

# Pentes et bassins au large de la Nouvelle-Calédonie (Sud-Ouest Pacifique);

morphologie,  
environnements biosédimentaires, sédimentation

Sud-Ouest pacifique  
Cartes Seabeam  
Sédiments marins profonds  
Hémipélagites  
Éventail profond  
South-Western Pacific  
Seabeam maps  
Deep-sea sediments  
Turbidites  
Hemipelagites  
Deep-sea fan

**Pierre COTILLON<sup>a</sup>, Patrick RIGOLOT<sup>b</sup>, François COUSTILLAS<sup>c</sup>, Christian GAILLARD<sup>a</sup>, Bernard LAURIN<sup>d</sup>, Jia Duo LIU<sup>e</sup>, William PANNETIER<sup>a</sup>, André PASCAL<sup>d</sup>, Michel RIO<sup>a</sup>**

<sup>a</sup> Centre des Sciences de la Terre et Unité Associée n° 11 du CNRS, Université Lyon-I, 69622 Villeurbanne Cedex.

<sup>b</sup> Institut Français de Recherche pour le Développement en Coopération, Centre ORSTOM de Nouméa, BP n° A2, Nouméa Cedex, Nouvelle-Calédonie.

<sup>c</sup> Laboratoire de Micropaléontologie, Total CFP, 33605 Pessac Cedex.

<sup>d</sup> Institut des Sciences de la Terre et Unité Associée n° 157 du CNRS, Université de Bourgogne, 6, boulevard Gabriel, 21100 Dijon.

<sup>e</sup> Collège de Géologie, Chengdu, Sichuan 610059, République Populaire de Chine.

Reçu le 5/4/88, révisé le 29/8/88, accepté le 5/9/88.

## RÉSUMÉ

La campagne Biocal, sur la zone bathyale au large de la Nouvelle-Calédonie, a donné lieu à des prélèvements de faune et de sédiments ainsi qu'à des levés de cartes « Seabeam » sur différents talus. Les principaux résultats d'intérêt géologique se résument ainsi :

– une tectonique de blocs effondrés en marches d'escalier, jouant depuis le Miocène, contrôle la morphologie des pentes ainsi que leur érosion et le transit des matériaux vers le bassin des Loyauté;

– actuellement, l'érosion prédomine largement dans le secteur exploré des pentes ouest-calédoniennes et sur les talus qui s'étendent au sud-ouest et au nord-est de l'île de Lifou; les canyons y sont larges et peu nombreux. Au droit de la passe de Thio (côte est-calédonienne), une sédimentation plus importante, en rapport avec d'abondantes venues terrigènes, est à rapprocher de l'existence en cette zone de canyons plus nombreux et plus étroits;

– le bassin des Loyauté a été exploré le long de la transversale Thio-Lifou; il est à fond plat; il reçoit des turbidites calcaréo-argileuses, principalement des pentes est-calédoniennes; celles-ci s'étalent vers l'Est sur une cinquantaine de kilomètres en s'interstratifiant avec des hémipélagites;

– cinq types de matériaux composent les sédiments: 5 à 40% de produits terrigènes (argiles essentiellement, oxydes de fer, minéraux silicatés), des sables et silts bioclastiques (15 à 25%) ainsi que de la boue carbonatée en provenance de la barrière récifale et du lagon, des bioclastes variés fournis par les communautés benthiques des pentes et du bassin (1 à 20%), des restes planctoniques (30 à 75%) dominés par les foraminifères et les ptéropodes, des débris pyroclastiques (0,5 à 10%).

Un taux de sédimentation d'environ 6 cm par mille ans (entre 16 000 et 5 000 ans B.P.) a été calculé pour la partie explorée du bassin des Loyauté.

*Oceanologica Acta*, 1989, 11, 2, 131-140.

**ABSTRACT**

**Submarine slopes and basins off New-Caledonia (South-Western Pacific); morphology, biosedimentary environments, sedimentation**

During the Biocal deep-sea cruise off New-Caledonia, fauna and sediments were sampled and Seabeam maps were drawn. The first geological results are as follows:

- block-faulting determines the morphology of the slopes, their erosion and the transport of sediments along them towards the Loyalty basin plain;
- erosion is predominant in the studied areas of the western Caledonian slopes and along the slopes off Lifou island where the canyons are broad and scattered, whereas in front of the "passe de Thio", through the reefal barrier, a relatively high detritic influx transits through several narrow canyons;
- the Loyalty basin has been explored along the Thio-Lifou transect; it exhibits a flat bottom and is fed mainly from the eastern Caledonian slopes by calcareous and argillaceous turbidites, which spread eastward over nearly 50 km and interfinger with hemipelagites;
- the sediments are constituted by 5 distinct components: 15 to 50% of detritics from New-Caledonia (mainly clay minerals, iron oxydes and silicate minerals); 15 to 25% bioclastic silts and sands derived from the reefal ring and from the lagoon; mixed bioclasts (1 to 20%) furnished by benthonic communities living on the slopes and in the basin; planktonic debris (30 to 75%) with a dominant fraction composed of foraminifers and pteropods; and volcanic debris (0,5 to 10%).

A sedimentation rate of about 6 cm/1000 years (between 16000 and 5000 years B.P.) has been estimated from the explored sector of the Loyalty basin.

*Oceanologica Acta*, 1989, 11, 2, 131-140.

**INTRODUCTION**

La campagne Biocal s'est déroulée au large de la Nouvelle-Calédonie, à bord du N/O Jean Charcot. Les aspects biologiques, écologiques et sédimentologiques d'une étude des fonds bathyaux et abyssaux y ont été abordés simultanément (Cotillon *et al.*, 1985). Dans cette optique, les bordures de la Nouvelle-Calédonie, celles de la ride des Loyauté ainsi qu'une transversale Sud-Ouest/Nord-Est à travers le bassin des Loyauté

ont été explorées (fig. 1 et 2). Outre les opérations classiques de dragage, chalutage et carottage, cinq cartes sous-marines d'une superficie moyenne de 140 km<sup>2</sup> ont été dressées à l'aide du sondeur multifaisceaux Seabeam. Nous présentons ici les principaux résultats géologiques issus de cette campagne : grands traits morphostructuraux des talus bathyaux, mode de transit des matériaux le long des pentes, origines et mise en place des divers constituants sédimentaires dans le bassin des Loyauté.

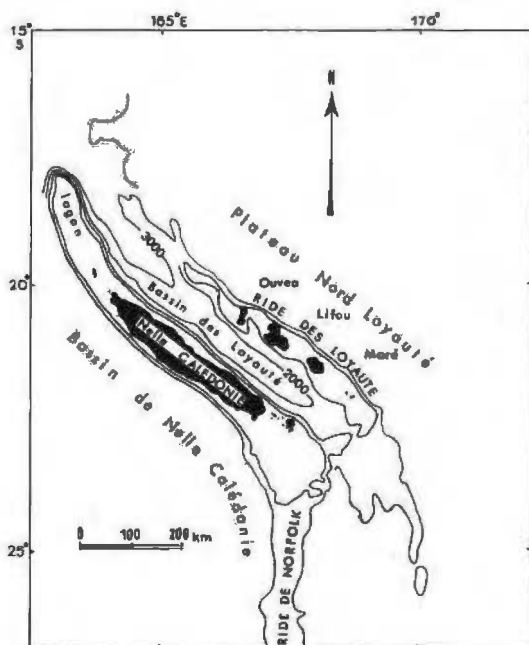


Figure 1  
Situation générale de la Nouvelle-Calédonie.  
General location map of New-Caledonia.

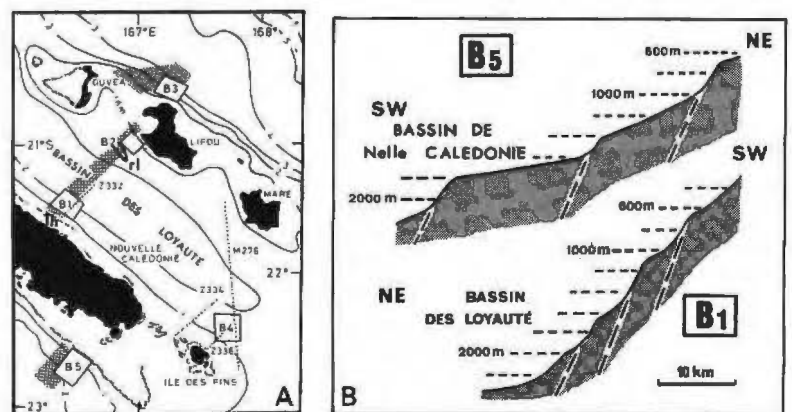


Figure 2  
A : localisation des cartes « Seabeam » et principaux secteurs échantillonnés (en grisé) lors de la campagne Biocal. Profondeurs en kilomètres. En pointillé, les profils sismiques de précédentes campagnes. RL : ride Lévi. Th : Thio.  
B : profils morphologiques du talus bathyal au large de la Nouvelle-Calédonie. Les emplacements de ces profils sont indiqués sur les cartes B1 et B5, planche 1.  
A : location of Seabeam maps and main areas (dotted bands) sampled during the Biocal cruise. Depths in kilometres. Dotted lines: seismic profiles.  
B : morphological profiles of the bathyal slope off New-Caledonia.

La Nouvelle-Calédonie est formée essentiellement d'une nappe ophiolitique obductée, mise en place à l'Éocène supérieur (Bitoun et Récy, 1982). Cette nappe constitue également le substratum du bassin des Loyauté. Tronqué par une surface d'érosion oligo-miocène jusqu'aux termes inférieurs de la nappe, le bloc calédonien s'est ensuite soulevé dans sa partie axiale, tandis que ses marges se sont affaissées soit par flexuration, soit par blocs faillés disposés en gradins (fig. 2) aujourd'hui partiellement immergés (Routhier, 1953; Bitoun et Récy, 1982). Une ceinture récifale, interrompue par des passes, s'est établie au début du Pléistocène autour de la Nouvelle-Calédonie, isolant un lagon large ordinairement de 10 à 15 km, mais atteignant 65 km au sud de l'île. Limité vers le large par une pente abrupte, ce récif croît en hauteur du fait de la subsidence des marges (Coudray, 1977).

Le bassin des Loyauté est large d'une centaine de kilomètres; sa partie la plus profonde atteint 2350 m. Orienté Nord-Ouest/Sud-Est, il est encadré à l'Ouest par la ride de Norfolk, dont la Nouvelle-Calédonie est la partie émergée, et à l'Est par la ride des Loyauté, marquée par les trois îles principales qui lui ont donné son nom (fig. 1 et 2). Les premières études en mer de cette région, entre 20° et 23°S, furent surtout des reconnaissances sismiques, bathymétriques et magnétiques (campagnes Coriolis, Danaïdes, Eva, Mobil, Austradec, Zoé, Gulf, Géorstom) ainsi que des levés effectués par le Service Hydrographique de la Marine (Dubois *et al.*, 1974; Bitoun et Récy, 1982).

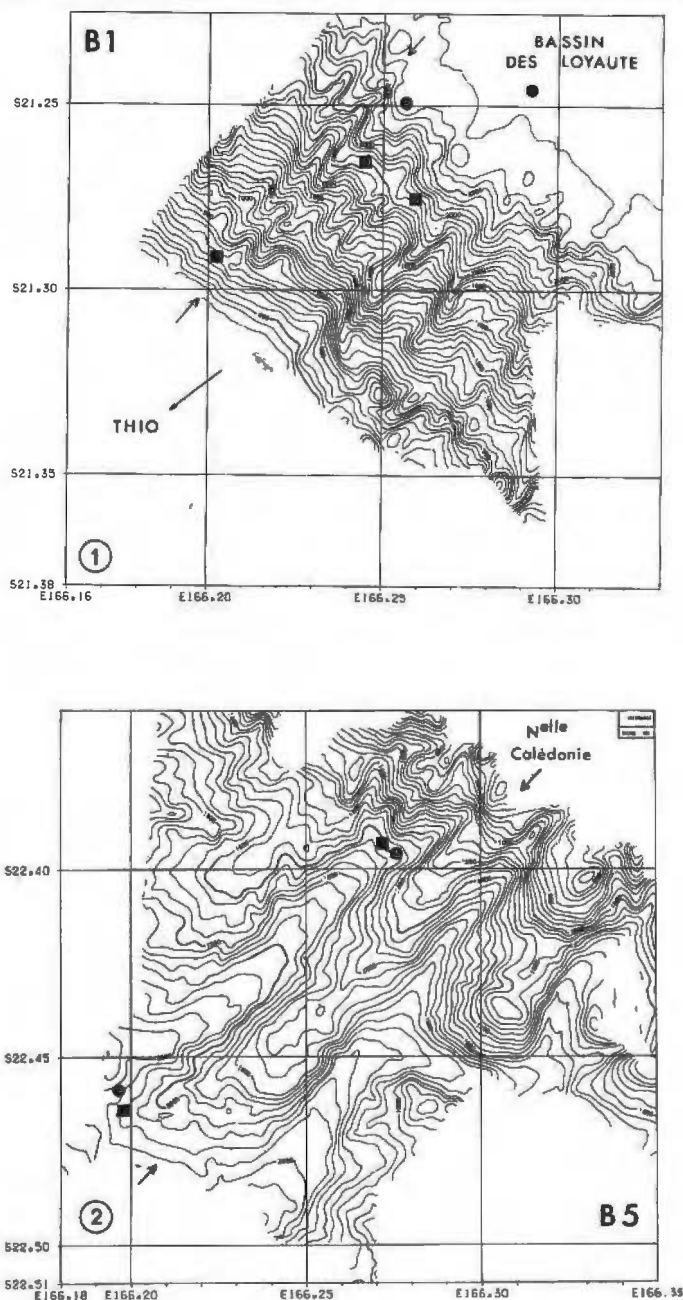
La ride des Loyauté est une chaîne volcanique dont l'édification a sans doute débuté avant l'Éocène supérieur, pour se poursuivre jusqu'au Miocène supérieur (11 à 9 Ma selon Baubron *et al.*, 1976). Elle est recouverte de sédiments carbonatés incluant des calcaires récifaux dont les plus anciens ont fourni des fossiles pliocènes. Les îles de Maré, Lifou et Ouvéa, qui jalonnent cette ride, sont des atolls quaternaires soulevés au niveau du bombement qui affecte la plaque australienne avant son enfoncement plus à l'Est vers la fosse des Nouvelles-Hébrides (Dubois *et al.*, 1974).

## GRANDS TRAIT MORPHOSTRUCTURAUX MIS EN ÉVIDENCE

### Morphologie des pentes

Les bordures des rides sont inclinées en moyenne de 3,5° à 11,5°. Les pentes sont plus fortes de part et d'autre de Lifou où leur partie supérieure peut atteindre 16 à 19°. Le talus bathyal se situe entre 400 et 1600 à 1900 m de part et d'autre de la Nouvelle-Calédonie et au sud-ouest de Lifou, entre 400 et 2400 m au nord-est de cette île (planches 1 et 2).

Les pentes ne sont pas régulières: on y perçoit des paliers, probablement délimités par des fractures parallèles à l'axe des rides, fractures qui déterminent la disposition en gradins des talus. Trois paliers sont très nets au sud-ouest et au nord-est de la Nouvelle-Calédonie (planche 1) et au nord-est de l'île des Pins (fig. 3). Ils sont moins apparents au nord-est de Lifou (planche 2, fig. 1). Le pied de la pente peut correspondre à une



### Planche 1

Cartes «Seabeam» du talus bathyal au large de la Nouvelle-Calédonie. Échelle: 1/280 000. ●: sondages Kullenberg (KK)

■: sondages Usnel (KG).

Figure 1: secteur Nord-Est au large de Thio. Stations de carottage, du haut de la pente vers le bassin: KG 103, KG 101 (NE) et KG 102 (SW), KK 100, KK 107.

Figure 2: secteur Sud-Ouest au large de Nouméa. Stations de carottage, du haut de la pente vers le bassin: KG 24 et KG 25, KK 21 et KG 22.

Les profils morphologiques de la figure 1B ont été réalisés le long des interfluvies indiqués sur les deux cartes par les flèches.

Seabeam maps of the bathyal slope off New-Caledonia. Scale: 1/280 000.

Figure 1: NE area off Thio.

Figure 2: SW area off Noumea.

simple modification de l'inclinaison moyenne du talus (planche 1, fig. 1), être régulièrement concave (planche 1, fig. 2), ou en marche d'escalier (planche 2, fig. 2 et fig. 3). Les pentes sont creusées sur tout ou partie de leur longueur par des canyons longs de plusieurs kilomètres (jusqu'à 25), larges de 1 à 3 km et profonds de 100 à 500 m. Les plus spectaculaires ont été reconnus

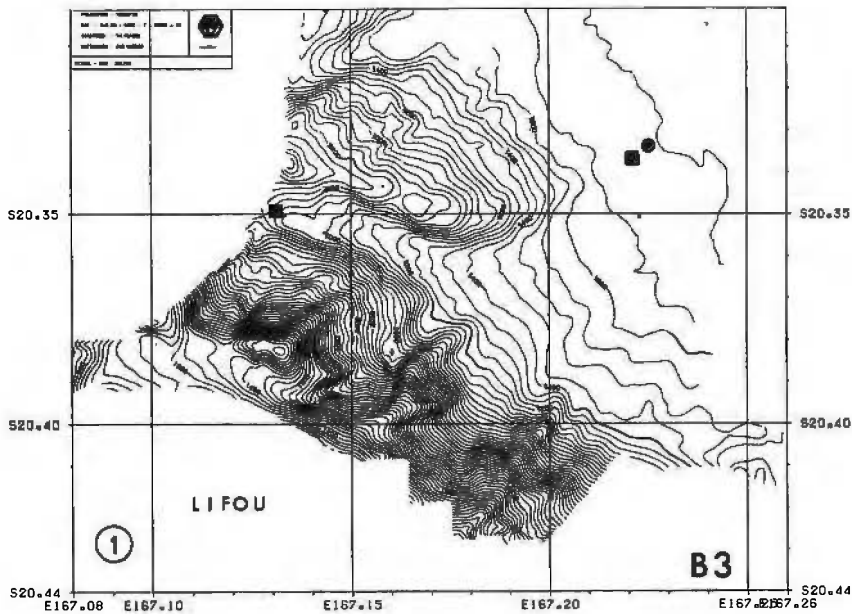


Planche 2

Cartes «Seabeam» du talus bathyal au large des îles Loyauté. Échelle: 1/280 000.

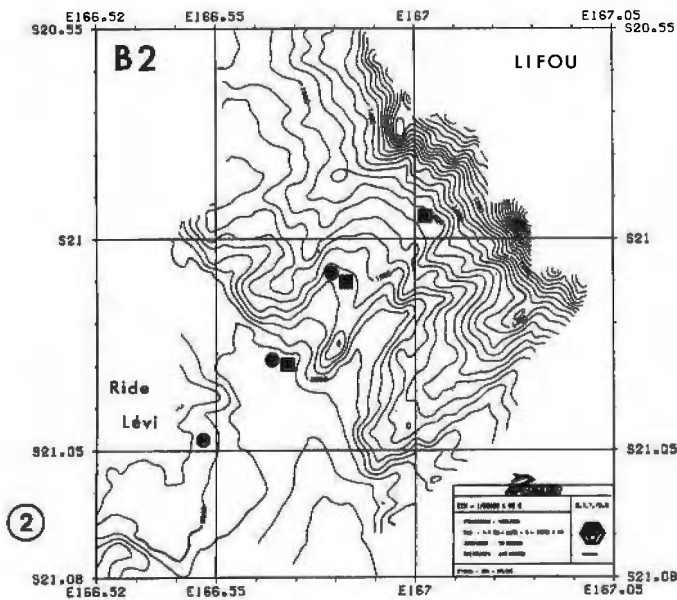
Figure 1: secteur au Nord-Est de Lifou. Stations de carottage, du haut de la pente vers le bassin: KG 19, KG 16, KK 18.

Figure 2: secteur au Sud-Ouest de Lifou. Coin SW: extrémité sud de la ride Lévi. Stations de carottage, du haut de la pente vers le bassin: KG 85, KG 87 et KG 86, KK 88 et KG 89, KK 20.

*Seabeam maps of the bathyal slope off Loyalty islands. Scale: 1/280 000.*

*Figure 1: NE area off Lifou.*

*Figure 2: SW area off Lifou.*



au sud-ouest de la Nouvelle-Calédonie (planche 1, fig. 2).

L'orientation générale de ces canyons est le plus souvent parallèle aux lignes de plus grande pente. Plus cette dernière est forte, plus le talus est découpé en larges zones concaves séparées par d'étroits éperons. Ceci évoque une morphologie d'érosion gravitaire déterminée par de vastes glissements en masse; c'est le cas au nord-est de Lifou (planche 2, fig. 1) où les matériaux glissés forment d'importantes accumulations en bas de pente décelées par échosondage. Le tracé des canyons paraît fréquemment dévié par des directions obliques par rapport à la pente (planche 1, fig. 1 et 3) mais qu'il est difficile de définir avec précision à partir des seules cartes bathymétriques. Certains de ces accidents découpent et décalent les paliers signalés plus haut (planche 1, fig. 1).

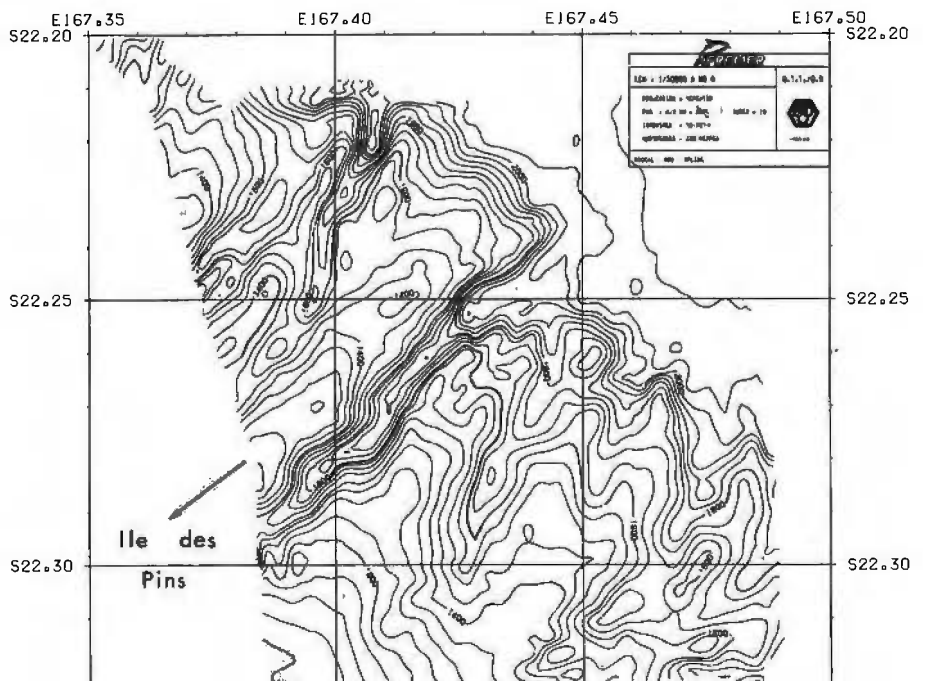


Figure 3

Carte «Seabeam» (B4) du talus bathyal au large de l'île des Pins. Échelle: 1/280 000.

*Seabeam map (B4) of the bathyal slope off l'île des Pins. Scale: 1/280 000.*



Au nord-est de Lifou, un bloc plurikilométrique se détache du reste de la pente entre 2 700 et 3 600 m de profondeur (planche 2, fig. 1); il s'ajoute aux autres caractères déjà évoqués pour donner à la morphologie de ce talus un aspect global très différent de celui des autres secteurs cartographiés.

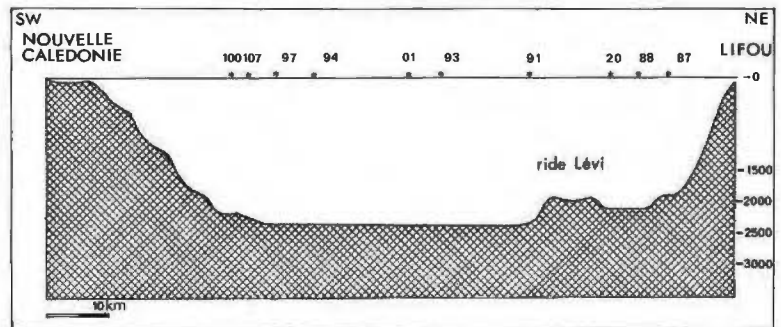
### Morphologie du bassin

L'échosondage a révélé une plaine abyssale très plate, d'une profondeur moyenne de 2 350 m (fig. 4), dont le seul accident topographique notable est une ride NNW-SSE, appelée ride Lévi, découverte au large de Lifou. Elle est large d'une dizaine de kilomètres et s'élève de 200 à 400 m au-dessus des fonds avoisinants; les leviers Seabeam ont montré qu'elle s'envoyait très rapidement vers le Sud (planche 2, fig. 2) mais n'ont pu préciser son extension vers le Nord (fig. 2 A). L'origine de cette ride est encore inconnue. Au pied de la pente néocalédonienne, il existe par ailleurs un petit bourrelet correspondant à des matériaux resédimentés (fig. 4).

Figure 4

Profil bathymétrique transversal du bassin des Loyauté entre la Nouvelle-Calédonie et l'île de Lifou (archipel des Loyauté). Emplacements des sondages Kullenberg indiqués par les numéros des sites.

*Transverse bathymetric profile of the Loyalty basin between New-Caledonia and Lifou island (Loyalty archipelago). Locations of Kullenberg corings are designated by numbers.*



### LA SÉDIMENTATION SUR LES PENTES

La cartographie Seabeam a permis de révéler le rôle majeur de l'érosion dans la morphogenèse du talus, en montrant notamment la largeur des canyons dans quatre des cinq zones explorées (B2, B3, B4, B5). Les nombreux blocs de vase consolidée perforés par des organismes, dragués sur les pentes ou au pied des escarpements, prouvent également ce rôle. Toutefois, les profils de sondage acoustique comme les carottages effectués à diverses profondeurs montrent que les talus sont drapés de sédiments récents au moins dans leurs parties les moins accidentées. Ce sont des vases molles, jaunes à brun-jaune dans les premiers décimètres, devenant compactes, grises à gris-verdâtre au-dessous.

Trois carottes Usnel prélevées au nord-est de la passe de Thio, à 630, 1 750 et 1 810 m, sont constituées de boue hémipélagique brun-jaune, non structurée, à débris planctoniques et benthiques. De part et d'autre de Lifou, les sédiments de la pente sont agencés en une alternance de turbidites bioclastiques décimétriques et de boues hémipélagiques beiges. Au sud-ouest de la Nouvelle-Calédonie, enfin, le canyon le plus occidental de la zone B5 contient à sa tête (1 600 m de profondeur), 50 cm d'hémipélagites jaune beige surmontant une coulée boueuse à éléments centimétriques polygéniques empruntés soit à la pente (vases consolidées de couleurs diverses) soit au complexe récifal (calcaires clairs, bioclastiques, très indurés). Ces derniers éléments sont du

reste dragués jusqu'à plus de 2 000 m de profondeur dans le même secteur. Au débouché de ce canyon (2 100 m), on trouve des hémipélagites alternativement claires et sombres sur 3,5 m (fig. 5). D'une manière générale, la présence d'un revêtement hémipélagique systématique sur les pentes prouve que les remaniements gravitaires y sont relativement espacés. Ceux-ci se marquent cependant localement par une ablation de la partie oxydée des dépôts.

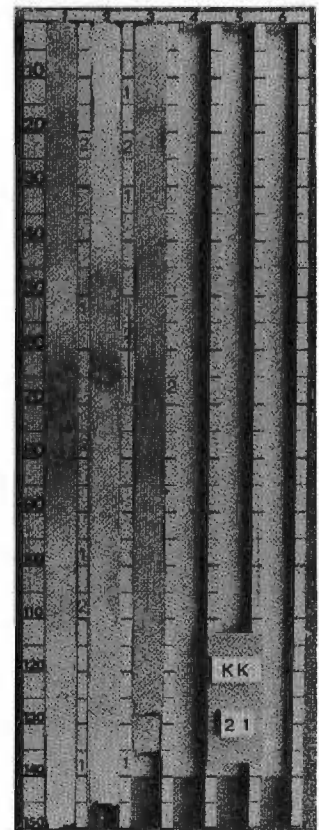
En haut des pentes, entre 300 et 1 000 m, une riche faune benthique (échinodermes, éponges, hexacoralliaires ahermatypiques, mollusques) produit d'abondants bioclastes qui se diluent au sein d'un sédiment hémipélagique dominé par les éléments planctoniques (coccolithes, radiolaires, foraminifères — *Globigerinoides*, *Orbulina*, *Globorotalia*, *Candeina* — et, localement, une forte densité de ptéropodes).

Les sédiments présentent un biofaciès à dominante pélagique à partir de 1 500 m environ. Une analyse préliminaire des foraminifères benthiques (Coustillas,

Figure 5

Sondage 21, au pied de la pente Sud-Ouest de la Nouvelle-Calédonie (zone B5). Alternance de boues claires, enrichies en carbonates (1) et de boues sombres, enrichies en argile et en carbone organique (2).

*Coring 21, at the foot of the south-western slope of New-Caledonia (B5 area). Alternation of pale carbonate-rich, and dark clay organic carbon-rich oozes.*



1986) montre que des formes de l'environnement récifal (*Amphistegina*, *Cycloclypeus*, *Baculogypsinoidea*, *Heterostegina*, *Peneroplis*, *Planorbulina*) ont été transportées jusque dans le domaine profond. C'est le cas notamment au nord-est d'Ouvéa et de Lifou, en direction de la fosse des Nouvelles-Hébrides, où de tels éléments ont été retrouvés par 3 680 m de fond (KG 16 dans la zone d'épandage à l'aval du grand canyon NNW-SSE de la zone B3, planche 2, fig. 2). Ces éléments sont en revanche absents de stations moins profondes situées en dehors des canyons. Ces derniers semblent donc susceptibles d'assurer un transit presque direct du matériel de la plate-forme externe vers le milieu profond. A ce matériel sont toujours mélangés, en plus ou moins grandes quantités, des éléments prélevés aux pentes.

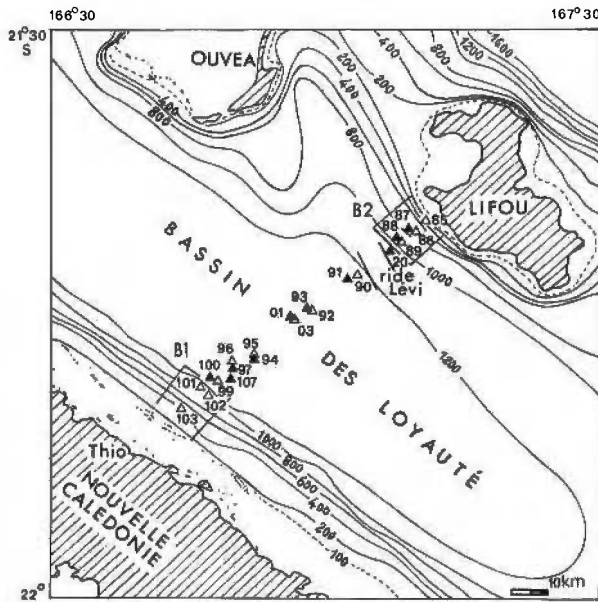


Figure 6  
Localisation des carottages Usnel ( $\Delta$ ) et Kullenberg ( $\blacktriangle$ ) le long de l'itinéraire Thio-Lifou et emplacements des levés « Seabeam » B1 et B2.

Location of Usnel ( $\Delta$ ) and Kullenberg ( $\blacktriangle$ ) corings along the Thio-Lifou profile.

## LA SÉDIMENTATION DANS LE BASSIN DES LOYAUTÉ

Le long de l'itinéraire Thio-Lifou (fig. 6), les carottages révèlent un sédiment beige à jaune-brun en surface, gris à gris-verdâtre en profondeur, formé d'une succession de turbidites et d'hémipélagites bioturbées. La base des turbidites, souvent ravinante, est constituée de silt ou de sable bioclastique très riche en restes planctoniques collectés sur le fond, auxquels sont mêlées des formes allochtones provenant du récif et du talus et qui se raréfient considérablement en direction du centre du bassin. La microfauve benthique des hémipélagites, remaniée aussi dans les turbidites, est peu abondante (souvent moins de 0,5%) mais remarquablement diversifiée tout en étant dominée par des formes agglutinantes tubulaires ou branchues de milieu profond (*Rhizammina*, *Sacchorhyza*, *Planulina*, *Pyrgo*, *Ceratobulimina*, *Anomalina*, etc.).

Les boues recouvrant les niveaux sableux ou silteux correspondent à la fois aux termes supérieurs des

séquences turbiditiques et à des hémipélagites. A l'exemple de travaux antérieurs (Rupke et Stanley, 1974; Foucault *et al.*, 1986), nous nous sommes fondés sur la variation verticale de la taille moyenne des grains pour différencier ces deux types de dépôt. La médiane diminue en effet de bas en haut dans les turbidites (fig. 7) et réaugmente dans les hémipélagites, sous l'effet essentiellement d'un accroissement de la teneur en sable.

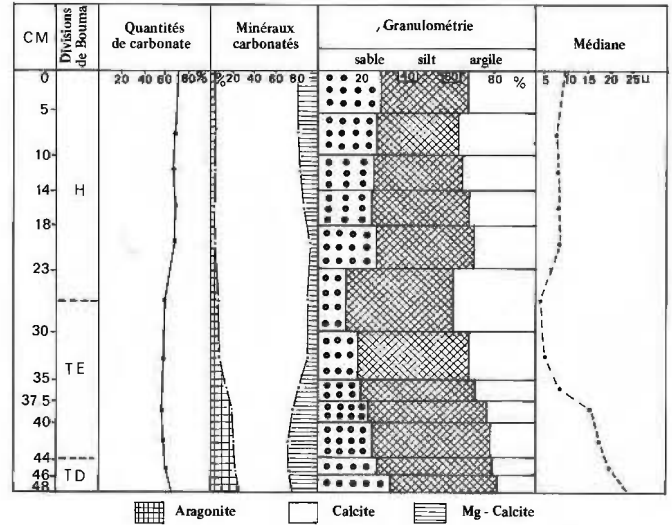


Figure 7

Variation de quelques paramètres granulométriques et minéralogiques le long de la séquence S8 (carotte 97) TD, TE : turbidite; H : hémipélagite.

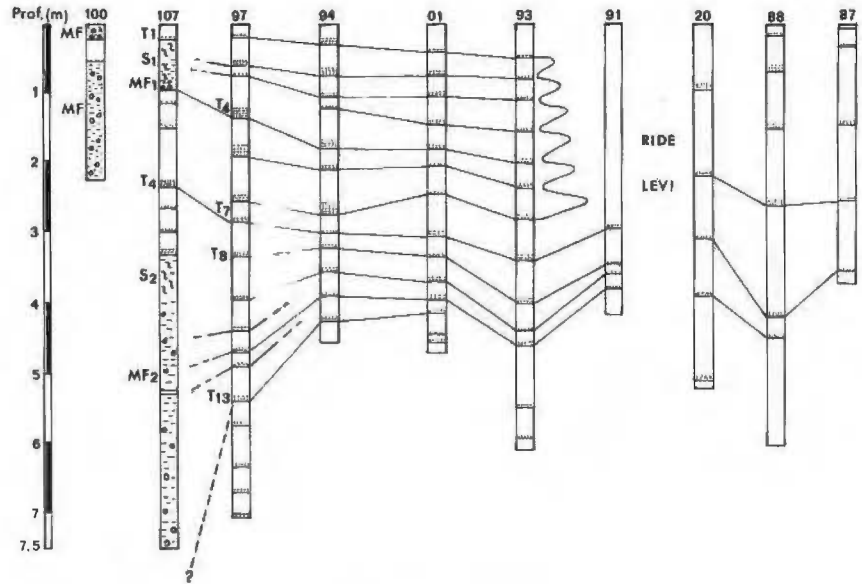
Variation of some granulometric and mineralogical parameters through the S8 sequence (core 97).

Les corrélations entre carottes (fig. 8) sont fondées sur une analyse séquentielle distinguant, dans les sites 107 et 97, des unités élémentaires (turbidite + hémipélagite ou, proximale, mud-flow + slump + turbidite + hémipélagite) regroupées en superséquences marquées par une diminution de bas en haut de la grossièreté des bases de turbidites (Liu et Cotillon, sous presse). Le schéma proposé montre que les niveaux grossiers de ces dernières diminuent en nombre et en épaisseur de la marge néo-calédonienne à la ride Lévi. Les niveaux resédimentés pourraient constituer un éventail très surbaissé (éventail de Thio, Liu, 1988) passant latéralement à des hémipélagites et débutant au Sud-Est par un mélange de turbidites, de coulées boueuses et de slumps, reconnus dans la carotte 107 forée au pied de la marge (planche 1, fig. 1 et 9). Des indices de ravinement, pouvant correspondre à des chenaux distributaires, sont présents jusqu'au site 94 (fig. 6). Un profil caractéristique de cet éventail n'a pu être observé par échosondage, en raison d'une forte subsidence tectonique localisée dans sa partie proximale (Liu et Cotillon, sous presse).

Au nord-est de la ride Lévi, les hémipélagites dominent; elles sont entrecoupées de turbidites distales dont la base est formée de silts bioclastiques, plus rarement de sables bioclastiques. La sédimentation est donc ici tout à fait conforme au caractère de l'arrière-pays: une île très plate, ne dépassant pas 100 m d'altitude, constituée uniquement de calcaires récifaux.

Figure 8

Corrélation des différentes carottes exécutées le long de l'itinéraire Thio-Lifou. MF: mud-flow, S: slump, T: turbidite.  
 Correlations between cores extracted along the Thio-Lifou profile. MF: mud flow. S: slump. T: turbidite.



Les datations par le <sup>14</sup>C du sédiment total sont difficiles en raison de l'importance des dépôts turbiditiques et de celle de la bioturbation. Le calcul des taux de sédimentation actuel et récent ne peut donc être qu'approximatif. Seuls les résultats obtenus au sommet de la carotte 97 (fig. 10) offrent une certaine cohérence. Cette alternance de turbidites et d'hémipélagites a fourni 3 âges qui sont respectivement, pour les dépôts hémipélagiques, de 4 750 ans pour les 5 cm supérieurs, de 16 000 ans à 70 cm et supérieur à 30 000 ans à 1,7 m de profondeur. Le taux de sédimentation entre 16 000 et 5 000 ans est donc de 6,1 cm/1 000 ans de dépôts faiblement compactés dans une partie du bassin relativement bien alimentée car assez proche de la passe de Thio.

Depuis l'Éocène supérieur, plus de 8 000 m de matériaux se sont entassés dans le bassin des Loyauté, dont 1 200 m non consolidés (Bitoun et Récy, 1982), ce qui correspond à un taux moyen de 20 cm/1 000 ans de dépôts essentiellement détritiques, donc à taux de compaction faible. Seule leur partie supérieure, plio-pléisto-

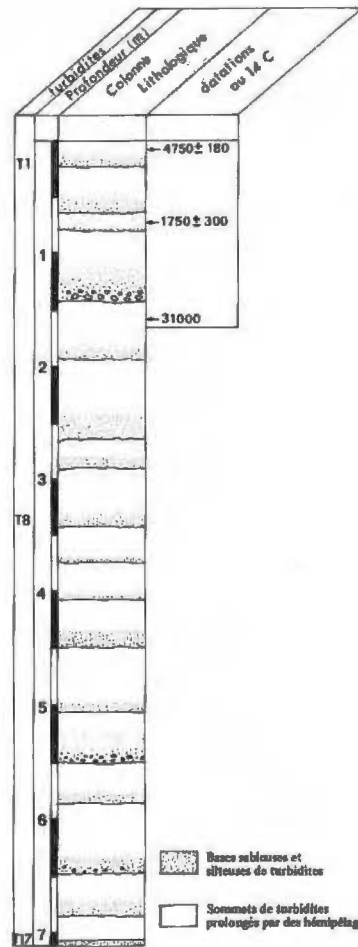


Figure 10

Constitution de la carotte 97 et datations au <sup>14</sup>C dans des hémipélagites de sa partie supérieure.  
 Fabric of core 97 and <sup>14</sup>C datings from upper hemipelagites.

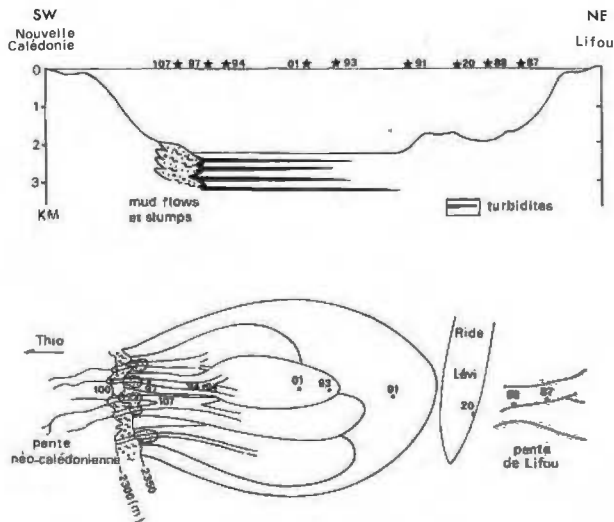


Figure 9

Reconstitution de l'éventail profond de Thio (adapté de Walker 1978, in Liu 1988). Les numéros désignent les emplacements des forages Kullenberg.  
 Reconstruction of the Thio deep-sea fan (adapted from Walker 1978). Numbers indicate the location of Kullenberg corings.

cène, doit être de nature argilo-carbonatée comme celle des couches récentes envisagées ici. En admettant pour l'ensemble un taux de compaction moyen de 1,5, la colonne sédimentaire décompactée atteindrait une épaisseur de 12 km de dépôts dans un état comparable à celui des carottes étudiées dans ce travail; le taux moyen de sédimentation correspondant serait alors de 30 cm/1 000 ans. On peut donc retenir qu'entre 16 000 et 5 000 ans B.P., la vitesse de remplissage du bassin était vraisemblablement 5 à 6 fois moins grande que la vitesse moyenne calculée depuis l'Éocène supérieur.

## COMPOSITION ET ÉVOLUTION DES SÉDIMENTS

Tous les sédiments étudiés contiennent cinq types de constituants.

*Une phase terrigène (5 à 40%)*

Elle est surtout formée d'argiles : illite, chlorite et smectite; cette dernière est relativement plus abondante dans le centre du bassin et au nord-est de Lifou, soit en raison d'un phénomène de sédimentation différentielle au profit de ce minéral en petits cristaux, soit à cause d'une néoformation à partir de produits pyroclastiques. À part l'argile, on met en évidence du quartz, des feldspaths, des micas, des pyroxènes, de la goethite, de la gibbsite, différentes serpentines, l'ensemble représentant environ 20% de la phase terrigène.

*Une phase bioclastique d'origine récifale*

Son importance peut être évaluée par comptage (ou par appréciation semi-quantitative) des divers débris (madréporaires, algues calcaires, foraminifères benthiques, bivalves, bryozoaires, gastéropodes) qui la constituent. On constate que cette phase peut être prépondérante, en haut des pentes notamment, où de véritables sables bioclastiques ont été récoltés. Ces derniers peuvent être précocement cimentés et donner des dalles dont un fragment a été dragué par 460 m de fond au large de Thio. Comme cela a été mentionné plus haut, la proportion de bioclastes diminue très vite en allant vers le centre du bassin. Ils sont exclusivement localisés à la base des turbidites, pouvant conduire à des enrichissements en aragonite et en calcite fortement magnésienne (fig. 7).

Dans la séquence S<sub>8</sub> de la carotte 97, la calcite fortement magnésienne diminue en proportion de la base au sommet de la turbidite, puis augmente à nouveau dans l'hémipélagite sus-jacente, ce qui témoigne peut-

être d'une recolonisation du fond par des faunes au squelette calcaire magnésien, par exemple des échinodermes. À l'appui de cette hypothèse, des dragages ont montré que près des pentes néocalédoniennes, le fond était souvent envahi d'ophiures et d'astéries formant d'abondantes colonies à caractère opportuniste, ces espèces représentant à elles seules 95 à 98% de l'ensemble de la faune.

Deux observations montrent qu'une partie de la boue calcaire est également issue des plates-formes carbonatées, et peut-être aussi des pentes :

— Dans les sédiments actuels, extraits par carottage Usnel, la proportion de carbonates diminue de la bordure au centre du bassin (Pannetier, 1986); le phénomène ne peut être attribué à la dissolution, tout au moins pour la calcite, puisque la profondeur n'excède jamais 2350 m.

— Les proportions d'aragonite et de calcite fortement magnésienne suivent la même évolution (Pannetier, 1986; Liu, 1988, fig. 11 et tableau); or la calcite fortement magnésienne est le plus souvent liée à des milieux de plate-forme; le cas de l'aragonite est moins probant car elle constitue le test des ptéropodes dont la dissolution est possible en profondeur (Byrne *et al.*, 1984).

*Une phase bioclastique d'origine bathyale*

Elle n'est jamais très importante et comprend des spicules d'éponges, des sclérites d'holothuries, des foraminifères benthiques surtout arénacés, des fragments d'échinodermes et de mollusques. Certains débris (foraminifères benthiques, spicules de spongiaires) ont des pourcentages qui diminuent de bas en haut dans les turbidites puis qui augmentent dans les hémipélagites sus-jacentes.

*Une phase planctonique*

C'est le constituant essentiel des boues calcaires. Elle est formée par des coccolithes, des foraminifères et des

Tableau

Minéralogie des carbonates dans la fraction boueuse des sédiments de surface du bassin des Loyauté, le long de l'itinéraire Thio-Lifou. Correspondance entre les numéros de la figure 9 et les carottages Usnel.

Carbonate mineralogy in the mud fraction of surface sediments in the Loyalty basin, along the Thio-Lifou profile. Correspondences between the numbers of Figure 9 and Usnel corings are mentioned.

Numéro	Échantillon	Profondeur (m)	Minéralogie des carbonates (%)			
			Carbonates totaux	Aragonite	Mg-calcite	Calcite
1	KG 252	330	88	24	50	26
2	KG 103	630	76	18	45	37
3	KG 102	1810	72	14	10	76
4	KG 101	1790	71	18	8	74
5	KG 99	2300	71	13	8	79
6	KG 96	2360	60	12	9	79
7	KG 95	2350	59	13	11	76
8	KG 03	2340	65	20	17	63
9	KG 92	2320	61	16	12	72
10	KG 90	2225	75	12	11	77
11	KG 89	2067	81	15	8	77
12	KG 86	1860	83	14	14	72
13	KG 254	960	92	24	35	41
14	KG 19	2900	81	11	19	70
15	KG 16	3680	60	3	5	92



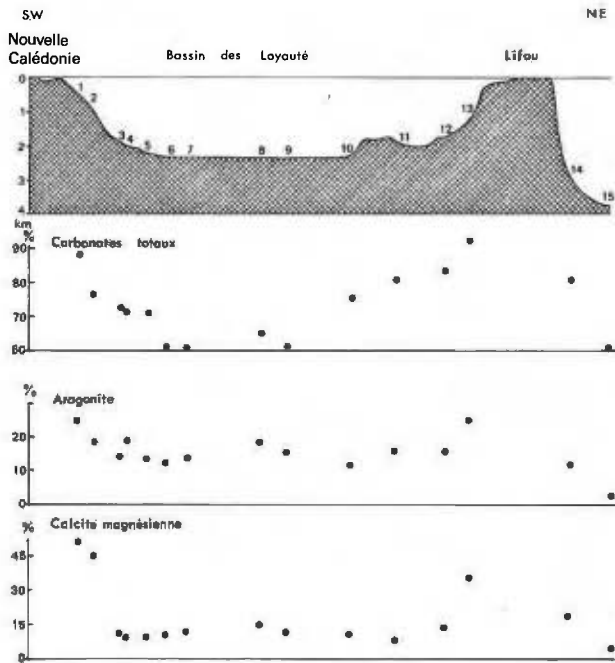


Figure 11

Répartition des minéraux carbonatés dans les sédiments de surface du bassin des Loyauté récoltés par carottage Usnel. Voir tableau 1 pour les proportions des différents minéraux et les correspondances entre les numéros et les carottes Usnel. Les teneurs un peu anormales de l'échantillon n° 8 indiquent peut-être une alimentation supplémentaire du bassin à ce niveau.

*Distribution of carbonate minerals in surface sediments of the Loyalty basin.*

ptéropodes auxquels s'ajoutent des radiolaires, toujours en faibles concentrations, et, de façon exceptionnelle, des diatomées. Les ptéropodes abondent dans les sédiments de moyenne profondeur (500 à 1 000 m) au point de constituer de véritables sables; c'est le cas sur le seuil entre Ouvéa et Lifou, surtout aux endroits où les boues ont été vannées par les courants. La répartition des ptéropodes dépend donc d'un éventuel tri mécanique, mais aussi probablement d'une dissolution affectant particulièrement l'aragonite, même au-dessus de 2 000 m (Betzer *et al.*, 1984; Byrne *et al.*, 1984).

Notons que le pourcentage en foraminifères planctoniques tend à se stabiliser à la limite entre turbidite et hémipélagite.

#### Une phase pyroclastique

Elle est présente, en faible quantité, dans tous les types de dépôt. Il s'agit de ponces millimétriques ou centimétriques ou de petits éclats de verre volcanique généralement peu altérés.

## CONCLUSION

Les leviers topographiques montrent que la morphologie en gradins de la marge nord-est calédonienne (Bitoun et Récy, 1982) se retrouve également au sud-ouest de la Grande-Terre, en bordure du bassin de la Nouvelle-Calédonie. La zone explorée de ce côté de

l'île prolonge, vers le Sud-Est, celle récemment étudiée par Rigolot et Pelletier (1988), marquée elle aussi par des escarpements échelonnés le long de la pente. Les accidents tectoniques Nord-Ouest/Sud-Est, parallèles à l'axe de la ride de Norfolk, qu'implique cette morphologie, sont sans doute importants pour expliquer la subsidence des marges dont les effets ont été reconnus au cours du Quaternaire (Coudray, 1977); ce sont aussi des facteurs possibles de contrôle à la fois de l'érosion s'exerçant sur les pentes et du transit des matériaux sédimentaires vers le bassin. Les canyons creusés le long des pentes sont parfois guidés par des directions structurales, notamment Nord-Est/Sud-Ouest. D'importance très variable, ces canyons présentent des degrés d'évolution en rapport avec le volume des matériaux qu'ils guident le long de la pente. Les plus étroits se localisent au large de la passe de Thio, qui fournit de grandes quantités de sable et d'argiles. D'une façon générale, les pentes bordant les bassins sont beaucoup plus marquées par l'érosion que par la sédimentation; la vase que l'on y rencontre ne forme que des revêtements locaux et temporaires, tôt ou tard remobilisés par des processus gravitaires. Les bioclastes qui se mêlent à la boue proviennent à la fois du récif surplombant les pentes, des riches faunes benthiques peuplant ces dernières entre 300 et 1 000 m de profondeur, et des communautés planctoniques (foraminifères et ptéropodes surtout).

Les carottages effectués le long de l'itinéraire Thio-Lifou permettent de se faire une première idée des modalités de la sédimentation dans le bassin des Loyauté. Les dépôts sont constitués d'une alternance de turbidites issues des pentes bordières et d'hémipélagites, le tout contenant 60 à 70% de calcaire. Dans le secteur exploré, l'alimentation du bassin est assurée essentiellement par la marge néocalédonienne, à partir de laquelle les turbidites s'étalent sur une cinquantaine de kilomètres, véhiculant un mélange de boues et de débris calcaires de péri-plate-forme, d'argiles héritées du continent et de boues hémipélagiques remobilisées. La marge sud-ouest de Lifou fournit des dépôts turbiditiques plus calcaires mais beaucoup moins abondants; leur progression dans le bassin est rapidement bloquée par la ride Lévi.

Une estimation du taux de sédimentation dans le bassin des Loyauté, fondée sur quelques datations au  $^{14}\text{C}$ , aboutit au chiffre d'environ 6 cm/1 000 ans entre 16 000 et 5 000 ans B.P., soit 5 à 6 fois moins que le taux calculé depuis l'Éocène supérieur, au moment où le remplissage du bassin a débuté. Ce ralentissement s'est sans doute produit au Pléistocène, au moment où le récif-barrière s'est édifié autour de la Nouvelle-Calédonie, interposant un écran entre le bassin et les sources de matériaux terrigènes. Les études sédimentologiques et paléontologiques en cours, ainsi que les résultats de la campagne Biogeocal, effectuée en 1987, permettront de compléter et de préciser ce modèle d'environnement bathyal. Une comparaison est envisagée avec des bassins carbonatés analogues de la marge téthysienne mésozoïque.

## Remerciements

Le Professeur M. Roux, l'un des promoteurs du programme « Envimarges » dans lequel s'est inscrite la campagne Biocal, nous a fait bénéficier de son expérience des milieux marins profonds lors de nombreuses discussions.

M. C. Levi, professeur au Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, chef de mission de la campagne Biocal, a accepté l'embarquement, proposé par M. Roux, de quatre sédimentologues et de deux paléontologistes à bord du Jean Charcot pour une étude pluridisciplinaire des fonds sous-marins.

La Compagnie Française des Pétroles, en la personne de M. P. Legrand, Directeur du laboratoire Explora-

tion, a bien voulu participer au programme Biocal par l'embarquement de F. Coustillas.

Pour la géologie, une assistance scientifique et technique a été assurée au cours de la campagne Biocal par J. Récy et ses collaborateurs (laboratoire de Géophysique, Centre ORSTOM de Nouméa).

Les datations au  $^{14}\text{C}$  ont été réalisées par C. Evin, ingénieur CNRS, Directeur du Centre de datations et d'analyses isotopiques, Université Claude Bernard-Lyon 1.

Des aides ont été consenties par le CNRS (URA n° 11 Lyon et URA n° 157 Dijon) pour l'étude des échantillons en laboratoire.

## RÉFÉRENCES

- Baubron J.-C., J. H. Guillon, et J. Récy (1976). Géochronologie par la méthode K/Ar du substrat volcanique de l'île Maré, archipel des Loyauté (Sud-Ouest Pacifique). *Bull. Bur. Rech. géol. min.*, 2, 4, 3, 165-175.
- Betzer P. R., R. H. Byrne, J. G. Acker, C. S. Lewis, R. R. Jolley et R. A. Feely (1984). The oceanic carbonate system: a reassessment of biogenic controls. *Science*, 226, 1074-1077.
- Bitoun G. et J. Récy. (1982). Origine et évolution du bassin des Loyauté et de ses bordures après la mise en place de la série ophiolitique de Nouvelle-Calédonie. *Trav. Doc. ORSTOM*, 147, 505-539.
- Byrne R. H., J. G. Acker, P.R. Betzer, R. A. Feely et M. H. Cates (1984). Water column dissolution of aragonite in the Pacific Ocean. *Nature*, 312, 5992, 321-326.
- Cotillon P., F. Coustillas, C. Gaillard, B. Laurin, A. Pascal, P. Rigolot, M. Rio et M. Roux (1985). Résultats géologiques préliminaires de la campagne Biocal aux abords de la Nouvelle-Calédonie (SW Pacifique). S.G.F. «Géologie des Océans», Bordeaux, p. 14.
- Coudray J. (1977). The main events of the sedimentary and structural history of New-Caledonia from the Oligocene to the present day. *International Symposium on Geodynamics in South-West Pacific, Nouméa 1976*, Technip Éd., Paris, pp. 217-228.
- Coustillas F. (1986). Mission Biocal, bassin des Loyauté (Nouvelle-Calédonie). Rapport micropaléontologique préliminaire (1985). Total CFP Dir. Expl. RL, n° 3841, Rapport interne.
- Dubois J., J. Launay et J. Récy (1974). Uplift movements in New - Caledonia - Loyalty Islands area and their plate tectonics interpretation. *Tectonophysics*, 24, 1/2, 133-150.
- Foucault A., F. Baltzer, G. Glaçon et D. Lellouche (1986). Turbidites et hémipelagites sur la pente sud de la ride du Var (mer Ligure, Méditerranée occidentale). *Bull. Soc. géol. Fr.*, 2, 4, 675-679.
- Liu J. D. (1988). Sédimentation actuelle et récente dans le bassin des Loyauté entre Thio et Lifou (Nouvelle-Calédonie, Pacifique Sud-Ouest). *Thèse Doctorat, Université Lyon-I*, 134 pp.
- Pannetier W. (1986). Les sédiments actuels du bassin des Loyauté, Sud-Ouest Pacifique (mission Biocal 1985). *Rapport DEA Sédipal, Université Lyon-I*, 25 pp.
- Rigolot P. et B. Pelletier (1988). Tectonique compressive récente le long de la marge ouest de la Nouvelle-Calédonie: résultats de la campagne ZOE 400 du N/O Vauban (mars 1987). *C.R. Acad. Sci., Paris, sér. II*, 307, 179-184.
- Routhier P. (1953). Étude géologique du versant occidental de la Nouvelle-Calédonie entre le col de Boghen et la pointe d'Arama. *Mém. Soc. géol. Fr.*, 31, 1/3, 1-34, n° 67, 271 pp.
- Rupke N. A. et D. J. Stanley (1974). Distinctive properties of turbidites and hemipelagic mud layers in the algero-balearic basin, Western Mediterranean Sea. *Smithson. Contr. Earth Sci.*, 13, 40 pp.
- Stow D. A. V. et D. J. V. Piper (1984). Fine grained sediments: deep water processes and facies. *Geol. Soc. spec. publ.*, n° 15, 659 pp.
- Walker R. G. (1978). Deep water sandstone facies and ancient submarine fans: models for exploration for stratigraphic traps. *A.A.P.G. Bull.*, 62/2, 932-966.