

**CAMPAGNE BIOCAL :**  
ENVIRONNEMENT BATHYAL ACTUEL ET RECENT  
AUX ABORDS DE LA NOUVELLE CALEDONIE

**C.Levi \* et P. Cotillon +**

\* Laboratoire de biologie des invertébrés marins et malacologie, Museum national d'histoire naturelle (URA 699 CNRS) Paris.

+ Centre des Sciences de la Terre, Université de Lyon I, Villeurbanne.

Zone : Nouvelle-Calédonie: Bassin des Loyauté, Ride de Norfolk, Ride des Loyauté.

Objectif général: Etude de l'environnement bathyal actuel et récent et étude de la faune bathyale ( 250-3000 m.)

**Liste des participants:**

Géologie : P. Cotillon, Professeur, Université de Lyon I, Centre des Sciences de la Terre, Sédimentation profonde.

C.Gaillard, Maître de conférences, Université de Lyon I. Centre des Sciences de la Terre. Bioturbation.

B.Laurin, Professeur. Université de Bourgogne, Institut des Sciences de la Terre: Brachiopodes.

A.Pascal, Maître de conférences, Université de Bourgogne, Institut des Sciences de la Terre. Sédimentation carbonatée. Minéralogie, géochimie.

M. Rio, Maître de conférences, Université de Lyon I. Centre des sciences de la Terre. Minéralogie, géochimie, diagénèse.

P. Rigolot, VAT ORSTOM Noumea: Cartographie Sea Beam.

F. Coustillas, contractuel TOTAL, Bordeaux: Micropaléontologie.

Biologie :

C. Levi, Professeur, Museum national d'histoire naturelle Paris (MNHN) Laboratoire de Biologie des invertébrés marins et malacologie (BIMM). Spongiaires.

A.Crosnier, Directeur de recherches ORSTOM, Laboratoire de Zoologie(Arthropodes) MNHN: Crustacés.

J. Forest, Professeur, MNHN, Laboratoire de Zoologie(Arthropodes): Crustacés.

C. Monnot, Sous-Directeur MNHN, BIMM: Ascidies.

A. Guille, Sous-Directeur MNHN, BIMM: Echinodermes.

C. Retière, Sous-Directeur MNHN, Dinard : Annélides.

P. Bouchet, Maître de conférences MNHN, BIMM: Mollusques.

B. Métivier, Maître de conférences MNHN, BIMM: Mollusques.

D. Doumenc, Maître de conférences MNHN, BIMM: Actinies.

B. Richer de Forges, Chargé de recherches ORSTOM, Noumea : Crustacés.

B. Séret, Chargé de recherches ORSTOM: Poissons.

J.L. Menou, ORSTOM, Noumea: Echinodermes.

E. Colin, Capitaine d'Armement, PIROCEAN, CNRS.

**OBJECTIFS:**

**Environnement bathyal actuel et récent:**

Etude de cet environnement aux abords de la Nouvelle-Calédonie, grâce à une double approche sédimentologique et écologique. Etablissement d'un bilan concernant:

la composition et les traces de populations benthiques sur les pentes bathyales et sur le fond du bassin des Loyauté; processus de leur fossilisation ( exemple des Brachiopodes et des Foraminifères ); liaison avec la configuration du fond et la nature des sédiments.

le flux particulière contribuant à la sédimentation actuelle et son évolution au cours des derniers 150.000 ans en fonction des oscillations eustatiques.

la dynamique sédimentaire et son influence sur les peuplements biologiques.

la diagénèse précoce, différée et mésogénétique et son rôle dans l'évolution des sédiments.

Les résultats devront servir, entre autres, à mieux comprendre la dynamique et les environnements des bassins sédimentaires anciens et de leurs marges, tel celui du sud-est de la France au Mésozoïque.

#### **Faune bathyale benthique.**

La faune bathyale benthique du sud-ouest de l'Océan Pacifique vivant sous la couche d'eau tropicale superficielle était presque totalement inconnue jusqu'en 1977. De 1977 à 1979, quelques dragages d'exploration ont été réalisés entre 150 et 500 mètres au sud de la Nouvelle-Calédonie, par le "Vauban" de l'ORSTOM. Ils ont montré la présence d'une faune, dont les affinités génériques et familiales permettent un rapprochement avec les faunes bathyales des autres régions intertropicales, très imparfaitement connues et révélé la présence de formes à caractères archaïques.

D'autre part, des travaux récents ont montré l'existence d'une province biogéographique néo-zélandaise originale, mais on ne sait pas encore si cette originalité correspond à la position géographique depuis longtemps isolée de la Nouvelle-Zélande, depuis la fracture du Gondwana, ou à l'hydrologie sous influence prépondérante subantarctique. Il s'agit donc de répondre à l'alternative:

la faune bathyale benthique de la région néocalédonienne appartient-elle au même domaine biogéographique que la faune bathyale d'un autre morceau du Gondwana: la Nouvelle-Zélande, dont elle partage l'histoire évolutive, en bordure de la plaque australienne, ou bien cette faune appartient-elle au vaste ensemble indopacifique et présente-t-elle plus d'affinités avec les faunes bathyales d'Asie du sud-est. La campagne BIOCAL a donc pour objectifs: l'étude de la composition des faunes bathyales sur la partie centrale de la Ride de Norfolk et sur la Ride des Loyauté.

Un échantillonnage de la faune aux divers niveaux bathymétriques, depuis l'étage infra corallien jusqu'au pied de

la pente, sur les fonds durs et détritiques et sur les fonds meubles sédimentaires;

Une comparaison de ces faunes, après identification des espèces, avec les faunes bathyales actuellement connues. Une comparaison de ces faunes avec celles du Mésozoïque, notamment européen.

#### **METHODES.**

**Cartographie par le sondeur multifaisceaux SEA BEAM:** 5 levés, d'une surface moyenne de 140 Km<sup>2</sup> ont été réalisés sur les pentes de la Nouvelle-Calédonie et sur celles de la Ride des Loyauté, de part et d'autre de l'île de Lifou.

#### **Prélèvements par carottage.**

Ont été effectués : 14 carottages Küllenberg d'une longueur moyenne de 5,5 m. et 24 carottages grande surface Usnel. Ces opérations se sont déroulées le long d'itinéraires:

1) partant du rebord des plates-formes et atteignant des profondeurs de 2000 à 3700 m. Dans les bassins de Sud Loyauté, de Nord Loyauté et de Nouvelle-Calédonie

2) recoupant le bassin des Loyauté, entre Thio et Lifou. Ce transect correspond sensiblement au profil sismique AUSTRADDEC 114 ( ORSTOM, IFP, CNEXO, Stés pétrolières françaises, 1971-1975) .

3) franchissant le seuil entre Ouvea et Lifou ( 360 à 700 m.)

Relevés bathymétriques par échosondeur 3,5 Khz.

Inventaire des traces biologiques et essai d'évaluation des variations d'intensité de la bioturbation.

Analyses classiques de laboratoire ( pétrographie et structure des sédiments, minéralogie et géochimie des phases carbonatée et terrigène). Composition en isotopes stables des sédiments. Datation au carbone 14.

#### **Prélèvements de faune benthique.**

68 opérations de récolte ont été effectuées suivant la nature des fonds par les engins suivants :

36 prélèvements par un chalut à perche, sur fonds meubles ou indurés, à tous niveaux bathymétriques.

28 dragages par drague à roche de type Waren, sur fonds durs entre 250 et 1500 m. de profondeur.

4 prélèvements à la drague épibenthique Sanders, sur des fonds de plus de 2000 m.

32 prélèvements ont été effectués entre 250 et 700 mètres, 23 entre 700 et 1500 m. et 13 au delà de 1500 m.

L'échantillonnage de la macrofaune et de la micro et meiofaune a été fait sur fonds de sable propre, de sable induré en dalles, de graviers, de détritique corallien, de débris de Stylastérides et sur fonds meubles à Ptéropodes ou sur boues jaunes profondes.

La majorité des récoltes provient de la Ride de Norfolk entre 22° et 25° S., des difficultés de treuillage ne permettant qu'un très petit nombre de prélèvements sur la Ride des Loyauté.

La majorité des prélèvements a été réalisée dans la grande thermocline entre 250 et 1000 m.,

à des températures décroissant de 20° à 5°.

L'identification des espèces récoltées a été confiée à un ensemble international de taxonomistes sous la conduite du laboratoire de biologie des invertébrés marins et malacologie du Museum national

## RESULTATS

**La morphologie des pentes sous-marines néocalédoniennes est actuellement soumise à un double contrôle:**

1) une tectonique distensive découpant des blocs disposés en gradins parallèles à l'allongement des rides de Norfolk (Nlle Calédonie) et des Loyauté.

2) une érosion active matérialisée par de nombreux canyons:

-les pentes sont le siège d'une sédimentation hémipélagique calcaréo-argileuse et d'épandages bioclastiques provenant des barrières récifales ceinturant les terres émergées; les transferts y sont actifs sous forme de slumps, de coulées boueuses et de turbidites guidés par les canyons.

-Des turbidites et des hémipélagites se déposent en alternance dans les bassins; les premières remanient les boues et des débris déposés sur les pentes et les

étaient dans les plaines abyssales sur des distances pouvant atteindre une cinquantaine de kilomètres. Divers types de séquence turbiditiques peuvent être caractérisés minéralogiquement et géochimiquement; des critères de corrélation sont ainsi mis en évidence. Par ailleurs des critères d'autochtonie et d'allochtonie sont définis dans les associations de Foraminifères benthiques du bassin des Loyauté.

-Un dispositif s'apparentant à une sorte d'éventail profond très surbaissé a été reconnu le long de la transversale Thio-Lifou. Sa partie proximale sud-occidentale correspond à des coulées boueuses et à des turbidites accumulées en bas de pente.

-Les turbidites perturbent profondément et durablement les écosystèmes benthiques lors de leur mise en place. La recolonisation des fonds est assurée par des faunes opportunistes dominées par les Astérides et les Ophiurides.

-Dans le bassin des Loyauté, les sédiments actuels se déposent au rythme de 2 à 3 cm/ 1000 ans pour les hémipélagites et de 4 à 6 cm/ 1000 ans pour l'ensemble des hémipélagites et turbidites. Ces chiffres traduisent une nette diminution de l'activité sédimentaire depuis le Quaternaire, époque de l'installation des récifs barrières.

- Des datations au C 14 ont mis en évidence les âges relativement anciens des matériaux turbiditiques ( boues et bioclastes ) venant s'étaler dans le bassin des Loyauté et se superposer à des dépôts hémipélagiques d'âge radiométrique plus récent.

**Au plan zoologique, tous les groupes d'invertébrés de la macro et de la mégafaune, en particulier les Crustacés Décapodes, les Echinodermes, les Mollusques regorgent de nouveautés à tous les niveaux taxonomiques.** La diversité spécifique et l'originalité de la faune sont évidentes. Il est vrai que tout le Pacifique sud-ouest est resté à l'écart des routes des grands navires susceptibles d'exploration profonde, depuis le passage du "Challenger" il y a plus d'un siècle. L'étude des collections

de BIOCAL et celle de toutes les collections des campagnes ultérieures dans la région néocalédonienne permet d'escompter le développement de fronts nouveaux dans les domaines de la biogéographie et de l'évolution des faunes marines profondes et de l'histoire biologique de l'océan téthysien.

- La faune des Spongiaires est clairement divisée en trois groupes, dont le plus original est constitué de formes apparentées aux espèces mésozoïques bien étudiées dans les terrains d'Europe occidentale. C'est particulièrement net dans le cas des Démosponges Lithistida, à fossiles nombreux et bien connus.

- Les formes d'organisation les plus éloignées du schéma moyen de l'ascidie littorale se trouvent dans les eaux néocalédoniennes avec la plus grande diversité connue. Plusieurs espèces peuvent être considérées soit comme les témoins d'une évolution actuelle de lignées, soit comme des étapes bloquées de séries évolutives anciennes.

- Les Crinoïdes pédonculés sont nombreux. Les plus remarquables: Proisocrinus, Guillecrinus, Pilocrinus, sont d'affinités paléozoïques ou mésozoïques. Le taux d'archaïsme de cette faune est particulièrement élevé

- Des constatations convergentes proviennent des études en cours sur les Crustacés Décapodes.

- Plusieurs espèces de Gastéropodes Pleurotomariidae, famille dominante sur les récifs du Secondaire ont été récoltées entre 300 et 600 m. de profondeur.

- De nombreux éléments de cette faune bathyale vivent pour l'essentiel sur les fonds détritiques et durs infrarécifaux entre 300 et 700 mètres et constituent un assemblage de faune relictive. Il reste à savoir s'il s'agit d'un cas particulier, d'une situation propre aux pentes insulaires et subinsulaires de la plaque australienne ou si, comme cela paraît plus probable, d'une situation générale et commune aux autres régions relictives des mers mésogéennes (arc Caraïbe, ouest de l'Océan indien, archipels du Pacifique ouest, du Japon à l'arc mélanésien). Il faut comprendre si les zonations bathymétriques actuelles du sud-ouest Pacifique sont du même type

que celles de la Tethys mésozoïque et pourquoi la zone bathyale est riche en taxons archaïques.

- D'autre part, une fraction de la faune récoltée peut être comparée à celle correspondante de Nouvelle Zélande. Quelques genres de Mollusques, Spongiaires, Crustacés considérés comme endémiques à la Nlle Zélande ont été trouvés et seront sans doute retrouvés en d'autres points de la ride de Norfolk.

- La faune bathyale profonde d'Ascidies et de Spongiaires a des affinités plus larges avec la faune australe des eaux de température comparable. Beaucoup d'espèces fixées sur substrats durs sont pédonculées. La faune des boues jaunes et des ponces est peu diversifiée et la plupart des genres ont une distribution cosmopolite.

## BIBLIOGRAPHIE

AMEZIANE N.- D'une population de pentacrines aux calcaires à entroques: une comparaison actuel-fossile. 1986 Rapport DEA "Sedipal", Univ. Lyon I: 30 p, 22 fig.

AMEZIANE-COMINARDI N., BOURSEAU J.P. et M. ROUX.- Les Crinoïdes pédonculés de Nouvelle Calédonie (SW.Pacifique) une faune bathyale ancestrale issue de la Mésogée mésozoïque. 1987. C.R. Acad. Sc. Paris, t.304, sér.III, n°1 :

AMEZIANE-COMINARDI N., M. ROUX.- Biocorrosion et micritisation des ossicules d'Echinodermes en milieu bathyal au large de la Nouvelle Calédonie. 198 . C.R. Acad. Sci. Paris, t.305, sér.II:

BOUCHET P.- Campagnes océanographiques en Nouvelle Calédonie. 1986. Rossiniana 31: 3-8.

BOUCHET P. et G. POPPE. Deep water Volutes from the New Caledonian region, with a discussion on biogeography. 1988. Venus, 47 (1): 15-32.

BOURSEAU J.P., AMEZIANE-COMINARDI N., M. ROUX.- Un crinoïde pédonculé nouveau (Echinodermes) représentant actuel de la famille jurassique des Hemicrinidae: *Gymnocrinus richeri* nov.sp. des fonds bathyaux de Nouvelle

- Calédonie (SW Pacifique).1987. C.R. Acad. Sci. Paris, t.305, sér.III: COTILLON P., COUSTILLAS F., GAILLARD C., LAURIN B., PASCAL A., RIO M., et M. ROUX.
- Target areas for manned submersible explorations of New Caledonia and Loyalty Ridge from preliminary results of BIOCAL cruise. 1985. Séminaires STAR sur l'utilisation des engins télécommandés dans le Pacifique sud. Suva Fiji. Rés. comm.
- COTILLON P., RIGOLOT P., COUSTILLAS F., LAURIN B., LIU J.D., PANNETIER W., PASCAL A., RIO M. et M. ROUX. - Pentes et bassins au large de la Nouvelle Calédonie ( SW Pacifique), morphologie, environnements biosédimentaires, sédimentation. 1989. *OceanologicaActa* ( sous presse ).
- EL KHARRIM Y. Etude préliminaire de la microflore dans le bassin des Loyauté, Nouvelle Calédonie. 1987. Rapport DEA "Sédipal", Univ. Lyon I: 23 p., 8 fig. 4 pl.
- GAILLARD C. -Bioturbation récente au large de la Nouvelle Calédonie, premiers résultats de la campagne BIOCAL. 1988. *Océanologica Acta*, 11.4:
- HOUART R.- Description of Seven New Species of Muricidae (Neogastropoda) from the South Western Pacific Ocean. 1988, *Venus*, 47 (3): 185-196.
- KABBACHI B.- Etude des sédiments meubles dragués sur les pentes au sud et au nord-est de la Nouvelle Calédonie, S.W. Pacifique. 1988. Rapport DEA "Sédipal" Univ. Lyon I, 28 p., 7 tabl. 2 pl.
- KILBURN R. et P. BOUCHET.-The genus *Amalda* in New Caledonia.(Mollusca Gastropoda Olividae Ancillinae) *Bull. Mus. natn. Hist. nat.* 1988. 4 sér. (10), A>2: 277-300.
- LEVI C. BIOCAL. Compte Rendu de la campagne effectuée à bord du N/O Jean Charcot" du 9 août au 10 septembre 1985. IFREMER, PIROCEAN CNRS 1986 31 p., 5 cartes.
- LEVI C.- Lithistid Sponges from the Norfolk Rise. Recent and mesozoic genera. In *Fossil and Recent Sponges*, Keupp and Reitner éd. 1989. Springer ( sous presse ).
- LEVI C. et P. LEVI.- Nouveaux Spongiaires Lithistide bathyaux à affinités crétacées de la Nouvelle Calédonie. 1988. *Bull. Mus. natn. hist. nat. Paris* 4 (10) A,1: 39-55.
- LEVI C., BARTON J., GUILLEMET C., LE BRAS E. et P. LEHUEDE. A remarkably strong natural glassy rod : the anchoring Spicule of *Monorhaphis* Sponge. 1989. *J. of Materials Science Letters* 8 : 337-339.
- LIU J.D. Sédimentation actuelle et récente dans le bassin des Loyauté entre Thio et Lifou (Nlle Calédonie, Pacifique SW). Thèse Univ. Lyon I, 1988. 133 p., 57 fig., 11 tabl. 3 pl.
- LIU J.D. et P. COTILLON.- Present and Recent sedimentation in the Loyalty basin along Thio-Lifou profile (New Caledonia, SW Pacific).1989. *Marine Geology* ( sous presse ).
- LAMBLIN N. - Etude des sédiments indurés dragués dans le bassin des Loyauté (Nouvelle Calédonie) 1987. Rapport DEA "Sédipal" Univ. Lyon I, 23 p., 8 fig. 4 pl.
- MONNIOT C. , COTILLON P. et C. GAILLARD.- Sedimentary dynamics and associated benthic fauna in the Loyalty basin ( New Caledonia SW.Pacific). 1988. 5th Deep Sea Biology Symposium, Brest. Abstracts: 79.
- MONNIOT C. et F. MONNIOT.- Peuplement d'ascidies profondes en Nouvelle-Calédonie, diversité des stratégies adaptatives. *Mém. Mus. natn. hist. nat.* (sous presse).
- PANNETIER W.- Les sédiments actuels du bassin des Loyauté. 1986. Rapport DEA "Sédipal" Univ. Lyon I 25 p. 11 fig.
- RICHER de FORGES et D.GUINOT.- Description de trois espèces de *Cyrtomaia* Miers 1886, de Nouvelle Calédonie et des Iles Chesterfield. 1988. *Bull. Mus. natn. hist. nat. Paris* 4 (10) A(1): 39-55.
- SERET B.- Découverte d'une faune à *Carcharodon megalodon* (Agassiz) en Nouvelle Calédonie (Pisces, Chondrichthyes Lamnidae).1987. *Cybiurn*, II (4): 389-394.
- TRIBOUILLARD N.- Minéralogie des sédiments actuels et subactuels au large de la Nouvelle Calédonie et des Iles Loyauté. 1987. Rapport DEA "Sédipal" Univ. Dijon, 26 pp. 20 fig.
- VINCENT E.- Les foraminifères benthiques du bassin des Loyauté. 1986. Rapport DEA "Sédipal" Univ. Dijon 30 p.

#### PRELIMINARY RESULTS

Presently a twofold process controls the New Caledonian deep-sea slopes morphology:

1) a distensive tectonic moves the blocks which are distributed in steps paralleling the Norfolk (New Caledonia) and Loyalty Rises.

2) An active erosion as shown by numerous canyons.

- On the slopes, a calcareous and argillaceous hemipelagic deposition takes place together with the spreading of bioclastic material washed off the barrier reefs surrounding the emerged lands.

- Active transfers occur as slumps, mud flows and turbidites drained along the canyons.

- Turbidites and hemipelagites are deposited in the basin, alternatively; the former ones remove the oozes and detritus sedimented over the slopes and spread them over long distance possibly ranging over 50 Km away.

- Different types of turbidites sequences may be discriminated and correlated by mineralogy and geochemistry analyses.

On the other hand, criteria of autochthony and allochthony are estimated after benthic Foraminifera assemblages in the Loyalty Basin.

- A deeply depressed fan like bottom configuration has been discovered along the Thio-Lifou transect. Its proximal south-western part consists in mudflows and turbidites being piled up in the lowest slope part.

- When turbidites deposition takes place, benthic ecosystem may be significantly damaged over a long period of time. Opportunistic fauna with Asterids and Ophiurids as dominant species insure the sea floor recolonisation.

- Along Thio-Lifou profile, in the Loyalty Basin, present sedimentation rates range from 2 to 3cm/ 1000 yrs for hemipelagites and from 4 to 6 cm/ 1000 yrs for both hemipelagites and turbidites. Such figures clearly show that a lowering rate of sedimentary activity has been established since the Quaternary, when barrier reefs originated.

- C 14 datations indicated that relatively old turbidites ( oozes and

bioclasts ) has spread over the Loyalty Basin and deposited over the hemipelagic former sediment, considered as more recent by using radiometric analyses.

- The basin is supplied by five inputs:

A terrigenous one including outwashes from New Caledonia ( oozes, quartz, heavy minerals ) and from Vanuatu volcanic activity ( glasses, pumices, and alteration resulting smectites).

A carbonate portion issued from reefs flats ( oozes and detritus ), slopes and basin benthic communities ( bioclasts ) and plankton ( Foraminifera, Coccoliths and Pteropods).

First data on biogenic traces, their distribution, importance and environmental signification as well as bioclasts bioerosion, production and transfer.

A zoological survey of all macrofauna of benthic Invertebrates has been made along the slopes. New taxa of all taxonomic ranks are abundant. High faunal specific diversity and originality is obvious to all taxonomists. It is worth to mention that since the "Challenger" expedition over a century ago, the whole South-western Pacific region has been kept away from the great deep-sea research vessels routes.

The study of both the BIOCAL collections and all the others from further cruises around New Caledonia is insured to provide new data to understanding the biogeography and evolution of the deep sea fauna.

- The Sponge fauna is divided in three well defined groups: the most original included those forms related to mesozoic species which are well documented in the Western European sites; as illustrated by the numerous and thoroughly studied fossils of Demosponges Lithistida.

- The Ascidians having a structural organisation the most remote from the littoral ascidian-type have been discovered. This group displays there the highest known diversity. Several species may be considered either as steps of present evolutionary lines or as impeded stages of previous evolutionary trends.

- Pedunculated Crinoids are frequent; the most noticeable such as

Proisocrinus, Guillecrinus and Pilocrinus being akin to Paleozoic or mesozoic forms. Rate of archaic features is very high among this fauna.

- Observations from studies in progress on Decapod Crustacea are in accordance with the above findings .

- Several species of Pleurotomariidae Gastropoda, a dominant family on the secondary reefs, have been collected from 300 to 600 depth.

- Numerous components of this bathyal fauna mostly occur on detritic or hard sub-recifal bottoms at depths ranging from 300 to 700 m depth, and constitute a typical relict faunal assemblage .

It remains to be demonstrated whether this is an isolated example or a configuration peculiar to insular and subinsular slopes of the Australian plate, or more convincingly if this reflects a more general case common to other relict areas from the mesogean sea ( Caribbean arch, western Indian Ocean, west Pacific archipelago from Japan to melanesian islands).

- What remains to be elucidated is whether the present south-western Pacific bathyal depth distributions are similar to those of the mesozoic Tethys or not and why so many archaic types do occur in this bathyal zone.

- On the other hand several collected, often mesobathyal taxa belong to the adjacent New Zealand fauna.

Some Molluscs and Sponges genera and species considered as endemic to New Zealand have been collected. No doubt that they will be reported also elsewhere on the Norfolk rise.

- The deep-sea bathyal Ascidian and Sponge fauna is more closely related to the austral fauna wherever the same water temperature occurs. Occurrence of pedunculate hard bottom species is frequent.

The beige-yellow deep muds fauna has a low generic and specific diversity and most of the genera are cosmopolitan.



