chalutage sur le sommet, entre 800 et 1400 m, ont ramené une faune très pauvre. Dans la partie la moins profonde, on a trouvé un feutrage de spicules d'éponges et de très nombreuse éponges subfossiles, enrobées de manganèse ; plus profondément, des fonds envasés à pierres ponceuses. Quelques organismes remarquables sont à signaler : deux espèces de Lithodidae, *Lithodes* sp. et *Lithodes longispina*, jusqu'ici connue du Japon (MACPHERSON, 1990), amphipodes, pycnogonides, calmars.

DISCUSSION

LES FACIÈS DES RÉCIFS SURÉLEVÉS ET LA FAUNE BATHYALE. — L'intense activité tectonique de cette région a provoqué d'importants mouvements verticaux sur certaines îles et l'on observe des faciès récifaux surélevés, en particulier dans les îles de Santo et Malekula. A Santo, ces mouvements de surrection sont de l'ordre de 1 à 7 mm/an et toute la partie est de l'île est constituée d'un plateau calcaire supposé s'être formé il y a 125.000 ans (JOUANNIC *et al.*, 1980). L'âge de ces dépôts calcaires est mesuré avec une assez bonne précision par étude des radioéléments (Carbone 14, Uranium/Thorium). La profondeur à laquelle se sont formés ces faciès est estimée d'après l'étude des organismes fossiles qui s'y trouvent. Ainsi les gisements situés au sud-ouest de Santo sur la Kere river et la Navaka river, à 5 km à l'intérieur des terres et actuellement à 70 m d'altitude, sont datés respectivement de 25.280 +/- 460 ans et 14.000 ans et considérés comme s'étant formés à plus de 50 m de profondeur (LADD, 1976 ; 1982). Les auteurs qui ont examiné la faune associée à ces gisements (foraminifères, bryozoaires, crustacés décapodes, crustacés cirripèdes) s'accordent pour penser qu'il s'agit d'une faune vivant à plus de 50 m. Parmi les volutes du Pleistocène, *Lyria mallicki* Ladd, 1976, et *Lyria santoensis* Ladd, 1976 (= *L. planicosta*), seule cette dernière a été retrouvée dans la faune actuelle mais les autres espèces du genre *Lyria* sont connues de Nouvelle-Calédonie dans les profondeurs bathyales. La faune décrite de ces gisements est caractéristique de la faune bathyale supérieure (150-300 m de profondeur). D'après notre expérience de la faune bathyale, nous pensons que cette faune vivait au minimum à 150 m de profondeur et qu'en conséquence, les valeurs de surélévation de ces terrains proposées par les géologues (environ 170 m) sont sous-estimées.



FIG. 16. — Tri d'un chalutage. A gauche P. BOUCHET, à droite F. N'GUYEN, en arrière plan B. SERET.

REMARQUES SUR LA FAUNE DE PROFONDEUR DE L'ARCHIPEL DE VANUATU. — Nous ne donnerons ici que quelques remarques préliminaires basées sur les observations faites durant la campagne.

Spongaires : Alors que dix ans d'exploration en Nouvelle-Calédonie nous avaient accoutumés à des peuplements bathyaux très riches en éponges dont plusieurs groupes archaïques (LÉVI, 1991), la zone bathyale de Vanuatu s'est révélée remarquablement pauvre en spongaires.

Stylastérides : Seul un très petit nombre d'espèces a été trouvé, même dans les zones où les substrats rocheux et les conditions courantologiques supposées semblaient propices à leur présence.

Mollusques : Les familles Conidae et Muricidae sont faiblement représentées par rapport aux fonds de Nouvelle-Calédonie.

Poissons : L'utilisation des chaluts à perche et à crevettes a permis la récolte de nombreuses espèces de poissons appartenant à 81 familles.

La faune ichtyologique profonde de l'Indo-Pacifique demeure très mal connue. Les collections accumulées depuis quinze ans par les campagnes MUSORSTOM et assimilées sont en cours d'études. Cependant, aux îles Hawaii, un programme de recherche utilisant un submersible a apporté beaucoup d'informations sur le comportement des organismes benthiques et en particulier des poissons (CHAVE & MUNDY, 1994).

Parasites de poissons : Durant la campagne MUSORSTOM 8, les parasites externes et internes des poissons ont été systématiquement récoltés et fixés. Les principaux groupes de parasites observés sont des crustacés isopodes et copépodes, des acanthocéphales, des plathelminthes (monogènes, trématodes, cestodes) et des némathelminthes (nématodes). 162 poissons, appartenant à 42 familles dont les plus représentées sont celles des Chlorophthalmidae, Macrouridae et Scorpaenidae, ont été disséqués. Les branchies et plus précisément les 4 arcs branchiaux droits (les 4 arcs gauches ayant été réservés pour la détermination des espèces de poissons-hôtes), et la totalité du tube digestif ont été, dans la plupart des cas, prélevés en vue de la recherche, la récolte et la fixation de tous les parasites rencontrés. Les parasites inventoriés se répartissent en 7 groupes dont 3 pour les branchies (copépodes, isopodes et monogènes) et 4 pour le tube digestif (trématodes, nématodes, cestodes et acanthocéphales).

Il n'est pas encore possible de proposer de conclusion relative à la diversité des parasites. On peut cependant indiquer les observations suivantes : la famille des Nomeidae (4 individus disséqués seulement) est la seule, sur les 42 prospectées, qui ne présente aucun parasite, à l'inverse, celle des Chlorophthalmidae (23 individus disséqués) héberge des parasites appartenant aux 7 groupes inventoriés. De plus, 30 familles-hôtes sont parasitées par au moins 2 groupes de parasites. Par ailleurs, au sein des familles de poissons-hôtes étudiées, les parasites à cycles indirects (trématodes, nématodes pour la plupart, cestodes et acanthocéphales), qui ont besoin d'un ou de plusieurs hôtes intermédiaires (vertébrés et/ou invertébrés) pour effectuer leur cycle, apparaissent globalement mieux représentés (présence dans la quasi totalité des familles-hôtes prospectées, prévalence relativement élevée) que ceux dont le cycle est direct (copépodes, isopodes et monogènes). Ce premier résultat est le reflet d'une importante diversité spécifique d'hôtes (vertébrés et invertébrés) puisqu'au niveau parasitaire, il est établi que toute augmentation de la diversité biologique des hôtes, accroissant les relations inter-spécifiques dans un écosystème, favorise l'installation, le développement et la circulation de parasites à cycles indirects. En conséquence, on doit s'attendre à une diversité spécifique élevée des parasites présents dans de tels milieux.

UTILISATION DES SUBSTRATS ORGANIQUES DANS LA ZONE BATHYALE. — Tous les auteurs s'accordent pour trouver que l'une des principales caractéristiques des zones bathyales et abyssales est la rareté de la nourriture disponible qui conditionne le mode de vie des organismes et la composition des peuplements (GAGE & TYLER, 1992). D'une manière générale, on pensait qu'avec la profondeur, la matière organique disponible se raréfie et que, corrélativement, la densité des êtres vivants diminue (MARSHALL, 1954). Ceci reste globalement vrai. Cependant, l'amélioration des connaissances sur le benthos profond a montré de notables exceptions à cette règle. Depuis l'expédition de la "Galathea" (1950-52), on avait décrit des faunes relativement riches associées à des débris végétaux coulés (BRUUN, 1957). On observe en effet, particulièrement à proximité des îles tropicales, des espèces spécialisées dans l'utilisation de cette source de matière organique, noix de coco, troncs d'arbres, écorces, épis de maïs, tiges de bambou. Ces substrats, dont l'abondance est difficile à estimer (WOLFF, 1979), jouent probablement un grand rôle dans le maintien et la dispersion de certaines espèces. Chez les mollusques, citons les gastéropodes de la famille des Acmaeidae et les polyplacophores ; chez les crustacés, ce sont des cirripèdes et des Galatheidae (*Bathymunida*, *Munidopsis*) qui semblent inféodés à ces débris végétaux.

Au cours de nos campagnes profondes et particulièrement au cours de MUSORSTOM 8, nous avons rencontré plusieurs types de substrats organiques avec leurs faunes associées (Fig. 13). Parmi ceux-ci, signalons :

- les œufs de sélaciens, requins, raies et chimères, sur lesquels des mollusques et des amphipodes exploitent la chitine après l'élosion ;
- les becs de céphalopodes qui sont de petits substrats probablement très abondants ;
- les écailles de tortues sur lesquelles vivent également des gastéropodes patelliformes.

Les ossements de baleines sont également des substrats organiques utilisés par le benthos (SMITH, 1992 ; BENNETT *et al.*, 1994). L'estimation actuelle du nombre de squelettes de baleines dans l'océan mondial est de un tous les 8 à 13 km, ou de un pour 600 km² (SMITH *et al.*, 1989).

CONCLUSIONS

Pourtant très proche de la Nouvelle-Calédonie, Vanuatu présente une faune benthique bathyale très différente. Cela tient probablement à diverses raisons :

- historiques : La Nouvelle-Calédonie est un ancien fragment du continent de Gondwana, alors que l'archipel de Vanuatu est le fruit d'un volcanisme d'arc relativement récent ;
- géomorphologiques : Une fosse de subduction profonde de plus de 6 km sépare les deux régions, limitant sans doute la dispersion de certaines espèces ;
- hydrologiques : près de 10° de latitude séparent le nord de Vanuatu du sud de la Nouvelle-Calédonie ce qui, à ces latitudes (14°-25°S), se traduit par des conditions hydrologiques fort différentes.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier ici le Premier Ministre de la République de Vanuatu, l'Honorable Maxime CARLOT, qui a bien voulu nous accorder l'autorisation de réaliser cette campagne océanographique dans les eaux de son pays. Notre collègue, Michel LARDY, représentant de l'ORSTOM à Port-Vila, nous a été d'un grand secours dans l'organisation de la campagne.

Nous remercions également Félix N'GUYEN, observateur représentant le Vanuatu, qui a participé avec efficacité et bonne humeur à cette campagne.

Jean Marie AUZENDE, Jean Philippe EISSEN, Michel MONZIER et Bernard PELLETIER, nous ont fait profiter de leurs connaissances sur l'histoire géologique de cette région et guidés dans le choix de la bibliographie à consulter.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANONYME, 1992. — Site 831. In : J.-Y. COLLOT, H. G. GREENE, L. B. STOKKING *et al.* (eds), Proceedings of the Ocean Drilling Program, Initial Reports, College Station, Texas, **134** : 317-386.
- AUZENDE, J. M., PELLETIER, B. & EISSEN, J. P., 1995. — *The North Fiji Basin : Geology, Structure, and Geodynamic Evolution*. In : B. TAYLOR (ed.), Tectonics and Magmatism. Plenum Press, New York : 139-175.
- BARGIBANT, G., GRANDPERRIN, R., LABOUTE, P., MONZIER, M. & RICHER DE FORGES, B., 1989. — La campagne "GEMINI" sur les volcans sous-marins de Vanuatu. N.O. Alis (ORSTOM) du 3 au 7 juillet 1989. *Rapports de Missions, Sciences de la Terre, Géologie, Géophysique*, ORSTOM Nouméa, (12), 13 p.
- BENNETT, B. A., SMITH, C. R., GLASER, B. & MAYBAUM, H. L., 1994. — Faunal community structure of a chemoautotrophic assemblage on whale bones in the deep northeast Pacific Ocean. *Mar. Eco. Prog. Ser.*, **108** : 205-223.
- BRUUN, A. T., 1957. — *Animal life of the deep sea bottom*. In : A. T. BRUUN, S. V. GREVE, H. MIELCHE & R. SPÄRCK (eds), The Galathea deep sea expedition 1950-1952. George Allen & Unwin LTD, London : 149-195.
- CHAVE, E. H. & MUNDY, B. C., 1994. — Deep-sea benthic Fish of the Hawaiian Archipelago, Cross Seamount, and Johnston Atoll. *Pacif. Sci.*, **48** (4) : 367-409.
- COLLOT, J.-Y., PELLETIER, B., BOULIN, J., DANIEL, J., EISSEN, J.-P., FISHER, M. A., GREENE, H. G., LALLEMAND, S. & MONZIER, M., 1989. — Premiers résultats des plongées de la campagne SUBPSO 1 dans la zone de collision des ridges d'Entrecasteaux et de l'arc des Nouvelles-Hébrides. *C. r. hebd. Séanc. Acad. Sci. Paris*, **309** (2) : 1947-1954.
- COLLOT, J.-Y. & FISHER, M. A., 1991. — The collision zone between the North d'Entrecasteaux Ridge and the New Hebrides Island Arc. 1. Sea Beam morphology and shallow structure. *J. Geoph. Res.*, **96** (B3) : 4457-4478.

- COLLOT, J.-Y., LALLEMAND, S., PELLETIER, B., EISSEN, J.-P., GLAÇON, G., FISHER, M. A., GREENE, H. G., BOULIN, J., DANIEL, J. & MONZIER, M., 1992. — Geology of the d'Entrecasteaux-New Hebrides Arc collision zone : results from a deep submersible survey. *Tectonophysics*, **212** : 213-241.
- COLLOT, J.-Y., GREENE, H. G., STOKKING, L. B., et al., 1992. — Proceedings of the Ocean Drilling Program, Initial Reports, College Station, Texas, **134** : 561-855.
- EISSEN, J.-P., BLOT, C. & LOUAT, R., 1991. — Chronologie de l'activité volcanique historique de l'arc insulaire des Nouvelles-Hébrides de 1595 à 1991 / Chronology of the historic volcanic activity of the New Hebrides island arc from 1595 to 1991. *Rapports sci. tech., Sciences de la Terre, Géologie, Géophysique*, ORSTOM Nouméa, (2), 69 p.
- EISSEN, J.-P., MONZIER, M. & ROBIN, C., 1994. — Kuwae, l'éruption volcanique oubliée. *La Recherche*, **270** (25) : 1200-1202.
- Équipe de géologie-géophysique du Centre ORSTOM de Nouméa, 1982. — Contribution à l'étude géodynamique du Sud-Ouest Pacifique. *Travaux & Documents ORSTOM*, (147), 649 p.
- FISHER, M. A., COLLOT, J.-Y., & GEIST, E. L., 1991. — Structure of the collision zone between Bougainville guyot and the accretionary wedge of the New Hebrides Island arc, Southwest Pacific. *Tectonics*, **10** (5) : 887-903.
- FOREST, J., 1976. — Compte rendu et remarques générales / Report and general comments. In : Résultats des Campagnes MUSORSTOM. I - Philippines (18-28 mars 1976), Tome 1. *Mém. ORSTOM*, **91** : 9-50.
- FOREST, J., 1985. — La campagne MUSORSTOM II (1980). Compte rendu et liste des stations / The MUSORSTOM II Expedition (1980). Report and list of stations. In : Résultats des Campagnes MUSORSTOM, Tome 2. *Mém. Mus. natn. Hist. nat.*, (A), **133** : 7-30.
- FOREST, J., 1989. — Compte rendu de la campagne MUSORSTOM 3 aux Philippines (31 mai - 7 juin 1985) / Report on the MUSORSTOM 3 Expedition to the Philippines (May 31st - June 7th 1985). In : J. FOREST (ed.), Résultats des Campagnes MUSORSTOM, Volume 4. *Mém. Mus. natn. Hist. nat.*, (A), **143** : 9-23.
- GAGE, J. D. & TYLER, P. A., 1991. — *Deep-Sea Biology : A natural history of organisms at the deep-sea floor*. Cambridge University Press, 504 p.
- GRIGG, R. W. & MARAGOS, J. E., 1974. — Recolonization of hermatypic corals on submerged lava flows in Hawaii. *Ecology*, **55** (2) : 387-395.
- JOUANNIC, C., TAYLOR, F. W., BLOOM, A. L. & BERNAT, M., 1980. — Late quaternary uplift history from emerged reef terraces on Santo and Malekula Islands, central New Hebrides Island arc. *UN ESCAP, CCOP/SOPAC Tech. Bull.*, **3** : 91-108.
- KING, M., 1980. — *A preliminary trapping survey for deepwater shrimp (Decapoda : Natantia) in the New Hebrides*. The University of the South Pacific, Suva, Fiji, 26 p.
- KING, M., 1984. — The species and depth distribution of deepwater caridean shrimps (Decapoda, Caridea) near some southwest Pacific Islands. *Crustaceana*, **47** (2) : 174-191.
- KROENKE, L. W., JOUANNIC, C. & WOODWARD, P., 1983. — *Bathymetry of the southwest Pacific*, chart 1 of the geophysical Atlas of the Southwest Pacific. CCOP/SOPAC.
- LABOUTE, P., LARDY, M., MENOU, J.-L., MONZIER, M. & RICHER DE FORGES, B., 1989. — La campagne "VOLSMAR" sur les volcans sous-marins du sud de l'arc des Nouvelles-Hébrides (N.O. Alis, 29 mai au 9 juin 1989). *Rapports de Missions, Sciences de la Terre, Géologie, Géophysique*, ORSTOM Nouméa, (11), 22 p.
- LADD, H. S., 1976. — Two Pleistocene Volutidae from the New Hebrides. *The Veliger*, **18** (2) : 134-138.
- LADD, H. S., 1982. — Cenozoic fossil mollusks from Western Pacific Islands ; Gastropods (Eulimidae and Volutidae through Terebridae). *Geological Survey Professional Paper* 1171 : 1-91.
- LEHODEY, P., 1994. — *Les monts sous-marins de Nouvelle-Calédonie et leurs ressources halieutiques*. Thèse de l'Université Française du Pacifique, 401 p. multigr.
- LÉVI, C., 1991. — *Lithistid Sponges from the Norfolk Rise. Recent and Mesozoic Genera*. In : J. REITNER & H. KEUPP (eds), *Fossil and Recent Sponges*. Springer-Verlag, Berlin : 72-82.

- LOUAT, R. & BALDASSARI, C., 1989. — Chronologie des séismes et des tsunamis ressentis dans la région Vanuatu Nouvelle-Calédonie (1729 - 1989) / Chronology of felt earthquakes and tsunamis in the region Vanuatu New Caledonia (1729 - 1989). *Rapports sci. tech., Sciences de la Terre, Géologie, Géophysique*, ORSTOM Nouméa, (1), 48 p.
- MARSHALL, N. B., 1954. — *Aspects of Deep Sea Biology*. Hutchinson's scientific and technical publications, London, 380 p.
- MACPHERSON, E., 1990. — Crustacea Decapoda : On some species of Lithodidae from the Western Pacific. In : A. CROSNIER (ed.), Résultats des Campagnes MUSORSTOM, Volume 6. *Mém. Mus. natn. Hist. nat.*, (A), **145** : 217-226.
- MONTAGGIONI, L., BUTTERLIN, J., GLAÇON, G., COLLOT, J.-Y., MONZIER, M., PELLETIER, B., BOULIN, J., LALLEMAND, S., DANIEL, J., FAURE, G., LAURIAT-RAGE, A., VÉNEC-PEYRÉ, M.-T., BLONDEAU, A., LOZOUET, P., VACELET, J. & BABINOT, J.-F., 1991. — Signification géodynamique des calcaires de plate-forme en cours de subduction sous l'arc des Nouvelles-Hébrides (sud-ouest de l'Océan Pacifique). *C. r. hebd. séanc. Acad. Sci.*, Paris, **313** (2) : 661-668.
- MONZIER, M., COLLOT, J.-Y. & DANIEL, J., 1984. — *Carte bathymétrique des parties centrale et méridionale de l'arc insulaire des Nouvelles-Hébrides*. Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (ORSTOM), Paris.
- MONZIER, M., ROBIN, C. & EISSEN, J.-P., 1994. — Kuwae (= 1425 A.D.) : the forgotten caldera. *J. Vol. Geother. Res.*, **59** : 207-218.
- PETIT, M. & HÉNIN, C., 1982. — Radiométrie aérienne et prospection thonière. Rapport final. *Notes et Documents d'Océanographie*, ORSTOM, Port-Vila, (3), 94 p.
- PELLETIER, B. & LOUAT, R., 1989. — Mouvements relatifs des plaques dans le Sud-ouest Pacifique. *C. r. hebd. Séanc. Acad. Sci.* Paris, **308** (2) : 123-130.
- RICHER DE FORGES, B., 1990. — Les campagnes d'exploration de la faune bathyale dans la zone économique de la Nouvelle-Calédonie / Explorations for bathyal fauna in the New Caledonian economic zone. In : A. CROSNIER (ed.), Résultats des Campagnes MUSORSTOM, Volume 6. *Mém. Mus. natn. Hist. nat.*, (A), **145** : 9-54.
- RICHER DE FORGES, B. & MENOU, J.-L., 1993. — La campagne MUSORSTOM 7 dans la zone économique des îles Wallis et Futuna. Compte rendu et liste des stations. In : A. CROSNIER (ed.), Résultats des Campagnes MUSORSTOM, Volume 10. *Mém. Mus. natn. Hist. nat.*, **156** : 9-25.
- ROBIN, C., EISSEN, J.-P. & MONZIER, M., 1994. — Ignimbrites of basaltic andesite and andesite compositions from Tanna, New Hebrides Arc. *Bull. Volcanol.*, **56** : 10-22.
- ROBIN, C., MONZIER, M. & EISSEN, J.-P., 1994. — Formation of the mid-fifteenth century Kuwae caldera (Vanuatu) by an initial hydrostatic and subsequent ignimbritic eruption. *Bull. Volcanol.*, **56** : 170-183.
- SAINT LAURENT, M., DE, 1989. — La nouvelle Superfamille des Retroplumidea Gill, 1894 (Decapoda, brachyura) : systématique, affinités et évolution. In : J. FOREST (ed.), Résultats des Campagnes MUSORSTOM, Volume 5. *Mém. Mus. natn. Hist. nat.*, (A), **144** : 103-178.
- SMITH, C. R., 1992. — Whale Falls : Chemosynthesis on the deep seafloor. *Oceanus*, **35** (3) : 74-78.
- SMITH, C. R., 1994. — Tempo and Mode in Deep-Sea benthic ecology : punctuated equilibrium revisited. *Palaios (Advances in Deep Sea Paleoecology)*, **8** : 3-13.
- SMITH, C. R., KUKERT, H., WHEATCROFT, R. A., JUMARS, P. A. & DEMING, J. W., 1989. — Vent fauna on whale remains. *Nature*, **341** (6237) : 27-28.
- WOLFF, T., 1979. — Macrofaunal utilization of plants remains in the deep sea. *Sarsia*, **64** : 117-136.

ANNEXES

LISTE DES PARTICIPANTS À LA CAMPAGNE MUSORSTOM 8

Chef de mission : B. RICHER DE FORGES.

Autres participants : P. BOUCHET, E. FALIEX, J.-L. MENOU, F. N'GUYEN, B. SERET.

LISTE DES STATIONS DE LA CAMPAGNE MUSORSTOM 8

(DW : drague Waren ; CP : chalut à perche ; CC : chalut à crevettes ; CAS : casiers)

Date	Station	Profondeur (m)	Latitude S	Longitude E
20.09.1994	CP 956	1175-1210	20°33'	169°35'
" "	CP 957	1180-1160	20°33'	169°35'
" "	DW 958	497-570	20°20'	169°47'
" "	DW 959	436-475	20°20'	169°48'
" "	DW 960	390-422	20°20'	169°49'
21.09.1994	CP 961	100-110	20°18'	169°49'
" "	CP 962	370-400	20°19'	169°49'
" "	CP 963	400-440	20°20'	169°49'
" "	DW 964	360-408	20°19'	169°49'
" "	DW 965	361-377	20°20'	169°51'
" "	DW 966	128-150	20°19'	169°52'
" "	DW 967	295-334	20°19'	169°53'
" "	DW 968	199-214	20°18'	169°53'
" "	DW 969	252-280	20°19'	169°53'
" "	CP 970	252-310	20°18'	169°53'
" "	CP 971	250-315	20°19'	169°53'
22.09.1994	DW 972	487-507	19°22'	169°28'
" "	CP 973	460-480	19°21'	169°27'
" "	CP 974	492-520	19°21'	169°28'
" "	CP 975	566-536	19°23'	169°29'
" "	DW 976	160-182	19°25'	169°27'
" "	DW 977	410-505	19°25'	169°29'
" "	DW 978	413-408	19°23'	169°27'
" "	CAS 981	320	19°21'	169°24'
" "	DW 979	250	19°22'	169°23'
" "	CP 980	450-433	19°21'	169°25'
23.09.1994	CP 982	408-410	19°22'	169°26'
" "	CP 983	480-475	19°22'	169°28'
" "	CP 984	480-544	19°20'	169°26'
" "	CP 985	536-563	19°19'	169°29'
" "	DW 986	602-648	19°21'	169°31'
" "	DW 987	1050-1040	19°23'	169°35'
" "	DW 988	372-466	19°16'	169°24'
" "	DW 989	650-669	19°14'	169°20'
24.09.1994	CP 990	980-990	18°52'	168°51'
" "	CP 991	936-910	18°51'	168°52'
" "	CP 992	775-748	18°52'	168°55'
" "	CP 993	780-783	18°48'	168°54'

24.09.1994	CP 994	649-641	18°47'	168°56'
" "	DW 995	672-677	18°49'	168°56'
" "	CC 996	764-786	18°52'	168°56'
" "	DW 997	397-430	18°49'	168°59'
" "	CAS 998	440	18°53'	168°57'
25.09.1994	DW 999	80-110	18°49'	169°00'
" "	DW 1000	90-200	18°49'	169°00'
" "	CP 1001	150-250	18°49'	168°59'
" "	CP 1002	200-300	18°49'	168°59'
" "	DW 1003	327-200	18°49'	168°59'
" "	DW 1004	319-350	18°49'	168°59'
" "	DW 1005	360-450	18°49'	168°59'
" "	DW 1006	574-611	18°50'	168°57'
" "	CP 1007	720-830	18°52'	168°56'
" "	CP 1008	919-1000	18°53'	168°53'
27.09.1994	DW 1009	430-460	17°46'	168°13'
" "	DW 1010	450-468	17°47'	168°13'
" "	DW 1011	547-585	17°50'	168°11'
" "	DW 1012	775-740	17°53'	168°13'
" "	DW 1013	722-727	17°55'	168°15'
" "	DW 1014	495-498	17°54'	168°19'
" "	DW 1015	420-375	17°54'	168°22'
" "	DW 1016	300-291	17°53'	168°28'
" "	CP 1017	294-295	17°53'	168°26'
" "	CP 1018	300-301	17°53'	168°25'
28.09.1994	DW 1019	397-430	17°38'	168°34'
" "	DW 1020	380-391	17°40'	168°35'
" "	DW 1021	124-130	17°43'	168°37'
" "	DW 1022	247-280	17°46'	168°38'
" "	CP 1023	321	17°48'	168°49'
" "	CP 1024	335-370	17°48'	168°39'
" "	CP 1025	385-410	17°49'	168°39'
" "	CP 1026	437-504	17°50'	168°39'
" "	CP 1027	550-571	17°53'	168°39'
" "	CP 1028	624-668	17°54'	168°40'
" "	DW 1029	360-324	17°53'	168°34'
29.09.1994	DW 1030	180-190	17°51'	168°30'
" "	CP 1031	310	17°52'	168°33'
" "	CAS 1032	450	17°54'	168°35'
" "	CC 1033	650-691	17°54'	168°40'
" "	CC 1034	690-750	17°54'	168°42'
" "	CP 1035	765-780	17°56'	168°44'
" "	CP 1036	920-950	18°01'	168°48'
" "	CP 1037	1058-1086	18°03'	168°54'
30.09.1994	DW 1038	472-469	16°48'	168°30'
" "	CP 1039	464-472	16°49'	168°30'
" "	CP 1040	472-464	16°48'	168°30'
" "	DW 1041	144-180	16°51'	168°28'
" "	DW 1042	200-260	16°52'	168°27'
" "	DW 1043	350-372	16°52'	168°25'
" "	DW 1044	444-469	16°53'	168°22'
" "	DW 1045	488-459	16°54'	168°20'
" "	DW 1046	461-480	16°53'	168°11'
" "	CP 1047	486-494	16°53'	168°10'
1.10.1994	DW 1048	450-489	16°39'	168°03'

1.10.1994	CP 1049	469-525	16°39'	168°02'
" "	CP 1050	541-577	16°39'	168°01'
" "	CP 1051	558-555	16°36'	167°59'
" "	CP 1052	561-564	16°32'	168°00'
" "	CP 1053	536-519	16°29'	167°58'
" "	CP 1054	522-527	16°27'	167°57'
" "	CP 1055	572-580	16°30'	167°55'
" "	CC 1056	602-620	16°33'	167°55'
" "	CC 1057	625-600	16°35'	167°58'
2.10.1994	DW 1058	319	16°12'	167°20'
" "	DW 1059	408-430	16°12'	167°20'
" "	DW 1060	397-375	16°13'	167°20'
" "	DW 1061	458-512	16°14'	167°20'
" "	DW 1062	619-658	16°14'	167°18'
" "	DW 1063	650-719	16°15'	167°18'
" "	DW 1064	459	16°16'	167°20'
" "	DW 1065	360-419	16°16'	167°21'
" "	DW 1066	349-386	16°16'	167°21'
" "	DW 1067	366-344	16°16'	167°21'
" "	DW 1068	536-619	16°15'	167°19'
4.10.1994	DW 1069	122-125	15°32'	167°14'
" "	DW 1070	184-190	15°36'	167°16'
" "	CP 1071	180-191	15°36'	167°16'
" "	DW 1072	622-625	15°39'	167°19'
" "	CP 1073	630-650	15°45'	167°22'
" "	CP 1074	775-798	15°48'	167°24'
" "	CP 1075	956-944	15°53'	167°27'
" "	CP 1076	1100-1191	15°53'	167°30'
5.10.1994	CP 1077	180-210	16°04'	167°06'
" "	CP 1078	194-230	16°03'	167°26'
" "	DW 1079	649-694	16°00'	167°26'
" "	CP 1080	799-850	15°57'	167°27'
" "	CAS 1081	908	15°55'	167°27'
" "	CP 1082	550-465	15°52'	167°20'
" "	CP 1083	397-439	15°51'	167°19'
" "	CP 1084	207-280	15°50'	167°17'
" "	CP 1085	161-155	15°48'	167°18'
" "	CP 1086	182-215	15°36'	167°16'
6.10.1994	CP 1087	394-421	15°10'	167°14'
" "	CP 1088	425-455	15°09'	167°15'
" "	CP 1089	494-516	15°08'	167°17'
" "	CP 1090	502-470	15°08'	167°17'
" "	CP 1091	344-350	15°10'	167°13'
" "	CP 1092	314-321	15°10'	167°12'
" "	DW 1093	275	15°10'	167°11'
" "	DW 1094	312-314	15°08'	167°11'
" "	CP 1095	304-320	15°07'	167°11'
7.10.1994	CAS 1096	240-243	15°06'	167°09'
" "	DW 1097	281-288	15°05'	167°10'
" "	CP 1098	285-277	15°04'	167°10'
" "	CP 1099	275-284	15°05'	167°10'
" "	DW 1100	258-265	15°04'	167°09'
" "	DW 1101	210-205	15°03'	167°08'
" "	CP 1102	210-208	15°03'	167°08'
" "	CP 1103	165-163	15°03'	167°07'

7.10.1994	CP 1104	125-129	15°03'	167°06'
" "	DW 1105	154-179	15°02'	167°07'
" "	DW 1106	305-314	15°05'	167°11'
" "	CP 1107	397-402	15°05'	167°15'
" "	DW 1108	405-419	15°04'	167°15'
8.10.1994	CP 1109	1550-1620	14°52'	167°18'
" "	CP 1110	1360	14°49'	167°15'
" "	CP 1111	1210-1250	14°51'	167°14'
" "	CP 1112	961-950	14°52'	167°11'
" "	DW 1113	736-700	14°52'	167°06'
" "	CP 1114	647	14°52'	167°03'
9.10.1994	DW 1115	147-150	15°09'	166°53'
" "	DW 1116	190-180	15°09'	166°53'
" "	CP 1117	170-220	15°09'	166°53'
" "	CP 1118	191-248	15°08'	166°53'
" "	CP 1119	254-300	15°08'	166°53'
" "	CP 1120	282-321	15°07'	166°53'
" "	CP 1121	315-360	15°06'	166°53'
" "	CP 1122	168-234	15°07'	166°55'
" "	CP 1123	262-352	15°07'	166°55'
" "	CP 1124	532-599	15°01'	166°56'
10.10.1994	CP 1125	1160-1220	15°57'	166°38'
" "	CP 1126	1210-1260	15°58'	166°39'
" "	CP 1127	1052-1058	15°58'	166°37'
" "	DW 1128	778-811	16°02'	166°38'
" "	CP 1129	1014-1050	16°00'	166°39'
" "	CC 1130	1100-1450	15°58'	166°38'
11.10.1994	CP 1131	140-175	15°38'	167°03'
" "	CP 1132	161-182	15°38'	167°02'
" "	CP 1133	174-210	15°38'	167°03'
" "	CP 1134	230-287	15°39'	167°02'
" "	CP 1135	282-375	15°40'	167°02'
" "	CP 1136	398-400	15°40'	167°01'
" "	CP 1137	360-371	15°41'	167°02'
" "	CP 1138	462-492	15°44'	167°04'
" "	CP 1139	360-381	15°47'	167°07'
" "	CP 1140	235-251	15°47'	167°08'
" "	DW 1141	255-354	15°47'	167°08'